

SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK ONE Vigilancia y compensación

Manual de funciones

Introducción	1
Consignas básicas de seguridad	2
Modelado geométrico de máquina	3
Prevención de colisiones, interna	4
Zonas protegidas	5
Vigilancias de ejes	6
Vigilancia de túnel de contorno (opción)	7
Compensaciones	8
Anexo	A

Válido para

Control
SINUMERIK ONE

Software CNC versión 6.21


01/2023


A5E48053702E AF


Notas jurídicas

Filosofía en la señalización de advertencias y peligros

Este manual contiene las informaciones necesarias para la seguridad personal así como para la prevención de daños materiales. Las informaciones para su seguridad personal están resaltadas con un triángulo de advertencia; las informaciones para evitar únicamente daños materiales no llevan dicho triángulo. De acuerdo al grado de peligro las consignas se representan, de mayor a menor peligro, como sigue.

 PELIGRO
Significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas se producirá la muerte o bien lesiones corporales graves.

 ADVERTENCIA
Significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas puede producirse la muerte o bien lesiones corporales graves.

 PRECAUCIÓN
Significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas pueden producirse lesiones corporales.

ATENCIÓN
Significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas pueden producirse daños materiales.


Si se dan varios niveles de peligro se usa siempre la consigna de seguridad más estricta en cada caso. Si en una consigna de seguridad con triángulo de advertencia de alarma de posibles daños personales, la misma consigna puede contener también una advertencia sobre posibles daños materiales.

Personal cualificado

El producto/sistema tratado en esta documentación sólo deberá ser manejado o manipulado por **personal cualificado** para la tarea encomendada y observando lo indicado en la documentación correspondiente a la misma, particularmente las consignas de seguridad y advertencias en ella incluidas. Debido a su formación y experiencia, el personal cualificado está en condiciones de reconocer riesgos resultantes del manejo o manipulación de dichos productos/sistemas y de evitar posibles peligros.

Uso previsto de los productos de Siemens

Considere lo siguiente:

 ADVERTENCIA
Los productos de Siemens sólo deberán usarse para los casos de aplicación previstos en el catálogo y la documentación técnica asociada. De usarse productos y componentes de terceros, éstos deberán haber sido recomendados u homologados por Siemens. El funcionamiento correcto y seguro de los productos exige que su transporte, almacenamiento, instalación, montaje, manejo y mantenimiento hayan sido realizados de forma correcta. Es preciso respetar las condiciones ambientales permitidas. También deberán seguirse las indicaciones y advertencias que figuran en la documentación asociada.

Marcas registradas

Todos los nombres marcados con ® son marcas registradas de Siemens AG. Los restantes nombres y designaciones contenidos en el presente documento pueden ser marcas registradas cuya utilización por terceros para sus propios fines puede violar los derechos de sus titulares.

Exención de responsabilidad

Hemos comprobado la concordancia del contenido de esta publicación con el hardware y el software descritos. Sin embargo, como es imposible excluir desviaciones, no podemos hacernos responsable de la plena concordancia. El contenido de esta publicación se revisa periódicamente; si es necesario, las posibles correcciones se incluyen en la siguiente edición.

Índice

1	Introducción.....	9
1.1	Acerca de SINUMERIK.....	9
1.2	Acerca de esta documentación.....	9
1.3	Documentación en Internet.....	12
1.3.1	Síntesis de la documentación de SINUMERIK ONE.....	12
1.3.2	Vista general de la documentación sobre componentes de manejo SINUMERIK.....	12
1.4	Opinión sobre la documentación técnica.....	13
1.5	Documentación de mySupport.....	13
1.6	Service and Support.....	14
1.7	Utilización de OpenSSL.....	15
1.8	Cumplimiento del reglamento general de protección de datos.....	16
2	Consignas básicas de seguridad.....	17
2.1	Consignas generales de seguridad.....	17
2.2	Garantía y responsabilidad para ejemplos de aplicación.....	17
2.3	Información de seguridad.....	17
3	Modelado geométrico de máquina.....	19
3.1	Descripción del funcionamiento.....	19
3.1.1	Características.....	19
3.1.2	Zonas protegidas de herramienta automáticas.....	22
3.2	Puesta en marcha.....	25
3.2.1	Información general.....	25
3.2.1.1	Síntesis.....	25
3.2.1.2	Estructura de las variables de sistema.....	25
3.2.1.3	Tabla de colores.....	27
3.2.2	Datos de máquina.....	28
3.2.2.1	Número máximo de zonas protegidas.....	28
3.2.2.2	Número máximo de elementos de zona protegida para zonas protegidas de máquina.....	28
3.2.2.3	Número máximo de elementos de zona protegida para zonas protegidas de herramienta automáticas.....	28
3.2.2.4	Número máximo de señales de interfaz CN/PLC para preactivar zonas protegidas.....	28
3.2.2.5	Número máximo de triángulos para zonas protegidas de máquina.....	29
3.2.2.6	Número máximo de triángulos para zonas protegidas de herramienta automáticas.....	29
3.2.2.7	Modo de generación de zonas protegidas de herramienta automáticas.....	29
3.2.3	Variables de sistema: Zonas protegidas.....	30
3.2.3.1	Síntesis.....	30
3.2.3.2	\$NP_PROT_NAME.....	30
3.2.3.3	\$NP_CHAIN_ELEM.....	31
3.2.3.4	\$NP_PROT_TYPE.....	32
3.2.3.5	\$NP_1ST_PROT.....	33

3.2.3.6	\$NP_PROT_COLOR.....	35
3.2.3.7	\$NP_PROT_D_LEVEL.....	36
3.2.3.8	\$NP_BIT_NO	37
3.2.3.9	\$NP_INIT_STAT.....	38
3.2.3.10	\$NP_INDEX.....	40
3.2.4	Variables de sistema: Elementos de zona protegida para zonas protegidas de máquina.....	42
3.2.4.1	Sinopsis.....	42
3.2.4.2	\$NP_NAME	43
3.2.4.3	\$NP_NEXT	44
3.2.4.4	\$NP_NEXTP.....	45
3.2.4.5	\$NP_COLOR	46
3.2.4.6	\$NP_D_LEVEL	48
3.2.4.7	\$NP_USAGE	49
3.2.4.8	\$NP_TYPE.....	50
3.2.4.9	\$NP_FILENAME.....	55
3.2.4.10	\$NP_PARA.....	60
3.2.4.11	\$NP_OFF	61
3.2.4.12	\$NP_DIR	63
3.2.4.13	\$NP_ANG.....	65
3.2.5	Variables de sistema: Elementos de zona protegida para zonas protegidas de herramienta automáticas.....	66
3.2.6	Condiciones.....	67
4	Prevención de colisiones, interna	69
4.1	Descripción del funcionamiento	69
4.1.1	Opciones	69
4.1.2	Características	69
4.1.3	Reacción del control en caso de peligro de colisión	71
4.1.4	Diagrama de estados Zona protegida.....	75
4.1.5	Herramientas.....	76
4.1.6	Condiciones.....	79
4.2	Puesta en marcha	81
4.2.1	Información general.....	81
4.2.1.1	Sinopsis.....	81
4.2.1.2	Estructura de las variables de sistema.....	81
4.2.2	Datos de opciones.....	83
4.2.3	Datos de máquina.....	83
4.2.3.1	Tolerancia de colisión.....	83
4.2.3.2	Distancia de seguridad.....	83
4.2.3.3	Espacio de memoria máximo	84
4.2.3.4	Número máximo de pares de colisión	84
4.2.3.5	Longitud de la vista previa.....	85
4.2.3.6	Longitud de la rampa de frenado	85
4.2.3.7	Activar/desactivar niveles de protección para prevención de colisiones.....	86
4.2.4	Variables de sistema.....	86
4.2.4.1	Sinopsis.....	86
4.2.4.2	\$NP_COLL_PAIR	87
4.2.4.3	\$NP_SAFETY_DIST	88
4.2.5	Variables de sistema avanzadas.....	89
4.2.5.1	Sinopsis.....	89
4.2.5.2	Datos de estado	89
4.2.5.3	Estimación de la distancia de frenado.....	91

4.3	Programación	92
4.3.1	Comprobación de par de colisión (COLLPAIR)	92
4.3.2	Solicitar nuevo cálculo del modelo de máquina de la prevención de colisiones (PROTA)	92
4.3.3	Asignar estado a la zona protegida (PROTS)	93
4.3.4	Determinación de la distancia de dos zonas protegidas (PROTD).....	94
4.4	Ejemplo	95
4.4.1	Especificaciones	95
4.4.2	Programa de pieza del modelo de máquina	100
5	Zonas protegidas	109
5.1	Función	109
5.2	Puesta en marcha	116
5.2.1	Datos de máquina	116
5.3	Programación	117
5.3.1	Definición de las zonas protegidas (CPROTDEF, NPROTDEF)	117
5.3.2	Activar/desactivar zonas protegidas (CPROT, NPROT)	121
5.3.3	Comprobación de vulneración de zonas protegidas, limitación del campo de trabajo y finales de carrera de software (CALCPOSI)	124
5.4	Particularidades	135
5.4.1	Habilitación temporal de zonas protegidas	135
5.4.2	Comportamiento en los modos de operación AUTOMÁTICO y MDA	135
5.4.3	Comportamiento en el modo de operación JOG.....	136
5.5	Condiciones.....	140
5.6	Ejemplo	141
5.6.1	Zonas protegidas de una fresadora	141
5.6.2	Definición de zonas protegidas en el programa de pieza.....	142
5.6.3	Definición de zonas protegidas con variables de sistema	143
5.6.4	Activación de las zonas protegidas	151
6	Vigilancias de ejes	153
6.1	Vigilancia del contorno	153
6.1.1	Error de contorno.....	153
6.1.2	Vigilancia de error de seguimiento	154
6.2	Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo.....	156
6.2.1	Relación entre la vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo	156
6.2.2	Vigilancia de posicionamiento	157
6.2.3	Vigilancia de parada.....	158
6.2.4	Tolerancia de parada precisa y de parada dependientes del juego de parámetros	159
6.2.5	Vigilancia de bloqueo.....	160
6.2.5.1	Función	160
6.2.5.2	Datos de máquina	161
6.2.5.3	Señales de interfaz CN/PLC	161
6.2.5.4	Reacciones a error.....	162
6.2.5.5	Función de bloqueo "Detención automática para liberar el bloqueo"	162
6.2.5.6	Función de bloqueo "Liberación del bloqueo con optimización de tiempo"	164
6.2.5.7	Función de bloqueo "Detención automática para aplicar el bloqueo"	166
6.2.5.8	Condiciones.....	168
6.3	Vigilancia de consigna de velocidad de giro	171

6.4	Vigilancia de la velocidad real.....	172
6.5	Vigilancia del sistema de medida.....	173
6.5.1	Vigilancia de la frecuencia límite del encóder.....	175
6.5.2	Control de coherencia con encóders absolutos	176
6.5.3	Reacciones a error específicas de usuario	179
6.6	Vigilancia de finales de carrera	181
6.6.1	Final de carrera de hardware	181
6.6.2	Final de carrera de software	182
6.7	Vigilancia de límites de zona de trabajo	185
6.7.1	Información general.....	185
6.7.2	Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas básico	187
6.7.3	Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas de pieza/sistema de origen ajustable.....	189
6.7.4	Ejemplo: Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas de pieza/sistema de origen ajustable	193
6.8	Estacionamiento de un eje de máquina	195
6.9	Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo	198
6.9.1	Función	198
6.9.2	Condiciones.....	202
6.9.3	Ejemplo: Cambio de cabezal frontal con un sistema de medida de posición directo	202
6.9.4	Ejemplo: Cambio de cabezal frontal con dos sistemas de medida de posición directos	207
6.9.5	Ejemplo: Conmutación del sistema de medida si faltan encóders en alguna zona	211
6.10	Cambio de juego de datos de encóder	214
7	Vigilancia de túnel de contorno (opción)	219
7.1	Función	219
7.2	Puesta en marcha	220
7.2.1	Parametrización	220
7.3	Condiciones.....	222
8	Compensaciones.....	223
8.1	Introducción	223
8.2	Compensación de temperatura	224
8.2.1	Función	224
8.2.2	Puesta en marcha	228
8.2.3	Ejemplo	229
8.2.3.1	Puesta en marcha de la compensación de temperatura para el eje Z de un torno.....	229
8.3	Compensación del juego.....	231
8.3.1	Compensación mecánica del juego.....	231
8.3.1.1	Función	231
8.3.1.2	Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje.....	232
8.3.2	Compensación dinámica del juego	234
8.3.2.1	Función	234
8.3.2.2	Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje.....	235
8.3.3	Realimentación de posición dual	236
8.3.3.1	Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje.....	237
8.3.3.2	Condiciones.....	238

8.4	Compensación de cabeceo	239
8.4.1	Descripción del funcionamiento	239
8.4.1.1	Opciones	239
8.4.1.2	Características	239
8.4.1.3	Factor de elasticidad dependiente de la posición.....	241
8.4.1.4	Relaciones de compensación.....	242
8.4.2	Puesta en marcha: Datos de máquina	242
8.4.2.1	Sinopsis	242
8.4.2.2	Constante de tiempo para el filtrado de los valores de compensación de cabeceo.....	243
8.4.2.3	Eje acelerador	244
8.4.2.4	Eje de adaptación	245
8.4.2.5	Número de posiciones de la curva de adaptación.....	246
8.4.2.6	Posiciones de la curva de adaptación.....	247
8.4.2.7	Factores de elasticidad	248
8.4.2.8	Diagrama de funciones	250
8.5	Compensación interpolatoria	251
8.5.1	Propiedades generales	251
8.5.2	Compensación de errores de paso de cabezal y del sistema de medida.....	253
8.5.2.1	Función	253
8.5.2.2	Puesta en marcha	254
8.5.2.3	Ejemplo	257
8.5.3	Compensación de flexión y compensación de error de angularidad.....	258
8.5.3.1	Información general.....	258
8.5.3.2	Puesta en marcha: Datos de máquina	260
8.5.3.3	Puesta en marcha: Datos de operador	262
8.5.3.4	Puesta en marcha: Variables de sistema.....	263
8.5.3.5	Puesta en marcha: Procedimiento básico	266
8.5.3.6	Puesta en marcha: Dibujo general	268
8.5.3.7	Ejemplo 1: Compensación de flexión	269
8.5.3.8	Ejemplo 2: compensación con multiplicación tabular.....	270
8.5.3.9	Ejemplo 3: campo bidimensional de valores de compensación.....	271
8.5.4	Compensación de errores de paso de cabezal dependientes de la dirección.....	277
8.5.4.1	Descripción del funcionamiento	277
8.5.4.2	Puesta en marcha	278
8.5.4.3	Ejemplo	281
8.5.5	Compensación de error de cilindro	284
8.5.5.1	Función	284
8.5.5.2	Puesta en marcha	285
8.5.5.3	Ejemplos.....	289
8.5.6	Condiciones.....	292
8.6	Control anticipativo dinámico (compensación de error de seguimiento).....	294
8.6.1	Propiedades generales	294
8.6.2	Control anticipativo de velocidad de giro	296
8.6.3	Control anticipativo de par	298
8.6.4	Adaptación de la dinámica	299
8.6.5	Control anticipativo en ejes de comando y PLC	300
8.6.6	Condiciones.....	302
8.7	Vista general de la compensación de fricción.....	303
8.8	Compensación de fricción con valor de compensación constante.....	304
8.8.1	Descripción del funcionamiento	304

8.8.2	Puesta en marcha	305
8.8.2.1	Test de circularidad	307
8.8.3	Condiciones.....	311
8.9	Compensación de fricción con curva adaptativa.....	312
8.9.1	Descripción del funcionamiento	312
8.9.2	Puesta en marcha	313
8.9.3	Condiciones.....	315
8.10	Compensación de fricción con curvas adaptativas.....	315
8.10.1	Descripción del funcionamiento	315
8.10.2	Puesta en marcha	317
8.10.2.1	Activación de la función	317
8.10.2.2	Funciones de puesta en marcha de la interfaz de usuario SINUMERIK Operate.....	318
8.10.2.3	Parametrización de las aceleraciones en los puntos de interpolación de curvas.....	320
8.10.2.4	Impulso de aplicación de velocidad	322
8.10.2.5	Impulso de aplicación de par	324
8.10.2.6	Umbral de velocidad para la activación de impulsos de aplicación	327
8.11	Compensaciones en ejes con carga gravitatoria	328
8.11.1	Compensación de peso electrónica.....	328
8.11.2	Función adicional: Retardo de re arranque.....	329
A	Anexo.....	333
A.1	Lista de abreviaturas	333
	Índice alfabético	339

Introducción

1.1 Acerca de SINUMERIK

Tanto para máquinas con CNC simples o máquinas estandarizadas como para máquinas modulares de clase "premium", los controles CNC SINUMERIK ofrecen la solución adecuada para cada tipo de máquina. Ya sea para producción en masa o de piezas únicas, simples o complejas: SINUMERIK es un control de alta productividad apto por igual para todas las áreas de fabricación, desde la de piezas de muestras y utillaje, pasando por la de moldes, y llegando a la de grandes series.

Para más información visite la página web de SINUMERIK (<https://www.siemens.com/sinumerik>).

1.2 Acerca de esta documentación

La presente documentación forma parte del grupo de manuales de funciones de SINUMERIK.

Manuales de funciones de SINUMERIK

Los manuales de funciones de SINUMERIK describen las funciones CN de un control SINUMERIK.

Están dirigidos a proyectistas, técnicos, ingenieros de puesta en marcha y programadores.

Cada manual de funciones aborda un área temática concreta, y contiene todas las descripciones de funciones pertenecientes a dicha área.

La siguiente tabla muestra qué manuales de funciones están disponibles para su control SINUMERIK y qué área temática trata cada manual:

Manual de funciones	Área temática
Funciones básicas	Funciones básicas de un control CNC
Ejes y cabezales	Funciones de ejes y cabezales, acoplamiento de ejes
Transformaciones	Funciones de transformación
Vigilancia y compensación	Funciones de vigilancia de ejes y compensación, prevención de colisiones
Herramientas	Funciones de selección, corrección y vigilancia de herramientas
Acciones síncronas	Funcionalidad de acciones síncronas
PLC	Estructura y funciones del PLC
Gestión de herramientas	Función, puesta en marcha y programación de la gestión de herramientas
Tecnologías	Funciones de ampliación tecnológicas

Índice de materias

En la portada encontrará una sinopsis de los capítulos principales de las descripciones de funciones incluidas en el manual de funciones.

Validez

La portada contiene también toda la información sobre la validez del documento, es decir, para qué control SINUMERIK y para qué versión de software es válida esa edición del manual de funciones.

Datos de sistema

En las descripciones de funciones, los datos de sistema relevantes para una función (datos de máquina, datos de operador, variables de sistema, señales de interfaz y alarmas) se describen únicamente con el nivel de detalle imprescindible para comprender la función. Encontrará información detallada sobre estos datos en los correspondientes manuales de listas y en el manual de diagnóstico de alarmas.

Basic Program Plus y Basic Program

Para la programación de la funcionalidad del PLC, en TIA Portal se dispone de dos tipos distintos de programas básicos:

- Basic Program Plus trabaja exclusivamente con direccionamiento simbólico. La funcionalidad se implementa mediante tipos de datos, bloques, funciones e instrucciones del PLC. Basic Program Plus solo está disponible para SINUMERIK ONE.
- Basic Program trabaja tanto con direccionamiento simbólico como absoluto. Los programas son en gran parte compatibles con programas previamente existentes de SIMATIC Manager. Basic Program está disponible para los controles ONE y MC.

No es posible utilizar conjuntamente Basic Program Plus y Basic Program.

Bloques del PLC y tipos de datos

En las descripciones de funciones se suele hacer referencia a señales y funciones de PLC. En el texto son en primer lugar los bloques y tipos de datos de Basic Program Plus, que solo está disponible para SINUMERIK ONE.

Encontrará información detallada en el Manual de funciones PLC del control correspondiente.

Señales de interfaz

Para el direccionamiento de señales de interfaz se utiliza principalmente el direccionamiento simbólico de Basic Program Plus. Para derivar señales para Basic Program, al final de cada sección se ofrecen tablas con las señales del PLC utilizadas para los distintos sentidos de señal, como muestra el ejemplo siguiente:

CN → PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
...		

PLC → CN

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.refPointApproachCam	LBP_Axis*.A_DelayRef	DB31,DBX12.7
...		

Nota**Capacidad funcional**

En Basic Program Plus se representan ejes, canales, etc. mediante instancias de los objetos correspondientes.

Para el direccionamiento absoluto en Basic Program se parte del número máximo absoluto de los componentes siguientes: grupos de modos de operación (DB11), canales (DB21, ...), ejes/ cabezales (DB31, ...)

Alcance estándar

La presente documentación contiene una descripción de las funciones del alcance estándar. Este puede diferir del alcance de las funciones del sistema suministrado. Las funciones del sistema suministrado se obtienen exclusivamente de la documentación del pedido.

En el sistema pueden ejecutarse otras funciones adicionales no descritas en la presente documentación. Sin embargo, no existe derecho a reclamar estas funciones en nuevos suministros o en intervenciones de servicio técnico.

Por motivos de claridad expositiva, puede que en esta documentación no se detallen todos los datos referentes a todos los tipos de producto. Tampoco se pueden considerar aquí todos los casos posibles de instalación, servicio y mantenimiento.

El fabricante de la máquina documentará las posibles ampliaciones o modificaciones que realice en el producto.

Páginas web de terceros

El presente documento puede contener enlaces a páginas web de terceros. Siemens no asume responsabilidad alguna por los contenidos de dichas páginas web ni comparte necesariamente los contenidos ni las opiniones vertidos en ellas. Siemens no controla la información publicada en estas páginas web ni tampoco es responsable del contenido o la información que ponen a disposición. Cualquier riesgo asociado a su uso es responsabilidad del usuario.

1.3 Documentación en Internet

1.3.1 Sinopsis de la documentación de SINUMERIK ONE

Encontrará abundante documentación sobre las funciones de SINUMERIK ONE versión 6.13 o superior en la Sinopsis de la documentación de SINUMERIK ONE (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109768483>).



Puede visualizar los documentos o descargarlos en formato PDF o HTML5.

La documentación se divide en las siguientes categorías:

- Usuario: Manejo
- Usuario: Programación
- Fabricante/servicio: Funciones
- Fabricante/servicio: Hardware
- Fabricante/servicio: Configuración/puesta en marcha
- Fabricante/servicio: Safety Integrated
- Información y cursos
- Fabricante/servicio: SINAMICS

1.3.2 Vista general de la documentación sobre componentes de manejo SINUMERIK

Una amplia documentación sobre los componentes de manejo SINUMERIK se encuentra en Vista general de la documentación sobre componentes de manejo SINUMERIK (<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109783841/technische-dokumentation-zu-sinumerik-bedienskomponenten?dti=0&lc=en-WW>).

Puede visualizar los documentos o descargarlos en formato PDF o HTML5.

La documentación se divide en las siguientes categorías:

- Paneles de operador
- Paneles de mando de máquina
- Panel de botones de la máquina
- Unidad portátil / Miniequipos portátiles
- Más componentes de manejo

Una vista general de los documentos, artículos y enlaces más importantes sobre el tema SINUMERIK se encuentra en Página temática en vista general de SINUMERIK (<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109766201/sinumerik-an-overview-of-the-most-important-documents-and-links?dti=0&lc=en-WW>).

1.4 Opinión sobre la documentación técnica

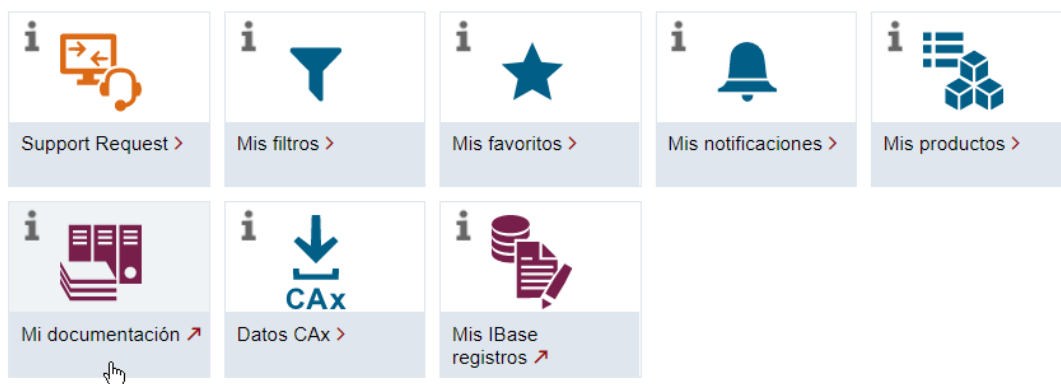
En caso de preguntas, sugerencias o correcciones relacionadas con la documentación técnica publicada en el Siemens Industry Online Support, utilice el enlace "Enviar feedback" que figura al final del artículo.

1.5 Documentación de mySupport

El sistema basado en la web "Documentación de mySupport" permite recopilar de manera personalizada documentación basada en los contenidos de Siemens y adaptarla a la documentación propia de la máquina.

La aplicación se inicia mediante el icono "Mi documentación" en la página del SiePortal "Enlaces y herramientas de mySupport" (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/my>):

Enlaces y herramientas mySupport



El manual configurado puede exportarse a los formatos RTF, PDF o XML.

Nota

Los contenidos de Siemens que soportan la aplicación Documentación de mySupport se identifican por la presencia del enlace "Configurar".

1.6 Service and Support

Product Support

Encontrará más información sobre el producto en Internet:

Product Support (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/>)

En esta dirección encontrará lo siguiente:

- Información actual sobre productos (notificaciones sobre productos)
- FAQ (preguntas frecuentes)
- Manuales
- Descargas
- Newsletter con la información más reciente sobre sus productos
- Foro de intercambio a escala mundial de información y experiencia para usuarios y expertos
- Personas de contacto locales a través de nuestra base de datos de personas de contacto (→ "Contacto")
- Información sobre servicio técnico in situ, reparaciones, repuestos y mucho más (→ "Servicios")

Technical Support

Los números de teléfono específicos de cada país para el asesoramiento técnico se encuentran en Internet, en la dirección (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/sc/4868>), en el área "Contacto".

Para formular una pregunta técnica, utilice el formulario online en el área "Support Request".

Formación

En esta dirección (<https://www.siemens.com/sitrain>) encontrará información sobre SITRAIN. SITRAIN ofrece formación sobre productos de Siemens, sistemas y soluciones de accionamientos y automatización.

Siemens Support en cualquier lugar



Con la galardonada aplicación "Siemens Industry Online Support" se puede acceder en cualquier momento y lugar a más de 300.000 documentos sobre productos de Siemens Industry. La aplicación le ofrece asistencia, entre otros, en los siguientes campos de aplicación:

- Solución de problemas en la implementación de un proyecto
- Eliminación de errores en caso de anomalías
- Ampliación o rediseño de una instalación

Asimismo, tendrá acceso al foro técnico y a otros artículos redactados por nuestros expertos para usted:

- FAQ
- Ejemplos de aplicación
- Manuales
- Certificados
- Información sobre productos y mucho más

La aplicación "Siemens Industry Online Support" está disponible para Apple iOS y Android.

Código de matriz de datos de la placa de características

El código de matriz de datos de la placa de características contiene los datos específicos del equipo. Este código se puede leer con cualquier smartphone y, a través de la aplicación móvil "Industry Online Support", permite visualizar información técnica sobre el equipo correspondiente.

1.7 Utilización de OpenSSL

Este producto puede contener el software siguiente:

- Software desarrollado por el Proyecto OpenSSL para su uso en el toolkit OpenSSL
- Software criptográfico creado por Eric Young
- Software desarrollado por Eric Young

Encontrará más información en Internet:

- OpenSSL (<https://www.openssl.org>)
- Cryptsoft (<https://www.cryptsoft.com>)

1.8 Cumplimiento del reglamento general de protección de datos


Siemens respeta los principios básicos de la protección de datos, en especial los preceptos relativos a la minimización de datos (privacy by design).


Para este producto, esto significa:

El producto no procesa ni almacena datos personales, únicamente datos técnicos asociados a las funciones (p. ej., etiquetas de fecha/hora). Si el usuario enlaza estos datos con otros datos (p. ej., horarios de turnos) o almacena datos personales en el mismo medio (p. ej., disco duro), creando de esta manera un vínculo con personas específicas, deberá garantizar él mismo el cumplimiento de las prescripciones legales relativas a la protección de datos.

Consignas básicas de seguridad

2.1 Consignas generales de seguridad

 ADVERTENCIA
Peligro de muerte en caso de incumplimiento de las consignas de seguridad e inobservancia de los riesgos residuales
Si no se cumplen las consignas de seguridad ni se tienen en cuenta los riesgos residuales de la documentación de hardware correspondiente, pueden producirse accidentes con consecuencias mortales o lesiones graves.
<ul style="list-style-type: none"> • Respete las consignas de seguridad de la documentación de hardware. • Tenga en cuenta los riesgos residuales durante la evaluación de riesgos.

 ADVERTENCIA
Fallos de funcionamiento de la máquina a consecuencia de una parametrización errónea o modificada
Una parametrización errónea o modificada puede provocar en máquinas fallos de funcionamiento que pueden producir lesiones graves o la muerte.
<ul style="list-style-type: none"> • Proteja la parametrización del acceso no autorizado. • Controle los posibles fallos de funcionamiento con medidas apropiadas, p. ej., DESCONEXIÓN o PARADA DE EMERGENCIA.

2.2 Garantía y responsabilidad para ejemplos de aplicación

Los ejemplos de aplicación no son vinculantes y no pretenden ser completos en cuanto a la configuración y al equipamiento, así como a cualquier eventualidad. Los ejemplos de aplicación tampoco representan una solución específica para el cliente; simplemente ofrecen una ayuda para tareas típicas.

El usuario es responsable del correcto manejo y uso de los productos descritos. Los ejemplos de aplicación no le eximen de la obligación de trabajar de forma segura durante la aplicación, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento.

2.3 Información de seguridad

Siemens ofrece productos y soluciones con funciones de seguridad industrial con el objetivo de hacer más seguro el funcionamiento de instalaciones, sistemas, máquinas y redes.

2.3 Información de seguridad

Para proteger las instalaciones, los sistemas, las máquinas y las redes contra de amenazas cibernéticas, es necesario implementar (y mantener continuamente) un concepto de seguridad industrial integral que este conforme al estado del arte. Los productos y las soluciones de Siemens constituyen una parte de este concepto.

Los clientes son responsables de impedir el acceso no autorizado a sus instalaciones, sistemas, máquinas y redes. Dichos sistemas, máquinas y componentes solo deben estar conectados a la red corporativa o a Internet cuando y en la medida que sea necesario y siempre que se hayan tomado las medidas de protección adecuadas (p. ej. cortafuegos y segmentación de la red).

Para obtener información adicional sobre las medidas de seguridad industrial que podrían ser implementadas, por favor visite <https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Los productos y las soluciones de Siemens están sometidos a un desarrollo constante con el fin de hacerlos más seguros. Siemens recomienda expresamente realizar actualizaciones en cuanto estén disponibles y utilizar únicamente las últimas versiones de los productos. El uso de versiones de los productos anteriores o que ya no sean soportadas y la falta de aplicación de las nuevas actualizaciones, puede aumentar el riesgo de amenazas cibernéticas.

Para mantenerse informado de las actualizaciones de productos, recomendamos que se suscriba al Siemens Industrial Security RSS Feed en <https://www.siemens.com/cert>.

Encontrará más información en Internet:

Manual de configuración de Industrial Security (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/view/108862708/en>)



ADVERTENCIA

Estados operativos no seguros debidos a una manipulación del software

Las manipulaciones del software (p. ej. mediante virus, troyanos o gusanos) pueden provocar estados operativos inseguros en la instalación, con consecuencias mortales, lesiones graves o daños materiales.

- Mantenga actualizado el software.
- Integre los componentes de automatización y accionamiento en un sistema global de seguridad industrial de la instalación o máquina conforme a las últimas tecnologías.
- En su sistema global de seguridad industrial, tenga en cuenta todos los productos utilizados.
- Proteja los archivos almacenados en dispositivos de almacenamiento extraíbles contra software malicioso tomando las correspondientes medidas de protección, p. ej. programas antivirus.
- Al finalizar la puesta en marcha, compruebe todos los ajustes relevantes para la seguridad.

Modelado geométrico de máquina

3.1 Descripción del funcionamiento

3.1.1 Características

El siguiente capítulo describe cómo se representa la geometría de los elementos de una máquina para funciones CN como, p. ej., "Prevención de colisiones", a través de zonas protegidas y cómo se parametriza en el control mediante variables de sistema.

Las variables de sistema se guardan en el CN de forma remanente y pueden archivarse o leerse como "Datos de CN" con un archivo de puesta en marcha mediante SINUMERIK Operate.

Al asignar una zona protegida a un elemento de la cadena cinemática descrita en el capítulo anterior, se describen la posición y el movimiento de un elemento de la máquina de forma unívoca dentro del área de la máquina.

Nota

Editor gráfico

Alternativamente a la escritura de las variables de sistema, el modelado de la máquina puede realizarse en un programa de pieza con la interfaz de usuario SINUMERIK Operate:

Campo de manejo: "Puesta en marcha" > "CN" > "Modelo de máquina"

Cambios en el modelo de la máquina

Los cambios en el modelo de la máquina realizados directamente en las variables de sistema no son visibles en la interfaz de usuario hasta que se solicita explícitamente el recálculo del modelo llamando la función PROTA() (Página 92) o PROTS() (Página 93).

Los cambios realizados en el modelo de la máquina a través de la interfaz de usuario se aplican de inmediato en las variables de sistema del CN. Sin embargo, no se activan hasta que se solicita explícitamente el recálculo del modelo llamando la función PROTA() (Página 92) o PROTS() (Página 93).

Zona protegida

El elemento central del modelado geométrico de la máquina son las zonas protegidas. Una zona protegida describe las dimensiones geométricas de un elemento de la máquina y su relación con la cadena cinemática, además de otras propiedades generales.

Una zona protegida tiene los siguientes parámetros:

- Nombre de la zona protegida
- Nombre del elemento cinemático al que está asignada la zona protegida
- Tipo de zona protegida

3.1 Descripción del funcionamiento

- Nombre del primer elemento de la zona protegida
- Color y transparencia de la zona protegida
- Nivel de detalle de la zona protegida
- Número del bit de interfaz CN/PLC de la zona protegida
- Estado de inicialización de la zona protegida
- Dirección de los datos de geometría del elemento de la máquina protegido (solo relevante para zonas protegidas automáticas)

Cada parámetro se representa mediante una variable de sistema. Los diferentes parámetros o variables de sistema están descritos detalladamente en el capítulo "Variables de sistema: Zonas protegidas (Página 30)".

Cadena cinemática

Para representar la posición y el movimiento de un elemento de la máquina se asigna la zona protegida en cuestión a un elemento de la cadena cinemática. Los datos de geometría de la zona protegida se refieren entonces al sistema de coordenadas local de ese elemento cinemático.

Tipo de zona protegida

Existen los siguientes tipos de zonas protegidas:

- Zonas protegidas de máquina (tipo: "MACHINE")
Las zonas protegidas de máquina están destinadas al modelado general de la máquina. A través de ellas se representan los elementos de máquina móviles y fijos y su geometría una única vez durante la puesta en marcha, y ya no se modifican durante el funcionamiento de la máquina.
- Zonas protegidas de herramienta automáticas (tipo: "TOOL")
Las zonas protegidas de herramienta automáticas representan herramientas. La geometría de la herramienta no se indica directamente, sino que el control la genera automáticamente al activar la herramienta.
Ver capítulo "Zonas protegidas de herramienta automáticas (Página 22)".

Elemento de zona protegida

Con un elemento de zona protegida se describen las propiedades geométricas y generales del elemento geométrico utilizado.

Un elemento de zona protegida tiene los siguientes parámetros:

- Nombre del elemento de zona protegida
- Nombre del elemento de zona protegida siguiente
- Nombre del elemento de zona protegida siguiente paralelo a \$NP_NEXT
- Color y transparencia del elemento de zona protegida
- Grado de detalle del elemento de zona protegida
- Tipo de aplicación del elemento de zona protegida
- Tipo del elemento de zona protegida

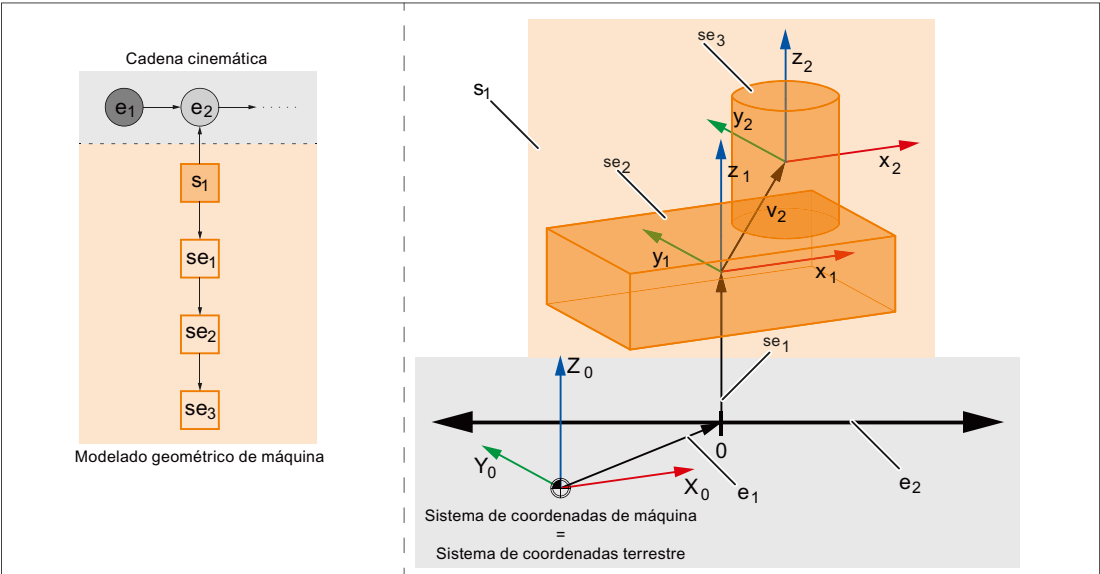
- Nombre del fichero STL/NPP que contiene los datos de geometría del elemento de zona protegida (solo relevante para el tipo "FILE")
- Parámetros geométricos del cuerpo de zona protegida (solo relevante para el tipo "BOX", "SPHERE", "CYLINDER", "CONE" o "TORUS")
- Vector de decalaje del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida
- Vector de dirección para la rotación del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida
- Ángulo para la rotación del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida

Cada parámetro se representa mediante una variable de sistema. Los diferentes parámetros o variables de sistema están descritos detalladamente en:

- Capítulo "Variables de sistema: Elementos de zona protegida para zonas protegidas de máquina (Página 42)"
- Capítulo "Variables de sistema: Elementos de zona protegida para zonas protegidas de herramienta automática (Página 66)"

Zona protegida, elementos de zona protegida y cadena cinemática

La siguiente figura muestra la relación entre una zona protegida, sus elementos y la asignación a un elemento de la cadena cinemática a partir del ejemplo de una zona protegida de dos elementos.



- e_1 Elemento cinemático 1, tipo "OFFSET", decalaje constante
- e_2 Elemento cinemático 2, tipo "AXIS_LIN", eje de máquina AX1
- s_1 Zona protegida
- se_1 Elemento de zona protegida 1, tipo "FRAME", decalaje
- se_2 Elemento de zona protegida 2, tipo "BOX"
- se_3 Elemento de zona protegida 3, tipo "CYLINDER"

Figura 3-1 Zona protegida, elementos de zona protegida y cadena cinemática

3.1.2 Zonas protegidas de herramienta automática

Al contrario que las zonas protegidas de máquina, cuya geometría se define una única vez durante el modelado de la máquina y ya no cambian, la geometría de una zona protegida de herramienta puede cambiar con cada cambio de herramienta. Por esta razón, al crear el modelo de la máquina no se describe directamente la geometría de una zona protegida de herramienta automática, sino que se indica la dirección (número de almacén, puesto de almacén, etc.) en la que están depositados los datos de herramienta. Entonces el control ejecuta automáticamente las siguientes acciones:

1. El modelado de herramienta (ver el apartado "Modelado de herramienta" más adelante) genera un fichero STL y un fichero NPP.
2. Si la herramienta puede modelarse con primitivas geométricas, se generan uno o varios elementos de zona protegida del tipo relevante ("BOX", "SPHERE", "CYLINDER", "CONE" o "TORUS") y se guardan en el fichero NPP. En caso contrario, la herramienta se modela a partir de triángulos y los datos se guardan en el fichero STL.
Dependiendo de la forma de la herramienta, también es posible que se utilicen ambas variantes de modelado. En tales casos, una parte del modelado se guarda en el fichero NPP, y la otra parte en el fichero STL.
3. El elemento de zona protegida se asigna a la zona protegida de tipo "TOOL".

Definición de herramienta independientemente del lugar de montaje de la herramienta:

Por norma general, en la definición de una zona protegida de herramienta el parámetro "\$NP_1ST_PROT (Página 33)" permanece vacío. El nombre del elemento de zona protegida no se registra hasta que se activa la herramienta desde el control (ver más arriba).

Para que una definición de herramienta pueda llevarse a cabo independientemente del lugar de montaje de la herramienta, se puede asignar un elemento de zona protegida del tipo "FRAME (Página 50)" (elemento de transformada) a través del parámetro "\$NP_1ST_PROT". Este elemento adicional permite realizar las transformadas para el posicionamiento de la herramienta. Al activar una herramienta el control registra el nombre del elemento de zona protegida interno en el parámetro "\$NP_NEXT (Página 44)" del elemento de transformada.

Deben cumplirse las siguientes reglas:

- El elemento de transformada solo puede ser del tipo "FRAME".
- Por cada zona protegida de herramienta solo puede utilizarse un elemento de transformada.
- El parámetro "\$NP_NEXTP" del elemento de transformada no se evalúa.

Punto de referencia de la herramienta

La posición del punto de referencia de la herramienta dentro del modelo de la máquina está definida por el elemento cinemático al que está asignada la zona protegida de herramienta. También es posible desplazar el punto de referencia de la herramienta dentro de la zona protegida de herramienta mediante un elemento de transformada opcional.

Transformadas cinemáticas

Al definir una transformada cinemática, el punto de referencia de herramienta solo puede definirse a través de la cadena cinemática. Los decalajes a través del elemento de transformadas de la zona protegida de herramienta no se tienen en cuenta.

ATENCIÓN
Definición del punto de referencia de herramienta en transformadas cinemáticas
Las transformadas no tienen en cuenta los decalajes del punto de referencia de herramienta a través del elemento de transformada de la zona protegida de herramienta.

Modelado de herramienta

El control crea un modelado de herramienta de forma heurística a partir de los datos de herramienta. Los datos de herramienta utilizados para ello (L1, L2, L3, R) son siempre las medidas totales resultantes de las diferentes componentes, p. ej., longitud más desgaste, de la misma forma que se utilizan en la ejecución del programa para la corrección de herramientas.

Correcciones de herramienta programables

Las correcciones de herramienta programables como, p. ej., OFFN (demasiá de medida para el contorno programado) no se tienen en cuenta, ya que pueden cambiar en cada secuencia, incluso sin cambio de herramienta.

Formación de modelos en función del tipo de herramienta

Para la formación de modelos se distingue entre los siguientes tipos de herramienta:

- Herramientas de fresado y todas las herramientas restantes que no son muelas rotativas ni rectificadoras
 - Modelado
La herramienta se modela con un cilindro de altura L1 y radio R. Con una longitud L1 negativa, para la altura del cilindro se utiliza el valor de L1. El signo de L1 se tiene en cuenta a la hora de posicionar el cilindro dentro del modelo de la máquina. El eje del cilindro es paralelo a L1.
Los tipos de herramienta 110 (fresa esférica) y 111 (fresa frontal) se modelan mediante semicírculos o segmentos circulares.
Si el radio es negativo, se utiliza el valor del radio. Con un radio inferior a 1/3 mm, se utiliza un radio de 1/3 mm.
 - Posicionamiento
El posicionamiento del cilindro dentro del modelo de máquina se realiza a partir de los componentes de longitud de herramienta L2 y L3.
Con herramientas de fresado (tipo de herramienta 100 ... 199) y herramienta de taladrado (tipo de herramienta 200 ... 299) en tornos el cilindro se posiciona en función de la posición del filo.
Requisitos: Posición del filo == 5 ... 8
- Muelas rectificadoras
 - Modelado
Las muelas rectificadoras (muela, tipo de herramienta 400 ... 499) se modelan mediante un cilindro con la longitud de herramienta como radio y el doble del radio de herramienta como altura.
 - Posicionamiento
El posicionamiento del cilindro dentro del modelo de máquina se realiza a partir de las longitudes de herramienta L1, L2 y L3.
- Herramientas de torneado
En el caso de las herramientas de torneado, en el modelo de máquina solo se tienen en cuenta las placas de corte, pero no su conexión con el punto de referencia de herramienta. En el modelado de una placa de corte se incluyen los siguientes datos:
 - Tipo de herramienta
 - Posición de filo
 - Radio del filo
 - Ángulo de despulla
 - Ángulo de soporte
 - Longitud de placa
 - Anchura de placa
 - Grosor de placa (hipótesis: grosor de placa = 10 % de longitud de placa)

Modelo de herramienta

Por defecto, una herramienta se modela con una precisión de un tercio de la tolerancia de colisión (Página 83). Los datos de geometría de la herramienta modelada se depositan en un fichero interno en formato STL y/o NPP:

- Directorio: `_N_PROT3D_DIR/_N_TOOL_DIR`
- Denominación: Nombre de la zona protegida correspondiente con prefijo "`_N_`" y extensión "`_STL`" o "`_NPP`"

El sistema de coordenadas de los datos de geometría siempre tiene su origen en el punto desde el que las correcciones de la longitud de herramienta se orientan hacia la punta de la herramienta.

Variable de sistema

Todos los parámetros de una zona protegida de herramienta automática pueden leerse por variable de sistema (Página 42).

3.2 Puesta en marcha

3.2.1 Información general

3.2.1.1 Sinopsis

La puesta en marcha de una función CN como, p. ej., "Prevención de colisiones" se realiza mediante:

- Datos de máquina
 - Especificaciones relativas al alcance de las zonas protegidas, de sus elementos, señales de interfaz CN/PLC, triángulos para el modelado de geometría
 - Modo de generación del modelo de máquina
 - Modo de generación de zonas protegidas de herramienta automáticas
- Variables de sistema
 - Parametrización de las zonas protegidas
 - Parametrización de los elementos de una zona protegida

3.2.1.2 Estructura de las variables de sistema

Las variables de sistema están estructuradas según el siguiente esquema:

- `$NP_<Nombre>[<Índice_1>]`
- `$NP_<Nombre>[<Índice_1>, <Índice_2>]`

Información general

Las variables de sistema para la descripción de zonas protegidas o sus elementos tienen las siguientes propiedades:

- Prefijo: **\$NP_**, (N para "NC", P para "Protection").
- Pueden leerse y escribirse mediante programas de CN.
- Pueden guardarse en archivos y volver a cargarse en el CN.

Tipo de datos

STRING

Todas las variables de sistema del tipo de datos STRING tienen las siguientes propiedades:

- Longitud máxima de string: 31 caracteres
- No se distingue entre mayúsculas y minúsculas
Ejemplo: "Eje1" es idéntico a "EJE1"
- Están permitidos los espacios vacíos y los caracteres especiales
Ejemplo: "Eje1" no es idéntico a " Eje 1"
- Los nombres que empiezan con **dos** guiones bajos "__" están reservados para fines del sistema y **no** pueden utilizarse para nombres definidos por el usuario.

Nota

Espacio inicial

Dado que los espacios son caracteres válidos y diferenciadores, los nombres que comienzan por un **espacio** seguidos de **dos** guiones bajos "__" pueden utilizarse, en principio, para nombres definidos por usuario. Debido al peligro de confusión con nombres de sistema, **no** recomendamos este procedimiento.

Índice_1

Variables de sistema para zonas protegidas

A través de Índice_1 se direccionan las diferentes zonas protegidas. Índice 0 → 1.^a zona protegida, índice 1 → 2.^a zona protegida, ... m → (m+1) zona protegida, con m = (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS - 1)

Todas las variables de sistema de una zona protegida tienen el mismo índice.

Variables de sistema para elementos de zona protegida

A través de Índice_1 se direccionan los diferentes elementos de zona protegida. Índice 0 → 1.er elemento de zona protegida, índice 1 → 2.º elemento de zona protegida, ... n → (n+1).º elemento de zona protegida, con n = (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)

Todas las variables de sistema de un elemento de zona protegida tienen el mismo índice.

Índice_2

Índice_2 tiene diferentes significados en función de la variable de sistema correspondiente.

3.2.1.3 Tabla de colores

La tabla de colores siguiente proporciona una vista general de los valores de colores RGB y el color correspondiente. Un valor de color RGB se compone de 3 bytes. Un byte por color:

3.er byte	2.º byte	1.er byte
Valor de color para rojo	Valor de color para verde	Valor de color para azul
0 - 255 _D o bien 0 - FF _H	0 - 255 _D o bien 0 - FF _H	0 - 255 _D o bien 0 - FF _H



3.2.2 Datos de máquina

3.2.2.1 Número máximo de zonas protegidas

Con este dato de máquina se determina el número máximo de todos los tipos de zonas protegidas parametrizables (Página 32).

MD18890 \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS = <Número>

3.2.2.2 Número máximo de elementos de zona protegida para zonas protegidas de máquina

Entre los elementos de zona protegida parametrizables para zonas protegidas de máquina (\$NP_PROT_TYPE == "MACHINE" (Página 32)) se cuentan tanto primitivas geométricas como frames dentro de una zona protegida. Su número máximo se define con el dato de máquina:

MD18892 \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM = <Número de primitivas geométricas> + <Número de frames>

3.2.2.3 Número máximo de elementos de zona protegida para zonas protegidas de herramienta automáticas

Con el dato de máquina siguiente se define el número máximo de elementos de zona protegida para zonas protegidas de herramienta automáticas. Dado que por cada zona protegida de herramienta automática el control siempre genera exactamente un elemento de zona protegida, a través del valor parametrizado aquí también se define el número máximo posible de zonas protegidas de herramienta automáticas (\$NP_PROT_TYPE == "TOOL" (Página 32)).

MD18893 \$MN_MM_MAXNUM_3D_T_PROT_ELEM = <Número>

3.2.2.4 Número máximo de señales de interfaz CN/PLC para preactivar zonas protegidas

Con este dato de máquina se notifica al control el número de señales de interfaz CN/PLC utilizadas realmente de la interfaz <Nc>.collisionProtAreas (señales para zonas protegidas).

El número de señales de interfaz utilizadas aumenta el espacio requerido en memoria para cada secuencia de un programa de pieza. El contaje del número de señales de interfaz CN/PLC utilizadas comienza en la señal que tiene la dirección más baja.

MD18897 \$MN_MM_MAXNUM_3D_INTERFACE_IN = <Número>

Información adicional

Encontrará una descripción detallada de las señales de interfaz en el Manual de funciones PLC.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Nc>.collisionProtAreas.out.activate	LBP_NC.A_CollCheck	DB10.DBX234.0..241.7

3.2.2.5 Número máximo de triángulos para zonas protegidas de máquina

Con este dato de máquina se define el número máximo de triángulos para cuerpos de zona protegida (\$NP_TYPE == "FILE" (Página 50)) de zonas protegidas de máquina (\$NP_PROT_TYPE == "MACHINE" (Página 32)) proporcionados por el control.

MD18895 \$MN_MM_MAXNUM_3D_FACETS = <Número>

3.2.2.6 Número máximo de triángulos para zonas protegidas de herramienta automática

Con este dato de máquina se define el número máximo de triángulos para cuerpos de zona protegida de zonas protegidas de herramienta automática proporcionados por el control.

MD18894 \$MN_MM_MAXNUM_3D_FACETS_INTERN = <Número>

El control modela los cuerpos de zona protegida automáticamente a partir de los datos de geometría de la herramienta activa en el momento del evento. La demanda de triángulos será mayor:

- cuanto mayor sea la complejidad geométrica de la herramienta,
- cuanto menor sea la tolerancia de colisión parametrizada.

Nota

Cuerpos de zona protegida y tolerancia de colisión

El control genera los cuerpos de zonas protegidas de herramienta automática por defecto con una precisión de 1/3 de la tolerancia de colisión (Página 83).

3.2.2.7 Modo de generación de zonas protegidas de herramienta automática

Con este dato de máquina se especifica el modo en que el control genera los cuerpos de zonas protegidas de herramienta automática.

MD18899 \$MN_PROT_AREA_TOOL_MASK = <Mode>

<Mode>		
Bit	Valor	Significado
0	0	No aplicar la formación de modelado heurística
	1	Formación de modelo heurística con datos de herramienta

3.2.3 Variables de sistema: Zonas protegidas

3.2.3.1 Sinopsis

Con las siguientes variables se parametriza una zona protegida:

Nombre	Significado
\$NP_PROT_NAME	Nombre de la zona protegida
\$NP_CHAIN_ELEM	Nombre del elemento cinemático al que está asignada la zona protegida
\$NP_PROT_TYPE	Tipo de zona protegida
\$NP_1ST_PROT	Nombre del primer elemento de la zona protegida
\$NP_PROT_COLOR	Color y transparencia de la zona protegida.
\$NP_PROT_D_LEVEL	Nivel de detalle de la zona protegida
\$NP_BIT_NO	Número del bit de interfaz CN/PLC de la zona protegida
\$NP_INIT_STAT	Estado de inicialización de la zona protegida
\$NP_INDEX	Dirección de los datos de geometría del elemento de máquina protegido (Solo es relevante para zonas protegidas automáticas)

En los siguientes capítulos se describen detalladamente las variables de sistema.

Nota

Establecer un estado de salida definido

Se recomienda generar un estado de salida definido antes de parametrizar las zonas protegidas. Para ello hay que poner las variables de sistema de las zonas protegidas a su valor predeterminado con la función DELOBJ().

Modificar valores de las variables de sistema

Si se modifica el valor de una de las variables de sistema arriba indicadas, el cambio será visible de inmediato en la interfaz de usuario (p. ej., SINUMERIK Operate). Sin embargo, el modelo de máquina del CN no se actualiza hasta que se solicita explícitamente el recálculo llamando la función PROTA() (Página 92) o PROTS() (Página 93).

3.2.3.2 \$NP_PROT_NAME

Función

En la variable de sistema debe especificarse el nombre unívoco y común para todo el CN de la zona protegida. Con ese nombre se referenciará la zona protegida, p. ej., desde un elemento de zona protegida. El nombre también se muestra en el editor gráfico de SINUMERIK Operate.

Sintaxis

```
$NP_PROT_NAME [<m>] = "<Nombre>"
```

Significado

\$NP_PROT_NAME:	Nombre de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)
<Name>:	Nombre de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING

Ejemplo

A la 6.^a zona protegida se le asigna el nombre "Cabezal":

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_PROT_NAME[5] = "Cabezal"	; 6. ^a zona protegida, ; nombre = "Cabezal"

3.2.3.3 \$NP_CHAIN_ELEM

Función

En esta variable de sistema debe especificarse el nombre del elemento cinemático al que está vinculada la zona protegida.

Nota

Sistema de coordenadas de referencia

Los datos de geometría de la zona protegida, partiendo desde el primer elemento de zona protegida (\$NP_1ST_PROT (Página 33)), se refieren al sistema de coordenadas local del elemento cinemático al que está vinculada la zona protegida.

Sintaxis

```
$NP_CHAIN_ELEM[<m>] = "<Nombre>"
```

Descripción

\$NP_CHAIN_ELEM:	Nombre del elemento cinemático al que está vinculada la zona protegida.	
	Tipo de datos:	STRING
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)

<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)
<Name>:	Nombre del elemento cinemático	
	Tipo de datos:	STRING
	Rango de valores:	Nombres parametrizados en \$NK_NAME, ver el Manual de funciones Funciones básicas, capítulo "Cadena cinemática".

Ejemplo

La 6.ª zona protegida se vincula al elemento cinemático con el nombre "Eje Z":

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_CHAIN_ELEM[5] = "Eje Z"	; 6.ª zona protegida, = Nombre del elemento cinem.: "Eje Z"

3.2.3.4 \$NP_PROT_TYPE

Función

En esta variable de sistema debe especificarse el tipo de zona protegida:

- Zona protegida de máquina: "MACHINE"
El cuerpo de zona protegida está definido por uno o varios elementos de zona protegida. \$NP_1ST_PROT (Página 33) remite al primer elemento de zona protegida.
- Zona protegida de herramienta automática: "TOOL"
El control calcula las dimensiones del cuerpo de la zona protegida a partir de los datos de herramienta. \$NP_INDEX (Página 40) remite a la herramienta.
- Zona protegida de medio de sujeción: "FIXTURE"
- Zona protegida de pieza: "WORKPIECE"

Sintaxis

\$NP_PROT_TYPE [<m>] = "<Type>"

Significado

\$NP_PROT_TYPE:	Tipo de zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING
	Rango de valores:	"MACHINE", "TOOL", "FIXTURE", "WORKPIECE"
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)

<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)
<Type>:	Tipo	
	Tipo de dato:	STRING

Ejemplo

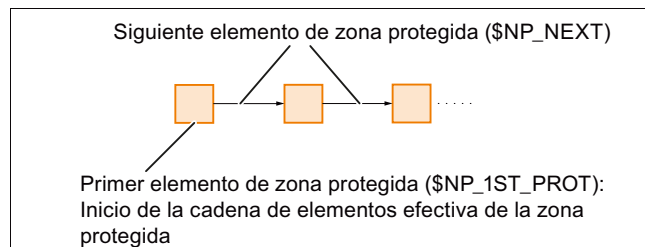
La 6.^a zona protegida es una zona protegida de máquina:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_PROT_TYPE[5] = "MACHINE"	; 6. ^a zona protegida, ; tipo = "MACHINE"

3.2.3.5 \$NP_1ST_PROT

Función

En la variable de sistema debe especificarse el nombre del primer elemento (Página 43) de la zona protegida.



Sintaxis

\$NP_1ST_PROT[<m>] = "<Name>"

Significado

\$NP_1ST_PROT:	Nombre del primer elemento de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING
	Rango de valores:	Nombre parametrizado en \$NP_NAME (Página 43)
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)

<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)
<Name>:	Nombre de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING

Zonas protegidas de herramienta automática, \$NP_PROT_TYPE == "TOOL"

En zonas protegidas de herramienta automática solo se permiten los siguientes valores para \$NP_1ST_PROT:

- "" (cadena vacía)
- Nombre de un elemento de zona protegida del tipo "FRAME"

Comportamiento con valor == "" (cadena vacía)

Al activar la herramienta correspondiente el control crea para la herramienta un elemento de zona protegida con un nombre interno unívoco y un cuerpo de zona protegida generado a partir de los datos de geometría de la herramienta. El nombre se asigna a la variable de sistema \$NP_1ST_PROT.

- Zona protegida "TOOL" : \$NP_1ST_PROT = "<nombre interno>"

Las coordenadas de la zona protegida se refieren al sistema de coordenadas local del elemento cinemático al que está asignado.

Comportamiento con valor == nombre de un elemento de zona protegida del tipo "FRAME"

Al activar la herramienta correspondiente el control crea para la herramienta un elemento de zona protegida con un nombre interno unívoco y un cuerpo de zona protegida generado a partir de los datos de geometría de la herramienta. El nombre se asigna a la variable de sistema \$NP_NEXT del elemento de zona protegida de tipo "FRAME" al que remite \$NP_1ST_PROT.

- Zona protegida "TOOL" : \$NP_1ST_PROT = "Frame_herramienta" →
 - elemento de zona protegida "Frame_Herramienta" : \$NP_NEXT = "<Nombre interno>"

Las coordenadas de la zona protegida se refieren al sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida de tipo "FRAME".

Aplicación posible: definición de herramienta independientemente del lugar de montaje de la máquina.

Ejemplo

El 1.er elemento de zona protegida del que se compone la 6.ª zona protegida tiene el nombre "Carcasa del cabezal":

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_1ST_PROT[5] = "carcasa del cabezal"	; 6.ª zona protegida, ; 1.er elemento de zona protegida = "carcasa de cabezal"

3.2.3.6 \$NP_PROT_COLOR

Función

En la variable de sistema debe especificarse el valor específico de la zona protegida para alfa/transparencia y color (ARGB). Este valor se utiliza para la representación de la zona protegida o de los elementos de zona protegida en la interfaz de usuario. Si para un elemento de zona protegida en \$NP_COLOR (Página 46) se ha registrado un valor propio, este se utilizará para la representación del elemento de zona protegida.

Estructura

Alfa, transparencia y valor de color se indican en formato hexadecimal como palabra doble:

AARRGGBB_H

- 1.er - 3.er byte: valor de color RGB. Ver el capítulo "Tabla de colores (Página 27)".
- 4.º byte: valor de canal alfa o de transparencia

	Byte	Significado	Rango de valores
BB	1	Azul	0 - 255 _D o bien 0 - FF _H
GG	2	Verde	
RR	3	Rojo	
AA	4	Canal alfa o transparencia ¹⁾	
1) 0 = transparente o no visible, 255 _D = FF _H = no transparente o macizo			

Sintaxis

\$NP_PROT_COLOR[<m>] = <Valor>

Significado

\$NP_PROT_COLOR:	Valor alfa/transparencia y de color de la zona protegida	
	Tipo de dato:	DWORD
	Rango de valores:	00000000 _H - FFFFFFFF _H
	Valor predeterminado:	00000000 _H (negro, no visible)
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)
<Valor>:	Valor de transparencia y de color	
	Tipo de dato:	DWORD

Ejemplo

La 6.ª zona protegida debe representarse en la interfaz de usuario y en un color verde azulado:

- AA = 7F_H = 127_D ≙ 50 % transparente
- RR (rojo) = 00 ≙ ningún porcentaje de color
- GG (verde) = FF_H = 255_D ≙ 100 % porcentaje color verde
- BB (azul) = 33_H = 51_D ≙ 20 % porcentaje color azul

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_PROT_COLOR[5] = 'H7F00FF33'	; 6.ª zona protegida, ; valor de alfa/transparencia y de color = H7F00FF33

3.2.3.7 \$NP_PROT_D_LEVEL

Función

Con esta variable de sistema se define a partir de qué nivel de detalle se muestran la zona protegida o los elementos de zona protegida en la interfaz de usuario. Si para un elemento de zona protegida en \$NP_D_LEVEL (Página 48) se ha registrado un valor propio, este se utilizará para la representación del elemento de zona protegida.

Nivel de detalle

- Nivel de detalle inferior: 0
- Nivel de detalle superior: 3

Si en la HMI se ha seleccionado el grado de detalle x para la visualización, se mostrarán todas las zonas protegidas y los elementos que tengan asignado el grado de detalle D: D ≤ x

Sintaxis

\$NP_PROT_D_LEVEL[<m>] = <Valor>

Significado

\$NP_PROT_D_LEVEL:	Nivel de detalle de la zona protegida	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0 ≤ D ≤ 3
	Valor predeterminado:	0
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)

<Valor>:	Nivel de detalle	
	Tipo de dato:	INT

Ejemplo

La 6.^a zona protegida debe representarse a partir del nivel de detalle 3:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_PROT_D_LEVEL[5] = 3	; 6. ^a zona protegida, ; nivel de detalle = 3

3.2.3.8 \$NP_BIT_NO

Función

En la variable de sistema \$NP_BIT_NO debe registrarse el número de bit (0, 1, 2, ... 63) de la señal de interfaz CN/PLC a la que está vinculada la zona protegida. Si la zona protegida no debe vincularse a ninguna señal de interfaz CN/PLC, debe especificarse el valor -1.

Interfaz CN/PLC

A través de las señales de interfaz CN/PLC se solicita la activación/desactivación de la zona protegida desde el programa de usuario del PLC y se transmite el estado actual (respuesta) al programa de usuario del PLC:

- Interfaz de solicitud: <Nc>.collisionProtAreas.out
- Interfaz de respuesta: <Nc>.collisionProtAreas.in

Requisitos

Para que se tenga en cuenta la señal de interfaz CN/PLC asignada de la zona protegida, el estado de la zona protegida debe ser "preactivado" o "controlado por PLC":

\$NP_INIT_STAT (Página 38) == "P" (preactivado o controlado por PLC)

Sintaxis

\$NP_BIT_NO[<m>] = <Número de bit>

Descripción

\$NP_BIT_NO:	Número de bit de la señal de interfaz para activar y desactivar la zona protegida	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	-1, 0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_INTERFACE_IN - 1)
	Valor predeterminado:	-1 (ninguna señal de interfaz seleccionada)

<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_3D_MAXNUM_PROT_AREAS - 1)
<Número de bit>:	Número de bit (0, 1, 2, ... 63) de la interfaz de 64 bits	
	Tipo de datos:	INT

Ejemplo

A la 6.ª zona protegida se le asigna el 18.º bit de la interfaz de solicitud y respuesta:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_BIT_NO[5] = 17	; 6.ª zona protegida, ; IN: <Nc>.collisionProtAreas.in, BIT17 ; OUT: <Nc>.collisionProtAreas.out, BIT17

Información adicional

Encontrará una descripción detallada de las señales de interfaz en el Manual de funciones PLC.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Nc>.collisionProtAreas.in	---	DB10.DBX226.0..233.7
<Nc>.collisionProtAreas.out	---	DB10.DBX234.0..241.7
<Nc>.collisionProtAreas.in.active	LBP_NC.E_CollCheck	DB10.DBX226.0..233.7
<Nc>.collisionProtAreas.out.activate	LBP_NC.A_CollCheck	DB10.DBX234.0..241.7

3.2.3.9 \$NP_INIT_STAT

Función

En esta variable de sistema debe especificarse el estado de inicialización de la zona protegida:

En las siguientes situaciones se ajusta el estado de inicialización parametrizado para un zona protegida :

- Durante el arranque del control
- Al llamar la función PROTA (Página 92) después de crear la zona protegida nueva durante el funcionamiento escribiendo las variables de sistema específicas de la zona
- Al llamar la función PROTA (Página 92) con el parámetro "R"
- Al llamar la función PROTS (Página 93) con el parámetro "R"

Sintaxis

```
$NP_INIT_STAT[<m>] = "<Estado>"
```

Descripción

\$NP_INIT_STAT:	Estado de inicialización de la zona protegida	
	Tipo de datos:	STRING
	Rango de valores:	"A", "a", "I", "i", "P", "p"
	Valor	Estado de zona protegida
	"A" o "a"	Activado
	"I" o "i"	Inactivo
	"P" o "p"	Preactivado o controlado por PLC ¹⁾
Valor predeterminado:	"I" (inactivo)	
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS - 1)
<Status>:	Estado de inicialización	
	Tipo de datos:	STRING
1) La activación / desactivación se realiza a través de: <Nc>.collisionProtAreas.out.activate		

Ejemplo

El estado de inicialización de la 6.ª zona protegida se pone a "P" (preactivado o controlado por PLC):

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_INIT_STAT[5] = "P"	; 6.ª zona protegida, ; estado de inicialización = "P"

El estado actual depende del estado de la señal de interfaz parametrizada en \$NP_BIT_NO (Página 37).

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Nc>.collisionProtAreas.in	---	DB10, DBX226.0..233.7
<Nc>.collisionProtAreas.out	---	DB10, DBX234.0..241.7
<Nc>.collisionProtAreas.in.active	LBP_NC.E_CollCheck	DB10, DBX226.0..233.7
<Nc>.collisionProtAreas.out.activate	LBP_NC.A_CollCheck	DB10, DBX234.0..241.7

3.2.3.10 \$NP_INDEX

Función

Para zonas protegidas automáticas (\$NP_PROT_TYPE (Página 32)) hay que especificar en la variable de sistema la dirección en la que están depositados los datos de geometría del elemento de máquina, la herramienta, etc. A partir de los datos de geometría el control genera automáticamente las dimensiones geométricas de la zona protegida.

Ejemplo

En una zona protegida de herramienta automática (\$NP_PROT_TYPE == "TOOL") se generan las dimensiones geométricas de la zona protegida a partir de los datos de herramienta.

Sintaxis

\$NP_INDEX [<m>, <i>] = <Valor>

Descripción

\$NP_INDEX:	Dirección de los datos de geometría para la zona protegida automática	
	Tipo de datos:	INT[3]
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS - 1)
<i>:	Índice	
	El significado de las variables de sistema \$NP_INDEX [<m>, <i>], con i=0, 1, 2, ... depende del tipo (\$NP_PROT_TYPE) de la zona protegida automática. Consulte las tablas específicas de tipo.	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2
<Valor>:	Dirección	
	Tipo de datos:	INT

Tipo: Zona protegida de herramienta automática (\$NP_PROT_TYPE == "TOOL")

<i>	<Valor>	
	Gestión de herramientas activa	Gestión de herramientas no activa
0	Número de puesto de herramienta ¹⁾	Número de cabezal
1	Número de almacén ²⁾	---
2	Área TOA ³⁾	
^{1), 2)} Si la herramienta se encuentra en un puesto de un almacén de torreta revólver, aquí se indica el número del puesto de la herramienta en el almacén de torreta revólver y el número del almacén de torreta revólver. Para herramientas que se encuentran en el cabezal, aquí se indica para el cabezal portaherramientas el número del puesto de la herramienta y el número de puesto en el almacén. Ver ejemplos. ³⁾ El área TOA "1" puede direccionarse tanto con 0 como con 1.		

Nota

Si la gestión de herramientas está activa, el control también puede modelar automáticamente herramientas que se encuentran en los puestos de un almacén de torreta revólver y vigilar las colisiones.

En los almacenes de cadenas y de tambor no es posible un modelado de herramientas automático.

Ejemplos

Para los siguientes ejemplos se aplica:

- La zona protegida indicada es una zona protegida de herramienta automática (\$NP_PROT_TYPE == "TOOL")
Las dimensiones geométricas de la zona protegida deben generarse a partir de los datos de geometría de la herramienta.
- La gestión de herramientas está activa.

Ejemplo 1

La herramienta se encuentra en un puesto de un almacén de torreta revólver:

- Número de puesto de herramienta: 3
- Número de almacén: 1 (Almacén de torreta revólver)
- Área TOA: 1

Código de programa	Comentario
; Las dimensiones de la 5. ^a zona protegida se basan en los datos de herramienta	
; de la herramienta que se encuentra en el puesto siguiente:	
N100 \$NP_INDEX[4,0] = 3	; Número de puesto de herramienta = 3
N110 \$NP_INDEX[4,1] = 1	; Número de almacén = 1 (almacén de torreta revólver)
N120 \$NP_INDEX[4,2] = 1	; Área TOA = 1

Ejemplo 2

La herramienta se encuentra en el cabezal activo:

- Número de puesto de herramienta: 1
- Número de almacén: 9998 (cabezal 1)
- Área TOA: 1

Código de programa	Comentario
; Las dimensiones de la 6. ^a zona protegida se basan en los datos de herramienta	
; de la herramienta que se encuentra en el puesto siguiente:	
N100 \$NP_INDEX[5,0] = 1	; número de puesto de herramienta = 1

3.2 Puesta en marcha

Código de programa	Comentario
N110 \$NP_INDEX[5,1] = 9998	; número de almacén = 9998 (cabecal 1)
N120 \$NP_INDEX[5,2] = 1	; área TOA = 1

Consulte también

\$NP_PROT_TYPE (Página 32)

3.2.4 Variables de sistema: Elementos de zona protegida para zonas protegidas de máquina

3.2.4.1 Sinopsis

Con las siguientes variables de sistema se parametriza un elemento de zona protegida de una zona protegida de máquina:

Nombre	Descripción
\$NP_NAME	Nombre del elemento de zona protegida
\$NP_NEXT	Nombre del elemento de zona protegida siguiente
\$NP_NEXTP	Nombre del elemento de zona protegida siguiente paralelo a \$NP_NEXT
\$NP_COLOR	Color y transparencia del elemento de zona protegida.
\$NP_D_LEVEL	Grado de detalle del elemento de zona protegida
\$NP_USAGE	Tipo de aplicación del elemento de zona protegida
\$NP_TYPE	Tipo del elemento de zona protegida
\$NP_FILENAME	Nombre del fichero STL/NPP que contiene los datos de geometría del elemento de zona protegida (solo relevante para \$NP_TYPE == "FILE")
\$NP_PARA	Parámetros geométricos del cuerpo de zona protegida (solo relevante para \$NP_TYPE == "BOX", "SPHERE", "CYLINDER", "CONE" o "TORUS")
\$NP_OFF	Vector de decalaje del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida
\$NP_DIR	Vector de dirección para la rotación del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida
\$NP_ANG	Ángulo para la rotación del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida

En los siguientes capítulos se describen detalladamente las variables de sistema.

Nota

Establecer estado de salida definido

Se recomienda generar un estado de salida definido antes de parametrizar los elementos de zona protegida. Para ello hay que poner las variables de sistema de los elementos de zona protegida a su valor predeterminado con la función DELOBJ().

Modificar los valores de las variables de sistema

Si se modifica el valor de una de las variables de sistema arriba indicadas, el cambio será visible de inmediato en la interfaz de usuario (p. ej., SINUMERIK Operate). Sin embargo, el modelo de máquina del CN no se actualiza hasta que se solicita explícitamente el recálculo llamando la función PROTA() (Página 92) o PROTS() (Página 93).

3.2.4.2 \$NP_NAME

Función

En la variable de sistema debe especificarse el nombre unívoco y común para todo el CN del elemento de zona protegida. Con ese nombre se referenciará el elemento de zona protegida. El nombre también se muestra en el editor gráfico de SINUMERIK Operate.

Sintaxis

```
$NP_NAME [<n>] = "<Nombre>"
```

Significado

\$NP_NAME:	Nombre del elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Name>:	Nombre del elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING

Ejemplo

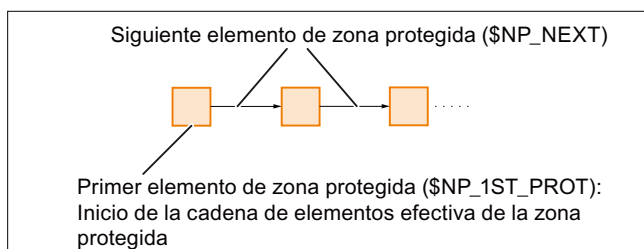
Al 19.º elemento de zona protegida se le asigna el nombre "Carcasa de cabezal":

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_NAME[18] = "Carcasa de cabezal"	; 19.º elemento de zona protegida, ; nombre = "Carcasa de cabezal"

3.2.4.3 \$NP_NEXT

Función

Si una zona protegida se compone de varios elementos de zona protegida, estos deben estar encadenados entre sí. Para ello hay que especificar en la variable de sistema \$NP_NEXT en cada elemento de zona protegida el nombre del siguiente elemento de zona protegida.



Si no hay ningún elemento de zona protegida siguiente, debe especificarse una cadena vacía "" como nombre.

Decalaje y rotación

Un decaje y/o rotación en el elemento de zona protegida actual (\$NP_OFF (Página 61), \$NP_DIR (Página 63) y \$NP_ANG (Página 65)) afecta al elemento de zona protegida siguiente indicado en \$NP_NEXT. Eso significa que la posición espacial y la orientación del elemento de zona protegida siguiente se definen en relación con el elemento de zona protegida actual.

Sintaxis

\$NP_NEXT [<n>] = "<Nombre>"

Significado

\$NP_NEXT:	Nombre del elemento de zona protegida siguiente	
	Tipo de dato:	STRING
	Rango de valores:	Todos los nombres contenidos en \$NP_NAME (Página 43)
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)

<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Name>:	Nombre de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING

Ejemplo

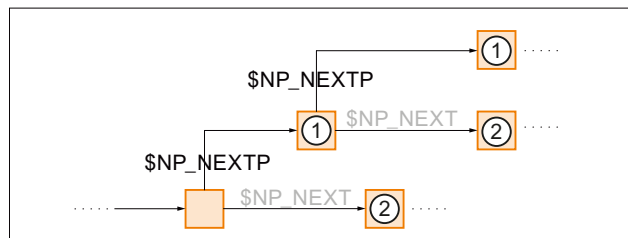
En el 19.º elemento de zona protegida se encuentra el siguiente elemento de zona protegida con el nombre "Boquilla de refrigerante 1":

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_NAME[18] = "Boquilla de refrigerante 1"	; 19.º elemento de zona protegida, ; nombre de sucesor: "Boquilla de refrigerante 1"

3.2.4.4 \$NP_NEXTP

Función

La cadena de elementos de zona protegida puede derivarse con la variable de sistema \$NP_NEXTP. Para ello deben indicarse los siguientes elementos de zona protegida en un elemento de zona protegida en las variables de sistema \$NP_NEXT y \$NP_NEXTP. Estos elementos de zona protegida estarán entonces paralelos entre sí en dos cadenas parciales independientes una de otra.



- ① Elemento de zona protegida paralelo siguiente
- ② Siguiete elemento de zona protegida de la misma cadena parcial

Figura 3-2 Elementos de zona protegida en cadenas parciales paralelas

Ejemplo de aplicación

Con cadenas parciales independientes se pueden modelar, por ejemplo, diferentes elementos de máquina de una zona protegida para la visualización o prevención de colisiones. Para ello, generalmente se indica "C" para el elemento de zona protegida al que se hace referencia con \$NP_NEXT como aplicación en \$NP_USAGE (Página 49) (Vigilancia de colisión), y para el elemento de zona protegida al que se hace referencia en \$NP_NEXTP se indica el valor "V" (Visualización) .

Decalaje y rotación

Un decaje y/o rotación en el elemento de zona protegida actual (\$NP_OFF (Página 61), \$NP_DIR (Página 63) y \$NP_ANG (Página 65)) afecta al elemento de zona protegida siguiente indicado en \$NP_NEXTP. Eso significa que la posición espacial y la orientación del elemento de zona protegida siguiente se definen en relación con el elemento de zona protegida actual.

Sintaxis

\$NP_NEXTP [<n>] = "<Nombre>"

Significado

\$NP_NEXTP:	Nombre del elemento de zona protegida derivante	
	Tipo de dato:	STRING
	Rango de valores:	Todos los nombres contenidos en \$NP_NAME (Página 43)
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Name>:	Nombre de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING

Ejemplo

En el 19.º elemento de zona protegida se encuentra el siguiente elemento de zona protegida paralelo con el nombre "Boquilla de refrigerante 2":

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_NEXTP[18] = "Boquilla de refrigerante 2"	; 19.º elemento de zona protegida, ; nombre del sucesor paralelo: "Boquilla de refrigerante 2"

3.2.4.5 \$NP_COLOR

Función

En la variable de sistema debe especificarse el valor específico de elemento de zona protegida para alfa/transparencia y color (ARGB). Este valor se utiliza para la representación del elemento de zona protegida en la interfaz de usuario. Si para un elemento de zona protegida no se parametriza ningún valor propio, se aplica el valor específico para la zona protegida parametrizado en \$NP_PROT_COLOR (Página 35).

Estructura

Alfa, transparencia y valor de color se indican en formato hexadecimal como palabra doble:

AARRGGBB_H

- 1.er - 3.er byte: valor de color RGB. Ver el capítulo "Tabla de colores (Página 27)".
- 4.º byte: valor de canal alfa o de transparencia

	Byte	Significado	Rango de valores
BB	1	Azul	0 - 255 _D o bien 0 - FF _H
GG	2	Verde	
RR	3	Rojo	
AA	4	Canal alfa o transparencia ¹⁾	
1) 0 = transparente o no visible, 255 _D = FF _H = no transparente o macizo			

Sintaxis

\$NP_COLOR[<n>] = <Valor>

Significado

\$NP_COLOR:	Valor alfa/transparencia y de color del elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	DWORD
	Rango de valores:	00000000 _H - FFFFFFFF _H
	Valor predeterminado:	00000000 _H (negro, no visible)
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Valor>:	Valor de transparencia y de color	
	Tipo de dato:	DWORD

Ejemplo

La 19.ª zona protegida debe representarse en la interfaz de usuario y en un color verde azulado:

- AA = 7F_H = 127_D ≅ 50 % transparente
- RR (rojo) = 00 ≅ ningún porcentaje de color
- GG (verde) = FF_H = 255_D ≅ 100 % porcentaje color verde
- BB (azul) = 33_H = 51_D ≅ 20 % porcentaje color azul

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_COLOR[18] = 'H7F00FF33'	; 19.ª zona protegida, ; valor de alfa/transparencia y ; valor de color = 'H7F00FF33'

3.2.4.6 \$NP_D_LEVEL

Función

Con esta variable de sistema se define a partir de qué nivel de detalle se muestra el elemento de zona protegida en la interfaz de usuario. Si para un elemento de zona protegida no se parametriza un valor diferente, se aplica el valor específico para la zona protegida parametrizado en \$NP_PROT_D_LEVEL (Página 36).

Nivel de detalle

- Nivel de detalle inferior: 0
- Nivel de detalle superior: 3

Si para el modelo de visualización o de máquina está activado el grado de detalle x , se mostrarán todas las zonas protegidas y los elementos de zona protegida que tengan asignado el grado de detalle D : $D \leq x$

Sintaxis

\$NP_D_LEVEL[<n>] = <Valor>

Significado

\$NP_PROT_D_LEVEL:	Grado de detalle del elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	$0 \leq D \leq 3$
	Valor predeterminado:	0
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Valor>:	Nivel de detalle	
	Tipo de dato:	INT

Ejemplo

La 19.^a zona protegida debe representarse siempre ⇒ nivel de detalle 0:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_PROT_D_LEVEL[18] = 0	; 19. ^a zona protegida, ; nivel de detalle = 0

3.2.4.7 \$NP_USAGE

Función

En esta variable de sistema debe especificarse el tipo de aplicación del elemento de la zona protegida: El tipo de aplicación define cómo debe considerar la prevención de colisiones el elemento de zona protegida:

- Solo visualización, sin cálculo de colisión
- Solo cálculo de colisión, sin visualización
- Visualización y cálculo de colisión

Tipo de aplicación	Significado
Visualización	El elemento de zona protegida se muestra dentro del modelo de máquina en la interfaz de usuario SINUMERIK Operate
Cálculo de colisión	El elemento de zona protegida se incluye en el cálculo de colisión

Sintaxis

\$NP_USAGE [<n>] = "<Valor>"

Significado

\$NP_USAGE:	Tipo de aplicación del elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	CHAR
	Rango de valores:	"V", "v", "C", "c", "A", "a"
	Valor	Significado
	"V" o "v"	Solo visualización, sin cálculo de colisión
	"C" o "c"	Solo cálculo de colisión, sin visualización
	"A" o "a"	Visualización y cálculo de colisión
	Valor predeterminado:	"A"
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)

<Valor>:	Tipo de aplicación	
	Tipo de dato:	CHAR

Ejemplo

La 19.^a zona protegida debe mostrarse en la interfaz de usuario e incluirse en el cálculo de colisión:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_USAGE[18] = "A"	; 19. ^a zona protegida, ; tipo de aplicación = "A"

3.2.4.8 \$NP_TYPE

Función

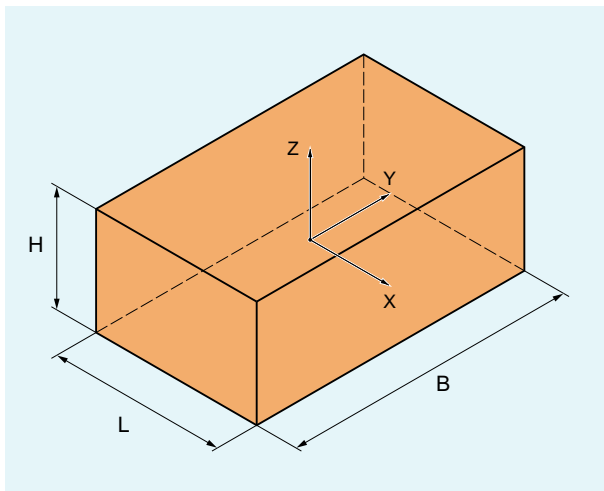
En esta variable de sistema debe especificarse el tipo de elemento de zona protegida.

Tipo: "FRAME"

Un elemento de zona protegida de tipo "FRAME" no contiene ningún cuerpo, sino que define una transformada de coordenadas del sistema de coordenadas local. La transformada de coordenadas se aplica a todos los elementos de zona protegida siguientes (\$NP_NEXT (Página 44)) y/o paralelos (\$NP_NEXTP (Página 45)). Los valores de la transformada de coordenadas se ajustan mediante:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

Para el tipo "FRAME" no hay que especificar ningún parámetro en \$NP_PARA (Página 60).

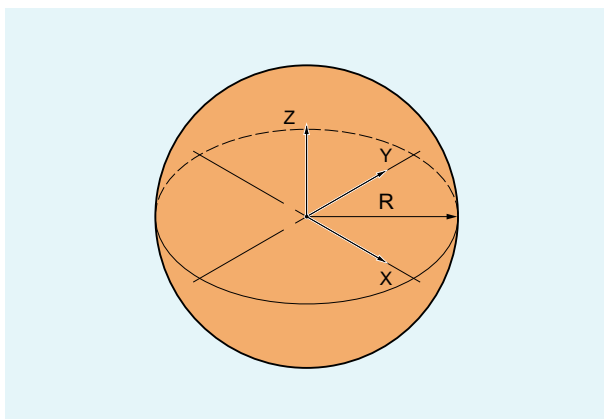
Tipo: "BOX"

- L Longitud en dirección X
- B Anchura en dirección Y
- H Altura en dirección Z

Un elemento de zona protegida del tipo "BOX" define un paralelepípedo en el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida. El centro del paralelepípedo se encuentra en el origen del sistema de coordenadas local. Simultáneamente a la definición del cuerpo, con las siguientes variables de sistema se puede transformar el sistema de coordenadas local:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

Los parámetros longitud, anchura y altura deben especificarse en \$NP_PARA (Página 60)

Tipo: "SPHERE"

- R Radio de la esfera

Un elemento de zona protegida del tipo "SPHERE" define una esfera en el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida. El centro de la esfera se encuentra en

el origen del sistema de coordenadas local. Simultáneamente a la definición del cuerpo, con las siguientes variables de sistema se puede transformar el sistema de coordenadas local:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

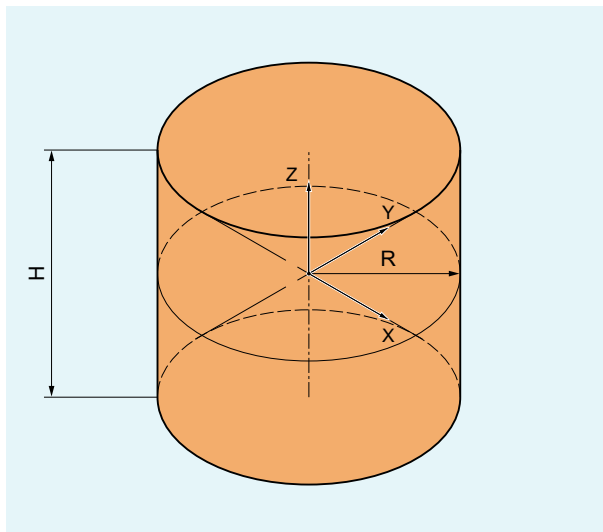
El parámetro radio debe especificarse en \$NP_PARA (Página 60)

Nota

Rotación

Dado que el centro de la esfera y el punto inicial del vector de dirección se encuentran en el origen de coordenadas del sistema de coordenadas local, una rotación mediante vector de dirección \$NP_DIR (Página 63) y ángulo de rotación \$NP_ANG (Página 65) no tiene ningún efecto en la ubicación de la esfera.

Tipo: "CYLINDER"



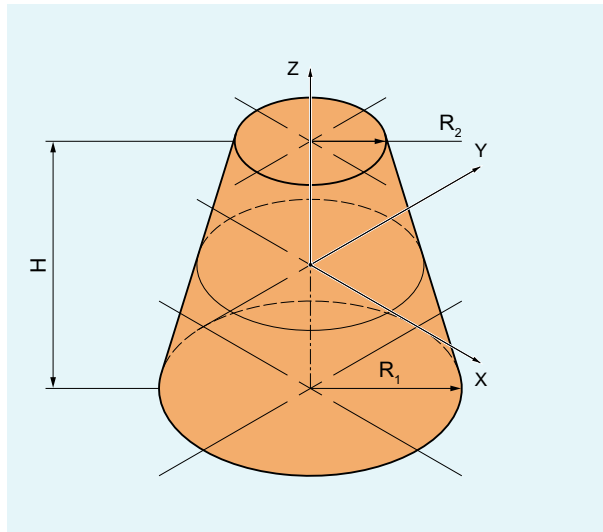
H Altura en dirección Z

R Radio en el plano X/Y

Un elemento de zona protegida del tipo "CYLINDER" define un cilindro en el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida. El centro del cilindro se encuentra en el origen del sistema de coordenadas local. Simultáneamente a la definición del cuerpo, con las siguientes variables de sistema se puede transformar el sistema de coordenadas local:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

Los parámetros altura y radio deben especificarse en \$NP_PARA (Página 60)

Tipo: "CONE"

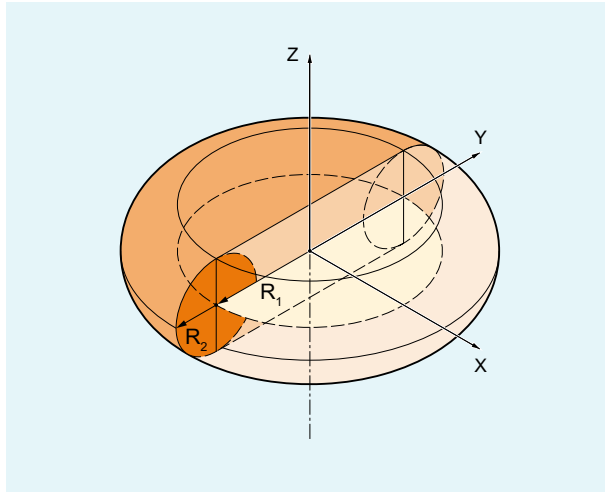
H	Altura en dirección Z
R1	Radio 1 en el plano X/Y
R2	Radio 2 en el plano X/Y

Un elemento de zona protegida del tipo "CONE" define un cono en el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida. El centro del cono (mitad de la altura del cono en el eje simétrico del cono) se encuentra en el origen del sistema de coordenadas local. Simultáneamente a la definición del cuerpo, con las siguientes variables de sistema se puede transformar el sistema de coordenadas local:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

Los parámetros altura, radio 1 y radio 2 deben especificarse en \$NP_PARA (Página 60)

Tipo: "TORUS"



- R1 Radio mayor (= distancia del centro del círculo al centro del toro en el plano X/Y)
- R2 Radio menor (= radio de círculo)

Un elemento de zona protegida del tipo "TORUS" define un toro relleno en el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida. El modo más sencillo de describir la forma de un toro es por medio de un círculo rotado alrededor de un eje existente en el plano circular. A diferencia del toro normal, en un toro relleno el orificio del centro está relleno. El centro del toro relleno se encuentra en el origen del sistema de coordenadas local. Simultáneamente a la definición del cuerpo, con las siguientes variables de sistema se puede transformar el sistema de coordenadas local:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

Los parámetros radio 1 y radio 2 deben especificarse en \$NP_PARA (Página 60)

Tipo: "FILE"

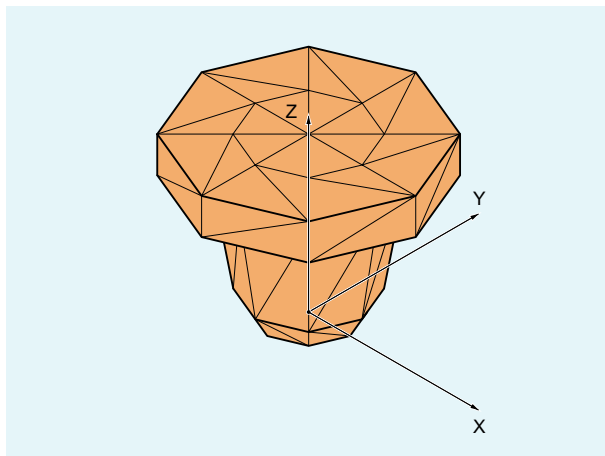


Figura 3-3 Cuerpo de ejemplo en formato STL

Un elemento de zona protegida del tipo "FILE" define un cuerpo en el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida cuyos datos de geometría están contenidos en el fichero indicado en formato STL (superficie triangular). El punto cero del cuerpo se encuentra en el origen del sistema de coordenadas local. Simultáneamente a la definición del cuerpo, con las siguientes variables de sistema se puede transformar el sistema de coordenadas local:

- Decalaje: \$NP_OFF (Página 61)
- Vector de dirección de la rotación: \$NP_DIR (Página 63)
- Ángulo de rotación: \$NP_ANG (Página 65)

El parámetro debe especificarse en \$NP_FILENAME (Página 55)

Sintaxis

```
$NP_TYPE[<n>] = "<Type>"
```

Significado

\$NP_TYPE:	Tipo del elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING
	Rango de valores:	"FRAME", "BOX", "SPHERE", "CYLINDER", "CONE", "TORUS", "FILE"
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Type>:	Designación de tipo	
	Tipo de dato:	STRING

Ejemplo

El 19.º elemento de zona protegida es un paralelepípedo:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_TYPE[18] = "BOX"	; 19.º elemento de zona protegida, ; tipo = "Paralelepípedo"

3.2.4.9 \$NP_FILENAME

Función

Para elementos de zona protegida de tipo "FILE" (\$NP_TYPE (Página 50)) debe especificarse en la variable de sistema el nombre del fichero con la descripción de los datos de geometría del elemento de zona protegida.

Actualmente son posibles los siguientes tipos de fichero:

- Ficheros STL
- Ficheros NPP

Ficheros STL

Un fichero STL (extensión de fichero .STL) debe contener la descripción de los datos de geometría de un cuerpo tridimensional mediante triángulos en formato STL (**Standard Tessellation Language**).

Ruta de búsqueda

El fichero especificado en la variable de sistema se busca en el siguiente orden en los directorios predefinidos en la memoria CN estática:

1. /oem/sinumerik/nck/prot_data/machine/3d_data/mm
2. /oem/sinumerik/nck/prot_data/machine/3d_data/inch

Interpretación de los datos de longitud

Los datos sobre longitud contenidos en el fichero STL se interpretan en mm o pulgadas en función del directorio de almacenamiento.

- <Ruta>/**mm**: Interpretación de los datos de longitud en milímetros
- <Ruta>/**inch**: Interpretación de los datos de longitud en pulgadas

Nota

Longitud máxima del nombre del fichero

La longitud del nombre del fichero no puede tener más de 49 caracteres incluyendo el punto y la extensión. Si se superan los 49 caracteres, se muestra una alarma al generar el archivo.

Ficheros NPP

Un fichero NPP (extensión .NPP) debe contener la descripción de los datos de geometría de uno o varios elementos de zona protegida mediante variables de sistema NPP (**NC Protection Area Primitives**). A través de un fichero NPP se pueden definir como elementos de zona protegida todas las primitivas geométricas disponibles en el CN (ver \$NP_TYPE (Página 50)).

Ruta de búsqueda

El fichero especificado en la variable de sistema se busca en el siguiente orden en los directorios predefinidos en la memoria CN estática:

1. /oem/sinumerik/nck/prot_data/machine/3d_data/mm
2. /oem/sinumerik/nck/prot_data/machine/3d_data/inch

Interpretación de los datos de longitud

Los datos sobre longitud contenidos en el fichero NPP se interpretan en mm o pulgadas en función del directorio de almacenamiento.

- <Ruta>/mm: Interpretación de los datos de longitud en milímetros
- <Ruta>/inch: Interpretación de los datos de longitud en pulgadas

Propiedades de los ficheros NPP

- Un fichero NPP debe comenzar por las siguientes líneas de comentario:
;COLLISION AVOIDANCE DATA
;LOC_NP_ROOT_NAME="<<Root_Name>"
- Como <Root_Name> debe especificarse el nombre del primer elemento de zona protegida contenido en el fichero NPP, indicado en \$NP_NAME.
- Las líneas de comentario son líneas que comienzan con ;
- Los ficheros NPP pueden contener caracteres vacíos

Propiedades de las variables de sistema NPP

Las variables de sistema contenidos en el fichero NPP tienen las siguientes propiedades:

- Mismo nombre, significado y sintaxis que las variables de sistema correspondientes utilizadas en los programas CN
- Las variables de sistema NPP **no** sobrescriben las variables de sistema del CN.
- Los índices de las variables de sistema NPP deben ser **unívocas dentro** de un fichero NPP.
- Los índices de las variables de sistema NPP pueden ser **iguales** en **diferentes** ficheros NPP.
- Los índices y los valores asignados a las variables de sistema NPP deben ser constantes.

Condiciones

- Los valores para \$NP_COLOR (Página 46), \$NP_D_LEVEL (Página 48), \$NP_USAGE (Página 49) se heredan para los elementos de zona protegida definidos en el fichero NPP del elemento de zona protegida desde el que se integraron. De ese modo, todos los elementos de zona protegida de un fichero NPP tienen los mismos valores para estas propiedades.
- Para el posicionamiento de los elementos de zona protegida de un fichero NPP rigen las mismas condiciones que para el posicionamiento de los elementos de zona protegida con las variables de sistema del CN (\$NP_TYPE (Página 50): "BOX", "SPHERE" y "CYLINDER").
- En un fichero NPP no puede integrarse ningún otro fichero STL o NPP.

Nota

Longitud máxima del nombre del fichero

La longitud del nombre del fichero no puede tener más de 49 caracteres incluyendo el punto y la extensión. Si se superan los 49 caracteres, se muestra una alarma al generar el archivo.

Sintaxis

```
$NP_FILENAME [<n>] = "<Nombre>"
```

Descripción

\$NP_FILENAME:	Nombre del fichero STL o NPP	
	Tipo de datos:	STRING
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de datos:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Name>:	Nombre del fichero STL o NPP	
	Tipo de datos:	STRING

Ejemplos

Utilización de un fichero STL

Los datos de geometría para el 19.º elemento de zona protegida están almacenados en el fichero KUEHLDUESE_1.STL:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_FILENAME[18] = "KUEHLDUESE_1.STL"	; 19.º elemento de zona protegida, ; Filename = "KUEHLDUESE_1.STL"

Utilización de un fichero NPP

En las variables de sistema del CN para el 19.º elemento de zona protegida se carga el fichero NPP "Cabezal_A.NPP". Este contiene los siguientes tres elementos de zona protegida "Paralelepipedo-1", "Esfera-1" y "Cilindro-1".

Código de programa	Comentario
\$NP_NAME[18] = "Cabezal"	; 19.º elemento de zona protegida
\$NP_NEXT[18] = ""	
\$NP_NEXTP[18] = ""	
\$NP_TYPE[18] = "FILE"	
\$NP_OFF[18,0] = 80.0	
\$NP_OFF[18,1] = 100.0	
\$NP_OFF[18,2] = -50.0	
\$NP_DIR[18,0] = 0.0	
\$NP_DIR[18,1] = 0.0	
\$NP_DIR[18,2] = 0.0	
\$NP_ANG[18] = 0.0	
\$NP_COLOR[18] = 0	; 1)
\$NP_D_LEVEL[18] = 0	; 1)
\$NP_USAGE[18] = "A"	; 1)
\$NP_FILENAME[18] = "Cabezal_A.npp"	

Código de programa	Comentario
; 1) aplicable a todos los elementos de zona protegida cargados desde el fichero Kopf_A.NPP	

Contenido del fichero "Kopf_A.NPP"

Código de programa	Comentario
;COLLISION AVOIDANCE DATA	; 1.er encabezado
;LOC_NP_ROOT_NAME = "Box-1"	; 2.º encabezado
\$NP_NAME[0] = "Paralelepípedo-1"	; 1.er elemento de zona protegida
\$NP_NEXT[0] = "Esfera-1"	
\$NP_NEXTP[0] = "Cilindro-1"	
\$NP_TYPE[0] = "BOX"	
\$NP_PARA[0,0] = 340	
\$NP_PARA[0,1] = 340	
\$NP_PARA[0,2] = 340	
\$NP_OFF[0,0] = 42	
\$NP_OFF[0,1] = 73	
\$NP_OFF[0,2] = -100	
\$NP_DIR[0,0] = 0	
\$NP_DIR[0,1] = 0	
\$NP_DIR[0,2] = 1	
\$NP_ANG[0] = 30	
\$NP_NAME[1] = "Esfera-1"	; 2.º elemento de zona protegida
\$NP_NEXT[1] = ""	
\$NP_NEXTP[1] = ""	
\$NP_TYPE[1] = "SPHERE"	
\$NP_PARA[1,0] = 20	
\$NP_PARA[1,1] = 0	
\$NP_PARA[1,2] = 0	
\$NP_OFF[1,0] = 170	
\$NP_OFF[1,1] = 170	
\$NP_OFF[1,2] = 170	
\$NP_DIR[1,0] = 0	
\$NP_DIR[1,1] = 0	
\$NP_DIR[1,2] = 0	
\$NP_ANG[1] = 0	
\$NP_NAME[2] = "Cilindro-1"	; 3.er elemento de zona protegida
\$NP_NEXT[2] = ""	
\$NP_NEXTP[2] = ""	
\$NP_TYPE[2] = "CYLINDER"	
\$NP_PARA[2,0] = 20	
\$NP_PARA[2,1] = 20	

Código de programa	Comentario
\$NP_PARA[2,2] = 0	
\$NP_OFF[2,0] = 170	
\$NP_OFF[2,1] = 170	
\$NP_OFF[2,2] = 170	
\$NP_DIR[2,0] = 1	
\$NP_DIR[2,1] = 2	
\$NP_DIR[2,2] = 3	
\$NP_ANG[2] = 73	

3.2.4.10 \$NP_PARA

Función

En la variable de sistema deben especificarse las dimensiones del cuerpo de zona protegida conforme al tipo de elemento de zona protegida (\$NP_TYPE (Página 50)).

Sistema de coordenadas

El sistema de coordenadas local en el que se especifica la posición del cuerpo de zona protegida se define con las variables de sistema \$NP_OFF (Página 61), \$NP_DIR (Página 63), \$NP_ANG (Página 65).

Sintaxis

\$NP_PARA[<n>,<i>] = <Valor>

Significado

\$NP_PARA:	Valores de parámetros según el tipo de elemento de zona protegida	
	Tipo de dato:	REAL
	Valor predeterminado:	0.0
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)

<i>:	Índice de parámetro					
	Tipo de dato:	INT				
	Rango de valores:	0, 1, 2				
	Índice de parámetro	Tipo del elemento de zona protegida				
		BOX	SPHERE	CYLINDER	CONE	TORUS
	0	Longitud en X	Radio	Altura en Z:	Altura en Z:	Radio 1 ¹⁾
	1	Anchura en Y	---	Radio ¹⁾	Radio 1 ¹⁾	Radio 2
2	Altura en Z:	---	---	Radio 2 ¹⁾²⁾	---	
<Valor>:	Valor de parámetro					
	Tipo de dato:	REAL				
	Rango de valores:	0.0 < x ≤ valor REAL máx.				

- 1) Radio en el plano X/Y
- 2) El valor de parámetro 0.0 está permitido.
- : Parámetro no evaluado

Ejemplo

El 19.º elemento de zona protegida es un paralelepípedo con las dimensiones:

- Longitud: 50.0 en dirección X
- Anchura: 100.0 en dirección Y
- Altura: 75.5 en dirección z

Código de programa	Comentario
; 19.º elemento de zona protegida	
N100 \$NP_TYPE[18] = "BOX"	; tipo = "BOX"
N120 \$NP_PARA[18,0] = 50.0	; longitud en X = 50.0
N130 \$NP_PARA[18,1] = 100.0	; anchura en Y = 100.0
N140 \$NP_PARA[18,2] = 75.5	; altura en Z = 75.5

3.2.4.11 \$NP_OFF

Función

En la variable de sistema debe especificarse el vector de decalaje que está desplazado el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida hacia el sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente.

Sintaxis

`$NP_OFF[<n>,<i>] = <Valor>`

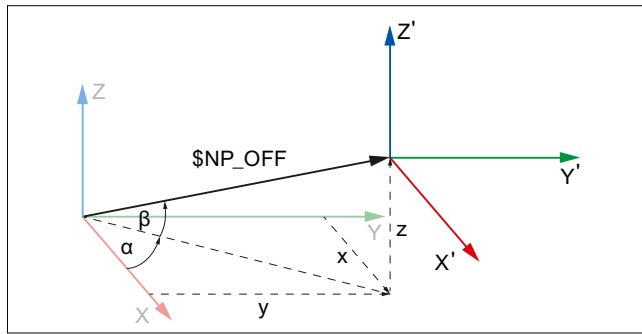
Significado

\$NP_OFF:	Vector de decalaje	
	Tipo de dato:	REAL
	Rango de valores:	- Valor REAL máx. ≤ x ≤ + valor REAL máx.
	Valor predeterminado:	(0.0, 0.0, 0.0)
<m>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<i>:	Índice de coordenadas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0: Coordenada X (abscisa) 1: Coordenada Y (ordenada) 2: Coordenada Z (aplicada)
	Valor de coordenada	
<Valor>:	Tipo de dato:	REAL
	Rango de valores:	- Valor REAL máx. ≤ x ≤ + valor REAL máx.

Ejemplo

El sistema de coordenadas local del 19.º elemento de zona protegida se ha desplazado respecto al sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente lo equivalente al siguiente vector:

- Dirección X: 25.0
- Dirección Y: 50.0
- Dirección Z: 37.25



X, Y, Z Sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente

X', Y', Z' Sistema de coordenadas del elemento de zona protegida actual

Código de programa	Comentario
; 19.º elemento de zona protegida, vector de decalaje	
N100 \$NP_OFF[18,0] = 25.0	X = 25.0
N110 \$NP_OFF[18,1] = 50.0	Y = 50.0
N120 \$NP_OFF[18,2] = 37.25	Z = 37.25

3.2.4.12 \$NP_DIR

Función

En la variable de sistema debe especificarse el vector de dirección que está rotado el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida hacia el sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente. El ángulo de rotación debe especificarse en \$NP_ANG (Página 65).

Condiciones

- El importe del vector de dirección debe ser mayor que: $1 * 10^{-6}$
- Los decalajes de origen parametrizados en \$NP_OFF (Página 61) se ejecutan **antes** de la rotación.

Sintaxis

\$NP_DIR[<n>,<i>] = <Valor>

Significado

\$NP_DIR:	Vector de dirección	
	Tipo de dato:	REAL
	Rango de valores:	- Valor REAL máx ≤ x ≤ ± valor REAL máx.
	Valor predeterminado:	(0.0, 0.0, 0.0)

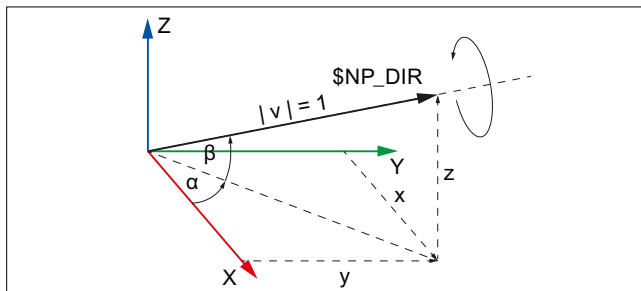
3.2 Puesta en marcha

<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<i>:	Índice de coordenadas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0 → X; 1 → Y; 2 → Z
<Valor>:	Valor de coordenada	
	Tipo de dato:	REAL
	Rango de valores:	- Valor REAL máx ≤ x ≤ ± valor REAL máx.

Ejemplo

El sistema de coordenadas local del 19.º elemento de zona protegida se ha rotado respecto al sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente lo equivalente al vector de dirección. El vector de dirección es el vector de unidad (1; 0; 0), rotado $\alpha=90^\circ$ en el plano X/Y y $\beta=10^\circ$ en el plano Y/Z, referido al sistema de coordenadas terrestre. Se obtienen los siguientes valores para los diferentes componentes del vector de dirección:

- Componente X = $\cos(\alpha) * \cos(\beta) = \cos(90) * \cos(10) = 0,0$
- Componente Y = $\sin(\alpha) * \cos(\beta) = \sin(90) * \cos(10) \approx 0,985$
- Componente Z = $\sin(\beta) = \sin(10) \approx 0,174$



Código de programa	Comentario
; 19.º elemento de zona protegida, vector de dirección	
N100 \$NP_DIR[18,0] = COS(90) * COS(10)	; 0 = componente X
N110 \$NP_DIR[18,1] = SIN(90) * COS(10)	; 1 = componente Y
N120 \$NP_DIR[18,2] = SIN(10)	; 2 = componente Z

3.2.4.13 \$NP_ANG

Función

En la variable de sistema debe especificarse el ángulo que está rotado el sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida respecto al sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente lo equivalente al vector de dirección (\$NP_DIR (Página 63)).

Sintaxis

\$NP_ANG[<n>] = <Valor>

Significado

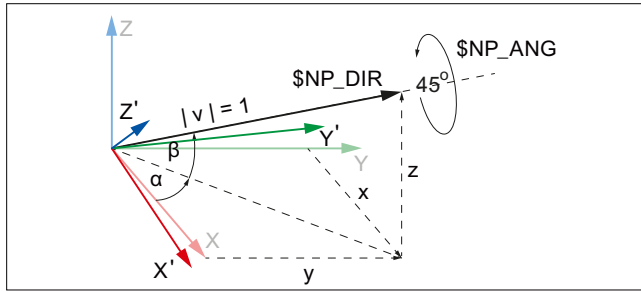
\$NP_ANG:	Ángulo de rotación	
	Tipo de dato:	REAL
	Rango de valores:	$-360^\circ < x \leq 360^\circ$
	Valor predeterminado:	0.0
<n>:	Índice de variables de sistema y/o de elementos de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM - 1)
<Valor>:	Ángulo	
	Tipo de dato:	REAL

Ejemplo

El sistema de coordenadas local del 19.º elemento de zona protegida se ha rotado respecto al sistema de coordenadas del elemento de zona protegida precedente lo equivalente al vector de dirección en un ángulo $\delta=45.0^\circ$. El vector de dirección es el vector de unidad (1; 0; 0), rotado $\alpha=90^\circ$ en el plano X/Y y $\beta=10^\circ$ en el plano Y/Z, referido al sistema de coordenadas terrestre. Se obtienen los siguientes valores para los diferentes componentes del vector de dirección:

- Componente X = $\cos(\alpha) * \cos(\beta) = \cos(90) * \cos(10) = 0,0$
- Componente Y = $\sin(\alpha) * \cos(\beta) = \sin(90) * \cos(10) \approx 0,985$
- Componente Z = $\sin(\beta) = \sin(10) \approx 0,174$
- Ángulo $\delta = 45.0^\circ$

3.2 Puesta en marcha



Código de programa	Comentario
; 19.º elemento de zona protegida, vector de dirección y ángulo de rotación	
N100 \$NP_DIR[18,0] = COS(90)*COS(10)	; 0 = componente X
N110 \$NP_DIR[18,1] = SIN(90)*COS(10)	; 1 = componente Y
N120 \$NP_DIR[18,2] = SIN(10)	; 2 = componente Z
N130 \$NP_ANG[18] = 45.0	; ángulo de rotación $\delta = 45^\circ$

3.2.5 Variables de sistema: Elementos de zona protegida para zonas protegidas de herramienta automáticas

El elemento de zona protegida de una zona protegida de herramienta automática se describe a través de las siguientes variables de sistema. El control genera automáticamente los valores de las variables de sistema a partir de los datos de geometría de la herramienta asignada y estos solo pueden leerse.

Nombre ¹⁾	Descripción	Igual que ²⁾
\$NP_T_NAME[<n>]	Nombre del elemento de zona protegida	\$NP_NAME (Página 43)
\$NP_T_TYPE[<n>]	Tipo del elemento de zona protegida	\$NP_TYPE (Página 50)
\$NP_T_FILENAME[<n>]	Nombre del fichero STL/NPP que contiene los datos de geometría del elemento de zona protegida (solo relevante para \$NP_T_TYPE == "FILE")	\$NP_FILENAME (Página 55)
\$NP_T_PARA[<n>,<i>]	Parámetros geométricos del cuerpo de zona protegida (solo relevante para \$NP_T_TYPE == "BOX", "SPHERE", "CYLINDER", "CONE" o "TORUS")	\$NP_PARA (Página 60)
\$NP_T_OFF[<n>,<i>]	Vector de decalaje del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida	\$NP_OFF (Página 61)
\$NP_T_DIR[<n>,<i>]	Vector de dirección para la rotación del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida	\$NP_DIR (Página 63)
\$NP_T_ANG[<n>]	Ángulo para la rotación del sistema de coordenadas local del elemento de zona protegida	\$NP_ANG (Página 65)
1) n = 0, 1, ... (\$MN_MM_MAXNUM_3D_T_PROT_ELEM - 1)		
2) Las variables de sistema de las zonas protegidas de herramienta automáticas son equivalentes a las de las zonas protegidas de máquina.		

3.2.6 Condiciones

Cuerpo de zona protegida para cabezales

En cabezales que no están funcionando con regulación de posición, los cuerpos de zona protegida vinculados a ellos solo se modelan de forma estática. Por ello, para el modelado de cuerpos de zona protegida vinculados a un cabezal como elemento cinemático deben observarse las siguientes condiciones:

- El cuerpo de la zona protegida debe tener **simetría rotacional**.
- El eje de simetría del cuerpo de zona protegida debe estar en el eje de rotación del cabezal (**colineal**)

Esto debe tenerse en cuenta para todos los tipos de cuerpo de zona protegida:

- El cuerpo de zona protegida es un cuerpo básico geométrico simple (esfera, cilindro, cono o toro).
- El cuerpo de zona protegida está compuesto por varios cuerpos básicos geométricos.
- El cuerpo de zona protegida está formado por triángulos (archivo STL).
- El cuerpo de zona protegida se genera para una zona protegida de herramienta automática a partir de los datos de geometría de la herramienta.

Nota

Zonas protegidas de herramienta automática

Para zonas protegidas de herramienta automática combinadas con cabezales se recomienda utilizar únicamente herramientas de simetría rotacional.

Zonas protegidas siguientes

La simetría rotacional y la colinealidad del cuerpo de zona protegida respecto al eje de rotación del cabezal también deben respetarse para todas las zonas protegidas vinculadas a elementos de la cadena cinemática (\$NP_NEXT, \$NP_NEXTP) posteriores al cabezal.

Ejemplo esquemático de una cadena cinemática del tipo descrito: ... → (eje giratorio/cabezal) → (decalaje) → (eje lineal) → (decalaje) → ...

Ejes giratorios

Las condiciones arriba descritas también deben observarse para ejes giratorios si también se utilizan como cabezales.

Punto de referencia de la herramienta y transformada cinemática

En principio, al asignar una zona de herramienta automática a un elemento de la cadena cinemática se define la ubicación del punto de referencia de la herramienta. Sin embargo, la ubicación del punto de referencia de la herramienta puede modificarse dentro de la zona protegida de herramienta automática a través de las variables de sistema \$NP_T_OFF, \$NP_T_DIR y \$NP_T_ANG (Página 66). Las transformadas cinemáticas no registran este tipo de modificación de la ubicación del punto de referencia de la herramienta. Por ello, al trabajar con transformadas cinemáticas se recomienda encarecidamente no utilizar decalajes para el modelado de máquina geométrico que desplacen el punto de referencia de la herramienta.

Prevención de colisiones, interna

4.1 Descripción del funcionamiento

4.1.1 Opciones

La función "Prevención de colisiones" es una opción que requiere licencia. Están disponibles las variantes siguientes:

- **Protect MyMachine/3D Primitives**

Propiedades:

- Protección: Máquina - máquina
- Visualización HMI
- Configuraciones de control multicanal
- Elementos de zona protegida: primitivas geométricas, ficheros en formato NPP

- **Protect MyMachine/3D STL**

Propiedades:

- igual que Protect MyMachine/3D Primitives
- Elementos de zona protegida: Ficheros en formato STL y NPP

4.1.2 Características

La función "Prevención de colisiones" permite impedir colisiones de elementos de máquina y filos de herramienta durante el desplazamiento de los ejes de la máquina. Para ello la función calcula cíclicamente la distancia de las zonas protegidas que envuelven el cuerpo protegido. Si dos zonas protegidas se aproximan entre sí hasta una distancia de seguridad configurable, se muestra una alarma y el programa CN se detiene antes de la secuencia de desplazamiento correspondiente (modo de operación AUTOMÁTICO, MDA) o bien se detiene el movimiento de desplazamiento (modo de operación JOG).

Procedimiento

La prevención de colisiones se configura siguiendo los siguientes pasos:

1. Habilitación de la función "Prevención de colisiones" activando la opción correspondiente.
2. Ajuste de los datos de máquina para la parametrización básica de las funciones:
 - Cadena cinemática, Manual de funciones "Basic Functions", capítulo "Kinematic Chain"
 - Modelado geométrico de máquina, capítulo "Datos de máquina (Página 28)"
 - Prevención de colisiones, capítulo "Datos de máquina (Página 83)"

4.1 Descripción del funcionamiento

3. Descripción de la estructura cinemática de la máquina con elementos cinemáticos. Ver el Manual de funciones "Basic Functions"; capítulo "Kinematic chain".
4. Descripción de las zonas protegidas y los elementos de zona protegida como geometría envolvente de los elementos de máquina, herramientas y piezas protegidos. Asignación de las zonas protegidas a elementos de la cadena cinemática. Ver capítulo "Modelado geométrico de máquina (Página 19)".
5. Definición de pares de colisión, es decir, de parejas de zonas protegidas que deben vigilarse para evitar que colisionen entre sí. Ver el capítulo "\$NP_COLL_PAIR (Página 87)".
6. Inicio del recálculo del modelo cinemático y geométrico. Ver el capítulo "Solicitar nuevo cálculo del modelo de máquina de la prevención de colisiones (PROTA) (Página 92)".
7. Activación de las zonas protegidas vigiladas. Ver el capítulo "Asignar estado a la zona protegida (PROTS) (Página 93)".
8. Opcionalmente: aplicación de las funciones y variables de sistema avanzadas

Límites de la prevención de colisiones

La función no puede garantizar una protección total ante colisión al desplazar elementos de máquina, herramientas o piezas. Por un lado, la protección anticolidión solo puede ser tan buena como lo sean el modelo cinemático y geométrico de la máquina y las zonas protegidas parametrizado. Por otro lado, por naturaleza los cuerpos no modelados no pueden vigilarse. Por ello, incluso con la protección anticolidión activada es responsabilidad del operador de la máquina que los movimientos de desplazamiento puedan ejecutarse sin colisiones.

Estados de zonas protegidas

El hecho de que una zona protegida se incluya o no en la vigilancia de colisión depende del estado de la zona protegida:

Estado	Descripción
Activo	La zona protegida se incluye en la vigilancia de colisión.
Inactivo	La zona protegida no se incluye en la vigilancia de colisión.
Preactivado	La zona protegida se incluye en la vigilancia de colisión. Pero solo se activa una alarma de colisión si ha sido activada específicamente por su señal de interfaz CN/PLC específica de zona protegida.

Estado tras arranque del control

Tras el arranque del control todas las zonas protegidas están en el estado correspondiente a su ajuste en \$NP_INIT_STAT. Ver capítulo "\$NP_INIT_STAT (Página 38)".

Modificación de estado

El estado de una zona protegida puede cambiarse de las siguientes maneras:

- Procedimiento PROTS() (Página 93)
- Modificación del estado de inicialización en \$NP_INIT_STAT y posterior recálculo del modelo de máquina con el procedimiento PROTA() (Página 92).

Requisitos

Para que las zonas protegidas de un par de colisión puedan vigilarse deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Ejes o cabezales: Referenciado/sincronizado
Los sistemas de medida de posición de los ejes o cabezales que mueven una zona protegida deben estar referenciados o sincronizados. Si no es así, la zona protegida en cuestión estará en estado "Inactivo".
- Movimientos externos
En el caso de movimientos de desplazamiento no ejecutados por el CN, como ejes PLC o ejes movidos manualmente, el CN debe conocer las posiciones actuales de los ejes.
- Tipo de aplicación de los elementos de zona protegida
Al formar un par de colisión hay que asegurarse de que cada zona protegida del par posea como mínimo un elemento identificado con \$NP_USAGE = "C" o "A" (Página 49). De lo contrario no se puede realizar ningún cálculo de colisión o de distancia (Página 94) con la zona protegida.
- Estado de zona protegida
Las zonas protegidas de un par de colisión solo se someten a vigilancia de colisión si ambas zonas están en estado de vigilancia de zona protegida activada. Ver "Diagrama de estados Zona protegida (Página 75)".

Si se cumplen los requisitos como mínimo para un par de colisión, en la interfaz CN/PLC se activa la siguiente señal:

`<Nc>.basic.in.collisionMonitoringActive` (prevención de colisiones: vigilancia de zona protegida activa)

Señales de PLC

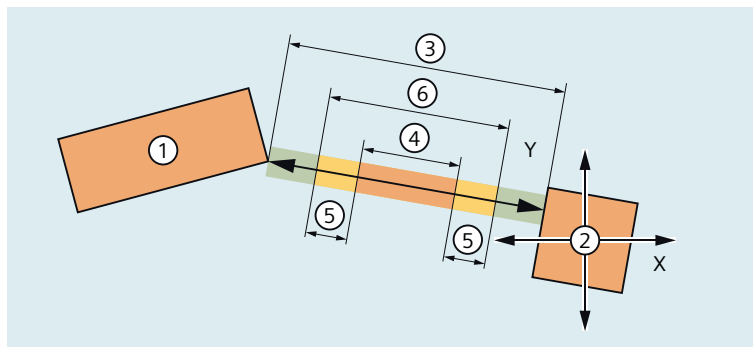
Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Nc>.basic.in.collisionMonitoringActive</code>	<code>LBP_NC.E_CollCheckOff</code>	<code>DB10.DBX106.0</code>

4.1.3 Reacción del control en caso de peligro de colisión

Para la detección de colisiones, la prevención de colisiones tiene en cuenta los siguientes valores límite parametrizables:

- Tolerancia de colisión
- Distancia de seguridad

4.1 Descripción del funcionamiento



- ① Zona protegida 1 (inmóvil)
- ② Zona protegida 2 (móvil en dirección X e Y)
- ③ Distancia actual
- ④ Distancia de seguridad
- ⑤ Tolerancia de colisión/2
- ⑥ Distancia de colisión = distancia de seguridad + tolerancia de colisión

Figura 4-1 Distancia actual, tolerancia de colisión y distancia de seguridad

Tolerancia de colisión y distancia de seguridad

Distancia de seguridad

La distancia de seguridad define una distancia hasta la cual se pueden aproximar como máximo dos zonas protegidas activas y sometidas a vigilancia de colisión. La prevención de colisiones garantiza que esta distancia mínima no se rebase y que la colisión se indique.

La distancia de seguridad puede ajustarse de forma específica para cada par de colisión a través de una variable de sistema (Página 88).

Para todos los pares de colisión para los que no se ajusta una distancia de seguridad específica mediante variable de sistema se aplica el valor general ajustado en MD10622 \$MN_COLLISION_SAFETY_DIST (Página 83).

Tolerancia de colisión

La tolerancia de colisión define una distancia aditiva válida para todo el CN adicional a la distancia de seguridad. De ese modo, dos zonas protegidas activas y sometidas a vigilancia de colisión pueden acercarse entre si hasta la distancia de colisión (distancia de seguridad + tolerancia de colisión). En caso ideal la prevención de colisiones detiene el movimiento de desplazamiento de las zonas protegidas exactamente en la distancia de colisión e indica la colisión. No obstante, está permitido que la tolerancia de colisión no se respete de forma exacta, o que en caso de rebase breve no se detecte una colisión y no se detenga el movimiento de desplazamiento.

La tolerancia de colisión se ajusta igual para todos los pares de colisión a través de MD10619 \$MN_COLLISION_TOLERANCE (Página 83).

Nota

Diferencia entre tolerancia de colisión y distancia de seguridad

El rebase por defecto de la tolerancia de colisión se puede producir y es admisible. La distancia de seguridad siempre se respeta.

Reacción en caso de peligro de colisión

Si el control detecta que se va a producir una colisión, se producen las siguientes reacciones:

- Todos los ejes de la máquina (salvo los cabezales) se detienen a lo largo de la trayectoria planificada originalmente por el control antes de que se rebase la distancia de colisión.
- En la interfaz CN/PLC se activa la siguiente señal específica de canal:
<Chan>.basic.in.collisionStopActive == 1 (prevención de colisiones: parada)
- Dependiendo de qué modo de operación esté activo en ese momento, se mostrará una de las dos alarmas siguientes:

Modo de operación	Alarma	Criterio para el borrado
AUTOMÁTICO	26265 "Canal <número de canal> secuencia <número de secuencia>: Colisión de ambas zonas protegidas <nombre de la 1.ª zona protegida> y <Nombre de la 2.ª zona protegida>"	Se requiere un acuse por parte del usuario con RESET.
JOG	26275 "Canal <Número de canal>: Colisión de ambas zonas protegidas <nombre de la 1.ª zona protegida> y <Nombre de la 2.ª zona protegida>"	Se borra por sí sola.

- La ejecución del programa se cancela.

Peligro de colisión no previsible

Existen situaciones en las que no es posible prever una colisión. Un ejemplo son los movimientos en tiempo real, como los movimientos de ejes de posicionamiento a partir de acciones síncronas o del PLC que provocan una colisión inmediatamente después de su inicio. En tales situaciones el control detecta la colisión mediante la comprobación de las posiciones de consigna actuales y se producen las siguientes reacciones:

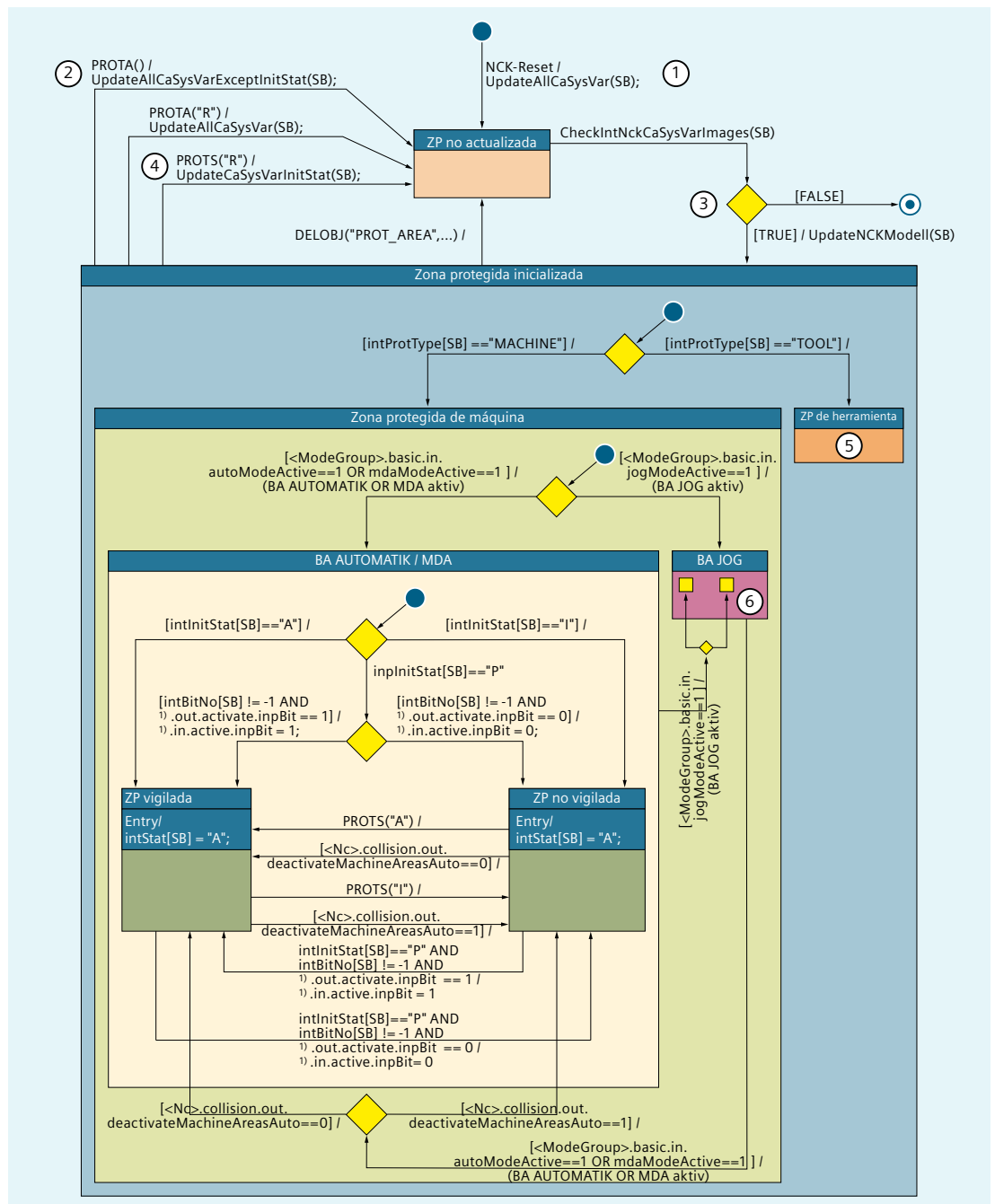
- Parada rápida de todos los ejes excepto los cabezales.
- Visualización de la alarma 26285:
"Canal <número de canal> secuencia <número de secuencia>: Parada de emergencia por colisión <1.ª zona protegida> <2.ª zona protegida>
La alarma 26285 requiere un acuse por parte del usuario con RESET.

Dependiendo de la longitud de las distancias de frenado de los ejes, es posible que en esos casos no se pueda evitar una colisión. Si esto ocurre o si se ha infringido la distancia de seguridad, el usuario debe desconectar la prevención de colisiones y retirar los ejes de la posición de colisión.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Chan>.basic.in.collisionStopActive	LBP_Chan*.E_CollCheckStop	DB21,DBX377.0

4.1.4 Diagrama de estados Zona protegida



- ZP Zona protegida
- MO Modo de operación
- ① Función UpdateAllCaSysVar(ZP)

Todas las variables de sistema de la prevención de colisiones se leen en variables internas del CN:
int... = \$N...

4.1 Descripción del funcionamiento

- ② Función UpdateAllCaSysVarExeptInitStat(ZP)
Igual que la función UpdateAllCaSysVar(ZP), pero sin lectura de la variable de sistema \$NP_INIT_STAT. Esto provoca que internamente en el CN se conserve el último valor del estado de inicialización intInitStat.
 - ③ Función CheckIntNckCaSysVarImages(ZP)
Se comprueba la coherencia de las variables internas del CN leídas desde las variables de sistema. Valor de retorno cuando se detecta un error: FALSE; si no hay ningún error: TRUE.
 - ④ Función UpdateCaSysVarInitStat(ZP)
Solo se lee la variable de sistema \$NP_INIT_STAT en la variable interna del CN intInitStat.
 - ⑤ La estructura interna del estado "ZP de herramienta" es igual al estado "Zona protegida de máquina".
 - ⑥ La estructura interna del estado "MO JOG" es igual al estado "MO AUTO/MDA".
- 1) <Nc>.collisionProtAreas

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<ModeGroup>.basic.in.autoModeActive	LBP_ModeGroup.E_AUTO	DB11.DBX6.0
<ModeGroup>.basic.in.mdaModeActive	LBP_ModeGroup.E_MDA	DB11.DBX6.1
<ModeGroup>.basic.in.jogModeActive	LBP_ModeGroup.E_JOG	DB11.DBX6.2
<Nc>.collisionProtAreas.out.activate	LBP_NC.A_CollCheck	DB10.DBX234.0..241.7
<Nc>.collisionProtAreas.in.active	LBP_NC.E_CollCheck	DB10.DBX226.0..233.7
<Nc>.collision.out.deactivateMachineAreasAuto	LBP_NC.A_CA_DisableAutoMach	DB10.DBX58.0

4.1.5 Herramientas

Modelado

Las zonas protegidas para herramientas pueden ser modeladas directamente y actualizadas automáticamente (con limitaciones) después de un cambio de herramientas por la prevención de colisiones. Para ello se deben cumplir los siguientes requisitos:

- La zona protegida para la herramienta está modelada como zona protegida de herramienta automática (tipo: TOOL). Ver la variable de sistema \$NP_PROT_TYPE (Página 32)
- La herramienta se gestiona desde la gestión de herramientas del control.
- Los datos de herramienta guardados en la gestión de herramientas coinciden con las dimensiones geométricas reales de la herramienta.
- La prevención de colisiones detecta la finalización del cambio de herramienta. Generalmente mediante programación del número de corrección de herramienta correspondiente D_x , con $x = 0, 1, 2, 3, \dots$

- La prevención de colisiones detecta en qué zona protegida de herramienta automática se ha cambiado la herramienta.
- Si la trayectoria de la herramienta se refiere a una herramienta normalizada, el radio de la herramienta se indica en forma de diferencias positivas o negativas respecto a la herramienta normalizada. En ese caso, la prevención de colisiones realiza el cálculo con los siguientes valores:
 - Valor positivo: radio de la herramienta = valor indicado, pero como mínimo el valor de la tolerancia de colisión parametrizada
 - Valor negativo: radio de la herramienta = valor de la tolerancia de colisión parametrizada

Cambio del modelo de máquina

Si se modifica una herramienta de la máquina que se encuentra en un almacén o portaherramientas modelado en el modelo de máquina activo de la prevención de colisiones, será necesario actualizar el modelo de máquina. Esto ocurre cuando, por ejemplo, se ejecuta una de las siguientes acciones:

- Se carga/descarga una herramienta en un almacén modelado en el modelo de la máquina.
Ejemplo: cambio de herramienta en una torreta revolver.
Actualización: el usuario debe solicitar explícitamente la actualización del modelo de máquina con `PROTA` al finalizar el cambio de herramienta.
- Se cambia la herramienta situada en un soporte de herramienta.
Ejemplo: cambio de herramienta en el soporte del cabezal principal.
Actualización: el modelo de máquina se actualiza automáticamente después del cambio de herramienta (estándar: `M6`) y se muestra el número de corrección de herramienta programado `Dx` en la ejecución de secuencias.

Cambios de herramienta

La prevención de colisiones solo actualiza el modelo de máquina activo tras un cambio de herramienta sin la solicitud explícita con `PROTA` si con el cambio se produce una selección de corrección de herramienta (indicación del número de herramienta programado `Dx` a la interfaz CN/PLC).

Sin embargo, en el control también pueden realizarse cambios de herramienta no vinculados a una selección de corrección de herramienta. En esos casos el modelo de máquina activo no se actualiza. Este tipo de cambios de herramienta son, por ejemplo:

- Cargar/descargar una herramienta a través de la interfaz de usuario.
 SINUMERIK Operate: Campo de manejo "Parámetros" > "Lista de herramientas" > pulsador de menú vertical: "Cargar" o "Descargar"
- Realización del cambio de herramienta a través del programa de usuario del PLC
- Escritura directa en la memoria intermedia de herramientas con la variable de sistema `$TC_MPP6[9998, <Puesto>]`
- `SETMS (<Número de cabezal>)`: cambio del cabezal maestro en el canal

4.1 Descripción del funcionamiento

- TMMVTL: Servicio de IP "Preparar puesto de almacén para cargar, descargar herramienta"
Más información: Manual de funciones PLC; PI Services > PI service: TMMVTL
- MVTOOL: comando para el movimiento de una herramienta
Más información: Manual de funciones Tool management; NC programming > NC language commands > MVTOOL - NC command to move tool

Cuando se produce un cambio de herramienta de este tipo, el fabricante de la maquinaria debe solicitar la actualización del modelo de máquina a través del programa de usuario del PLC. A continuación se describen algunos ejemplos:

- Si el canal está en estado "Reset", se solicita un nuevo reset de canal. Con el ajuste correspondiente del comportamiento con RESET (MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK), se vuelve a mostrar el número de corrección de herramienta actual D_x.
- Inicio de un subprograma asíncrono o ciclo de fabricante que contenga la indicación del número de corrección de herramienta D_x y la solicitud de actualización del modelo de máquina (PROTA).

Desgaste de la herramienta

Los cambios mínimos en la herramienta no tienen que incluirse en el modelo de máquina, ya que generalmente son mucho más pequeños que la distancia de colisión.

Si se producen cambios en la herramienta relevantes para la prevención de colisiones, como pueden ser cambios de diámetro en lijadoras, estos deben registrarse solicitando explícitamente la actualización del modelo de máquina (PROTA).

Ningún cambio en el modelo de máquina

El modelo de máquina activo de la prevención de colisiones **no** cambia cuando en la máquina se mueve un elemento de máquina completamente modelado con herramientas (p. ej., un almacén de herramientas).

Ejemplo: torreta revólver de un torno

La torreta revólver de un torno está completamente modelada en el modelo de máquina de la prevención de colisiones:

- La geometría de un almacén y las herramientas que este contiene
- Los movimientos del almacén a través de los ejes de la máquina

En ese caso la rotación de la torreta revólver no provoca ningún cambio en el modelo de máquina:

- Dado que dentro del modelo de máquina no se modifica ninguna herramienta, las geometrías de todas las zonas protegidas permanecen inalteradas.
- Dado que la prevención de colisiones registra completamente a través de la cadena cinemática los movimientos de las zonas protegidas a través de los ejes de máquina.

Condiciones

Varios cabezales en el canal

En configuraciones con varios cabezales en el canal, la prevención de colisiones parte de la suposición de que el cambio de herramienta se produce en el cabezal maestro del canal

(S1). Por ello, una vez completado el cambio de herramienta la prevención de colisiones solo actualiza la zona protegida de herramienta automática del cabezal maestro.

Configuraciones de herramienta no soportadas

La prevención de colisiones no soporta las configuraciones de herramienta según ISO Mode 4 y 5 (números H) ni los "números D planos".

4.1.6 Condiciones

Consideración del error de seguimiento

Para calcular la distancia de las zonas protegidas, la prevención de colisiones utiliza las posiciones de consigna de los ejes de máquina implicados. Sin embargo, las posiciones reales de los ejes difieren de la posición de consigna la distancia correspondiente al error de seguimiento en cuestión. Por ello, para las zonas protegidas también se produce una diferencia entre posición de consigna y posición real. El usuario debe tener en cuenta esta divergencia y configurar una distancia de seguridad o un aumento del tamaño de la zona protegida suficientes.

Compensaciones

Las diferentes funciones de compensación del CN, como compensación de temperatura, de error de paso de cabezal y de flexión, garantizan que en el sistema de coordenadas de la máquina se adopten realmente las posiciones programadas en el sistema de coordenadas de pieza. La prevención de colisiones tiene en cuenta las correcciones de posición realizadas mediante compensaciones.

 ADVERTENCIA
--

Peligro de colisión

Si se utilizan compensaciones con fines diferentes como, p. ej., para ejecutar funciones como acoplamiento de ejes en el sistema de coordenadas de máquina, la prevención de colisiones con posiciones de consigna no podrá funcionar de forma fiable. Existe peligro de colisión.
--

Decalaje de valor real en el sistema de coordenadas de máquina (PRESETON)

Con la prevención de colisiones activa y la aplicación de un decalaje de valor real en el sistema de coordenadas de máquina (PRESETON) es responsabilidad exclusiva del usuario mantener la coherencia del modelo geométrico de la prevención de colisiones.

ADVERTENCIA

Peligro de colisión

Si se aplica un decalaje de valor real con PRESETON en el sistema de coordenadas de máquina y el modelo geométrico de la prevención de colisiones no se adapta en correspondencia, la prevención de colisiones con posiciones de consigna no podrá funcionar con fiabilidad. Existe peligro de colisión.

Búsqueda de secuencia

En las siguientes búsquedas de secuencia la prevención de colisiones **no** realiza cálculos de colisión:

- Tipo 1: búsqueda de secuencia sin cálculo
- Tipo 2: búsqueda de secuencia con cálculo en el contorno
- Tipo 4: búsqueda de secuencia con cálculo en el punto final de la secuencia

Con el siguiente tipo de búsqueda de secuencia la prevención de colisiones realiza cálculos de colisión (en el preprocesamiento):

- Tipo 5: búsqueda de secuencia con cálculo en modo de prueba del programa (SERUPRO)

Modos de operación AUTOMÁTICO: Indicación de zona protegida incompleta en caso de colisión

Si se ha configurado un número elevado de zonas protegidas, en ocasiones excepcionales pueden producirse los siguientes comportamientos:

- Varias zonas protegidas se han aproximado simultáneamente hasta la tolerancia de colisión.
- En la alarma mostrada 26260 "Colisión de **dos** zonas protegidas" solo se indican dos zonas protegidas.
- La colisión de las demás zonas protegidas no se indica hasta que se cambia al modo de operación JOG con desplazamiento manual de ejes.

Comprobación de colisión incompleta

La prevención de colisiones es una función que requiere un gran número de cálculos. Dependiendo del hardware utilizado, del ciclo de interpolación ajustado, del tamaño del modelo de colisión y de otras funciones de CN utilizadas al mismo tiempo con gran necesidad de cálculos, puede ocurrir que las comprobaciones de colisión no puedan completarse a tiempo. En ese caso la protección anticolidión estará limitada y se muestra la alarma 26303 "Comprobación de colisión incompleta". Esta alarma puede ser desactivada por el fabricante de la maquinaria (MD11415 \$MN_SUPPRESS_ALARM_MASK_2).

Configuraciones de herramienta no soportadas

La prevención de colisiones no soporta multiherramientas. Solo se vigila la herramienta seleccionada de la multiherramienta.

4.2 Puesta en marcha

4.2.1 Información general

4.2.1.1 Sinopsis

La puesta en marcha de la función "Prevencción de colisiones" se desarrolla a través de:

- Datos de opciones
 - Habilitación de la función
- Datos de máquina
 - Especificación del cuadro de volumen
 - Definición de propiedades generales de los pares de colisión
- Variables de sistema
 - Parametrización de los pares de colisión y sus propiedades

4.2.1.2 Estructura de las variables de sistema

Las variables de sistema están estructuradas según el siguiente esquema:

\$NP_<Nombre>[<Índice_1>,<Índice_2>]

Nota

Índice_2 no está presente en todas las variables de sistema.

Información general

Las variables de sistema para la descripción de zonas protegidas tienen las siguientes propiedades:

- Prefijo: **\$NP_**, (N para "NC", P para "Protection").
- Pueden leerse y escribirse mediante programas de CN.
- Pueden guardarse en archivos y volver a cargarse en el CN.

Tipo de datos

STRING

Todas las variables de sistema del tipo de datos STRING tienen las siguientes propiedades:

- Longitud máxima de string: 31 caracteres
- No se distingue entre mayúsculas y minúsculas
Ejemplo: "Eje1" es idéntico a "EJE1"
- Están permitidos los espacios vacíos y los caracteres especiales
Ejemplo: "Eje1" no es idéntico a " Eje 1"
- Los nombres que empiezan con **dos** guiones bajos "__" están reservados para fines del sistema y **no** pueden utilizarse para nombres definidos por el usuario.

Nota

Espacio inicial

Dado que los espacios son caracteres válidos y diferenciadores, los nombres que comienzan por un **espacio** seguidos de **dos** guiones bajos "__" pueden utilizarse, en principio, para nombres definidos por usuario. Debido al peligro de confusión con nombres de sistema, **no** recomendamos este procedimiento.

Índice_1

A través de Índice_1 se direccionan las diferentes zonas protegidas. Índice 0 → 1.ª zona protegida, índice 1 → 2.ª zona protegida, ... n → (n+1) zona protegida, con n = (\$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS - 1)

Todas las variables de sistema de una zona protegida tienen el mismo índice.

Índice_2

En variables de sistema que definen un par de colisión se direccionan a través de Índice_2 las zonas protegidas del par de colisión.

- 0 → 1.ª Zona protegida
- 1 → 2.ª Zona protegida

4.2.2 Datos de opciones

Para habilitar la prevención de colisiones en la modalidad deseada son relevantes los siguientes datos de opciones:

- MD19830 \$ON_COLLISION_MASK (alcance de funciones de la prevención de colisiones)

Nota

Si en MD19830 hay opciones activadas que no pueden estar activas simultáneamente, se emite la alarma 8032.

- MD19840 \$ON_NUM_CHANNELS_CA_MULTICHAN (número máximo de canales para prevención de colisiones multicanal)

Nota

Al intentar utilizar varios canales de los habilitados para la prevención de colisiones con MD19840, se emite la alarma 8029.

4.2.3 Datos de máquina

4.2.3.1 Tolerancia de colisión

Con este dato de máquina se ajusta la tolerancia de colisión (precisión de la comprobación de colisiones) para todas las zonas protegidas del CN sometidas a vigilancia de colisión. Si la distancia entre dos zonas protegidas pasa a ser inferior a la distancia de colisión (es decir, la suma de la distancia de seguridad (Página 83) y la tolerancia de colisión) hay una colisión inminente.

MD10619 \$MN_COLLISION_TOLERANCE = <tolerancia de colisión>

Precisión de zonas protegidas generadas automáticamente

La tolerancia de colisión determina la precisión de los cuerpos de las zonas protegidas generadas automáticamente (p. ej., zonas protegidas de herramienta automáticas). La precisión de los cuerpos de zona protegida generados por aproximación mediante superficies triangulares es 1/3 de la tolerancia de colisión.

Efectos

Cuanto menor se ajuste la tolerancia de colisión, mayor será el número de superficies triangulares necesarias para modelar las zonas protegidas generadas automáticamente y el tiempo de cálculo para la detección de colisiones.

Ajuste recomendado

Tolerancia de colisión \approx 1 mm

4.2.3.2 Distancia de seguridad

Con este dato de máquina se ajusta la distancia de seguridad para todas las zonas protegidas del CN sometidas a vigilancia de colisión. La prevención de colisiones garantiza que la distancia de seguridad no se rebase por defecto.

MD10622 \$MN_COLLISION_SAFETY_DIST = <Distancia de seguridad>

Nota

Distancia de seguridad específica para un par de colisión

Si se ha ajustado una distancia de seguridad específica para un par de colisión mediante la variable de sistema \$NP_SAFETY_DIST (Página 88), este ajuste tiene preferencia frente a la distancia de seguridad específica del CN ajustada en el dato de máquina.

4.2.3.3 Espacio de memoria máximo

Con este dato de máquina se ajusta el valor máximo del espacio de memoria en Kbytes que puede ser ocupado por la prevención de colisiones.

MD18896 \$MN_MM_MAXNUM_3D_COLLISION = <Valor>

Valor	Significado
0	El control calcula automáticamente el valor máximo del espacio de memoria a partir de los siguientes datos de máquina: <ul style="list-style-type: none"> • MD18890 \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS • MD18892 \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM • MD18894 \$MN_MM_MAXNUM_3D_FACETS_INTERN • MD18895 \$MN_MM_MAXNUM_3D_FACETS
> 0	Valor máximo = valor parametrización [Kbytes]

Nota

En este dato de máquina solo hay que especificar un valor > 0 si se muestra una de las siguientes alarmas:

- Alarma 26262 "No hay espacio de memoria suficiente para la comprobación de colisión de dos zonas protegidas"
- Alarma 26263 "No hay espacio de memoria suficiente para el cálculo de distancia de dos zonas protegidas"

4.2.3.4 Número máximo de pares de colisión

El número máximo de pares de colisión posible afecta a:

- La longitud m de los campos de variables de sistema (p. ej., \$NP_COLL_PAIR[m, ...])
- El espacio de memoria de usuario necesario para la prevención de colisiones
- El tamaño de los archivos de puesta en marcha

Con este dato de máquina se puede limitar el número máximo de pares de colisión posibles:

MD18898 \$MN_MM_MAXNUM_3D_COLL_PAIRS = <Valor>

<Valor>	Significado
0	Para el número máximo de pares de colisión posible MCP rige lo siguiente: MCP = valor máximo del dato de máquina
x > 0	Para el número máximo de pares de colisión posible MCP rige lo siguiente: MCP = x, con $0 < x \leq$ valor máximo del dato de máquina
Cualquier valor mayor que el valor máximo permitido para el dato de máquina se limita internamente al valor máximo. No se muestra ninguna indicación al usuario al respecto.	

4.2.3.5 Longitud de la vista previa

La longitud del búfer para la vista previa de la prevención de colisiones se define con el dato de máquina:

MD18951 \$MN_MM_COLLISION_PREVIEW_LEN = <Número ciclos IPO>

Valor predeterminado: 100

En máquinas que por tener ajustados valores dinámicos bajos necesitan una distancia de frenado larga, este valor debería aumentarse de la siguiente forma:

MD18951 = 200

En caso de que, si existe peligro de colisión, con este ajuste se emita siempre la alarma 26285 "Parada de emergencia por colisión" en lugar de la alarma 26265 "Colisión de ambas zonas protegidas...", debería activarse el valor máximo del dato de máquina:

MD18951 = 300

4.2.3.6 Longitud de la rampa de frenado

La longitud del búfer para la rampa de frenado de la prevención de colisiones se define con el dato de máquina:

MD18952 \$MN_MM_COLLISION_BRAKEPATH_LEN = <Número ciclos IPO>

Valor predeterminado: 200

En máquinas que por tener ajustados valores dinámicos bajos necesitan una distancia de frenado larga, este valor debería aumentarse de la siguiente forma:

MD18951 = 400

En caso de que, si existe peligro de colisión, con este ajuste se emita siempre la alarma 26285 "Parada de emergencia por colisión" en lugar de la alarma 26265 "Colisión de ambas zonas protegidas...", debería activarse el valor máximo del dato de máquina:

MD18951 = 600

4.2.3.7 Activar/desactivar niveles de protección para prevención de colisiones

Con este dato de máquina se ajusta el nivel de protección para la activación/desactivación de la prevención de colisiones desde la interfaz de usuario. El nivel de protección puede especificarse separado por modo de operación y tipo de zona protegida.

Dato de máquina = <Nivel de protección>

Número	Identificador: \$MN_	Significado: Nivel de protección para activar/desactivar la prevención de colisiones
MD51160	ACCESS_WRITE_CA_MACH_JOG	Zonas protegidas de máquina, modo de operación JOG/MDA
MD51161	ACCESS_WRITE_CA_MACH_AUTO	Zonas protegidas de máquina, modo de operación AUTOMÁTICO,
MD51162	ACCESS_WRITE_CA_TOOL	Zonas protegidas de herramienta

Más información

Encontrará una descripción detallada de los niveles de protección en:

Manual de funciones Basic Functions; Various NC/PLC interface signals and functions > Functions > Access protection via password and keyswitch

4.2.4 Variables de sistema

4.2.4.1 Sinopsis

Con las siguientes variables de sistema se parametriza un par de colisión:

Nombre	Significado
\$NP_COLL_PAIR	Nombre de una zona protegida de un par de colisión
\$NP_SAFETY_DIST	Distancia de seguridad del par de zonas protegidas

En los siguientes capítulos se describen detalladamente las variables de sistema.

Nota

Establecer un estado de salida definido

Se recomienda generar un estado de salida definido antes de parametrizar la prevención de colisiones. Para ello hay que poner las variables de sistema de la prevención de colisiones a su valor predeterminado con la función DELOBJ().

Modificar valores de las variables de sistema

Si se modifica el valor de una de las variables de sistema arriba indicadas, el cambio será visible de inmediato en la interfaz de usuario (p. ej., SINUMERIK Operate). Sin embargo, el modelo de máquina del CN no se actualiza hasta que se solicita explícitamente el recálculo llamando la función PROTA() (Página 92) o PROTS() (Página 93).

4.2.4.2 \$NP_COLL_PAIR

Función

En esta variable de sistema deben especificarse los nombres de las dos zonas protegidas que forman el par de colisión. El orden de ambas zonas protegidas es irrelevante.

Pares de colisión

Dado que el control de colisión es una tarea que requiere cálculos exhaustivos, no tiene sentido que la prevención de colisiones vigile por principio siempre todas las zonas protegidas ante colisión entre sí. Ejemplos en los que el control de colisión no es útil:

- Zonas protegidas que por su construcción no pueden colisionar entre sí
- Zonas protegidas definidas sin vinculación con la cadena cinemática

De entre todas las zonas protegidas parametrizadas, el usuario debe determinar cuáles pueden colisionar realmente en la máquina y definir las como pares de colisión. Solo esas zonas protegidas serán supervisadas por la prevención de colisiones.

Para definir un par de colisión deben especificarse los nombres de ambas zonas protegidas en dos variables de sistema con el mismo índice de par de colisión. Una zona protegida con el índice de zona protegida 0, la otra con el índice de zona protegida 1.

Pertenencia a un par de colisión

La función COLLPAIR() (Página 92) permite comprobar si dos zonas protegidas están parametrizadas como par de colisión.

Sintaxis

`$NP_COLL_PAIR[<m>,<i>] = "<Nombre>"`

Significado

\$NP_COLL_PAIR:	Nombre de la primera y segunda zona protegida de un par de colisión	
	Tipo de dato:	STRING
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía)
<m>:	Índice de variable de sistema o de par de colisión	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (M - 1) ¹⁾
<i>:	Índice de zona protegida	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0 (primera zona protegida), 1 (segunda zona protegida)
<Name>:	Nombre de la zona protegida	
	Tipo de dato:	STRING
1) $M = n * (n - 1) / 2$ con $n = \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS$		

Ejemplo

Se han definido dos zonas protegidas con los nombres "Mesa giratoria" y "Herramienta en cabezal", cuya colisión debe vigilarse. Ambas zonas protegidas deben someterse a vigilancia de colisión entre sí. La definición correspondiente se realiza en el séptimo par de colisión:

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_COLL_PAIR[6,0] = "Mesa giratoria"	; 7.º par de colisión, ; 1.ª Zona protegida
N110 \$NP_COLL_PAIR[6,1] = "Herramienta en cabezal"	; 7.º par de colisión, ; 2.ª Zona protegida

Condiciones

- Al formar un par de colisión hay que asegurarse de que cada zona protegida del par posea como mínimo un elemento identificado con \$NP_USAGE = "C" o "A" (Página 49). De lo contrario no se puede realizar ningún cálculo de colisión o de distancia (Página 94) con la zona protegida.
- Las zonas protegidas de un par de colisión solo se someten a vigilancia de colisión si ambas zonas están en estado de vigilancia de zona protegida activada. Ver "Diagrama de estados Zona protegida (Página 75)".

4.2.4.3 \$NP_SAFETY_DIST

Función

En la variable de sistema se registra la distancia de seguridad específica del par de colisión. La prevención de colisiones garantiza que esta distancia de seguridad no se rebase por defecto.

Si en las variables de sistema se introduce un valor diferente a 0.0, para ese par de colisión no se tiene en cuenta la distancia de seguridad general de MD10622 \$MN_COLLISION_SAFETY_DIST (Página 83).

Si en las variables de sistema se indica el valor 0.0, se aplica la distancia de seguridad ajustada en el dato de máquina.

Sintaxis

```
$NP_SAFETY_DIST[<m>] = <valor>
```

Significado

\$NP_SAFETY_DIST:	Distancia de seguridad del par de colisión	
	Tipo de dato:	REAL
	Valor predeterminado:	0.0

<m>:	Índice de variables de sistema y/o de zonas protegidas	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	0, 1, 2, ... (M - 1) ¹⁾
<Valor>:	Distancia de seguridad	
	Tipo de dato:	REAL
	Rango de valores:	0.0 ≤ x ≤ + valor REAL máx.
	Unidad:	mm o pulgadas (en función del ajuste actual para cotas)
1) $M = n * (n - 1) / 2$ con n = \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS		

Ejemplo

La distancia de seguridad para las zonas protegidas del séptimo par de colisión debe ser 1,0 mm (sistema de entrada: métrico).

Código de programa	Comentario
N100 \$NP_SAFETY_DIST[6] = 1.0	; 7.º par de colisión, ; distancia de seguridad=1.0

4.2.5 Variables de sistema avanzadas

4.2.5.1 Sinopsis

A través de las siguientes variables de sistema se puede leer información adicional sobre estados internos y valores de la prevención de colisiones:

- Datos de estado (Página 89)
- Estimación de la distancia de frenado (Página 91)

4.2.5.2 Datos de estado

A través de las siguientes variables de sistema (variables BTSS) pueden leerse datos de estado de la prevención de colisiones

Variable de sistema	Variable BTSS	Descripción
\$AN_COLL_STATE[<m>]	anCollState[<m>]	Estado actual de una zona protegida (activa/inactiva) en referencia a la prevención de colisiones
\$AN_COLL_STATE_COND[<m>]	anCollStateCond[<m>]	Estado de vigilancia (codificado por bits) de una zona protegida
\$AN_COLL_IPO_ACTIVE	anCollIpoActive	Estado de activación de la prevención de colisiones en la ejecución de secuencias (activo/inactivo)

Variable de sistema	Variable BTSS	Descripción
\$AN_COLL_IPO_LIMIT	anCollIpoLimit	Reducción de velocidad por parte de la prevención de colisiones en la ejecución de secuencias (activo/inactivo)
\$AN_COLL_LOAD[<i>] ¹⁾	anCollLoad[<i>] ¹⁾	Tiempo de cálculo requerido para la función de prevención de colisiones <i>
\$AN_COLL_TIMEOUT_CNTR	anCollTimeoutCntr	Contador para la comprobación de colisión incompleta
\$AN_ACTIVATE_COLL_CHECK[<j>]	anActivateColl-Check[<j>]	Estado actual de la interfaz CN/PLC con índice <j> para 8 bytes en cada caso: <Nc>.collisionProtAreas.out.activate (activar zonas protegidas)
\$AN_COLL_CHECK_OFF	anCollCheckOff	Estado actual de la interfaz CN/PLC: <Nc>.collision.out.deactivate... (Desactivar grupo de zonas protegidas 1 - 8) Ver más abajo la tabla "Señales de PLC"
\$AA_COLLPOS[<a>]	aaCollPos	Posición del eje <a> en el sistema de coordenadas de máquina (MKS) en la última alarma de colisión ocurrida
\$AC_COLLPOS[<k>]	acCollPos	Vector <k> a la posición de colisión en el sistema de coordenadas terrestre en la última alarma de colisión ocurrida
a: Nombre de eje i: 0 = función 1, 1 = función 2, 2 = función 3, ... j: Índice 0, 1, 2, ... para un campo de bits de 8 bytes de ancho en cada caso. k: Índice de coordenadas k = 1, 2, 3 para coordenadas X, Y, Z m: Índice de variables de sistema o de zonas protegidas 0, 1, 2, ... (MD18890 \$MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS - 1)		
1) La variable de sistema puede reiniciarse escribiendo el valor 0. Cualquier otro valor se rechaza con un aviso de fallo.		

Información adicional

- Encontrará una descripción detallada de las variables de sistema en:
Manual de listas Variables de sistema
- Encontrará una descripción detallada de las señales de interfaz en:
Manual de funciones PLC

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Nc>.collisionProtAreas.out.activate	LBP_NC.A_CollCheck	DB10.DBX234.0..241.7
<Nc>.collision.out.deactivateMachineAreasAuto	LBP_NC.A_CA_DisableAutoMach	DB10.DBX58.0
<Nc>.collision.out.deactivateToolAreasAuto	LBP_NC.A_CA_DisableAutoTools	DB10.DBX58.1
<Nc>.collision.out.deactivateFixtureAreasAuto	LBP_NC.A_CA_DisableAutoWorkh	DB10.DBX58.2
<Nc>.collision.out.deactivateWorkpieceAreasAuto	LBP_NC.A_CA_DisableAutoWorkp	DB10.DBX58.3
<Nc>.collision.out.deactivateMachineAreasJog	LBP_NC.A_CA_DisableJogMach	DB10.DBX58.4
<Nc>.collision.out.deactivateToolAreasJog	LBP_NC.A_CA_DisableJogTools	DB10.DBX58.5
<Nc>.collision.out.deactivateFixtureAreasJog	LBP_NC.A_CA_DisableJogWorkh	DB10.DBX58.6
<Nc>.collision.out.deactivateWorkpieceAreasJog	LBP_NC.A_CA_DisableJogWorkp	DB10.DBX58.7

4.2.5.3 Estimación de la distancia de frenado

A través de las siguientes variables de sistema (variables BTSS) se puede leer la distancia de frenado (aproximada linealmente) estimada para un eje y las distancias de frenado proporcionales de movimientos solapados. La estimación solo tiene en cuenta el estado actual del eje. Devuelve, p. ej., la distancia de frenado 0.0 para un eje situado en ese momento en el punto de inversión como parte de una trayectoria circular.

Nota

Las variables de sistema solo ayudan a desarrollar funciones específicas de usuario en el marco de la prevención de colisiones y funciones similares.

Tabla 4-1 Sistema de coordenadas básico (BKS)

Variable de sistema	Variable BTSS	Significado
Distancia de frenado total		
\$AA_DTBREB[<a>]	aaDtbreb	Distancia de frenado total estimada aproximada linealmente
Distancias de frenado proporcionales en movimientos solapados		
\$AA_DTBREB_CMD[<a>]	aaDtbrebCmd	Proporción de comando
\$AA_DTBREB_CORR[<a>]	aaDtbrebCorr	Proporción de corrección
\$AA_DTBREB_DEP[<a>]	aaDtbrebDep	Proporción de acoplamiento
<a>: Nombre de eje		

Tabla 4-2 Sistema de coordenadas de máquina (MKS)

Variable de sistema	Variable BTSS	Significado
Distancia de frenado total		
\$AA_DTBREM[<a>]	aaDtbrem	Distancia de frenado total estimada aproximada linealmente
Distancias de frenado proporcionales en movimientos solapados		
\$AA_DTBREM_CMD[<a>]	aaDtbremCmd	Proporción de comando
\$AA_DTBREM_CORR[<a>]	aaDtbremCorr	Proporción de corrección
\$AA_DTBREM_DEP[<a>]	aaDtbremDep	Proporción de acoplamiento
<a>: Nombre de eje		

Más información

Encontrará una descripción detallada de las variables de sistema en:

Manual de listas Variables de sistema

4.3 Programación

4.3.1 Comprobación de par de colisión (COLLPAIR)

Consulte también

Diagrama de estados Zona protegida (Página 75)

4.3.2 Solicitar nuevo cálculo del modelo de máquina de la prevención de colisiones (PROTA)

Si en el programa de pieza se escriben variables de sistema de la secuencia cinemática \$NK_..., del modelado geométrico de máquina o de la prevención de colisiones \$NP_..., a continuación se debe llamar el procedimiento PROTA para que el cambio sea efectivo en el modelo de máquina interno del CN de la prevención de colisiones.

Sintaxis

PROTA [(<Par>)]

Descripción

PROTA:	Solicitar nuevo cálculo del modelo de máquina de la prevención de colisiones		
	<ul style="list-style-type: none"> Desencadena una parada de decodificación previa. Debe encontrarse sola en la secuencia. 		
<Par>:	Parámetro (opcional)		
	Tipo de dato:	STRING	
	Valor:	---	Sin parámetro. Se recalcula el modelo de máquina. Los estados de las zonas protegidas se conservan.
		"R"	Se recalcula el modelo de máquina. Se asigna a las zonas protegidas su respectivo estado de inicialización conforme a \$NP_INIT_STAT (Página 38).

Condiciones

Simulación

El procedimiento PROTA no debe utilizarse en programas de pieza en combinación con la simulación (simNC).

Ejemplo: Prevencción de la llamada PROTA mientras está activa la simulación.

Código de programa	Comentarios
...	

Código de programa	Comentarios
IF \$P_SIM == FALSE	; IF simulación no activa
PROTA	; THEN recalcular modelo de colisión
ENDIF	; ENDIF
...	

Consulte también

Asignar estado a la zona protegida (PROTS) (Página 93)

4.3.3 Asignar estado a la zona protegida (PROTS)

El procedimiento PROTS (. . .) asigna el estado de zonas protegidas conforme al valor indicado.

Sintaxis

PROTS (<State>[, <Name_1>, . . ., <Name_n>])

Descripción

PROTS:	Asignar el estado de zonas protegidas			
	<ul style="list-style-type: none"> • Debe encontrarse sola en la secuencia. 			
<State>:	Estado que se asignará a las zonas protegidas indicadas			
	Tipo de dato:	CHAR		
	Valor:	"A" o "a"	Estado: Activo	
		"I" o "i"	Estado: Inactivo	
		"P" o "p"	Estado: Preactivado o controlado por PLC ¹⁾	
"R" o "r"		Estado: Valor interno del CN del estado de inicialización ²⁾		
<Name_1> . . . <Name_n>:	Nombre de una o varias zonas protegidas a las que se debe asignar el estado indicado (opcional)			
	Si no se indica ningún nombre, se asignará el estado indicado a todas las zonas protegidas definidas.			
	Tipo de dato:	STRING		
	Rango de valores:	Nombres parametrizados de las zonas protegidas		
	Nota: El número máximo de zonas protegidas que pueden indicarse como parámetro depende únicamente del número máximo posible de caracteres por línea de código.			
¹⁾ La activación/desactivación se realiza a través de: <Nc>.collisionProtAreas.out.activate ²⁾ El estado adopta el valor interno del CN del estado de inicialización, es decir, el valor que tenía la variable de sistema \$NP_INIT_STAT (Página 38) en el instante de la última llamada de PROTA(...) (Página 92).				

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Nc>.collisionProtAreas.out.activate	LBP_NC.A_CollCheck	DB10.DBX234.0..241. 7

4.3.4 Determinación de la distancia de dos zonas protegidas (PROTD)

La función `PROTD (. . .)` calcula la distancia de dos zonas protegidas.

Propiedades de la función:

- El cálculo de distancia se realiza independientemente del estado de las zonas protegidas (activadas, desactivadas o preactivadas).
- Para el cálculo de la distancia de dos zonas protegidas se consideran solo los elementos de zona protegida identificados mediante `$NP_USAGE = "C"` o `"A"` (Página 49). Los elementos de la zona protegida identificados con `$NP_USAGE = "V"` no se tienen en cuenta.
- Las zonas protegidas en las que todos los elementos de la zona protegida están identificados con `$NP_USAGE = "V"` no pueden utilizarse para el cálculo de distancia.
- El cálculo de distancia se realiza con las posiciones válidas al final de la secuencia anterior.
- Las superposiciones que se tienen en cuenta para el cálculo en el proceso principal, p. ej. decalaje DRF o decalajes de origen externos, se incluyen en el cálculo de distancia con los valores vigentes en el **momento de interpretación** de la función.

Nota**Sincronización**

Si se utiliza la función `PROTD (. . .)`, es responsabilidad exclusiva del usuario sincronizar, en caso necesario, el proceso principal y la decodificación previa mediante una parada de decodificación previa `STOPRE`.

Colisión

Si hay una colisión entre las zonas protegidas indicadas, la función devuelve una distancia de 0,0. Se produce una colisión cuando las dos zonas protegidas se tocan o penetran.

La distancia de seguridad para la comprobación de colisión (`MD10622 $MN_COLLISION_SAFETY_DIST`) no se tiene en cuenta para el cálculo de la distancia.

Sintaxis

```
[<RetVal> =] PROTD ([<Name_1>], [<Name_2>], VAR <Vector>[, <System>])
```

Significado

PROTD:	Calcular la distancia de las dos zonas protegidas indicadas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Debe encontrarse sola en la secuencia.

<RetVal>:	Valor de retorno de la función: Valor absoluto de la distancia de las dos zonas protegidas o 0,0 en caso de existir colisión (ver arriba apartado "Colisión")				
	Tipo de dato:	REAL			
	Rango de valores:	$0,0 \leq x \leq +\text{máx. valor REAL}$			
<Name_1>, <Name_2>:	Nombres de las dos zonas protegidas cuya separación se desea calcular (opcional)				
	Tipo de dato:	STRING			
	Rango de valores:	Nombres parametrizados de zonas protegidas			
	Valor predeterminado:	"" (cadena vacía) Si no se indica ninguna zona protegida, la función calcula la menor distancia actual a partir de todas las zonas protegidas activadas y preactivadas contenidas en el modelo de colisión.			
<Vector>:	Valor de retorno: Vector tridimensional de la distancia entre la zona protegida <Name_2> y la zona protegida <Name_1> con:				
	<ul style="list-style-type: none"> • <Vector>[0]: coordenada X en el sistema de coordenadas mundial • <Vector>[1]: coordenada Y en el sistema de coordenadas mundial • <Vector>[2]: coordenada Z en el sistema de coordenadas mundial 				
	En caso de colisión: <Vector> == vector nulo				
	Tipo de dato:	VAR REAL [3]			
	Rango de valores:	<Vector> [n]: $0,0 \leq x \leq \pm\text{valor REAL máx.}$			
<System>:	Sistema de unidades (pulgada/métrico) para la distancia y el vector de distancia (opcional)				
	Tipo de dato:	BOOL			
	Valor:	<table border="1"> <tr> <td>FALSE (Predeterminado)</td> <td>Sistema de unidades conforme al comando G actualmente activo del grupo G 13 (G70, G71, G700, G710).</td> </tr> <tr> <td>TRUE</td> <td>Sistema de unidades de acuerdo con el sistema base ajustado: MD52806 \$MN_ISO_SCALING_SYSTEM</td> </tr> </table>	FALSE (Predeterminado)	Sistema de unidades conforme al comando G actualmente activo del grupo G 13 (G70, G71, G700, G710).	TRUE
FALSE (Predeterminado)	Sistema de unidades conforme al comando G actualmente activo del grupo G 13 (G70, G71, G700, G710).				
TRUE	Sistema de unidades de acuerdo con el sistema base ajustado: MD52806 \$MN_ISO_SCALING_SYSTEM				

4.4 Ejemplo

4.4.1 Especificaciones

Información general

A partir de una fresadora de 3 ejes simplificada se muestra el procedimiento básico para la parametrización de la prevención de colisiones a través de un programa de pieza. En el programa de pieza se escriben todas las variables de sistema relevantes para la prevención de colisiones:

- Cadena cinemática \$NK_...
- Modelado geométrico de máquina \$NP_...
- Prevencción de colisiones \$NP_...

4.4 Ejemplo

En el programa de pieza se activa a continuación el modelo de máquina, de modo que tras la ejecución del programa de pieza la prevención de colisiones está completamente parametrizada y activa para la fresadora de 3 ejes.

Datos opcionales y de máquina

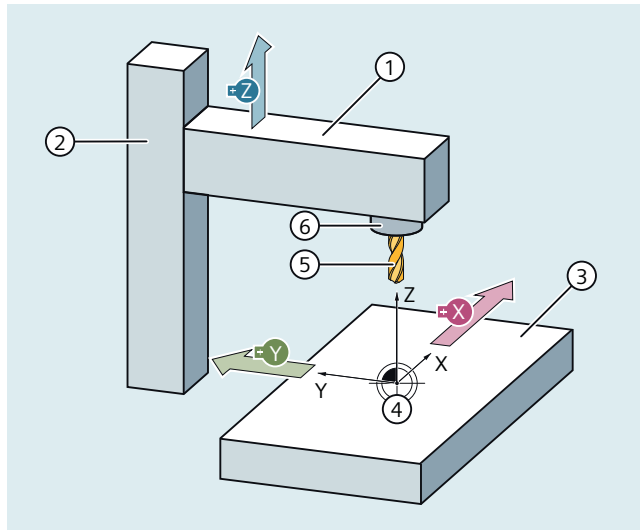
Para el ejemplo deben ajustarse los siguientes datos de opción y de máquina:

N.º	Dato opcional: \$ON_	Valor
MD19830	COLLISION_MASK	2
MD19840	NUM_CHANNELS_CA_MULTICHAN	1

N.º	Dato de máquina: \$MN_	Valor
MD10619	COLLISION_TOLERANCE	1
MD18880	MM_MAXNUM_KIN_CHAIN_ELEM	10
MD18890	MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS	10
MD18892	MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM	10
MD18893	MM_MAXNUM_3D_T_PROT_ELEM	1
MD18894	MM_MAXNUM_3D_FACETS_INTERN	1000
MD18895	MM_MAXNUM_3D_FACETS	3000
MD18896	MM_MAXNUM_3D_COLLISION	0
MD18897	MM_MAXNUM_3D_INTERFACE_IN	16
MD18899	PROT_AREA_TOOL_MASK	1

Estructura básica de la fresadora de 3 ejes

La siguiente imagen muestra la estructura básica de la máquina.



- ① Eje Z
- ② Soporte
- ③ Mesa
- ④ Origen de máquina = punto de referencia
- ⑤ Herramienta
- ⑥ Portaherramientas

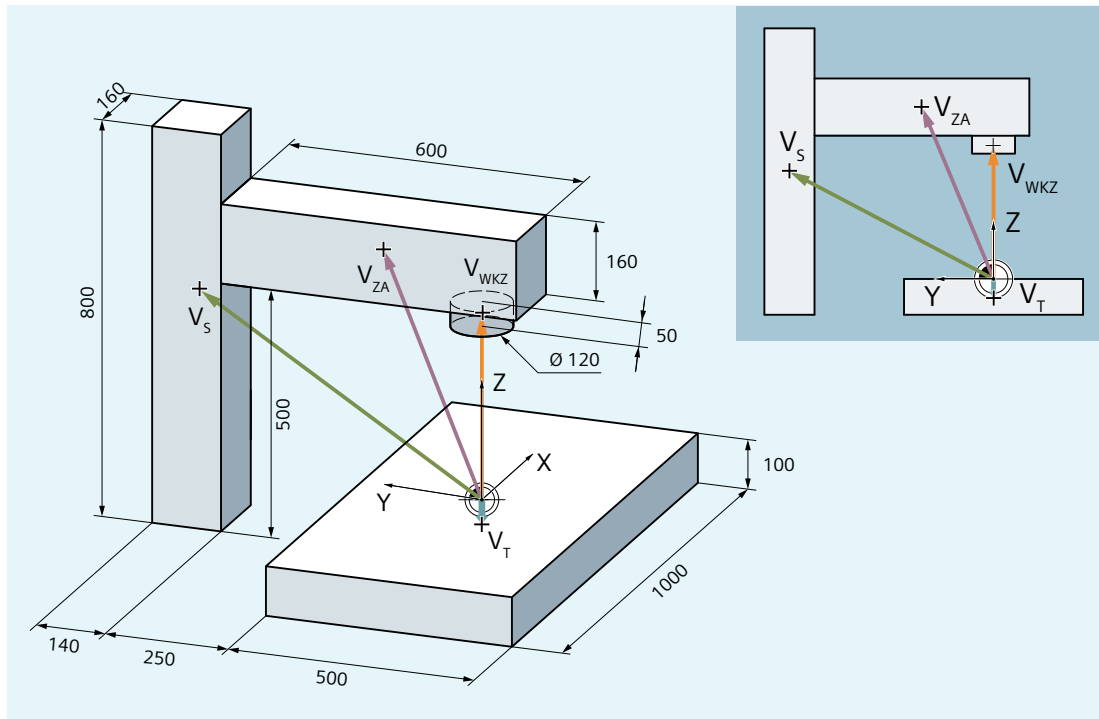
Los elementos de la máquina/las zonas protegidas tienen asignados los siguientes ejes de máquina.

Elementos de la máquina/zonas protegidas	Eje de máquina
Mesa	X1, Y1
Eje Z	Z1
Soporte	---
Portaherramientas	Z1
Herramienta	Z1

4.4 Ejemplo

Croquis acotado

En el siguiente croquis acotado se indican las dimensiones de los elementos de zona protegida y su ubicación (vectores al centro del elemento de la zona protegida) en referencia al origen de máquina.



Vectores al punto medio de los elementos de zona protegida

V_{WKZ}	Portaherramientas (0;0;25)
V_{ZA}	Eje Z (0;200;130)
V_S	Soporte (0;570;350)
V_T	Mesa (0;0;-50)

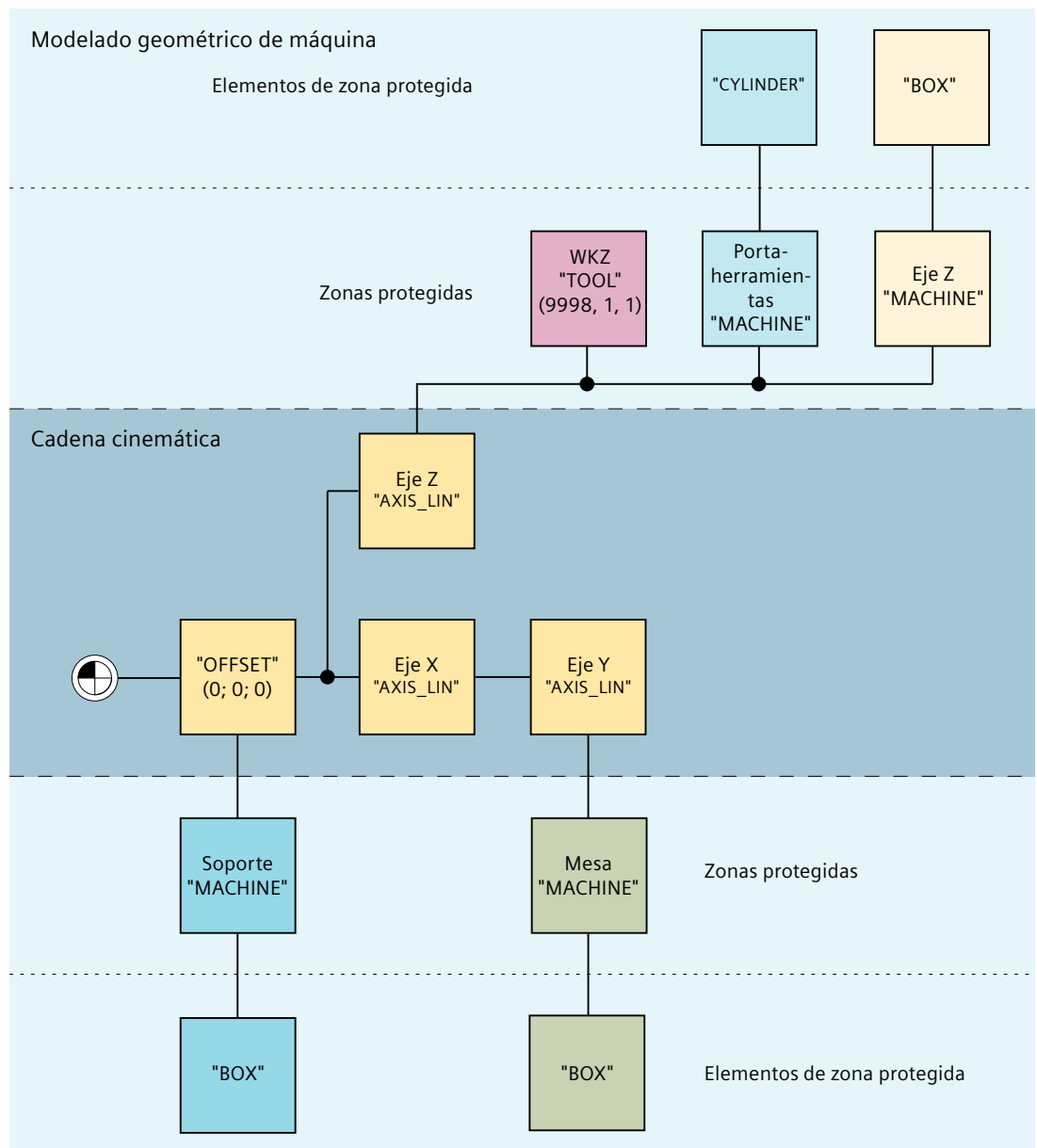
Cadena cinemática

La cadena cinemática (ver la siguiente figura) comienza con un elemento del tipo "decalaje". A este se le asignan todas las zonas protegidas estáticas de la máquina. En el ejemplo es únicamente la zona protegida "Soporte".

Al elemento de decalaje le siguen los elementos cinemáticos de los ejes de máquina:

- Los ejes Z y X se desplazan con independencia entre sí \Rightarrow \$NK_PARALLEL
- El eje Y se desplaza con dependencia del eje X \Rightarrow \$NK_NEXT

Los elementos cinemáticos de los ejes de máquina son las diferentes zonas protegidas del modelado geométrico de la máquina



Pares de colisión

Para el ejemplo se parte de la suposición de que solo deben considerarse los siguientes pares de colisión:

- Portaherramientas - mesa
- Herramienta - mesa

4.4.2 Programa de pieza del modelo de máquina

Código de programa

```

;*****
;***** Ejemplo *****
; Fresadora: 3 ejes lineales, 1 cabezal
; mesa => X1, Y1
; eje Z, portaherramientas, herramienta => Z1
;*****
; Versión: 11.02.2013, 15:34
;
;=====
; Datos de máquina utilizados para colisión
;=====
; MD10619 $MN_COLLISION_TOLERANCE = 1
;
; MD18880 $MN_MM_MAXNUM_KIN_CHAIN_ELEM = 100
; MD18890 $MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREAS = 10
; MD18892 $MN_MM_MAXNUM_3D_PROT_AREA_ELEM = 10
; MD18893 $MN_MM_MAXNUM_3D_T_PROT_ELEM = 100
; MD18894 $MN_MM_MAXNUM_3D_FACETS_INTERN = 1000
; MD18895 $MN_MM_MAXNUM_3D_FACETS = 3000
; MD18896 $MN_MM_MAXNUM_3D_COLLISION = 0
; MD18897 $MN_MM_MAXNUM_3D_INTERFACE_IN = 16
; MD18899 $MN_PROT_AREA_TOOL_MASK = 1
;
; MD19830 $ON_COLLISION_MASK = 2 ; opción
; MD19840 $ON_NUM_CHANNELS_CA_MULTICHAN = 1 ; opción
;
;
;=====
; Definiciones
;=====
DEF INT RETVAL = 0 ; Valor de retorno de la función de borrado
;
DEF INT C_NKE = 0 ; Índice para elementos cinemáticos
DEF INT C_NPC = 0 ; Índice para zonas protegidas
DEF INT C_NPE = 0 ; Índice para elementos de zona protegida
DEF INT C_NPP = 0 ; Índice para pares de colisión
;
;

```

Código de programa

```

;=====
; Inicialización de los datos de colisión
;=====
MSG("Zonas protegidas")
G4 F3
; Reiniciar todos los parámetros a su posición normal
;
RETVAL = DELOBJ("KIN_CHAIN_ELEM")
IF (RETVAL <> 0)
    MSG("Fallo: DELOBJ KIN_CHAIN_ELEM")
    G4 F5
ENDIF
;
RETVAL = DELOBJ("PROT_AREA_ALL")
IF RETVAL <> 0
    MSG("Fallo: DELOBJ PROT_AREA_ALL")
    G4 F5
ENDIF
;
RETVAL = DELOBJ("PROT_AREA_COLL_PAIRS")
IF RETVAL <> 0
    MSG("Fallo: DELOBJ PROT_AREA_COLL_PAIRS")
    G4 F5
ENDIF
;
;
;=====
; Cadena cinemática
;=====
; KE1: ROOT
; -----
$NK_NAME[C_NKE]      = "ROOT"
$NK_NEXT[C_NKE]     = "Eje X"
$NK_PARALLEL[C_NKE] = ""
$NK_TYPE[C_NKE]     = "OFFSET"
;
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 0] = 0.0      ; X
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 1] = 0.0      ; Y
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 2] = 0.0      ; Z
;
$NK_AXIS[C_NKE]      = ""
$NK_A_OFF[C_NKE]     = 0.0
;
C_NKE = C_NKE + 1      ; siguiente elemento cinemático
;

```

4.4 Ejemplo

Código de programa

```

; -----
; Elemento cinemático: Eje X
; -----
$NK_NAME[C_NKE]      = "Eje X"
$NK_NEXT[C_NKE]     = "Eje Y"
$NK_PARALLEL[C_NKE] = "Eje Z"
$NK_TYPE[C_NKE]     = "AXIS_LIN"
;
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 0] = 1.0      ; X
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 1] = 0.0      ; Y
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 2] = 0.0      ; Z
;
$NK_AXIS[C_NKE]      = "X1"
$NK_A_OFF[C_NKE]     = 0.0
;
C_NKE = C_NKE + 1      ; siguiente elemento cinemático
;
; -----
; Elemento cinemático: Eje Y
; -----
$NK_NAME[C_NKE]      = "Eje Y"
$NK_NEXT[C_NKE]     = ""
$NK_PARALLEL[C_NKE] = ""
$NK_TYPE[C_NKE]     = "AXIS_LIN"
;
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 0] = 0.0      ; X
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 1] = 1.0      ; Y
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 2] = 0.0      ; Z
;
$NK_AXIS[C_NKE]      = "Y1"
$NK_A_OFF[C_NKE]     = 0.0
;
C_NKE = C_NKE + 1      ; siguiente elemento cinemático
;
; -----
; Elemento cinemático: Eje Z
; -----
$NK_NAME[C_NKE]      = "Eje Z"
$NK_NEXT[C_NKE]     = ""
$NK_PARALLEL[C_NKE] = ""
$NK_TYPE[C_NKE]     = "AXIS_LIN"
;
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 0] = 0.0      ; X
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 1] = 0.0      ; Y
$NK_OFF_DIR[C_NKE, 2] = 1.0      ; Z
;
$NK_AXIS[C_NKE]      = "Z1"
$NK_A_OFF[C_NKE]     = 0.0
;
C_NKE = C_NKE + 1      ; siguiente elemento cinemático
;
;

```

Código de programa

```

;=====
; Zonas protegidas con elementos de zona protegida
;=====
; Zona protegida 1: Soporte
; -----
$NP_PROT_NAME[C_NPC] = "Soporte"
$NP_PROT_TYPE[C_NPC] = "MACHINE"
$NP_CHAIN_ELEM[C_NPC] = "ROOT"
$NP_1ST_PROT[C_NPC] = "Soporte SBE"
$NP_PROT_COLOR[C_NPC] = 'HFFA0A0A4' ; AARRGGBB
$NP_BIT_NO[C_NPC] = -1
$NP_INIT_STAT[C_NPC] = "A"
;
C_NPC = C_NPC + 1 ; siguiente zona protegida
;
; -----
; elemento de zona protegida 1.1: Soporte SBE
; -----
$NP_NAME[C_NPE] = "Soporte SBE"
$NP_NEXT[C_NPE] = ""
$NP_NEXTP[C_NPE] = ""
$NP_TYPE[C_NPE] = "BOX"
;
; Dimensiones de paralelepípedo
$NP_PARA[C_NPE,0] = 160.0 ; Longitud
$NP_PARA[C_NPE,1] = 140.0 ; Anchura
$NP_PARA[C_NPE,2] = 800.0 ; Altura
;
; Punto medio
$NP_OFF[C_NPE,0] = 0.0 ; X
$NP_OFF[C_NPE,1] = 570.0 ; Y: xxx detrás de borde de mesa
$NP_OFF[C_NPE,2] = 350.0 ; Z: Borde inferior igual a borde inferior
mesa
;
$NP_DIR[C_NPE,0] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,1] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,2] = 0.0
;
$NP_ANG[C_NPE] = 0.0
;
$NP_COLOR[C_NPE] = 0
$NP_D_LEVEL[C_NPE] = 0
$NP_USAGE[C_NPE] = "V" ; V = solo visualización
$NP_FILENAME[C_NPE] = ""
;
C_NPE = C_NPE + 1 ; siguiente elemento de zona protegida
;

```

4.4 Ejemplo

Código de programa

```

;+++++
; zona protegida 2: Portaherramientas
; -----
$NP_PROT_NAME[C_NPC] = "Portaherramientas"
$NP_PROT_TYPE[C_NPC] = "MACHINE"
$NP_CHAIN_ELEM[C_NPC] = "Eje Z"
$NP_1ST_PROT[C_NPC] = "Portaherramientas SBE"
$NP_PROT_COLOR[C_NPC] = 'HFF000FF' ; AARRGGBB
$NP_BIT_NO[C_NPC] = -1
$NP_INIT_STAT[C_NPC] = "A"
;
C_NPC = C_NPC + 1 ; siguiente zona protegida
;
; -----
; Elemento de zona protegida 2.1: Portaherramientas SBE
; -----
$NP_NAME[C_NPE] = "Portaherramientas SBE"
$NP_NEXT[C_NPE] = ""
$NP_NEXTP[C_NPE] = ""
$NP_TYPE[C_NPE] = "CYLINDER"
;
; Dimensiones cilindro
$NP_PARA[C_NPE,0] = 50.0 ; Altura
$NP_PARA[C_NPE,1] = 60.0 ; Radio
$NP_PARA[C_NPE,2] = 0.0
;
; Punto medio
$NP_OFF[C_NPE,0] = 0.0 ; X
$NP_OFF[C_NPE,1] = 0.0 ; Y
$NP_OFF[C_NPE,2] = 25.0 ; Z: Media altura
;
$NP_DIR[C_NPE,0] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,1] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,2] = 0.0
;
$NP_ANG[C_NPE] = 0.0
;
$NP_COLOR[C_NPE] = 0
$NP_D_LEVEL[C_NPE] = 0
$NP_USAGE[C_NPE] = "A"
$NP_FILENAME[C_NPE] = ""
;
C_NPE = C_NPE + 1 ; siguiente elemento de zona protegida
;

```


Código de programa

```
; ++++++
; zona protegida 3: Herramienta
; -----
$NP_PROT_NAME[C_NPC] = "Herramienta"
$NP_PROT_TYPE[C_NPC] = "TOOL"
$NP_CHAIN_ELEM[C_NPC] = "Eje Z"
$NP_1ST_PROT[C_NPC] = ""
$NP_PROT_COLOR[C_NPC] = 'HFFFF0000' ; AARRGGBB
$NP_BIT_NO[C_NPC] = -1
$NP_INIT_STAT[C_NPC] = "A"
;
$NP_INDEX[C_NPC,0] = 1 ; solo relevante para tipo "TOOL"
$NP_INDEX[C_NPC,1] = 9998 ; N.º puesto herramienta/n.º cabezal
$NP_INDEX[C_NPC,2] = 1 ; n.º almacén/ -
; área TOA
;
C_NPC = C_NPC + 1 ; siguiente zona protegida
;
```

4.4 Ejemplo

Código de programa

```

; ++++++
; zona protegida 4: Eje Z
; -----
$NP_PROT_NAME[C_NPC] = "Eje Z"
$NP_PROT_TYPE[C_NPC] = "MACHINE"
$NP_CHAIN_ELEM[C_NPC] = "Eje Z"
$NP_1ST_PROT[C_NPC] = "Eje Z SBE"
$NP_PROT_COLOR[C_NPC] = 'HFFA0A0A4' ; AARRGGBB
$NP_BIT_NO[C_NPC] = -1
$NP_INIT_STAT[C_NPC] = "A"
;
C_NPC = C_NPC + 1 ; Siguiete zona protegida
;
; -----
; Elemento de zona protegida 4.1: Soporte SBE horizontal
; -----
$NP_NAME[C_NPE] = "Eje Z SBE"
$NP_NEXT[C_NPE] = ""
$NP_NEXTP[C_NPE] = ""

$NP_TYPE[C_NPE] = "BOX"
;
$NP_PARA[C_NPE,0] = 160.0
$NP_PARA[C_NPE,1] = 600.0
$NP_PARA[C_NPE,2] = 160.0
;
$NP_OFF[C_NPE,0] = 0.0
$NP_OFF[C_NPE,1] = 200.0
$NP_OFF[C_NPE,2] = 130.0
;
$NP_DIR[C_NPE,0] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,1] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,2] = 0.0
;
$NP_ANG[C_NPE] = 0.0
;
$NP_COLOR[C_NPE] = 0
$NP_D_LEVEL[C_NPE] = 0
$NP_USAGE[C_NPE] = "A"
$NP_FILENAME[C_NPE] = ""
;
C_NPE = C_NPE + 1 ; siguiente elemento de zona protegida
;

```

Código de programa

```

; ++++++
; zona protegida 5: Mesa
; -----
$NP_PROT_NAME[C_NPC] = "Mesa"
$NP_PROT_TYPE[C_NPC] = "MACHINE"
$NP_CHAIN_ELEM[C_NPC] = "Eje Y"
$NP_1ST_PROT[C_NPC] = "Mesa SBE"
$NP_PROT_COLOR[C_NPC] = 'HFF00FF00' ; AARRGGBB
$NP_BIT_NO[C_NPC] = -1
$NP_INIT_STAT[C_NPC] = "A"
;
C_NPC = C_NPC + 1 ; siguiente zona protegida
;
; -----
; Elemento de zona protegida 5.1: Mesa SBE
; -----
$NP_NAME[C_NPE] = "Mesa SBE"
$NP_NEXT[C_NPE] = ""
$NP_NEXTP[C_NPE] = ""
$NP_TYPE[C_NPE] = "BOX"
;
$NP_PARA[C_NPE,0] = 1000.0
$NP_PARA[C_NPE,1] = 500.0
$NP_PARA[C_NPE,2] = 100.0
;
$NP_OFF[C_NPE,0] = 0.0
$NP_OFF[C_NPE,1] = 0.0
$NP_OFF[C_NPE,2] = -50.0
;
$NP_DIR[C_NPE,0] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,1] = 0.0
$NP_DIR[C_NPE,2] = 0.0
;
$NP_ANG[C_NPE] = 0.0
;
$NP_COLOR[C_NPE] = 0
$NP_D_LEVEL[C_NPE] = 0
$NP_USAGE[C_NPE] = "A"
$NP_FILENAME[C_NPE] = ""
;
C_NPE = C_NPE + 1 ; siguiente elemento de zona protegida
;
;

```

4.4 Ejemplo

Código de programa

```
=====
; Pares de colisión
;=====
$NP_COLL_PAIR[C_NPP, 0] = "Portaherramientas"
$NP_COLL_PAIR[C_NPP, 1] = "Mesa"
;
C_NPP = C_NPP + 1           ; Siguiente par de colisión
;
$NP_COLL_PAIR[C_NPP, 0] = "Portaherramientas"
$NP_COLL_PAIR[C_NPP, 1] = "Mesa"
;
C_NPP = C_NPP + 1           ; Siguiente par de colisión
;
;=====
; activación del modelo de máquina
;=====
PROTA
PROTS("A")
;
M2
;===== FIN =====
```

Zonas protegidas

5.1 Función

Las zonas protegidas son zonas estáticas o móviles de 2 o 3 dimensiones que debe definir el usuario dentro de la máquina para proteger elementos de la máquina contra colisiones.

Pueden protegerse los elementos siguientes:

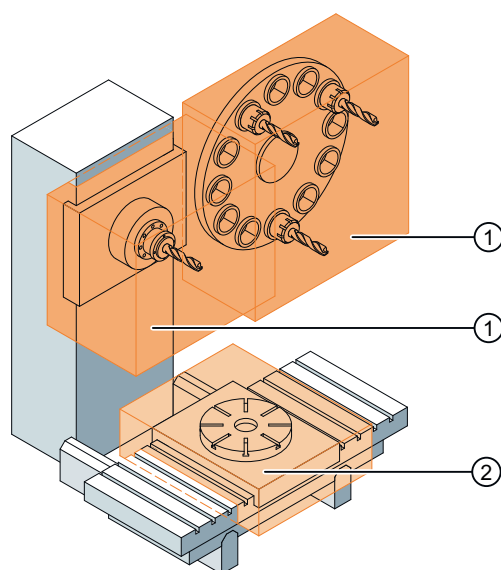
- Elementos de máquina fijos (p. ej., almacenes de herramientas, detectores orientables)
- Elementos de máquina móviles pertenecientes a la herramienta (p. ej., herramienta, portaherramientas).
- Elementos de máquina móviles pertenecientes a la pieza (p. ej., partes de la pieza, mesa de sujeción, garras de sujeción, mandril del cabezal, contrapunto).

Para que la protección de un elemento de máquina esté garantizado, la zona protegida debe definirse de tal forma que envuelva el elemento protegido por completo.

La vigilancia de las zonas protegidas se hace por canal, es decir, se produce una vigilancia mutua de colisiones en todas las zonas protegidas del canal.

Al ejecutar programas de pieza automáticamente en el modo de operación AUTOMÁTICO o MDA el CN comprueba al inicio de cada secuencia del programa de pieza si durante la ejecución de la trayectoria programada puede producirse una colisión entre zonas protegidas.

Tras desactivar manualmente una zona protegida se puede entrar en ella. Tras abandonar la zona protegida se vuelve a activar automáticamente la zona protegida.



- ① Zonas protegidas relativas a la **herramienta**
- ② Zona protegida relativa a la **pieza**

Figura 5-1 Ejemplo de zonas protegidas de una fresadora

Definición de zonas protegidas

Una zona protegida puede definirse bidimensional o tridimensionalmente a partir de cadenas poligonales con un máximo de 10 vértices y arcos como elementos de contorno. La definición puede realizarse mediante comandos en el programa de pieza (ver "Definición de las zonas protegidas (CROTDEF, NPROTDEF) (Página 117)") o mediante variables de sistema. Los elementos de contorno están todos en el plano seleccionable con G17, G18 o G19.

3.ª dimensión

La extensión de la zona protegida en la 3.ª dimensión puede limitarse entre $-\infty$ y $+\infty$:

- De $-\infty$ a $+\infty$
- De $-\infty$ a límite superior
- De valor límite inferior a $+\infty$
- De valor límite inferior a valor límite superior

Sistema de coordenadas

Una zona protegida se define relativa a los ejes geométricos de un canal y, por tanto, en el sistema básico de coordenadas.

Referencia

- Zonas protegidas relativas a la herramienta
Las coordenadas para las zonas protegidas relativas a la **herramienta** deben indicarse de forma absoluta respecto al **punto de referencia del portaherramientas F**.
- Zonas protegidas relativas a la pieza
Las coordenadas para las zonas protegidas relativas a la **pieza** deben indicarse de forma absoluta respecto al origen del **sistema de coordenadas básico (BKS)**.

Nota

Si no está activa ninguna zona protegida relativa a la herramienta, la trayectoria de la herramienta se comprueba respecto a las zonas protegidas relativas a la pieza.

Si no está activa ninguna zona protegida relativa a la pieza, no tiene lugar ninguna vigilancia de zonas protegidas.

Orientación

La orientación de las zonas protegidas se determina definiendo el plano (abscisa/ordenada) en el que se produce la descripción del contorno y el eje perpendicular al contorno de la zona protegida (aplicada).

La orientación de las zonas protegidas debe ser igual para zonas protegidas relativas a la herramienta y relativas a la pieza.

Zonas protegidas específicas de máquina/de canal

- Zonas protegidas específicas de la máquina
Los datos para zonas protegidas específicas de máquina se definen una vez en el control. Las zonas protegidas pueden activarse desde todos los canales.
- Zonas protegidas específicas de canal
Los datos de las zonas protegidas específicas de canal están definidas en un canal. Estas zonas protegidas solo pueden activarse desde ese canal.

Variable de sistema

Al definir las zonas protegidas mediante comandos en el programa de pieza, los datos de las zonas protegidas se depositan en variables de sistema. Las variables de sistema también pueden escribirse directamente, lo que significa que la definición de zonas protegidas también puede realizarse directamente en las variables de sistema. Para la descripción del contorno de una zona protegida rigen las mismas condiciones que para la definición de zonas protegidas mediante comandos en el programa de pieza (ver "Definición de las zonas protegidas (CPROTDEF, NPROTDEF) (Página 117)").

Las definiciones de zona protegida incluyen las siguientes variables de sistema:

Variable de sistema	Tipo	Descripción
\$SN_PA_ACTIV_IMMED[<n> \$SC_PA_ACTIV_IMMED[<n>]	BOOL	Tipo de activación Las zonas protegidas están activas/no activas inmediatamente después del arranque del control y la referenciación de los ejes. FALSE No activo inmediatamente TRUE Activo inmediatamente
\$SN_PA_T_W[<n> \$SC_PA_T_W[<n>]	INT	Tipo de zona protegida 0 Zona protegida relativa a la pieza 1 Reservado 2 Reservado 3 Zona protegida relativa a la herramienta
\$SN_PA_ORI[<n> \$SC_PA_ORI[<n>]	INT	Orientación de la zona protegida, es decir, cadena poligonal en el plano compuesto por: 0 1.er y 2.º eje geométrico 1 3.er y 1.er eje geométrico 2 2.º y 3.er eje geométrico
\$SN_PA_LIM_3DIM[<n> \$SC_PA_LIM_3DIM[<n>]	INT	Tipo de limitación en la 3.ª dimensión 0 Sin limitaciones 1 Límite en sentido positivo 2 Límite en sentido negativo 3 Límite en sentido positivo y negativo
\$SN_PA_PLUS_LIM[<n> \$SC_PA_PLUS_LIM[<n>]	REAL	Valor de la limitación en sentido positivo en la 3.ª dimensión
\$SN_PA_MINUS_LIM[<n> \$SC_PA_MINUS_LIM[<n>]	REAL	Valor de la limitación en sentido negativo en la 3.ª dimensión
\$SN_PA_CONT_NUM[<n> \$SC_PA_CONT_NUM[<n>]	INT	Número de elementos de contorno válidos
\$SN_PA_CONT_TYP[<n>, <i> \$SC_PA_CONT_TYP[<n>, <i>	INT	Tipo de contorno[<i>], tipo de contorno (G1, G2, G3) del elemento de contorno n.º <i>
\$SN_PA_CONT_ABS[<n>, <i> \$SC_PA_CONT_ABS[<n>, <i>	REAL	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa
\$SN_PA_CONT_ORD[<n>, <i> \$SC_PA_CONT_ORD[<n>, <i>	REAL	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada
\$SN_PA_CENT_ABS[<n>, <i> \$SC_PA_CENT_ABS[<n>, <i>	REAL	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa absoluto
\$SN_PA_CENT_ORD[<n>, <i> \$SC_PA_CENT_ORD[<n>, <i>	REAL	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada absoluto
<p>\$SN_... son variables de sistema para zonas protegidas específicas de CN o de máquina. \$SC_... son variables de sistema para zonas protegidas específicas de canal. El índice "<n>" corresponde al número de la zona protegida: 0 = 1.ª zona protegida El índice "<i>" corresponde al número del elemento de contorno: 0 = 1.er elemento de contorno Los elementos de contorno deben definirse en orden ascendente.</p>		

Nota

¡Las variables de sistema de las definiciones de zona protegida no se restauran con REORG (reorganización)!

Datos de las definiciones de zonas protegidas**Almacenamiento de datos**

Las definiciones de zona protegida se almacenan en los siguientes ficheros:

Fichero	Bloques
_N_NCK_PRO	Bloque de datos para zonas protegidas específicas de máquina
_N_CHAN1_PRO	Bloque de datos para zonas protegidas específicas de canal del canal 1
_N_CHAN2_PRO	Bloque de datos para zonas protegidas específicas de canal del canal 2

Copia de seguridad de datos

De las definiciones de zona protegida se realiza una copia de seguridad en los siguientes ficheros:

Fichero	Bloques
_N_INITIAL_INI	Todos los bloques de datos de las zonas protegidas
_N_COMPLETE_PRO	Todos los bloques de datos de las zonas protegidas
_N_CHAN_PRO	Todos los bloques de datos de las zonas protegidas específicas de canal

Activar, preactivar y desactivar zonas protegidas**Estado de activación**

El estado de activación de una zona protegida puede adoptar los siguientes valores:

- Activado
- Preactivado
- Preactivado con parada condicionada
- Desactivado

El estado de activación siempre es específico del canal, también en zonas protegidas específicas de máquina.

Activación, preactivación y desactivación en el programa de pieza

El estado de activación de una zona protegida puede modificarse en todo momento mediante comandos en el programa de pieza (ver "Activar/desactivar zonas protegidas (CPROT, NPROT) (Página 121)").

Nota

Una zona protegida solo se tiene en cuenta después de referenciar todos los ejes geométricos del canal en el que se ha activado.

Las zonas protegidas que deben activarse más adelante desde el programa de usuario del PLC (ver a continuación) deben estar preactivadas en el programa de pieza.

Las zonas protegidas preactivadas se muestran a través de las siguientes señales de interfaz CN/PLC:

- `<Chan>.protAreas[1].in.ncPreactivated` (zona protegida específica de máquina 1 - 10 preactivada) == 1
- `<Chan>.protAreas[1].in.chanPreactivated` (zona protegida específica de canal 1 - 10 preactivada) == 1

Preactivación con parada condicionada

ATENCIÓN

Posibilidad de intrusión de zona protegida

Si una zona protegida preactivada con parada condicionada no se activa a tiempo, es posible que el NC no se detenga a tiempo antes de la zona protegida debido a la distancia de frenado no considerada en el momento de la activación.

En el caso de una zona protegida con parada condicionada los movimientos de desplazamiento **no** se detienen antes de la zona en cuestión si el movimiento entra en la zona protegida. La parada se produce solo si la zona protegida se ha activado. Este comportamiento pretende permitir una ejecución sin interrupciones controlada por el usuario en caso de que la zona protegida solo se requiera parcialmente.

Activación a través de señales de interfaz CN/PLC

Solo las zonas protegidas **preactivadas** a través del programa de pieza se pueden activar en el programa de usuario del PLC mediante señales de interfaz NC/PLC:

- `<Chan>.protAreas[1].out.nc` (activar zona protegida específica de máquina 1 - 10) = 1
- `<Chan>.protAreas[1].out.chan` (activar zona protegida específica de canal 1 - 10) = 1

La activación de zonas protegidas preactivadas debe ser previa al movimiento de desplazamiento de los ejes geométricos. Si la activación se produce durante el movimiento de desplazamiento, las zonas protegidas en cuestión ya no se tendrán en cuenta para el movimiento de desplazamiento actual. Reacción:

- Alarma 10704 "No está asegurada la vigilancia de la zona protegida"
- `<Chan>.basic.in.protAreasNotGuaranteed` (vigilancia de zona protegida no garantizada) = 1

Nota

La activación de zonas protegidas preactivadas debe ser previa al movimiento de desplazamiento de los ejes geométricos.

Desactivación a través de señales de interfaz CN/PLC

Solo las zonas protegidas **preactivadas** a través de un programa de pieza y las activadas a través de señales de interfaz CN/PLC se pueden volver a desactivar mediante señales de interfaz NC/PLC:

- `<Chan>.protAreas[1].out.nc` (activar zona protegida específica de máquina 1 - 10) = 0
- `<Chan>.protAreas[1].out.chan` (activar zona protegida específica de canal 1 - 10) = 0

Las zonas protegidas **activadas** directamente a través de un programa de pieza **no** pueden desactivarse desde el programa de usuario del PLC.

Desactivación automática en un cambio de transformada/intercambio de eje geométrico

En el ajuste estándar las zonas protegidas activas se desactivan automáticamente al cambiar una transformada o al producirse un intercambio de eje geométrico. Si, por el contrario, las zonas protegidas deben permanecer activas, hay que adaptar el dato de máquina codificado por bits MD10618 \$MN_PROTAREA_GEOAX_CHANGE_MODE en correspondencia (ver "Datos de máquina (Página 116)").

Estado de activación en estados especiales del sistema**Búsqueda de secuencia con cálculo**

En la búsqueda de secuencia con cálculo siempre se calcula el último estado de activación programado para una zona protegida.

Prueba de programa

En los modos de operación AUTOMÁTICO y MDA las zonas protegidas activadas y preactivadas también se vigilan en el estado "Prueba de programa".

RESET de CN y fin del programa

El estado de activación de una zona protegida se conserva más allá de un RESET del CN o del fin del programa.

Visualización de intrusiones de zonas protegidas

Las intrusiones en zonas protegidas activadas o las posibles intrusiones en zonas protegidas preactivadas, si se han activado, se muestran mediante las siguientes señales de interfaz CN/PLC:

- `<Chan>.protAreas[1].in.ncViolated` (intrusión en zona protegida específica de máquina 1 - 10) == 1
- `<Chan>.protAreas[1].in.chanViolated` (intrusión en zona protegida específica de canal 1 - 10) == 1

Comprobación de intrusiones en zona protegida

La función CALCPOSI permite calcular si los ejes geométricos pueden desplazarse por una trayectoria determinada sin que se produzca una intrusión de zonas protegidas CALCPOSI (ver "Comprobación de vulneración de zonas protegidas, limitación del campo de trabajo y finales de carrera de software (CALCPOSI) (Página 124)").

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Chan>.protAreas[1].in.ncPreactivated	LBP_Chan*.E_MRPactivated[1] - [10]	DB21,DBX272.0..273.1
<Chan>.protAreas[1].in.chanPreactivated	LBP_Chan*.E_CSPactivated[1] - [10]	DB21,DBX274.0..275.1
<Chan>.basic.in.protAreasNotGuaranteed	LBP_Chan*.E_ProtZoneNOK	DB21,DBX39.0
<Chan>.protAreas[1].out.nc	LBP_Chan*.A_MRP[1] - [10]	DB21,DBX8.0..9.1
<Chan>.protAreas[1].out.chan	LBP_Chan*.A_CSP[1] - [10]	DB21,DBX10.0..11.1
<Chan>.protAreas[1].in.ncViolated	LBP_Chan*.E_MRPIviolated[1] - [10]	DB21,DBX276.0..277.1
<Chan>.protAreas[1].in.chanViolated	LBP_Chan*.E_CSPIviolated[1] - [10]	DB21,DBX278.0..279.1

5.2 Puesta en marcha

5.2.1 Datos de máquina

Memoria necesaria

La memoria necesaria para zonas protegidas se parametriza con los siguientes datos de máquina:

- Memoria permanente
 - MD18190 \$MN_MM_NUM_PROTECT_AREA_NCK (número de zonas protegidas específicas de máquina disponibles)
 - MD28200 \$MC_MM_NUM_PROTECT_AREA_CHAN (número de zonas protegidas específicas de canal disponibles)
- Memoria dinámica
 - MD28210 \$MC_MM_NUM_PROTECT_AREA_ACTIVE (número máximo de zonas protegidas activables simultáneamente en el canal)
 - MD28212 \$MC_MM_NUM_PROTECT_AREA_CONTUR (número máximo de elementos de contorno definibles en el canal)

Comportamiento en un cambio de transformada/intercambio de eje geométrico

Con el siguiente dato de máquina se define si al cambiar una transformada o intercambiar un eje geométrico se conservan las zonas protegidas activas o si deben desactivarse:

MD10618 \$MN_PROTAREA_GEOAX_CHANGE_MODE

Bit	Valor	Significado
0	0	Las zonas protegidas activas se desactivan con un cambio de transformada.
	1	Las zonas protegidas activas permanecen activas con un cambio de transformada.
1	0	Las zonas protegidas activas se desactivan con un intercambio de eje geométrico.
	1	Las zonas protegidas activas permanecen activas con un intercambio de eje geométrico.

5.3 Programación

5.3.1 Definición de las zonas protegidas (CPROTDEF, NPROTDEF)

Cada zona protegida que deba proteger elementos de la máquina contra colisiones se define en el programa de pieza en bloques. Estos incluyen los siguientes elementos:

1. Definición del plano de trabajo
Antes de la definición propiamente dicha de la zona protegida, debe seleccionarse el plano de trabajo al que debe referirse la descripción de contorno de la zona protegida.
2. Inicio de la definición
Dependiendo del comando CN, se crea una zona protegida específica del canal, o bien específica de la máquina.
3. Descripción del contorno de la zona protegida
El contorno de una zona protegida se describe mediante desplazamientos. Estos no se ejecutan y no tienen ninguna conexión con las descripciones geométricas anteriores o posteriores. Definen exclusivamente la zona protegida.
4. Final de la definición

Sintaxis

```
DEF INT <Var>
G17/G18/G19
CPROTDEF/NPROTDEF (<n>, <t>, <LimAp>, <ApMás>, <ApMenos>)
G0/G1/... X/Y/Z...
...
EXECUTE (<Var>)
```

Descripción

DEF INT <Var>:	Definición de una variable auxiliar local del tipo de datos INTEGER		
<Var>:	Nombre de la variable auxiliar		
G17/G18/G19:	Plano de trabajo Nota: El plano de trabajo no puede ser modificado antes del final de la definición. No se permite una programación de la aplicada entre el inicio y el final de la definición.		
CROTDEF () :	Procedimiento predefinido para la definición de una zona protegida específica del canal		
NROTDEF () :	Procedimiento predefinido para la definición de una zona protegida específica de la máquina		
<n>:	Número de la zona protegida definida		
	Tipo de dato:	INT	
<t>:	Tipo de zona protegida		
	Tipo de dato:	BOOL	
	Valor:	TRUE	Zona protegida relativa a la herramienta
		FALSE	Zona protegida relativa a la pieza
<LimAp>:	Tipo de limitación en la 3ª dimensión		
	Tipo de dato:	INT	
	Valor:	0	Sin limitaciones
		1	Límite en sentido positivo
		2	Límite en sentido negativo
3		Límite en sentido positivo y negativo	
<ApMás>:	Valor del límite en sentido positivo de la 3.ª dimensión		
	Tipo de dato:	REAL	
<ApMenos>:	Valor del límite en sentido negativo de la 3.ª dimensión		
	Tipo de dato:	REAL	

G0/G1/... X/Y/Z... . . .:	<p>El contorno de una zona protegida se indica con máx. 11 desplazamientos en el plano de trabajo seleccionado. El primer desplazamiento corresponde al movimiento en el contorno. El último punto de la descripción de contorno tiene que coincidir siempre con el primer punto de la descripción de contorno.</p> <p>Se considera zona protegida el área situada a la izquierda del contorno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zona protegida interior El contorno de una zona protegida interior debe describirse en sentido antihorario. • Zona protegida exterior (¡solo permitida para zonas protegidas relativas a la pieza!) El contorno de una zona protegida exterior debe describirse en sentido horario. <p>Se admiten los siguientes elementos de contorno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G0, G1 para elementos de contorno rectos • G2 para segmentos circulares en sentido horario ¡Solo permitida para zonas protegidas relativas a la pieza! No está permitida en zonas protegidas relativas a la herramienta ya que estas solo pueden ser convexas. • G3 para segmentos circulares en sentido antihorario <p>Nota: No puede definirse una zona protegida mediante una circunferencia. Una circunferencia debe estar dividida en dos arcos.</p> <p>Nota: ¡No se admite la secuencia G2 → G3 o G3 → G2! Entre las dos secuencias circulares debe insertarse una breve secuencia G1.</p>
EXECUTE (<Var>):	<p>Procedimiento predefinido que marca el final de la definición Con EXECUTE se vuelve a conmutar a la ejecución normal del programa.</p>

Ejemplo

Ver ejemplo en "Activar/desactivar zonas protegidas (CPROT, NPROT) (Página 121)".

Información adicional

Zonas protegidas específicas de la máquina

Una zona protegida específica de la máquina o su contorno se definen mediante ejes geométricos, es decir, referidos al sistema de coordenadas básico (BKS) de un canal. Para que pueda efectuarse una correcta vigilancia de la zona protegida en todos los canales en los que está activada la zona protegida específica de la máquina, el sistema de coordenadas básico (BKS) de todos los canales afectados debe ser idéntico:

- Posición del origen de coordenadas respecto al origen de la máquina
- Orientación de los ejes de coordenadas

Punto de referencia de la descripción del contorno

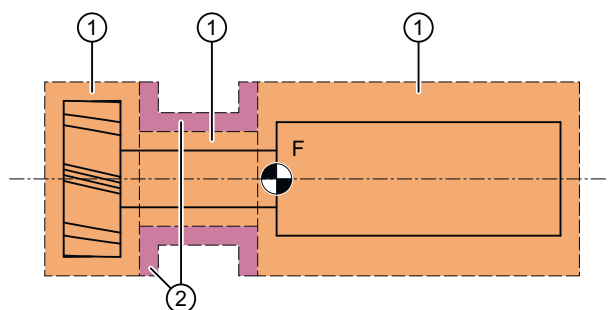
- Zonas protegidas relativas a la herramienta
Las coordenadas para las zonas protegidas relativas a la **herramienta** deben indicarse de forma absoluta respecto al **punto de referencia del portaherramientas F**.
- Zonas protegidas relativas a la pieza
Las coordenadas para las zonas protegidas relativas a la **pieza** deben indicarse de forma absoluta respecto al origen del **sistema de coordenadas básico (BKS)**.

Zonas protegidas con simetría de rotación

En zonas protegidas con simetría de rotación (p. ej., mandril del cabezal) se tiene que describir el contorno completo, no solo hasta el centro de giro.

Zonas protegidas relativas a la herramienta

Las zonas protegidas relativas a la herramienta siempre tienen que ser convexas. Si se desea una zona protegida cóncava, se tiene que dividir en varias zonas protegidas convexas.



- ① Zonas protegidas convexas
- ② Zonas protegidas cóncavas (**¡no permitidas!**)
- F Punto de referencia del portaherramientas

Condiciones

Durante la definición de una zona protegida no pueden estar activas ni utilizarse las siguientes funciones:

- Corrección del radio de herramienta (corrección del radio de la fresa, corrección del lado de filo)
- Transformación
- Búsqueda del punto de referencia (G74)
- Desplazamiento a punto fijo (G75)
- Tiempo de espera (G4)
- Parada de búsqueda de secuencia (STOPRE)
- Fin del programa (M17, M30)
- Funciones M: M0, M1, M2

5.3.2 Activar/desactivar zonas protegidas (CPROT, NPROT)

Las zonas protegidas definidas anteriormente en el programa de pieza se pueden activar en cualquier momento o preactivarse para una activación posterior mediante el programa de usuario PLC. Las zonas protegidas activas pueden volver a desactivarse en cualquier momento.

En la activación o preactivación existe además la posibilidad de desplazar de forma relativa el punto de referencia de la zona protegida.

Nota

Una zona protegida solo se tiene en cuenta después del referenciado de todos los ejes geométricos del canal en el que se ha activado.

Nota

Vigilancia de las zonas protegidas

Si no está activa ninguna zona protegida relativa a la herramienta, la trayectoria de la herramienta se comprueba frente a las zonas protegidas relativas a la pieza.

Si no está activa ninguna zona protegida relativa a la pieza, no tiene lugar ninguna vigilancia de zonas protegidas.

Sintaxis

CPROT (<n>, <Estado>, <XMov>, <YMov>, <ZMov>)

NPROT (<n>, <Estado>, <XMov>, <YMov>, <ZMov>)

Descripción

CPROT:	Procedimiento predefinido para la activación de una zona protegida específica del canal			
NPROT:	Procedimiento predefinido para la activación de una zona protegida específica de la máquina			
<n>:	Número de la zona protegida			
	Tipo de dato:	INT		
<Estado>:	Con este parámetro se ajusta el estado de activación específico del canal			
	Tipo de dato:	INT		
	Valor:	0	Desactivar zona protegida	
		1	Preactivar zona protegida	
		2	Activar zona protegida	
3		Preactivar zona protegida con parada condicionada		

<XMov>, <YMov>, <ZMov>:	Valores de decalaje aditivos en dirección X/Y/Z El desplazamiento se puede realizar en 1, 2 o 3 dimensiones. Los valores de decalaje se refieren a:	
	<ul style="list-style-type: none"> • el origen de máquina en zona protegida relativa a la pieza • el punto de referencia del portaherramientas F en zona protegida relativa a la herramienta 	
Tipo de dato:	REAL	

Ejemplo

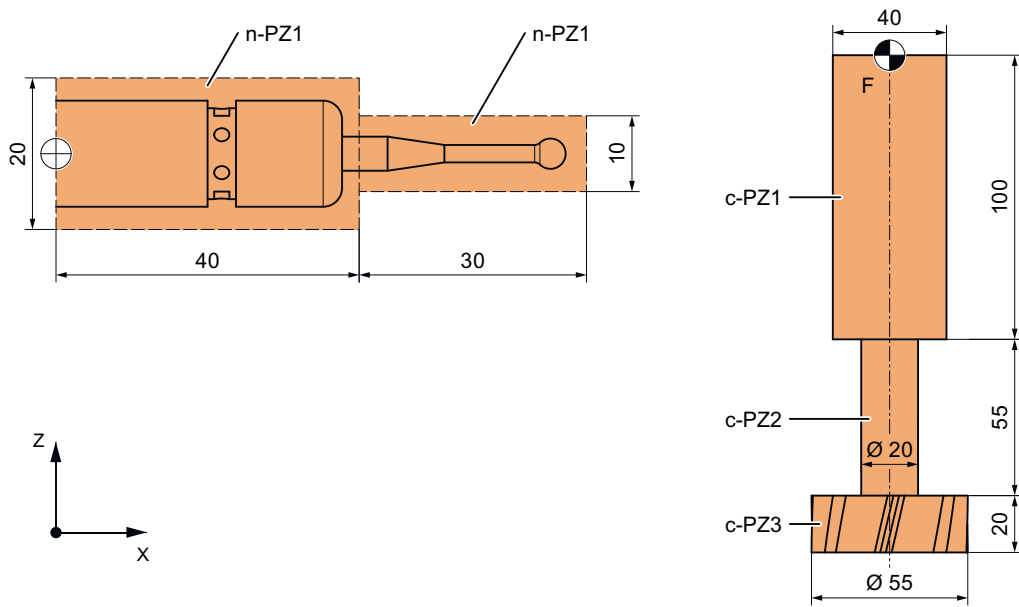
Para una fresadora se quiere vigilar una posible colisión de la fresa con el palpador. La posición del palpador se indicará en la activación mediante un decalaje.

Para este fin se definen las siguientes zonas protegidas:

- Una zona protegida específica de la máquina y otra específica de la pieza para el soporte del palpador (n-PZ1) y para el palpador mismo (n-PZ2).
- Una zona protegida específica del canal y otra específica de la herramienta para el portafresa (c-PZ1), el vástago de la fresa (c-PZ2) y la fresa misma (c-PZ3).

La orientación de todas las zonas protegidas corresponde a la dirección Z.

La posición del punto de referencia del palpador en la activación debe ser X = -120, Y = 60 y Z = 80.



- ① Punto de referencia para la zona protegida del palpador
F Punto de referencia del portaherramientas

Código de programa	Comentarios
DEF INT PROTZONE	; Definición de una variable auxiliar

Código de programa	Comentarios
G17	; Plano de trabajo XY
; Definición de las zonas protegidas:	
NPROTDEF(1,FALSE,3,10,-10)	; Zona protegida n-PZ1
G01 X0 Y-10	
X40	
Y10	
X0	
Y-10	
EXECUTE (PROTZONE)	
NPROTDEF(2,FALSE,3,5,-5)	; Zona protegida n-PZ2
G01 X40 Y-5	
X70	
Y5	
X40	
Y-5	
EXECUTE (PROTZONE)	
CPROTDEF(1,TRUE,3,0,-100)	; Zona protegida c-PZ1
G01 X-20 Y-20	
X20	
Y20	
X-20	
Y-20	
EXECUTE (PROTZONE)	
CPROTDEF(2,TRUE,3,-100,-150)	; Zona protegida c-PZ2
G01 X0 Y-10	
G03 X0 Y10 J10	
X0 Y-10 J-10	
EXECUTE (PROTZONE)	
CPROTDEF(3,TRUE,3,-150,-170)	; Zona protegida c-PZ3
G01 X0 Y-27.5	
G03 X0 Y27.5 J27.5	
X0 Y27.5 J-27.5	
EXECUTE (PROTZONE)	
; Activación de las zonas protegidas:	
NPROT(1,2,-120,60,80)	; Activar la zona protegida n-PZ1 con decalaje
NPROT(2,2,-120,60,80)	; Activar la zona protegida n-PZ2 con decalaje
CPROT(1,2,0,0,0)	; Activar la zona protegida c-PZ1
CPROT(2,2,0,0,0)	; Activar la zona protegida c-PZ2
CPROT(3,2,0,0,0)	; Activar la zona protegida c-PZ3

Información adicional

Estado de activación después de arrancar el control

Una zona protegida puede estar activa nada más arrancar el control y referenciar los ejes. Este es el caso si para la zona protegida está ajustada en TRUE la siguiente variable de sistema:

- \$SN_PA_ACTIV_IMMED[<n>] (para zona protegida específica de la máquina) o
- \$SC_PA_ACTIV_IMMED[<n>] (para zona protegida específica del canal)
El índice "<n>" corresponde al número de la zona protegida: 0 = 1. Zona protegida

La zona protegida se activa con el estado = 2 y sin decalaje.

Activación múltiple de una zona protegida

Una zona protegida específica de la máquina puede ser efectiva simultáneamente en varios canales (p. ej., zona protegida de pinola con dos carros opuestos). La vigilancia de las zonas protegidas solo se lleva a cabo si están referenciados todos los ejes geométricos.

Una zona protegida no se puede activar simultáneamente en un canal con decalajes distintos.

Vigilancia de zonas protegidas con corrección activa de radio de herramienta

Cuando está activa la corrección de radio de herramienta, la vigilancia de zonas protegidas solo funciona si el plano de la corrección del radio de herramienta es idéntico al plano de las definiciones de zona protegida.

5.3.3 Comprobación de vulneración de zonas protegidas, limitación del campo de trabajo y finales de carrera de software (CALCPOSI)

Función

La función CALCPOSI comprueba en el sistema de coordenadas de pieza (WKS), si, partiendo de la posición inicial, los **ejes geométricos** pueden ejecutar un trayecto especificado sin vulnerar limitaciones activas. En caso de que, debido a la existencia de limitaciones, no sea posible ejecutar por completo el trayecto, se devuelve un valor de estado positivo en codificación decimal, así como el trayecto máximo posible.

Definición

```
INT CALCPOSI(VAR REAL[3] <Start>, VAR REAL[3] <Dist>, VAR REAL[5]
<Limit>, VAR REAL[3] <MaxDist>, BOOL <MeasSys>, INT <TestLim>)
```

Sintaxis

```
<Status> = CALCPOSI(VAR <Start>, VAR <Dist>, VAR <Limit>, VAR
<MaxDist>, <MeasSys>, <TestLim>)
```

Descripción

CALCPOSI (. . .):	Función predefinida para la comprobación de vulneración de límites en referencia a los ejes geométricos	
	Parada de deco-dificación previa:	no
	Único elemento de la secuencia:	sí
<Estado>: (Parte 1)	Valor de retorno de la función. Los valores negativos indican estados de error.	
	Tipo de dato:	INT
	Rango de valores:	$-8 \leq x \leq 100000$
	Valor	Descripción
	0	El trayecto puede recorrerse por completo
	-1	En <Límite> existe por lo menos un componente negativo.
	-2	Error durante un cálculo de transformación. Ejemplo: El trayecto atraviesa una singularidad, por lo que las posiciones de los ejes no están definidas.
	-3	El trayecto indicado <Dist> y el máximo trayecto posible <MaxDist> son linealmente dependientes. Nota Solo puede producirse en combinación con <TestLim>, bit 4 == 1.
	-4	La proyección del sentido de desplazamiento contenido en <Dist> sobre la superficie límite es el vector nulo, o el sentido de desplazamiento es perpendicular a la superficie límite vulnerada. Nota Solo puede producirse en combinación con <TestLim>, bit 5 == 1.
	-5	En <TestLim>, bit 4 == 1 Y Bit 5 == 1
	-6	Está sin referenciar por lo menos un eje de máquina que debe tenerse en cuenta para la comprobación de los límites de desplazamiento.
-7	Función Prevención de colisiones: Definición no válida de la cadena cinemática o de las zonas protegidas.	
-8	Función Prevención de colisiones: No puede ejecutarse la función por falta de memoria.	

<Estado>: (Parte 2)	Unidades	
	Nota Si se vulneran varios límites al mismo tiempo, se notificará el que provoque una mayor limitación del trayecto especificado.	
	Valor	Descripción
	1	El trayecto está limitado por finales de carrera de software
	2	El trayecto está limitado por limitación del campo de trabajo
	3	El trayecto está limitado por zonas protegidas
	4	Función Prevención de colisiones: El trayecto está limitado por zonas protegidas
	Decenas	
	Valor	Descripción
	1x	El valor inicial viola el límite
2x	La recta especificada viola el límite. Este valor se devuelve también cuando el punto final propiamente dicho no vulnera ningún límite, pero en el trayecto del punto inicial al punto final sí se vulneraría un límite (p. ej., al atravesar una zona protegida, finales de carrera de software curvados en el WKS en caso de transformadas no lineales, p. ej., Transmit).	
<Estado>: (Parte 3)	Centenas	
	Valor	Descripción
	1xx	Y unidades == 1 o 2: Se vulnera el límite positivo. Y unidades == 3 ¹⁾ : Se vulnera una zona protegida específica de CN.
	2xx	Y unidades == 1 o 2: Se vulnera el límite negativo. Y unidades == 3 ¹⁾ : Se ha vulnerado una zona protegida específica de canal.
<Estado>: (Parte 4)	Millares	
	Valor	Descripción
	1xxx	Y unidades == 1 o 2: Factor por el que se multiplica el número de eje que vulnera el límite. El recuento de los ejes comienza por 1. Referencia: <ul style="list-style-type: none"> • Final de carrera de software: Ejes de máquina • Limitación del campo de trabajo: Ejes geométricos Y unidades == 3 ¹⁾ : Factor por el que se multiplica el número de la zona protegida vulnerada.

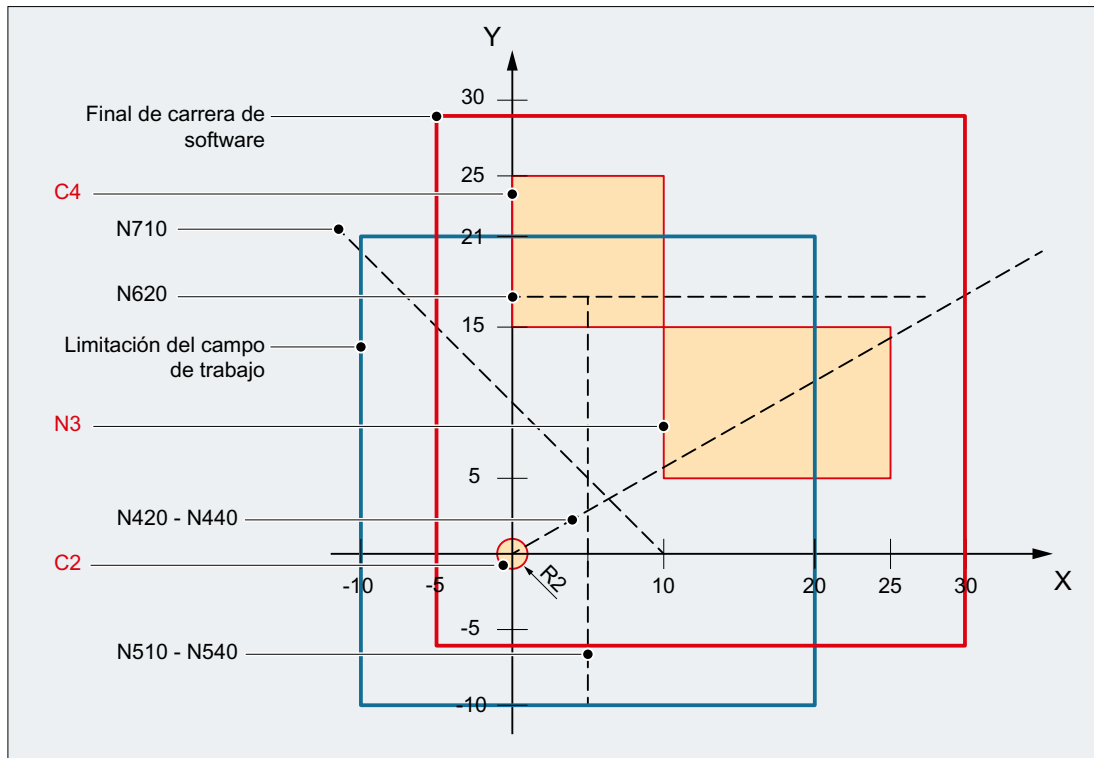
<Estado>: (Parte 5)	Centenas de millar	
	Valor	Descripción
	0xxxxx	Centenas de millar == 0: <Dist> no varía
	1xxxxx	<p>En <Dist> se devuelve un vector de dirección que define el sentido ulterior del movimiento sobre la superficie límite.</p> <p>Solo puede producirse bajo las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se ha vulnerado un final de carrera de software o una limitación del campo de trabajo (no en el punto inicial) • Una transformada no está activa • <TestID>, bit 4 o bit 5 == 1
<Inicio>:	Referencia a un vector con las posiciones iniciales:	
	<ul style="list-style-type: none"> • <Inicio> [0]: 1^{er} eje geométrico • <Inicio> [1]: 2^o eje geométrico • <Inicio> [2]: 3^{er} eje geométrico 	
	Tipo de parámetro:	Entrada
	Tipo de dato:	VAR REAL [3]
	Rango de valores:	-máx. Valor REAL ≤ x[<n>] ≤ +máx. valor REAL
<Dist>:	Referencia a un vector.	
	Entrada: trayecto incremental	
	<ul style="list-style-type: none"> • <Dist> [0]: 1^{er} eje geométrico • <Dist> [1]: 2^o eje geométrico • <Dist> [2]: 3^{er} eje geométrico 	
	Salida (solo con centenas de millar definidas en el <Estado>):	
	<Dist> contiene como valor de salida un vector de unidad v que define el sentido ulterior de desplazamiento en el WKS.	
	<p>Caso 1: formación del vector v para <TestID>, bit 4 == 1</p> <p>Los vectores de entrada <Dist> y <MaxDist> definen el plano de desplazamiento. Este plano se corta con la superficie límite vulnerada. La línea de intersección de los dos planos define la dirección del vector v. La orientación (signo) se escoge de tal modo que el ángulo entre el vector de entrada <MaxDist> y v no sea mayor que 90 grados.</p>	
	<p>Caso 2: Formación del vector v para <TestID>, bit 5 == 1</p> <p>El vector v es el vector de unidad en sentido de la proyección del vector de desplazamiento contenido en <Dist> sobre la superficie límite. Si la proyección del vector de desplazamiento sobre la superficie límite es el vector nulo, se devuelve un error.</p>	
	Tipo de parámetro:	Entrada/salida
	Tipo de dato:	VAR REAL [3]
	Rango de valores:	-máx. Valor REAL ≤ x[<n>] ≤ +máx. valor REAL

<p><Límite>:</p>	<p>Referencia a un campo de la longitud 5.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <Límite> [0 - 2]: distancias mínimas de los ejes geométricos a los límites: <ul style="list-style-type: none"> – <Límite> [0]: 1^{er} eje geométrico – <Límite> [1]: 2^o eje geométrico – <Límite> [2]: 3^{er} eje geométrico <p>Las distancias mínimas se mantienen en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Limitación del campo de trabajo: Sin limitaciones – Final de carrera de software: Si no hay ninguna transformada activa, o si hay una transformada activa para la que es posible una asignación unívoca de los ejes geométricos a ejes de máquina lineales, p. ej., transformadas de 5 ejes. <ul style="list-style-type: none"> • <Límite> [3]: Contiene la distancia mínima para los ejes de máquina lineales que no pueden asignarse a ningún eje geométrico, p. ej., a causa de una transformada no lineal. Además, este valor se utiliza como límite para la vigilancia de las zonas protegidas convencionales y de las zonas protegidas de prevención de colisiones. • <Límite> [4]: Contiene la distancia mínima para los ejes de máquina giratorios que no pueden asignarse a ningún eje geométrico, p. ej., a causa de una transformada no lineal. <p>Nota Este valor solo es válido para la vigilancia de los finales de carrera de software de transformadas especiales.</p> <table border="1" data-bbox="560 1017 1442 1129"> <tr> <td>Tipo de parámetro:</td> <td>Entrada</td> </tr> <tr> <td>Tipo de dato:</td> <td>VAR REAL [5]</td> </tr> <tr> <td>Rango de valores:</td> <td>-máx. valor REAL ≤ x[n] ≤ +máx. valor REAL</td> </tr> </table>	Tipo de parámetro:	Entrada	Tipo de dato:	VAR REAL [5]	Rango de valores:	-máx. valor REAL ≤ x[n] ≤ +máx. valor REAL
Tipo de parámetro:	Entrada						
Tipo de dato:	VAR REAL [5]						
Rango de valores:	-máx. valor REAL ≤ x[n] ≤ +máx. valor REAL						
<p><MaxDist>:</p>	<p>Referencia a un vector con un trayecto incremental en el que ningún límite de eje vulnera la distancia mínima especificada en los ejes de máquina afectados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <Dist> [0]: 1^{er} eje geométrico • <Dist> [1]: 2^o eje geométrico • <Dist> [2]: 3^{er} eje geométrico <p>Si el trayecto no está limitado, el contenido de ese parámetro de retorno es igual al contenido de <Dist>.</p> <p>Con <TestID>, bit 4 == 1: <Dist> y <MaxDist> <MaxDist> y <Dist>, como valores de entrada, deben contener vectores que definen un plano de desplazamiento. Ambos vectores deben ser linealmente independientes entre si. <MaxDist> puede tener cualquier valor. Para calcular el sentido del movimiento, ver la descripción de <Dist>.</p> <table border="1" data-bbox="560 1549 1442 1661"> <tr> <td>Tipo de parámetro:</td> <td>Salida</td> </tr> <tr> <td>Tipo de dato:</td> <td>VAR REAL [3]</td> </tr> <tr> <td>Rango de valores:</td> <td>-máx. Valor REAL ≤ x[<n>] ≤ +máx. valor REAL</td> </tr> </table>	Tipo de parámetro:	Salida	Tipo de dato:	VAR REAL [3]	Rango de valores:	-máx. Valor REAL ≤ x[<n>] ≤ +máx. valor REAL
Tipo de parámetro:	Salida						
Tipo de dato:	VAR REAL [3]						
Rango de valores:	-máx. Valor REAL ≤ x[<n>] ≤ +máx. valor REAL						

<MeasSys>:	Sistema de medida (pulgada/métrico) para los datos de posición y longitud (opcional)	
	Tipo de dato:	BOOL
	Valor	Descripción
	FALSE (Predefinido)	Sistema de medida de acuerdo con el comando G actualmente activo del grupo G 13 (G70, G71, G700, G710). Nota Con G70 activo y sistema base métrico, o con G71 activo y sistema base en pulgadas, las variables del sistema \$AA_IW y \$AA_MW se devuelven en el sistema base y deberán convertirse en caso de usarse para CALC-POSI.
TRUE	Sistema de medida según el sistema básico ajustado: DM52806 \$MN_ISO_SCALING_SYSTEM	
<TestLim>:	Selección codificada al bit de los límites que deberán vigilarse (opcional)	
	Tipo de dato:	INT
	Predefinido:	Bit 0, 1, 2, 3, 6, 7 = 1 (207)
	Valor	Descripción
	1	Final de carrera de software
	2	Limitación del campo de trabajo
	4	Zonas protegidas convencionales activadas
	8	Zonas protegidas convencionales preactivadas
	16	En caso de vulnerarse finales de carrera de software o limitaciones del campo de trabajo, devolver en <Dist> el sentido de desplazamiento de acuerdo con el caso 1 (ver arriba).
	32	En caso de vulnerarse finales de carrera de software o limitaciones del campo de trabajo, devolver en <Dist> el sentido de desplazamiento de acuerdo con el caso 2 (ver arriba).
	64	Zonas protegidas activadas de prevención de colisiones
128	Zonas protegidas preactivadas de prevención de colisiones	
256	Pares de zonas protegidas activadas y preactivadas de prevención de colisiones	
¹⁾ Si se vulneran varias zonas protegidas, se devuelve la zona protegida que provoca una mayor limitación del trayecto especificado.		

Ejemplo

Limitaciones



En el ejemplo se muestran los finales de carrera de software y limitaciones del campo de trabajo efectivos en el plano X-Y y las tres zonas protegidas siguientes:

- C2: zona protegida relativa a la herramienta específica de canal, activa, circular, radio = 2 mm
- C4: zona protegida relativa a la pieza, específica de canal, preactivada, cuadrada, lado = 10 mm
- N3: zona protegida específica de la máquina, activa, rectangular, lados = 10 mm x 15 mm

Programa CN

En el programa CN se definen en primer lugar las zonas protegidas y las limitaciones del campo de trabajo. A continuación se llama la función `CALCPOSI()` con distintas parametrizaciones.

Código de programa

```

N10 DEF REAL _START[3]
N20 DEF REAL _DIST[3]
N30 DEF REAL _LIMIT[5]
N40 DEF REAL _MAXDIST[3]
N50 DEF INT _PA
N60 DEF INT _STATUS

```

Código de programa

```
; Zona protegida relativa a la herramienta C2
N70 CPROTDEF(2, TRUE, 0)
N80 G17 G1 X-2 Y0
N90 G3 I2 X2
N100 I-2 X-2
N110 EXECUTE(_PA)

; Zona protegida relativa a la pieza C4
N120 CPROTDEF(4, FALSE, 0)
N130 G17 G1 X0 Y15
N140 X10
N150 Y25
N160 X0
N170 Y15
N180 EXECUTE(_PA)

; Zona protegida específica de la máquina N3
N190 NPROTDEF(3, FALSE, 0)
N200 G17 G1 X10 Y5
N210 X25
N220 Y15
N230 X10
N240 Y5
N250 EXECUTE(_PA)

; Activar o preactivar zonas protegidas
N260 CPROT(2, 2, 0, 0, 0)
N270 CPROT(4, 1, 0, 0, 0)
N280 NPROT(3, 2, 0, 0, 0)

; Definir limitaciones de campo de trabajo
N290 G25 XX=-10 YY=-10
N300 G26 XX=20 YY=21

N310 _START[0] = 0.
N320 _START[1] = 0.
N330 _START[2] = 0.

N340 _DIST[0] = 35.
N350 _DIST[1] = 20.
N360 _DIST[2] = 0.

N370 _LIMIT[0] = 0.
N380 _LIMIT[1] = 0.
N390 _LIMIT[2] = 0.
N400 _LIMIT[3] = 0.
N410 _LIMIT[4] = 0.

N420 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST)
N430 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,, 3)
N440 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,, 1)

N450 _START[0] = 5.
N460 _START[1] = 17.
N470 _START[2] = 0.

N480 _DIST[0] = 0.
N490 _DIST[1] = -27.
N500 _DIST[2] = 0.

N510 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,, 14)
N520 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,, 6)
N530 _LIMIT[1] = 2.
```

Código de programa

```

N540 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,, 6)
N550 _START[0] = 27.
N560 _START[1] = 17.1
N570 _START[2] = 0.
N580 _DIST[0] = -27.
N590 _DIST[1] = 0.
N600 _DIST[2] = 0.
N610 _LIMIT[3] = 2.
N620 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,,12)
N630 _START[0] = 0.
N640 _START[1] = 0.
N650 _START[2] = 0.
N660 _DIST[0] = 0.
N670 _DIST[1] = 30.
N680 _DIST[2] = 0.
N690 TRANS X10
N700 AROT Z45
N710 _STATUS = CALCPOSI(_START,_DIST, _LIMIT, _MAXDIST)
; Eliminar los frames de N690 y N700
N720 TRANS
N730 _START[0] = 0.
N740 _START[1] = 10.
N750 _START[2] = 0.
; Los vectores _DIST y _MAXDIST definen el plano de desplazamiento
N760 _DIST[0] = 30.
N770 _DIST[1] = 30.
N780 _DIST[2] = 0.
N790 _MAXDIST[0] = 1.
N800 _MAXDIST[1] = 0.
N810 _MAXDIST[2] = 1.
N820 _STATUS = CALCPOSI(_START, _DIST, _LIMIT, _MAXDIST,,17)
N830 M30
    
```

Resultados de CALCPOSI()

N...	<Estado>	<MaxDist>[0] ≙ X	<MaxDist>[1] ≙ Y	Notas
420	3123	8.040	4.594	Se vulnera N3.
430	1122	20.000	11.429	Ninguna vigilancia de las zonas protegidas, se vulnera la limitación de campo de trabajo
440	1121	30.000	17.143	Solo permanece activa la vigilancia de los finales de carrera de software.
510	4213	0.000	0.000	Punto inicial vulnerado C4
520	0000	0.000	-27.000	No se vigila la zona protegida preactivada C4. Puede recorrerse por completo el trayecto especificado.
540	2222	0.000	-25.000	Debido a _LIMIT[1] = 2, el trayecto está restringido por la limitación del campo de trabajo.

N...	<Estado>	<MaxDist>[0] ≙ X	<MaxDist>[1] ≙ Y	Notas
620	4223	-13.000	0.000	Distancia total respecto a C4: 4 mm debido a C2 y _LIMIT[3]. La distancia de C2 → N3 de 0,1 mm no provoca limitación del trayecto.
710	1221	0.000	21.213	Frame activo con traslación y rotación. El trayecto admisible en _DIST es válido en el WKS desplazado y girado.
820	102121	18.000	18.000	Se vulnera el final de carrera de software del eje Y. Con <_TESTLIM> = 17 se solicita el cálculo de una dirección de trayecto ulterior. Esta dirección está especificada en <_DIST> (0.707, 0.0, 0.707). Es válida porque en <_STATUS> se especifican las centenas de millar.

Información adicional

Estado de eje "referenciado"

Todos los ejes de máquina considerados por `CALCPOSI()` deben estar referenciados.

Indicaciones de desplazamiento referidas a la circunferencia

Todas las indicaciones de desplazamiento referidas a la circunferencia se interpretan **siempre** como indicaciones de radio. Esto debe tenerse en cuenta especialmente en el caso de los ejes de refrentado con programación por diámetro activada (`DIAMON/DIAM90`).

Reducción del trayecto

Si se limita el trayecto especificado de un eje, en el valor de retorno `<MaxDist>` se reducen también proporcionalmente los trayectos de los demás ejes. De este modo, el punto final resultante sigue hallándose en el trayecto especificado.

Ejes giratorios

Los ejes giratorios solo se vigilan si no se trata de ejes giratorios con módulo.

Es admisible que para uno o varios de los ejes que intervienen no se hayan definido finales de carrera de software, limitaciones de campo de trabajo o zonas protegidas.

Estado de los finales de carrera de software y de la limitación del campo de trabajo

Los finales de carrera de software y las limitaciones del campo de trabajo solo se tienen en cuenta si están activos durante la ejecución de `CALCPOSI()`. Puede influirse en el estado, p. ej., mediante:

- Datos de máquina: `MD21020 $MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS`
- Datos de operador: `$AC_WORKAREA_CS_...`
- Señales de la interfaz CN/PLC: `<Axis>.basic.out.swLimitSwitch2Minus / ... Plus`
- Comandos: `WALIMON / WALIMOF`

Finales de carrera de software y transformadas

En el caso de algunas transformadas cinemáticas (p. ej., `TRANSMIT`) y debido a ambigüedades en determinados puntos de la zona de desplazamiento, con `CALCPOSI()`

no es posible determinar siempre de forma unívoca las posiciones de los ejes de máquina (MKS) a partir de las posiciones de los ejes geométricos (WKS). En los desplazamientos normales, la univocidad suele derivarse de los antecedentes y de la condición según la cual un desplazamiento continuo en el WKS debe corresponder siempre a un desplazamiento continuo de los ejes de máquina en el MKS. En esos casos, durante la vigilancia de los finales de carrera de software, para deshacer la ambigüedad se utiliza la posición de la máquina en el momento de ejecución de `CALCPOSI ()`.

Nota

Parada de decodificación previa

Si se utiliza `CALCPOSI ()` en combinación con transformadas, es responsabilidad exclusiva del usuario programar una parada de decodificación previa (`STOPRE`) para sincronizar las posiciones de la máquina con el avance antes de `CALCPOSI ()`.

Distancia a la zona protegida y zonas protegidas convencionales

En el caso de las zonas protegidas convencionales **no** se garantiza que, en caso de desplazamiento por el trayecto especificado, se mantenga la distancia de seguridad indicada en `<Límite>[3]` respecto a todas las zonas protegidas. Solo se garantiza que no se vulnerará ninguna zona protegida en caso de prolongación del punto final devuelto en `<Dist>` por un valor equivalente a la distancia de seguridad en el sentido de desplazamiento. Sin embargo, la trayectoria de la recta puede pasar tan cerca de una zona protegida como se desee.

Distancia a las zonas protegidas y zonas protegidas de prevención de colisiones

Para las zonas protegidas de prevención de colisiones se garantiza que, en caso de desplazamiento por el trayecto especificado, se mantendrá la distancia de seguridad indicada en el parámetro `<Límite>[3]` respecto a todas las zonas protegidas.

La distancia de seguridad especificada en el parámetro `<Límite>[3]` solo tendrá efecto si se cumple:

`<Límite>[3] > (MD10619 $MN_COLLISION_TOLERANCE)`

Si en el parámetro `<TestLim>` está ajustado el bit 4 (cálculo del sentido de desplazamiento ulterior), el vector de dirección contenido en `<DIST>` solo será válido si están definidas las centenas de millar en el valor de retorno de la función (`<Estado>`). Si no es posible determinar el sentido porque se han vulnerado zonas protegidas o porque hay una transformada activa, el valor de entrada de `<DIST>` no varía. No se realiza ningún otro aviso de error.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Axis>.basic.out.swLimitSwitch2Minus</code>	<code>LBP_Axis*.A_SWLimit2Minus</code>	<code>DB31,DBX12.2</code>
<code><Axis>.basic.out.swLimitSwitch2Plus</code>	<code>LBP_Axis*. A_SWLimit2Plus</code>	<code>DB31,DBX12.3</code>

5.4 Particularidades

5.4.1 Habilitación temporal de zonas protegidas

Si se produce una intrusión en zona protegida en el arranque o durante un movimiento de desplazamiento, si se cumplen determinados requisitos la zona protegida puede habilitarse temporalmente y ser atravesada. Tanto en los modos de operación AUTOMÁTICO y MDA como en el modo de operación JOG la habilitación temporal de zonas protegidas se realiza mediante acciones de manejo.

Ver también:

- Comportamiento en los modos de operación AUTOMÁTICO y MDA (Página 135)
- Comportamiento en el modo de operación JOG (Página 136)

Nota

La habilitación temporal **solo** es posible para zonas protegidas relativas a la **pieza**. Las zonas protegidas relativas a la **herramienta** deben desactivarse en el programa de pieza o bien ponerse en el estado "preactivado" a través de la interfaz CN/PLC.

La habilitación temporal de una zona protegida finaliza después de los siguientes eventos:

- Arranque del control
- Modos de operación AUTOMÁTICO o MDA: El final de la secuencia se encuentra fuera de la zona protegida
- Modo de operación JOG: El final del movimiento de desplazamiento se encuentra fuera de la zona protegida
- La zona protegida se activa

5.4.2 Comportamiento en los modos de operación AUTOMÁTICO y MDA

En los modos de operación AUTOMÁTICO y MDA no se habilita ningún movimiento de desplazamiento al interior o a través de zonas protegidas activas:

- Un movimiento de desplazamiento que iría desde fuera hacia dentro de una zona protegida activa se detiene en el punto final de la última secuencia ubicada fuera de la zona protegida.
- Un movimiento de desplazamiento que comienza dentro de una zona protegida activa no se inicia.

Habilitación temporal de zonas protegidas

Si en el modo de operación AUTOMÁTICO o MDA se detiene un movimiento de desplazamiento debido a la intrusión en una zona protegida, se muestra una alarma al operador. Si el operador decide que el movimiento de desplazamiento puede continuar, puede habilitar el atravesamiento de zonas protegidas.

La habilitación solo es temporal y se activa con Marcha CN:

`<Chan>.basic.out.ncStart` (Marcha CN) = 1

Se muestra una alarma por cada zona protegida en la que se produce una intrusión: Para cada zona protegida que se desea habilitar el operador debe activar una señal de Marcha CN.

El movimiento de desplazamiento continúa si todas las zonas protegidas que han provocado la detención del movimiento de desplazamiento están habilitadas.

Continuar un movimiento de desplazamiento sin habilitar temporalmente

Un movimiento de desplazamiento se ha detenido debido a la intrusión en una zona protegida con alarma. Si la zona protegida afectada se pone en el estado "Preactivado" a través de la interfaz CN/PLC, es posible continuar el movimiento de desplazamiento con Marcha CN sin necesidad de habilitar la zona protegida temporalmente.

Mayor protección de la habilitación de zonas protegidas

Si se desea dar a una zona protegida una protección mayor que solo Marcha CN, el fabricante de la máquina o el operador deberán configurarla en el programa de usuario del PLC.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Chan>.basic.out.ncStart</code>	<code>LBP_Chan*.A_NCStart</code>	<code>DB21,DBX7.1</code>

5.4.3 Comportamiento en el modo de operación JOG

Desplazamiento simultáneo de varios ejes geométricos

En el modo de operación JOG se pueden ejecutar movimientos de desplazamiento simultáneamente en varios ejes geométricos. El rango de desplazamiento de cada uno de los ejes implicados se limita específicamente para cada eje en el momento del inicio del movimiento de desplazamiento en cuanto a los límites de desplazamiento (finales de carrera software, limitación de zona de trabajo, etc.) y a las zonas protegidas activas. En ese caso no se puede garantizar una vigilancia segura de todas las zonas protegidas activas. Las respuestas al usuario son:

- Alarma 10704 "No está asegurada la vigilancia de la zona protegida"
- `<Chan>.basic.in.protAreasNotGuaranteed` (vigilancia de zona protegida no garantizada) = 1

Al finalizar el movimiento de desplazamiento la alarma se borra automáticamente.

Si la posición actual se encuentra dentro de una zona protegida preactivada, se inician las siguientes acciones:

- Aviso de alarma 10702 "Intrusión en servicio manual en la zona protegida del NCK" o 10703 "Intrusión en servicio manual en la zona protegida específica de canal" con indicación de la zona protegida afectada y el eje desplazado.
- Se bloquean movimientos de desplazamiento adicionales.
- Para la zona protegida afectada se activa la siguiente señal de interfaz CN/PLC:
 $\langle \text{Chan} \rangle . \text{protAreas} [1] . \text{in} . \text{ncViolated}$ (intrusión en zona protegida específica de máquina 1 - 10) == 1
o bien
 $\langle \text{Chan} \rangle . \text{protAreas} [1] . \text{in} . \text{chanViolated}$ (intrusión en zona protegida específica de canal 1 - 10) == 1

Para continuar, ver el apartado "Habilitación temporal de zonas protegidas".

Ejemplo:

Tres zonas protegidas activadas y desplazamiento simultáneo de dos ejes geométricos:

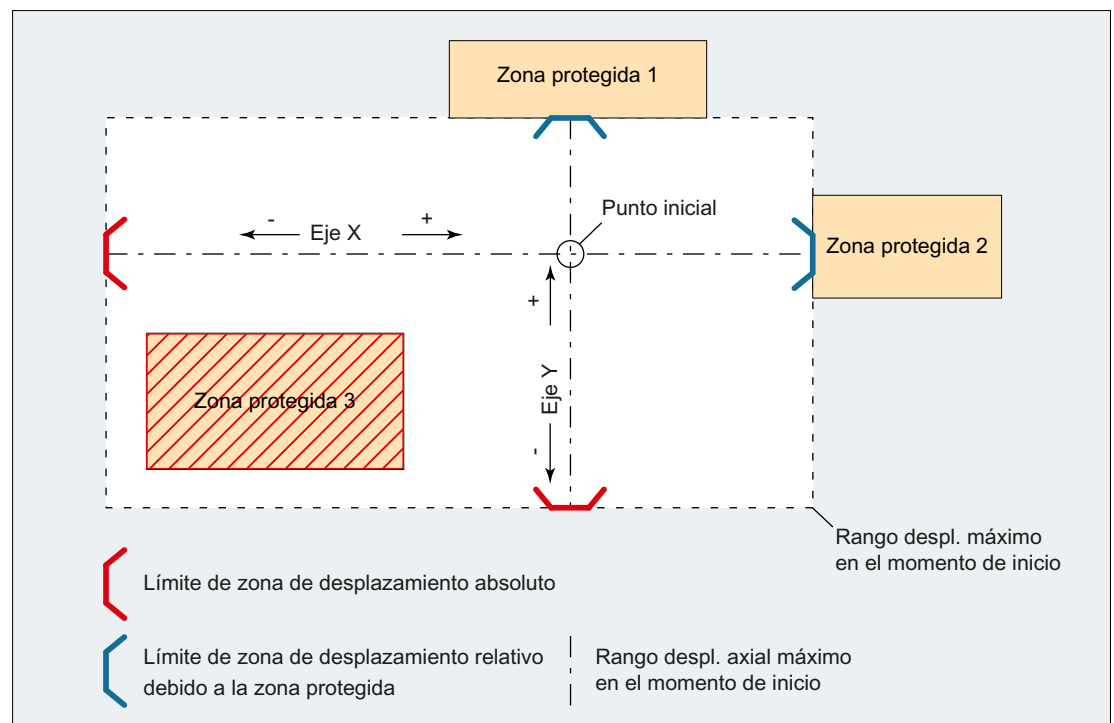


Figura 5-2 Área de desplazamiento de los ejes geométricos en el momento de inicio

En el momento de inicio de los movimientos de desplazamiento de los ejes X e Y se determinan los límites del rango de desplazamiento específicos de eje partiendo del punto inicial:

- Eje X
 - Sentido de desplazamiento positivo: Zona protegida 2
 - Sentido de desplazamiento negativo: Límite de rango de desplazamiento absoluto (p. ej., finales de carrera software)
- Eje Y
 - Sentido de desplazamiento positivo: Zona protegida 1
 - Sentido de desplazamiento negativo: Límite de rango de desplazamiento absoluto (p. ej., limitación de zona de trabajo)

El rango de desplazamiento máximo resultante en el momento de inicio no tiene en cuenta la zona protegida 3. De ese modo sería posible una intrusión en la zona protegida 3.

Nota

Las zonas protegidas activadas y preactivadas también se vigilan en los modos de operación manuales JOG, INC y DRF.

Limitación del movimiento de desplazamiento de un eje

Si el movimiento de desplazamiento de un eje se limita al alcanzar una zona protegida, se muestra la alarma 10706 "Zona protegida NCK alcanzado en servicio manual" o 10707 "Zona protección específica canal alcanzada en servicio manual" con indicación de la zona protegida alcanzada y el eje desplazado. Al desplazar un eje en modo JOG está garantizado que no se produzca ninguna intrusión en ninguna zona protegida. (Este comportamiento es análogo al desplazamiento hasta finales de carrera software o a la limitación de zona de trabajo.)

La alarma se borra:

- Si se desplaza un eje que no entra en la zona protegida.
- Si se habilita la zona protegida.
- Si se arranca el control.

Si en un límite de zona protegida se inicia un movimiento en dirección a la zona protegida, también se muestran las alarmas 10706 o 10707 y el movimiento no se inicia.

Habilitación temporal de zonas protegidas

Si se inicia un movimiento de desplazamiento en el límite de una zona protegida activada, se muestra la alarma 10702 "Intrusión en servicio manual en la zona protegida del NCK" o 10703 "Intrusión en servicio manual en la zona protegida específica de canal" con indicación de la zona protegida afectada y el eje desplazado y el movimiento no se inicia. El movimiento de desplazamiento puede ejecutarse si la zona protegida afectada se ha habilitado temporalmente. Para ello deben realizarse las siguientes acciones:

- Generación de un flanco positivo en la interfaz CN/PLC:
`<Chan>.basic.out.enableProtAreas` (habilitar zona protegida)
- Nuevo inicio del mismo movimiento de desplazamiento.

Nota

Al atravesar la zona protegida habilitada temporalmente se activa la señal de interfaz CN/PLC "Intrusión en zona protegida":

```
<Chan>.protAreas[1].in.ncViolated (intrusión en zona protegida específica de máquina 1 - 10) == 1
```

o bien

```
<Chan>.protAreas[1].in.chanViolated (intrusión en zona protegida específica de canal 1 - 10) == 1
```

Si se inicia un movimiento de desplazamiento que no entra en la zona protegida habilitada, la habilitación se anula.

Si el movimiento de desplazamiento afecta a otras zonas protegidas, se mostrarán las alarmas 10702 o 10703 para cada zona afectada. Las zonas protegidas indicadas en las alarmas pueden habilitarse generando un flanco positivo en la señal de interfaz CN/PLC:

```
<Chan>.basic.out.enableProtAreas
```

Comportamiento al cambiar el modo de operación

Las habilitaciones temporales de zonas protegidas otorgadas en el modo de operación JOG se conservan al cambiar al modo de operación AUTOMÁTICO o MDA. De igual modo, las habilitaciones temporales otorgadas en el modo de operación AUTOMÁTICO o MDA se conservan al cambiar al modo de operación JOG.

Desactivar una habilitación

En la siguiente parada de un eje geométrico una vez que ha abandonado por completo la zona protegida habilitada temporalmente, la habilitación se desactiva internamente y en la interfaz CN/PLC:

```
<Chan>.protAreas[1].in.ncViolated (intrusión en zona protegida específica de máquina 1 - 10) == 0
```

o bien

```
<Chan>.protAreas[1].in.chanViolated (intrusión en zona protegida específica de canal 1 - 10) == 0
```

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Chan>.basic.in.protAreasNotGuaranteed	LBP_Chan*.E_ProtZoneNOK	DB21,DBX39.0
<Chan>.basic.out.enableProtAreas	LBP_Chan*.A_ProtZone	DB21,DBX1.1
<Chan>.protAreas[1].in.ncViolated	LBP_Chan*.E_MRPViolated[1] - [10]	DB21,DBX276.0..277.1
<Chan>.protAreas[1].in.chanViolated	LBP_Chan*.E_CSPViolated[1] - [10]	DB21,DBX278.0..279.1

5.5 Condiciones

Limitaciones de la vigilancia de zonas protegidas

La vigilancia de zonas protegidas **no** es posible en los siguientes casos:

- Movimientos de desplazamiento de ejes de orientación
- Zonas protegidas **fijas** específicas de **máquina** en transformada del lado frontal (TRANSMIT) o transformada de la envolvente del cilindro (TRACYL)
Excepción: zonas protegidas con simetría rotacional alrededor del eje del cabezal. No puede haber ningún desplazamiento DRF activo.
- Vigilancia mutua de zonas protegidas relativas a la **herramienta**

Ejes de posicionamiento

En el caso de los ejes de posicionamiento solo se vigila el punto final de la secuencia programado. Durante el movimiento de desplazamiento de un eje de posicionamiento se muestra la alarma 10704 "No está asegurada la vigilancia de la zona protegida".

Intercambio de ejes

En lo referente a las zonas protegidas, tras un intercambio de ejes en el canal que cede se parte de la última posición alcanzada en el canal. Los movimientos de desplazamiento en el canal que recibe no se tienen en cuenta. Por ello hay que asegurarse de que el intercambio de ejes no se produce en una posición que suponga una intrusión en una zona protegida.

Si un eje previsto para el intercambio de ejes no está activo en un canal, se adopta la última posición alcanzada en el canal como posición actual. Si el eje en cuestión no se ha desplazado todavía, se parte de la posición 0,0.

Comportamiento en movimientos solapados

Los movimientos solapados incluidos en el cálculo de la ejecución de secuencias no pueden tenerse en cuenta en la ejecución de secuencias relativa a las zonas protegidas activas.

Se producen la siguientes reacciones:

- Alarma 10704 "No está asegurada la vigilancia de la zona protegida"
- `<Chan>.basic.in.protAreasNotGuaranteed = 1` (vigilancia de zona protegida no garantizada)

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Chan>.basic.in.protAreasNotGuaranteed</code>	<code>LBP_Chan*.E_ProtZoneNOK</code>	<code>DB21,DBX39.0</code>

5.6 Ejemplo

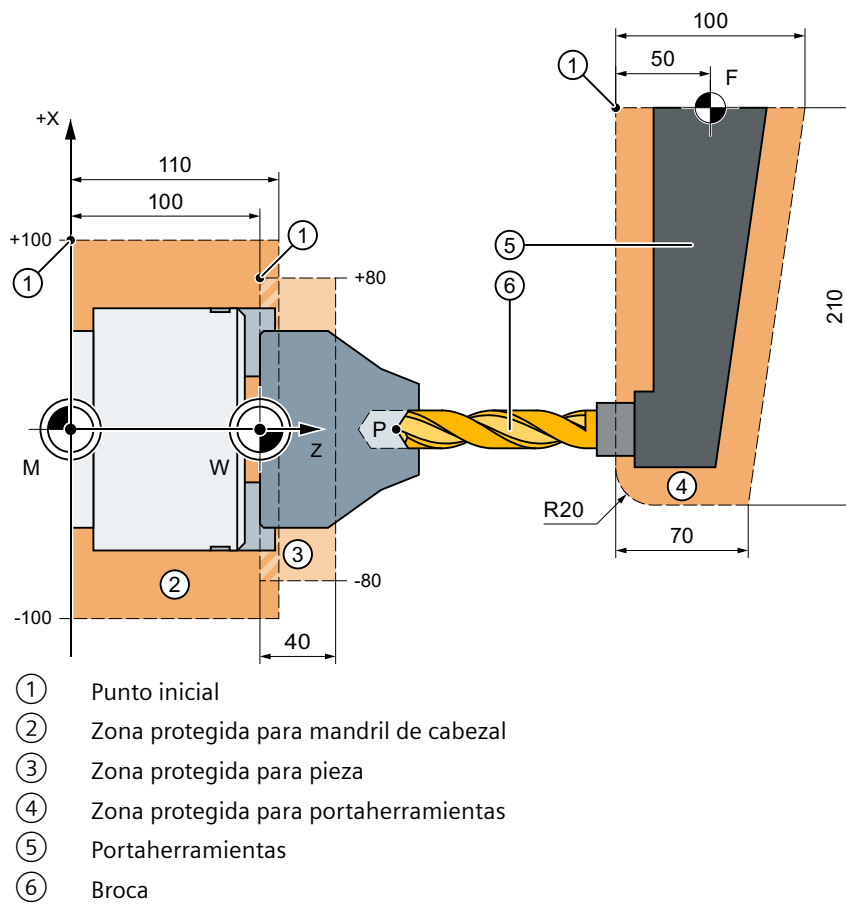
5.6.1 Zonas protegidas de una fresadora

Para una fresadora deben definirse las siguientes zonas protegidas interiores:

- Una zona protegida específica de máquina y relativa a la pieza para el mandril del cabezal, sin limitación en la 3.^a dimensión
- Una zona protegida específica de canal para la pieza, sin limitación en la 3.^a dimensión
- Una zona protegida específica de canal relativa a la herramienta, sin limitación en la 3.^a dimensión

Para la definición de la zona protegida para la pieza, se ajusta el origen de la máquina como origen de la pieza.

Al activarla, la zona protegida se desplaza 100 mm en sentido positivo en el eje Z.



5.6.2 Definición de zonas protegidas en el programa de pieza

Fragmento de programa de pieza para la definición de zonas protegidas:

Código de programa	Comentario
DEF INT AB	
G18	; plano de trabajo ZX
NPROTDEF(1,FALSE,0,0,0)	; inicio de la definición Zona protegida para mandril de cabezal
G01 X100 Z0	; descripción del contorno: Movimiento de desplazamiento hasta el contorno
G01 X-100 Z0	; descripción del contorno: 1.er elemento de contorno
G01 X-100 Z110	; descripción del contorno: 2.º elemento de contorno
G01 X100 Z110	; descripción del contorno: 3.er elemento de contorno
G01 X100 Z0	; descripción del contorno: 4.º elemento de contorno

Código de programa	Comentario
EXECUTE (AB)	; final de la definición: Zona protegida para mandril de cabezal
CPROTDEF(1,FALSE,0,0,0)	; inicio de la definición Zona protegida para pieza
G01 X80 Z0	; descripción del contorno: Movimiento de desplazamiento hasta el contorno
G01 X-80 Z0	; descripción del contorno: 1.er elemento de contorno
G01 X-80 Z40	; descripción del contorno: 2.º elemento de contorno
G01 X80 Z40	; descripción del contorno: 3.er elemento de contorno
G01 X80 Z0	; descripción del contorno: 4.º elemento de contorno
EXECUTE (AB)	; final de la definición: Zona protegida para pieza
CPROTDEF(2,TRUE,0,0,0)	; inicio de la definición Zona protegida para portaherramientas
G01 X0 Z-50	; descripción del contorno: Movimiento de desplazamiento hasta el contorno
G01 X-190 Z-50	; descripción del contorno: 1.er elemento de contorno
G03 X-210 Z-30 I-20	; descripción del contorno: 2.º elemento de contorno
G01 X-210 Z20	; descripción del contorno: 3.er elemento de contorno
G01 X0 Z50	; descripción del contorno: 4.º elemento de contorno
G01 X0 Z-50	; descripción del contorno: 5.º elemento de contorno
EXECUTE (AB)	; final de la definición: Zona protegida para portaherramientas

5.6.3 Definición de zonas protegidas con variables de sistema

Zona protegida específica de máquina para el mandril de cabezal

Variable de sistema	Valor	Descripción
\$SN_PA_ACTIV_IMMED[0]	0	Zona protegida para mandril de cabezal no activa inmediatamente
\$SN_PA_T_W[0]	0	Zona protegida para mandril de cabezal es relativa a la pieza
\$SN_PA_ORI[0]	1	Orientación de la zona protegida: 1 = 3.er y 1.er eje geométrico
\$SN_PA_LIM_3DIM[0]	0	Tipo de limitación en la 3.ª dimensión: 0 = sin limitaciones
\$SN_PA_PLUS_LIM[0]	0	Valor de la limitación en sentido positivo en la 3.ª dimensión
\$SN_PA_MINUS_LIM[0]	0	Valor de la limitación en sentido negativo en la 3.ª dimensión
\$SN_PA_CONT_NUM[0]	4	Número de elementos de contorno válidos

5.6 Ejemplo

Variable de sistema	Valor	Descripción
\$SN_PA_CONT_TYP[0,0]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 1
\$SN_PA_CONT_TYP[0,1]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 2
\$SN_PA_CONT_TYP[0,2]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 3
\$SN_PA_CONT_TYP[0,3]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 4
\$SN_PA_CONT_TYP[0,4]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 5
\$SN_PA_CONT_TYP[0,5]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 6
\$SN_PA_CONT_TYP[0,6]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 7
\$SN_PA_CONT_TYP[0,7]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 8
\$SN_PA_CONT_TYP[0,8]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 9
\$SN_PA_CONT_TYP[0,9]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 10
\$SN_PA_CONT_ORD[0,0]	-100	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 1
\$SN_PA_CONT_ORD[0,1]	-100	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 2
\$SN_PA_CONT_ORD[0,2]	100	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 3
\$SN_PA_CONT_ORD[0,3]	100	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 4
\$SN_PA_CONT_ORD[0,4]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 5
\$SN_PA_CONT_ORD[0,5]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 6
\$SN_PA_CONT_ORD[0,6]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 7
\$SN_PA_CONT_ORD[0,7]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 8
\$SN_PA_CONT_ORD[0,8]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 9
\$SN_PA_CONT_ORD[0,9]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 10
\$SN_PA_CONT_ABS[0,0]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 1
\$SN_PA_CONT_ABS[0,1]	110	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 2
\$SN_PA_CONT_ABS[0,2]	110	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 3

Variable de sistema	Valor	Descripción
\$SN_PA_CONT_ABS[0,3]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 4
\$SN_PA_CONT_ABS[0,4]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 5
\$SN_PA_CONT_ABS[0,5]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 6
\$SN_PA_CONT_ABS[0,6]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 7
\$SN_PA_CONT_ABS[0,7]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 8
\$SN_PA_CONT_ABS[0,8]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 9
\$SN_PA_CONT_ABS[0,9]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 10
\$SN_PA_CENT_ORD[0,0]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 1
\$SN_PA_CENT_ORD[0,1]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 2
\$SN_PA_CENT_ORD[0,2]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 3
\$SN_PA_CENT_ORD[0,3]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 4
\$SN_PA_CENT_ORD[0,4]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 5
\$SN_PA_CENT_ORD[0,5]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 6
\$SN_PA_CENT_ORD[0,6]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 7
\$SN_PA_CENT_ORD[0,7]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 8
\$SN_PA_CENT_ORD[0,8]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 9
\$SN_PA_CENT_ORD[0,9]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 10
\$SN_PA_CENT_ABS[0,0]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 1
\$SN_PA_CENT_ABS[0,1]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 2
\$SN_PA_CENT_ABS[0,2]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 3
\$SN_PA_CENT_ABS[0,3]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 4
\$SN_PA_CENT_ABS[0,4]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 5
\$SN_PA_CENT_ABS[0,5]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 6

Variable de sistema	Valor	Descripción
\$SN_PA_CENT_ABS[0,6]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 7
\$SN_PA_CENT_ABS[0,7]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 8
\$SN_PA_CENT_ABS[0,8]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 9
\$SN_PA_CENT_ABS[0,9]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida mandril de cabezal, elemento de contorno 10

Zona protegida específica de canal para la pieza

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_ACTIV_IMMED[0]	0	Zona protegida para pieza no activa inmediatamente
\$SC_PA_TW[0]	0	Zona protegida para pieza es relativa a la pieza
\$SC_PA_ORI[0]	1	Orientación de la zona protegida: 1 = 3.er y 1.er eje geométrico
\$SC_PA_LIM_3DIM[0]	0	Tipo de limitación en la 3.ª dimensión: 0 = sin limitaciones
\$SC_PA_PLUS_LIM[0]	0	Valor de la limitación en sentido positivo en la 3.ª dimensión
\$SC_PA_MINUS_LIM[0]	0	Valor de la limitación en sentido negativo en la 3.ª dimensión
\$SC_PA_CONT_NUM[0]	4	Número de elementos de contorno válidos
\$SC_PA_CONT_TYP[0,0]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida pieza, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CONT_TYP[0,1]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida pieza, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CONT_TYP[0,2]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida pieza, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CONT_TYP[0,3]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida pieza, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CONT_TYP[0,4]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida pieza, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CONT_TYP[0,5]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida pieza, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CONT_TYP[0,6]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida pieza, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CONT_TYP[0,7]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida pieza, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CONT_TYP[0,8]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida pieza, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CONT_TYP[0,9]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida pieza, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CONT_ORD[0,0]	-80	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CONT_ORD[0,1]	-80	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CONT_ORD[0,2]	80	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 3

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_CONT_ORD[0,3]	80	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CONT_ORD[0,4]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CONT_ORD[0,5]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CONT_ORD[0,6]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CONT_ORD[0,7]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CONT_ORD[0,8]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CONT_ORD[0,9]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CONT_ABS[0,0]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CONT_ABS[0,1]	40	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CONT_ABS[0,2]	40	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CONT_ABS[0,3]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CONT_ABS[0,4]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CONT_ABS[0,5]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CONT_ABS[0,6]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CONT_ABS[0,7]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CONT_ABS[0,8]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CONT_ABS[0,9]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CENT_ORD[0,0]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CENT_ORD[0,1]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CENT_ORD[0,2]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CENT_ORD[0,3]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CENT_ORD[0,4]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CENT_ORD[0,5]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 6

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_CENT_ORD[0,6]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CENT_ORD[0,7]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CENT_ORD[0,8]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida pieza, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CENT_ORD[0,9]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CENT_ABS[0,0]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CENT_ABS[0,1]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CENT_ABS[0,2]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CENT_ABS[0,3]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CENT_ABS[0,4]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CENT_ABS[0,5]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CENT_ABS[0,6]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CENT_ABS[0,7]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CENT_ABS[0,8]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CENT_ABS[0,9]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida pieza, elemento de contorno 10

Zona protegida específica de canal para el portaherramientas

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_ACTIV_IMMED[1]	0	Zona protegida para portaherramientas no activa inmediatamente
\$SC_PA_TW[1]	3	Zona protegida para portaherramientas es relativa a la herramienta
\$SC_PA_ORI[1]	1	Orientación de la zona protegida: 1 = 3.er y 1.er eje geométrico
\$SC_PA_LIM_3DIM[1]	0	Tipo de limitación en la 3.ª dimensión: 0 = sin limitaciones
\$SC_PA_PLUS_LIM[1]	0	Valor de la limitación en sentido positivo en la 3.ª dimensión
\$SC_PA_MINUS_LIM[1]	0	Valor de la limitación en sentido negativo en la 3.ª dimensión
\$SC_PA_CONT_NUM[1]	5	Número de elementos de contorno válidos
\$SC_PA_CONT_TYP[1,0]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CONT_TYP[1,1]	3	Tipo de contorno[<i>] : 3 = G3 para elemento circular antihorario, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 2

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_CONT_TYP[1,2]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CONT_TYP[1,3]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CONT_TYP[1,4]	1	Tipo de contorno[<i>] : 1 = G1 para recta, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CONT_TYP[1,5]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CONT_TYP[1,6]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CONT_TYP[1,7]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CONT_TYP[1,8]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CONT_TYP[1,9]	0	Tipo de contorno[<i>] : 0 = no definido, zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CONT_ORD[1,0]	-190	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CONT_ORD[1,1]	-210	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CONT_ORD[1,2]	-210	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CONT_ORD[1,3]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CONT_ORD[1,4]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CONT_ORD[1,5]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CONT_ORD[1,6]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CONT_ORD[1,7]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CONT_ORD[1,8]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CONT_ORD[1,9]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CONT_ABS[1,0]	-50	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CONT_ABS[1,1]	-30	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CONT_ABS[1,2]	20	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CONT_ABS[1,3]	50	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CONT_ABS[1,4]	-50	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 5

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_CONT_ABS[1,5]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CONT_ABS[1,6]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CONT_ABS[1,7]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CONT_ABS[1,8]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CONT_ABS[1,9]	0	Punto final del contorno[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CENT_ORD[1,0]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CENT_ORD[1,1]	-190	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CENT_ORD[1,2]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CENT_ORD[1,3]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CENT_ORD[1,4]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CENT_ORD[1,5]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CENT_ORD[1,6]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CENT_ORD[1,7]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 8
\$SC_PA_CENT_ORD[1,8]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CENT_ORD[1,9]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de ordenada Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 10
\$SC_PA_CENT_ABS[1,0]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 1
\$SC_PA_CENT_ABS[1,1]	-30	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 2
\$SC_PA_CENT_ABS[1,2]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 3
\$SC_PA_CENT_ABS[1,3]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 4
\$SC_PA_CENT_ABS[1,4]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 5
\$SC_PA_CENT_ABS[1,5]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 6
\$SC_PA_CENT_ABS[1,6]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 7
\$SC_PA_CENT_ABS[1,7]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 8

Variable de sistema	Valor	Observación
\$SC_PA_CENT_ABS[1,8]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 9
\$SC_PA_CENT_ABS[1,9]	0	Punto medio del contorno de círculo[<i>], valor de abscisa Zona protegida portaherramientas, elemento de contorno 10

5.6.4 Activación de las zonas protegidas

Extracto de programa de pieza para la activación de las zonas protegidas para mandril de cabezal, pieza y portaherramientas:

Código de programa	Comentario
NPROT(1,2,0,0,0)	; zona protegida Mandril del cabezal
CPROT(1,2,0,0,100)	; zona protegida Pieza con desplazamiento de 100 mm en el eje Z.
CPROT(2,2,0,0,0)	; zona protegida Portaherramientas

Vigilancias de ejes

6.1 Vigilancia del contorno

6.1.1 Error de contorno

Los errores de contorno son producidos por distorsiones de la señal en el lazo de regulación de posición.

Se distingue entre distorsiones lineales y no lineales.

Distorsiones de señal lineales

Las distorsiones de señal lineales se deben a:

- El ajuste del regulador de velocidad de giro o de posición no es óptimo
- Los errores de seguimiento de los ejes implicados en la trayectoria no son iguales
Para esto generalmente hay que ajustar los tipos de control anticipativo, el ajuste de DSC y las constantes de tiempo sustitutivo del control anticipativo con el mismo ajuste. Asimismo hay que comprobar: Filtro de consigna de posición (p. ej. AX_JERK_MODE y AX_JERK_TIME), así como Kv (sobre todo con FFWOF, FFW_MODE=0 o FFW_MODE=3).
- Diferente dinámica de los accionamientos de avance
Las diferencias en la dinámica de accionamiento provocan desviaciones de contorneado, especialmente en cambios de contorno. Los círculos se distorsionan a elipses debido a las diferencias en la dinámica de los dos accionamientos de avance.

Distorsiones de señal no lineales

Las distorsiones de señal no lineales se deben a:

- Entrada en vigor de la limitación de la corriente dentro del área de mecanizado
- Entrada en vigor de la limitación de la consigna de velocidad de giro
- Histéresis dentro y/o fuera del lazo de regulación de posición
Al atravesar una trayectoria circular se producen errores de contorno principalmente por histéresis y por fricción.
Al trazar rectas, los errores de contorno se producen por histéresis fuera del lazo de regulación de posición, p. ej., por cabezales de fresado basculantes. Provoca un decalaje paralelo entre la trayectoria real y la de consigna. Este será mayor cuanto más plana sea la inclinación de la recta.
- Comportamiento de fricción no lineal de las guías de carro

6.1.2 Vigilancia de error de seguimiento

Función

Dentro del contexto de la regulación, al desplazar un eje de una máquina siempre se crea un cierto error de seguimiento, es decir, una diferencia entre las posiciones real y de consigna.

El error de seguimiento en cuestión depende de:

- Ganancia del lazo de regulación de posición
MD32200 \$MA_POSCTRL_GAIN (factor KV)
- Aceleración máxima
MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL (aceleración de eje máxima)
- Velocidad máxima
MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO (velocidad de eje máxima)
- Con control anticipativo activo:
Precisión del modelo de la trayectoria y de los parámetros:
MD32610 \$MA_VELO_FFW_WEIGHT (factor para el control anticipativo de la velocidad)
MD32620 \$MA_FFW_MODE (tipo de control anticipativo)
MD32800 \$MA_EQUIV_CURRCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de intensidad para el control anticipativo)
MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de velocidad de giro para el control anticipativo)
- Filtro de consigna de posición
MD32402 \$MA_AX_JERK_MODE (tipo de filtro para la limitación de tirones axial)
MD32410 \$MA_AX_JERK_TIME (constante de tiempo para filtro antitirones por eje)
MD32910 4ma_dyn_match_TIME (constante de tiempo de la adaptación dinámica)

En la fase de aceleración el error de seguimiento primero es cada vez mayor al desplazar un eje de la máquina. Transcurrido un tiempo, que varía en función del lazo de regulación de posición, en el caso ideal permanece constante. Debido a las influencias externas, durante un proceso de ejecución siempre se producen oscilaciones de mayor o menor intensidad en el error de seguimiento. Para que estas oscilaciones del error de seguimiento no provoquen ninguna alarma, para la vigilancia del error de seguimiento debe especificarse una banda de tolerancia dentro de la cual puede moverse el error de seguimiento:

MD36400 \$MA_CONTOUR_TOL (banda de tolerancia vigilancia de contorno)

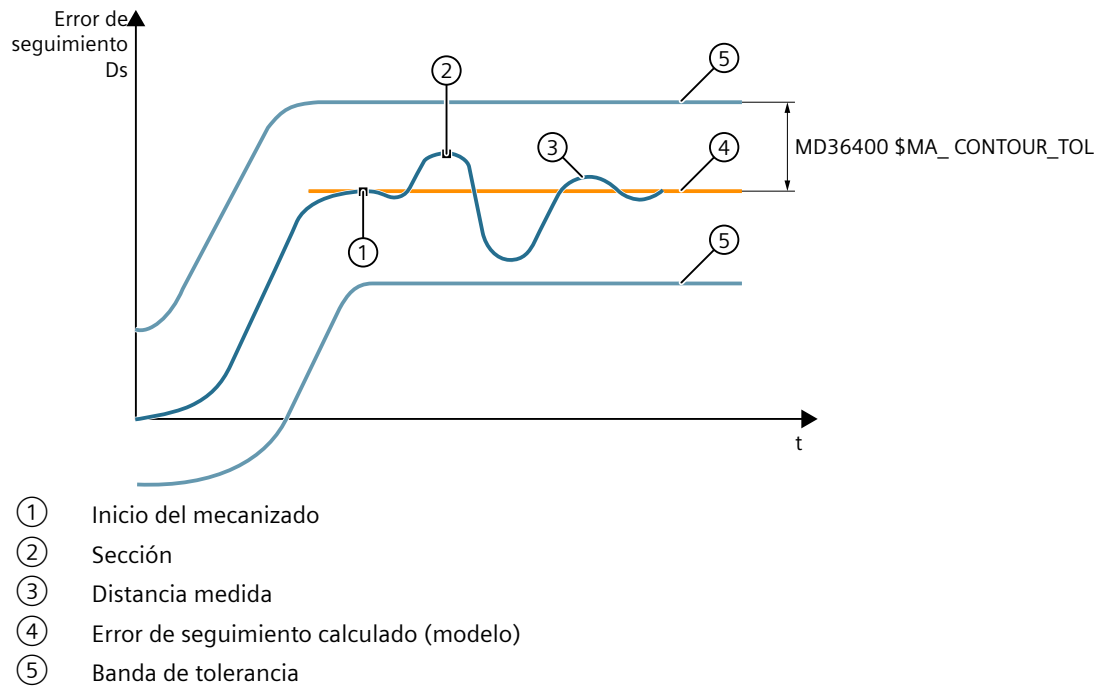


Figura 6-1 Vigilancia de error de seguimiento

Efecto

La vigilancia de error de seguimiento solo es efectiva con regulación de posición activa y los siguientes tipos de eje:

- Ejes lineales con y sin control anticipativo
- Ejes giratorios con y sin control anticipativo
- Cabezales con regulación de posición

Caso de error

Si se rebasa el límite de tolerancia parametrizado se muestra la siguiente alarma:

25050 "Eje <nombre de eje> vigilancia del contorno"

El eje o cabezal afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:

MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME

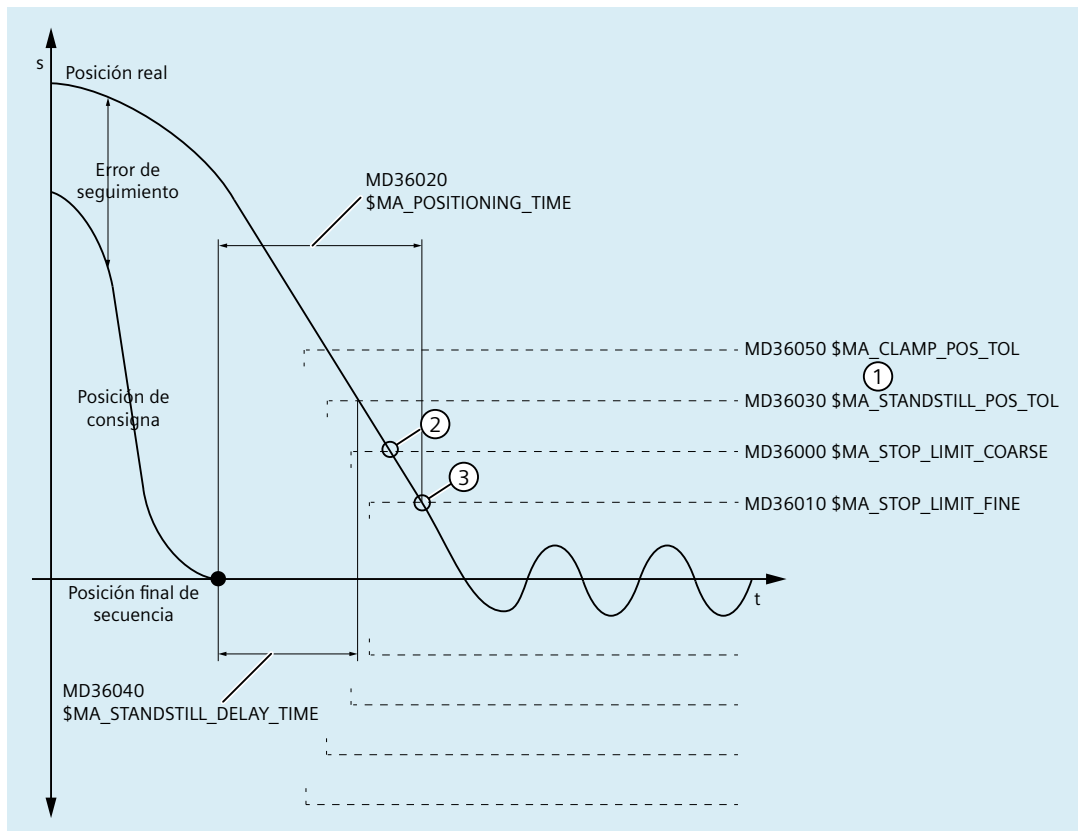
(duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

6.2 Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo

6.2.1 Relación entre la vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo

Sinopsis

La siguiente sinopsis muestra la relación entre la vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo:



- ① Valor límite vigilado en función de la señal de interfaz CN/PLC:
 - <Axis>.basic.out.clampingInProgress
 - 0: MD36030 \$MA_STANDSTILL_POS_TOL
 - 1: MD36050 \$MA_CLAMP_POS_TOL
- ② Parada precisa basta alcanzada: <Axis>.basic.in.posCoarseReached = 1
- ③ Parada precisa fina alcanzada: <Axis>.basic.in.posFineReached = 1

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.clampingInProgress	LBP_Axis*.A_Clamp	DB31,DBX2.3
<Axis>.basic.in.posCoarseReached	LBP_Axis*.E_ExactCoarse	DB31,DBX60.6
<Axis>.basic.in.posFineReached	LBP_Axis*.E_ExactFine	DB31,DBX60.7

6.2.2 Vigilancia de posicionamiento

Función

Para finalizar un proceso de posicionamiento:

- Velocidad de consigna = 0 Y
- <Axis>.basic.in.traversMinusCommandActive / <Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive (comando de desplazamiento negativo/positivo) = 0

La vigilancia de posicionamiento vigila que el error de seguimiento de cada eje de la máquina implicado sea menor que "Tolerancia de parada precisa fina" dentro del tiempo de retardo:

- MD36010 \$MA_STOP_LIMIT_FINE (parada precisa fina)
- MD36020 \$MA_POSITIONING_TIME (tiempo de retardo parada precisa fina)

Una vez alcanzada la "Parada precisa fina" la vigilancia de posicionamiento se desconecta.

Nota

Cuanto menor se seleccione la "Tolerancia de parada precisa", mayor será la duración del proceso de posicionamiento y, con ello, el tiempo hasta el cambio de secuencia.

Reglas para el ajuste de MD

Tabla 6-1 "Parada precisa fina" en relación al tiempo de posicionamiento

MD36010 \$MA_STOP_LIMIT_FINE	MD36020 \$MA_POSITIONING_TIME
Grande	Breve posible
Pequeño	Largo necesario

Tabla 6-2 Factor Kv en relación al tiempo de posicionamiento

MD32200 \$MA_POSCTRL_GAIN (factor KV)	MD36020 \$MA_POSITIONING_TIME
Pequeño	Largo necesario
Grande	Breve posible

Efecto

La vigilancia de posicionamiento solo es efectiva con regulación de posición activa y los siguientes tipos de eje:

- Ejes lineales
- Ejes giratorios
- Cabezales con regulación de posición

Caso de error

Si se rebasa el tiempo de vigilancia de posicionamiento parametrizado se muestra la siguiente alarma:

25080 "Eje <nombre de eje> Vigilancia de la posición"

El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:

MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME (duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActiv	LBP_Axis*.E_TCMinus	DB31,DBX64.6
<Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive	LBP_Axis*.E_TCPlus	DB31,DBX64.7

6.2.3 Vigilancia de parada

Función

Para finalizar un proceso de posicionamiento:

- Velocidad de consigna = 0 Y
- <Axis>.basic.in.traversMinusCommandActiv / <Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive (comando de desplazamiento negativo/positivo) = 0

La vigilancia de parada vigila que el error de seguimiento de cada eje de la máquina implicado sea menor que la tolerancia de parada dentro del tiempo de retardo:

- MD36040 \$MA_STANDSTILL_DELAY_TIME (tiempo de retardo vigilancia de parada)
- MD36030 \$MA_STANDSTILL_POS_TOL (tolerancia de parada)

Una vez alcanzado el estado de parada precisa necesario, el proceso de posicionamiento ha concluido:

<Axis>.basic.in.posCoarseReached /
 <Axis>.basic.in.posFineReached (posición alcanzada con parada precisa basta/fina)
 = 1

La vigilancia de posicionamiento se desactiva y es relevada por la vigilancia de parada.

La vigilancia de parada vigila que se respete la tolerancia de parada. Mientras no haya ninguna solicitud de desplazamiento activa, el eje de la máquina no podrá abandonar la tolerancia de parada.

Efecto

La vigilancia de parada solo es efectiva con regulación de posición activa y los siguientes tipos de eje:

- Ejes lineales
- Ejes giratorios
- Cabezales con regulación de posición

Caso de error

Si se rebasa el tiempo de retardo y/o la tolerancia de parada se muestra la siguiente alarma:
25040 "Eje <nombre de eje> Vigilancia de parada"

El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:
MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME
(duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActiv	LBP_Axis*.E_TCMinus	DB31,DBX64.6
<Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive	LBP_Axis*.E_TCPlus	DB31,DBX64.7
<Axis>.basic.in.posCoarseReached	LBP_Axis*.E_ExactCoarse	DB31,DBX60.6
<Axis>.basic.in.posFineReached	LBP_Axis*.E_ExactFine	DB31,DBX60.7

6.2.4 Tolerancia de parada precisa y de parada dependientes del juego de parámetros

Para la adaptación a diferentes situaciones de mecanizado y/o dinámicas de eje, p. ej.:

- Estado operativo A: precisión elevada, tiempo de mecanizado prolongado
- Estado operativo B: menor precisión, tiempo de mecanizado más breve
- Modificación de las relaciones de dimensiones tras conmutación del reductor

las tolerancias de posición:

- MD36000 \$MA_STOP_LIMIT_COARSE (parada precisa basta)
- MD36010 \$MA_STOP_LIMIT_FINE (parada precisa fina)
- MD36030 \$MA_STANDSTILL_POS_TOL (tolerancia de parada)

6.2 Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo

se pueden evaluar con un factor común en función del juego de parámetros:

MD36012 \$MA_STOP_LIMIT_FACTOR (factor basto/fino y parada)

Dado que el factor es común a todas las tolerancias de posición, la relación de los valores entre sí permanece constante.

6.2.5 Vigilancia de bloqueo

6.2.5.1 Función

En los ejes de máquina que se bloquean mecánicamente al finalizar el proceso de posicionamiento, el proceso de bloqueo puede provocar un decalaje del eje respecto a la posición de consigna. Al activar la siguiente señal de interfaz CN/PLC, durante el tiempo de duración del proceso de bloqueo en lugar de la tolerancia de parada (MD36030 \$MA_STANDSTILL_POS_TOL) se vigila la tolerancia de bloqueo (MD36050 \$MA_CLAMP_POS_TOL):

<Axis>.basic.out.clampingInProgress (proceso de bloqueo en curso)

Si la tolerancia de bloqueo se rebasa, se muestra la alarma 26000 "Vigilancia de bloqueo".

Tiempo de retardo de alarma

Si se debe permitir un rebase de tiempo limitado de la tolerancia de bloqueo, hay que especificar un tiempo de retardo de alarma con el dato de máquina MD36051 \$MA_CLAMP_POS_TOL_TIME. En ese caso, si la tolerancia de bloqueo se rebasa por exceso, la alarma no se muestra hasta que transcurre el tiempo parametrizado. Si la tolerancia de bloqueo se vuelve a rebasar por defecto dentro del tiempo de tolerancia de bloqueo, no se muestra ninguna alarma. Con el siguiente rebase por exceso de la tolerancia de bloqueo se vuelve a iniciar el tiempo.

Para que pueda producirse una reacción al rebase por exceso de la tolerancia de bloqueo antes de que transcurra el tiempo de retardo de alarma, se activa la siguiente señal de interfaz CN/PLC específica de eje:

<Axis>.basic.in.clampingToleranceExceeded (tolerancia de bloqueo rebasada por exceso)

Cuando la tolerancia de bloqueo vuelve a rebasarse por defecto, la señal se desactiva.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.clampingInProgress	LBP_Axis*.A_Clamp	DB31,DBX2.3
<Axis>.basic.in.clampingToleranceExceeded	LBP_Axis*.E_ClampTolerance	DB31,DBX102.3

6.2.5.2 Datos de máquina

Tolerancia de bloqueo

En este dato de máquina se especifica una tolerancia de bloqueo mayor que la tolerancia de parada:

MD36050 \$MA_CLAMP_POS_TOL[<eje>] = <tolerancia de bloqueo>

Tiempo de retardo de alarma

Si se debe permitir un rebase por exceso de tiempo limitado de la tolerancia de bloqueo, en este dato de máquina debe especificarse el tiempo de retardo de alarma máximo permitido.

MD36051 \$MA_CLAMP_POS_TOL_TIME[<eje>] = <tiempo de retardo de alarma>

Si se rebasa por exceso la tolerancia de bloqueo, la alarma 26000 "Vigilancia de bloqueo" no se muestra hasta que transcurre el tiempo de retardo de alarma.

Si la tolerancia de bloqueo se vuelve a rebasar por defecto dentro del tiempo de retardo de alarma, no se muestra ninguna alarma.

Con el siguiente rebase por exceso de la tolerancia de bloqueo se vuelve a iniciar el tiempo de retardo de alarma.

Funciones de bloqueo especiales

Con este dato de máquina se activan por bits las funciones de bloqueo especiales que automatizan la aplicación y la liberación del bloqueo durante la ejecución del programa de pieza:

MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje>], <bit> = <valor>

<Bit>	<Valor>	Significado
0		Detención automática para liberar el bloqueo
	0	No activo
	1	Activo
1		Liberación optimizada del bloqueo
	0	No activo
	1	Activo, requisito: bit 0 == 1
2		Detención automática para aplicar el bloqueo
	0	No activo
	1	Activo

6.2.5.3 Señales de interfaz CN/PLC

Activación de la vigilancia de bloqueo

La vigilancia de bloqueo se activa activando la señal de interfaz CN/PLC:

<Axis>.basic.out.clampingInProgress (proceso de bloqueo en curso)

Rebase por exceso de la tolerancia de bloqueo

El rebase por exceso de la tolerancia de bloqueo se señala con la señal de interfaz CN/PLC:

6.2 Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo

`<Axis>.basic.in.clampingToleranceExceeded` (tolerancia de bloqueo rebasada por exceso)

La señal se **activa** si dentro del tiempo de retardo de alarma se rebasa por exceso la tolerancia de bloqueo.

La señal se **desactiva** si dentro del tiempo de retardo de alarma se rebasa por defecto la tolerancia de bloqueo o si para el eje se activa el modo de seguimiento.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Axis>.basic.out.clampingInProgress</code>	<code>LBP_Axis*.A_Clamp</code>	DB31,DBX2.3
<code><Axis>.basic.in.clampingToleranceExceeded</code>	<code>LBP_Axis*.E_ClampTolerance</code>	DB31,DBX102.3

6.2.5.4 Reacciones a error

Reacciones a error en caso de rebase por exceso de la tolerancia de bloqueo

- Se muestra la alarma 26000 "Vigilancia de bloqueo"
- El eje se detiene con la aceleración máxima parametrizada:
`MD32300 $MA_MAX_AX_ACCEL`
 Al hacerlo se vigila la duración máxima de la rampa de frenado en estados de error:
`MD36610 $MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME`
- Para el eje se activa el modo de seguimiento:
`<Axis>.basic.in.followUpModeActive == 1`
- La señal "Tolerancia de bloqueo rebasada por exceso" se desactiva:
`<Axis>.basic.in.clampingToleranceExceeded == 0`

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Axis>.basic.in.followUpModeActive</code>	<code>LBP_Axis*.E_Follow_upMode</code>	DB31,DBX61.3
<code><Axis>.basic.in.clampingToleranceExceeded</code>	<code>LBP_Axis*.E_ClampTolerance</code>	DB31,DBX102.3

6.2.5.5 Función de bloqueo "Detención automática para liberar el bloqueo"

Con la función de bloqueo "Detención automática para liberar el bloqueo" en el modo de contorno se inserta una parada interna de CN antes de la secuencia de desplazamiento.

La parada no es efectiva y el modo de contorno no se detiene si antes del cambio de secuencia está activada la habilitación de regulador (`<Axis>.basic.out.enableCtrl`) del eje de bloqueo.

Si antes del cambio de secuencia la habilitación de regulador del eje de bloqueo **no** está activa, la parada es efectiva.

Parametrización

MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje de bloqueo>] = 'H01'

Requisitos/supuestos

- Si para el eje de bloqueo hay un **comando de desplazamiento** (<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActive / .traversPlusCommandActive) activo, el programa de PLC **libera** el bloqueo.
- Entre la habilitación del regulador (<Axis>.basic.out.enableCtrl) y el bloqueo del eje de bloqueo debe existir la siguiente relación:

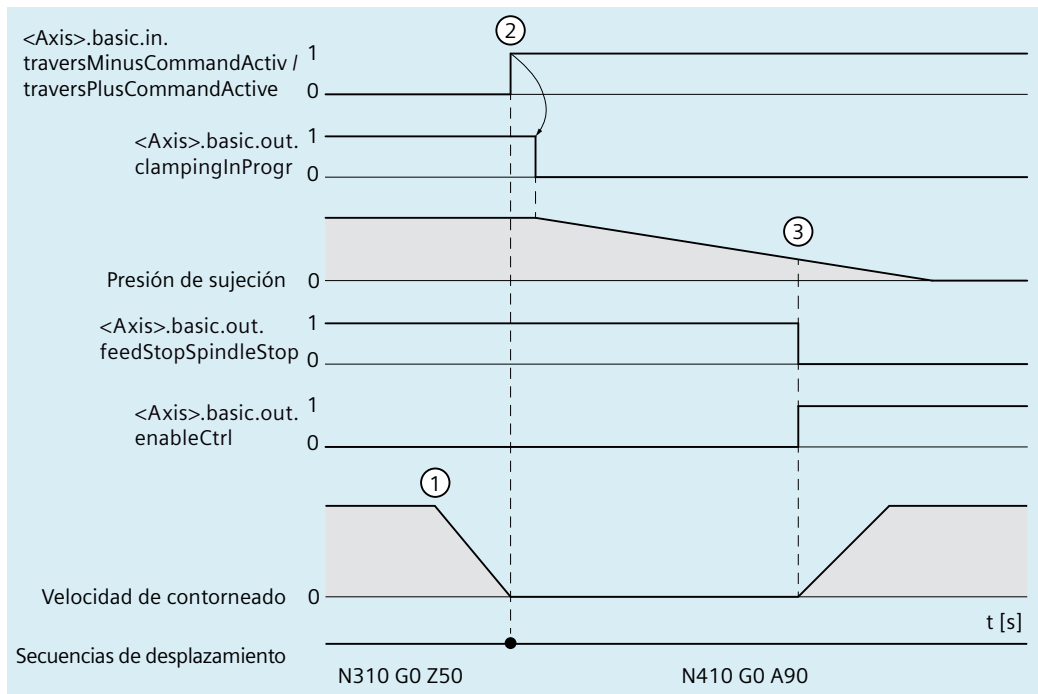
Habilitación del regulador	⇒	Eje de bloqueo
No activada	⇒	Bloqueado
Activada	⇒	No bloqueado

Ejemplo

Código de programa	Comentario
N100 G0 X0 Y0 Z0 A0 G90 G54 F500	; ir a posición normal
N101 G641 ADIS=.1 ADISPOS=5	; activar modo de contorneado
N210 G1 X10	; secuencia de desplazamiento
N220 G1 X5 Y20	; "
N310 G0 Z50	; secuencia de posicionamiento
N410 G0 A90	; " (eje de bloqueo)
N510 G0 X100	; "
N520 G0 Z2	; "
N610 G1 Z-4	; secuencia de desplazamiento
N620 G1 X0 Y-20	; "

Esquema de desarrollo de las señales de interfaz NC/PLC y de estados para las secuencias N310 y N410:

6.2 Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo



- ① CN: debido a la parada insertada automáticamente se produce una parada al final de la secuencia N310.
- ② CN → PLC: después del cambio de secuencia se activa el comando de desplazamiento para el eje de bloqueo
PLC: debido al comando de desplazamiento el bloqueo se libera.
- ③ PLC → CN: la presión de bloque se ha reducido lo suficiente. El eje de bloqueo se habilita para el desplazamiento.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Axis>.basic.out.enableCtrl</code>	<code>LBP_Axis*.A_ContrEnable</code>	<code>DB31,DBX2.1</code>
<code><Axis>.basic.in.traversMinusCommandActiv</code>	<code>LBP_Axis*.E_TCMinus</code>	<code>DB31,DBX64.6</code>
<code><Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive</code>	<code>LBP_Axis*.E_TCPlus</code>	<code>DB31,DBX64.7</code>
<code><Axis>.basic.out.feedStopSpindleStop</code>	<code>LBP_Axis*.A_FDSpStop</code>	<code>DB31,DBX4.3</code>

6.2.5.6 Función de bloqueo "Liberación del bloqueo con optimización de tiempo"

Con la función de bloqueo "Liberación del bloqueo con optimización de tiempo" en combinación con la función de bloqueo "Detención automática para liberar el bloqueo" en modo de contorno se solicita la liberación del bloqueo internamente en el CN activando anticipativamente el comando de desplazamiento para el eje de bloqueo. El comando de desplazamiento solo se activa si hasta el desplazamiento del eje de bloqueo solo se produce posicionamiento (secuencias G0) pero no mecanizado (secuencias G1).

Para obtener la relación con la secuencia de desplazamiento del eje de bloqueo el comando de desplazamiento se coloca como máximo dos secuencias de marcha rápida (G0), incluidas

las posibles secuencias intermedias generadas internamente, antes de la secuencia de desplazamiento.

Activación

MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje de bloqueo>] = 'H03'

Requisitos/supuestos

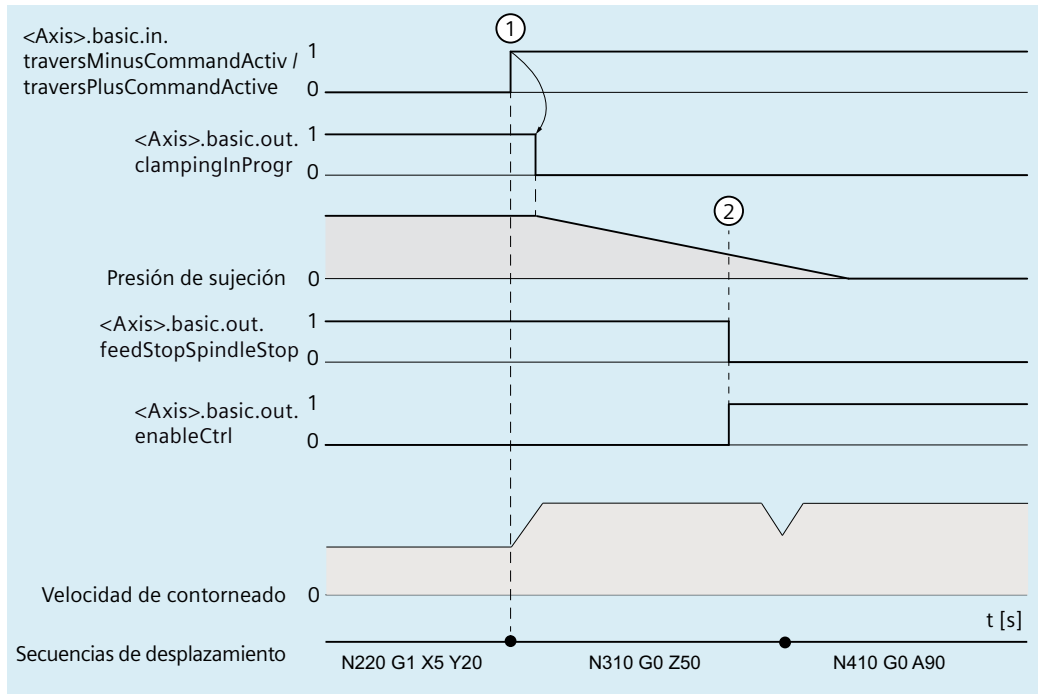
- Si para el eje de bloqueo hay un **comando de desplazamiento** (<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActive / .traversPlusCommandActive) activo, el programa de PLC **libera** el bloqueo.
- Mientras otros ejes se desplazan en marcha rápida (G0), el eje de bloqueo **no** tiene que estar bloqueado.

Ejemplo

Código de programa	Comentario
N100 G0 X0 Y0 Z0 A0 G90 G54 F500	; ir a posición normal
N101 G641 ADIS=.1 ADISPOS=5	; activar modo de contorneado
N210 G1 X10	; secuencia de mecanizado
N220 G1 X5 Y20	; "
N310 G0 Z50	; secuencia de posicionamiento
N410 G0 A90	; " (eje de bloqueo)
N510 G0 X100	; "
N520 G0 Z2	; "
N610 G1 Z-4	; secuencia de mecanizado
N620 G1 X0 Y-20	; "

Esquema de desarrollo de las señales de interfaz NC/PLC y de estados para las secuencias N220 hasta N410:

6.2 Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo



- ① CN → PLC: El comando de desplazamiento se activa para el eje de bloqueo debido al cambio de secuencia.
PLC: debido al comando de desplazamiento el bloqueo se libera.
- ② PLC → CN: la presión de bloque se ha reducido lo suficiente. El eje de bloqueo se habilita para el desplazamiento.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enableCtrl	LBP_Axis*.A_ContrEnable	DB31,DBX2.1
<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActiv	LBP_Axis*.E_TCMinus	DB31,DBX64.6
<Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive	LBP_Axis*.E_TCPlus	DB31,DBX64.7
<Axis>.basic.out.feedStopSpindleStop	LBP_Axis*.A_FDSpStop	DB31,DBX4.3
<Chan>.basic.out.pathFeedrateOvrFactor	LBP_Chan*.A_FD_OR	DB21,DBB4

6.2.5.7 Función de bloqueo "Detención automática para aplicar el bloqueo"

El proceso de bloqueo requiere un cierto tiempo. Para ello, en modo de contorno debería preverse una parada explícita del movimiento de desplazamiento programando, p. ej., G09, G60 o una salida de función auxiliar para que el bloqueo sea efectivo con seguridad antes de que se inicie el mecanizado.

Con la función de bloqueo "Detención automática para aplicar el bloqueo", en modo de contorno la parada del movimiento de desplazamiento se ejecuta de forma automática. Dicha parada se produce **antes de** o **durante** la siguiente secuencia de mecanizado (secuencia de desplazamiento sin marcha rápida G0) si hasta entonces el eje de bloqueo no se ha bloqueado. El criterio que indica que el bloqueo se ha producido y que otros

movimientos de desplazamiento están habilitados es la activación de una corrección de avance específica de canal por parte del programa de usuario del PLC diferente al 0 % (`<Chan>.basic.out.pathFeedrateOvrFactor`)

Activación

MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje de bloqueo>] = 'H04'

Requisitos/supuestos

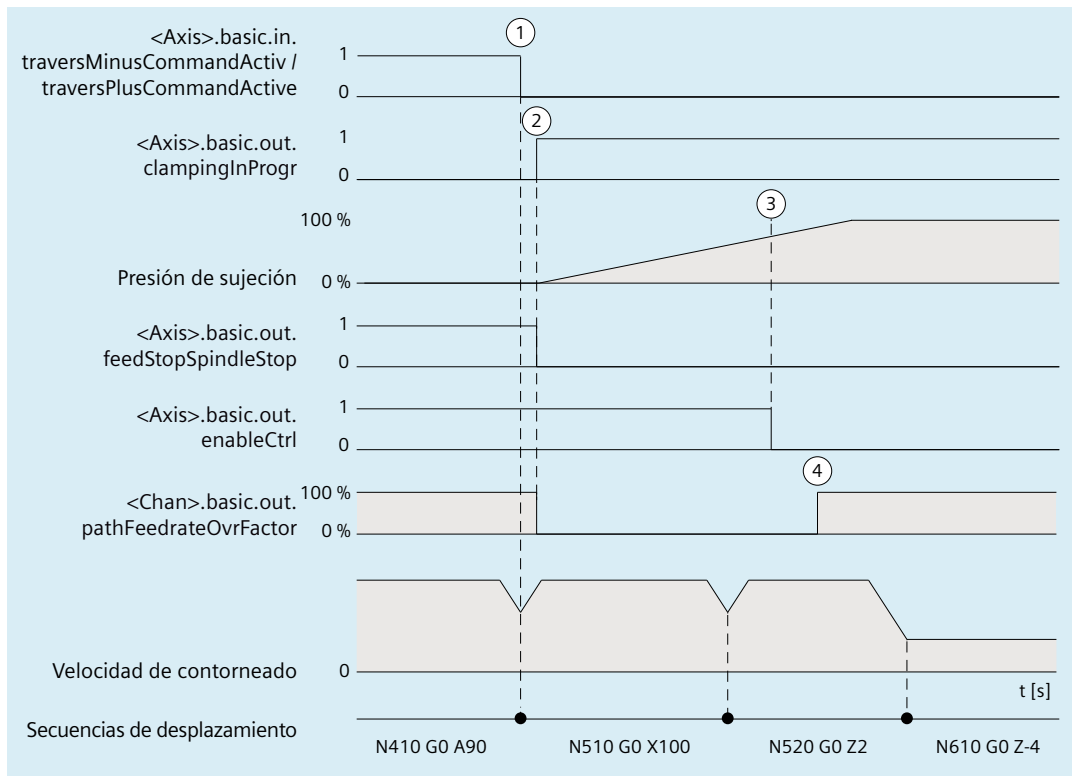
- Si para el eje de bloqueo no hay **ningún** comando de desplazamiento (`<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActive/.traversPlusCommandActive`) activo, el programa de PLC **aplica** el bloqueo.
- Mientras otros ejes se desplazan en marcha rápida (G0), el eje de bloqueo **no** tiene que estar bloqueado.
- Si la corrección de avance específica de canal es **diferente al 0 %** (`<Chan>.basic.out.pathFeedrateOvrFactor`), el eje de bloqueo está **bloqueado**.

Ejemplo

Código de programa	Comentario
N100 G0 X0 Y0 Z0 A0 G90 G54 F500	; ir a posición normal
N101 G641 ADIS=.1 ADISPOS=5	; activar modo de contorneado
N210 G1 X10	; secuencia de mecanizado
N220 G1 X5 Y20	; "
N310 G0 Z50	; secuencia de posicionamiento
N410 G0 A90	; " (eje de bloqueo)
N510 G0 X100	; "
N520 G0 Z2	; "
N610 G1 Z-4	; secuencia de mecanizado
N620 G1 X0 Y-20	; "

Esquema de desarrollo de las señales de interfaz NC/PLC y de estados para las secuencias N410 hasta N610:

6.2 Vigilancia de posicionamiento, parada y bloqueo



- ① CN → PLC: El comando de desplazamiento se desactiva para el eje de bloqueo debido al cambio de secuencia.
- ② PLC: el bloqueo se inicia
- ③ PLC → CN: la presión de bloqueo es suficiente como para desactivar la habilitación de regulador
- ④ PLC → CN: habilitación del mecanizado N610 activando la corrección de avance específica de canal diferente a 0 %

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enableCtrl	LBP_Axis*.A_ContrEnable	DB31,DBX2.1
<Axis>.basic.in.traversMinusCommandActiv	LBP_Axis*.E_TCMinus	DB31,DBX64.6
<Axis>.basic.in.traversPlusCommandActive	LBP_Axis*.E_TCPlus	DB31,DBX64.7
<Axis>.basic.out.feedStopSpindleStop	LBP_Axis*.A_FDSpStop	DB31,DBX4.3
<Chan>.basic.out.pathFeedrateOvrFactor	LBP_Chan*.A_FD_OR	DB21,DBB4

6.2.5.8 Condiciones

Modo de contorneado interrumpido

Si durante las funciones de bloqueo descritas anteriormente se interrumpe el modo de contorneado, y con ello la función "LookAhead" con secuencias sin movimiento de

desplazamiento (p. ej., salida de una función M M82/M83), las funciones se comportarán del siguiente modo:

- **Función de bloqueo: "Liberación del bloqueo de eje con optimización de tiempo"**
(MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje>] = 'B011')
La función ya no es efectiva, ya que la activación anticipativa del comando de desplazamiento solo se ejecuta para secuencias con modo de contorneado activo. La salida de la función M M82 en la secuencia N320 del programa de ejemplo desarrollado a continuación provoca una parada del movimiento de desplazamiento, interrumpiendo así el modo de contorneado.
La detención "anticipativa" que la función provocaría en N410 en caso contrario no es necesaria, ya que la parada se produce de todos modos con N320.
- **Función de bloqueo: "Detención automática para aplicar el bloqueo":**
(MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje>] = 'B100')
Independientemente de M83 la función provoca una parada ligada a "Corrección del avance 0 %". De ese modo se produce la detención antes de la primera secuencia de mecanizado.

Nota

Uso de funciones de bloqueo sin bloqueo

Las siguientes funciones de bloqueo también pueden utilizarse independientemente del bloqueo del eje:

- "Detención automática para liberar el bloqueo"
MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje>] = 'B001'
Comportamiento: Dentro de la secuencia actual se produce una parada en la trayectoria si la habilitación de regulador (<Axis>.basic.out.enableCtrl) para el <eje> parametrizado **no** está activada, pero se desplaza en una de las secuencias posteriores.
- "Detención automática para aplicar el bloqueo":
MD36052 \$MA_STOP_ON_CLAMPING[<eje>] = 'B100'
Comportamiento: Dentro de la secuencia actual se produce una parada en la trayectoria si en la transición de secuencias de marcha rápida (G0) a secuencias de desplazamiento (G1) la corrección de avance específica de canal (<Chan>.basic.out.pathFeedrateOvrFactor) es == 0 %.

En ambos casos queda garantizado que el desplazamiento de trayectoria en modo de contorneado se haya detenido antes del inicio de la secuencia en cuestión y que la parada no se produzca durante la secuencia.

Tabla 6-3 Ejemplo de programa: Modo de contorneado interrumpido

Código de programa	Comentario
N100 G0 X0 Y0 Z0 A0 G90 G54 F500	; ir a posición normal
N101 G641 ADIS=.1 ADISPOS=5	; activar modo de contorneado
N210 G1 X10	; secuencia de desplazamiento
N220 G1 X5 Y20	; "
N310 G0 Z50	; secuencia de marcha rápida
N320 M82	; interrupción del modo de contorneado
N410 G0 A90	; secuencia de marcha rápida

Código de programa	Comentario
N420 M83	; interrupción del modo de contorno
N510 G0 X100	; secuencia de marcha rápida
N520 G0 Z2	; "
N610 G1 Z-4	; secuencia de desplazamiento
N620 G1 X0 Y-20	; "

Criterio de cambio de secuencia: Tolerancia de bloqueo

Tras la activación de la vigilancia de bloqueo (<Axis>.basic.out.clampingInProgress) el criterio de cambio de secuencia en secuencias de desplazamiento en las que se produce una parada al final de la secuencia ya no es la tolerancia de precisión de parada si no la tolerancia de bloqueo:

MD36050 \$MA_CLAMP_POS_TOL (tolerancia de bloqueo con señal de interfaz "Bloqueo activo")

Comportamiento en la liberación del bloqueo

Si el eje de bloqueo se ha desplazado de la posición de consigna debido al proceso de bloqueo, tras soltar el bloqueo y activar la habilitación de regulador (<Axis>.basic.out.enableCtrl) el CN vuelve a desplazarlo a la posición de consigna. El posicionamiento de retorno se produce si para el eje estaba activo el modo de contorno durante el proceso de bloqueo:

- <Axis>.basic.out.followUpMode == 0 (modo de contorno desactivado) ⇒ En forma de salto desde el regulador de posición
- <Axis>.basic.out.followUpMode == 1 (modo de contorno activado) ⇒ Desplazamiento interpolatorio

Nota

Como criterio para la activación del modo de seguimiento (<Axis>.basic.out.followUpMode) el programa de usuario del PLC puede evaluar los siguientes datos:

- <Axis>.basic.in.posCoarseReached / .posFineReached (posición alcanzada con parada precisa basta/fina)
- Posición real del eje de bloqueo

Modo de seguimiento

La vigilancia de bloqueo no está activada en el modo de seguimiento (<Axis>.basic.out.followUpMode).

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enableCtrl	LBP_Axis*.A_ContrEnable	DB31,DBX2.1
<Axis>.basic.in.posCoarseReached	LBP_Axis*.E_ExactCoarse	DB31,DBX60.6
<Axis>.basic.in.posFineReached	LBP_Axis*.E_ExactFine	DB31,DBX60.7
<Axis>.basic.out.followUpMode	LBP_Axis*.A_Follow_upMode	DB31,DBX1.4

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.clampingInProgress	LBP_Axis*.A_Clamp	DB31,DBX2.3
<Chan>.basic.out.pathFeedrateOvrFactor	LBP_Chan*.A_FD_OR	DB21,DBB4

6.3 Vigilancia de consigna de velocidad de giro

Función

La consigna de velocidad de giro se compone de:

- Consigna de velocidad de giro del regulador de posición
- Proporción de consigna de velocidad de giro del control anticipativo (solo con control anticipativo activado)
- Compensación de la deriva (solo en accionamientos con interfaz de consigna analógica)

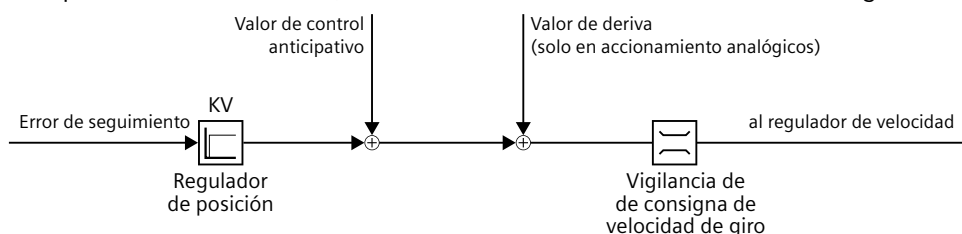


Figura 6-2 Cálculo de la consigna de velocidad de giro

La vigilancia de la consigna de velocidad de giro garantiza mediante la limitación de las magnitudes manipulada y de salida (10 V con interfaz de consigna analógica o velocidad asignada en accionamientos digitales) que no se rebasen los límites físicos de los accionamientos:

MD36210 \$MA_CTRLOUT_LIMIT (consigna de velocidad de giro máxima)

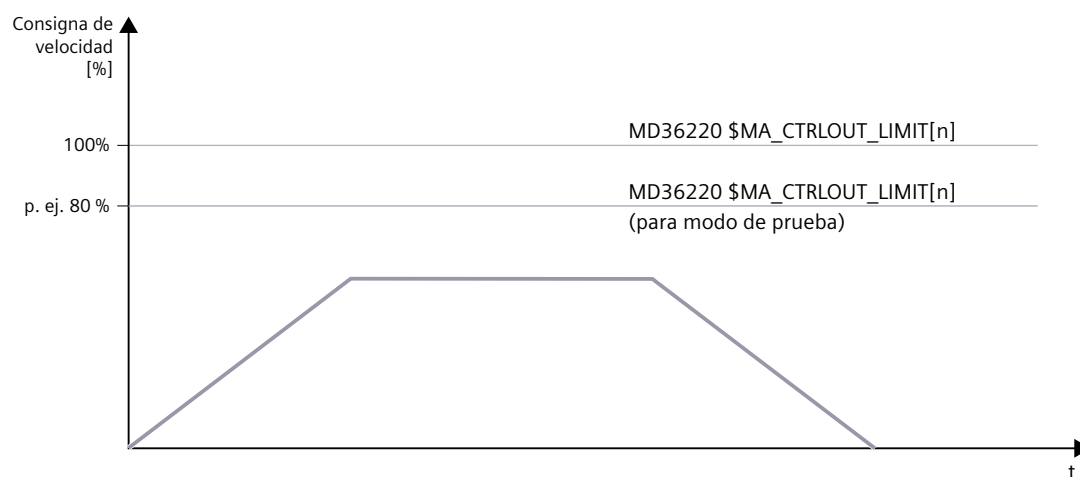


Figura 6-3 Limitación de la consigna de velocidad de giro

Retardo de la vigilancia de consigna de velocidad de giro

Para que la limitación de la velocidad de giro no provoque siempre una reacción a error, se puede parametrizar un tiempo de retardo:

MD36220 \$MA_CTRLOUT_LIMIT_TIME (retardo de la vigilancia de la velocidad de giro)

La reacción a error no se produce hasta que es necesaria una limitación de la velocidad de rotación durante más tiempo del ajustado.

Efecto

La vigilancia de la consigna de velocidad de giro solo está activada para ejes con regulación de posición y no puede desactivarse.

Caso de error

Si se rebasa el tiempo de retardo parametrizado se muestra la siguiente alarma:

25060 "Eje <nombre de eje> limitación de consigna de velocidad giro"

El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:

MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME

(duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

Nota

Al alcanzarse la vigilancia de la consigna de velocidad de giro, el lazo de regulación de posición del eje pasa a ser no lineal debido a la limitación. Esto provoca errores de contorno si el eje participa en la generación del contorno.

6.4 Vigilancia de la velocidad real

Función

La vigilancia de la velocidad real vigila que la velocidad real de un eje/cabezal no supere el valor umbral parametrizado:

MD36200 \$MA_AX_VELO_LIMIT (valor umbral para la vigilancia de velocidad)

El valor umbral debe estar un 10-15 % por encima de la velocidad máxima parametrizada:

- En ejes:
MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO (velocidad de eje máxima)
- En cabezales:
MD35110 \$MA_GEAR_STEP_MAX_VELO_LIMIT[n] (velocidad de giro máxima del escalón del reductor)

Con este ajuste generalmente no se rebasa el valor umbral de la vigilancia de velocidad (excepción: error de accionamiento).

Activación

La vigilancia de la velocidad real se activa en cuanto el sistema de medida activo suministra valores reales válidos (no se rebasa la frecuencia límite del encóder).

Efecto

La vigilancia de velocidad real solo es efectiva con regulación de posición activa y los siguientes tipos de eje:

- Ejes lineales
- Ejes giratorios
- Cabezales controlados y con regulación de posición

Caso de error

Si se rebasa el valor umbral se muestra la siguiente alarma:

25030 "Eje <nombre de eje> Velocidad real Límite de alarma"

El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:

MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME

(duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

6.5 Vigilancia del sistema de medida

El CN no tiene acceso directo al hardware del sistema de medida, por lo que las vigilancias de este sistema son realizadas principalmente por el software de accionamiento.

Funciones de vigilancia en el accionamiento

- Vigilancia de errores de hardware (p. ej., fallo del sistema de medida, rotura de hilo)
- Vigilancia de marca cero

Más información:

SINAMICS S120 Manual de funciones de accionamiento

Las vigilancias del sistema de medida realizadas en el accionamiento se representan en alarmas de CN (alarma 25000 y siguientes) o reacciones de NC (p. ej., cancelación de la referenciación o medición móvil). El comportamiento exacto del CN depende del ajuste en el dato de máquina:

MD36310 \$MA_ENC_ZERO_MONITORING

Valor	Descripción	
0	Vigilancia de errores de hardware:	<p>CON</p> <p>Si se detectan errores de hardware en el sistema de medida activo se muestra la alarma de POWER ON 25000:</p> <p>"Eje <nombre eje> Error de hardware en el encóder activo"</p> <p>El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:</p> <p>MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME (duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)</p> <p>Si se detectan errores de hardware en el sistema de medida pasivo se muestra la alarma 25001:</p> <p>"Eje <nombre eje> Error de hardware en el encóder inactivo"</p> <p>No se produce ninguna otra reacción de alarma.</p>
	Vigilancia de marca cero:	<p>DES</p> <p>Las alarmas 25020 y 25021 (ver abajo) se suprimen.</p>
100	Sin vigilancia de marca cero y ocultación de todas las vigilancias de marca cero (es decir, además de la alarma 25020 (25021) también se suprimen las alarmas 25000 (25001) y 25010 (25011)).	
0 < x < 100	Vigilancia de errores de hardware:	CON (ver arriba)
	Vigilancia de marca cero:	<p>CON</p> <p>Cuando la vigilancia de marca cero reacciona en el sistema de medida activo, se muestra la alarma 25020:</p> <p>"Eje <nombre eje> Vigilancia de la marca de origen encóder activo"</p> <p>El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:</p> <p>MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME (duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)</p> <p>Cuando la vigilancia de marca cero reacciona en el sistema de medida pasivo, se muestra la alarma 25021:</p> <p>"Eje <nombre eje> Vigilancia de la marca de origen encóder pasivo"</p> <p>No se produce ninguna otra reacción de alarma.</p>
> 100	Vigilancia de errores de hardware:	<p>CON con aviso de fallo atenuado:</p> <p>La alarma POWER ON 25000 se sustituye por la alarma de reinicio 25010, la alarma de reinicio 25001 por la alarma de cancelación 25011.</p>
	Vigilancia de marca cero:	CON (ver arriba)

Para obtener información detallada sobre las alarmas, ver:

Información adicional

Manual de diagnóstico

Nota

En caso de error de hardware se restablece el estado de referenciado del eje de máquina:

<Axis>.basic.in.enc1Synchronized / .enc2Synchronized (referenciado/
sincronizado 1/2) = 0

Funciones de vigilancia en el CN

- Vigilancia de la frecuencia límite del encóder
- Control de coherencia con encóders absolutos

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5

6.5.1 Vigilancia de la frecuencia límite del encóder

Función

La vigilancia de la frecuencia límite del encóder proporcionada por el CN se basa en la información de configuración y de telegramas del accionamiento. Vigila que la frecuencia del encóder no supere la frecuencia límite configurada:

MD36300 \$MA_ENC_FREQ_LIMIT (frecuencia límite del encóder)

La vigilancia de la frecuencia límite del encóder se refiere siempre al sistema de medida activo seleccionado en la interfaz CN/PLC:

<Axis>.basic.out.enclActivation / .enclActivation (sistema de medida de posición 1/2)

Efecto

La vigilancia de frecuencia límite de encóder es efectiva en:

- Ejes lineales
- Ejes giratorios
- Cabezales controlados y con regulación de posición

Caso de error

Si se rebasa la frecuencia límite del encóder sucede lo siguiente:

- Señalización al PLC:
<Axis>.basic.in.enc1FreqLimitExceeded / .enc1FreqLimitExceeded = 1
(frecuencia límite del encóder excedida 1 o 2)
- Cabezales
Los cabezales no se paran, sino que continúan girando con regulación de velocidad de giro. Cuando la velocidad de giro del cabezal se reduce hasta el punto de que la frecuencia del encóder vuelve a estar por debajo de la frecuencia límite, el sistema de valor real del cabezal se vuelve a sincronizar automáticamente.
- Ejes
Se muestra la siguiente alarma:
21610 "Canal <n.º de canal> Eje <nombre de eje> encóder <número de encóder> Frecuencia sobrepasada"
El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:
MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME
(duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

Nota

Después de sobrepasar la frecuencia límite del encóder es necesario volver a referenciar los ejes de máquina con regulación de posición (ver el Manual de funciones "Axes and spindles", capítulo "R1: Homing").

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6
<Axis>.basic.in.enc1FreqLimitExceeded	LBP_Axis*.E_EncodFreq1	DB31,DBX60.2
<Axis>.basic.in.enc2FreqLimitExceeded	LBP_Axis*.E_EncodFreq2	DB31,DBX60.3

6.5.2 Control de coherencia con encóders absolutos

Función

Con encóders absolutos (MD30240 \$MA_ENC_TYPE = 4) se utilizan los valores absolutos proporcionados por el sistema de medida para el control de coherencia del valor real.

Para ello el CN compara el valor de posición proporcionado cíclicamente por el software en el ciclo de regulador de posición junto con la información incremental del encóder con un valor de posición recién creado a partir de los datos absolutos e incrementales del encóder, y vigila que la diferencia en la posición no supere la diferencia permitida:

MD36310 \$MA_ENC_ZERO_MONITORING (diferencia permitida en 1/2 incrementos aproximados entre la pista absoluta y la pista incremental del encóder)

Nota

El control de coherencia en encóders absolutos cubre principalmente diferencias debidas a contaminación en la pista absoluta o a interferencias en la transferencia del valor absoluto. Por contra, los pequeños errores en la pista incremental (impulsos perturbadores, errores de impulso) no se detectan; en esos casos el control de coherencia no reacciona hasta que se producen diferencias a nivel milimétrico. Por esa razón está concebida como vigilancia adicional, destinada a ayudar principalmente en el diagnóstico de fallos en la posición absoluta.

Nota

Encóders absolutos giratorios

Si el control de coherencia debe utilizarse en un encóder absoluto giratorio, en un ajuste del rango de módulo (MD34220 \$MA_ENC_ABS_TURNS_MODULO) hay que incluir en la función el parámetro SINAMICS p0979.

Nota

Actualización del software del CN

Si el control de coherencia está activado en encóders absolutos (MD36310 > 0), en caso de actualización del software del CN hay que comprobar los valores de ajuste de MD36310 existentes hasta el momento y aumentarlos en caso necesario.

Diagnóstico de marcas cero

Durante la puesta en marcha de los encóders absolutos hay que determinar la diferencia permitida para el control de coherencia. Esto puede realizarse a través del dato de máquina:

MD36312 \$MA_ENC_ABS_ZEROMON_WARNING (vigilancia de marca cero umbral de aviso)

Valor	Significado
0	Sin diagnóstico de marcas cero
> 0	Diferencia permitida en 1/2 incremento aproximado de las pistas absoluta e incremental del encóder

Procedimiento durante la puesta en marcha:

1. Desactivar la vigilancia de marca cero:
MD36310 \$MA_ENC_ZERO_MONITORING = 0
2. Activar el diagnóstico de marca cero:
MD36312 \$MA_ENC_ABS_ZEROMON_WARNING = 1
3. Mover el eje y observar la variable de sistema \$VA_ENC_ZERO_MON_ERR_CNT (número de rebases de valor límite detectados).

4. Si \$VA_ENC_ZERO_MON_ERR_CNT \neq 0:
aumentar el valor MD36312 y repetir el paso 3.
5. Si \$VA_ENC_ZERO_MON_ERR_CNT = 0 (¡durante un periodo prolongado!):
¡se ha encontrado el valor correcto para MD36310! Aplicar en MD36310 el valor de MD36312 y a continuación poner MD36312 a "0".

Nota

El margen de regulación oscilará más o menos en función de la rigidez de la máquina (lo ideal son masas de carga/momentos de inercia lo más reducidos posible) y de los ajustes del regulador. Este hecho debe incluirse en la determinación introduciendo el valor límite específico de la máquina en MD36310.

Caso de error

Alarma 25020

Cuando el control de coherencia reacciona en el sistema de medida **activo**, se muestra la alarma 25020:

"Eje <nombre eje> Vigilancia de la marca de origen encóder activo"

El eje afectado se detiene en modo de seguimiento con la rampa de frenado parametrizada:

MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME

(duración máxima de la rampa de frenado en caso de estados de error)

Alarma 25021

Cuando el control de coherencia reacciona en el sistema de medida **inactivo**, se muestra la alarma 25021:

"Eje <nombre eje> Vigilancia de la marca de origen encóder pasivo"

No se produce ninguna otra reacción de alarma.

Nota

En caso de error el ajuste del encóder absoluto se pierde y el eje deja de estar referenciado. Es necesario reajustar el encóder absoluto (ver el Manual de funciones "Axes and spindles", capítulo "Referencing with absolute encoders").

Nota

Los errores en la pista incremental que no pueden ser detectados por la vigilancia de amplitud pueden provocar diferencias de posición milimétricas. En ese caso, la diferencia dependerá de la división de retículo/el número de impulsos y de la velocidad de desplazamiento del eje en el momento de producirse el error.

La vigilancia total de la posición solo es posible mediante redundancia, es decir, mediante comparación con un segundo sistema de medida independiente.

6.5.3 Reacciones a error específicas de usuario

Vigilancia de marca cero específica de usuario

En sistemas de medida absolutos (MD30240 \$MA_ENC_TYPE = 4), el comportamiento de alarma y reacción de la vigilancia de marca cero puede adaptarse específicamente para cada usuario con variables de sistema. Esto proporciona al usuario la posibilidad de realizar una vigilancia propia mediante sincronización o a través de aplicación OEM y utilizar todas las posibilidades de reacción disponibles en este entorno de aplicación como, p. ej.:

- Colocación de alarma
- Uso de ciclos (p. ej., desplazamiento a posición de cambio de herramienta)
- ...

Ejemplo:

El usuario puede adaptar el comportamiento de alarma y reacción de tal modo que en el caso de una pieza cara, con la que la parada del eje por una alarma podría provocar daños, primero acaba el mecanizado, antes de que se evalúe la calidad de mecanizado de la pieza mediante los comandos de sincronización correspondientes.

Efecto

La vigilancia específica de usuario puede ser efectiva en paralelo o como alternativa a la vigilancia de marca cero convencional, en función del ajuste en el dato de máquina:

MD36310 \$MA_ENC_ZERO_MONITORING

Valor	Significado
0	Si solo debe realizarse una vigilancia específica de usuario, hay que desactivar la vigilancia de marca cero convencional: MD36310 = 0 y MD36312 = 0
> 0	La vigilancia específica de usuario y la vigilancia de marca cero estándar funcionan en paralelo.
100	Todas las vigilancias de encóder están desactivadas.

Si ambas vigilancias están activadas (MD36310 > 0) se puede realizar una **vigilancia en cascada**.

Ejemplo:

Con un valor por debajo del valor umbral indicado en MD36310, la vigilancia específica de usuario establece una advertencia previa, y la vigilancia de marca cero no detecta un fallo y se desconecta hasta que se rebasa el valor umbral.

Variables de sistema

Para realizar las reacciones a error específicas de usuario están disponibles las variables de sistema siguientes:

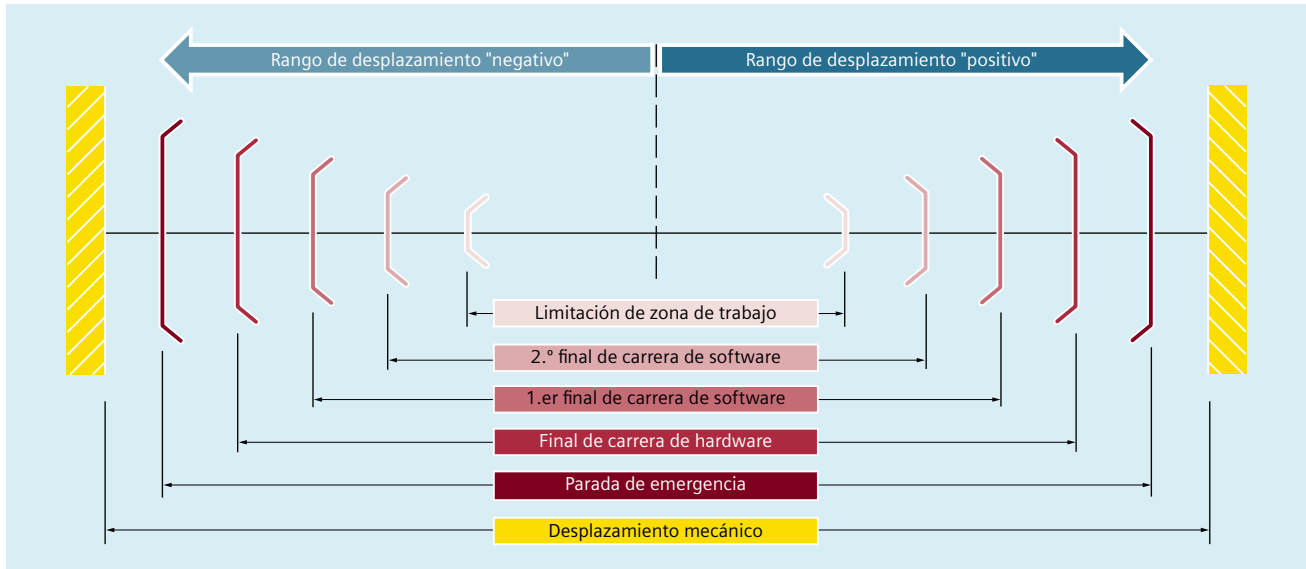
Variable de sistema	Significado
\$VA_ENC_ZERO_MON_ERR_CNT[<n>,<eje>]	<p>Número de rebases de valor límite detectados</p> <p>Contiene el número actual de rebases de valor límite detectados en comparación con las pistas absoluta e incremental del encóder</p> <p>El valor se reinicia a 0 en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • POWER ON • Selección y desección de estacionamiento <p>RESET no provoca el reinicio</p>
\$VA_ABSOLUTE_ENC_DELTA_INIT[<n>,<eje>]	<p>Diferencia inicial con encóder absoluto</p> <p>Contiene el valor de diferencia inicial entre la última posición absoluta almacenada en la memoria estática del CN y la posición absoluta actual.</p> <p>Formato del valor diferencial: Número de incrementos internos (ver MD10200 \$MN_INT_INCR_PER_MM o MD10210 \$MN_INT_INCR_PER_DEG)</p> <p>El valor se actualiza en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • POWER ON • Arranque en caliente • Desección de estacionamiento • Retorno por debajo de la frecuencia límite del encóder <p>RESET no provoca ningún reinicio.</p>

<n>: Número de encóder

<Eje>: Nombre de eje

6.6 Vigilancia de finales de carrera

Sinopsis de las limitaciones con finales de carrera y posibles vigilancias de finales de carrera:



6.6.1 Final de carrera de hardware

Función

Los finales de carrera de hardware generalmente se colocan en el final del rango de desplazamiento de un eje de máquina. Su finalidad consiste en impedir que se sobrepase por error el rango de desplazamiento máximo del eje de máquina cuando este aún no está referenciado.

Cuando el final de carrera de hardware reacciona, el programa de usuario de PLC creado por el fabricante de la máquina activa la señal de interfaz correspondiente:

```
<Axis>.basic.out.hwLimitSwitchMinus / .hwLimitSwitchPlus = 1 (finales de carrera de hardware negativo/positivo)
```

Parametrización

El comportamiento de frenado del eje de la máquina al alcanzar el final de carrera de hardware puede parametrizarse con el dato de máquina:

MD36600 \$MA_BRAKE_MODE_CHOICE (comportamiento de frenado con final de carrera de hardware)

Valor	Descripción
0	Frenado con la aceleración axial parametrizada
1	Parada rápida (velocidad de consigna = 0)

Efecto

La vigilancia de final de carrera de hardware se activa al arrancar el control en todos los modos de operación.

Reacciones de la vigilancia de final de carrera de hardware

Cuando se alcanza el final de carrera de hardware ocurre lo siguiente:

- Alarma 21614 "Canal <n.º de canal> eje <nombre de eje> Final carrera de hardware <sentido>"
- Frenado del eje de máquina de acuerdo con el comportamiento de frenado parametrizado.
- Si el eje/cabezal se encuentra en una correspondencia interpolatoria con otros ejes/ cabezales, estos también se frenarán conforme su comportamiento de frenado parametrizado.
- Las teclas de desplazamiento del eje de máquina afectado se bloquean en los sentidos correspondientes.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.hwLimitSwitchMinus	LBP_Axis*.A_HWLimitMinus	DB31,DBX12.0
<Axis>.basic.out.hwLimitSwitchPlus	LBP_Axis*.A_HWLimitPlus	DB31,DBX12.1

6.6.2 Final de carrera de software**Función**

Los finales de carrera de software sirven para limitar el rango de desplazamiento de un eje. Las posiciones de los finales de carrera de software deben estar dentro del margen de los finales de carrera de hardware.

Por cada eje de máquina pueden ajustarse para cada sentido de desplazamiento dos (1.º y 2.º) finales de carrera de software específicos de eje referidos al sistema de coordenadas de máquina (MKS):

MD36100 \$MA_POS_LIMIT_MINUS (1.er final de carrera de software negativo)

MD36110 \$MA_POS_LIMIT_PLUS (1.er final de carrera de software positivo)

MD36120 \$MA_POS_LIMIT_MINUS2 (2.º final de carrera de software negativo)

MD36130 \$MA_POS_LIMIT_PLUS2 (2.º final de carrera de software positivo)

Por defecto está activado el 1.er final de carrera de software. Desde el programa de usuario del PLC se puede activar el 2.º final de carrera de software específicamente para cada sentido:

<Axis>.basic.out.swLimitSwitch2Minus / swLimitSwitch2Plus (2.º final de carrera de software negativo/positivo)

Además de los finales de carrera de software específicos de eje, para los ejes geométricos pueden ajustarse también finales de carrera de software específicos de canal referidos al sistema básico de coordenadas (BKS):

MD21600 \$MC_POS_LIMIT_GEO_PLUS[<n>] (Limitación de eje geométrico positivo)

MD21601 \$MC_POS_LIMIT_GEO_MINUS[<n>] (Limitación de eje geométrico negativo)

MD21602 \$MC_POS_LIMIT_GEO_ACTIVATION[<n>] (Activación de la limitación de eje geométrico)

Con <n> = 0, 1, 2 (≠ eje geométrico 1, 2, 3)

Su diferencia respecto a los finales de carrera de software específicos de eje se pone de manifiesto, sobre todo con transformadas activas, porque permiten la limitación en un espacio de desplazamiento cartesiano incluso con ejes de máquina que no sean perpendiculares entre sí, p. ej. en máquinas de rectificado con transformada de ángulo inclinado persistente (TRAANG).

Si están activos finales de carrera de software específicos de eje y específicos de canal, se aplica el resultado del final de carrera de software que delimita más estrechamente el rango de desplazamiento.

Se permite el desplazamiento del eje hasta la posición del final de carrera de software activo.

Efecto

Los finales de carrera de software son efectivos:

- Inmediatamente después de completarse correctamente la referenciación del eje o los ejes de máquina.
- En todos los modos de operación

Reacciones de la vigilancia de final de carrera de software

Modos de operación automáticos (AUTOMATIK, MDA)

- Sin transformada, sin movimiento superpuesto, final de carrera de software no modificado:
Una secuencia de un programa de pieza cuyo movimiento de desplazamiento programado provocaría que se sobrepasara el final de carrera de software no se inicia.
- Con transformada:
Se dan diferentes reacciones en función del tipo de transformada:
 - Comportamiento igual que en el caso anterior.
o bien
 - La secuencia de un programa de pieza cuyo movimiento de desplazamiento programado provocaría que se sobrepasara el final de carrera de software se inicia. El eje de máquina afectado se detiene en el final de carrera de software activo. El resto de ejes de máquina implicados en el movimiento de desplazamiento se frenan. El contorno programado se abandona.
- Con movimiento superpuesto
La secuencia de un programa de pieza cuyo movimiento de desplazamiento programado provocaría que se sobrepasara el final de carrera de software se inicia. Los ejes de máquina que se desplazan o se han desplazado con movimiento solapado se detienen en el final de carrera de software activo correspondiente. El resto de ejes de máquina implicados en el movimiento de desplazamiento se frenan. El contorno programado se abandona.

Modos de operación manuales

- JOG sin transformada
El eje de máquina se detiene en la posición del final de carrera de software.
- JOG con transformada
Se dan diferentes reacciones en función de cuál sea el final de carrera de software que se aplique:
 - Final de carrera de software específico de eje activo:
El eje de máquina se detiene en la posición del final de carrera de software. El resto de ejes de máquina implicados en el movimiento de desplazamiento se frenan. La trayectoria especificada se abandona.
 - Limitación de eje geométrico activa:
El eje se detiene en la posición del final de carrera de software. El resto de ejes implicados en el movimiento de desplazamiento se frenan. La trayectoria especificada **no** se abandona.

Respuesta en caso de fallo

Conmutación del final de carrera de software (1.er ↔ 2.º final de carrera de software)

Si la posición real del eje de máquina tras la conmutación se encuentra después del final de carrera de software, se detiene el eje de máquina con la aceleración máxima permitida.

Sobrepase del final de carrera de software en el modo de operación JOG

Si se alcanza la posición de un final de carrera de software y se desea continuar el movimiento en ese sentido volviendo a pulsar la tecla de desplazamiento, se muestra una alarma y el eje no se desplaza más:

Alarma 10621 "Canal <n.º de canal> eje <nombre de eje> está sobre el final carrera de software <sentido>"

o bien

Alarma 10626 "Canal <número de canal> Eje <nombre de eje> alcanza limitación del eje geométrico <sentido>"

Condiciones

PRESET

Después de utilizar la función PRESET deja de realizarse la vigilancia de finales de carrera de software. Primero hay que volver a referenciar el eje de máquina.

Ejes giratorios sin fin

En ejes giratorios sin fin (MD30310 \$MA_ROT_IS_MODULO == 1) no se produce ninguna vigilancia de finales de carrera de software.

Excepción: Ejes giratorios adicionales

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.swLimitSwitch2Minus	LBP_Axis*.A_SWLimit2Minus	DB31,DBX12.2
<Axis>.basic.out.swLimitSwitch2Plus	LBP_Axis*.A_SWLimit2Plus	DB31,DBX12.3

6.7 Vigilancia de límites de zona de trabajo

6.7.1 Información general

Función

Con la función "Limitación de zona de trabajo" se puede delimitar el rango de desplazamiento de los ejes geométricos y adicionales de un canal dentro de un área de trabajo permitida. La función vigila que se respeten los límites de la zona de trabajo tanto en el modo de operación AUTOMÁTICO como en el modo de operación JOG.

Están disponibles las siguientes variantes:

- Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas básico (BKS)
Los límites del rango de desplazamiento se especifican en relación al sistema básico de coordenadas.
- Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas de pieza (WKS) o en el sistema de punto cero ajustable (ENS)
Los límites del rango de desplazamiento se especifican en relación al sistema de coordenadas de pieza o al sistema de punto cero ajustable.

Ambos tipos de vigilancia son independientes entre sí. Si ambos están activos simultáneamente, en cada sentido será efectivo aquel límite de rango de desplazamiento que limite más ampliamente el margen de desplazamiento del eje.

Punto de referencia en la herramienta

La consideración de los datos de herramienta (longitud y radio de la herramienta) y, en consecuencia, el punto de referencia en la herramienta, en la vigilancia de la limitación de zona de trabajo depende del estado de la transformada en el canal:

- **Transformada no activa**

Sin transformada con movimientos de desplazamiento con una herramienta activa se vigila la posición de la punta de la herramienta P, es decir, que durante la vigilancia la longitud de herramienta se considera automáticamente.

La consideración del radio de herramienta se tiene que activar por separado: MD21020 \$MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS (consideración del radio de la herramienta en la limitación de zona de trabajo)

- **Transformada activa**

Con determinadas transformadas la vigilancia de la limitación de zona de trabajo puede diferir del comportamiento sin transformada:

- La longitud de herramienta forma parte de la transformada (\$MC_TRAFO_INCLUDES_TOOL_X = TRUE):
En este caso la longitud de herramienta no se tiene en cuenta, de modo que la vigilancia se refiere al punto de referencia del portaherramientas.
- Transformada con cambio de orientación:
En transformadas con cambio de orientación la vigilancia siempre se refiere al centro de la herramienta. MD21020 no afecta en modo alguno.

Nota

El dato de máquina \$MC_TRAFO_INCLUDES_TOOL_... solo se evalúa en determinadas transformadas. La condición para una posible valoración es que la orientación de la herramienta en referencia al sistema básico de coordenadas no pueda verse modificada por la transformada. En las transformadas estándar esta condición solo se cumple para el tipo de transformada "eje oblicuo".

Comportamiento

Modos de operación automáticos

- Con/sin transformada
La secuencia de un programa de pieza cuyo movimiento de desplazamiento programado provocaría que se sobrepasara la limitación de zona de trabajo no se ejecuta.
- Con movimiento superpuesto
El eje que provocaría una intrusión en la limitación de zona de trabajo con un movimiento solapado se frena con máxima aceleración de frenado sin limitación de tirones (BRISK) y se detiene en la posición de la limitación de zona de trabajo. El resto de ejes implicados en el movimiento se frenan de acuerdo con el comportamiento de aceleración actual (p. ej., SOFT). Con diferentes aceleraciones de frenado se puede perder la interrelación dentro de la trayectoria (error de contorno).

Modos de operación manuales

- JOG con/sin transformada
El eje se detiene en la posición del límite de la zona de trabajo.

Comportamiento al conectar

Si al conectar la limitación de zona de trabajo un eje se mueve fuera de la zona de trabajo permitida, se detiene de inmediato con la máxima aceleración permitida.

Sobrepase de la limitación de zona de trabajo en el modo de operación JOG

En el modo de operación JOG el control desplaza los ejes como máximo hasta el límite de zona de trabajo correspondiente. Si se vuelve a pulsar la tecla de desplazamiento, se muestra una alarma y el eje no se continúa desplazando.

Intercambio de eje geométrico

Con el siguiente dato de máquina puede ajustarse si al efectuar el intercambio de ejes geométricos se mantendrá o se desactivará la limitación de zona de trabajo activa.

MD10604 \$MN_WALIM_GEOAX_CHANGE_MODE = <valor>

<Valor>	Significado
0	La limitación de zona de trabajo se desactiva en el intercambio de eje geométrico.
1	La limitación de zona de trabajo se mantiene activa en el intercambio de eje geométrico.

6.7.2 Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas básico**Aplicación**

En la limitación de zona de trabajo en el sistema básico de coordenadas se delimita la zona de trabajo de una máquina herramienta de modo que los elementos que componen la instalación (p. ej., revólvers o palpadores de medida) estén protegidos contra daños.

Límites de zona de trabajo

Los límites de zona de trabajo inferiores y superiores de los diferentes ejes se ajustan mediante datos del operador o se programan mediante instrucciones de programa de pieza:

Limitación de zona de trabajo mediante datos de operador

Los ajustes se realizan con los datos de operador específicos de eje efectivos de inmediato:

SD43420 \$SA_WORKAREA_LIMIT_PLUS (limitación de zona de trabajo positiva)

SD43430 \$SA_WORKAREA_LIMIT_MINUS (limitación de zona de trabajo negativa)

Limitación de zona de trabajo programada

6.7 Vigilancia de límites de zona de trabajo

La programación se realiza con los comandos G:

- G25 X...Y...Z... limitación inferior de la zona de trabajo
- G26 X...Y...Z... limitación superior de la zona de trabajo

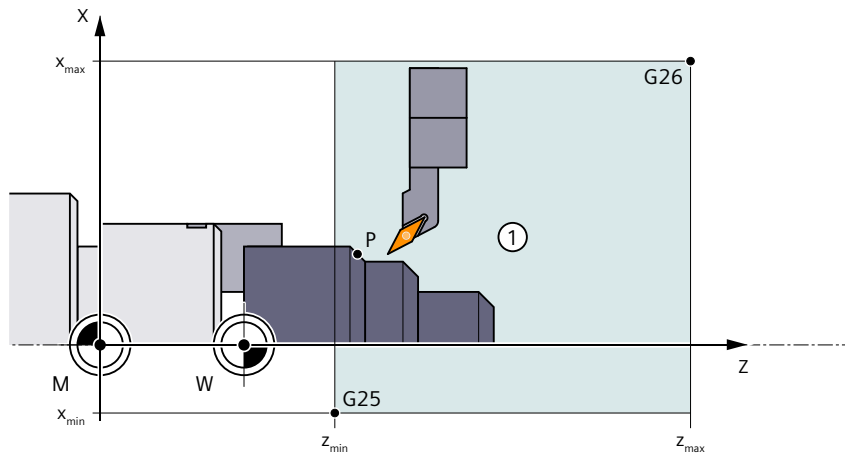


Figura 6-4 Limitación de zona de trabajo programada

La limitación de zona de trabajo programada tiene prioridad y sobrescribe los valores introducidos en SD43420 y SD43430.

Activación/desactivación

Limitación de zona de trabajo mediante datos de operador

La limitación de zona de trabajo para ejes concretos se activa y desactiva específicamente por sentido con los datos de operador efectivos inmediatamente:

SD43400 \$SA_WORKAREA_PLUS_ENABLE (limitación de zona de trabajo en dirección positiva activa)

SD43410 \$SA_WORKAREA_MINUS_ENABLE (limitación de zona de trabajo en dirección negativa activa)

Valor	Significado
0	La limitación de zona de trabajo en sentido positivo y negativo está desactivada .
1	La limitación de zona de trabajo en sentido positivo y negativo está activada .

Limitación de zona de trabajo programada

La "Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas básico" integral se activa y desactiva con las instrucciones de programa de pieza:

- WALIMON Limitación de zona de trabajo CON o bien
- WALIMOF Limitación de zona de trabajo DES

Modificación de la limitación de zona de trabajo

Limitación de zona de trabajo mediante datos de operador

Interfaz de usuario HMI: Campo de manejo "Parámetros"

- Modos de operación automáticos:
 - Cambios: solo posible en estado RESET
 - Efecto: inmediatamente
- Modos de operación manuales:
 - Cambios: siempre posible
 - Efecto: con el inicio del siguiente movimiento de desplazamiento

Limitación de zona de trabajo programada

La limitación de zona de trabajo se puede modificar en el programa de pieza con G25 o G26 <nombre de eje> <valor>. La modificación es efectiva inmediatamente.

El nuevo valor de la limitación de zona de trabajo se conserva después de RESET del CN y de POWER ON si para SD43420 y SD43430 se ha activado la copia de seguridad en la gestión de datos activa del CN:

```
MD10710 $MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB[0] = 43420
```

```
MD10710 $MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB[1] = 43430
```

Posición de borrado

La posición de borrado de la limitación de zona de trabajo (WALIMON o WALIMOF) puede ajustarse con:

```
MD20150 $MC_GCODE_RESET_VALUES (posición de borrado de los grupos G)
```

6.7.3 Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas de pieza/ sistema de origen ajustable

Aplicación

La "limitación de la zona de trabajo en sistema de coordenadas de pieza/sistema de origen ajustable" permite limitar de manera flexible para cada pieza el rango de desplazamiento de los ejes de canal en el sistema de coordenadas de pieza o en el sistema de origen ajustable. Está pensada fundamentalmente para el uso en el ámbito de los tornos convencionales.

Requisitos

Los ejes de canal deben estar referenciados.

Grupo de limitación de la zona de trabajo

Pueden utilizarse grupos de limitación de la zona de trabajo para que, al cambiar asignaciones de ejes, p. ej., al activar/desactivar transformadas o el frame activo, no sea necesario rescribir las limitaciones de la zona de trabajo específicas de eje para todos los ejes de canal.

Cada grupo de limitación de zona de trabajo incluye los siguientes datos:

- Limitaciones de zona de trabajo para todos los ejes de canal
- Sistema de referencia de la limitación de zona de trabajo

El número de grupos de limitación de zona de trabajo se ajusta específicamente para cada canal en el dato de máquina:

MD28600 \$MC_MM_NUM_WORKAREA_CS_GROUPS

Por cada canal son posibles hasta 10 grupos de limitación de zona de trabajo como máximo.

Ajuste de límites de zona de trabajo

Los límites de zona de trabajo dentro de un canal se ajustan para cada eje de canal con las siguientes variables de sistema:

- \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[<WALimNo>, <Ax>]
- \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[<WALimNo>, <Ax>]

con <WALimNo> = Grupo de limitación de la zona de trabajo
:

Rango de valores: 0 (grupo 1) ... 9 (grupo 10)

<Ax> = Nombre de eje de canal

Habilitación de límites de zona de trabajo

Los límites de zona de trabajo dentro de un canal se habilitan para cada eje de canal con las siguientes variables de sistema:

- \$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[<WALimNo>, <Ax>]
- \$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[<WALimNo>, <Ax>]

con <WALimNo> = Grupo de limitación de la zona de trabajo
:

Rango de valores: 0 (grupo 1) ... 9 (grupo 10)

<Ax> = Nombre de eje de canal

Con la habilitación específica de la dirección es posible limitar la zona de trabajo para un eje en una única dirección.

La habilitación no provoca la activación.

Selección del sistema de referencia

El sistema de referencia para un grupo de limitación de zona de trabajo dentro de un canal se ajusta con la siguiente variable de sistema:

`$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[<WALimNo>] = <valor>`

con <WALimNo> = Grupo de limitación de la zona de trabajo
:

Rango de valores: 0 (grupo 1) ... 9 (grupo 10)

<Valor>	Significado
1	El sistema de referencia es el sistema de coordenadas de pieza.
3	El sistema de referencia es el sistema de origen ajustable.

Activación de los límites de zona de trabajo

Los límites de zona de trabajo de un grupo de limitación se activan en el programa de pieza con el comando `G WALCS<n>`

con <n> = Número del grupo de limitación de zona de trabajo
:

Rango de valores: 1 ... 10

Desactivación de los límites de zona de trabajo

Los límites de zona de trabajo activos en el canal de un grupo de limitación se desactivan en el programa de pieza con el comando `G WALCS0`.

Modificación de límites de zona de trabajo

Con las variables de sistema indicadas anteriormente es posible modificar los límites de zona de trabajo en cualquier momento. Los cambios serán efectivos en la siguiente activación del grupo de limitación de zona de trabajo (`WALCSn`).

Almacenamiento de datos

Las variables de sistema de las limitaciones de zona de trabajo se depositan de forma remanente en la memoria estática del CN.

Nota

En el caso de los ejes lineales, para el almacenamiento de los valores de limitación se tiene en cuenta el ajuste básico para el sistema de unidades (`MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC`).

Copia de seguridad de datos

Se puede realizar una copia de seguridad de las variables de sistema de las limitaciones de zona de trabajo en ficheros propios:

- `_N_CHx_WAL`
Para la realización de la copia de seguridad de los valores de variable de sistema para el canal x.
- `_N_COMPLETE_WAL`
Para la realización de la copia de seguridad de los valores de variable de sistema para todos los canales.

Nota

Las variables de sistema de las limitaciones de zona de trabajo están contenidas en el fichero "`_N_INITIAL_INI`".

Comportamiento en el modo de operación JOG

Situación inicial:

- En el modo de operación JOG se desplazan simultáneamente **varios** ejes geométricos (p. ej., a través de varios volantes).
- Entre el sistema básico de coordenadas y el sistema de coordenadas de referencia de la limitación de zona de trabajo (sistema de coordenadas de pieza o sistema de origen ajustable) hay un frame **giratorio** activo.

Comportamiento en caso de reacción de una limitación de zona de trabajo:

- Los movimientos de desplazamiento de los ejes geométricos afectados continúan.
- El eje geométrico afectado se detiene en el límite de la zona de trabajo.

Ajuste de la posición de borrado

El grupo de limitación de zona de trabajo que debe ser efectivo en el arranque, en caso de RESET o al final y al inicio del programa de pieza se ajusta previamente de forma específica por canal con el dato de máquina:

MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUE[59] = <n>

con <n> = Número del grupo de limitación de zona de trabajo
:

Rango de valores: 1 ... 10

Que el grupo de limitación de zona de trabajo ajustado previamente se aplique o no realmente en caso de arranque, RESET, inicio o final del programa de pieza depende del siguiente ajuste:

MD20152 \$MC_GCODE_RESET_MODE[59] = <valor>

<Valor>	Significado
0	El grupo de zona de trabajo según MD20150 es efectivo (ajuste básico).
1	Permanece activo el último grupo de zona de trabajo activo.

6.7.4 Ejemplo: Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas de pieza/sistema de origen ajustable

Supuesto

Ejes de canal

En el canal hay definidos cuatro ejes:

- Ejes lineales: X, Y, Z
- Eje giratorio: A (no módulo)

Requisitos

Ejes de canal

En el canal hay definidos cuatro ejes:

- Ejes lineales: X, Y, Z
- Eje giratorio: A (no módulo)

Grupos de limitación de zona de trabajo

En el canal debe haber disponibles tres grupos de limitación de zona de trabajo:

MD28600 \$MC_MM_NUM_WORKAREA_CS_GROUP = 3

De estos tres grupos de limitación de zona de trabajo a continuación se definen dos.

Sistemas de coordenadas

- Grupo de limitación de zona de trabajo 1: Limitación de zona de trabajo en el sistema de origen ajustable (**ENS**).
- Grupo de limitación de zona de trabajo 2: Limitación de zona de trabajo en el sistema de coordenadas de pieza (**WKS**).

Grupo de limitación de zona de trabajo 1

- Eje X en dirección positiva: 10 mm
- Eje X en dirección negativa: sin limitaciones
- Eje Y en dirección positiva: sin limitaciones
- Eje Y en dirección negativa: 25 mm

6.7 Vigilancia de límites de zona de trabajo

- Eje Z en dirección positiva: sin limitaciones
- Eje Z en dirección negativa: sin limitaciones
- Eje A en dirección positiva: 10 grados
- Eje A en dirección negativa: -40 grados

Definición mediante variables de sistema en el programa del CN

Código de programa

```
; grupo de limitación de zona de trabajo 1
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[1] = 3          ; limitación de zona de trabajo
en ENS
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,X] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[1,X] = 10
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,X] = FALSE
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,Y] = FALSE
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,Y] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[1,Y] = 25
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,Z] = FALSE
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,Z] = FALSE
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,A] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[1,A] = 10
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,A] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[1,A] = -40
```

Grupo de limitación de zona de trabajo 2

- Eje X en dirección positiva: 10 mm
- Eje X en dirección negativa: sin limitaciones
- Eje Y en dirección positiva: 34 mm
- Eje Y en dirección negativa: -25 mm
- Eje Z en dirección positiva: sin limitaciones
- Eje Z en dirección negativa: -600 mm
- Eje A en dirección positiva: sin limitaciones
- Eje A en dirección negativa: sin limitaciones

Definición mediante variables de sistema en el programa del CN

Código de programa

```
; grupo de limitación de zona de trabajo 2
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[2] = 1          ; limitación de zona de trabajo
en WKS
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,X] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,X] = 10
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,X] = FALSE
```

Código de programa

```

$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Y] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Y] = 34
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Y] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[2,Y] = -25
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Z] = FALSE
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Z] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Z] = -600
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,A] = FALSE
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,A] = FALSE

```

Activación

Los grupos de limitación de zona de trabajo en el programa de CN se activan con el comando `WALCS<x>`, con x: Número del grupo de limitación de zona de trabajo

6.8 Estacionamiento de un eje de máquina

Si un eje de máquina pasa al estado "Estacionamiento" ya no se registrarán más valores reales de encóder para ese eje, y todas las vigilancias descritas en los capítulos anteriores (de sistema de medida, de parada, de bloqueo, etc.) se desactivan.

Activación/desactivación**Activación del estacionamiento**

La función "Estacionamiento" se **activa** para un eje de máquina **desactivando** las señales de interfaz CN/PLC específicas de eje para los sistemas de medida de posición y la habilitación de regulador:

- `<Axis>.basic.out.enc1Activation = 0` (sistema de medida de posición 1)
- `<Axis>.basic.out.enc2Activation = 0` (sistema de medida de posición 2)
- `<Axis>.basic.out.enableCtrl = 0` (habilitación de regulador)

El estado de regulador de los sistemas de medida de posición del eje se pone entonces en "No referenciado":

- `<Axis>.basic.in.enc1Synchronized = 0` (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1)
- `<Axis>.basic.in.enc2Synchronized = 0` (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2)

De igual modo se desactivan las siguientes señales de interfaz CN/PLC:

- `<Axis>.basic.in.posCtrlActive = 0` (regulador de posición activo)
- `<Axis>.basic.in.speedCtrlActive = 0` (regulador de velocidad de giro activo)
- `<Axis>.drive.in.currentCtrlActive = 0` (regulador de intensidad activo)
- `<Axis>.drive.in.pulsesEnabled = 0` (impulsos habilitados)

- `<Axis>.basic.in.enc1Active = 0` (sistema de medida 1 activado)
- `<Axis>.basic.in.enc2Active = 0` (sistema de medida 2 activado)

Desactivación del estacionamiento

La función "Estacionamiento" se **desactiva** para un eje de máquina **activando** las señales de interfaz CN/PLC para el sistema de medida de posición que debe activarse y la habilitación de regulador:

- `<Axis>.basic.out.enc1Activation = 1` (sistema de medida de posición 1)
o
`<Axis>.basic.out.enc2Activation = 1` (sistema de medida de posición 2) = 1
- `<Axis>.basic.out.enableCtrl = 1` (habilitación de regulador) = 1

La regulación de posición se vuelve a activar para el eje de máquina en la posición actual.

El estado de encóder de los sistemas de medida de posición depende del tipo de sistema de medida:

- Sistema de medida de posición incremental ⇒ Estado "No referenciado"
 - `<Axis>.basic.in.enc1 Synchronized=0` (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1)
 - `<Axis>.basic.in.enc2 Synchronized=0` (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2)
- Sistema de medida de posición absoluto ⇒ Estado "Referenciado/sincronizado"
 - `<Axis>.basic.in.enc1 Synchronized=1` (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1)
 - `<Axis>.basic.in.enc2 Synchronized=1` (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2)

De igual modo se vuelven a activar las siguientes señales de interfaz CN/PLC:

- `<Axis>.basic.in.posCtrlActive = 1` (regulador de posición activo)
- `<Axis>.basic.in.speedCtrlActive = 1` (regulador de velocidad de giro activo)
- `<Axis>.drive.in.currentCtrlActive = 1` (regulador de intensidad activo)
- `<Axis>.drive.in.pulsesEnabled = 1` (impulsos habilitados)
- `<Axis>.basic.in.enc1Active = 1` (sistema de medida 1 activado)
- `<Axis>.basic.in.enc2Active = 1` (sistema de medida 2 activado)

Sistemas de medida de posición incrementales

Tras la desconexión del estado "Estacionar", los sistemas de medida de posición incrementales deben volver a referenciarse para alcanzar el estado de encóder "Referenciado".



ADVERTENCIA

Sincronización errónea de sistema de medida de posición debido a un offset de la posición real del eje de máquina

Si durante el "Estacionamiento" se han realizado cambios en el sistema de medida de posición que hacen necesaria una modificación en los datos de máquina parametrizados (p. ej., instalación de un nuevo encóder) hay que volver a medir y referenciar todo el sistema de medida de posición. Ver el Manual de funciones "Axes and spindles", capítulo "R1: Homing".

Eje de máquina sin sistema de medida de posición

En los ejes de máquina sin sistema de medida de posición (cabezal con regulación de velocidad de giro) el estado correspondiente a "Estacionamiento" se activa retirando la habilitación de regulador:

- `<Axis>.basic.out.enableCtrl = 0` (habilitación de regulador)

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Axis>.basic.out.enc1Activation</code>	<code>LBP_Axis*.A_PosMeas1</code>	<code>DB31,DBX1.5</code>
<code><Axis>.basic.out.enc2Activation</code>	<code>LBP_Axis*.A_PosMeas2</code>	<code>DB31,DBX1.6</code>
<code><Axis>.basic.out.enableCtrl</code>	<code>LBP_Axis*.A_ContrEnable</code>	<code>DB31,DBX2.1</code>
<code><Axis>.basic.in.enc1Synchronized</code>	<code>LBP_Axis*.E_RefSyn1</code>	<code>DB31,DBX60.4</code>
<code><Axis>.basic.in.enc2Synchronized</code>	<code>LBP_Axis*.E_RefSyn2</code>	<code>DB31,DBX60.5</code>
<code><Axis>.basic.in.posCtrlActive</code>	<code>LBP_Axis*.E_PositContr</code>	<code>DB31,DBX61.5</code>
<code><Axis>.basic.in.speedCtrlActive</code>	<code>LBP_Axis*.E_SpeedContr</code>	<code>DB31,DBX61.6</code>
<code><Axis>.drive.in.currentCtrlActive</code>	<code>LBP_Axis*.E_CurrentContr</code>	<code>DB31,DBX61.7</code>
<code><Axis>.drive.in.pulsesEnabled</code>	<code>LBP_Axis*.E_PulseEnable</code>	<code>DB31,DBX93.7</code>
<code><Axis>.basic.in.enc1Active</code>	<code>LBP_Axis*.E_PosMeas1</code>	<code>DB31,DBX102.5</code>
<code><Axis>.basic.in.enc2Active</code>	<code>LBP_Axis*.E_PosMeas2</code>	<code>DB31,DBX102.6</code>

6.9 Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo

6.9.1 Función

A diferencia de la función "Estacionamiento de un eje de máquina (Página 195)", en la que todos los sistemas de medida de un eje de máquina se desconectan, con la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" el usuario puede "estacionar" solo el sistema de medida de posición pasivo de un eje de máquina (es decir, desconectar la valoración y vigilancia de encóder en el accionamiento y en el control), mientras el sistema de medida de posición activo puede continuar funcionando.

Nota

Para más información sobre el sistema de medida activo/pasivo, ver el Manual de funciones Axes and spindles, capítulo "Setpoint/actual-value system".

Aplicación

La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" puede utilizarse, p. ej., en los siguientes casos:

- Cambio de cabezales frontales con y sin encóder montado
La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" permite montar en el cabezal principal cabezales frontales con y sin encóder montado de forma alterna para diferentes tareas de mecanizado sin que la falta de señales de encóder provoque errores en el accionamiento y el control.
Ver también:
 - Ejemplo: Cambio de cabezal frontal con un sistema de medida de posición directo (Página 202)
 - Ejemplo: Cambio de cabezal frontal con dos sistemas de medida de posición directos (Página 207)
- Uso de sistemas de medida de posición lineales no disponibles en todo el rango de desplazamiento de un eje de máquina
La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" permite atravesar el margen fuera del sistema de medida de posición lineal sin que la falta de señales de encóder provoque errores en el accionamiento y el control.
Ver también:
 - "Ejemplo: Conmutación del sistema de medida si faltan encóders en alguna zona (Página 211)".

Activación/desactivación

Activación

El sistema de medida de posición pasivo de un eje de máquina se estaciona cuando se dan las siguientes condiciones:

- La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" está activada para el sistema de medida:
MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[<n>] = 1
con <n> = 0 (sistema de medida de posición 1) o 1 (sistema de medida de posición 2)

Nota

MD31046 **no es efectivo:**

- En ejes con menos de dos encoders:
MD30200 \$MA_NUM_ENCS < 2
 - Con encoders simulados:
MD30240 \$MA_ENC_TYPE = 0
-

Nota

¡Para sistemas de medida de posición utilizados como sistemas de medida de motor, la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" debe estar desconectada (MD31046 = 0)!

y

- El usuario pone la siguiente señal de interfaz CN/PLC a "0":
<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0
o bien
<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 0

El control pone entonces la señal de estado para el estado de conexión del sistema de medida de posición a "0":

<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 0
o bien

<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 0

El sistema de medida de posición ya no se vigila ni actualiza.

Desactivación

La función de "Estacionamiento" se desactiva cuando el usuario activa el sistema de medida de posición:

<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 1
o bien

<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1

El control vuelve a poner entonces la señal de estado para el estado de conexión del sistema de medida de posición a "1":

<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 1
o bien

```
<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 1
```

Nota

La conmutación a un sistema de medida de posición estacionado requiere más tiempo que a un sistema de medida de posición no estacionado. Debido al tiempo necesario, conviene hacer la conmutación con el eje parado.

Posición del sistema de medida de posición**Sistemas de medida de posición absolutos**

En los sistemas de medida de posición absolutos, la posición tras la desactivación de "Estacionamiento" corresponde a la posición absoluta actual del encóder.

El sistema de medida de posición está referenciado:

```
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1) == 1
```

o bien

```
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2) == 1
```

Sistemas de medida de posición incrementales

En los sistemas de medida de posición incrementales, la posición tras la desactivación de "Estacionamiento" corresponde en principio a la última posición de desactivación del sistema de medida de posición.

La conmutación al sistema de medida de posición estacionado solo se lleva a cabo si no se supera la diferencia máxima parametrizada de ambos sistemas de medida de posición (ver MD36500 \$MA_ENC_CHANGE_TOL). De lo contrario, el usuario debe utilizar la función "Estacionamiento de un eje de máquina" en la que no se realice ninguna comprobación.

El sistema de medida de posición **no** está referenciado:

```
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1) == 0
```

o bien

```
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2) == 0
```

Sistemas de medida de posición incrementales con aplicación de posición

Como alternativa, para los sistemas de medida de posición incrementales con la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" (MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[<n>] = 1) activada existe la posibilidad de aplicar tras la desactivación la posición y, dado el caso, también el estado "Referenciado" del sistema de medida de posición activo anteriormente.

Esta función puede activarse para cada sistema de medida de posición de un eje de máquina a través del dato de máquina:

```
MD34210 $MA_ENC_REFP_STATE[<n>]
```



con <n> = 0 (sistema de medida de posición 1) o 1 (sistema de medida de posición 2)

Valor	Descripción
1	Del sistema de medida de posición activo anteriormente solo se aplica la posición. El sistema de medida de posición no está referenciado: <Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1) == 0 o bien <Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2) == 0
2	Del sistema de medida de posición activo anteriormente solo se aplican la posición y el estado "Referenciado". El sistema de medida de posición está referenciado: <Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 1) == 1 o bien <Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizado, sistema de medida de posición 2) == 1

Nota

Solo en los sistemas de medida de posición incrementales se aplica la posición y el estado "Referenciado" del sistema de medida de posición activo anteriormente en función de MD34210 \$MA_ENC_REFP_STATE[<n>] y solo si la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" está activada (MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[<n>] = 1).

La posición aplicada tiene la precisión del sistema de medida de posición activo anteriormente. Si esa precisión no fuera suficiente, habrá que volver a referenciar el sistema de medida de posición.

 ADVERTENCIA
Sincronización errónea de sistema de medida de posición debido a un offset de la posición real del eje de máquina
Si durante el "Estacionamiento" se han realizado cambios en el sistema de medida de posición que hacen necesaria una modificación en los datos de máquina parametrizados (p. ej., instalación de un nuevo encóder) hay que volver a medir y referenciar todo el sistema de medida de posición. Ver el Manual de funciones "Axes and spindles", capítulo "R1: Homing".

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5
<Axis>.basic.in.enc1Active	LBP_Axis*.E_PosMeas1	DB31,DBX102.5
<Axis>.basic.in.enc2Active	LBP_Axis*.E_PosMeas2	DB31,DBX102.6

6.9.2 Condiciones

Interacción con "Realimentación de posición dual"

La aplicación de la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" **no** puede utilizarse en combinación con la función "Realimentación de posición dual" (MD32960 \$MA_POSCTRL_DUAL_FEEDBACK_TIME > 0).

Interacción con "Activación de la diferencia de posición"

La aplicación de la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" **no** puede utilizarse en combinación con la función "Activación de la diferencia de posición" ((MD32950 \$MA_POSCTRL_DAMPING > 0).

Interacción con APC (opción)

La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" **no** puede utilizarse en combinación con la función de accionamiento "Advanced Positioning Control (APC)".

Interacción con el concepto de protección de seguridad de encóder

En combinación con la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" **solo** puede utilizarse el concepto de protección de seguridad de 1 encóder.

Interacción al enchufar y desenchufar en DRIVE-CLiQ

Si en lugar del cable de encóder se desenchufan y enchufan los cables DRIVE-CLiQ, p. ej., entre SMC y Motor Module, este tipo de encóders solo pueden desestacionarse sin errores con la función "Estacionamiento de un eje de máquina (Página 195)".

6.9.3 Ejemplo: Cambio de cabezal frontal con un sistema de medida de posición directo

Situación inicial

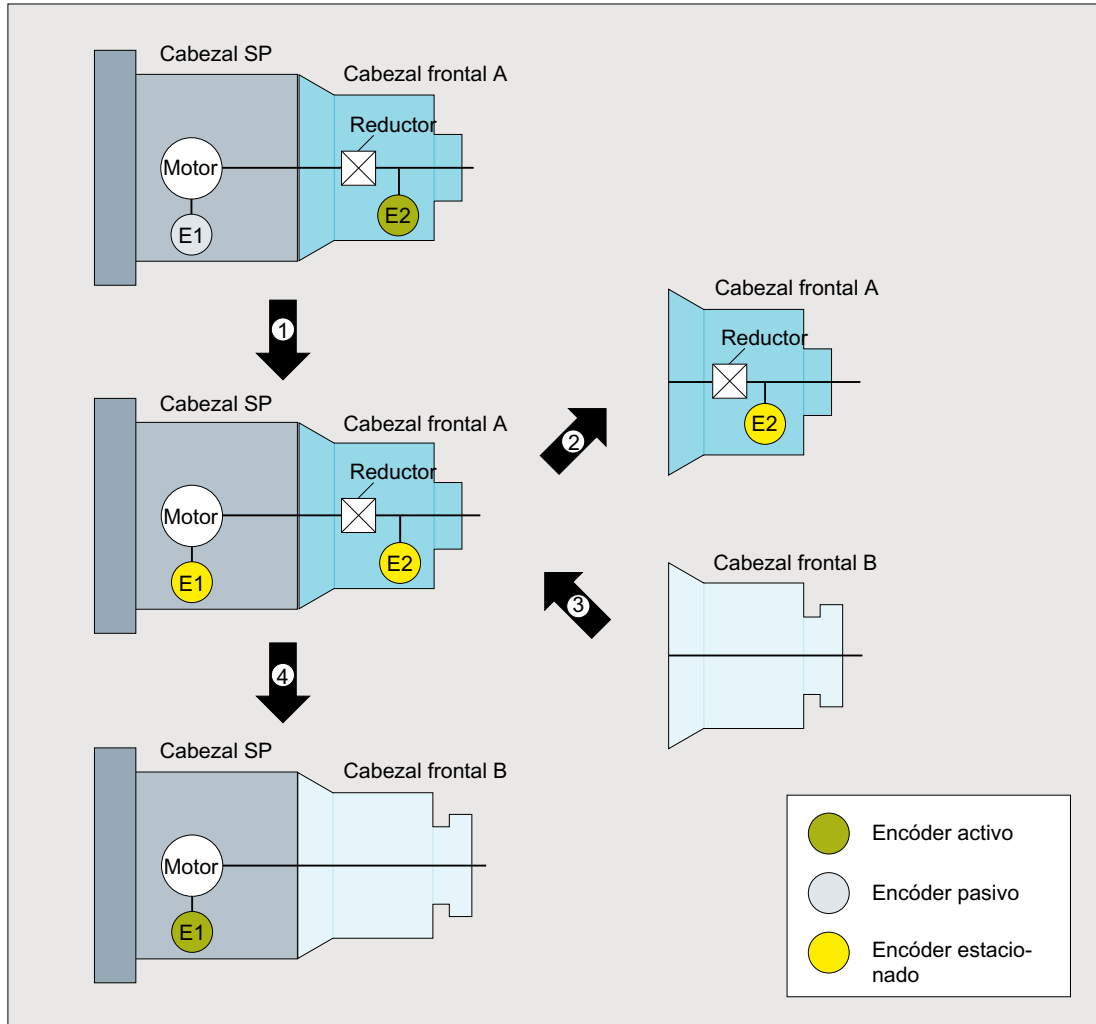
- El cabezal frontal "A" tiene un encóder E2.
- El cabezal frontal "B" no tiene ningún encóder.
- El cabezal "SP" tiene un encóder E1.
- En MD13060 \$MN_DRIVE_TELEGRAM_TYPE (tipo de telegrama estándar para PROFIdrive) está configurado uno de los siguientes tipos de telegrama:
 - Telegrama 116 (encóder integrado + un encóder externo)
o bien
 - Telegrama 136 (encóder integrado + un encóder externo, más el control anticipativo de par)

- En el cabezal "SP" están configurados los siguientes sistemas de medida de posición:
 - Encóder integrado E1 como sistema de medida de posición 1
 - Encóder directo E2 como sistema de medida de posición 2
- Actualmente en el cabezal está montado el cabezal frontal "A" con encóder E2.
- El sistema de medida de posición 2 es el sistema de medida activo:
`<Axis>.basic.out.enc2Activation = 1`
Sistema de medida de posición 1 es pasivo.
- La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" está:
 - inactiva para el sistema de medida de posición 1:
`MD31046 $MA_ENC_PASSIVE_PARKING [0] = 0`
 - activa para el sistema de medida de posición 2:
`MD31046 $MA_ENC_PASSIVE_PARKING[1] = 1`

Objetivo

El usuario desea cambiar del cabezal frontal "A" al cabezal frontal "B".

Ejecución



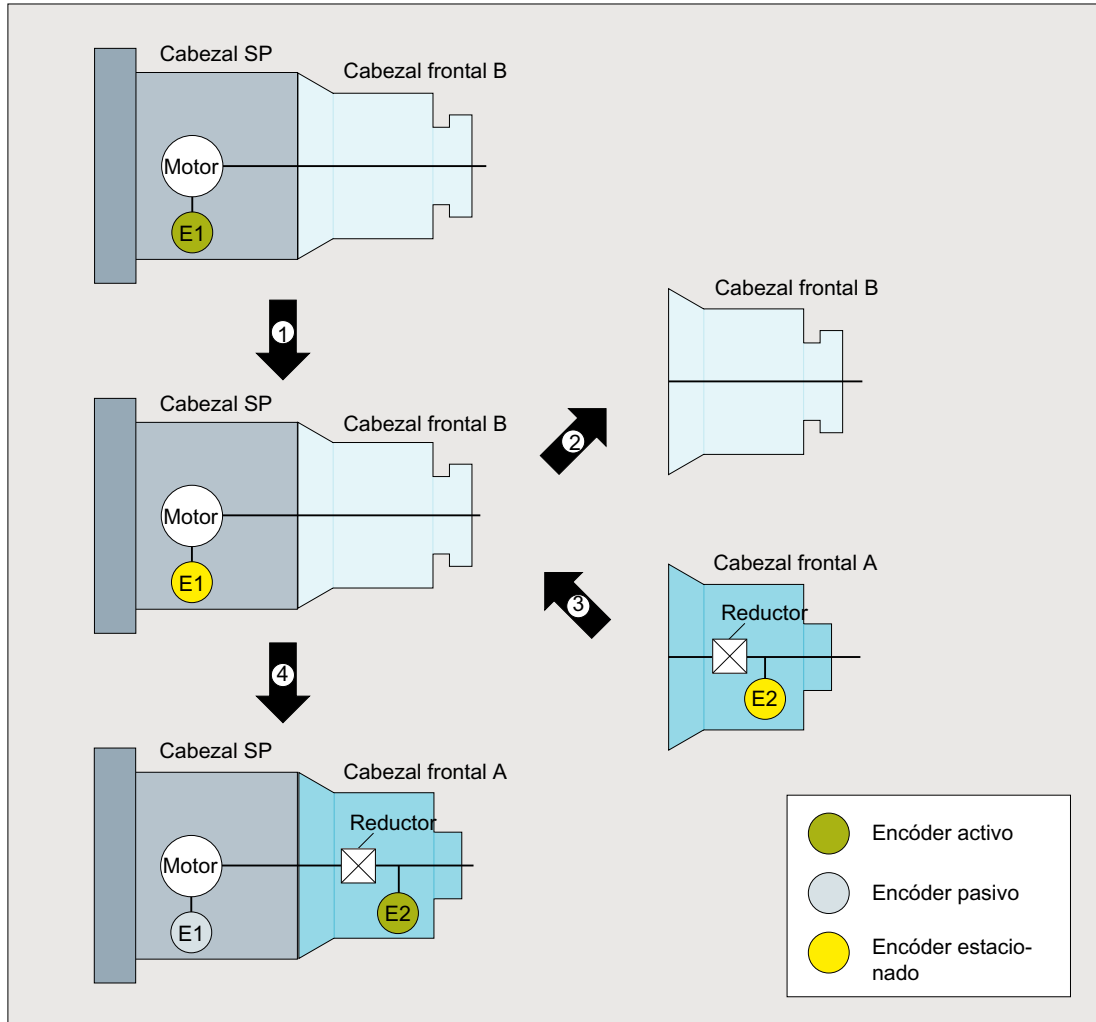
- ① Antes de cambiar un cabezal frontal el usuario debe desconectar todos los sistemas de medida de posición con la función "Estacionamiento de un eje de máquina (Página 195)":
`<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0`
`<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 0`
 El control desactiva entonces las señales de estado de los sistemas de medida de posición:
`<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 0`
`<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 0`
- ② El usuario espera las señales de estado y no retira el cabezal frontal "A" del cabezal hasta tenerlas. Al retirarlo también se desenchufa el cable de encóder entre el cabezal frontal "A" y el acoplamiento. La ausencia del encóder E2 no genera ningún error de CN ni de accionamiento.

- ③ A continuación se monta el cabezal frontal "B" en el cabezal.
- ④ El usuario solo conecta el sistema de medida de posición 1:
`<Axis>.basic.out.enclActivation (sistema de medida de posición 1) = 1`
El control activa entonces la señal de estado:
`<Axis>.basic.in.enclActive (sistema de medida de posición 1 activado) == 1`
Dado que para el sistema de medida de posición 2 está activa la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" el sistema de medida de posición 2 no pasa a pasivo, sino que permanece en el estado "Estacionamiento".

Objetivo

A continuación el usuario desea volver a cambiar al cabezal frontal "A".

Ejecución



- ① El usuario desactiva el sistema de medida de posición 1 con la función "Estacionamiento de un eje de máquina":
`<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0`
 El control desactiva entonces la señal de estado para el sistema de medida de posición:
`<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 0`
- ② El usuario espera la señal de estado y no retira el cabezal frontal "B" del cabezal hasta tenerla.
- ③ A continuación se monta el cabezal frontal "A" en el cabezal.
- ④ El usuario pone el sistema de medida 2 en modo activo:
`<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1`
 Con ello se activa simultáneamente el sistema de medida de posición 1, dado que para el sistema de medida de posición 1 (sistema de medida del motor) no está activada la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo". El sistema de medida de posición 1 pasa a ser el sistema de medida de posición pasivo.
 El control activa las señales de estado de los sistemas de medida de posición:
`<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 1`
`<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 1`

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6
<Axis>.basic.in.enc1Active	LBP_Axis*.E_PosMeas1	DB31,DBX102.5
<Axis>.basic.in.enc2Active	LBP_Axis*.E_PosMeas2	DB31,DBX102.6

6.9.4 Ejemplo: Cambio de cabezal frontal con dos sistemas de medida de posición directos

Situación inicial

- El cabezal frontal "A" tiene un encóder E3.
- El cabezal frontal "B" no tiene ningún encóder.
- El cabezal "SP" tiene dos encóders E1 y E2.
- En MD13060 \$MN_DRIVE_TELEGRAM_TYPE (tipo de telegrama estándar para PROFIdrive) está configurado uno de los siguientes tipos de telegrama:
 - Telegrama 118 (dos encóders externos)
o bien
 - Telegrama 138 (dos encóders externos más control anticipativo de par)

Más información:

Para más información sobre la asignación de encóders vea:

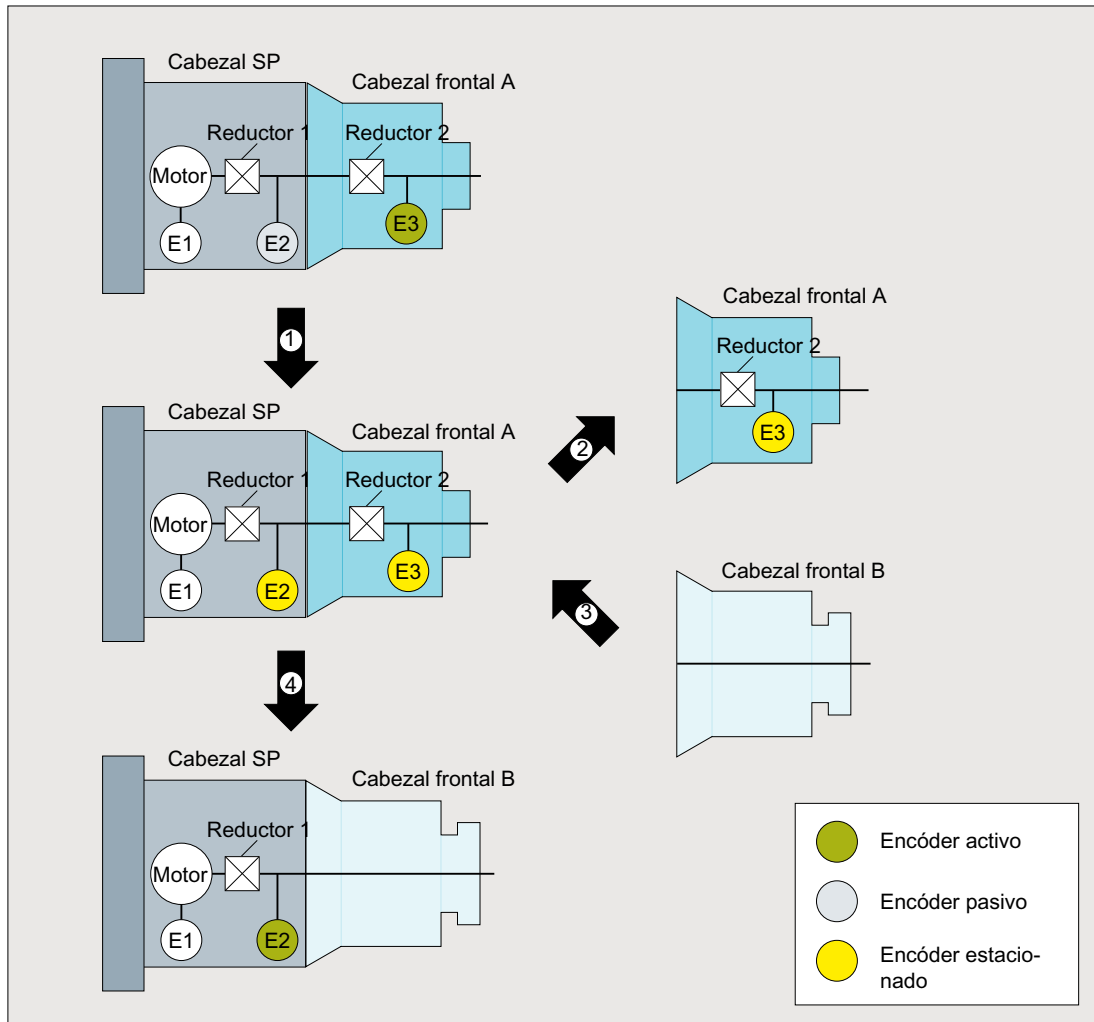
Manual de puesta en marcha CNC: CN, PLC, accionamiento; comunicación entre CN y accionamiento > Accionamientos: Asignar eje

- En el cabezal "SP" están configurados los siguientes sistemas de medida de posición:
 - Encóder directo E2 como sistema de medida de posición 1
 - Encóder directo E3 como sistema de medida de posición 2
- Actualmente en el cabezal está montado el cabezal frontal "A" con encóder E3.
- El sistema de medida de posición 2 es el sistema de medida activo:
<Axis>.basic.out.enc2Activation = 1
Sistema de medida de posición 1 es pasivo.
- La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" está:
 - inactiva para el sistema de medida de posición 1:
MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[0] = 0
 - activa para el sistema de medida de posición 2:
MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[1] = 1

Objetivo

El usuario desea cambiar del cabezal frontal "A" al cabezal frontal "B".

Ejecución



- ① Antes de cambiar un cabezal frontal el usuario debe desconectar todos los sistemas de medida de posición con la función "Estacionamiento de un eje de máquina (Página 195)":

```
<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0
```

```
<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 0
```

El control desactiva entonces las señales de estado de los sistemas de medida de posición:

```
<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 0
```

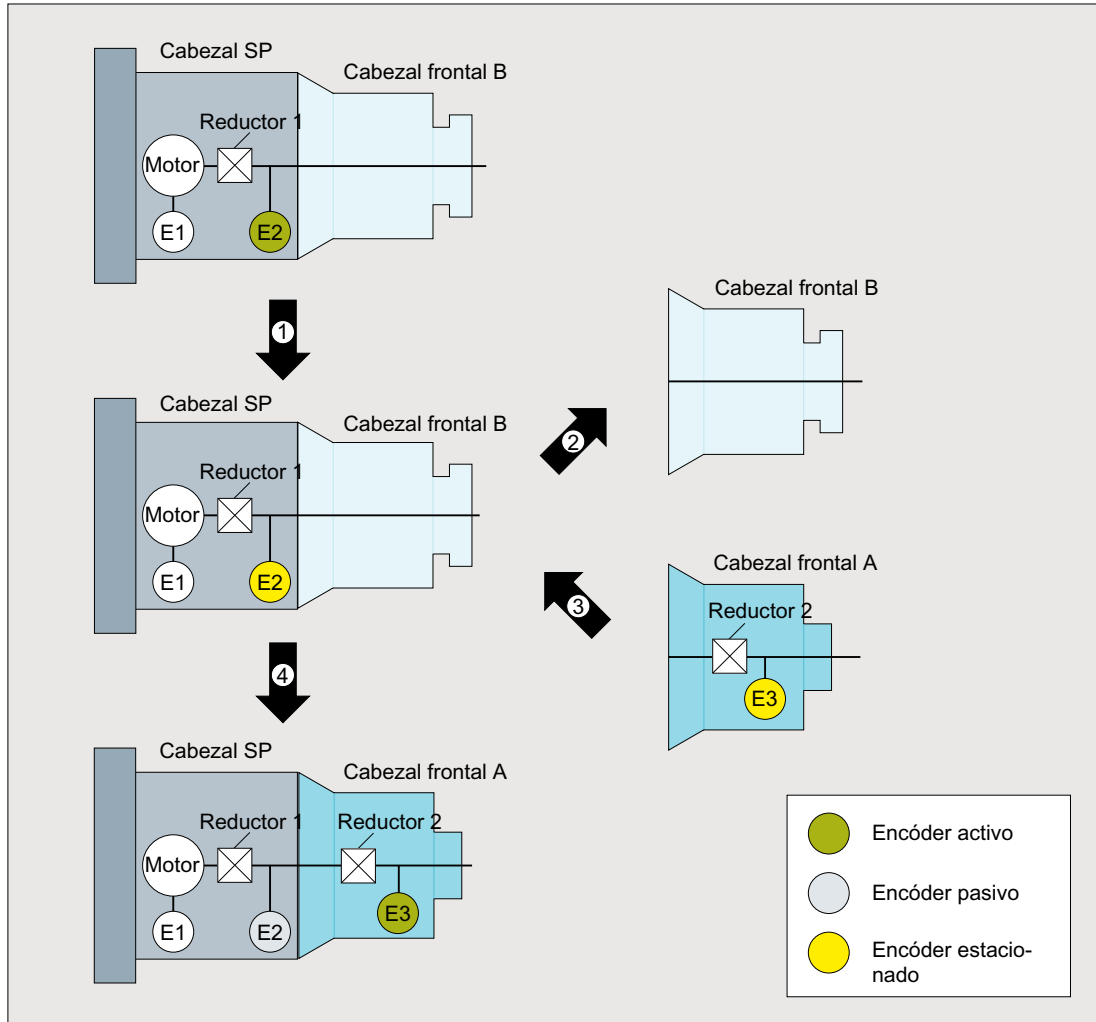
```
<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 0
```
- ② El usuario espera las señales de estado y no retira el cabezal frontal "A" del cabezal hasta tenerlas. Al retirarlo también se desenchufa el cable de encóder entre el cabezal frontal "A" y el acoplamiento. La ausencia del encóder E3 no genera ningún error de CN ni de accionamiento.

- ③ A continuación se monta el cabezal frontal "B" en el cabezal.
- ④ El usuario solo conecta el sistema de medida de posición 1:
<Axis>.basic.out.enclActivation (sistema de medida de posición 1) = 1
El control activa la señal de estado:
<Axis>.basic.in.enclActive (sistema de medida de posición 1 activado) == 1
Dado que para el sistema de medida de posición 2 está activa la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" el sistema de medida de posición 2 no pasa a pasivo, sino que permanece en el estado "Estacionamiento".

Objetivo

A continuación el usuario desea volver a cambiar al cabezal frontal "A".

Ejecución



- ① El usuario desactiva el sistema de medida de posición 1 con la función "Estacionamiento de un eje de máquina":
`<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0`
 El control desactiva entonces la señal de estado para el sistema de medida de posición:
`<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 0`
- ② El usuario espera la señal de estado y no retira el cabezal frontal "B" del cabezal hasta tenerla.
- ③ A continuación se monta el cabezal frontal "A" en el cabezal.
- ④ El usuario pone el sistema de medida 2 en modo activo:
`<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1`
 Con ello se activa simultáneamente el sistema de medida de posición 1, dado que para el sistema de medida de posición 1 no está activada la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo". El sistema de medida de posición 1 pasa a ser el sistema de medida de posición pasivo.
 El control activa las señales de estado de los sistemas de medida de posición:
`<Axis>.basic.in.enc1Active (sistema de medida de posición 1 activado) == 1`
`<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 1`

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6
<Axis>.basic.in.enc1Active	LBP_Axis*.E_PosMeas1	DB31,DBX102.5
<Axis>.basic.in.enc2Active	LBP_Axis*.E_PosMeas2	DB31,DBX102.6

6.9.5 Ejemplo: Conmutación del sistema de medida si faltan encóders en alguna zona

En el siguiente ejemplo el sistema de medida lineal directo solo está disponible en las zonas de mecanizado, mientras que en las áreas fuera de estas solo está disponible el sistema de medida del motor

Situación inicial

- El eje lineal "X" tiene dos encóders incrementales:
 - Encóder integrado E1
 - Encóder directo E2
- El encóder lineal directo E2 solo está disponible en la zona de mecanizado.
- En MD13060 \$MN_DRIVE_TELEGRAM_TYPE (tipo de telegrama estándar para PROFIdrive) está configurado uno de los siguientes tipos de telegrama:
 - Telegrama 116 (encóder integrado + un encóder externo)
o bien
 - Telegrama 136 (encóder integrado + un encóder externo, más el control anticipativo de par)
- Para el eje de máquina están configurados los siguientes sistemas de medida de posición:
 - Encóder integrado E1 como sistema de medida de posición 1
 - Encóder lineal directo E2 como sistema de medida de posición 2
- Al conectar la máquina, el usuario activa ambos sistemas de medida de posición:
 - <Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 1
 - <Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1

Con la activación simultánea de ambos sistemas de medida de posición el control selecciona el sistema de medida de posición 1 como sistema activo.
- Para el mecanizado se conmuta al sistema de medida de posición 2:
 - <Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0
 - <Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1

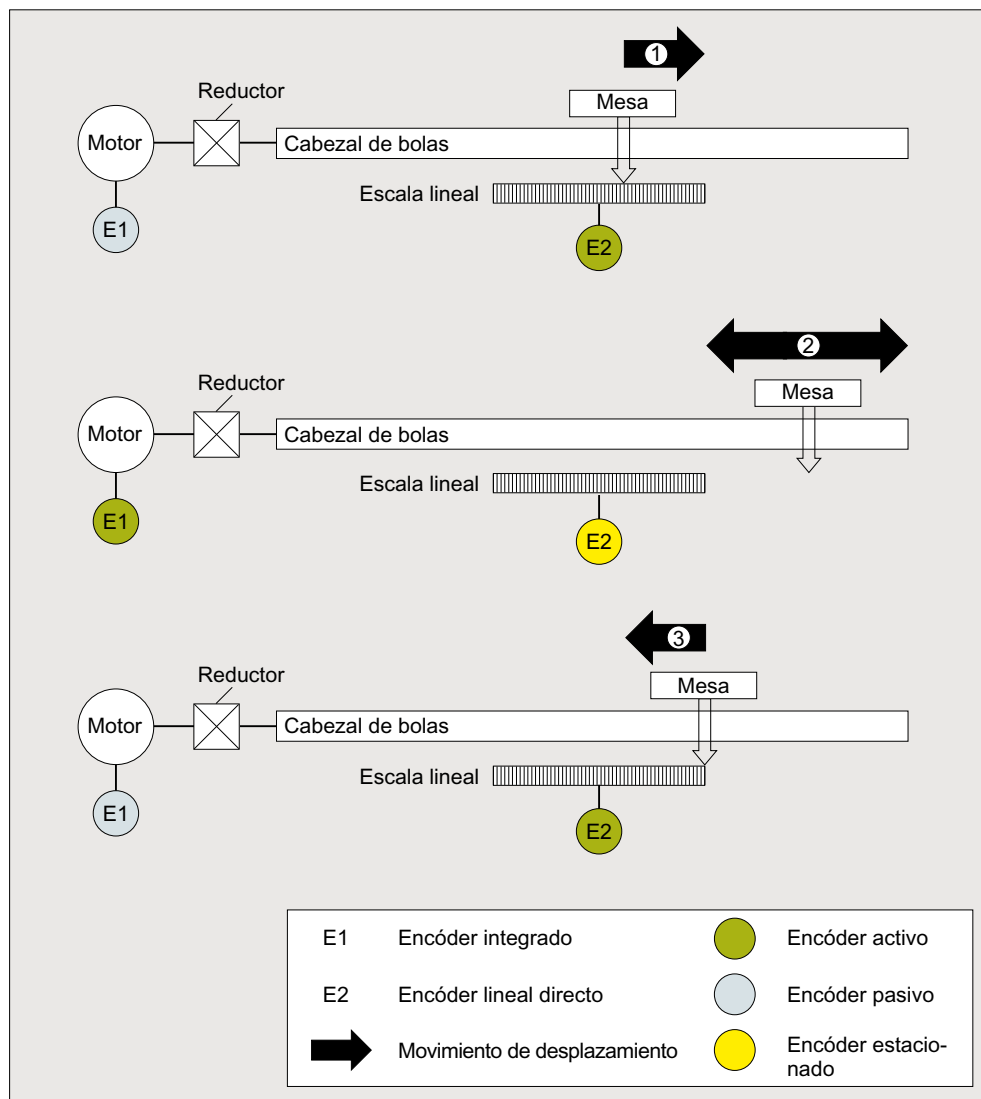
6.9 Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo

- La función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" está:
 - inactiva para el sistema de medida de posición 1:
MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[0] = 0
 - activa para el sistema de medida de posición 2:
MD31046 \$MA_ENC_PASSIVE_PARKING[1] = 1
- La aplicación de la posición y del estado "Referenciado" para el sistema de medida de posición 2 está activada:
MD34210 \$MA_ENC_REFP_STATE[1] = 2

Objetivo

Al atravesar la zona fuera del sistema de medida de posición lineal E2, las señales de encóder faltantes no deben provocar errores en el accionamiento ni en el control.

Ejecución



- ① Antes de que la mesa alcance el final del sistema de medida de posición lineal se debe conmutar al sistema de medida del motor. Para ello el usuario debe activar ambos sistemas de medida de posición:

```
<Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 1
```

```
<Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1
```

Con la función "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo" el control estaciona el sistema de medida de posición lineal pasivo tras la conmutación de sistema.

El control desactiva la señal de estado:

```
<Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 0
```

El usuario espera a la señal de estado antes de continuar el desplazamiento hacia fuera del sistema de medida de posición lineal.

- ② Se atraviesa la zona fuera del sistema de medida de posición con el sistema de medida del motor.

6.10 Cambio de juego de datos de encóder

- ③ Cuando la mesa regresa a la zona del sistema de medida de posición, el usuario cambia del sistema de medida de posición del motor al lineal en parada:
 - <Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) = 0
 - <Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2) = 1
 - El control activa la señal de estado:
 - <Axis>.basic.in.enc2Active (sistema de medida de posición 2 activado) == 1
 - El sistema de medida de posición del motor pasa a ser el sistema de medida de posición pasivo.

Resultado

Ambos sistemas de medida están referenciados. La posición del sistema de medida de posición lineal equivale a la posición del sistema de medida del motor en el momento de la conmutación. Si la precisión de posición no es suficiente, hay que volver a referenciar el sistema de medida de posición lineal.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6
<Axis>.basic.in.enc2Active	LBP_Axis*.E_PosMeas2	DB31,DBX102.6

6.10 Cambio de juego de datos de encóder

Caso de aplicación

En una misma etapa de potencia se pueden utilizar diferentes cabezales frontales uno detrás de otro en función de la tarea de mecanizado de cada momento.

Para cada cabezal frontal equipado con motor o encóder debe parametrizarse un juego de datos de motor (MDS) y un juego de datos de encóder (EDS). Estos juegos de datos deben cambiar en el programa de PLC al cambiar de cabezal frontal. El cambio entre MDS y EDS solo puede realizarse indirectamente cambiando el juego de datos del accionamiento (DDS).

Función

ATENCIÓN

Daños en la máquina

Si los siguientes parámetros de accionamiento y datos de máquina están ajustados de diferente manera, es posible que el eje no se desplace a la velocidad ni a la posición programadas.

El cambio de los datos de máquina debe desarrollarse en paralelo y con coherencia con el cambio de juego de datos de encóder en estado estacionado.

Al cambiar de juego de datos de encóder el control se limita a los siguientes parámetros de accionamiento SINAMICS:

- p0408 (Encóder giratorio N.º de impulsos)
- p0418 (Resolución fina de la reproducción de encóder Gx_XIST1 (en bits))
- p0419 (Resolución fina Valor absoluto Gx_XIST2 (en bits))

Esto permite cambiar entre juegos de datos de encóder con el mismo tipo de encóder pero con diferente número de impulsos.

El uso por parte del control se activa con el siguiente dato de máquina:

MD31700 \$MA_ENC_EDS_ACTIVE (activar utilización de EDS)

Valor	Descripción
0	El cambio de juego de datos de encóder EDS no se utiliza
1	El cambio de juego de datos de encóder EDS se utiliza

Cada uno de los parámetros del accionamiento p0408, p0418 y p0419 tiene su dato de máquina correspondiente, que debe parametrizarse en concordancia con el juego de datos de encóder activo:

- MD31710 \$MA_ENC_RESOL_EDS (impulsos de encóder por vuelta con utilización de EDS)
- MD31720 \$MA_ENC_PULSE_MULT_EDS (multiplicación del encóder (alta resolución) con utilización de EDS)
- MD31730 \$MA_ABS_INC_RATIO_EDS (encóder absoluto: Relación de resolución absoluta a incremental con utilización de EDS)

Efecto

Si MD31700 \$MA_ENC_EDS_ACTIVE = 1, los siguientes datos de máquina dejarán de ser efectivos:

- MD30260 \$MA_ABS_INC_RATIO (encóder absoluto: Relación de resolución absoluta a incremental)
- MD31020 \$MA_ENC_RESOL (impulsos del encóder por vuelta)
- MD31025 \$MA_ENC_PULSE_MULT (multiplicación del encóder (alta resolución))

Con el cambio de juego de datos del accionamiento en

`<Axis>.drive.out.driveDataSetSelection` también cambian los juegos de datos de encóder. El cambio se produce en el estado Estacionamiento (ver los capítulos "Estacionamiento de un eje de máquina (Página 195)" y "Estacionamiento del sistema de medida de posición pasivo (Página 198)").

Nota

Si MD31700 \$MA_ENC_EDS_ACTIVE = 1, no se realiza una prueba de coherencia de los valores ajustados entre accionamiento y control.

6.10 Cambio de juego de datos de encóder

Señales de interfaz CN/PLC

- <Axis>.drive.out.enablePulses (habilitación de impulsos)
- <Axis>.drive.out.disableSpeedCtrlIntegrator (bloqueo de integrador en regulador n)
- <Axis>.drive.out.motorChangeoverDone (selección de motor)
- <Axis>.drive.out.driveDataSetSelection (solicitud de cambio del juego de datos del accionamiento)
- <Axis>.drive.out.motorDataSetSelection (solicitud de cambio de juego de datos del motor)
- La interfaz para el cambio de los juegos de datos del accionamiento/del motor puede parametrizarse con:
<Axis>.drive.in.numberOfDriveDataSets

Condiciones

- Solo hay disponibles datos de máquina para encóders giratorios.
- La ampliación del rango de desplazamiento con encóders absolutos MD30270 \$MA_ENC_ABS_BUFFERING = 0 no está permitida.

Información adicional

SINAMICS S120 Manual de funciones de accionamiento;
Fundamentos del sistema de accionamientos > Juegos de datos

- DDS: juego de datos de accionamiento (Drive Data Set)
- EDS: juego de datos del encóder (Encoder Data Set)

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.drive.out.driveDataSetSelection	LBP_Axis*.A_ParA ... C	DB31,DBX21.0..2
<Axis>.drive.out.motorDataSetSelection	LBP_Axis*.A_MotA ... B	DB31,DBX21.3..4
<Axis>.drive.out.motorChangeoverDone	LBP_Axis*.A_MotOK	DB31,DBX21.5
<Axis>.drive.out.disableSpeedCtrlIntegrator	LBP_Axis*.A_IntegratDisable	DB31,DBX21.6
<Axis>.drive.out.enablePulses	LBP_Axis*.A_PulseEnable	DB31,DBX21.7
<Axis>.drive.in.numberOfDriveDataSets	---	DB31,DBX130.0..4

Otros datos de máquina

Además de los datos de máquina de la vigilancia de ejes deben ajustarse y/o comprobarse los siguientes datos de máquina adicionales:

Todos los ejes de máquina

- MD31030 \$MA_LEADSCREW_PITCH (paso del cabezal a bolas)
- MD31050 \$MA_DRIVE_AX_RATIO_DENOM (denominador de reductor de carga)
- MD31060 \$MA_DRIVE_AX_RATIO_NUMERA (numerador de reductor de carga)
- MD31070 \$MA_DRIVE_ENC_RATIO_DENOM (denominador del reductor de medida)
- MD31080 \$MA_DRIVE_ENC_RATIO_NUMERA (numerador del reductor de medida)
- MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de velocidad de giro para el control anticipativo)
- Resolución del encóder: ver el Manual de funciones "Axes and spindles", capítulo "G2: Velocities, setpoint / actual value systems, closedloop control"

Ejes de máquina con interfaz de consigna de velocidad de giro analógica

- MD32260 \$MA_RATED_VELO (velocidad de giro del motor asignada)
- MD32250 \$MA_RATED_OUTVAL (tensión de salida asignada)

Vigilancia de túnel de contorno (opción)

Nota

Esta función es una opción ("Vigilancia del contorno con función túnel") que debe asignarse desde la gestión de licencias del hardware.

7.1 Función

La "Vigilancia de túnel de contorno" funciona específicamente por canal. Se vigila el movimiento absoluto de la punta de la herramienta en el espacio.

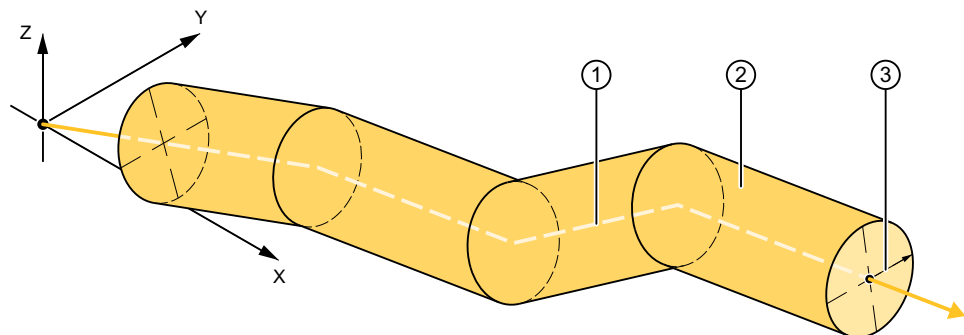
Nota

La vigilancia de ejes síncronos, ejes de posicionamiento, etc. que no son ejes geométricos, se realiza directamente a nivel de eje de máquina con "Vigilancia del contorno (Página 153)".

Rango de tolerancia

Alrededor de la trayectoria programada de la punta de la herramienta (contorno) se define un rango de tolerancia.

Con tres ejes geométricos, el rango de tolerancia se puede imaginar como un túnel (túnel de contorno) a través de cuyo centro transcurre la trayectoria de la punta de la herramienta y cuyo radio determina la tolerancia permitida:



- ① Contorno (trayectoria programada de la punta de la herramienta)
- ② "Túnel" ubicado alrededor del contorno (túnel del contorno)
- ③ Tolerancia admisible

Con solo dos ejes geométricos, el rango de tolerancia está definido por líneas paralelas a la trayectoria programada de la punta de la herramienta.

Reacciones

Mientras la posición real calculada de la punta de la herramienta se encuentra dentro del rango de tolerancia, el movimiento continúa con normalidad. Si la posición real calculada abandona el rango de tolerancia, se activa (en el ajuste estándar) una alarma y los ejes se paran de acuerdo con la rampa de frenado.

El comportamiento al abandonar el rango de tolerancia se puede ajustar y puede modificarse del siguiente modo:

- Alarma, pero continuar movimiento
- Parada rápida

Activación/desactivación

La vigilancia se realiza solo en las siguientes condiciones:

- El umbral (radio del túnel) para la vigilancia del túnel de contorno es superior a 0.0.
- Hay como mínimo dos ejes geométricos definidos.

La vigilancia se puede desactivar con el siguiente ajuste: Valor umbral = 0.0

Puesta en marcha

La "vigilancia de túnel de contorno" se pone en marcha mediante datos de máquina.

Más información: Capítulo "Parametrización (Página 220)"

Control de calidad

La distancia calculada entre la trayectoria programada y las posiciones reales de la punta de la herramienta se puede depositar en una salida analógica para poder analizar el desarrollo de errores de contorno durante el funcionamiento normal.

7.2 Puesta en marcha

7.2.1 Parametrización

Límite de tolerancia

La vigilancia del contorno de túnel reacciona cuando debido a variaciones de eje la distancia entre la punta de la herramienta (valor real) y la vía programada (valor de consigna) rebasa el valor umbral programado:

MD21050 \$MC_CONTOUR_TUNNEL_TOL (umbral de respuesta de la vigilancia del contorno de túnel)

Si para este dato de máquina se ajusta el valor 0.0, la vigilancia está desactivada.

En caso de nueva configuración, el control adopta el valor ajustado en el dato de máquina.

Nota

Conmutación de encóder

Generalmente la conmutación de encóder entre dos sistemas de encóder provoca un cambio con salto de la posición real de la punta de la herramienta. El cambio basado exclusivamente en la conmutación de encóder no puede ser tan grande que la punta de la herramienta rebase el rango de tolerancia. Por ello, el radio especificado en MD21050 debe ser mayor que la tolerancia permitida en la conmutación de encóder por valor real:

MD36500 \$MA_ENC_CHANGE_TOL (tolerancia en caso de conmutación de posición real)

Reacciones

Sin embargo, la reacción en caso de reacción de la vigilancia del contorno de túnel puede ajustarse con el siguiente dato de máquina:

MD21060 \$MC_CONTOUR_TUNNEL_REACTION (respuesta en caso de reacción de la vigilancia del contorno de túnel)

Valor	Significado
0	Mostrar alarma y continuar el mecanizado
1	Frenar según rampa de frenado (ajuste estándar)
2	Parada rápida (consigna de velocidad de giro = 0)

Salida de análisis

Los valores de la diferencia en el valor real de la punta de la herramienta respecto a la trayectoria programada pueden depositarse en una salida analógica rápida con fines de análisis (vigilancia de precisión).

La salida analógica en cuestión se asigna en el dato de máquina:

MD21070 \$MC_CONTOUR_ASSIGN_FASTOUT

Valor	Significado
0	Ninguna salida (ajuste estándar)
1	Depositar en salida 1
2	Depositar en salida 2
...	...
8	Depositar en salida 8

Escala

El radio de túnel depositado en el MD21050 equivale a una tensión de 10 V en la salida.

7.3 Condiciones

Arrastre

Si con la vigilancia del contorno de túnel activada se programa un acoplamiento de arrastre entre dos ejes geométricos, esto siempre provoca la reacción de la vigilancia del contorno de túnel. En ese caso, la vigilancia del contorno de túnel debe desactivarse antes de programar el acoplamiento de arrastre:

MD21050 \$MC_CONTOUR_TUNNEL_TOL = 0.0

Compensaciones

8.1 Introducción

Error de precisión

La precisión de las máquinas herramienta se ve afectada por divergencias respecto a la geometría ideal, errores en la transmisión de fuerza y en los sistemas de medida. Cuando se mecanizan piezas grandes, las diferencias de temperatura y las fuerzas mecánicas provocan con frecuencia una gran pérdida de precisión.

Funciones de compensación

Parte de estas diferencias se puede medir generalmente durante la puesta en marcha de la máquina y durante el funcionamiento con la ayuda de encoders de posición real y sensores adicionales. Para ello los controles CNC modernos disponen de efectivas funciones de compensación específicas de eje.

Parametrización

Las funciones de compensación se pueden ajustar de manera individual para cada máquina con ayuda de datos de máquina específicos de eje.

Efecto

Las compensaciones afectan en todos los modos de operación del control en cuanto los datos de entrada están disponibles. Ninguna de las compensaciones que dependen del conocimiento de la posición real absoluta se activa antes de alcanzar el punto de referencia.

Indicador de posición

La visualización normal de la posición real y de la posición de consigna no tiene en cuenta los valores de compensación y muestra los valores de posición de una "máquina ideal". Los valores de compensación se muestran en el campo de manejo "Diagnóstico", en la ventana "Service Eje/Cabezal".

8.2 Compensación de temperatura

8.2.1 Función

Deformación por influencia de la temperatura

La influencia térmica procedente de los accionamientos o del entorno (p. ej., radiación solar, corriente de aire) provoca la dilatación de la bancada y los componentes de la máquina. La dilatación depende, entre otras causas, de la temperatura y de la conductibilidad térmica de los elementos de la máquina.

Efectos

La dilatación térmica de los componentes de la máquina provoca cambios en la posición actual de los diferentes ejes en función de la temperatura. Esto afecta negativamente a la precisión de las piezas mecanizadas.

Compensación de temperatura

Activando la función "Compensación de temperatura" se pueden compensar los cambios en el valor real debidos a la influencia de la temperatura específicamente por eje.

Sensores

Además de los valores de posición real de los encoders existentes, para la compensación de la temperatura generalmente se requieren otros sensores de temperatura que registren el perfil de temperatura.

Dado que los cambios debidos a temperatura se producen de forma relativamente lenta, el registro y el procesamiento previo del perfil de temperatura por parte del PLC puede realizarse, por ejemplo, cada minuto.

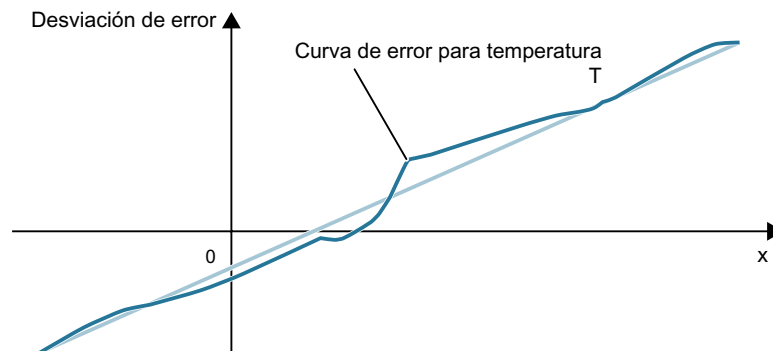
Curvas de error

Con una temperatura determinada (T), para la compensación correspondiente deben medirse los decalajes de valor real a lo largo del rango de posicionamiento del eje y registrarse gráficamente. De ese modo se obtiene la curva de error correspondiente para el valor de temperatura en cuestión. Este tipo de curvas de error deben determinarse para diferentes temperaturas.

Desarrollo de las curvas de error

Si se selecciona un punto de referencia de la posición del eje P_0 , al cambiar la temperatura se observa un decaje del punto de referencia (equivalente a la "proporción independiente de la posición" de la compensación de temperatura) y, debido a los cambios de longitud, un decaje adicional de los puntos de posición restantes, que aumenta con la distancia respecto al punto de referencia (equivalente a la "proporción dependiente de la posición" de la compensación de temperatura).

Para una temperatura determinada T la curva de error generalmente puede representarse de forma suficiente con una recta de forma que la pendiente y ubicación de la posición de referencia de esta dependan de la temperatura:



Ecuación de compensación

El valor de compensación ΔK_x se calcula a partir de la posición real actual P_x del eje y la temperatura T según la siguiente ecuación:

$$\Delta K_x = K_0(T) + \tan\beta(T) * (P_x - P_0)$$

Significado:

- ΔK_x : valor de compensación de temperatura del eje en la posición P_x
- K_0 : valor de compensación de temperatura del eje independiente de la posición
- P_x : posición actual del eje
- P_0 : posición de referencia del eje
- $\tan\beta$: coeficiente de compensación de temperatura dependiente de la posición (equivalente a la pendiente de la recta de error por aproximación)

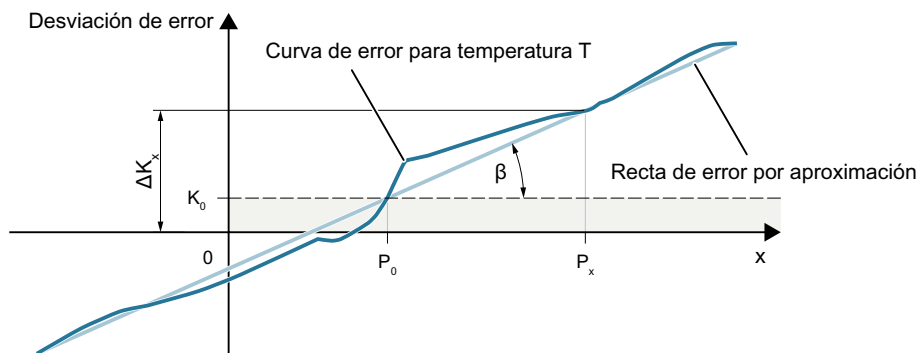


Figura 8-1 Recta de error por aproximación para la compensación de temperatura

Efecto

Para que la compensación de temperatura sea efectiva, deben cumplirse las siguientes condiciones:

1. El tipo de compensación está seleccionado (MD32750, ver "Puesta en marcha (Página 228)").
2. Los parámetros correspondientes al tipo de compensación están especificados (ver "Puesta en marcha (Página 228)").
3. El eje está referenciado:
 - `<Axis>.basic.in.enc1Synchronized == 1` (referenciado/sincronizado 1) o bien
 - `<Axis>.basic.in.enc2Synchronized == 1` (referenciado/sincronizado 2)

En cuanto se cumplen estas condiciones, el valor de compensación de temperatura correspondiente al valor de posición actual se suma al valor de consigna y el eje de máquina hace el movimiento correspondiente. Con un valor de compensación positivo ΔK_x el eje se desplaza en sentido negativo.

Si a continuación se vuelve a perder la posición de referencia, por ejemplo, por haberse rebasado la frecuencia del encóder, el procesamiento de la compensación se desactiva.

Si se rebasa la frecuencia de encóder se desactivan las siguientes señales de interfaz CN/PLC:

- `<Axis>.basic.in.enc1Synchronized = 0` (referenciado/sincronizado 1) o bien
- `<Axis>.basic.in.enc2Synchronized = 0` (referenciado/sincronizado 2)

Determinación de los valores de compensación:

Los valores de compensación se determinan según el ciclo del interpolador.

Visualización

El valor de compensación total correspondiente a la posición actual obtenido por la compensación de temperatura y flexión se muestra en el campo de manejo "Diagnóstico", en la ventana "Service Eje/Cabezal".

Modificación de parámetros para cambios de temperatura

Dado que la recta de error obtenida por aproximación solo es aplicable al valor de temperatura actual, si la temperatura sube o baja es necesario volver a transferir al CN los parámetros de la nueva curva de error. Solo así es posible garantizar que las dilataciones por calor se compensen siempre correctamente.

Dado que al cambiar la temperatura T cambian los parámetros que dependen de ella (K_0 , $\tan\beta$ y P_0), el PLC o las acciones síncronas siempre pueden sobrescribirlos.

Nota

En el caso de la escritura por acción síncrona hay que tener en cuenta que el valor no se escribe en todos los ciclos IPO.

De ese modo, el fabricante de la máquina puede representar las interrelaciones matemáticas y tecnológicas de las posiciones de los ejes y los valores de temperatura con un programa de usuario del PLC, y calcular de ese modo los parámetros correspondientes para la compensación de temperatura. La transmisión de los parámetros de temperatura al CN se realiza con ayuda de los servicios variables FB2 (GET) "Leer datos" y FB3 (PUT) "Escribir datos".

Información adicional

Encontrará información relativa al manejo y obtención de FB2 y FB3 en:

Manual de funciones PLC

Filtrado de los valores de compensación

Para que en caso de cambios con salto de los parámetros de compensación de la temperatura no se produzca una sobrecarga de la máquina ni reaccionen las vigilancias, los valores de compensación se distribuyen internamente en el control entre varios ciclos IP en cuanto rebasan el valor de compensación máximo por ciclo IPO (MD32760, ver "Puesta en marcha (Página 228)").

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5

8.2.2 Puesta en marcha

Parámetros dependientes de la temperatura

Para cada eje se pueden definir varias curvas de error a diferentes temperaturas. Para cada curva de error deben determinarse los siguientes parámetros y guardarse como datos del operador:

- Valor de compensación de temperatura independiente de la posición K_0 :
SD43900 \$SA_TEMP_COMP_ABS_VALUE
- Posición de referencia P_0 para la compensación de temperatura dependiente de la posición:
SD43920 \$SA_TEMP_COMP_REF_POSITION
- Ángulo de pendiente $\tan\beta$ para la compensación de temperatura dependiente de la posición:
SD43910 \$SA_TEMP_COMP_SLOPE

Tipo de compensación de temperatura y activación

La selección del tipo de compensación de temperatura y la activación de la compensación se realizan con el siguiente dato de máquina específico de eje:

MD32750 \$MA_TEMP_COMP_TYPE (tipo de compensación de temperatura)

Bit	Valor	Significado	Parámetros correspondientes
0		Compensación de temperatura independiente de la posición	SD43900
	0	no activo	
	1	activo	
1		Compensación de temperatura dependiente de la posición	SD43920, SD43910
	0	no activo	
	1	activo	
2		Compensación de temperatura en la dirección de la herramienta	MD20390 \$MC_TOOL_TEMP_COMP_ON (activación comp. de temperatura longitud herramienta)
	0	no activo	
	1	activo	

Valor máximo de compensación por ciclo IPO

El valor de compensación máximo posible por cada ciclo IPO, es decir, la trayectoria máxima que se puede recorrer para la compensación de temperatura en un ciclo IPO, se limita con el dato de máquina:

MD32760 \$MA_COMP_ADD_VELO_FACTOR (sobreaumento de la velocidad por compensación)

El valor indicado funciona como factor y se refiere a la velocidad máxima del eje (MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO).

Con MD32760 también se limita la pendiente máxima de la recta de error ($\tan \beta$) para la compensación de temperatura.

8.2.3 Ejemplo

8.2.3.1 Puesta en marcha de la compensación de temperatura para el eje Z de un torno

A continuación se describe el procedimiento de puesta en marcha de la compensación de temperatura a partir de un ejemplo (eje Z de un torno).

Cálculo de la curva de error del eje Z

Para calcular la curva de error del eje Z debido a temperatura se procede del siguiente modo:

- Calentar uniformemente desplazando el eje Z por todo el rango de desplazamiento (en el ejemplo: de 500 mm a 1500 mm)
- Medir la posición del eje en incrementos de 100 mm
- Medir la temperatura actual en el paso del cabezal de bolas
- Realizar el ciclo de medición con desplazamiento cada 20 minutos

A partir de los datos registrados se pueden derivar las interrelaciones matemáticas y tecnológicas y, de ellas, los parámetros de la compensación de temperatura. En la siguiente figura se representan gráficamente las diferencias de temperatura calculadas para una temperatura determinada, en referencia a la posición real indicada del eje Z.

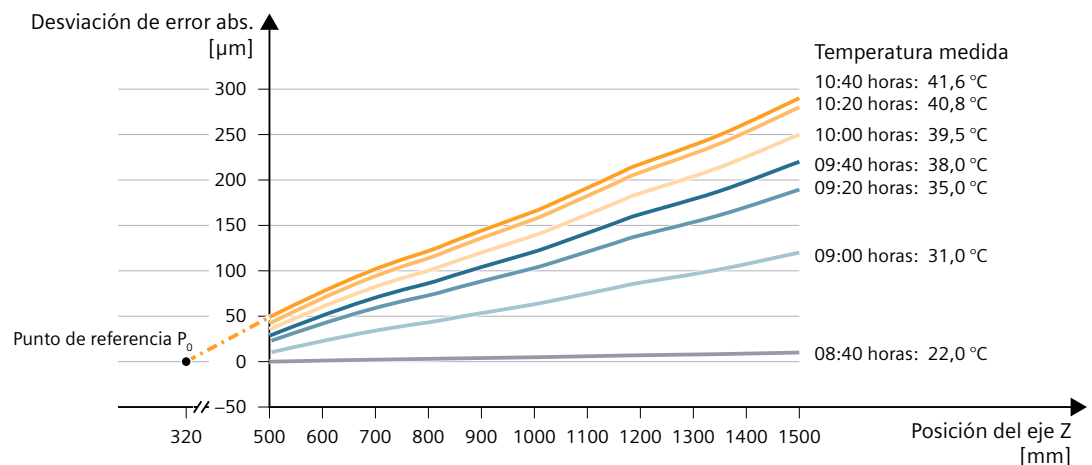


Figura 8-2 Curvas de error calculadas para el eje Z

Cálculo de parámetros

A partir de los resultados obtenidos de la medición (ver figura anterior) deben determinarse los parámetros para la compensación de temperatura.

Posición de referencia P_0

Tal y como muestra la figura anterior, básicamente existen dos variantes para la parametrización de la posición de referencia P_0 :

1. $P_0 = 0$ con valor de compensación de temperatura independiente de la posición $K_0 \neq 0$
2. $P_0 \neq 0$ con valor de compensación de temperatura dependiente de la posición $K_0 = 0$

8.2 Compensación de temperatura

En este caso se selecciona la variante 2, con lo que el valor de compensación de temperatura independiente de la posición siempre es 0. De ese modo el valor de compensación de temperatura se compone solo del componente dependiente de la posición.

Se obtienen los siguientes parámetros:

- MD32750 \$MA_TEMP_COMP_TYPE = 2
(Activada solo la compensación de temperatura dependiente de la posición)
- P₀ = 320 mm → SD43920 \$SA_TEMP_COMP_REF_POSITION = 320
(Compensación de temperatura para posición de referencia dependiente de la posición)

Coefficiente tanβ (T)

Para determinar la dependencia del coeficiente tanβ de la compensación de temperatura dependiente de la posición se registra gráficamente la pendiente de la curva de error a través de la temperatura medida:

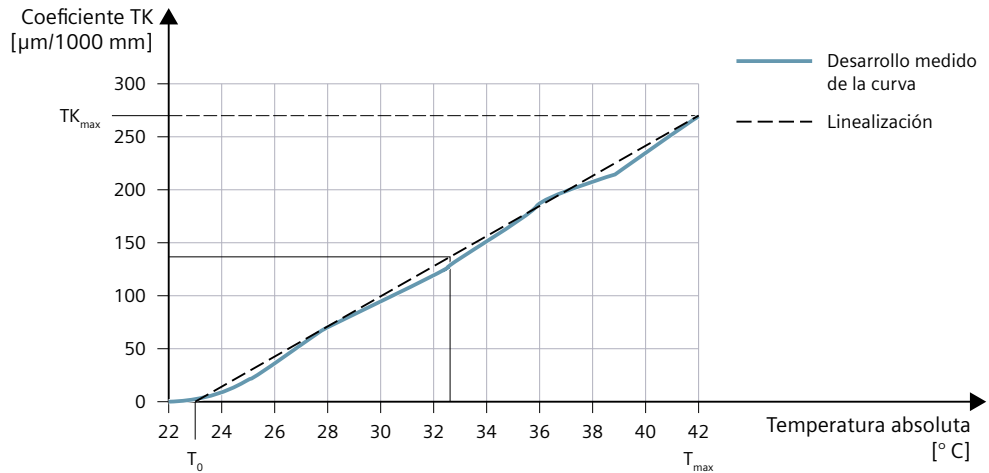


Figura 8-3 Curva del coeficiente tanβ en función de la temperatura medida T

Con la linealización equivalente se obtiene la siguiente dependencia de T para el coeficiente tanβ:

$$\tan\beta(T) = (T - T_0) * TK_{m\acute{a}x} * 10^{-6} / (T_{m\acute{a}x} - T_0)$$

siendo

T₀ = temperatura con la que el error dependiente de la temperatura es = 0 ; [grados]

T_{máx} = temperatura máxima medida; [grados]

TK_{máx} = coeficiente de temperatura con T_{máx}; [μm/1000 mm]

De acuerdo con los valores de la figura anterior, los valores son los siguientes:

$$T_0 = 23^\circ$$

$$T_{m\acute{a}x} = 42^\circ$$

$$TK_{m\acute{a}x} = 270 \mu\text{m}/1000 \text{ mm}$$

De ello se obtiene tanβ (T):

$$\begin{aligned} \tan\beta(T) &= (T - 23) \text{ [grados]} * 270 \text{ [}\mu\text{m}/1000 \text{ mm]} * 10^{-6} / (42 - 23) \text{ [grados]} \\ &= (T - 23) \text{ [grados]} * 14,21 \text{ [}\mu\text{m}/1000 \text{ mm]} * 10^{-6} \end{aligned}$$

Ejemplo:

Con una temperatura $T = 32,3$ grados el resultado es: $\tan\beta = 0,000132$

Programa de usuario del PLC

En el programa de usuario del PLC debe calcularse el coeficiente $\tan\beta$ (T) correspondiente a la temperatura medida según la fórmula anterior y escribirse en el siguiente dato de operador del CN:

SD43910 \$SA_TEMP_COMP_SLOPE (ángulo de pendiente para la compensación de temperatura dependiente de posición)

De acuerdo con el ejemplo anterior:

SD43910 \$SA_TEMP_COMP_SLOPE = 0,000132

8.3 Compensación del juego

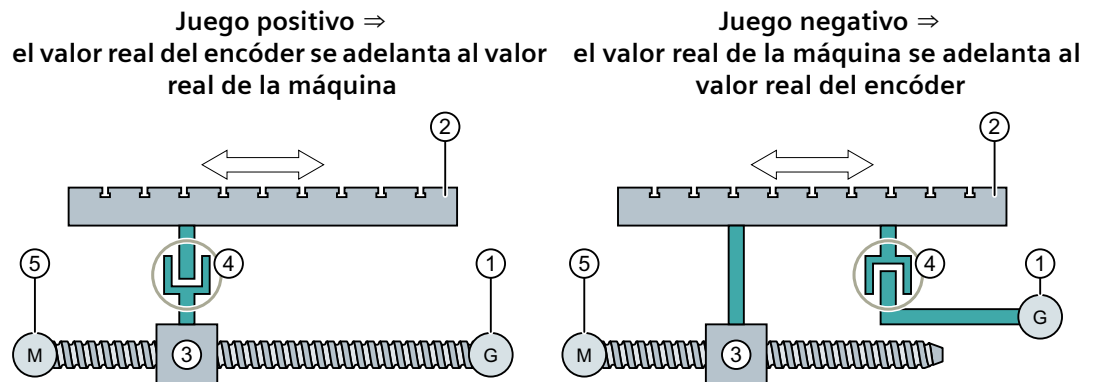
8.3.1 Compensación mecánica del juego

8.3.1.1 Función

El tren de accionamiento de los componentes de máquina móviles (ejes) puede presentar juego mecánico, p. ej., en el cabezal de bolas, que también puede estar relacionado con el sistema de medida.

Efectos

En un eje de máquina con sistema de medida indirecto, el juego mecánico puede provocar una diferencia entre la posición actual presente en el CN determinada por el sistema de medida y la posición actual real del componente de la máquina en cuestión. En una inversión del sentido, el eje de la máquina se desplaza erróneamente la distancia correspondiente al juego:



8.3 Compensación del juego

El recorrido de la mesa es insuficiente, dado que el valor real del encóder ya cambia (se adelanta) debido al juego mientras que la mesa aún está parada.

- ① Encóder
- ③ Cabezal a bolas
- ⑤ Motor

El recorrido de la mesa es excesivo, dado que el valor real del encóder aún no cambia (se retrasa) debido al juego mientras que la mesa ya se desplaza.

- ② Componente móvil de la máquina (mesa)
- ④ Juego mecánico

Compensación

Para la compensación del juego mecánico el valor del eje de la máquina se corrige en cada cambio de dirección con el valor de compensación específico de eje ajustado en la puesta en marcha (Página 232).

Efecto

La compensación mecánica del juego de un eje mecánico actúa en todos los modos de operación. Requisitos:

- Sistema de medida incremental: estado de encóder == "Referenciado"
- Encóder absoluto: Estado de encóder == "Sincronizado"

Indicación de los valores de compensación efectivos.

Los valores de compensación efectivos en la posición real actual del eje de la máquina se visualizan por eje en la interfaz de usuario.

SINUMERIK Operate: Campo de manejo "Diagnóstico" > tecla ETC (">") > "Diagnóstico de eje" > "Service Eje" >

- "Valor abs. compens. sist. medida 1"
- "Valor abs. compens. sist. medida 2"
- "Valor compens. de SSFK"

8.3.1.2 Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje

Valor de compensación

En este dato de máquina se registra el valor de compensación del juego de inversión mecánico.

MD32450 \$MA_BACKLASH[<sistema de medida activo>] = <valor de compensación>

Medición

- Desplazar el eje o el componente de la máquina a alta velocidad a una posición de medida cualquiera.
- Medir la posición real del sistema de medida
- Calcular el valor de compensación de juego K_L
 $K_L = \text{"Posición real mostrada del eje de la máquina"} - \text{"Posición real medida del componente de la máquina"}$
 - $K_L > 0$ (**juego positivo**) \Rightarrow valor de compensación **positivo**
 - $K_L < 0$ (**juego negativo**) \Rightarrow valor de compensación **negativo**

Comprobación

Para comprobar el efecto de la compensación se recomienda repetir la medición del juego de inversión mecánico después de activar el dato de máquina.

Test de circularidad

Para la visualización del juego de inversión mecánico se puede utilizar el test de circularidad integrado en la interfaz de usuario.

SINUMERIK Operate: Campo de manejo > "Puesta en marcha" > "Optimización/test" > "Test circularidad"

Segundo sistema de medida

Si el eje de la máquina dispone de un segundo sistema de medida, también hay que determinar el valor de compensación para él y registrarlo en el dato de máquina:

MD32450 \$MA_BACKLASH[< sistema de medida 2 >]

Cuando se produce un cambio de sistema de medida, se aplica automáticamente el valor de compensación correspondiente.

Factor de valoración dependiente del juego de parámetros

Para el juego mecánico dependiente del juego de parámetros en el siguiente dato de máquina se introduce el factor específico para el juego en cuestión con el que se aplica el valor de compensación del juego de inversión (MD32450 \$MA_BACKLASH):

MD32452 \$MA_BACKLASH_FACTOR[< juego de parámetros 1 ... n >] = < factor >

Valor de compensación efectivo

Se calcula el valor de compensación efectivo K_p de un juego de parámetros:

$K_p = (\text{MD32450 } \$MA_BACKLASH[\text{ < sistema de medida activo > }]) * (\text{MD32452 } \$MA_BACKLASH_FACTOR[\text{ < juego de parámetros > }]$

Modo de compensación del juego

El comportamiento de la compensación mecánica del juego para un eje de la máquina se ajusta con el siguiente dato de máquina:

MD32454 \$MA_BACKLASH_MODE, bit 0 y 1:

Bit	Descripción	
0	Restablecimiento del último valor de compensación del juego efectivo tras el arranque del control	
	Valor	Descripción
	0	El valor de compensación del juego no se restablece (ajuste estándar).
	1	El valor de compensación del juego se restablece.
Requisitos		
El sistema de medida activo tras el arranque del control debe estar ajustado y referenciado:		
<ul style="list-style-type: none"> • MD34210 \$MA_ENC_REFP_STATE[< sistema de medida activo >] == 2 • <Axis>.basic.in.enc1Synchronized == 1 (referenciado/sincronizado 1) o bien • <Axis>.basic.in.enc2Synchronized == 1 (referenciado/sincronizado 2) 		
1	Compensación de otras funciones de compensación (compensación de temperatura, de flexión y de error de angularidad)	
	Valor	Descripción
	0	La compensación del juego reacciona a otros movimientos de compensación (ajuste estándar).
	1	La compensación del juego no reacciona a otros movimientos de compensación.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5

8.3.2 Compensación dinámica del juego

8.3.2.1 Función

Juego dinámico

En tipos de máquina con guías deslizantes puede aparecer juego dinámico. Dependiendo de la dinámica de eje (velocidad, tirón, etc.) con la que se alcanza una posición final, el carro de la máquina alcanzará la posición final programada o se detendrá antes en la fricción estática. El error de posición que se genera es simétrico en todos los sentidos.

Compensación

Para la compensación del juego dinámico se aplica la mitad del valor de compensación con signo (MD32456, ver "Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje (Página 235)") en función del sentido de desplazamiento del eje. El valor de compensación se aplica en forma de rampa

Activación

El PLC solo activa la compensación dinámica del juego en las siguientes situaciones:

`<Axis>.basic.out.dynBacklashComp` (Activar compensación dinámica del juego)

Nota

El fabricante de la máquina es quien define las situaciones "necesarias" para la activación de la compensación dinámica del juego en el programa de usuario del PLC. Tales situaciones pueden producirse al desplazar ejes con G1, en el modo de operación JOG o con un volante.

El CN señala de vuelta al PLC la activación necesaria con la siguiente señal de interfaz:

`<Axis>.basic.in.dynBacklashCompActive` (Compensación dinámica del juego activa)

Requisitos

El eje que debe compensarse debe estar referenciado.

Visualización

El valor de compensación correspondiente a la posición real actual se muestra en el campo de manejo "Diagnóstico", en la ventana "Service Eje/Cabezal" como valor de compensación total de la compensación del error de paso del cabezal, compensación mecánica y dinámica.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<code><Axis>.basic.out.dynBacklashComp</code>	<code>LBP_Axis*.A_DynBComp</code>	DB31,DBX25.0
<code><Axis>.basic.in.dynBacklashCompActive</code>	<code>LBP_Axis*.E_DynBComp</code>	DB31,DBX102.0

8.3.2.2 Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje

Valor de compensación

Como requisito para la puesta en marcha de la compensación dinámica del juego es necesario que la puesta en marcha de la compensación mecánica ya se haya completado (ver el capítulo "Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje (Página 232)"). Para determinar el valor de compensación para la compensación dinámica del juego debe repetirse la medición allí descrita con una velocidad de desplazamiento **reducida**. El valor de compensación del juego determinado de ese modo se escribe en el dato de máquina para el sistema de medida correspondiente:

MD32456 \$MA_BACKLASH_DYN[<sistema de medida activo>] = <valor de compensación para la compensación dinámica del juego>

Tolerancia máxima en caso de conmutación de posición real

Si se produce una inversión de sentido del eje correspondiente, existe la posibilidad de aplicar el valor de compensación del juego en varias secciones. De ese modo se evita que un salto en el valor de consigna en los ejes provoque errores en correspondencia. El contenido del dato de máquina específico de eje determina el incremento con el que se aplica el valor de compensación del juego (MD32450):

MD36500 \$MA_ENC_CHANGE_TOL (tolerancia máxima en caso de conmutación de posición real)

Es importante que la compensación del juego no se tenga en cuenta hasta después de <n> ciclos del servo (<n> = MD32450/MD36500). Si transcurre demasiado tiempo, puede que se disparen las alarmas de vigilancia de parada. Si MD36500 > MD32450, la compensación se ejecuta en un ciclo del servo.

Cambio del valor de compensación

Con este dato de máquina se ajusta la velocidad con la que se alcanza el valor de compensación, porcentualmente respecto a la velocidad máxima del eje (MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO):

MD32457 \$MA_BACKLASH_DYN_MAX_VELO = <valor porcentual de la velocidad máxima del eje>

8.3.3 Realimentación de posición dual

A diferencia de la compensación de juego convencional (mecánica y dinámica), con la función "Realimentación de posición dual" para la regulación de la posición se utilizan dos sistemas de medida acoplados mediante un reductor sujeto a juego. Con ello se combinan las ventajas del sistema de medida directo con las ventajas del sistema de medida indirecto:

- Sistema de medida directo: la regulación de posición con encóder directo (es decir, del lado de la carga) corrige el juego "automáticamente".
- Sistema de medida indirecto: La regulación de posición con encóder indirecto (es decir, del lado del motor) es más "sólida" y "estable" que la discontinuidad de un juego.

Con cada cambio del valor de consigna primero solo se regula de forma sólida y sin oscilaciones con la información procedente del encóder del sistema de medida indirecto. En un tiempo de retardo parametrizable la regulación cambia de forma móvil a la observación del sistema de medida directo, alcanzando con ello la precisión necesaria en el lado de carga. En ese momento los lazos de regulación solo deben corresponder a trayectos reducidos, ya que entremedio están los flancos dentados, de modo que el juego se rebasa.

Si se utiliza la función "Realimentación de posición dual" puede prescindirse de la medición y la compensación matemática del juego.

Requisitos

Para cada eje que debe compensarse deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Sistema de medida directo e indirecto, acoplados mecánicamente:
 - MD30200 \$MA_NUM_ENCS = 2
 - MD31040 \$MA_ENC_IS_DIRECT[0] == 0 o 1
 - MD31040 \$MA_ENC_IS_DIRECT[1] == 1 o 0
- La compensación del sistema de medida está habilitada:
MD34102 \$MA_REFP_SYNC_ENCS == 1
- Ambos sistemas de medida están referenciados:
 - <Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizado 1) == 1
 - <Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizado 2) == 1

Aplicación

Las aplicaciones típicas son cabezales principales de tornos con una mecánica sujeta a juego entre el motor y el husillo de cabezal (p. ej., reductores). Sin embargo, estos ejes requieren un sistema de medida directo para la precisión en funcionamiento con eje C (lado de carga).

Pero debido a las condiciones mecánicas (como juego y rigidez) el eje no puede recorrer la misma dinámica de regulación de posición con el encóder del lado de carga (en comparación con la regulación de posición en el encóder del lado del motor). La solución es la realimentación de posición dual.

No es necesario reducir el factor Kv y aún así es posible el posicionamiento en el encóder directo.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31, ... DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31, ... DBX60.5

8.3.3.1 Puesta en marcha: Datos de máquina específicos de eje

Tiempo de retardo

En este dato de máquina se especifica el tiempo de retardo en el que la regulación cambia de forma móvil del sistema de medida indirecto al directo.

MD32960 \$MA_POSCTRL_DUAL_FEEDBACK_TIME = <tiempo de retardo>

Si el tiempo de retardo es cero, la función está desactivada y solo el sistema de medida activo es efectivo para la regulación de posición:

- <Axis>.basic.out.enc1Activation (sistema de medida de posición 1) o bien
- <Axis>.basic.out.enc2Activation (sistema de medida de posición 2)

Nota

Tras activar la función "Realimentación de posición dual" todas las compensaciones y vigilancias de sistema de medida existentes permanecen activadas y, dado el caso, deben ser desactivadas por el usuario (p. ej., borrando los valores de compensación del juego).

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6

8.3.3.2 Condiciones**Rige para la referenciación y la medida al vuelo**

También en la función "Realimentación de posición dual" las funciones "Referenciación" y "Medición" se refieren al sistema de medida activo:

- <Axis>.basic.out.enc1Activation == 1 (sistema de medida de posición 1) o bien
- <Axis>.basic.out.enc2Activation == 1 (sistema de medida de posición 2)

Información adicional

- Manual de funciones Axis and Spindles; Homing
- Manual de funciones Tecnologías; "Medición"

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.out.enc1Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas1	DB31,DBX1.5
<Axis>.basic.out.enc2Activation	LBP_Axis*.A_PosMeas2	DB31,DBX1.6

8.4 Compensación de cabeceo

8.4.1 Descripción del funcionamiento

8.4.1.1 Opciones

La función "compensación de cabeceo" es una opción que requiere licencia. Están disponibles las variantes siguientes:

- **Compensación de cabeceo ECO:** 6FC5800-0AS20-0YB0
Compensación de cabeceo en **un** eje de máquina con **un** eje acelerador:
- **Compensación de cabeceo ADVANCED:** 6FC5800-0AS21-0YB0
Compensación de cabeceo en un **número cualquiera** de ejes de máquina

8.4.1.2 Características

La compensación de cabeceo permite compensar desviaciones de posición dinámicas en un eje de máquina ocasionadas por procesos de aceleración que tienen lugar en el mismo eje o en otro eje. Las desviaciones de posición se producen debido a efectos de elasticidad mecánica dentro de la máquina.

La siguiente figura refleja esquemáticamente el funcionamiento a partir del ejemplo de una máquina con plataformas de maniobra de 3 ejes. Si el eje Y se acelera con a_y , se producen variaciones de posición Δ_z en el eje Z debido a la elasticidad mecánica existente en la máquina.

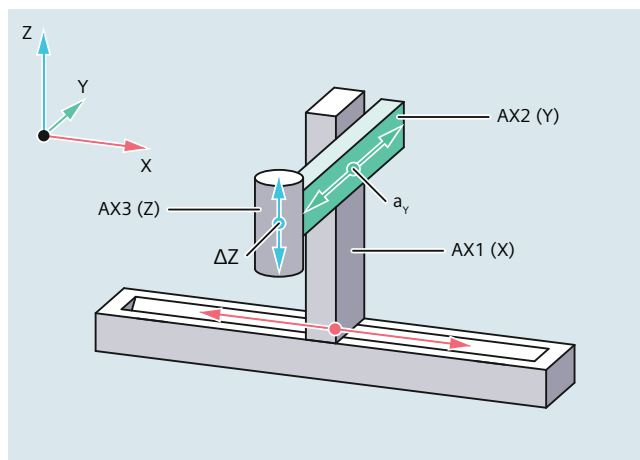


Figura 8-4 Máquina con plataformas de maniobra de 3 ejes

Definiciones de conceptos

- Ejes de la compensación de cabeceo
En adelante los ejes de máquina que intervienen en la compensación de cabeceo se denominan del siguiente modo:
 - **Eje compensador**
Un eje de máquina en el que los procesos de aceleración de otros ejes provocan variaciones de posición, que se compensan con la compensación de cabeceo. En la figura: eje compensador \Rightarrow eje Z
 - **Eje acelerador**
Eje de máquina cuyos procesos de aceleración provocan variaciones de posición en el eje compensador debido a la elasticidad existente en la máquina. En la figura: eje acelerador \Rightarrow eje Y
 - **Eje de adaptación**
Eje de máquina cuya posición durante el desplazamiento del eje acelerador afecta a la magnitud de la diferencia de posición en el eje compensador. En la figura: eje de adaptación \Rightarrow eje X
- Factor de elasticidad
El factor de elasticidad N describe la magnitud de la variación de posición Δ del eje compensador con un movimiento de desplazamiento del eje acelerador con la aceleración a. El factor de elasticidad N es el coeficiente obtenido de la variación de posición Δ del eje compensador y la aceleración causante a del eje acelerador: $N = \Delta / a$

Nota

Más información

La obtención del factor de elasticidad se describe detalladamente en:

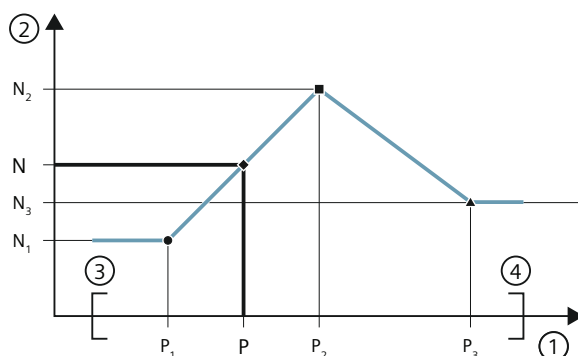
- Manual de puesta en marcha Puesta en marcha del CNC: CN, PLC, accionamiento > Puesta en marcha del CNC > Compensación de cabeceo
 - Ayuda en pantalla
La ayuda en pantalla para la compensación de cabeceo se abre desde la interfaz de usuario de SINUMERIK Operate a través de: Puesta en marcha > CN > Compensación de cabeceo > tecla de ayuda HELP del frontal de operador
-
- Valor de compensación
El valor de compensación actual Δ se obtiene multiplicando el factor de elasticidad actual N por la aceleración actual a del eje causante

Condiciones

- **Ejes giratorios**
Ni el eje compensador, ni el eje acelerador ni el eje de adaptación pueden ser un eje giratorio.
- **Diferencias con el ciclo compilado "Compensación de cabeceo RMCC/NOCO"**
(6FC5800-0AN63-0YBO)
 - Al contrario que en el caso del ciclo compilado "RMCC/NOCO", la función de sistema "Compensación de cabeceo" está limitada exclusivamente a compensar el movimiento de cabeceo. Las funciones ampliadas del ciclo compilado, como la compensación de fuerzas centrífugas, la consideración de posiciones de eje giratorio y el uso de tablas de posición más detalladas no están disponibles en la función del sistema.
 - La función del sistema "Compensación de cabeceo" y el ciclo compilado "RMCC/NOCO" solo pueden utilizarse de forma alternativa.
 - La aplicación de los datos de parametrización del ciclo compilado "RMCC/NOCO" para la parametrización de la función del sistema "Compensación de cabeceo" no es posible.

8.4.1.3 Factor de elasticidad dependiente de la posición

Si la elasticidad de la máquina depende de la posición de otro eje de máquina (eje de adaptación), se pueden seleccionar hasta tres posiciones diferentes del eje de adaptación como puntos de interpolación de la curva de adaptación y determinar los factores de elasticidad efectivos. Las posiciones (P_1 , P_2 , P_3) y los factores de elasticidad efectivos en ellas (N_1 , N_2 , N_3) deben depositarse en los datos de máquina del eje compensador. Durante el desplazamiento del eje acelerador se calcula entonces el factor de elasticidad efectivo en función de la posición del eje de adaptación mediante interpolación lineal entre los puntos de interpolación.



- ① Rango de desplazamiento eje de adaptación con $P_1 < P_2 < P_3$
- ② Factor de elasticidad del eje compensador
- ③ Límite del rango de desplazamiento -
- ④ Límite del rango de desplazamiento +

Figura 8-5 Característica de compensación

Posición actual: P	Factor de elasticidad: N
P menor/igual P_1 hasta límite de rango de desplazamiento negativo	$N = N_1$
P entre P_1 y P_2	$N =$ interpolación lineal entre N_1 y N_2
P igual a P_2	$N = N_2$

Posición actual: P	Factor de elasticidad: N
P entre P ₂ y P ₃	N = interpolación lineal entre N ₂ y N ₃
P mayor/igual P ₃ hasta límite de rango de desplazamiento positivo	N = N ₃

8.4.1.4 Relaciones de compensación

Una relación de compensación describe las siguientes dependencias del valor de compensación:

- De la aceleración del eje acelerador
- De la posición del eje de adaptación
- De la elasticidad de la máquina

En los datos de máquina de un eje compensador se pueden parametrizar hasta tres relaciones de compensación. Para ello pueden ajustarse los siguientes datos por cada relación de compensación:

- Eje acelerador
- Eje de adaptación
- Número de posiciones del eje de adaptación
- Posiciones del eje de adaptación
- Factores de elasticidad en las posiciones

Ejes aceleradores o ejes de adaptación

Como eje acelerador o eje de adaptación se puede utilizar cualquier eje de máquina **lineal** del CN. Incluido el propio eje compensador.

Valor de compensación total

El valor de compensación total efectivo sobre el eje compensador es la suma de los valores de compensación de las diferentes relaciones de compensación.

8.4.2 Puesta en marcha: Datos de máquina

8.4.2.1 Sinopsis

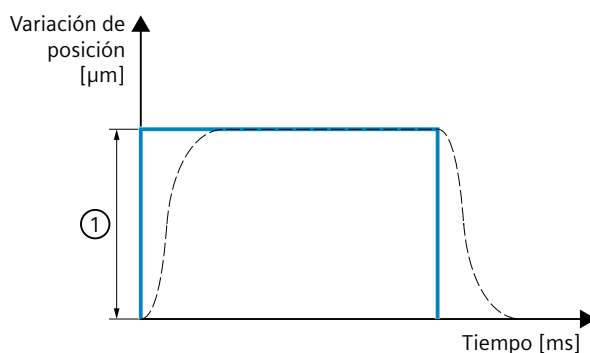
La tabla siguiente ofrece una vista general de los datos de máquina con los que se parametriza la compensación de cabeceo:

Número	Nombre: \$MA_	Significado
MD37302	NOCO_FILTER_TIME	Constante de tiempo para el filtrado de los valores de compensación de cabeceo (Página 243)
Relación de compensación 1		
MD37310	NOCO_INPUT_AX_1	Eje de máquina que origina un movimiento de cabeceo (Página 244)

Número	Nombre: \$MA_	Significado
MD37312	NOCO_ADAPT_AX_1	Eje de máquina cuya posición afecta al movimiento de cabeceo (Página 245)
MD37314	NOCO_ADAPT_NUM_1	Número de posiciones de la curva de adaptación de la compensación de cabeceo (Página 246)
MD37316	NOCO_ADAPT_POS_1	Posiciones de la curva de adaptación de la compensación de cabeceo (Página 247)
MD37318	NOCO_COMPLIANCE_1	Factores de elasticidad para la compensación de cabeceo (Página 248)
Relación de compensación 2		
MD37320	NOCO_INPUT_AX_2	Ver MD37310
MD37322	NOCO_ADAPT_AX_2	Ver MD37312
MD37324	NOCO_ADAPT_NUM_2	Ver MD37314
MD37326	NOCO_ADAPT_POS_2	Ver MD37316
MD37328	NOCO_COMPLIANCE_2	Ver MD37318
Relación de compensación 3		
MD37330	NOCO_INPUT_AX_3	Ver MD37310
MD37332	NOCO_ADAPT_AX_3	Ver MD37312
MD37334	NOCO_ADAPT_NUM_3	Ver MD37314
MD37336	NOCO_ADAPT_POS_3	Ver MD37316
MD37338	NOCO_COMPLIANCE_3	Ver MD37318

8.4.2.2 Constante de tiempo para el filtrado de los valores de compensación de cabeceo

Con este dato de máquina se ajusta la constante de tiempo con la que se filtra la aplicación del valor de compensación de cabeceo total.



- ① Variación de posición
- Azul: consigna
 - Rojo: valor real

MD37302 \$MA_NOCO_FILTER_TIME[<Eje comp.>] = <constante de tiempo>

Nota

Desactivación del filtrado

El filtrado se desactiva o deja de ser efectivo cuando la constante de tiempo ajustada es inferior al 10 % del ciclo del regulador de posición:

Constante de tiempo < 0,1 * MD10061 \$MN_POSCTRL_CYCLE_TIME

8.4.2.3 Eje acelerador

En este dato de máquina debe indicarse el número del eje de máquina cuyos procesos de aceleración provocan variaciones de posición en el eje compensador.

El número del eje acelerador se refiere a los ejes de máquina del CN parametrizados en el dato de máquina MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB. El número del eje de máquina equivale al índice de dato de máquina correspondiente + 1.

MD37310 \$MA_NOCO_INPUT_AX_1[<eje comp.>] = <número de eje de máquina>

Ejemplo

La elasticidad de la máquina provoca una variación de la posición en el eje Z al acelerar el eje Y.

- Eje compensador: AX3 (eje Z)
- Eje acelerador: AX2 (eje Y)

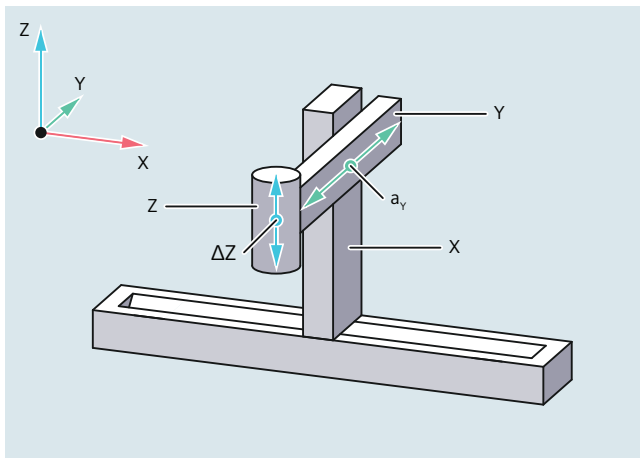


Figura 8-6 Eje acelerador AX2 (eje Y)

MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[0] = "AX1" ; eje X

MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[1] = "AX2" ; eje Y

MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[2] = "AX3" ; eje Z

MD37310 \$MA_NOCO_INPUT_AX_1[AX3] = 2 ; eje acelerador = eje Y

8.4.2.4 Eje de adaptación

En este dato de máquina debe indicarse el número del eje de máquina cuya posición real influye en la variación de posición en el eje compensador.

El número del eje de máquina se refiere a los ejes de máquina del CN parametrizados en el dato de máquina MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB. El número del eje de máquina equivale al índice de dato de máquina correspondiente + 1.

MD37312 \$MA_NOCO_ADAPT_AX_1[<eje comp.>] = <número de eje de máquina>

Nota

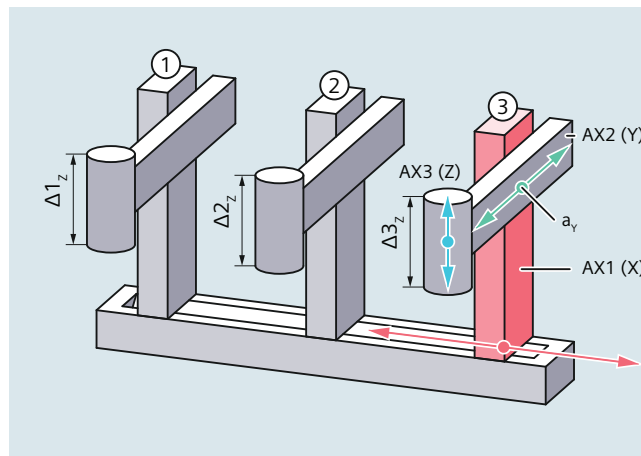
Activación de la adaptación dependiente de la posición

La adaptación dependiente de la posición solo se activa si se han parametrizado un eje de adaptación y más de una posición (MD37314 \$MA_NOCO_ADAPT_NUM_1 (Página 246)).

Ejemplo

La elasticidad de la máquina provoca una variación de la posición en el eje Z al acelerar el eje Y. La variación de posición depende también de la posición del eje X.

- Eje compensador: AX3 (eje Z)
- Eje acelerador: AX2 (eje Y)
- Eje de adaptación: AX1 (eje X)



①, ②, ③ Posiciones del eje de adaptación AX1 (eje X)

Figura 8-7 Eje de adaptación AX1 (eje X)

MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[0] = "AX1" ; eje X

MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[1] = "AX2" ; eje Y

MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[2] = "AX3" ; eje Z

MD37312 \$MA_NOCO_ADAPT_AX_1[**AX3**] = **1** ; eje de adaptación = eje X

8.4.2.5 Número de posiciones de la curva de adaptación

En este dato de máquina hay que especificar para la adaptación dependiente de posición el número de posiciones de eje para cada uno de los cuales es efectiva otra elasticidad:

MD37314 \$MA_NOCO_ADAPT_NUM_1[<eje comp.>] = <número>

Nota

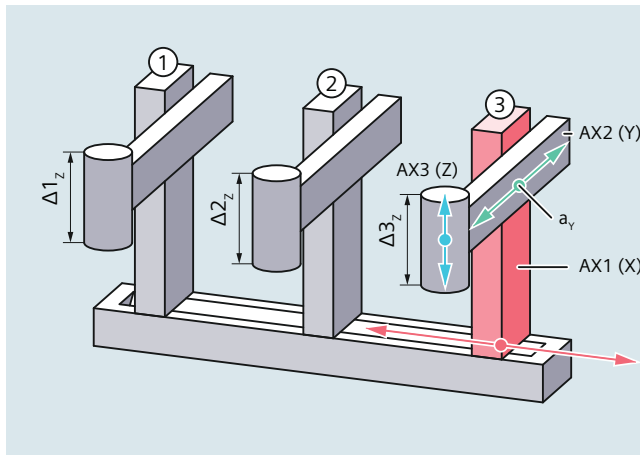
Activación de la adaptación dependiente de la posición

La adaptación dependiente de la posición solo se activa si se han parametrizado más de una posición y un eje de adaptación (MD37312 \$MA_NOCO_ADAPT_AX_1 (Página 245)).

Ejemplo

En tres posiciones del rango de desplazamiento del eje de adaptación (eje X) deben parametrizarse puntos de interpolación de la curva de adaptación.

- Eje compensador: AX3 (eje Z)
- Eje acelerador: AX2 (eje Y)
- Eje de adaptación: AX1 (eje X)



①, ②, ③ Posiciones del eje de adaptación AX1 (eje X)

Figura 8-8 Número de posiciones de eje del eje de adaptación AX1 (eje X)

```
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 0 ] = "AX1" ; eje X
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 1 ] = "AX2" ; eje Y
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 2 ] = "AX3" ; eje Z
```

```
MD37314 $MA_NOCO_ADAPT_NUM_1[ AX3 ] = 3 ; número de posiciones de eje
```

Ver también:

- Posiciones de eje: MD37316 \$MA_NOCO_ADAPT_POS_1 (Página 247)
- Factores de elasticidad: MD37318 \$MA_NOCO_COMPLIANCE_1 (Página 248)

8.4.2.6 Posiciones de la curva de adaptación

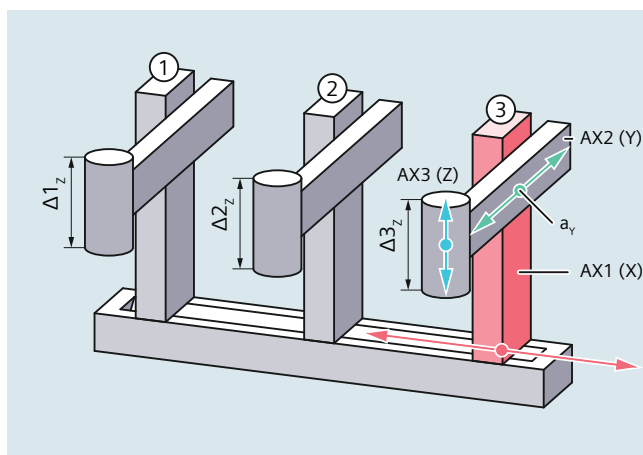
En este dato de máquina deben especificarse para los puntos de interpolación de la curva de adaptación las posiciones del eje de adaptación en las que se parametriza un factor de elasticidad propio:

MD37316 \$MA_NOCO_ADAPT_POS_1[<índice>, <eje comp.>] = <posición>

Ejemplo

Para la curva de adaptación se parametrizan puntos de interpolación en las posiciones -100.0, 0.0 y 120.0 del eje de adaptación AX1 (eje X).

- Eje compensador: AX3 (eje Z)
- Eje acelerador: AX2 (eje Y)
- Eje de adaptación: AX1 (eje X)



- ① Posición 1: -100.0
- ② Position 2: 0.0
- ③ Position 3: 120.0

Figura 8-9 Posiciones del eje de adaptación AX1 (eje X)

```
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 0 ] = "AX1" ; eje X
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 1 ] = "AX2" ; eje Y
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 2 ] = "AX3" ; eje Z
```

```
MD37316 $MA_NOCO_ADAPT_POS_1[ 0, AX3 ] = -100.0
MD37316 $MA_NOCO_ADAPT_POS_1[ 1, AX3 ] = 0.0
MD37316 $MA_NOCO_ADAPT_POS_1[ 2, AX3 ] = 120.0
```

Ver también:

- Número de posiciones de eje: MD37314 \$MA_NOCO_ADAPT_NUM_1 (Página 246)
- Factores de elasticidad: MD37318 \$MA_NOCO_COMPLIANCE_1 (Página 248)

8.4.2.7 Factores de elasticidad

En este dato de máquina deben especificarse los factores de elasticidad pertenecientes a las posiciones correspondientes de la curva de adaptación (MD37316 \$MA_NOCO_ADAPT_POS_1 (Página 247)).

MD37318 \$MA_NOCO_COMPLIANCE_1[<índice>, <eje comp.>] = <factor de elasticidad>

Adaptación dependiente de la posición

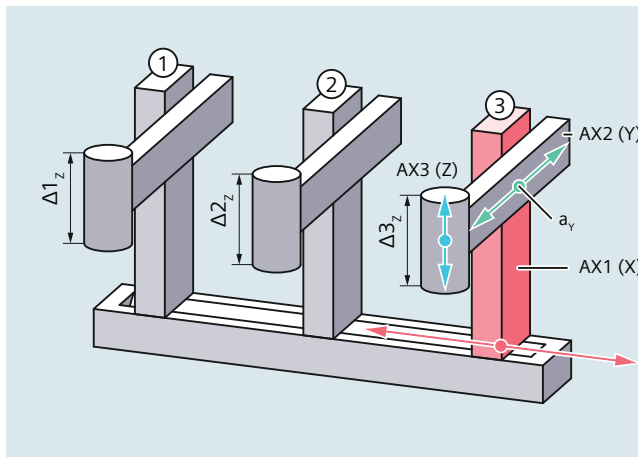
Si no se ha parametrizado ninguna adaptación dependiente de la posición (MD37312 \$MA_NOCO_ADAPT_AX_1 (Página 245) == 0), hay que especificar el factor de elasticidad en el índice 0:

MD37318 \$MA_NOCO_COMPLIANCE_1[0, <eje comp.>] = <factor de elasticidad>

Ejemplo

En las posiciones -100.0, 0.0 y 120.0 del rango de desplazamiento (eje X) se han determinado los factores de elasticidad -12 , -25 y -10 $\mu\text{m} / \text{m/s}^2$ AX3 para el eje compensador (eje Z) .

- Eje compensador: AX3 (eje Z)
- Eje acelerador: AX2 (eje Y)
- Eje de adaptación: AX1 (eje X)



- ① Factor de elasticidad en la posición 1: -12 $\mu\text{m} / \text{m/s}^2$
- ② Factor de elasticidad en la posición 2: -25 $\mu\text{m} / \text{m/s}^2$
- ③ Factor de elasticidad en la posición 3: -10 $\mu\text{m} / \text{m/s}^2$

Figura 8-10 Eje de adaptación: AX1 (eje X)

```
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 0 ] = "AX1" ; eje X
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 1 ] = "AX2" ; eje Y
MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB[ 2 ] = "AX3" ; eje Z
```

```
MD37318 $MA_NOCO_COMPLIANCE_1[ 0, AX3 ] = -0.000012
MD37318 $MA_NOCO_COMPLIANCE_1[ 1, AX3 ] = -0.000025
MD37318 $MA_NOCO_COMPLIANCE_1[ 2, AX3 ] = -0.000010
```


Ver también:

- Número de posiciones de eje: MD37314 \$MA_NOCO_ADAPT_NUM_1 (Página 246)

8.4.2.8 Diagrama de funciones

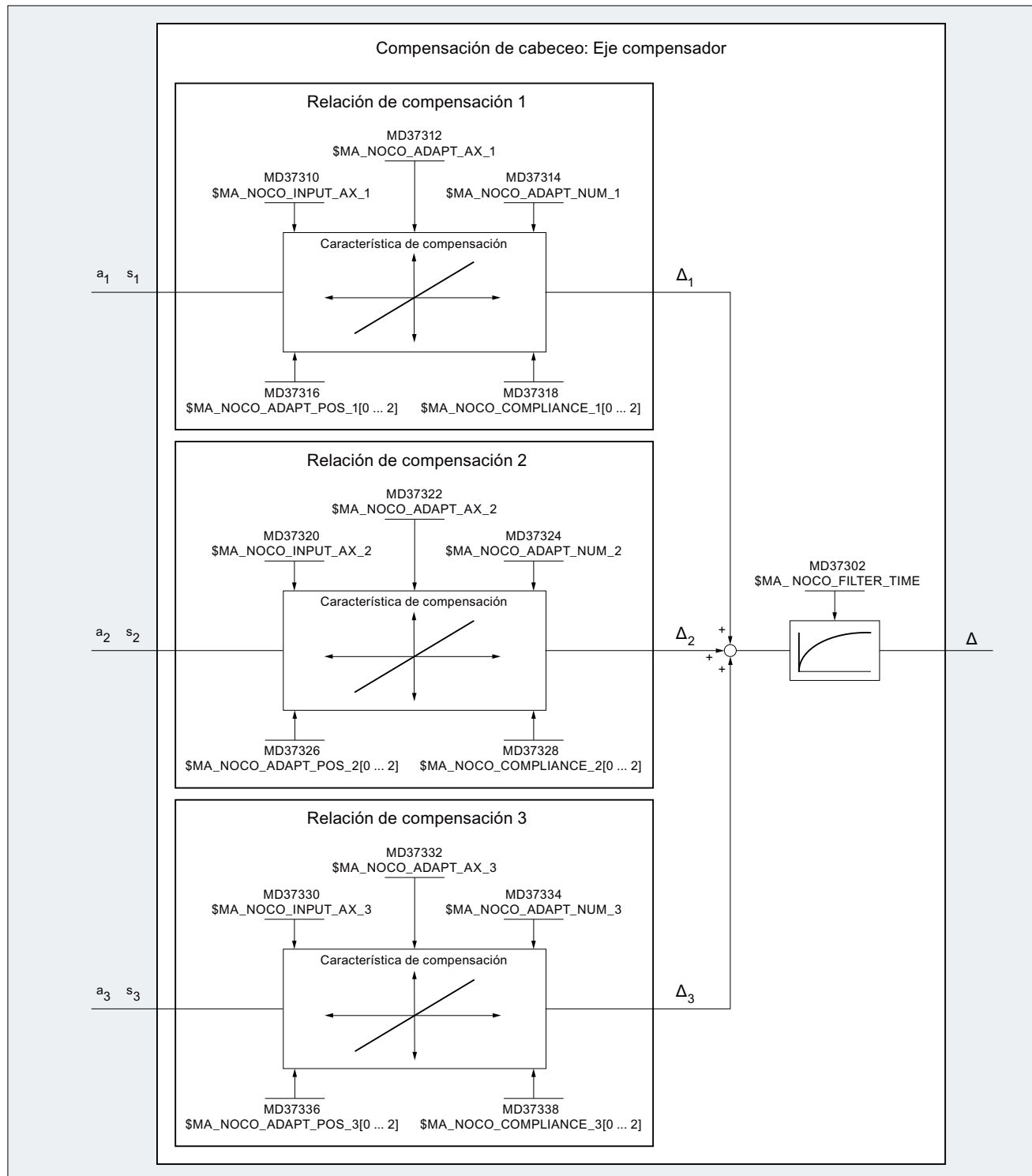


Figura 8-11 Diagrama de funciones de un eje compensador

8.5 Compensación interpolatoria

8.5.1 Propiedades generales

Función

La "Compensación interpolatoria" permite compensar diferencias en los ejes entre la posición de eje deseada y la real debido a errores de paso de cabezal, de sistema de medida, de flexión y de angularidad. Para ello hay que determinar las diferencias (mediante tecnología de medición) y registrar los valores de compensación correspondientes en una o varias tablas de compensación en el CN. Con ello, durante el funcionamiento se calcula el valor de compensación correspondiente para un eje compensado a partir de la posición de consigna actual obtenida de la o las tabla(s) de compensación. Entre los puntos de interpolación de las tablas de compensación se efectúa una interpolación lineal.

Dentro de la "Compensación interpolatoria" se distingue entre los dos siguientes métodos de compensación:

- Compensación de error de paso de cabezal y de error de sistema de medida
- Compensación de flexión y de error de angularidad

Conceptos

- Valor de compensación
Valor de consigna adicional que se aplica al eje compensado de tal forma que la diferencia entre la posición de eje deseada y real pasa a ser cero.
- Eje básico
Eje a través de cuya posición de consigna o real obtenida de la tabla de compensación se determina el valor de compensación.
- Eje compensado
Eje sobre cuya posición de consigna o real se aplica el valor de compensación.
- Punto de interpolación
Par de valores dentro de una tabla de compensación compuesto por una posición de consigna o real del eje básico (punto de interpolación) y el valor de compensación correspondiente (valor de interpolación).
- Tabla de compensación
Número definido de puntos de interpolación para un rango de desplazamiento definido del eje básico.
- Relación de compensación
Unidad compuesta por eje básico, eje compensado y tabla de compensación.

Introducción de tablas de compensación

En primer lugar debe definirse el tamaño de la tabla de compensación (es decir, el número de puntos de interpolación) mediante datos de máquina. Después del siguiente POWER ON el CN genera las tablas de compensación y las rellena con el valor "0".

Los valores de corrección y los parámetros de tabla adicionales se introducen en las tablas de compensación con variables de sistema especiales. Existen dos modos de carga:

- Iniciando un programa del CN con los valores de los parámetros.
- Transfiriendo las tablas de compensación al control desde un equipo externo.

Nota

Solo es posible cargar las tablas de compensación en cuestión si el ajuste de la función de compensación correspondiente para **todos** los ejes es **no** activada:

- MD32700 \$MA_ENC_COMP_ENABLE[<eje>] == 0
- MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] == 0

Los datos de compensación se conservan aunque se apague el control.

Nota

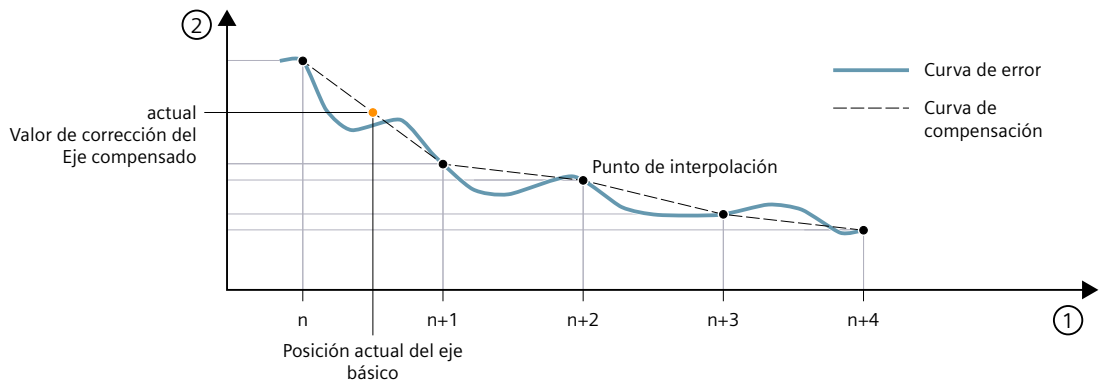
Si se modifican los datos de máquina:

- MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS
- MD38000 \$MA_MM_ENC_COMP_MAX_POINTS

la memoria de usuario estática se formateará con el siguiente arranque del sistema (ver el Manual de funciones "Basic logic functions", capítulo "S7: Memory Configuration").

Cálculo de valor intermedio

La trayectoria de desplazamiento definida mediante las posiciones inicial y final dentro de la cual debe realizarse la compensación se divide en varios segmentos parciales iguales. El número de segmentos se define en función de la curva de error y de la precisión deseada. En adelante, las posiciones que delimitan estos segmentos se llamarán "puntos de interpolación". A cada punto de interpolación se le tiene que asignar un valor de interpolación o de compensación. Entre los puntos de interpolación se determina el valor de compensación efectivo mediante **interpolación lineal**.



- ① Posición del eje básico
- ② Valores de compensación del eje compensado

Figura 8-12 Cálculo de valor intermedio mediante interpolación lineal

Condiciones

Valor de compensación en el punto de referencia

Se recomienda estructurar la tabla de compensación de manera que el valor de compensación tenga el valor "0" en el punto de referencia del eje.

8.5.2 Compensación de errores de paso de cabezal y del sistema de medida

8.5.2.1 Función

Errores de paso de cabezal y del sistema de medida

El principio de "medición indirecta" en las máquinas controladas por CN parte del supuesto de que en cualquier posición dentro del rango de desplazamiento es constante el paso del cabezal de bolas, por lo que la posición real del eje puede deducirse de la del cabezal de accionamiento (caso ideal). Sin embargo, debido a las tolerancias de fabricación de los cabezales se presentan mayores o menores errores de medida (los llamados errores de paso de cabezal).

A esto se suman además los errores de medida (los llamados errores del sistema de medida) ocasionados por el sistema de medida utilizado (divisiones diferentes), así como por su aplicación en la máquina, además de otras fuentes de error dependientes de la máquina, que eventualmente pueden presentarse.

Compensación

En la "compensación de errores del sistema de medida" (en adelante denominada **MSFK**) los ejes básico y compensado siempre son idénticos. Es, por ello, una **compensación axial**, en la que no es necesario definir los ejes básico y de compensación dentro de la tabla de compensación.

Nota

La compensación de errores de paso del cabezal (**SSFK**) forma parte de la compensación de errores del sistema de medida.

En la función MSKK el valor real de posición específico de eje se modifica en el ciclo de interpolador en el valor de corrección correspondiente, y el eje de máquina lo recorre directamente. Un valor de corrección positivo desplaza el eje de máquina correspondiente en sentido negativo.

La magnitud del valor de corrección no está limitada y tampoco se vigila. Para evitar que se alcancen velocidades y aceleraciones del eje de la máquina demasiado altas debido a la compensación, hay que elegir valores de corrección pequeños. Si los valores de corrección son grandes, otras funciones de vigilancia del eje (p. ej., vigilancia del contorno, limitación de la consigna de velocidad de giro) pueden generar alarmas.

Si el eje compensador posee un 2.º sistema de medida de la posición, hay que crear y activar una tabla de compensación propia para cada sistema de medida. Si se produce un cambio entre ambos sistemas de medida, se utiliza automáticamente la tabla correspondiente en cada caso.

Requisitos/efectividad

La MSFK solo es efectiva si se dan los siguientes requisitos:

- Los valores de compensación están guardados en la memoria de usuario estática y son efectivos (después de POWER ON).
- La función se ha activado para el eje de máquina en cuestión:
MD32700 \$MA_ENC_COMP_ENABLE[0 / 1] = 1:
 - **0**: sistema de medida 1
 - **1**: sistema de medida 2
- El eje se ha referenciado:
 - <Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizado 1) == 1
 - <Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizado 2) == 1

Nada más cumplirse estas condiciones, y en todos los modos de operación, el valor real de posición específico de eje se modifica en el valor de corrección correspondiente, y el eje de la máquina lo recorre inmediatamente.

Si a continuación se vuelve a perder la referencia, por ejemplo, por haberse rebasado la frecuencia del encóder (<Axis>.basic.in.enc1Synchronized o .enc2Synchronized == 0), el procesamiento de la compensación se desactiva.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5

8.5.2.2 Puesta en marcha

Datos de máquina

Número de puntos de interpolación de compensación

Para cada eje de máquina y cada sistema de medida (si hay un 2.º sistema de medida) hay que especificar el número de puntos de interpolación reservados de la tabla de compensación:

MD38000 \$MA_MM_ENC_COMP_MAX_POINTS[<e>,<AXi>]

- <e>: sistema de medida de posición
- <AXi>: Eje

El número de puntos de interpolación de una tabla de compensación se calcula a partir de las variables de sistema correspondientes (ver más abajo):

- Posición final: \$AA_ENC_COMP_MAX[...]
- Posición inicial: \$AA_ENC_COMP_MIN[...]
- Distancia entre puntos de interpolación: \$AA_ENC_COMP_STEP[...]

Número de puntos de interpolación = ((posición final - posición inicial)/distancia entre puntos de interpolación) + 1

Variables de sistema

Para cada eje de máquina y cada sistema de medida (si hay un 2.º sistema de medida) hay que guardar las correcciones de posición además de otros parámetros de tabla adicionales en forma de variables de sistema:


- **\$AA_ENC_COMP_MIN[<e>,<AXi>] (posición inicial)**
 La posición inicial es la posición del eje en la que comienza la tabla de compensación para el eje en cuestión (≙ punto de interpolación 0).
 El valor de corrección que corresponde a la posición inicial es
 $\$AA_ENC_COMP[<e>,0,<AXi>]$.
 Para todas las posiciones menores que la posición inicial, se utiliza el valor de corrección del punto de interpolación 0 (no se aplica a las tablas con función de módulo).
- **\$AA_ENC_COMP_MAX[<e>,<AXi>] (posición final)**
 La posición final es la posición del eje en la que termina la tabla de compensación para el eje en cuestión (≙ punto de interpolación <k>).
 El valor de corrección que corresponde a la posición final es
 $\$AA_ENC_COMP[<e>,<k>,<AXi>]$.
 Para todas las posiciones mayores que la posición final, se utiliza el valor de corrección del punto de interpolación <k> (salvo para las tablas con función de módulo).
 Para el punto de interpolación <k> rigen las siguientes condiciones:
 - Con $k = MD38000 - 1$:
 la tabla de compensación se utiliza al completo
 - Con $k < MD38000 - 1$:
 la tabla de compensación no se utiliza al completo Los valores de corrección mayores que k registrados en la tabla no tienen efecto.
 - Con $k > MD38000 - 1$:
 la tabla de compensación se limita internamente en el control reduciendo la posición final. Los valores de corrección mayores que k no tienen efecto.
- **\$AA_ENC_COMP_STEP[<e>,<AXi>] (distancia entre los puntos de interpolación)**
 La distancia entre puntos de interpolación determina la distancia entre los valores de corrección de la tabla de compensación correspondiente.

- \$AA_ENC_COMP[<e>,<N>,<AXi>] (valor de corrección para el punto de interpolación N de la tabla de compensación)**
 <N> = punto de interpolación (posición de eje)
 Para cada punto de interpolación hay que introducir en la tabla el valor de corrección correspondiente.
 <N> está limitado por el número de puntos de interpolación máximo posible de la tabla de compensación correspondiente (MD38000 \$MA_MM_ENC_COMP_MAX_POINTS):
 $0 \leq N \leq MD38000 - 1$
 La magnitud del valor de corrección no está limitada.

Nota

El primer y el último valor de corrección permanecen activos a lo largo de todo el rango de desplazamiento; es decir, estos valores de corrección deben tener el valor "0" si la tabla de compensación no ocupa todo el rango de desplazamiento.

- \$AA_ENC_COMP_IS_MODULO[<e>,<AXi>] (compensación con función módulo)**
 Variable de función para la activación/desactivación de la compensación con función módulo:
 - \$AA_ENC_COMP_IS_MODULO[<e>,<AXi>] = 0: compensación **sin** función módulo
 - \$AA_ENC_COMP_IS_MODULO[<e>,<AXi>] = 1: compensación **con** función módulo
 Si se activa la compensación con la función de módulo, la tabla de compensación se repite cíclicamente, es decir, al valor de corrección del punto \$AA_ENC_COMP_MAX (≠ punto de interpolación \$AA_ENC_COMP[<e>,<k>,<AXi>]) le sigue inmediatamente el valor de corrección del punto \$AA_ENC_COMP_MIN (≠ punto de interpolación \$AA_ENC_COMP[<e>,<0>,<AXi>]).
 En el caso de ejes giratorios con módulo 360°, es conveniente especificar como posición inicial 0° (\$AA_ENC_COMP_MIN) y como posición final 360° (\$AA_ENC_COMP_MAX).
 Estos dos valores de corrección deben introducirse iguales, ya que de lo contrario el valor de compensación salta al pasar de MAX a MIN y viceversa.

 PRECAUCIÓN
<p>Valores de corrección erróneos</p> <p>Al escribir los valores de corrección de una tabla de corrección hay que asegurarse de que se asigna un valor a todos y cada uno de los puntos de interpolación del rango parametrizado. De lo contrario, los valores de corrección no especificados contendrán valores aleatorios.</p>

Nota

Los parámetros de tabla que contienen datos de posición se convierten automáticamente al cambiar de sistema de unidades (cambio de MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC).

Los datos de posición siempre se interpretan en el sistema de unidades actual. La conversión debe realizarse externamente.

La conversión automática de los datos de posición puede configurarse del siguiente modo:

MD10260 \$MN_CONVERT_SCALING_SYSTEM = 1

De ese modo no será necesario realizar la conversión externamente.

Más información

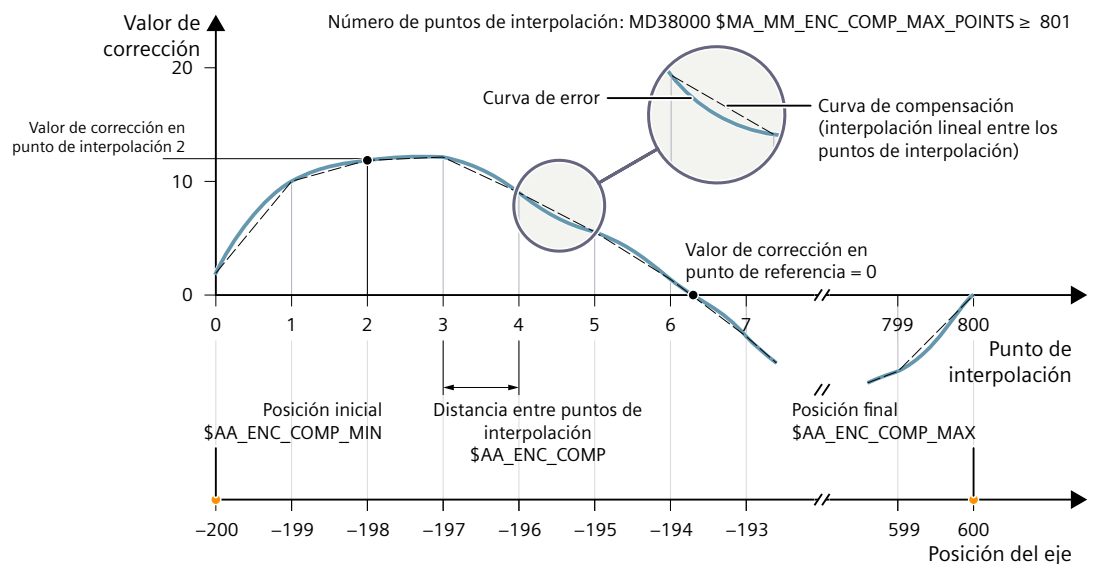
Manual de funciones Basic functions; Velocities, setpoint / actual value systems, closedloop control

8.5.2.3 Ejemplo

Ejemplo de parametrización de una tabla de compensación:

- Eje de máquina: X1
- Sistema de medida: 1
- Posición inicial: -200 mm
- Posición final: 600 mm
- Distancia entre puntos de interpolación: 1 mm
- Número de puntos de interpolación: MD38000 \$MA_MM_ENC_COMP_MAX_POINTS = ((600 - -200) / 1) + 1 = 801

La memoria necesaria dentro de la memoria de usuario estática es de: 801 * 8 bytes = 6408 bytes



Programa para escribir las variables de sistema

Código de programa	Comentario
%_N_AX_EEC_INI	
CHANDATA (1)	
\$AA_ENC_COMP[0,0,X1]=0.003	1.er valor de corrección (punto de interpolación 0): +3 μm
\$AA_ENC_COMP[0,1,X1]=0.01	2.º valor de corrección (punto de interpolación 1): +10 μm
\$AA_ENC_COMP[0,2,X1]=0.012	3.er valor de corrección (punto de interpolación 2): +12 μm
...	
\$AA_ENC_COMP[0,800,X1]=-0.0	Último valor de corrección (punto de interpolación 800): 0 μm
\$AA_ENC_COMP_STEP[0,X1]=1.0	Distancia entre puntos de interpolación 1.0 mm
\$AA_ENC_COMP_MIN[0,X1]=-200.0	La compensación comienza en -200.0 mm
\$AA_ENC_COMP_MAX[0,X1]=600.0	La compensación finaliza en +600.0 mm
\$AA_ENC_COMP_IS_MODULO[0,X1]=0	Compensación sin función módulo:
M17	

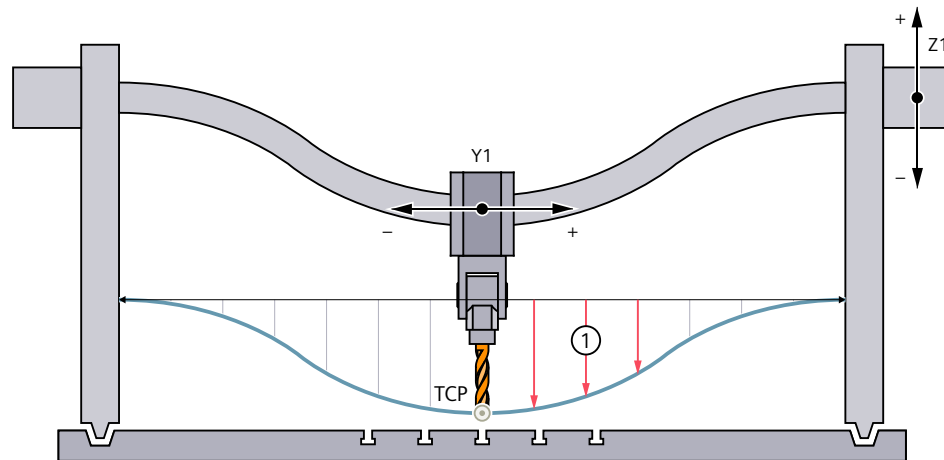
8.5.3 Compensación de flexión y compensación de error de angularidad

8.5.3.1 Información general

Función

La compensación de flexión y de error de angularidad (Cross Error Compensation, CEC) es una compensación específica de eje, en la que a la posición de consigna del **eje compensado** se le aplica un valor de corrección o de compensación. El valor de compensación se deriva de la consigna de posición actual de uno o más **ejes básicos**.

- Error de flexión
En el error de flexión, el peso propio de una parte de la máquina o pieza provoca un error dependiente de posición del Tool Center Point (TCP).
- Error de angularidad
En el caso del error de angularidad, una diferencia respecto al ángulo ideal entre los ejes geométricos provoca un error dependiente de posición del Tool Center Point (TCP).



① Error de posición en Z1 en dependencia de la posición de Y1

Figura 8-13 Ejemplo: Error de flexión

Compensación de error

Para la compensación de error hay que determinar el error de posición correspondiente en diferentes puntos de polarización (posiciones de consiga) del eje básico (Y1) y registrarlo en la tabla de compensación. Al mover el eje básico (Y1), el control calcula el valor de compensación actual en el ciclo de interpolador para el eje compensado (Z1) mediante interpolación lineal entre los puntos de polarización. El valor de compensación se suma a la consigna del eje compensado (Z1). Un valor de compensación positivo provoca un movimiento de desplazamiento del eje compensado (Z1) en sentido negativo.

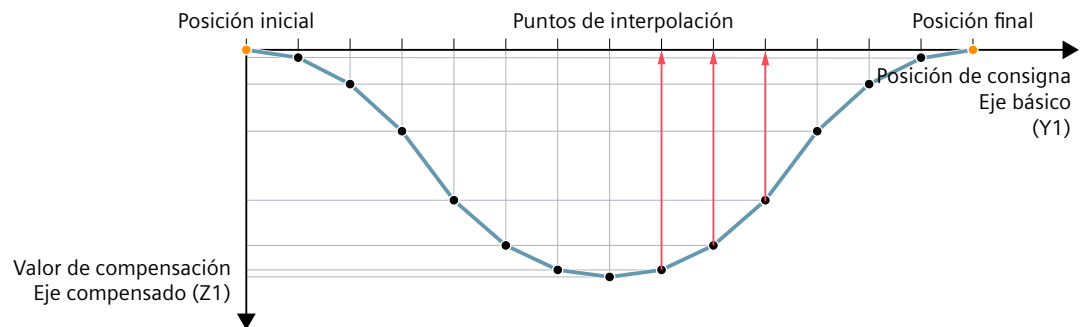


Figura 8-14 Tabla de compensación

Valor de compensación total

Un eje compensado no puede adoptar valores de compensación de varias tablas de compensación. El valor de compensación resultante es la suma de todos los valores de compensación individuales.

Posibilidades de parametrización

- **Un** eje puede definirse como eje básico para **varias** tablas de compensación.
- **Varias** tablas de compensación pueden tener efecto sobre **un** solo eje compensado. El valor de compensación total se obtiene sumando los valores de compensación de las diferentes tablas de compensación.

8.5 Compensación interpolatoria

- Un eje puede ser simultáneamente eje básico y eje compensado. Para calcular los valores de compensación se utiliza la posición de consigna programada.
- El rango de actuación de la compensación (posición inicial y final del eje básico) y de la distancia de punto de polarización puede definirse para cada tabla de compensación.
- La compensación puede actuar **en función del sentido**.
- Cada tabla de compensación dispone de una **función de módulo** para la valoración cíclica.
- Para cada tabla de compensación se puede considerar un **factor de ponderación** con el que se multiplica el valor de la tabla.
- Mediante **multiplicación tabular** se puede multiplicar el valor de compensación actual K_A de la tabla de compensación A por el valor de compensación actual K_x de una tabla de compensación cualquiera X, es decir, incluso por si mismo. El resultado de la multiplicación tabular se suma al valor de compensación actual K_A de la tabla de compensación A, con lo que se obtiene el valor de compensación total efectivo en el eje compensado SK_A .
 $SK_A = K_A + K_A * K_x$
- Activación **específica de eje** Activación para todas las relaciones de compensación del eje a través del dato de máquina:
MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>]
- Activación **específica de tabla** a través del dato de operador:
SD41300 \$SN_CEC_TABLE_ENABLE[<tabla>]
Ejemplo de aplicación: Modificación dependiente de mecanizado de la relación de compensación mediante conmutación de la tabla de compensación activa a través de programa de pieza/sincronización o programa de usuario del PLC.

Ejemplos de aplicación

Compensación de errores de onda corta repetitivos

Para la compensación de errores de onda corta repetitivos en un eje se parametriza una tabla de compensación con función de módulo para la acción del error de onda corta repetitiva junto con una segunda tabla de compensación sin función de módulo para la acción de error aperiódica para el mismo eje.

Compensación de errores de paso de cabezal específica de usuario

Para una compensación del error de paso de cabezal específica de usuario se parametriza una tabla de compensación con el mismo eje como eje básico y compensado.

Sin embargo, el problema aquí es que, al contrario que en la función estándar, no se tiene en cuenta automáticamente un cambio de sistema de medición.

8.5.3.2 Puesta en marcha: Datos de máquina

Número	Indicador	Significado
Datos de máquina específicos de CN		
MD10240	\$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC	Sistema básico métrico
MD10260	\$MN_CONVERT_SCALING_SYSTEM	Sistema básico conmutación activa

Número	Indicador	Significado
MD18342	\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS	Número de puntos de interpolación por tabla de compensación
Datos de máquina específicos de eje		
MD32710	\$MA_CEC_ENABLE	Habilitación de la compensación de flexión
MD32711	\$MA_CEC_SCALING_SYSTEM_METRIC	Sistema de unidades de la compensación de flexión
MD32720	\$MA_CEC_MAX_SUM	Valor de compensación máximo con compensación de flexión
MD32730	\$MA_CEC_MAX_VELO	Cambio de velocidad máxima con CEC

Sistema de unidades (MD10240, MD10260, MD32711)

El sistema de unidades (métrico o no) efectivo en el control se determina mediante:

MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC = < sistema de unidades >

Cambio de sistema de unidades sin conversión automática

Los parámetros de tabla con indicaciones de posición se convierten automáticamente en caso de cambio de sistema de unidades.

Los datos de posición siempre se interpretan en el sistema de unidades actual. La conversión debe realizarse externamente.

Cambio de sistema de unidades con conversión automática

La conversión automática de los datos de posición se activa con:

MD10260 \$MN_CONVERT_SCALING_SYSTEM = TRUE

De ese modo el sistema de unidades ajustado en el siguiente dato de máquina se aplica a todas las tablas de compensación del eje:

MD32711 \$MA_CEC_SCALING_SYSTEM_METRIC = < sistema de unidades >

Con ello se evalúan todos los datos de posición junto con el valor de compensación total en el sistema de unidades configurado. Si cambia el sistema, la conversión externa de los datos de posición ya no es necesaria.

Activación específica de eje (MD32710)

La activación específica de eje para todas las relaciones de compensación del eje se produce a través de:

MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[< eje >] = TRUE

Número de puntos de interpolación por tabla de compensación (MD18342)

El número de puntos de interpolación por tabla de compensación se ajusta del siguiente modo:

MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[< índice de tabla >] = < Número de puntos de interpolación >

8.5 Compensación interpolatoria

El número necesario de puntos de interpolación de una tabla de compensación se calcula a partir de los valores ajustados en las variables de sistema (Página 263) correspondientes a valor máximo, valor mínimo y el paso de la tabla:

$$\langle \text{Número de puntos de interpolación} \rangle = (\$AN_CEC_MAX - \$AN_CEC_MIN) / \$AN_CEC_STEP + 1$$

Vigilancia (MD32720, MD32730)

Limitación absoluta

Para evitar movimientos de compensación de distancia no admisible del eje compensado, se vigila que el valor de compensación total no supere el valor máximo indicado en el dato de máquina:

$$MD32720 \$MA_CEC_MAX_SUM[\langle \text{eje compensado} \rangle] = \langle \text{valor máximo} \rangle$$

En caso de rebase, el valor de compensación total se limita al valor máximo y se muestra la alarma 20124 "suma de los valores de compensación demasiado grande".

Limitación del cambio

Para evitar cargas de magnitud no admisible del eje compensado, se vigila que el cambio del valor de compensación total no supere el valor máximo indicado en el dato de máquina:

$$MD32730 \$MA_CEC_MAX_VELO[\langle \text{eje compensado} \rangle] = \langle \text{porcentaje de la velocidad máxima del eje (MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO)} \rangle$$

En caso de rebase, el cambio en el valor de compensación total se limita al valor máximo y se muestra la alarma 20125 "modificación demasiado rápida del valor de compensación".

El recorrido reducido por la limitación se indica en cuanto el valor de compensación vuelve a salir de la limitación.

8.5.3.3 Puesta en marcha: Datos de operador

Número	Indicador	Significado
SD41300	\$SN_CEC_TABLE_ENABLE	Habilitación de la tabla de compensación
SD41310	\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT	Factor de ponderación

Habilitación de la tabla de compensación (SD41300)

Con este dato de operador se habilita la valoración de la tabla de compensación:

$$SD41300 \$SN_CEC_TABLE_ENABLE[\langle \text{índice de tabla} \rangle] = TRUE$$

El valor de compensación determinado a partir de la tabla de compensación no se suma al valor de compensación total del eje compensado hasta el momento de la habilitación.

Factor de ponderación (SD41310)

En este dato de operador hay que especificar el factor de ponderación con el que se multiplica el valor de compensación determinado a partir de la tabla de compensación:

SD41310 \$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[<índice de tabla>] = <factor de ponderación>

Por defecto el valor de ponderación tiene el valor 1.0. Con un valor de ponderación de 0.0, la tabla de compensación no tiene ningún efecto.

8.5.3.4 Puesta en marcha: Variables de sistema

Identificador	Descripción
Variables de sistema específicas de CN	
\$AN_CEC	Valores de compensación
\$AN_CEC_DIRECTION	Dependencia de la dirección
\$AN_CEC_INPUT_AXIS	Eje básico
\$AN_CEC_INPUT_NCU	Eje básico en NCU
\$AN_CEC_IS_MODULO	Función módulo
\$AN_CEC_MAX	Posición final
\$AN_CEC_MIN	Posición inicial
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE	Multiplicación
\$AN_CEC_OUTPUT_AXIS	Eje compensado
\$AN_CEC_OUTPUT_NCU	Eje compensado en NCU
\$AN_CEC_STEP	Distancia de puntos de interpolación
\$AN_CEC_TYPE	Tipo de tabla
Variables de sistema específicas de eje	
\$VA_CEC_COMP_VAL	Valor de compensación actual

Valores de compensación (\$AN_CEC)

En esta variable de sistema deben especificarse los valores de compensación de las tablas de compensación:

$\$AN_CEC[\langle \text{índice de tabla} \rangle, \langle \text{índice de punto de interpolación} \rangle] = \langle \text{valor de compensación} \rangle$
 $\langle \text{índice de puntos de interpolación} \rangle = 0 \leq x \leq (\text{valor de MD18342}[\langle \text{índice de tabla} \rangle]) - 1$

Nota

Antes de escribir las variables de sistema \$AN_CEC es necesario que todas las funciones de compensación de todos los ejes estén desconectadas:

- MD32700 \$MA_ENC_COMP_ENABLE[<eje>] = 0
- MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] = 0

Eje básico (\$AN_CEC_INPUT_AXIS)

En esta variable de sistema hay que especificar el eje básico, es decir, el nombre del eje cuya posición de consigna se utiliza como entrada para la tabla de compensación:

$\$AN_CEC_INPUT_AXIS[\langle \text{índice de tabla} \rangle] = \langle \text{nombre de eje de canal} \rangle$ o $\langle \text{nombre de eje de máquina} \rangle$

Eje compensado (\$AN_CEC_OUTPUT_AXIS)

En esta variable de sistema debe especificarse el eje de compensación, es decir, el nombre del eje a cuya consigna se suma el valor de compensación:

\$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[<índice de tabla>] = "<nombre de eje de canal>" o "<nombre de eje de máquina>"

Nota

Si en sistemas de varios canales los nombres de eje de canal y de máquina son iguales, deben utilizarse los nombres de eje estándar AX1, AX2, etc.

Distancia de puntos de interpolación (\$AN_CEC_STEP)

En esta variable de sistema debe especificarse la distancia entre dos puntos de interpolación (valores de posición del eje básico) de la tabla de compensación.

\$AN_CEC_STEP[<índice de tabla>] = <distancia entre puntos de interpolación>

La distancia de puntos de interpolación es constante dentro de una tabla de compensación.

Posición inicial (\$AN_CEC_MIN)

En esta variable de sistema debe especificarse la posición de consigna del eje básico para el primer punto de interpolación de la tabla de compensación.

\$AN_CEC_MIN[<índice de tabla>] = <posición inicial>

Nota

Posición de consigna menor que posición inicial

Para toda posición de consigna menor que la posición inicial se aplica el valor de compensación del primer punto de interpolación.

Excepción: Tablas de compensación con función módulo

Posición final (\$AN_CEC_MAX)

En esta variable de sistema debe especificarse la posición de consigna del eje básico para el último punto de interpolación o bien el final de la tabla de compensación.

\$AN_CEC_MAX[<índice de tabla>] = <posición final>

Nota

Posición de consigna mayor que posición final

Para toda posición de consigna mayor que la posición final se aplica el valor de compensación del último punto de interpolación.

Excepción: Tablas de compensación con función módulo

Compensación dependiente de la dirección (\$AN_CEC_DIRECTION)

En esta variable de sistema debe especificarse la dirección de desplazamiento del eje básico en la que debe actuar la compensación.

\$AN_CEC_DIRECTION[<índice de tabla>] = <dirección>

- 0: en ambas direcciones de desplazamiento
- 1: solo en dirección de desplazamiento positiva
- -1: solo en dirección de desplazamiento negativa

Multiplicación tabular (\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE)

Mediante multiplicación tabular se puede multiplicar el valor de compensación actual K de la tabla de compensación por el valor de compensación actual K_x de una tabla de compensación cualquiera X, es decir, incluso por si mismo. El resultado de la multiplicación tabular se suma al valor de compensación actual K de la tabla de compensación, con lo que se obtiene el valor de compensación total efectivo en el eje compensado SK.

$$SK = K + K * K_x$$

En esta variable de sistema debe especificarse el número de la tabla de compensación con cuyo valor de compensación debe multiplicarse el valor de compensación actual.

\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[<índice de tabla>] = <número de tabla X>

<Número de tabla X> = <índice de tabla X> + 1

Función módulo (\$AN_CEC_IS_MODULO)

Si en una tabla de compensación se activa la función módulo, se realiza una operación de módulo con el valor de entrada (es decir, la posición de consigna del eje básico) sobre el rango de entrada de la tabla de compensación. Eso significa que al valor de compensación de la posición final le sigue de nuevo el valor de compensación de la posición inicial o bien, en dirección contraria, al valor de compensación de la posición inicial le sigue de nuevo el valor de compensación de la posición final.

\$AN_CEC_IS_MODULO[<índice de tabla>] = <valor>

- 0: compensación sin función módulo:
- 1: compensación con función módulo:

Nota

Valores de compensación iguales

Con la función módulo activada se recomienda ajustar igual los valores de compensación de las posiciones inicial final.

Nota

Eje giratorio de valor módulo

Para un eje giratorio de valor módulo es necesario activar la función de módulo de la compensación.

Ejemplo: Parametrización con eje giratorio de valor módulo

```

$MA_IS_ROT_AX[AX1] = 1      ; eje giratorio
$MA_ROT_IS_MODULO[AX1] = 1 ; módulo 360°
$AN_CEC_INPUT_AXIS[0] = AX1
$AN_CEC_MIN[0] = 0.0
$AN_CEC_MAX[0] = 360.0
$AN_CEC_STEP[0] = 1.0
$AN_CEC_IS_MODULO[0] = 1
$MN_MM_CEC_MAX_POINTS = 361
$AN_CEC[0, 0] = $AN_CEC[0, 360] = 0.1

```

Tipo de tabla (\$AN_CEC_TYPE)

En esta variable de sistema debe especificarse el tipo de tabla, es decir, el tipo de compensación.

\$AN_CEC_TYPE[<índice de tabla>] = <tipo>

- 0: Compensación interpolatoria general
- 1: Compensación de error de cilindro

Valor de compensación actual (\$VA_CEC_COMP_VAL)

La variable de sistema proporciona el valor de compensación efectivo actual del eje:

<Valor de compensación actual> = \$VA_CEC_COMP_VAL[<eje>]

8.5.3.5 Puesta en marcha: Procedimiento básico

Como primer paso de la puesta en marcha hay que definir las tablas de compensación. Para ello hay que ajustar el número necesario de puntos de interpolación necesario para la tabla de compensación en cuestión. Con el siguiente rearranque (en caliente) se crean las tablas de compensación en el control y se rellenan con valores predeterminados.

Como segundo paso de puesta en marcha debe realizarse la parametrización de los datos de compensación con variables de sistema. Esto se puede hacer de dos maneras diferentes:

- Iniciando un programa del CN en el que se escriban las variables de sistema.
- Transfiriendo las tablas de compensación al control desde un equipo externo.

Nota

Antes de cargar las tablas de compensación es necesario desconectar todas las funciones de compensación de todos los ejes:

- MD32700 \$MA_ENC_COMP_ENABLE[<eje>] == 0
- MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] == 0

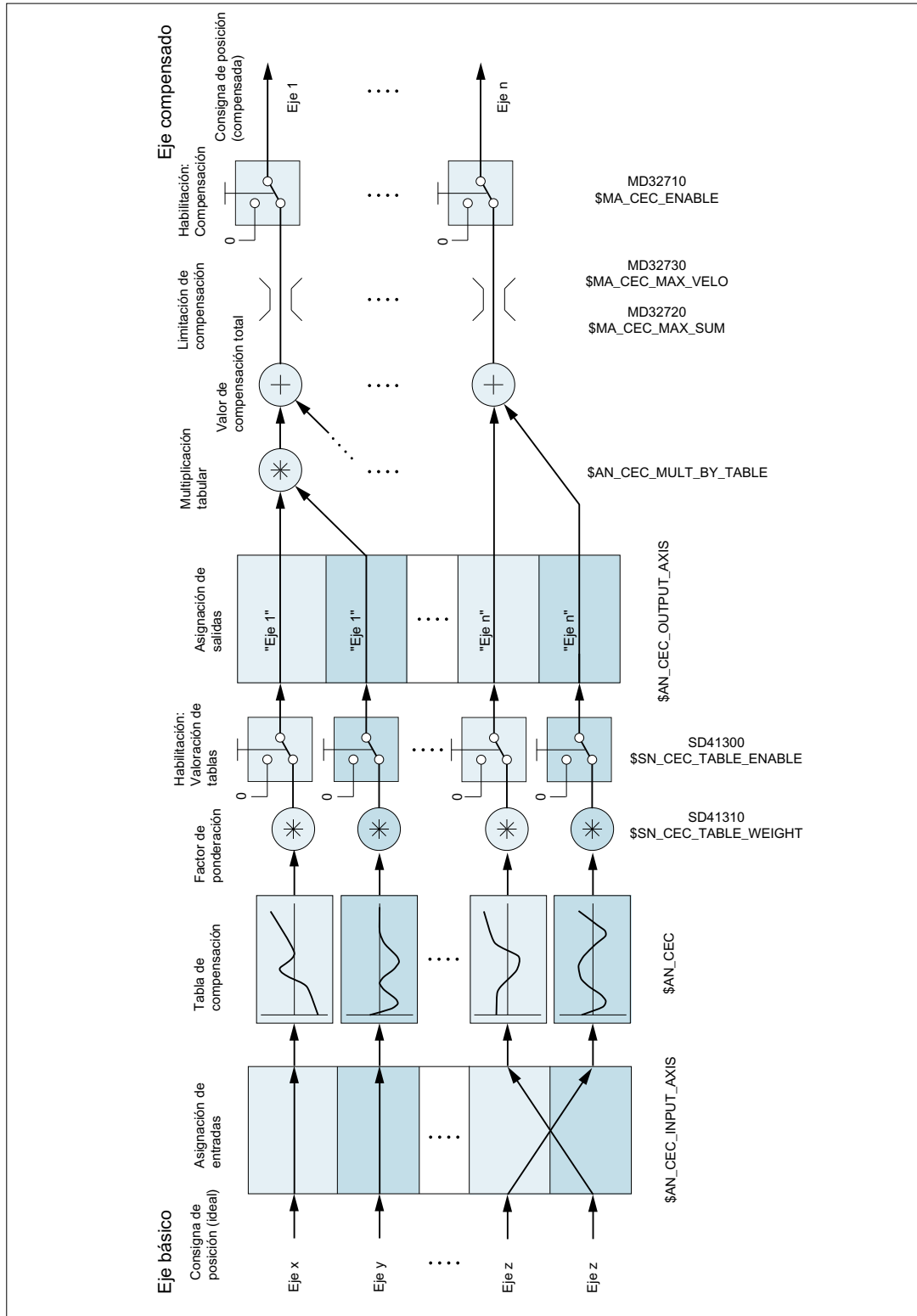
Procedimiento

1. Parametrización del número de puntos de interpolación de las tablas de compensación:
MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS
2. Parametrización de las vigilancias:
 - Limitación absoluta: MD32720 \$MA_CEC_MAX_SUM
 - Limitación del cambio: MD32730 \$MA_CEC_MAX_VELO
3. Parametrización del cambio de sistema de unidades
 - sin conversión automática:
MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC
 - con conversión automática:
 - MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC
 - MD10260 \$MN_CONVERT_SCALING_SYSTEM
 - MD32711 \$MA_CEC_SCALING_SYSTEM_METRIC
4. Inicio de un **rearranque (en caliente)** del CN para activar los cambios en los datos de máquina
5. Parametrización de los factores de ponderación de las tablas de compensación
SD41310\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT
6. Parametrización de los parámetros de tabla en las variables de sistema \$AN_CEC_...
7. Comprobación/referenciación de los sistemas de medida actuales de los ejes básico y compensado:
 - <Axis>.basic.in.enc1Synchronized (referenciado/sincronizaco 1)
 - <Axis>.basic.in.enc2Synchronized (referenciado/sincronizaco 2)
8. Habilitación de las compensaciones:
 - Específico de tabla: SD41300 CEC_TABLE_ENABLE
 - Específico de eje: MD32710 \$MA_CEC_ENABLE

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5

8.5.3.6 Puesta en marcha: Dibujo general



8.5.3.7 Ejemplo 1: Compensación de flexión

Dependiendo de la posición del eje Y1, se aplica un valor de compensación adicional a la posición de consigna del eje Z1.

Tabla de compensación utilizada: tabla 1 ⇒ índice 0

Parámetros de compensación

- Posición inicial: -400.0
- Posición final: 400.0
- Distancia entre puntos de interpolación: 8.0

Número de puntos de interpolación

MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[0] = (400.0 - -400.0) / 8.0 + 1 = 101

La memoria necesaria dentro de la memoria de usuario estática es de mínimo 808 bytes con 8 bytes por cada valor de compensación:

Código de programa	Comentario
%_N_NC_CEC_INI	; escritura de los datos de compensación
CHANDATA(1)	; tabla de compensación 1, índice 0
\$AN_CEC[0,0]=0	; 1.er valor de compensación = 0 µm
\$AN_CEC[0,1]=0.01	; 2.º valor de compensación = 10 µm
\$AN_CEC[0,2]=0.012	; 3.er valor de compensación = 12 µm
...	
\$AN_CEC[0,100]=0	; 101.º valor de compensación = 0 µm
\$AN_CEC_INPUT_AXIS[0]=AX2	; eje básico Y1 ⇒ nombre de eje de máquina AX2
\$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[0]=AX3	; eje compensado Z1 ⇒ nombre de eje de máquina AX3
\$AN_CEC_STEP[0]=8.0	; distancia entre puntos de interpolación 8.0 mm
\$AN_CEC_MIN[0]=-400.0	; posición inicial: Y1 = -400 mm
\$AN_CEC_MAX[0]=400.0	; posición final: Y1 = +400 mm
\$AN_CEC_DIRECTION[0]=0	; compensar en ambas direcciones de desplazamiento de Y1
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[0]=0	; sin multiplicación tabular
\$AN_CEC_IS_MODULO[0]=0	; sin función de módulo

8.5.3.8 Ejemplo 2: compensación con multiplicación tabular

Compensación de la deflexión de la bancada de una planta de taladrado con multiplicación tabular.

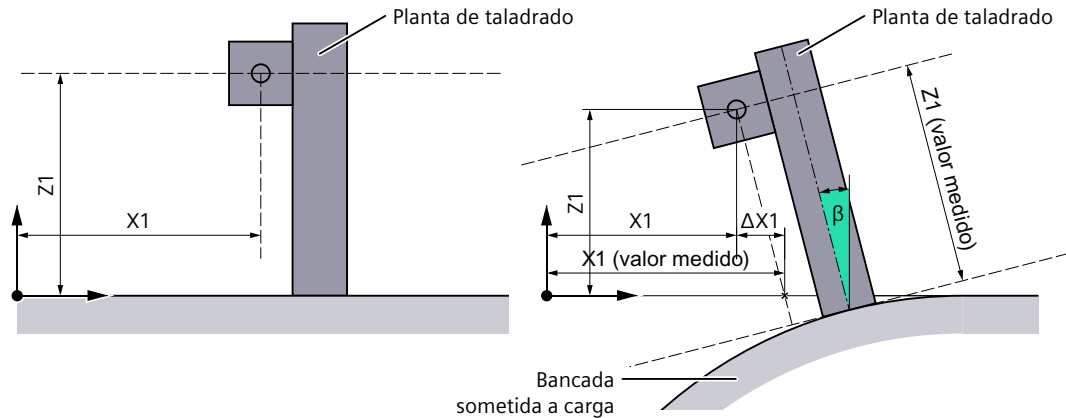


Figura 8-15 Deflexión de la bancada

En máquinas grandes, la deflexión de la bancada puede provocar que toda la máquina se incline.

La compensación en el eje X1 depende de:

- La posición del eje X1, ya que esta determina el ángulo de inclinación β
- La posición del eje Z1, en la que se encuentra en taladro.

El valor de compensación total $\Delta X1_{Total}$ se calcula a partir de los valores de compensación $\Delta X1$ y $\Delta Z1$:

$$\Delta X1_{Total} = \Delta Z1 * \Delta X1 = \Delta Z1 * \sin\beta(X1) \approx \Delta Z1 * \beta(X1)$$

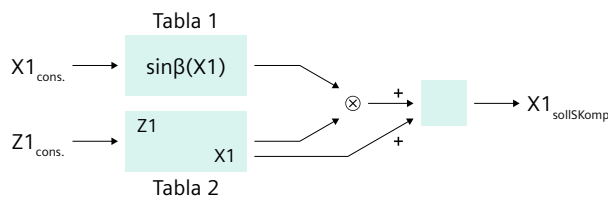


Figura 8-16 Multiplicación tabular

Tabla de compensación 1 (índice de tabla: 0)

- Eje básico: X1
- Eje compensado: X1
- Valores de compensación: Seno del ángulo de inclinación dependiente de la posición β , con $\beta = f(\text{posición de } X1)$

Tabla de compensación 2 (índice de tabla: 1)

- Eje básico: Z1
- Eje compensado: X1
- Valores de compensación: reacción de la posición del eje Z1 a la posición medida del eje X1.

Multiplicación tabular

Para una relación de compensación 1 (índice de tabla: 0) la multiplicación tabular debe ajustarse con la relación de compensación 2:

$$\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[0] = 2$$

8.5.3.9 Ejemplo 3: campo bidimensional de valores de compensación

Para máquinas de bancada plana suele ocurrir que los valores de compensación de flexión del eje Z dependen de las posiciones de los ejes X e Y. Por ello es recomendable organizar los valores de compensación en un campo bidimensional.

En el presente ejemplo se describe con más detalle el procedimiento posible para la compensación de flexión en una rejilla de un tamaño de 4 x 5 (filas x columnas). El tamaño del área de medida es de 2000 x 900 mm². Los valores de compensación se determinan en el eje X en pasos de 500 mm, y en el eje Y en pasos de 300 mm. En los puntos de intersección de la rejilla (plano X-Y) se encuentran los puntos de interpolación con los valores de compensación correspondientes. Los valores de compensación entre estos puntos de interpolación se interpolan linealmente.

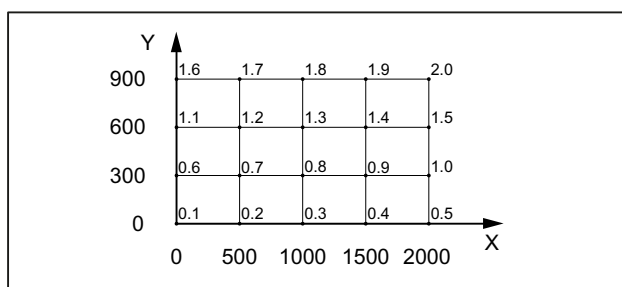


Figura 8-17 Valores de compensación del eje Z

Nota

Interfaz de usuario SINUMERIK Operate

El valor de compensación del eje Z efectivo actualmente debido a la compensación de flexión se indica en la interfaz de usuario SINUMERIK Operate en:

Campo de manejo: "Diagnóstico" > "Diagnóstico de ejes" > "Service Eje" > señal: "Compensación flexión + temperatura"

Acción

Por cada fila de la rejilla de cuatro filas se configura una tabla de compensación con cinco puntos de interpolación cada una. En la primera tabla de compensación se introducen los valores de compensación 0,1 a 0,5 de la primera fila comenzando por el punto de interpolación 1 y en orden ascendente. Siguiendo el mismo esquema, en la primera tabla de compensación los valores de compensación 0,6 a 1,0 de la segunda fila, etc. Estas tablas de compensación relevantes para la posición del eje X se denominan en adelante **tablas f** y los valores de las tablas **f_i(x)**, siendo i: el número de la tabla.

Para incluir la posición del eje Y se requieren tablas de compensación adicionales. Estas tablas de compensación se denominan en adelante **tablas g** y los valores de las tablas **g_i(y)**. El número de tablas f y tablas g es el mismo. En el ejemplo, cuatro en cada caso.

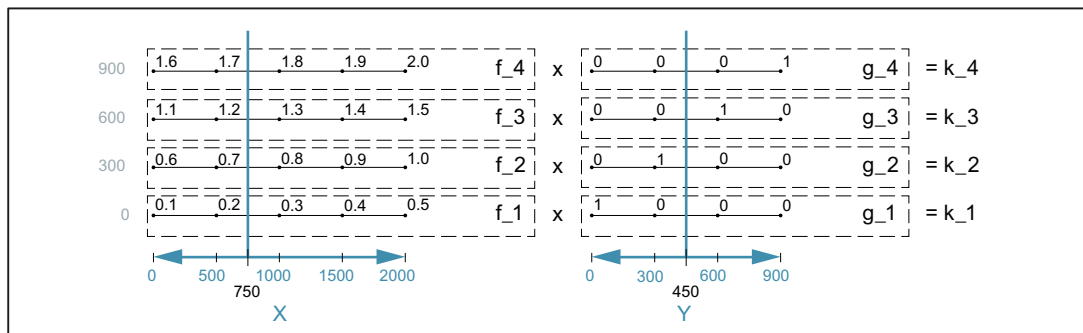
8.5 Compensación interpolatoria

En cada una de las tablas g se pone un valor de compensación a 1 y todos los demás a 0. La posición del valor de compensación 1 dentro de la tabla se rige por el número de tabla. En la primera tabla g, el valor de compensación 1 se encuentra en el primer punto de interpolación, mientras que en la segunda tabla g, el valor de compensación 1 se encuentra en el segundo punto de interpolación, etc. Multiplicando las tablas g por las tablas f se selecciona el valor de compensación correcto en cada caso de la tabla f multiplicándolo por 1. Los valores de compensación no relevantes se ocultan multiplicándolos por 0.

El valor de compensación total D_z en el punto (x/y) se determina con la siguiente regla de cálculo:

$$D_z(x/y) = f_1(x) * g_1(y) + f_2(x) * g_2(y) + f_3(x) * g_3(y) + f_4(x) * g_4(y) = k_1 + k_2 + k_3 + k_4$$

En el punto $D_z(750/450)$ se calcula el valor de compensación total del eje Z:



$$\begin{aligned}
 D_z(750/450) &= f_1(750) * g_1(450) + f_2(750) * g_2(450) + \\
 & \quad f_3(750) * g_3(450) + f_4(750) * g_4(450) \\
 &= 0,25 * 0,0 + 0,75 * 0,5 + \\
 & \quad 1,25 * 0,5 + 1,75 * 0,0 \\
 &= 1,0
 \end{aligned}$$

Parametrización

Parametrización de los datos de máquina del programa CN

Código de programa	Comentario
; número de puntos de interpolación de las tablas de compensación	
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[0]=5	; tabla de compensación 1
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[1]=5	; tabla de compensación 2
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[2]=5	; tabla de compensación 3
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[3]=5	; tabla de compensación 4
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[4]=4	; tabla de compensación 5
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[5]=4	; tabla de compensación 6
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[6]=4	; tabla de compensación 7
\$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[7]=4	; tabla de compensación 8
; vigilancias para eje Z1 igual que 3.er Eje de máquina	

Código de programa	Comentario
\$MA_CEC_MAX_SUM[AX3]=10.0	; valor de compensación total máx.
\$MA_CEC_MAX_VELO[AX3]=100.0	; cambio máx.

Configuración de los parámetros de tabla (variables de sistema) por programa CN

Código de programa	Comentario
; para escribir en las tablas de compensación es	
; necesario desconectar primero la compensación del	
; eje Z1 (eje compensado).	
\$MA_CEC_ENABLE[Z1] = FALSE	
NEWCONF	; activar \$MA_CEC_ENABLE
; definición de los valores $f_i(x)$ en las tablas f:	
; valores de función $f_1(x)$ para tabla con índice [0]	
\$AN_CEC[0,0]=0.1	
\$AN_CEC[0,1]=0.2	
\$AN_CEC[0,2]=0.3	
\$AN_CEC[0,3]=0.4	
\$AN_CEC[0,4]=0.5	
; valores de función $f_2(x)$ para tabla con índice [1]	
\$AN_CEC[1,0]=0.6	
\$AN_CEC[1,1]=0.7	
\$AN_CEC[1,2]=0.8	
\$AN_CEC[1,3]=0.9	
\$AN_CEC[1,4]=1.0	
; valores de función $f_3(x)$ para tabla con índice [2]	
\$AN_CEC[2,0]=1.1	
\$AN_CEC[2,1]=1.2	
\$AN_CEC[2,2]=1.3	
\$AN_CEC[2,3]=1.4	
\$AN_CEC[2,4]=1.5	
; valores de función $f_4(x)$ para tabla con índice [3]	
\$AN_CEC[3,0]=1.6	
\$AN_CEC[3,1]=1.7	
\$AN_CEC[3,2]=1.8	
\$AN_CEC[3,3]=1.9	
\$AN_CEC[3,4]=2.0	
; habilitar la valoración de las tablas f con los valores de compensación	
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[0]=TRUE	
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[1]=TRUE	
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[2]=TRUE	

8.5 Compensación interpolatoria

Código de programa	Comentario
<pre> \$SN_CEC_TABLE_ENABLE[3]=TRUE ; definir el factor de ponderación de las tablas f \$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[0]=1.0 \$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[1]=1.0 \$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[2]=1.0 \$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[3]=1.0 ; los cambios de los siguientes parámetros de tabla no son ; efectivos hasta un rearranque (en caliente) ; definir el eje básico X1 \$AN_CEC_INPUT_AXIS[0]=(X1) \$AN_CEC_INPUT_AXIS[1]=(X1) \$AN_CEC_INPUT_AXIS[2]=(X1) \$AN_CEC_INPUT_AXIS[3]=(X1) ; definir el eje compensado Z1 \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[0]=(Z1) \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[1]=(Z1) \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[2]=(Z1) \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[3]=(Z1) ; definir la distancia entre puntos de interpolación para los valores de compensación de las tablas f \$AN_CEC_STEP[0]=500.0 \$AN_CEC_STEP[1]=500.0 \$AN_CEC_STEP[2]=500.0 \$AN_CEC_STEP[3]=500.0 ; la compensación comienza en X1=0 \$AN_CEC_MIN[0]=0.0 \$AN_CEC_MIN[1]=0.0 \$AN_CEC_MIN[2]=0.0 \$AN_CEC_MIN[3]=0.0 ; la compensación finaliza en X1=2000 \$AN_CEC_MAX[0]=2000.0 \$AN_CEC_MAX[1]=2000.0 \$AN_CEC_MAX[2]=2000.0 \$AN_CEC_MAX[3]=2000.0 ; los valores de las tablas f con índice [t1] se multiplican con valores de las tab- las g ; por el número [t2] ; se corresponde con la regla de cálculo citada anteriormente </pre>	

Código de programa	Comentario
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[0]=5	
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[1]=6	
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[2]=7	
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[3]=8	
	; definición de los valores de las tablas g para g _i (y):
	; valores de función g ₁ (x) para tabla con índice [4]
\$AN_CEC[4,0]=1.0	
\$AN_CEC[4,1]=0.0	
\$AN_CEC[4,2]=0.0	
\$AN_CEC[4,3]=0.0	
	; valores de función g ₂ (x) para tabla con índice [5]
\$AN_CEC[5,0]=0.0	
\$AN_CEC[5,1]=1.0	
\$AN_CEC[5,2]=0.0	
\$AN_CEC[5,3]=0.0	
	; valores de función g ₃ (x) para tabla con índice [6]
\$AN_CEC[6,0]=0.0	
\$AN_CEC[6,1]=0.0	
\$AN_CEC[6,2]=1.0	
\$AN_CEC[6,3]=0.0	
	; valores de función g ₄ (x) para tabla con índice [7]
\$AN_CEC[7,0]=0.0	
\$AN_CEC[7,1]=0.0	
\$AN_CEC[7,2]=0.0	
\$AN_CEC[7,3]=1.0	
	; habilitar la valoración de las tablas g con los valores de compensación
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[4]=TRUE	
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[5]=TRUE	
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[6]=TRUE	
\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[7]=TRUE	
	; definir el valor de ponderación para las tablas g
\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[4]=1.0	
\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[5]=1.0	
\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[6]=1.0	
\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[7]=1.0	
	; los cambios de los siguientes parámetros de tabla no
	; son efectivos hasta después de POWER ON

8.5 Compensación interpolatoria

Código de programa	Comentario
<pre> ; definir el eje básico Y1 \$AN_CEC_INPUT_AXIS[4]=(Y1) \$AN_CEC_INPUT_AXIS[5]=(Y1) \$AN_CEC_INPUT_AXIS[6]=(Y1) \$AN_CEC_INPUT_AXIS[7]=(Y1) ; definir el eje compensado Z1 \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[4]=(Z1) \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[5]=(Z1) \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[6]=(Z1) \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[7]=(Z1) ; definir la distancia entre puntos de interpolación para los valores de compensación de las tablas g \$AN_CEC_STEP[4]=300.0 \$AN_CEC_STEP[5]=300.0 \$AN_CEC_STEP[6]=300.0 \$AN_CEC_STEP[7]=300.0 ; la compensación comienza en Y1=0 \$AN_CEC_MIN[4]=0.0 \$AN_CEC_MIN[5]=0.0 \$AN_CEC_MIN[6]=0.0 \$AN_CEC_MIN[7]=0.0 ; la compensación finaliza en Y1=900 \$AN_CEC_MAX[4]=900.0 \$AN_CEC_MAX[5]=900.0 \$AN_CEC_MAX[6]=900.0 \$AN_CEC_MAX[7]=900.0 ; volver a activar la compensación \$MA_CEC_ENABLE[Z1]=TRUE NEWCONF ; tests de programa para comprobar la efectividad de la compensación G01 F1000 X0 X0 Z0 G90 R1=0 R2=0 LOOP_Y: LOOP_X: STOPRE X=R1 Y=R2 M0 R1=R1+500 IF R1 <=2000 GOTOB LOOP_X </pre>	<pre> ; esperar para comprobar el valor CEC </pre>

Código de programa	Comentario
R1=0	
R2=R2+300	
IF R2<=900 GOTOB LOOP_Y	

8.5.4 Compensación de errores de paso de cabezal dependientes de la dirección

8.5.4.1 Descripción del funcionamiento

Si hay diferencias muy grandes dependientes de la dirección en los puntos de compensación, con un juego variable o si se requiere una precisión muy elevada puede ser necesaria una compensación de los errores de paso de cabezal dependiente de la dirección (en caso de registro directo de la posición).

Compensación de errores de paso de cabezal dependientes de la dirección

En la "compensación de errores de paso del cabezal dependientes de la dirección" ("SSFK dependiente de la dirección" o también "SSFK bidireccional") se utilizan dos tablas de compensación por cada eje. Una tabla de compensación para el sentido de desplazamiento positivo y otra para el negativo. En las tablas de compensación se introduce la diferencia en el punto de compensación en cuestión en forma de diferencia entre el valor de consigna ideal y el valor real medido. El control calcula los valores de compensación de los valores intermedios de forma automática mediante interpolación lineal.

Requisitos/efectividad

En el control SINUMERIK la "SSFK dependiente de dirección" se realiza como un caso especial de la "compensación de flexión". Por ello rigen los requisitos y las condiciones de la "compensación de flexión" (ver "Compensación de flexión y compensación de error de angularidad (Página 258)").

La efectividad de la compensación puede comprobarse realizando una medición de referencia, p. ej., con el interferómetro láser o, en el caso más sencillo, a través del indicador de servicio del eje en cuestión.

Nota

Si la "SSFK dependiente de la dirección" se utiliza al mismo tiempo que la compensación de flexión y la corrección de la angularidad, deben considerarse conjuntamente las condiciones para esas funciones, como la asignación de las tablas <t> a la función correspondiente.

8.5.4.2 Puesta en marcha

Medición de los valores de error y/o de corrección

Igual que en la puesta en marcha de la "SSFK independiente de la dirección", en la puesta en marcha de la "SSFK dependiente de la dirección" se determinan curvas de error dependientes de la dirección para cada eje con un instrumento de medida adecuado (p. ej., un interferómetro láser) (ver el capítulo "Compensación de errores de paso de cabezal y del sistema de medida (Página 253)"). Para realizar la medición debe crearse un programa de pieza con puntos de medida y tiempos de espera (ver el capítulo "Ejemplo (Página 281)": Programa "BI_SSFK_MESS_AX1_X.MPF").


Dado que en la práctica los diferentes instrumentos de medida ofrecen distintas posibilidades de soporte en relación con un control SINUMERIK, a continuación este procedimiento solo se describe de forma general y referido al control.

Nota

Dentro de la puesta en marcha, la medición para la determinación de los errores de paso de cabezal no debe realizarse hasta haber ajustado correctamente los sentidos de desplazamiento de los ejes conforme al sistema de coordenadas de la máquina en los datos de máquina.

Puesta en marcha (principio básico)

1. Especificar el número de puntos de interpolación para la compensación (ver también el capítulo "Compensación de flexión y errores de angularidad: Puesta en marcha (Página 266)")
Para la SSFK dependiente de la dirección hay que asignar a cada eje una tabla de compensación para el sentido de desplazamiento positivo y otra para el negativo. El número de puntos de interpolación de compensación de una tabla se define con:
MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[<índice de tablas de compensación>]

 PRECAUCIÓN
<p>Posible pérdida de datos</p> <p>Un cambio en el dato de máquina que configura la memoria MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS provoca la reconfiguración de la memoria del CN en el siguiente arranque del control. En ese caso se pueden perder todos los datos específicos de usuario. Ver el Manual de funciones "Basic Functions", capítulo "Memory Configuration"</p> <p>Creación de un archivo de puesta en marcha:</p> <p>Campo de manejo: "Puesta en marcha" > tecla "ETC" > "Archivo PeM" > "Crear archivo de puesta en marcha" > "Aceptar" > Selección: "Datos CN"</p>

Ejemplo

- Eje X: sentido de desplazamiento positivo, tabla 1, 11 puntos de interpolación
- Eje X: sentido de desplazamiento negativo, tabla 2, 11 puntos de interpolación

Datos de máquina:

- MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[0] = 11
- MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[1] = 11

2. Leer el archivo de puesta en marcha creado:
Campo de manejo: "Puesta en marcha" > tecla "ETC" > "Archivo PeM" > "Leer archivo de puesta en marcha" > "Aceptar"
A continuación las tablas de compensación pasan a estar disponibles.
3. Para facilitar la puesta en marcha, crear un programa de CN a través del cual se escriban los parámetros de compensación en los datos de máquina y las variables de sistema (ver el capítulo "Ejemplo (Página 281)").
4. Ejecutar el programa de CN en el control:
Modo de operación: "AUTOMÁTICO" > Selección programa > Marcha CN
5. Realizar un Power On (rearranque en caliente).
6. Ya se pueden realizar las mediciones comparativas con el interferómetro láser.
7. Para mejorar aún más el resultado de la compensación es posible corregir valores de compensación específicos en el programa. Una vez que se ha vuelto a leer la tabla ya no es necesario otro POWER ON.

Nota

NC_CEC.INI

El fichero "NC_CEC-INI" copiado con "Puesta en marcha" > "Datos de sistema" (de la carpeta "Datos-activos-CN" > "Flexión/angularidad compl.") contiene todas las tablas SSFK establecidas dependientes de flexión/angularidad y dirección.

Nota

Juego de inversión

Para el juego de inversión debe ajustarse el valor **0**:

- MD32450 \$MA_BACKLASH [< sistema de medida >] = **0**
-

Parámetros de compensación

Los parámetros de compensación se ajustan a través de las siguientes variables de sistema:

- \$AN_CEC[< tabla > , < punto de interpolación >] (valor de compensación)
 - \$AN_CEC_INPUT_AXIS[< tabla >] (eje básico)
 - \$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[< tabla >] (eje de compensación)
-

Nota

En la "SSFK dependiente de dirección" los ejes básico y compensado **siempre** son **idénticos**.

- \$AN_CEC_STEP[< tabla >] (distancia entre puntos de interpolación)
 - \$AN_CEC_MIN[< tabla >] (posición inicial)
 - \$AN_CEC_MAX[< tabla >] (posición final)
 - \$AN_CEC_DIRECTION[< tabla >] (dirección)
-

Nota

Para la SSFK dependiente de la dirección el ajuste \$AN_CEC_DIRECTION[< t >] = 0 (la tabla se aplica a ambos sentidos de desplazamiento del eje básico) **no** es relevante.

- \$AN_CEC_IS_MODULO[< tabla >] (compensación con función módulo)
-

Nota

Para conocer la descripción de las variables de sistema, ver el capítulo "Compensación de flexión y errores de angularidad: Puesta en marcha (Página 266)".

Sistema de unidades

Ver el capítulo "Compensación de flexión y errores de angularidad: Puesta en marcha (Página 266)".

Vigilancia

Ver el capítulo "Compensación de flexión y errores de angularidad: Puesta en marcha (Página 266)".

8.5.4.3 Ejemplo

El siguiente ejemplo muestra la parametrización de las tablas de compensación dependiente de la dirección para un eje (eje de máquina AX1). En este caso todos los valores de parámetros de las tablas de compensación se escriben a través de un programa.

Parámetros de compensación

- Eje básico = eje compensado = eje de máquina AX1
- Distancia entre puntos de interpolación: 58,0 mm
- Posición inicial: -585,0 mm
- Posición final: -5,0 mm

Definición de tablas

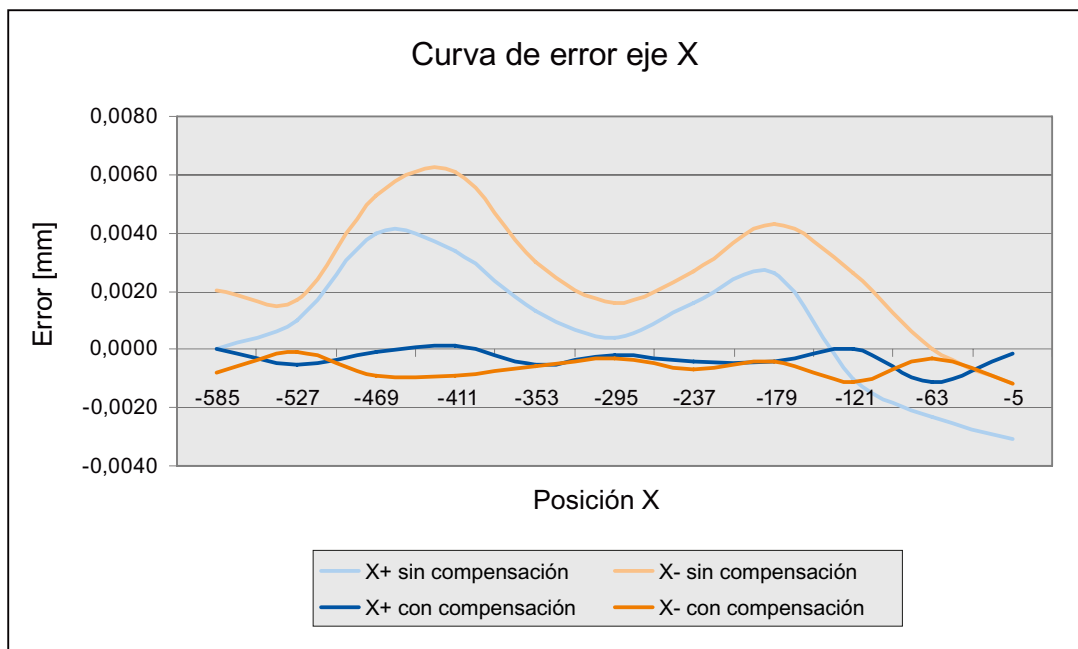
Como tablas de compensación dependientes de la dirección se definen para el eje de máquina AX1 la 1.^a y 2.^a tabla de compensación con 11 puntos de interpolación para la compensación:

- MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[0] = 11 (tabla 1: sentido de desplazamiento **positivo**)
- MD18342 \$MN_MM_CEC_MAX_POINTS[1] = 11 (tabla 2: sentido de desplazamiento **negativo**)

Puntos de interpolación y valores de corrección

Puntos de interpolación		Desviaciones y/o valores de corrección		Desviación con compensación	
Índice	Posición [mm]	Sentido de despl. pos. [mm]	Sentido de despl. pos. [mm]	Sentido de despl. pos. [mm]	Sentido de despl. neg. [mm]
0	-585 ¹⁾	0,0000	0,0020	0,0000	-0,0008
1	-527	0,0010	0,0017	-0,0005	-0,0001
2	-469	0,0040	0,0053	-0,0001	-0,0009
3	-411	0,0034	0,0061	0,0001	-0,0009
4	-353	0,0013	0,0030	-0,0005	-0,0006
5	-295	0,0004	0,0016	-0,0002	-0,0003
6	-237	0,0016	0,0027	-0,0004	-0,0007
7	-179	0,0026	0,0043	-0,0004	-0,0004
8	-121	-0,0010	0,0026	0,0000	-0,0011
9	-63	-0,0023	0,0000	-0,0011	-0,0003
10	-5 ²⁾	-0,0031	-0,0012	-0,0001	-0,0012

1) Posición inicial: \$AC_CEC_MIN[<tabla>]
 2) Posición final: \$AC_CEC_MAX[<tabla>]



Programación

A través del programa "BI_SSFK_TAB_AX1_X.MPF" se ejecutan las siguientes acciones:

- Desactivación de la compensación
- Desactivación de las tablas de compensación que se van a escribir (las tablas activas no pueden escribirse).
- Escritura de los valores de compensación en las tablas de compensación para el sentido de desplazamiento positivo y negativo del eje X
- Escritura de los parámetros de compensación

```

; SSFK dependiente de la dirección
; 1.er eje AX1
; tabla 1 - sentido de desplazamiento positivo
; tabla 2 - sentido de desplazamiento negativo
;--- Deaktivierung der Kompensation und der Tabellen
CHANDATA(1)
$MA_CEC_ENABLE[AX1]=0           ; compensación DES
$SN_CEC_TABLE_ENABLE[0]=0       ; bloquear tabla 1
$SN_CEC_TABLE_ENABLE[1]=0       ; bloquear tabla 2
NEWCONF
;--- 1. Kompensationstabelle, positive Verfahrriichtung
;----- Kompensationswerte
$AN_CEC[0,0]=0                  ; valor de corrección punto de interpolación 0
$AN_CEC[0,1]=0.001              ; valor de corrección punto de interpolación 1
$AN_CEC[0,2]=0.004              ; valor de corrección punto de interpolación 2

```

```

$AN_CEC[0,3]=0.0034           ; valor de corrección punto de interpolación 3
$AN_CEC[0,4]=0.0013           ; valor de corrección punto de interpolación 4
$AN_CEC[0,5]=0.0004           ; valor de corrección punto de interpolación 5
$AN_CEC[0,6]=0.0016           ; valor de corrección punto de interpolación 6
$AN_CEC[0,7]=0.0026           ; valor de corrección punto de interpolación 7
$AN_CEC[0,8]=-0.001           ; valor de corrección punto de interpolación 8
$AN_CEC[0,9]=-0.0023          ; valor de corrección punto de interpolación 9
$AN_CEC[0,10]=-0.0031         ; valor de corrección punto de interpolación 10
; ----- Kompensationsparame-
ter
$AN_CEC_INPUT_AXIS[0]=(AX1)   ; eje básico
$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[0]=(AX1)  ; eje compensado
$AN_CEC_STEP[0]=58.0          ; distancia entre puntos de interpolación
$AN_CEC_MIN[0]=-585.0         ; posición inicial
$AN_CEC_MAX[0]=-5.0           ; posición final
$AN_CEC_DIRECTION[0]=1        ; la tabla actúa en sentidos de desplazamiento posi-
tivos
$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[0]=0    ; sin multiplicación (aquí no es relevante)
$AN_CEC_IS_MODULO[0]=0        ; compensación sin función módulo
;--- 2. Kompensationstabelle, negative Verfahrriichtung
;----- Kompensationswerte
$AN_CEC[1,0]=0.002           ; valor de corrección punto de interpolación 0
$AN_CEC[1,1]=0.0017          ; valor de corrección punto de interpolación 1
$AN_CEC[1,2]=0.0053          ; valor de corrección punto de interpolación 2
$AN_CEC[1,3]=0.0061          ; valor de corrección punto de interpolación 3
$AN_CEC[1,4]=0.003           ; valor de corrección punto de interpolación 4
$AN_CEC[1,5]=0.0016          ; valor de corrección punto de interpolación 5
$AN_CEC[1,6]=0.0027          ; valor de corrección punto de interpolación 6
$AN_CEC[1,7]=0.0043          ; valor de corrección punto de interpolación 7
$AN_CEC[1,8]=0.0026          ; valor de corrección punto de interpolación 8
$AN_CEC[1,9]=0.000           ; valor de corrección punto de interpolación 9
$AN_CEC[1,10]=-0.0012        ; valor de corrección punto de interpolación 10
; ----- Kompensationsparame-
ter
$AN_CEC_INPUT_AXIS[1]=(AX1)   ; eje básico
$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[1]=(AX1)  ; eje compensado
$AN_CEC_STEP[1]=58.0          ; distancia entre puntos de interpolación
$AN_CEC_MIN[1]=-585.0         ; posición inicial
$AN_CEC_MAX[1]=-5.0           ; posición final
$AN_CEC_DIRECTION[1]=-1       ; la tabla actúa en sentidos de desplazamiento nega-
tivos
$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[1]=0    ; sin multiplicación (aquí no es relevante)
$AN_CEC_IS_MODULO[1]=0        ; compensación sin función módulo (solo para ejes gi-
ratorios)
;--- Aktivierung der Kompensation und der Tabellen
$MA_CEC_ENABLE[AX1]=1         ; compensación CON

```

```

$SN_CEC_TABLE_ENABLE[0]=1      ; desbloquear tabla 1
$SN_CEC_TABLE_ENABLE[1]=1      ; desbloquear tabla 2
NEWCONF
M17                             ; fin del programa

```

8.5.5 Compensación de error de cilindro

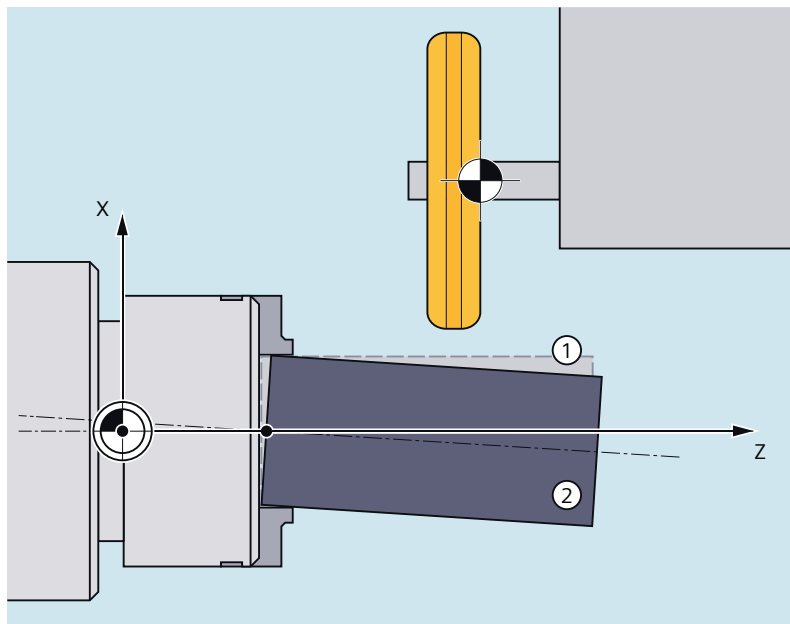
Nota

Para el uso de la "compensación de error de cilindro" se requiere la siguiente opción:

SINUMERIK Grinding Advanced (referencia: 6FC5800-0BS35-0YB0)

8.5.5.1 Función

La compensación de error de cilindro permite compensar errores de sujeción durante la rectificación cilíndrica. En este caso se compensa el desplazamiento y/o giro de la pieza en el plano de mecanizado.



- ① Posición de consigna del cilindro
- ② Posición real del cilindro

Al contrario que en Compensación de flexión y compensación de error de angularidad (Página 258) (en la que se basa la compensación de error de cilindro), solo se utilizan dos puntos de interpolación para definir la función de compensación (recta).

8.5.5.2 Puesta en marcha

Número	Identificador	Descripción
SD41300	\$SN_CEC_TABLE_ENABLE	Habilitación de la tabla de compensación
SD41310	\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT	Factor de ponderación
SD41320	\$SN_CEC_0	Valor de compensación en la posición inicial
SD41321	\$SN_CEC_1	Valor de compensación en la posición final
SD41330	\$SN_CEC_BAS_0	Punto de medida P1: valor básico
SD41331	\$SN_CEC_BAS_1	Punto de medida P2: valor básico
SD41335	\$SN_CEC_BAS_STORE_0	Marca para punto de medida P1: valor básico
SD41336	\$SN_CEC_BAS_STORE_1	Marca para punto de medida P2: valor básico
SD41340	\$SN_CEC_COMP_0	Punto de medida P1: error de cilindro
SD41341	\$SN_CEC_COMP_1	Punto de medida P2: error de cilindro
SD41350	\$SN_CEC_COMP_STORE_0	Marca para punto de medida P1: error de cilindro
SD41351	\$SN_CEC_COMP_STORE_1	Marca para punto de medida P2: error de cilindro
SD41355	\$SN_CEC_CALC	Inicio del cálculo con flanco 0/1
SD41356	\$SN_CEC_CALC_ADD	Valores de compensación absolutos o aditivos

Nota

Índice de tablas

Todos los datos de máquina, datos de operador y variables de sistema descritos a continuación con el mismo **índice <t>** pertenecen a la misma tabla de compensación.

Función de compensación

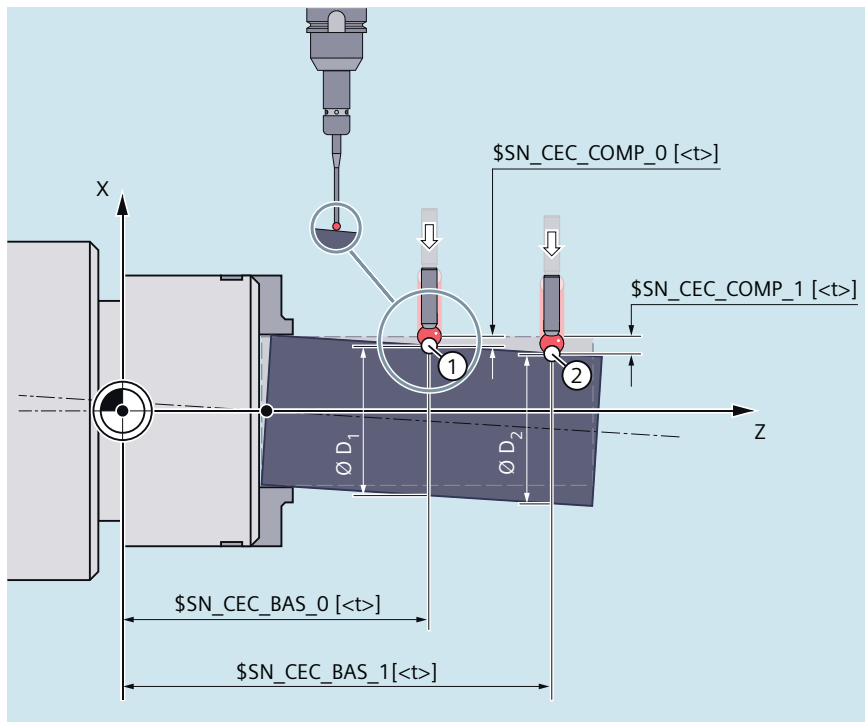
La función de compensación de la compensación de error de cilindro es una recta de la siguiente forma:

$$\Delta X = m \cdot Z + b$$

- ΔX Valor de compensación para la posición de consigna del eje compensado
- m Pendiente de la recta de compensación
- Z Posición de consigna del eje básico
- b Decalaje de la recta de compensación

Puntos de medida

Para que el control pueda calcular la función de compensación es necesario medir el error en el eje compensado en dos puntos de la pieza cilíndrica sujeta. En la siguiente figura el eje básico se denomina Z y el eje compensado X de acuerdo con el plano de mecanizado convencional para el rectificado G18 (Z/X).



- ① Punto de medida P1
- ② Punto de medida P2

\$SN_CEC_BAS_0/_1 posiciones de los puntos de medida en el eje básico (Z)
 \$SN_CEC_COMP_0/_1 Error de cilindro en los puntos de medida en el eje compensado (X)
 -Ø D₁ / Ø D₂ Se aplica lo siguiente: Ø D₁ == Ø D₂

Para los puntos de medida debe cumplirse la siguiente condición:

$$Z_{P1} < Z_{P2} \Rightarrow \$SN_CEC_BAS_0 < \$SN_CEC_BAS_1$$

Puesta en marcha básica

La compensación del error de cilindro se basa en la compensación de flexión (CEC) (Página 258). Por ello, antes de la puesta en marcha de la compensación del error de cilindro primero hay que ajustar los siguientes parámetros de compensación en las variables de sistema de la compensación de flexión. Para ello se escriben los valores necesarios en las variables de sistema en un programa de CN.

Código de programa	Comentario
<code>\$AN_CEC_INPUT_AXIS[<t>] = "<eje básico>"</code>	; nombre del eje básico
<code>\$AN_CEC_OUTPUT_AXIS[<t>] = "<eje compensado>"</code>	; nombre del eje compensado
<code>\$AN_CEC_MIN[<t>] = <posición inicial></code>	; posición inicial del rango de desplazamiento dentro del cual debe actuar la compensación
<code>\$AN_CEC_MAX[<t>] = <posición final></code>	; posición final del rango de desplazamiento dentro del cual debe actuar la compensación

Código de programa	Comentario
<code>\$AN_CEC_STEP[<t>] = <distancia entre puntos de interpolación></code>	; distancia entre puntos de interpolación = posición final - posición inicial
<code>\$AN_CEC_DIRECTION[<t>] = 0</code>	; sin dependencia de la dirección
<code>\$AN_CEC_IS_MODULO[<t>] = FALSE</code>	; sin función de módulo
<code>\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE[<t>] = 0</code>	; sin multiplicación con otra tabla
<code>\$AN_CEC_TYPE = 1</code>	; tipo de compensación = compensación de error de cilindro

Distancia entre puntos de interpolación (\$AN_CEC_STEP)

Dado que la función de compensación se basa en una recta, en la compensación del error de cilindro solo se requieren dos puntos de interpolación. Por ello, la distancia entre puntos de interpolación es la diferencia entre las posiciones final e inicial:

$$\$AN_CEC_STEP[<t>] = \$AN_CEC_MAX[<t>] - \$AN_CEC_MIN[<t>]$$

Ajuste de la compensación de error de cilindro

A continuación se representa el procedimiento fundamental para el ajuste de una compensación de error de cilindro.

1. Determinar si los valores de compensación actuales tendrán un efecto absoluto o relativo:

Dato de operador		Descripción
SD41356	<code>\$SN_CEC_CALC_ADD[<t>]</code>	Valores de compensación absolutos o aditivos (0: absoluto 1: relativo)

2. Determinar el factor de ponderación que se aplicará a los valores de compensación:

Dato de operador		Descripción
SD41310	<code>\$SN_CEC_TABLE_WEIGHT[<t>]</code>	Factor de ponderación

Con el factor de ponderación se puede desplazar la curva característica verticalmente.

3. Determinar el **error** en el sentido del eje compensado (X) en dos puntos de medida.
4. Aplicar los puntos de medida (valor básico y error o bien valor de compensación) en los datos de compensación:

	Valor básico (Z)	Valor de compensación (X)
Punto de medida P1	SD41330 <code>\$SN_CEC_BAS_0[<t>]</code>	SD41340 <code>\$SN_CEC_COMP_0[<t>]</code>
Punto de medida P2	SD41331 <code>\$SN_CEC_BAS_1[<t>]</code>	SD41341 <code>\$SN_CEC_COMP_1[<t>]</code>

5. Activar un flanco positivo (0→1) para iniciar el cálculo de la función de compensación:

Dato de operador		Descripción
SD41355	<code>\$SN_CEC_CALC[<t>]</code>	Inicio del cálculo con flanco 0→1

8.5 Compensación interpolatoria

6. El control calcula los valores de compensación para los puntos inicial y final de la recta de compensación con carácter absoluto o relativo en función del dato de operador SD41356 \$SN_CEC_CALC_ADD[<t>]:

Absoluto:

- SD41320 \$SN_CEC_0[<t>] = <valor de compensación calculado en la posición inicial>
- SD41321 \$SN_CEC_1[<t>] = <valor de compensación calculado en la posición final>

Relativo:

- SD41320 \$SN_CEC_0[<t>] = SD41320 \$SN_CEC_0[<t>] + <valor de compensación calculado en la posición inicial>
- SD41321 \$SN_CEC_1[<t>] = SD41321 \$SN_CEC_1[<t>] + <valor de compensación calculado en la posición final>

Dato de operador		Descripción
SD41320	\$SN_CEC_0[<t>]	Valor de compensación en la posición inicial
SD41321	\$SN_CEC_1[<t>]	Valor de compensación en la posición final

Tras el cálculo, los valores medidos se escriben en marcas y después se borran:

- Marca = valor medido
- Valor medido = 0.0

Dato de operador		Descripción
Marcas		
SD41335	\$SN_CEC_BAS_STORE_0[<t>]	Marca para punto de medida P1: valor básico
SD41350	\$SN_CEC_COMP_STORE_0[<t>]	Marca para punto de medida P1: error de cilindro
SD41336	\$SN_CEC_COMP_STORE_0[<t>]	Marca para punto de medida P2: valor básico
SD41351	\$SN_CEC_COMP_STORE_1[<t>]	Marca para punto de medida P2: error de cilindro
Valores medidos borrados		
SD41330	\$SN_CEC_BAS_0[<t>]	Punto de medida P1: valor básico
SD41340	\$SN_CEC_COMP_0[<t>]	Punto de medida P1: error de cilindro
SD41331	\$SN_CEC_BAS_1[<t>]	Punto de medida P2: valor básico
SD41341	\$SN_CEC_COMP_1[<t>]	Punto de medida P2: error de cilindro

7. Activar la habilitación para el uso de la tabla de compensación:

Dato de operador		Descripción
SD41300	\$SN_CEC_TABLE_ENABLE[<t>]	Habilitación de la tabla de compensación

Nota

SINUMERIK Toolbox

La SINUMERIK Toolbox incluye el fichero CNC_TAB_CONF.MPF. Este contiene un ejemplo de parametrización de la compensación de error de cilindro dentro de un programa de CN.

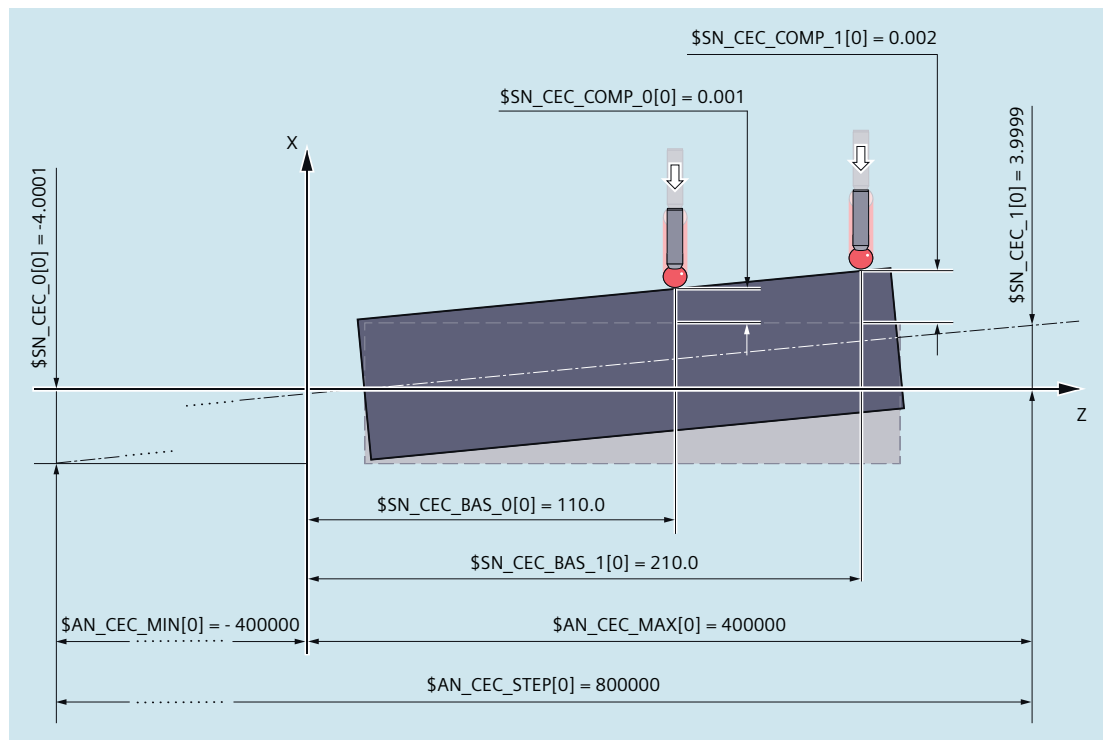
8.5.5.3 Ejemplos

En los ejemplos siguientes se utiliza la primera tabla de compensación (índice 0) para la compensación de error de cilindro.

Ejemplo 1: compensación de error de cilindro con valores de compensación absolutos

Vista general de los parámetros de compensación que determinan la curva

Para el ejemplo se utilizan los parámetros de compensación representados en la siguiente figura.



Datos de compensación generales

Dato de operador \$SN_...		Valor	Descripción
SD41300	CEC_TABLE_ENABLE[0]	FALSE	Habilitación
SD41310	CEC_TABLE_WEIGHT[0]	1	Factor de ponderación
SD41356	CEC_CALC_ADD[0]	FALSE	Valores de compensación absolutos ¹⁾

1) Los valores de compensación calculados a continuación se escriben en los datos de operador SD41320 \$SN_CEC_0[0] y SD41321 \$SN_CEC_1[0], lo que significa que se utilizan con carácter absoluto. Con TRUE se sumarían a valores de compensación ya existentes.

Ejes, rango de compensación y propiedades de tabla

Variable de sistema \$AN_...	Valor	Descripción
CEC_INPUT_AXIS[0]	(Z)	Eje básico
CEC_OUTPUT_AXIS[0]	(X)	Eje compensado

Variable de sistema \$AN_...	Valor	Descripción
CEC_MIN[0]	-400000 mm	Posición inicial
CEC_MAX[0]	400000 mm	Posición final
CEC_STEP[0]	800000 mm	Distancia entre puntos de interpolación
CEC_DIRECTION[0]	0	La tabla de compensación se aplica a ambos sentidos de desplazamiento del eje básico.
CEC_IS_MODULO[0]	FALSE	Sin función de módulo
CEC_MULT_BY_TABLE[0]	0	Sin multiplicación de tablas

Puntos de medida

Dato de operador \$SN_...		Valor	Descripción
SD41330	CEC_BAS_0[0]	110.0 mm	Punto de medida P1: valor básico
SD41331	CEC_BAS_1[0]	210.0 mm	Punto de medida P2: valor básico
SD41340	CEC_COMP_0[0]	0.001 mm	Punto de medida P1: error de cilindro
SD41341	CEC_COMP_1[0]	0.002 mm	Punto de medida P2: error de cilindro

Cálculo de los valores de compensación

El control calcula los valores de compensación a partir de un flanco ascendente (0→1) en el dato de operador SD41355 \$SN_CEC_CALC[0]. Por ello, los cálculos indicados a continuación solo tienen un carácter ilustrativo.

- Función de compensación $\Delta X = f(Z)$:

$$\Delta X = m * Z + b = \frac{X_{P2} - X_{P1}}{Z_{P2} - Z_{P1}} * Z + b \quad (1)$$

- Cálculo de la pendiente m:

$$m = \frac{SD41341 \$SN_CEC_COMP_1[0] - SD41340 \$SN_CEC_COMP_0[0]}{SD41331 \$SN_CEC_BAS_1[0] - SD41330 \$SN_CEC_BAS_0[0]} = \frac{0,002 - 0,001}{210,0 - 1100} = 1 * 10^{-5} \quad (2)$$

- Cálculo del decalaje b → punto de medida P1(110.0, 0.001) y (2) aplicado en (1):

$$\begin{aligned} 0,001 &= 1 * 10^{-5} * 110,0 + b \\ b &= -1 * 10^{-4} \quad (3) \end{aligned}$$

- Función de compensación resultante → (3) y (2) aplicado en (1):

$$\Delta X = 1 * 10^{-5} * Z - 1 * 10^{-4}$$

- Cálculo de los valores de compensación → posición inicial o final aplicado en (4):

$$\begin{aligned} SD41320 \$SN_CEC_0[0] &= \Delta X_{COMP_0} = 1 * 10^{-5} * -400000 - 1 * 10^{-4} = -4,0001 \\ SD41321 \$SN_CEC_1[0] &= \Delta X_{COMP_1} = 1 * 10^{-5} * 400000 - 1 * 10^{-4} = 3,9999 \end{aligned}$$

Dato de operador \$SN_...		Valor	Descripción
SD41320	CEC_0[0]	-4.0001 mm	Valor de compensación en la posición inicial
SD41321	CEC_1[0]	3.9999 mm	Valor de compensación en la posición final
SD41330	CEC_BAS_0[0]	0.0 mm	Punto de medida P1: valor básico (borrado)
SD41331	CEC_BAS_1[0]	0.0 mm	Punto de medida P2: valor básico (borrado)
SD41335	CEC_BAS_STORE_0[0]	110.0 mm	Marca para punto de medida P1: valor básico
SD41336	CEC_BAS_STORE_1[0]	210.0 mm	Marca para punto de medida P2: valor básico
SD41340	CEC_COMP_0[0]	0.0 mm	Punto de medida P1: error de cilindro (borrado)
SD41341	CEC_COMP_1[0]	0.0 mm	Punto de medida P2: error de cilindro (borrado)
SD41350	CEC_COMP_STORE_0[0]	0.001 mm	Marca para punto de medida P1: error de cilindro
SD41351	CEC_COMP_STORE_1[0]	0.002 mm	Marca para punto de medida P2: error de cilindro

Ejemplo 2: compensación de error de cilindro con valores de compensación relativos

Ejemplo 2 basado en los datos de compensación del ejemplo 1. La compensación de error de cilindro también se realiza con la primera tabla de compensación (índice 0).

A diferencia del ejemplo 1, en el ejemplo 2 el error de cilindro solo se determina en otros dos puntos de medida. Los valores de compensación deben actuar de forma relativa, lo que significa que se **suman** a valores de compensación ya existentes del ejemplo 1.

Datos de compensación generales

Dato de operador \$SN_...		Valor	Descripción
SD41356	CEC_CALC_ADD[0]	TRUE	Valores de compensación relativos ¹⁾
1) Los valores de compensación calculados a continuación se suman a los datos de operador SD41320 \$SN_CEC_0[0] y SD41321 \$SN_CEC_1[0].			

Puntos de medida

Dato de operador \$SN_...		Valor	Descripción
SD41330	CEC_BAS_0[0]	10.0 mm	Punto de medida P1: valor básico
SD41331	CEC_BAS_1[0]	410.0 mm	Punto de medida P2: valor básico
SD41340	CEC_COMP_0[0]	0.0 mm	Punto de medida P1: error de cilindro
SD41341	CEC_COMP_1[0]	-0.003 mm	Punto de medida P2: error de cilindro

Cálculo de los valores de compensación

El control calcula los valores de compensación a partir de un flanco ascendente (0→1) en el dato de operador SD41355 \$SN_CEC_CALC[0]:

- Función de compensación:

$$\Delta X = m * Z + b = -7,5 * 10^{-6} * Z + 7,5 * 10^{-5}$$

- Valores de compensación calculados:

$$\Delta X_{\text{COMP}_0} = 3,000075 \text{ mm}$$

$$\Delta X_{\text{COMP}_1} = -2,999925 \text{ mm}$$

- Suma de los valores de compensación calculados a los actuales:

$$\begin{aligned} \text{SD41320 } \$\text{SN_CEC_CEC_0[0]} &= \text{SD41320 } \$\text{SN_CEC_CEC_0[0]} + \Delta X_{\text{COMP}_0} = \\ &= -4,0001 \text{ mm} + 3,000075 \text{ mm} = -1,000025 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SD41321 } \$\text{SN_CEC_CEC_1[0]} &= \text{SD41321 } \$\text{SN_CEC_CEC_1[0]} + \Delta X_{\text{COMP}_1} = \\ &= 3,9999 \text{ mm} - 2,999925 \text{ mm} = 0,999975 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dato de operador \$SN_CEC_...		Valor	Descripción
SD41320	CEC_0[0]	-1.000025 mm	Valor de compensación en la posición inicial
SD41321	CEC_1[0]	0.999975 mm	Valor de compensación en la posición final
SD41330	CEC_BAS_0[0]	0.0 mm	Punto de medida P1: valor básico (borrado)
SD41331	CEC_BAS_1[0]	0.0 mm	Punto de medida P2: valor básico (borrado)
SD41335	CEC_BAS_STORE_0[0]	10.0 mm	Marca para punto de medida P1: valor básico
SD41336	CEC_BAS_STORE_1[0]	410.0 mm	Marca para punto de medida P2: valor básico
SD41340	CEC_COMP_0[0]	0.0 mm	Punto de medida P1: error de cilindro (borrado)
SD41341	CEC_COMP_1[0]	0.0 mm	Punto de medida P2: error de cilindro (borrado)
SD41350	CEC_COMP_STORE_0[0]	0.0 mm	Marca para punto de medida P1: error de cilindro
SD41351	CEC_COMP_STORE_1[0]	-0.003 mm	Marca para punto de medida P2: error de cilindro

8.5.6 Condiciones

Posición real compensada:

Las siguientes funciones se basan en la posición real compensada:

- Medición
- Teach In
- Final de carrera de software

Indicación de la posición real

En el indicador de posición real dentro del sistema de coordenadas de la máquina se indica la posición real del eje sin compensación (máquina ideal).

En la vista de servicio "Eje/Cabezal" (campo de manejo "Diagnóstico") se indica la posición real del eje con compensación (MSFK y compensación de juego).

Visualización de los valores de compensación

En la vista de servicio "Eje/Cabezal" (campo de manejo "Diagnóstico") se muestran los siguientes valores de compensación:

- "Valor abs. compens. sist. medida 1" o 2
El valor mostrado corresponde a la suma de los valores de compensación de MSFK y compensación de juego resultante de la posición real actual del eje básico y compensado.
- Compensación flexión + temperatura
El valor mostrado corresponde a la suma de los valores de compensación de flexión y temperatura resultante de la posición real actual del eje básico y compensado.

Pérdida del estado de referenciado del eje básico

Si el estado de referenciado del sistema de medida activo del eje básico cambia a "No referenciado/sincronizado", la MSFK y/o la compensación de flexión en los ejes correspondientes (eje básico/compensado) se desactiva:

- `<Axis>.basic.in.enc1Synchronized 1 → 0` (referenciado/sincronizado 1) o bien
- `<Axis>.basic.in.enc2Synchronized 1 → 0` (referenciado/sincronizado 2)

Si a continuación el estado de referenciado del sistema de medida activo del eje básico vuelve a cambiar a "Referenciado/sincronizado", la MSFK y/o la compensación de flexión en los ejes correspondientes (eje básico/compensado) se vuelve a activar:

- `<Axis>.basic.in.enc1Synchronized 0 → 1` (referenciado/sincronizado 1) o bien
- `<Axis>.basic.in.enc2Synchronized 0 → 1` (referenciado/sincronizado 2)

Habilitaciones del regulador

Si hay una relación de compensación activa, conviene ajustar siempre por igual la habilitación de regulador para eje básico y compensado:

```
<Axis>.basic.out.enableCtrl == 1
```

Salida de las señales de desplazamiento

La salida de las señales de desplazamiento del eje compensado solo se produce al activar/desactivar la compensación y al cambiar el número de tablas de compensación activas.

El desplazamiento del eje compensado debido a un movimiento del eje básico no provoca la salida de señales de desplazamiento en el eje compensado.

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<Axis>.basic.in.enc1Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn1	DB31,DBX60.4
<Axis>.basic.in.enc2Synchronized	LBP_Axis*.E_RefSyn2	DB31,DBX60.5
<Axis>.basic.out.enableCtrl	LBP_Axis*.A_ContrEnable	DB31,DBX2.1

8.6 Control anticipativo dinámico (compensación de error de seguimiento)

8.6.1 Propiedades generales

Error de seguimiento axial

Como "error de seguimiento" se entiende el error de regulación residual del regulador de posición al desplazar un eje de máquina. En otras palabras, el error de seguimiento axial es la diferencia entre la posición de consigna y la posición real del eje de máquina a una velocidad diferente a "0".

Efectos

Especialmente durante los procesos de aceleración en las inflexiones del contorno, p. ej., en arcos y esquinas, el error de seguimiento ocasiona un error indeseado de contorno dependiente de la velocidad.

Compensación

Con ayuda del "control anticipativo dinámico", el error de seguimiento se puede reducir casi a cero. Por esta razón la función se denomina "Compensación de error de seguimiento". La reducción de los errores de seguimiento en los ejes interpoladores provoca, además, que los errores de contorno sean cada vez menos dependientes de la velocidad y que las distorsiones de contorno se minimicen.

Métodos

Hay dos métodos de "control anticipativo dinámico":

- Control anticipativo de la velocidad de giro (dependiente de la velocidad)
- Control anticipativo de par (dependiente de la aceleración)

Activación

El método de control anticipativo se selecciona y activa con el dato de máquina:

MD32620 \$MA_FFW_MODE (tipo de control anticipativo)

8.6 Control anticipativo dinámico (compensación de error de seguimiento)

Para evitar errores de contorno se recomienda ajustar \$MA_FFW_MODE = 4.

Valor	Significado
0	Sin control anticipativo
1	Control anticipativo de velocidad de giro con simetrización PT1
2	Control anticipativo de par con simetrización PT1
3	Control anticipativo de velocidad de giro con simetrización Tt
4	Control anticipativo de par con simetrización Tt

Los modos 1 y 2 se siguen ofreciendo por motivos de compatibilidad.

Conexión/desconexión en el programa de pieza

Con el siguiente dato de máquina específico de eje se define que el programa de pieza puede activar y desactivar el control anticipativo para el eje/cabezal correspondiente.

MD32630 \$MA_FFW_ACTIVATION_MODE (activar el control anticipativo desde el programa)

Valor	Significado
0	El control anticipativo no se puede activar y desactivar desde el programa de pieza. De ese modo, para el eje/cabezal rige siempre el estado predeterminado por MD32620 \$MA_FFW_MODE.
1	El control anticipativo se puede activar y desactivar desde el programa de pieza. La instrucción se activa inmediatamente.
2	El control anticipativo se puede activar y desactivar desde el programa de pieza. La instrucción no se activa hasta la siguiente parada del eje.

La conexión/desconexión del control anticipativo desde el programa de pieza se realizan mediante las siguientes instrucciones:

FFWON: control anticipativo CON

FFWOF: control anticipativo DES

El ajuste estándar (es decir, también tras RESET, M30) se determina con el dato de máquina específico de canal:

MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES (posición de borrado de los grupos G)

FFWON/FFWOF es efectivo para todos los ejes/cabecales en modo de eje para los que:

MD32630 \$MA_FFW_ACTIVATION_MODE = 1 (o 2)

y

MD32620 \$MA_FFW_MODE = 1, 2, 3 o 4

Con ejes con interpolación mutua el ajuste MD32630 debe ser idéntico.

Para evitar tirones, el control anticipativo solo debe activarse o desactivarse mientras el eje/cabezal en modo eje está parado. Por ello, el cambio se retarda automáticamente hasta la siguiente parada mediante parada de decodificación previa.

Si los ejes están optimizados con control anticipativo, no se recomienda desactivar el control anticipativo en el programa de pieza.

8.6 Control anticipativo dinámico (compensación de error de seguimiento)

Se recomienda, por lo tanto, MD32630=0.

Nota

Para ejes de comando o de PLC con desplazamiento asíncrono respecto a la ejecución del programa de pieza la parada de decodificación previa no tiene ningún efecto. Para garantizar que FFWON/FFWOF no sea efectivo hasta la siguiente parada del eje/cabezal en modo eje hay que ajustar explícitamente MD32630 = 2 para cada eje/cabezal en modo eje (ver también "Control anticipativo en ejes de comando y PLC (Página 300)").

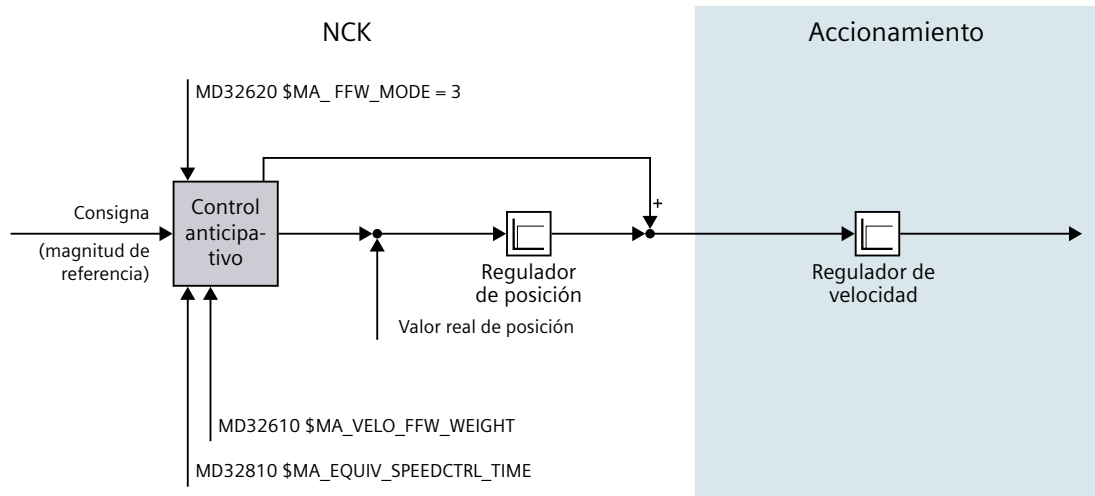
8.6.2 Control anticipativo de velocidad de giro

Función

Con el control anticipativo de la velocidad de giro se asigna un valor de consigna de velocidad a la entrada del regulador de la velocidad de giro. Con una velocidad constante, esto permite eliminar casi totalmente el error de seguimiento (es decir, el error de regulación pasa a ser 0).

Puesta en marcha

Para el control anticipativo de la velocidad de giro hay que configurar los siguientes parámetros específicos de eje en la puesta en marcha:



Constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de la velocidad de giro (MD32810)

Para ajustar correctamente el control anticipativo de la velocidad de giro es preciso determinar con exactitud la constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de la velocidad de giro (p. ej., gráficamente a partir de una respuesta a un escalón del valor de consigna de velocidad de giro) e introducirla en el siguiente dato de máquina:

MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de velocidad de giro para el control anticipativo)

Factor para el control anticipativo de la velocidad de giro (MD32610)

A la consigna de velocidad adicional se le puede aplicar un factor de ponderación:

MD32610 \$MA_VELO_FFW_WEIGHT

Rango de valores: 0 ... 1

"0" significa: sin control anticipativo. El valor predeterminado para el factor es 1 ($\hat{=}$ 100 %).

Es aconsejable ajustar el factor al 100 %, ya que es el ajuste ideal para un lazo de regulación ajustado de forma óptima para el eje/cabezal y una constante de tiempo equivalente determinada con precisión para el lazo de regulación de velocidad de giro.

Ajuste preciso

Mediante modificaciones mínimas (ajuste preciso) de la constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de la velocidad de giro (MD32810) se puede optimizar el control anticipativo de la velocidad de giro para el eje/cabezal correspondiente.

El ajuste fino (constante de tiempo equivalente, momento de inercia) también puede determinarse automáticamente mediante AST (AutoServoTuning). Del mismo modo, la compensación entre ejes interpolantes ("adaptación dinámica") también se realiza mediante AST.

A modo de comprobación se puede desplazar el eje/cabezal a velocidad constante y comprobar el "error de regulación" en la indicación de servicio "Eje/Cabezal".

Para poder determinarlo correctamente en la indicación de servicio, lo mejor es seleccionar una aceleración reducida y un avance elevado. De ese modo se obtienen fases de aceleración muy largas, en las que se puede ver bien el error de regulación.

Ejemplo:

MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL = 0,1 ; aceleración de eje máxima = 0,1 m/s²
 MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO = 20000,0 ; velocidad de eje máxima
 = 20000,0 mm/min

```
; programa de pieza para el ajuste de la constante de tiempo equivalente
G1 F20000
FFWON
LOOP:
X1000
X0
GOTOB LOOP
M30
```

Más información

Para obtener información detallada sobre el ajuste de la constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de la velocidad de rotación (MD32810) ver:

- Manual de funciones Axes and spindles; Velocities, setpoint / actual value systems, closedloop control (G2); Optimization of the control

8.6.3 Control anticipativo de par

Función

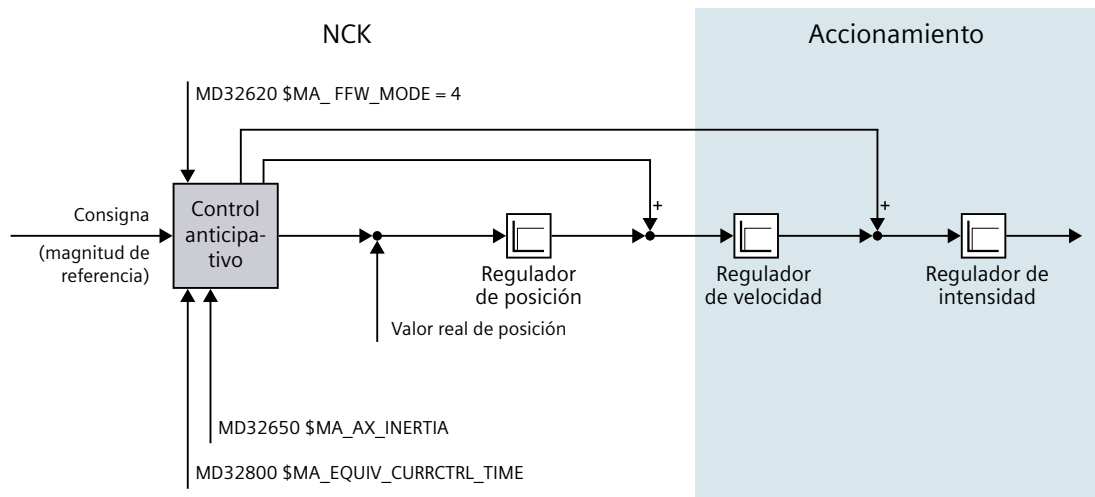
En el control anticipativo de par se aplica una consigna de corriente adicional proporcional al par directamente en la entrada del regulador de intensidad. Este valor se forma con ayuda de la aceleración y del momento de inercia.

Aplicación

El control anticipativo de par es necesario para alcanzar precisiones de contorno elevadas con las máximas exigencias dinámicas. De ese modo, con el ajuste correcto también es posible compensar el error de seguimiento casi por completo incluso en procesos de aceleración.

Puesta en marcha

Para el control anticipativo de par hay que configurar los siguientes parámetros específicos de eje en la puesta en marcha:



Constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de intensidad (MD32800)

Para ajustar correctamente el control anticipativo de par es preciso determinar con exactitud la constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de corriente (gráficamente a partir de una respuesta a un escalón del lazo de regulación de intensidad) e introducirla en el siguiente dato de máquina:

8.6 Control anticipativo dinámico (compensación de error de seguimiento)

MD32800 \$MA_EQUIV_CURRCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de intensidad para el control anticipativo)

Momento de inercia total del eje (MD32650)

El control anticipativo de par ya ofrece ventajas en comparación con el control anticipativo de velocidad de giro aunque no se conozca con precisión el momento de inercia. Para ejes dependientes de carga se recomienda medir el eje vacío y utilizar la inercia total determinada aquí. Para el ajuste preciso de AX_INERTIA:

MD32650 \$MA_AX_INERTIA (inercia para el control anticipativo de par)

Ajuste preciso

Mediante modificaciones mínimas (ajuste de precisión) de los valores de MD32800 y MD32650 se puede optimizar el control anticipativo de par para el eje/cabezal correspondiente. El ajuste fino (constante de tiempo equivalente, momento de inercia) se puede determinar automáticamente mediante AST (AutoServoTuning). Del mismo modo, la compensación entre ejes interpolantes ("adaptación dinámica") también se realiza mediante AST.

Como comprobación conviene registrar el error de regulación de posición con la función de seguimiento. Además de observar que la marcha sea constante, hay que observar el error de seguimiento, especialmente en procesos de aceleración del eje/cabezal.

Nota

Debido a que los lapsos de tiempo son muy rápidos en los procesos de aceleración, en la puesta en marcha del control anticipativo de par no se puede utilizar la vista de servicio para comprobar el ajuste de precisión.

Más información

Para obtener información detallada sobre el ajuste de la constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de intensidad (MD32810) ver:

- Manual de funciones Axes and Spindles; Velocities, setpoint / actual value systems, closedloop control, Optimization of the control

8.6.4 Adaptación de la dinámica

Función

En ejes con interpolación mutua con comportamiento temporal diferente de los lazos de regulación axiales la adaptación de la dinámica permite conseguir el mismo comportamiento temporal para obtener una precisión de contorno óptima sin pérdida en la calidad de regulación.

Puesta en marcha

Constante de tiempo de la adaptación de la dinámica (MD32910)

Como constante de tiempo de la adaptación de la dinámica debe introducirse la diferencia entre las constantes de tiempo equivalente del lazo de regulación de velocidad de giro o de intensidad "más lento" para cada eje en el dato de máquina siguiente:

MD32910 \$MA_DYN_MATCH_TIME (constante de tiempo de la adaptación de la dinámica)

Ejemplo:

Constantes de tiempo equivalentes del lazo de regulación de la velocidad de giro (MD32810) con control anticipativo de la velocidad de giro activado para los ejes 1, 2 y 3:

- Eje 1: 2 ms
- Eje 2: 4 ms (es el eje más lento dinámicamente)
- Eje 3: 1 ms

Con ello se obtienen los siguientes valores para la constante de tiempo de la adaptación de la dinámica (MD32910):

- Eje 1: 2 ms
- Eje 2: 0 ms
- Eje 3: 3 ms

Activación (MD32900)

La adaptación de la dinámica solo es efectiva si el siguiente dato de máquina está activado:

MD32900 \$MA_DYN_MATCH_ENABLE = 1

Otros filtros

Para la adaptación de la dinámica se pueden aplicar otros filtros adicionales:

- MD32890 \$MA_DESVAL_DELAY_ENABLE (filtro de fase de consigna axial)
- MD32895 \$MA_DESVAL_DELAY_TIME (constante de tiempo para el filtro de fase de consigna axial)

Más información

Manual de funciones Axes and Spindles; Velocities, setpoint / actual value systems, closedloop control, Optimization of the control

8.6.5 Control anticipativo en ejes de comando y PLC

Función

En ejes de comando y PLC debe impedirse que el control anticipativo se active/desactive a velocidades elevadas aplicando lo siguiente:

8.6 Control anticipativo dinámico (compensación de error de seguimiento)

MD32630 \$MA_FFW_ACTIVATION_MODE = 2

Con este ajuste la instrucción `FFWON/FFWOF` solo es efectiva por debajo de la velocidad de parada configurada para ese eje (MD36060 \$MA_STANDSTILL_VELO_TOL).

Si la instrucción de conmutación coincide con un movimiento de eje, la conmutación solicitada no se ejecuta hasta la siguiente parada del eje. De ese modo se evita una formación y desaparición repentinas del error de seguimiento.

Nota

Un ajuste demasiado elevado de la velocidad de parada puede provocar la conmutación del control anticipativo durante el movimiento. Dependiendo del error de seguimiento existente, las vigilancias pueden reaccionar.

Puesta en marcha

Para comprobar el control anticipativo en ejes de comando y PLC se recomienda proceder del siguiente modo:

1. Comprobar la velocidad de parada en MD36060.
2. Comprobar el error de seguimiento existente para el eje en parada.
3. Ajustar y activar la condición de conmutación:
MD32630 = 2
4. Desplazar el eje en el programa de pieza con la instrucción `POSA`.
5. Ejecutar `FFWON` durante el movimiento del eje.
6. El factor K_v y el error de seguimiento mostrados en la vista de servicio "Eje/Cabezal" no pueden saltar.
7. El factor K_v no aumenta y el error de seguimiento no se reduce hasta que se produce un movimiento de desplazamiento después de la parada. El control anticipativo se activa a partir de la parada.

Lo mismo que rige para la activación del control anticipativo se aplica también a la desactivación:

1. Desplazar el eje en el programa de pieza con la instrucción `POSA`.
2. Ejecutar `FFWOF` durante el movimiento del eje.
3. El factor K_v y el error de seguimiento mostrados en la vista de servicio "Eje/Cabezal" no pueden saltar.
4. El factor K_v no se reduce y el error de seguimiento no aumenta hasta que se produce un movimiento de desplazamiento después de la parada. El control anticipativo se desactiva a partir de la parada.

Ejemplo

En el siguiente ejemplo de programa el eje A se desplaza con asincronía respecto a la trayectoria. Durante el movimiento de desplazamiento se intenta activar el control anticipativo en el canal. Al contrario que con los ejes geométricos X, Y y Z, con el eje A el control anticipativo no es efectivo inmediatamente. En este caso la parada se espera después de la secuencia N60. En la secuencia N70 el eje A se desplaza con control anticipativo.

Código de programa

```
N10 FFWOF
N20 POSA[A]=1000 FA[A]=10000
N30 G4 F1
N40 FFWON
N50 G0 X10 Y10 Z10
N60 WAITP(A)
N70 POSA[A]=1500 FA[A]=10000
N80 WAITP(A)
M30
```

8.6.6 Condiciones

Ejes con interpolación mutua

También en el caso de los ejes con interpolación mutua deben ajustarse parámetros de control anticipativo óptimos **para cada eje**, por lo que también los ejes con interpolación mutua pueden tener parámetros distintos para el control anticipativo.

Comprobación de la vigilancia del contorno

Dado que ambas constantes de tiempo equivalente:

- MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de velocidad de giro para el control anticipativo)

y

- MD32800 \$MA_EQUIV_CURRCTRL_TIME (constante de tiempo equivalente del lazo de regulación de intensidad para el control anticipativo)

también afectan a la vigilancia del contorno, esta debe comprobarse a continuación.

Más información

Vigilancias de ejes (Página 153)

Influencia en el factor K_v

Con un control anticipativo ajustado correctamente, el proceso regulado recibe para el comportamiento de la magnitud de referencia la dinámica del lazo regulador de la velocidad de giro para el control anticipativo de velocidad de giro, y la dinámica del lazo regulador de intensidad para el control anticipativo de par, de modo que el factor K_v especificado en MD32200 \$MA_POS_CTRLGAIN no afecta en modo alguno al comportamiento de referencia (p. ej., errores de esquina, rebases transitorios, errores de círculo/radio).

El control anticipativo, a su vez, no afecta al comportamiento en caso de perturbación (sincronismo). En este caso el factor K_v efectivo es el indicado en MD32200.

Vista de servicio "Factor K_v "

Con el control anticipativo activado el factor K_v indicado en la vista de servicio "Eje/Cabecal" (equivalente al factor K_v efectivo para el comportamiento de referencia) es muy elevado.

8.7 Vista general de la compensación de fricción

Además de la inercia de masa y de las fuerzas de mecanizado, también las fuerzas de fricción presentes en los reductores y en las trayectorias de referencia de la máquina afectan al comportamiento dinámico del eje de máquina. La transición de la fricción estática a la fricción dinámica afecta negativamente, en especial al acelerar un eje de máquina desde parada. El cambio brusco de la fuerza de fricción provoca un error de seguimiento mayor de corta duración. En ejes con interpolación esto provoca errores de contorno significativos. En el caso de los círculos, debido a la parada de uno de los ejes implicados en el momento de la inversión de sentido, estos errores se producen especialmente en las transiciones entre cuadrantes.

Para mejorar la precisión de contorno en estos puntos, a la compensación de fricción (tras la inversión del sentido del eje de máquina al acelerar) se le aplica un impulso de consigna adicional (impulso de aplicación de velocidad o de par).

Variantes de función

Para la compensación de fricción se dispone de las siguientes variantes de función:

- Compensación de fricción con valor de compensación constante (Página 304)
Independientemente de la aceleración del eje de máquina, siempre se aplica el mismo impulso a la consigna de velocidad.
Lo que sí se puede ajustar son la amplitud y el tiempo de desaparición del impulso de aplicación de velocidad.
- Compensación de fricción con curva adaptativa (Página 312)
En función de la aceleración del eje de máquina, el impulso de aplicación de velocidad se determina a partir de la curva característica parametrizable.
Pueden ajustarse tres valores de aceleración diferentes, así como la amplitud mínima y máxima y el tiempo de desaparición del impulso de aplicación de velocidad.
- Compensación de fricción con curvas adaptativas (Página 315) (Opción sujeta a licencia: 6FC5800-0AS06-0YB0)
En función de la aceleración del eje de máquina, el impulso de aplicación de velocidad se determina a partir de hasta tres curvas características parametrizables.
Pueden ajustarse hasta nueve valores de aceleración diferentes. Para cada valor de aceleración pueden especificarse factores de ponderación para amplitud, tiempo de actuación y tiempo de desaparición del impulso de aplicación de velocidad.
Si el impulso de aplicación de velocidad no es suficiente para alcanzar el resultado deseado, se puede parametrizar un impulso de aplicación de par adicional.

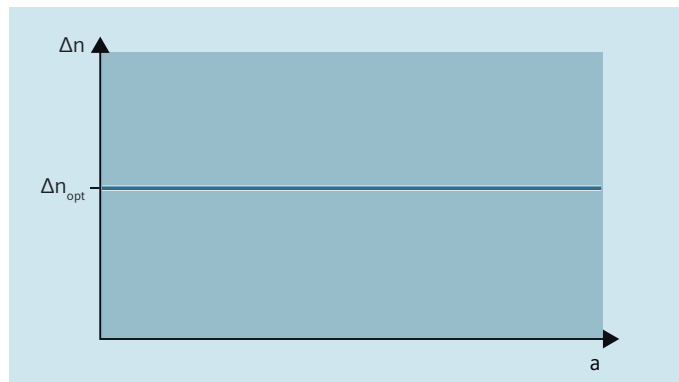
8.8 Compensación de fricción con valor de compensación constante

8.8.1 Descripción del funcionamiento

La compensación de fricción descrita a continuación con valor de compensación constante está pensada para aplicaciones con las siguientes condiciones:

- El impulso de aplicación de velocidad necesario para la compensación de fricción es **independiente** de la aceleración.
- Para el modelado del impulso de aplicación de velocidad son suficientes una amplitud y un tiempo de desaparición **independientes** de la aceleración.
- Para la compensación de fricción en el punto de inversión positivo y negativo es suficiente el mismo impulso de aplicación de velocidad.
- La exigencia en cuanto a precisión de contorno en los puntos de inversión es más bien reducida.

La siguiente figura muestra un ejemplo de curva característica ajustable con esta función:



Δn_{opt} Amplitud del impulso de aplicación de velocidad
 a Aceleración en transición entre cuadrantes

8.8.2 Puesta en marcha

Para determinar el valor de compensación específico de eje Δn_{opt} debe determinarse con el Test de circularidad (Página 307) la amplitud óptima en cada caso con diferentes aceleraciones para el impulso de aplicación de velocidad $\Delta n_{opt,a}$. Las distintas aceleraciones deben cubrir todo el rango dinámico del eje de la máquina.

Cálculo de la aceleración en la transición entre cuadrantes

En un contorneado circular, la aceleración a de un eje de máquina en la inversión de sentido se calcula en la transición entre cuadrantes a partir del radio r y de la velocidad de contorneado v :

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Nota

Con la corrección de avance se puede variar la velocidad de contorneado v y, con ello, la aceleración específica del eje a de un modo sencillo.

Valoración de los pares de valores determinados (a , $\Delta n_{opt,a}$)

Para determinar el valor de compensación Δn_{opt} se recomienda reflejar gráficamente los pares de valores de aceleración a y amplitud óptima del impulso de aplicación de velocidad $\Delta n_{opt,a}$ calculados en el test de circularidad:

$$\Delta n_{opt,a} = f(a)$$

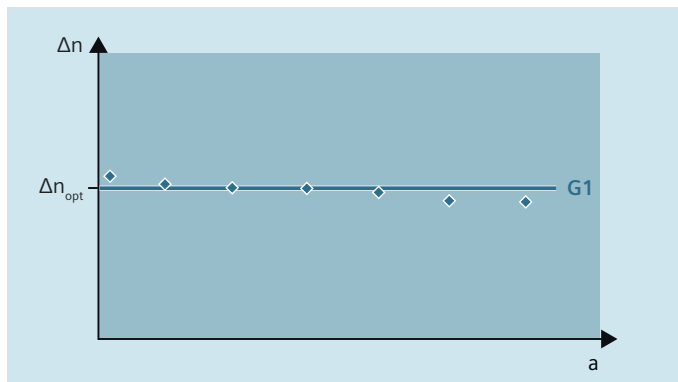


Figura 8-18 Cálculo de curva específica de eje

La amplitud óptima del impulso de aplicación de velocidad Δn_{opt} se obtiene trazando la recta G1.

Datos de máquina específicos de eje

Activación de la compensación de fricción

La compensación de fricción se activa con:

- MD32500 \$MA_FRICT_COMP_ENABLE[<eje>] = **TRUE (1)**

Activación de la compensación de fricción con valor de compensación constante

La compensación de fricción con valor de compensación constante se activa con:

- MD32490 \$MA_FRICT_COMP_MODE[<eje>] = **1**
- MD32510 \$MA_FRICT_COMP_ADAPT_ENABLE[<eje>] = **FALSE (0)**

Impulso de aplicación de velocidad: Amplitud

La amplitud del impulso de consigna de velocidad se ajusta del siguiente modo:

MD32520 \$MA_FRICT_COMP_CONST_MAX[<eje>] = <amplitud>

Impulso de aplicación de velocidad: Tiempo de desaparición

El tiempo de desaparición del impulso de aplicación de velocidad se ajusta del siguiente modo:

MD32540 \$MA_FRICT_COMP_TIME[<eje>] = <constante de tiempo>

8.8.2.1 Test de circularidad

Puesta en marcha mediante test de circularidad

La forma más sencilla de poner en marcha la compensación de fricción es con el test de circularidad integrado en la interfaz de usuario. Para ello se registra el contorno circular generado en la máquina durante el recorrido de una circunferencia a partir de los valores de posición real de los ejes de máquina implicados. Las divergencias respecto al contorno circular ideal programado, en especial en las transiciones entre cuadrantes, se representan gráficamente.

En la interfaz de usuario SINUMERIK Operate el test de circularidad se encuentra en:

"Cambio de campo de manejo" > "Puesta en marcha" > "Optimización/test" > "Test circularidad"

Procedimiento

El proceso de puesta en marcha de la compensación de fricción para un eje de máquina se divide en los siguientes pasos:

1. Ajuste de la aceleración a_1 a través de la velocidad de contorneado v_n y el radio r
2. Realización del test de circularidad **sin** compensación de fricción
3. Realización del test de circularidad **con** compensación de fricción con valores iniciales bajos para amplitud y tiempo de desaparición
4. Optimización del test de circularidad **con** compensación de fricción modificando gradualmente los valores de los parámetros
5. Registro gráfico de los valores de parámetro optimizados.
Ejemplo: amplitud = $f(a_n)$
6. Ajuste de la siguiente aceleración a_n y continuación en el punto 2.

Realización del test de circularidad sin compensación de fricción

Para determinar la calidad de salida del contorno circular en las transiciones entre cuadrantes debe realizarse el test de circularidad sin compensación de fricción. Para ello hay que desactivar la compensación de fricción temporalmente:

MD32500 FRICT_COMP_ENABLE[<eje>] = 0

La siguiente figura muestra el aspecto típico de transiciones entre cuadrantes sin compensación de fricción:

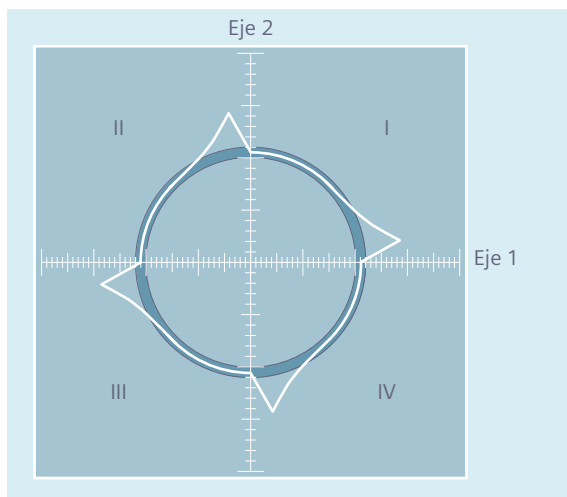


Figura 8-19 Transiciones entre cuadrantes sin compensación de fricción

A continuación hay que volver a activar la compensación de fricción:

MD32500 FRICT_COMP_ENABLE[<eje>] = 1

Ejecución del test de circularidad con compensación de fricción

Como valores iniciales para el impulso de aplicación de velocidad se recomienda ajustar un valor de amplitud reducido y un tiempo de desaparición de pocos ciclos de regulador de posición, p. ej.:

- MD32520 \$MA_FRICT_COMP_CONST_MAX[<eje>] = 10 [mm/min]
- MD32540 \$FRICT_COMP_TIME[<eje>] = 0,008 [s]

Con el test de circularidad realizado con estos valores se puede obtener una primera estimación de la compensación de fricción.

Amplitud insuficiente

En el test de circularidad, un valor de amplitud insuficiente (MD32520) se reconoce por el hecho de que las diferencias de contorno en las transiciones entre cuadrantes no están suficientemente compensadas.

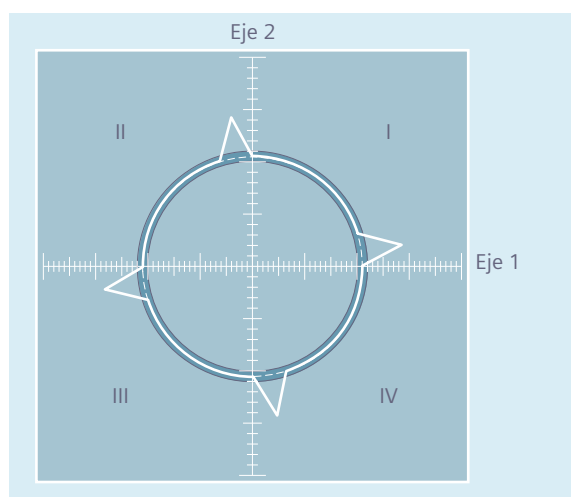


Figura 8-20 Amplitud insuficiente

Amplitud excesiva

En el test de circularidad, un valor de amplitud excesivo (MD32520) se reconoce por el hecho de que las diferencias de contorno en las transiciones entre cuadrantes están sobrecompensadas.

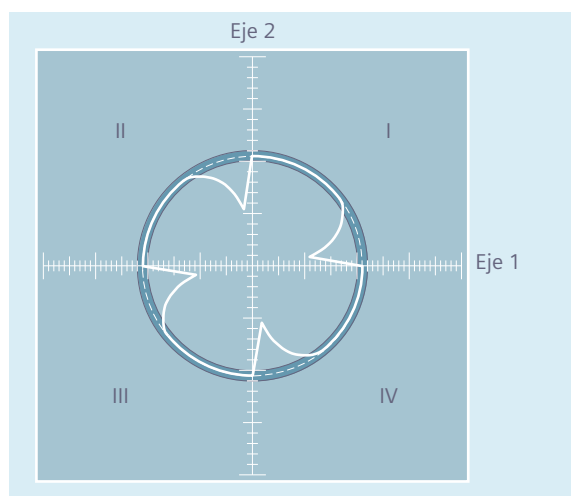


Figura 8-21 Amplitud excesiva

Tiempo de desaparición insuficiente

En el test de circularidad, un tiempo de desaparición insuficiente (MD32540) se reconoce por el hecho de que las diferencias de contorno en las transiciones entre cuadrantes se compensan brevemente, pero inmediatamente después vuelven a aumentar.

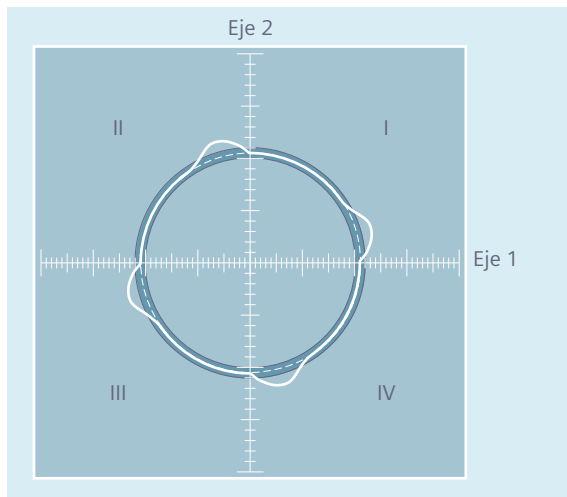


Figura 8-22 Tiempo de desaparición insuficiente

Tiempo de desaparición excesivo

En el test de circularidad, un tiempo de desaparición excesivo (MD32540) se reconoce por el hecho de que las diferencias de contorno en las transiciones entre cuadrantes se compensan en un primer momento, siempre que ya se haya ajustado el valor de amplitud óptimo. Sin embargo, con un tiempo de desaparición excesivo la compensación tiene un efecto posterior y provoca una sobrecompensación en el contorno circular posterior.

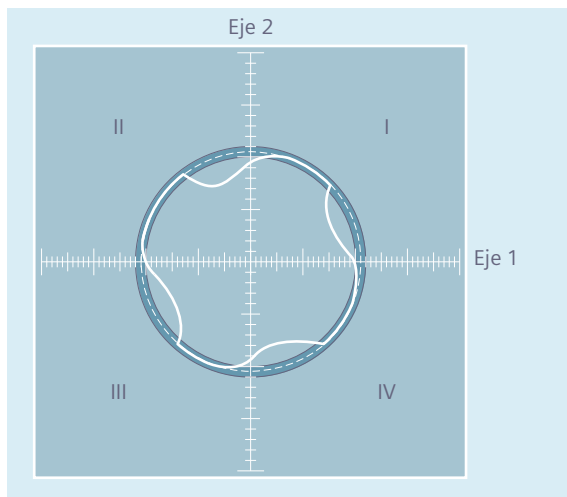


Figura 8-23 Tiempo de desaparición excesivo

Compensación de fricción ajustada correctamente

Con una compensación de fricción bien ajustada no puede observarse "ningún" error de contorno en las transiciones entre cuadrantes.

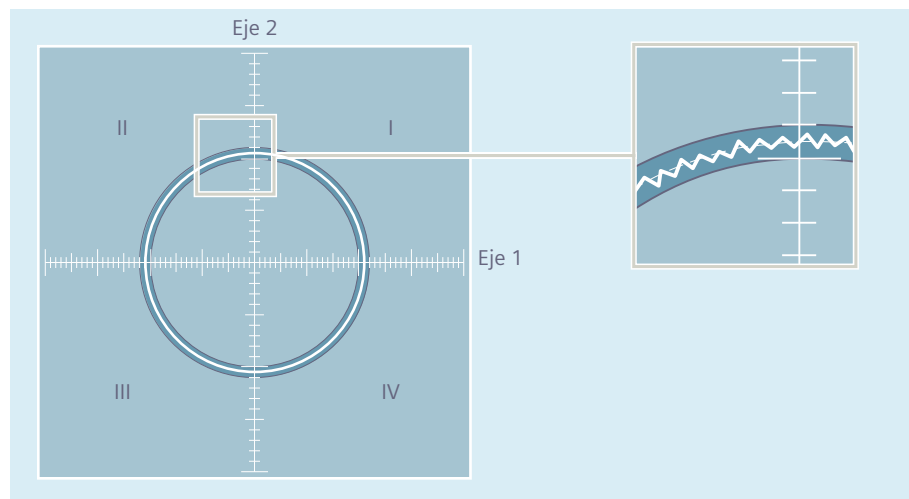


Figura 8-24 Compensación de fricción ajustada correctamente

Consulte también

Compensación de fricción con curva adaptativa (Página 312)

8.8.3 Condiciones

Reacción de compensaciones referidas a consigna

Las siguientes compensaciones referidas a consigna afectan a la consigna de posición, por lo que hay que desactivarlas para los ejes para los que se realiza un test de circularidad:

- Compensación de flexión y de angularidad (CEC)
MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] = 0
- Compensación de error de paso de cabezal dependiente de la dirección (SSFK):
MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] = 0
- Compensación de temperatura:
MD32750 \$MA_TEMP_COMP_TYPE[<eje>] = 0

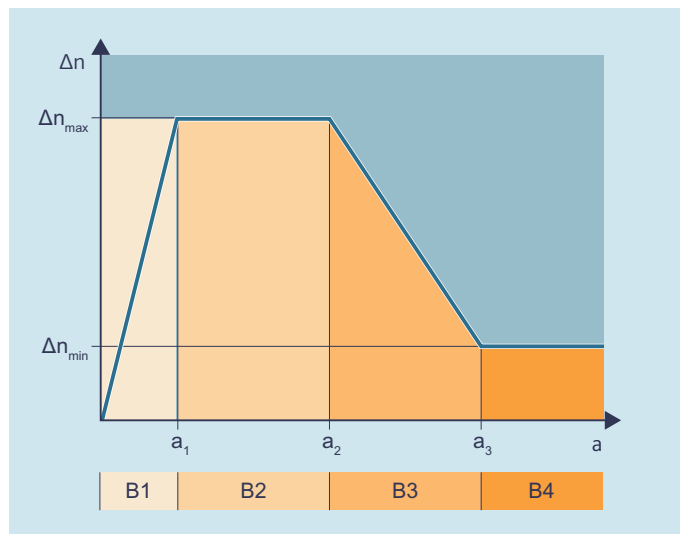
8.9 Compensación de fricción con curva adaptativa

8.9.1 Descripción del funcionamiento

La compensación de fricción con curva adaptativa está pensada para aplicaciones con los siguientes requisitos:

- El impulso de aplicación de velocidad necesario para la compensación de fricción es independiente de la aceleración.
- Son suficientes el modelado de la curva a través de tres puntos de interpolación diferentes y una amplitud mínima y máxima del impulso de aplicación de velocidad.
- Para el modelado del impulso de aplicación de velocidad son suficientes una amplitud **dependiente** y un tiempo de desaparición **independiente** de la aceleración.
- Para la compensación de fricción en el punto de inversión positivo y negativo es suficiente el mismo impulso de aplicación de velocidad.
- Para aceleraciones altas se requiere un valor de compensación menor que para aceleraciones bajas.
- La exigencia en cuanto a precisión de contorno en los puntos de inversión es elevada.

La siguiente figura muestra un ejemplo de curva característica ajustable con esta función:



- Δn_{\max} Amplitud máxima del impulso de aplicación de velocidad
- Δn_{\min} Amplitud mínima del impulso de aplicación de velocidad
- a_1, a_2, a_3 Puntos de interpolación de aceleración 1, 2 y 3
- B1 ... B4 Rango de aceleración 1 ... 4

La amplitud del impulso de aplicación de velocidad Δn se calcula dentro del rango de aceleración correspondiente B1 a B4:

Rango	Aceleración a	Amplitud del impulso de aplicación de velocidad Δn
B1	$a < a_1$	$\Delta n = \Delta n_{\max} * \frac{a}{a_1}$
B2	$a_1 \leq a \leq a_2$	$\Delta n = \Delta n_{\max}$
B3	$a_2 < a < a_3$	$\Delta n = \Delta n_{\max} + \left[\frac{(\Delta n_{\min} - \Delta n_{\max})}{(a_3 - a_2)} \right] * (a - a_2)$
B4	$a \geq a_3$	$\Delta n = \Delta n_{\min}$

8.9.2 Puesta en marcha

Para obtener los parámetros de curva específicos de eje debe determinarse la amplitud óptima en cada caso con diferentes aceleraciones para el impulso de aplicación de velocidad Δn_{opt_a} con el Test de circularidad (Página 307). Las distintas aceleraciones deben cubrir todo el rango dinámico del eje de la máquina. Se debe procurar un número de mediciones suficientemente alto con aceleraciones bajas y radios elevados.

Cálculo de la aceleración en la transición entre cuadrantes

En un contorno circular, la aceleración a de un eje de máquina en la inversión de sentido se calcula en la transición entre cuadrantes a partir del radio r y de la velocidad de contorno v:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Nota

Con la corrección de avance se puede variar la velocidad de contorno v y, con ello, la aceleración específica del eje a de un modo sencillo.

Valoración de los pares de valores determinados (a, Δn_{opt_a})

Para determinar los puntos de interpolación de aceleración a_1 , a_2 y a_3 y la amplitud mínima y máxima del impulso de aplicación de velocidad Δn_{\min} y Δn_{\max} se recomienda reflejar gráficamente los pares de valores de aceleración a y amplitud óptima del impulso de aplicación de velocidad Δn_{opt_a} calculados en el test de circularidad:

$$\Delta n_{\text{opt}_a} = f(a)$$

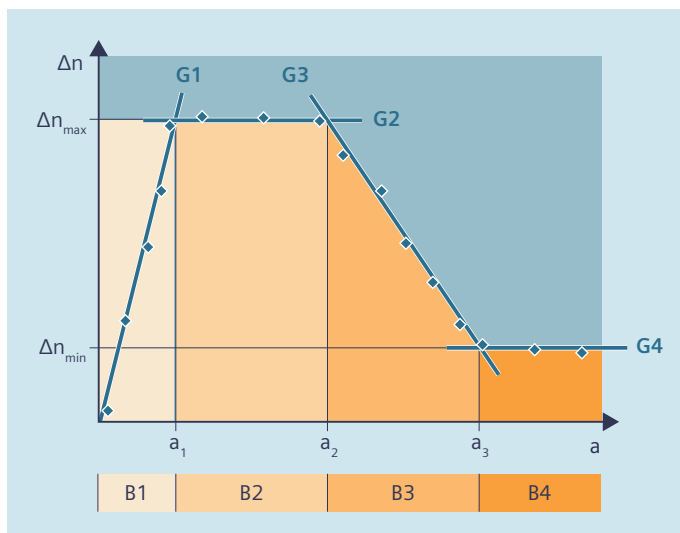


Figura 8-25 Cálculo de curva específica de eje

Los puntos de interpolación de aceleración a_1 , a_2 y a_3 y la amplitud mínima y máxima del impulso de aplicación de velocidad Δn_{\min} y Δn_{\max} se obtienen trazando las rectas G1 ... G4.

Datos de máquina específicos de eje

Activación de la compensación de fricción

La compensación de fricción se activa con:

MD32500 \$MA_FRICT_COMP_ENABLE[<eje>] = TRUE (1)

Activación de la compensación de fricción con curva adaptativa

La compensación de fricción con curva adaptativa se activa con:

- MD32490 \$MA_FRICT_COMP_MODE[<eje>] = 1
- MD32510 \$MA_FRICT_COMP_ADAPT_ENABLE[<eje>] = TRUE (1)

Parámetros de curva característica: Aceleración a_1 , a_2 y a_3

La aceleración específica de eje presente en las transiciones entre cuadrantes al cambiar de sentido en un contorneado circular se calculan a partir del radio r y la velocidad de contorneado v :

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Las aceleraciones a_1 , a_2 y a_3 deben introducirse en los datos de máquina en orden creciente monótono ($a_1 < a_2 < a_3$).

- MD32550 \$MA_FRICT_COMP_ACCEL1[<eje>] = < a_1 >
- MD32560 \$MA_FRICT_COMP_ACCEL2[<eje>] = < a_2 >
- MD32570 \$MA_FRICT_COMP_ACCEL3[<eje>] = < a_3 >

Parámetros de curva característica: Amplitud Δn_{\min} y Δn_{\max}

Las amplitudes máxima y mínima del impulso de aplicación de velocidad (Δn_{\max} , Δn_{\min}) deben introducirse en los siguientes datos de máquina:

- MD32520 \$MA_FRICT_COMP_CONST_MAX[<eje>] = < Δn_{\max} >
- MD32530 \$MA_FRICT_COMP_CONST_MIN[<eje>] = < Δn_{\min} >

Nota

Si no fuese posible obtener resultados satisfactorios con velocidades de contorneado muy bajas, puede ser necesario aumentar la precisión de cálculo:

- MD10200 \$MA_INT_INCR_PER_MM (precisión de cálculo para posiciones lineales)
- MD10210 \$MA_INT_INCR_PER_DEG (precisión de cálculo para posiciones angulares)

Impulso de aplicación de velocidad: Tiempo de desaparición

El tiempo de desaparición del impulso de aplicación de velocidad se ajusta del siguiente modo:

MD32540 \$MA_FRICT_COMP_TIME[<eje>] = <tiempo de desaparición>

8.9.3 Condiciones**Reacción de compensaciones referidas a consigna**

Las siguientes compensaciones referidas a consigna afectan a la consigna de posición, por lo que hay que desactivarlas para los ejes para los que se realiza un test de circularidad:

- Compensación de flexión y de angularidad (CEC)
MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] = 0
- Compensación de error de paso de cabezal dependiente de la dirección (SSFK):
MD32710 \$MA_CEC_ENABLE[<eje>] = 0
- Compensación de temperatura:
MD32750 \$MA_TEMP_COMP_TYPE[<eje>] = 0

8.10 Compensación de fricción con curvas adaptativas**8.10.1 Descripción del funcionamiento**

La compensación de fricción con curvas adaptativas tiene las siguientes características:

- Para la optimización rápida y sencilla la puesta en marcha se puede realizar de forma guiada desde la interfaz de usuario SINUMERIK Operate.
- En la puesta en marcha guiada los movimientos de prueba pueden generarse automáticamente a libre elección para uno o dos ejes.

8.10 Compensación de fricción con curvas adaptativas

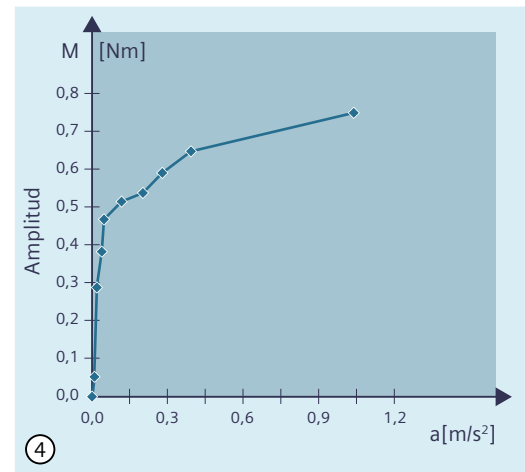
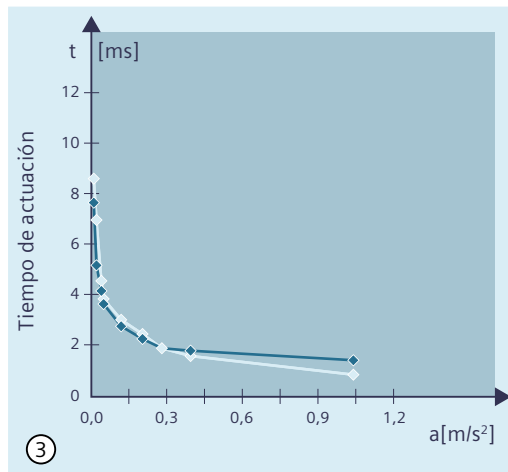
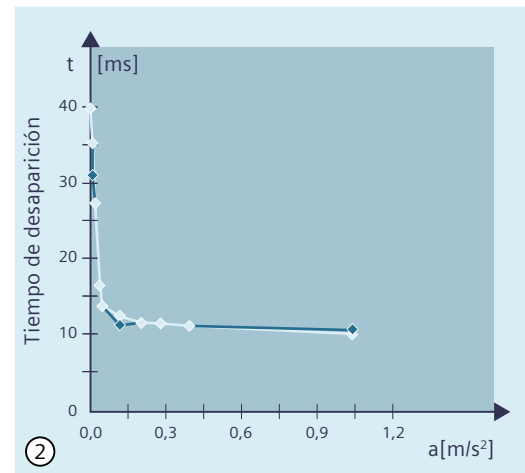
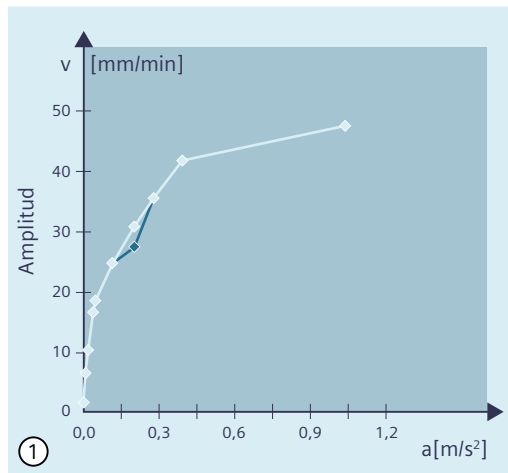
- Los valores de compensación pueden ajustarse por separado por cada eje, p. ej. para cada punto de inversión (con dependencia del sentido) en el caso de un eje con carga gravitatoria.
- Con referencia a la posición de consigna (modo de compensación (Página 317) = 3) se consiguen mejores resultados con una aplicación temprana del valor de compensación.
- Si el impulso de aplicación de velocidad no es suficiente para alcanzar el resultado deseado, p. ej. con accionamientos directos, se puede aplicar adicionalmente un impulso a la consigna de par.
- Pueden especificarse cuatro curvas de compensación con hasta nueve puntos de interpolación de aceleración.
- Parámetros ajustables para el impulso de aplicación de velocidad:
 - Tiempo de retardo
 - Amplitud ¹⁾
 - Tiempo de actuación ¹⁾
 - Tiempo de subida
 - Umbral de velocidad
 - Tiempo de desaparición ¹⁾
- Parámetros ajustables para el impulso de aplicación de par:
 - Amplitud ¹⁾
 - Umbral de velocidad
 - Tiempo de retardo
 - Tiempo de subida ¹⁾
- Una compensación simultánea activa de temperatura, de error de paso de cabezal y/o de flexión no afecta a la compensación de fricción.

¹⁾ Parámetros adaptables dependientes de la aceleración

Nota

En la mayoría de casos de aplicación es suficiente una compensación con impulso de aplicación de velocidad y curvas de compensación para la amplitud y el tiempo de desaparición. Solo si con ello no se consiguen resultados satisfactorios deben utilizarse otras posibilidades.

Ejemplos de curvas adaptadas



- ①②③ Impulso de aplicación de velocidad
 Azul claro: Punto de inversión inferior
 Azul oscuro: Punto de inversión superior
- ④ Impulso de aplicación de par

Los valores de compensación para aceleración entre los puntos de interpolación parametrizados se interpolan linealmente.

8.10.2 Puesta en marcha

8.10.2.1 Activación de la función

Activación de la compensación de fricción

La compensación de fricción se activa específicamente por eje con:

8.10 Compensación de fricción con curvas adaptativas

MD32500 \$MA_FRICT_COMP_ENABLE[<eje>] = TRUE

Activación de la compensación de fricción con curvas adaptativas

La compensación de fricción con curvas adaptativas puede desarrollarse en referencia a la posición de consigna o a la posición real del eje de máquina en función de su dinámica. La activación se realiza específicamente por eje con:

MD32490 \$MA_FRICT_COMP_MODE = <modo>

<Mode>	Descripción
3	Para ejes con dinámica alta y control anticipativo activado ¹⁾ El impulso de aplicación de velocidad o de par se aplica cuando la posición de consigna del eje de máquina ha alcanzado el punto de disparo.
4	Para ejes con dinámica reducida y control anticipativo desactivado ¹⁾ El impulso de aplicación de velocidad o de par se aplica cuando la posición real del eje de máquina ha alcanzado el punto de disparo.
¹⁾ Control anticipativo: MD32620 FFW_MODE (tipo de control anticipativo)	

Nota

Puesta en marcha

Se recomienda encarecidamente realizar la puesta en marcha de forma guiada a través de las funciones de puesta en marcha de la interfaz de usuario SINUMERIK Operate y no modificar los valores generados posteriormente en los datos de máquina.

8.10.2.2 Funciones de puesta en marcha de la interfaz de usuario SINUMERIK Operate

La puesta en marcha de la compensación de fricción con curvas adaptativas se realiza en la ventana "compensación de fricción":

Campo de manejo: "Puesta en marcha" > "CN" > "**Compensación de fricción**"

Nota

Pulsador de menú "Compensación de fricción"

El pulsador de menú "compensación de fricción" solo se muestra si la compensación de fricción con curvas adaptativas está activada (Página 317) como mínimo para un eje de máquina.

Se calculan los parámetros para los impulsos de aplicación de velocidad y de par y se guardan en datos de máquina de forma remanente. En circunstancias normales, la compensación de fricción mediante impulso de aplicación de velocidad es suficiente.

El cálculo de los parámetros de la curva para los impulsos de aplicación de velocidad se realiza de forma guiada desde la interfaz de usuario.

El cálculo de los parámetros de la curva para el impulso de aplicación de par solo es necesario en casos excepcionales y debe realizarse manualmente.

Nota

Cuadro de diálogo Compensación de fricción: selección de eje

En cuanto se abre el cuadro de diálogo "Compensación de fricción" ya no es posible cambiar para seleccionar un eje en un NCU diferente al seleccionado en ese momento.

Para anular el bloqueo que impide cambiar, primero hay que cerrar de nuevo el cuadro de diálogo "Compensación de fricción".

Información adicional: Manual de puesta en marcha Puesta en marcha de CNC

Función

Los parámetros de las curvas características se calculan a partir de un **test de circularidad** para hasta nueve aceleraciones (Página 320) diferentes. Para ello se desplazan uno o dos (se puede elegir) ejes de máquina de forma continua a lo largo de un programa que ejecuta un test de circularidad generado automáticamente por el control, y el resultado se muestra en un diagrama circular.

Los movimientos de desplazamiento del programa del test de circularidad (radio, velocidad de contorneado y sentido de giro) ya están preconfigurados por los datos de operador indicados a continuación. En caso necesario se pueden modificar a través de la lista de datos (ver el apartado "Otros parámetros").

Parámetro	Tipo de eje	Dato de operador
Radio	Eje lineal	SD55820 \$SCS_FRICT_OPT_RADIUS
	Eje giratorio	SD55821 \$SCS_FRICT_OPT_RADIUS_ROT
Velocidad de contorneado	Eje lineal	SD55822\$SCS_FRICT_OPT_FEED[0 ... 8]
	Eje giratorio	SD55823 \$SCS_FRICT_OPT_FEED_ROT[0 ... 8]
Sentido de giro ¹⁾	---	SD55828 \$SCS_FRICT_OPT_DIR_MINUS
¹⁾ Solo efectivo con test de circularidad con dos ejes		

Paso de medida

Después de iniciar el programa del test de circularidad, en cada uno de los (como máximo) nueve pasos de medición de una serie los ejes se desplazan a la velocidad de contorneado especificada en el dato de operador o con la aceleración correspondiente. Durante el programa se registran las diferencias de las posiciones reales respecto a la trayectoria ideal y se representan gráficamente en forma de trayectoria circular de consigna y real. El responsable de la puesta en marcha puede modificar los parámetros del impulso de aplicación de velocidad mientras el test de circularidad continúa ejecutándose sin interrumpirse. Los cambios resultantes se actualizan automáticamente en el gráfico de resultados.

Si el test de circularidad se realiza con un único eje, el resultado también se representa como un círculo. Para ello las diferencias de contorno del eje detectadas se muestran una vez en horizontal y una vez en vertical. Si el test de circularidad se realiza con dos ejes, ambos deben ser ejes geométricos del mismo canal.

8.10 Compensación de fricción con curvas adaptativas

Finalización

Una vez que la optimización de los parámetros de compensación se ha completado para toda la serie de medición, el control calcula los valores máximos, los puntos de interpolación de las curvas características y los factores de ponderación y los escribe en los siguientes datos de máquina:

Valor máximo	Dato de máquina
Amplitud	MD32571 \$MA_FRICT_VELO_STEP
Tiempo de desaparición	MD32574 \$MA_FRICT_V_PULSE_DECAY_TIME
Tiempo de actuación	MD32573 \$MA_FRICT_V_PULSE_CONST_TIME

Puntos de interpolación de curva	Dato de máquina
Aceleraciones de las curvas de compensación de fricción	MD32581 \$MA_FRICT_ADAPT_TABLE_ACCEL[0 ... 9]

Factores de ponderación	Dato de máquina
Amplitud arriba/abajo	MD32582 \$MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_PLUS[0 ... 9] MD32583 \$MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_MINUS[0 ... 9]
Tiempo de desaparición arriba/abajo	MD32586 \$MA_FRICT_ADAPT_V_DECAY_PLUS[0 ... 9] MD32587 \$MA_FRICT_ADAPT_V_DECAY_MINUS[0 ... 9]
Tiempo de actuación arriba/abajo	MD32584 \$MA_FRICT_ADAPT_V_CONST_PLUS[0 ... 9] MD32585 \$MA_FRICT_ADAPT_V_CONST_MINUS[0 ... 9]

Otros parámetros

Con el pulsador de menú vertical "Lista de datos" se visualizan otros datos de máquina y de operador para la parametrización de la compensación de fricción con curvas características adaptativas como, p. ej., los parámetros correspondientes al impulso de aplicación de par. El ajuste de estos parámetros se describe en los siguientes capítulos.

8.10.2.3 Parametrización de las aceleraciones en los puntos de interpolación de curvas

A partir de los datos de operador específicos de canal del test de circularidad (radio de la circunferencia y velocidades de desplazamiento) el control calcula los valores de aceleración de los puntos de interpolación de las curvas.

Datos de operador específicos del canal

Los datos de operador específicos de canal para el radio y las velocidades rigen para todos los ejes de máquina en los que está activa la compensación de fricción con curvas adaptativas y que son ejes del canal correspondiente. Ya tienen asignados valores típicos. Si es necesario se pueden adaptar específicamente a la máquina.

Radio del círculo

En el programa del test de circularidad generado automáticamente se traza un círculo con el radio parametrizado:

- Ejes lineales
SD55820 \$SCS_FRICT_OPT_RADIUS = <radio>
- Ejes giratorios
SD55821 \$SCS_FRICT_OPT_RADIUS_ROT = <radio>

Velocidades de desplazamiento

En el test de circularidad los ejes de máquina se desplazan en cada uno de los (como máximo) nueve pasos de medición a la velocidad parametrizada correspondiente:

- Ejes lineales
SD55822 \$SCS_FRICT_OPT_FEED[0 ... 8] = <velocidad 1 ... 9>
- Ejes giratorios
SD55823 \$SCS_FRICT_OPT_FEED_ROT[0 ... 8] = <velocidad 1 ... 9>

Nota

Si se requieren menos de nueve puntos de interpolación de curva (1 ... n) debe registrarse la velocidad cero en los elementos de matriz correspondientes para todos los puntos de interpolación de curva no necesarios ((n+1) ... 9).

Cuando en un elemento de matriz la velocidad es cero, ninguno de los elementos de matriz siguiente puede tener una velocidad diferente a cero.

Sentido de giro

En el test de circularidad con dos ejes, el sentido de giro del círculo se predetermina en:

SD55828 \$SCS_FRICT_OPT_DIR_MINUS = <sentido de giro>

Datos de máquina específicos de eje

La aceleración a en el punto de interpolación de la curva característica n la calcula el control a partir de los datos de operador correspondientes al radio r y a la velocidad de contorno v_{n-1} , del modo siguiente:

$$a_n = \frac{v_{n-1}^2}{r}$$

$$\text{MD32581 } \$\text{MA_FRICT_ADAPT_TABLE_ACCEL}[n] = \frac{(\text{SD55822 } \$\text{SCS_FRICT_OPT_FEED}[n-1])^2}{\text{SD55820 } \$\text{SCS_FRICT_OPT_RADIUS}}$$

con $n = 1, 2, 3, \dots, 9$

Para la aceleración a en el punto de interpolación de la curva característica $n = 0$ siempre se especifica el valor cero:

MD32581 \$MA_FRICT_ADAPT_TABLE_ACCEL[0] = 0

8.10.2.4 Impulso de aplicación de velocidad

Todo el proceso de cálculo de los parámetros de las curvas características para los impulsos de aplicación de velocidad y de los datos de máquina correspondientes se realiza con el soporte de la interfaz de usuario (Página 318). Por ello se recomienda **no** calcular los parámetros de las curvas características ni escribir los datos de máquina manualmente

Datos de máquina específicos de eje

Impulso de aplicación de velocidad

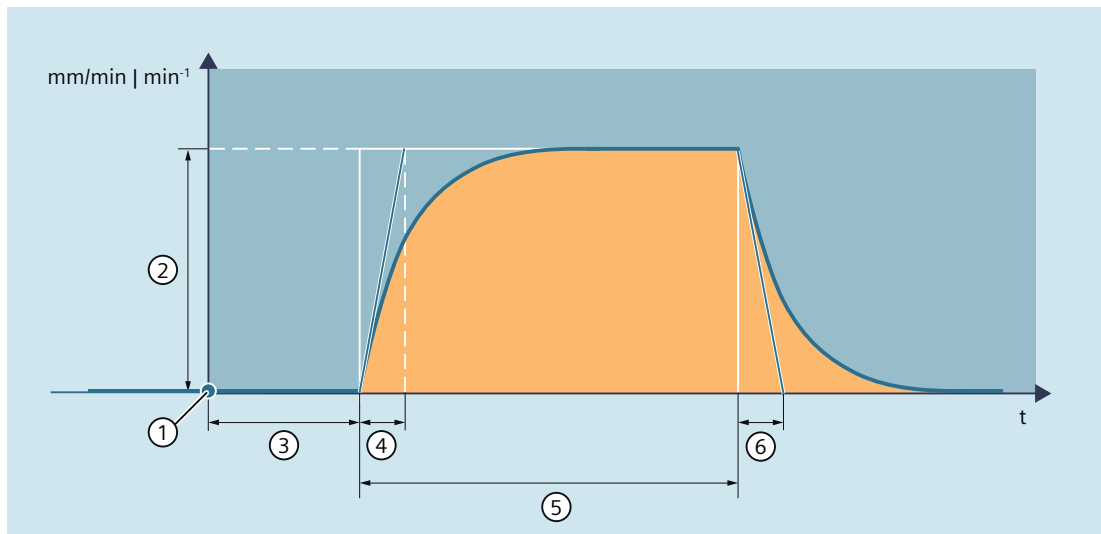


Figura 8-26 Forma básica del impulso

Los números indicados en las tablas siguientes (①, ②, ...) se refieren a la figura anterior.

Parámetros independientes de la aceleración

N.º	Dato de máquina	Descripción
①	-	Momento de disparo o aceleración del eje desde parada
③	MD32572 \$MA_FRICT_V_PULSE_DELAY_TIME	Tiempo de retardo
④	MD32575 \$MA_FRICT_V_PULSE_SMOOTH_TIME	Constante de tiempo T del tiempo de subida, tras 5 * T ⇒ valor de salida ≈ valor de entrada

Valores máximos de los parámetros adaptables en función de la aceleración

N.º	Dato de máquina	Descripción
②	MD32571 \$MA_FRICT_VELO_STEP	Amplitud
⑤	MD32573 \$MA_FRICT_V_PULSE_CONST_TIME	Tiempo de actuación
⑥	MD32574 \$MA_FRICT_V_PULSE_DECAY_TIME	Tiempo de desaparición

Factores de ponderación para la adaptación de los valores máximos dependientes de la aceleración

Tabla 8-1 Punto de inversión inferior

Dato de máquina	Descripción
MD32582 \$MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_PLUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para la amplitud
MD32584 \$MA_FRICT_ADAPT_V_CONST_PLUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para el tiempo de actuación
MD32586 \$MA_FRICT_ADAPT_V_DECAY_PLUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para el tiempo de desaparición

Tabla 8-2 Punto de inversión superior

Dato de máquina	Descripción
MD32583 \$MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_MINUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para la amplitud
MD32585 \$MA_FRICT_ADAPT_V_CONST_MINUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para el tiempo de actuación
MD32587 \$MA_FRICT_ADAPT_V_DECAY_MINUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para el tiempo de desaparición

Cálculo de los parámetros de curva característica

El responsable de la puesta en marcha debe determinar los valores óptimos de amplitud, tiempo de actuación y tiempo de desaparición óptimos para el impulso de aplicación de velocidad para diferentes aceleraciones durante el test de circularidad (Página 318). Al finalizar el test de circularidad el control calcula a partir de ellos los parámetros de las curvas características (valores máximos, puntos de interpolación y factores de ponderación) y los escribe en los datos de máquina correspondientes.

8.10 Compensación de fricción con curvas adaptativas

Ejemplo: Curvas características de amplitud para el punto de inversión inferior

- Valor máximo

$$\text{MD32571 } \$\text{MA_FRICT_VELO_STEP} = \max \{ \text{Amplitud 1, Amplitud 2, ..., Amplitud 9} \}$$

- Factores de ponderación

$$\text{MD32582 } \$\text{MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_PLUS}[n] = \frac{\text{Amplitud}[n]}{\text{MD32571 } \$\text{MA_FRICT_VELO_STEP}}$$

- Puntos de interpolación efectivos

Los puntos de interpolación efectivos de la curva característica de amplitud son aquellos para los que rige lo siguiente:

- MD32581 \$MA_FRICT_ADAPT_TABLE_ACCEL[<punto de interpolación>] ≠ 0 (aceleración)
- MD32582 \$MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_PLUS[<punto de interpolación>] ≠ 0 (factor de ponderación)

La amplitud del impulso de aplicación de velocidad de un punto de interpolación efectivo se calcula así:

$$\begin{aligned} \text{Amplitud}[n] &= \text{Valor máximo} * \text{Factor de ponderación}[n] \\ &= \text{MD32571 } \$\text{MA_FRICT_VELO_STEP} * \text{MD32582 } \$\text{MA_FRICT_ADAPT_V_STEP_PLUS}[n] \end{aligned}$$

Nota

Decalaje vertical de una curva característica

La forma más sencilla de aplicar un decaje vertical posterior a una curva característica consiste en cambiar el valor máximo correspondiente en el dato de máquina.

8.10.2.5 Impulso de aplicación de par

Para el cálculo de los parámetros de las curvas características para los impulsos de aplicación de par y de los datos de máquina correspondientes no hay un asistente en la interfaz de usuario. Por ello es necesario calcular los parámetros de las curvas características y escribir los datos de máquina manualmente

Datos de máquina específicos de eje

Impulso de aplicación de par

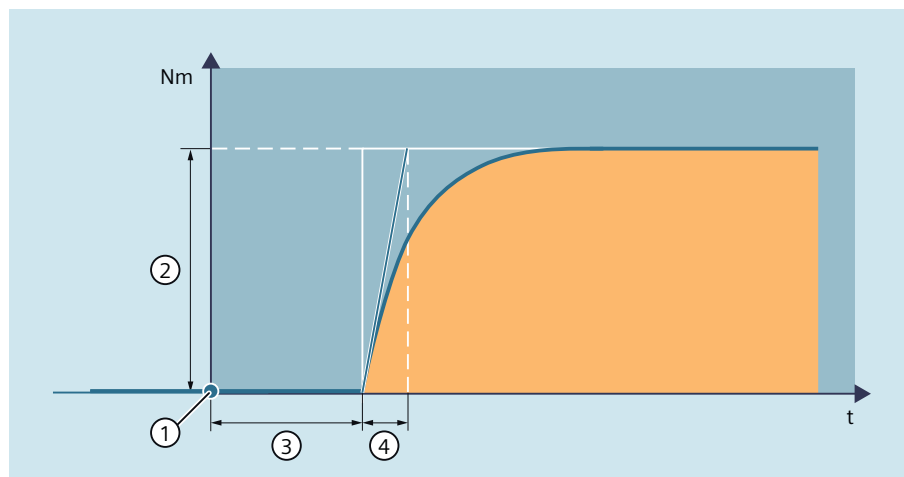


Figura 8-27 Forma básica del impulso

Los números indicados en las tablas siguientes (①, ②, ...) se refieren a la figura anterior.

Parámetros independientes de la aceleración

N.º	Dato de máquina	Descripción
①	-	Momento de disparo o aceleración del eje desde parada
③	MD32577 \$MA_FRICT_T_PULSE_DELAY_TIME	Tiempo de retardo

Valores máximos de los parámetros adaptables en función de la aceleración

N.º	Dato de máquina	Descripción
②	MD32576 \$MA_FRICT_TORQUE_STEP	Amplitud
④	MD32578 \$MA_FRICT_T_PULSE_SMOOTH_TIME	Tiempo de subida

Factores de ponderación para la adaptación de los valores máximos dependientes de la aceleración

Dato de máquina	Descripción
MD32588 \$MA_FRICT_ADAPT_T_STEP[0 ... 9]	Factor de ponderación para la amplitud
MD32589 \$MA_FRICT_ADAPT_T_SMOOTH_PLUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para el tiempo de desaparición en el punto de inversión inferior
MD32590 \$MA_FRICT_ADAPT_T_SMOOTH_MINUS[0 ... 9]	Factor de ponderación para el tiempo de desaparición en el punto de inversión superior

Puesta en marcha (manual)

Requisitos

El test de circularidad (Página 318) para determinar los parámetros de curva para el impulso de aplicación de velocidad ya se ha realizado correctamente al completo o como mínimo para el paso de medición actual.

Nota

Cálculo de los parámetros de curva característica

La forma más sencilla de calcular los parámetros de curva característica para el impulso de aplicación de par es con el test de circularidad (Página 318) de la interfaz de usuario.

Campo de manejo: "Puesta en marcha" > "CN" > "Compensación de fricción"

Ajuste de los datos de máquina

Para configurar los datos de máquina lo más fácil es utilizar la lista de datos del test de circularidad:

Campo de manejo: "Puesta en marcha" > "CN" > "Compensación de fricción" > pulsador de menú vertical "Lista de datos"

Supuesto

El test de circularidad ha comenzado, el paso de medición 1 se está ejecutando.

Procedimiento recomendado

1. Inicializar los factores de ponderación:
 - MD32588 \$MA_FRICT_ADAPT_T_STEP[0] = 1
 - MD32588 \$MA_FRICT_ADAPT_T_STEP[1 ... 9] = 0
-

Nota

Para todos los pasos de medición se utiliza el factor de ponderación con índice 0.

2. Ajuste de la amplitud para el paso de medición actual:
 - MD32576 \$MA_FRICT_TORQUE_STEP = <amplitud>
3. Determinar el cambio en la diferencia del contorno en el diagrama circular.
4. Optimizar el valor de amplitud modificando MD32576 \$MA_FRICT_TORQUE_STEP y comprobar en el diagrama circular.
5. Anotar el valor de amplitud para el paso de medición en cuestión para poder determinar posteriormente el valor máximo o el factor de ponderación del paso de medición.
6. Pasar al siguiente paso de medición y continuar con el punto 2 hasta haber determinado los valores de amplitud para todos los pasos de medición.

7. Determinar el valor máximo a partir de los valores de amplitud anotados y escribirlo en el dato de máquina:

$$\text{MD32576 } \$\text{MA_FRICT_TORQUE_STEP} = \max \{ \text{Amplitud 1, Amplitud 2, ..., Amplitud 9} \}$$

8. Calcular a partir de los valores de amplitud anotados los factores de ponderación para todos los puntos de interpolación efectivos y escribirlos en el dato de máquina:

$$\text{MD32588 } \$\text{MA_FRICT_ADAPT_T_STEP}[n] = \frac{\text{Amplitud}[n]}{\text{MD32576 } \$\text{MA_FRICT_TORQUE_STEP}}$$

Con ello ha finalizado la puesta en marcha de la curva característica de amplitud para el impulso de aplicación de par.

Opcional

Configuración de los parámetros dependientes de la aceleración:

- MD32577 \$MA_FRICT_T_PULSE_DELAY_TIME
- MD32578 \$MA_FRICT_T_PULSE_SMOOTH_TIME

Puntos de interpolación efectivos

Los puntos de interpolación efectivos de la curva característica de amplitud son aquellos para los que rige lo siguiente:

- MD32581 \$MA_FRICT_ADAPT_TABLE_ACCEL[<punto de interpolación>] ≠ 0 (aceleración)
- MD32583 \$MA_FRICT_ADAPT_T_STEP[<punto de interpolación>] ≠ 0 (factor de ponderación)

La amplitud del impulso de aplicación de par de un punto de interpolación efectivo se calcula así:

$$\begin{aligned} \text{Amplitud}[n] &= \text{Valor máximo} * \text{Factor de ponderación}[n] \\ &= \text{MD32576 } \$\text{MA_FRICT_TORQUE_STEP} * \text{MD32588 } \$\text{MA_FRICT_ADAPT_T_STEP}[n] \end{aligned}$$

Nota

Decalaje vertical de la curva característica

La forma más sencilla de aplicar un decalaje vertical posterior a la curva característica de amplitud consiste en cambiar el valor máximo correspondiente en el dato de máquina.

8.10.2.6 Umbral de velocidad para la activación de impulsos de aplicación

Para evitar una sobrecompensación cuando hay movimientos de eje mínimos puede ser necesario especificar un umbral de velocidad para la activación de los impulsos de aplicación:

$$\text{MD32591 } \$\text{MA_FRICT_TRIGGER_TRESHOLD} [\text{<eje>}] = \text{<valor umbral>}$$

Con velocidades de eje inferiores al valor umbral especificado se suprime la activación de impulsos de aplicación. Los impulsos de aplicación no se activan hasta que la velocidad del eje alcanza el valor umbral especificado.

Nota

Al especificarse el umbral de velocidad cambia el momento de aplicación. Por ello, el umbral de velocidad solo debería adaptarse si las posibilidades de adaptación no han sido suficientes para impedir una sobrecompensación con movimientos de eje pequeños o velocidades de eje bajas.

8.11 Compensaciones en ejes con carga gravitatoria

8.11.1 Compensación de peso electrónica

Eje sin compensación de peso

Los ejes con carga gravitatoria que carecen de compensación de peso descienden de forma inesperada tras soltar el freno y se produce la siguiente reacción:

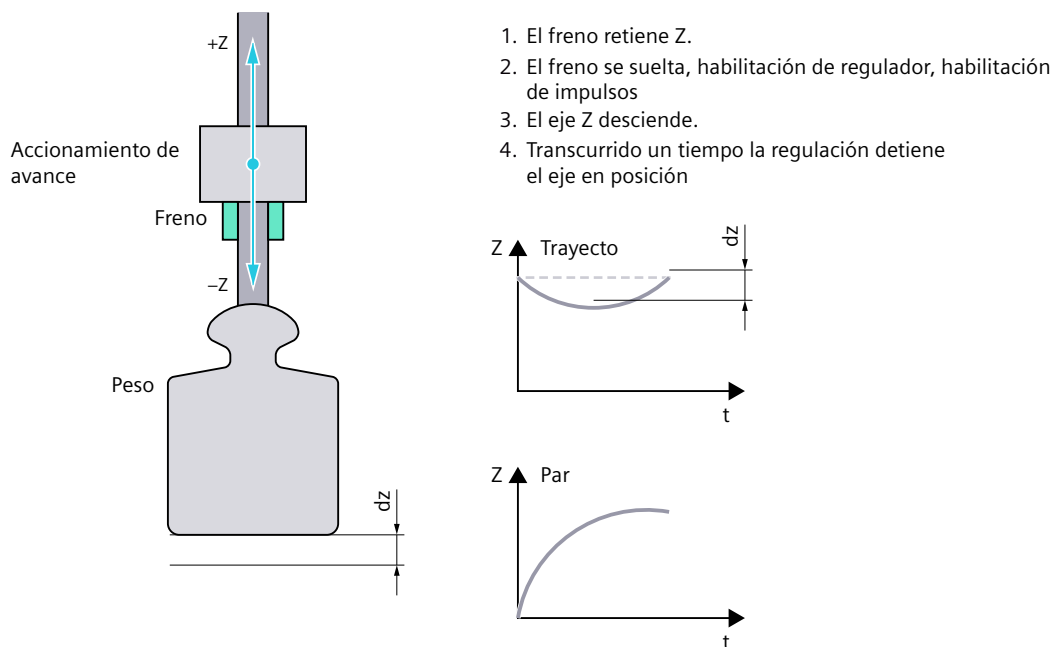
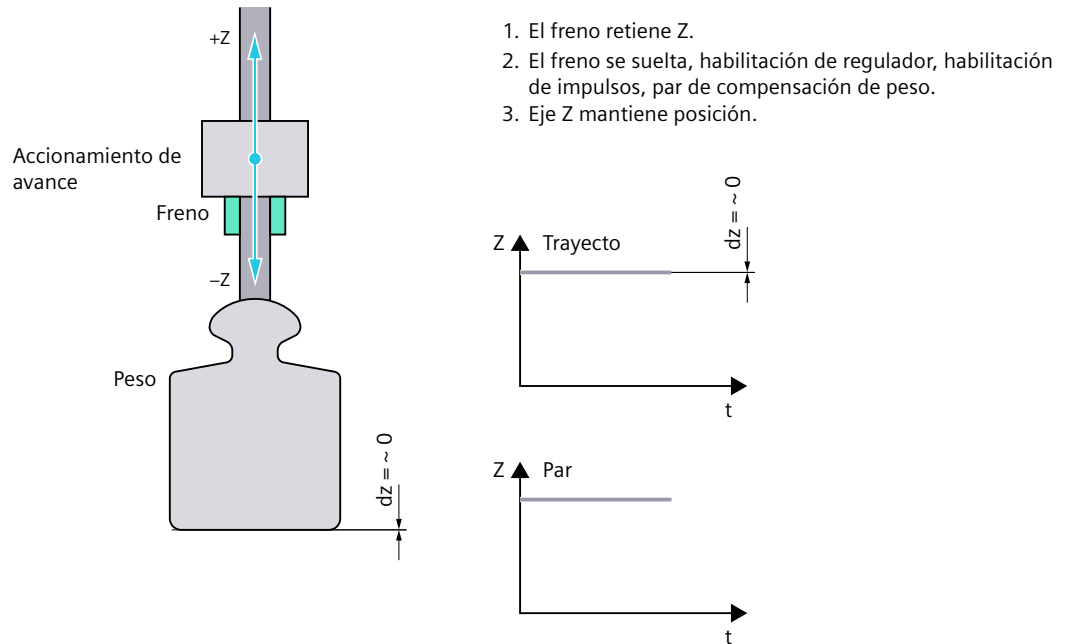


Figura 8-28 Descenso de un eje con carga gravitatoria sin compensación de peso

Función "Compensación de peso electrónica"

El descenso del eje con carga gravitatoria se puede evitar casi por completo con la función "Compensación de peso electrónica".

La compensación de peso electrónico impide que los ejes con carga gravitatoria se precipiten al activar la regulación. Tras soltar el freno, el par de compensación de peso constante presente mantiene la posición del eje con carga gravitatoria.



1. El freno retiene Z.
2. El freno se suelta, habilitación de regulador, habilitación de impulsos, par de compensación de peso.
3. Eje Z mantiene posición.

Figura 8-29 Descenso de un eje con carga gravitatoria sin compensación de peso

Puesta en marcha

Nota

La puesta en marcha de la "Compensación de peso electrónica" se realiza desde el accionamiento.

Más información

Para más información, ver:

Manual de funciones SINAMICS S120 Funciones de accionamiento

8.11.2 Función adicional: Retardo de re arranque

Función

Para que, por ejemplo, los cambios en los valores de datos de máquina sean efectivos, es necesario volver a arrancar el CN. Esto se consigue, p. ej., desde la interfaz de usuario activando RESET del CN. Si la máquina tiene ejes con carga gravitatoria, el corte de la regulación durante el arranque provoca la precipitación de dichos ejes.

Con la función "Retardo de re arranque", la solicitud de re arranque del CN (RESET de CN) se transmite como siempre al CN a través de la interfaz de usuario. Sin embargo, en el CN el proceso de re arranque en sí (en el que, entre otras cosas, se interrumpe también la regulación de los ejes), se retarda un tiempo parametrizado. Durante ese tiempo pueden realizarse acciones específicas de usuario, como la aplicación de frenos de retención de ejes con carga gravitatoria.

Nota

El retardo de re arranque solo es efectivo para solicitudes de re arranque del CN (RESET de CN) desde la **interfaz de usuario**.

En caso de reset por Power On mediante desconexión y conexión del control, por accionamiento del pulsador de reset ubicado en el frontal de la NCU o por corte de la tensión, el tiempo de retardo de re arranque no se aplica.

Alarma 2900 "Retraso en reinicialización"

Cuando se detecta una solicitud de re arranque se activa la alarma 2900 "Retraso en reinicialización".

Reacciones a alarma

Con la alarma 2900 se activan las siguientes reacciones:

- Desactivación de las señales de interfaz CN/PLC:
 - `<ModeGroup>.basic.in.ready = 0` (GMI listo para servicio); todos los GMO
 - `<Chan>.basic.in.ready = 0` (canal listo para servicio) para **todos** los canales
 - `<Axis>.basic.in.ready = 0` (eje listo para servicio) para **todos** los ejes
- Frenado del eje/cabezal en el límite de intensidad.
Ver al respecto los datos de máquina:
 - MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME (duración de la rampa de deceleración en caso de estados de error)
 - MD36620 \$MA_SERVO_DISABLE_DELAY_TIME (retardo de corte en habilitación del regulador)

Las señal de interfaz CN/PLC "CN listo" permanece activa:

```
<Nc>.basic.in.ncReady == 1
```

Supresión de alarmas

A través del dato de máquina se puede suprimir la **visualización** de la alarma 2900 "Retraso en reiniciación" en la interfaz de usuario:

```
MD11410 $MN_SUPPRESS_ALARM_MASKBit 20 = 1
```

Eso no afecta a las reacciones a alarma.

Activación de frenos de estacionamiento

Durante el proceso de re arranque del PLC las salidas de PLC se reinician a 0 de forma definida. Por ello, el usuario debe integrar la activación de frenos de estacionamiento de tal forma que se cierren o permanezcan cerrados con una señal de control == 0 y que se abran o permanezcan abiertos con una señal de control == 1.

Parametrización

El tiempo de retardo de rearraque se ajusta con el dato de máquina:

MD10088 \$MN_REBOOT_DELAY_TIME = <tiempo de retardo de rearraque>

Con un tiempo de retardo de rearraque de 0.0 la función está desactivada.

Variables de sistema

En esta variable de sistema se puede leer el tiempo restante hasta el rearraque del CN:

\$AN_REBOOT_DELAY_TIME

Mientras no se activa ninguna solicitud de rearraque del CN (RESET de CN) desde la interfaz de usuario, esta variable de sistema muestra en valor 0.0.

Un valor superior a 0.0 indica que se ha activado una solicitud de rearraque desde la interfaz de usuario (RESET de CN) y el tiempo restante en el CN o PLC hasta el rearraque.

Ejemplo de aplicación

Evaluación de las variables de sistema en una sincronización estática

Parte de condición: Comprobar si hay un valor superior a 0.0, ya que eso indica que hay una solicitud de rearraque en el CN (RESET de CN) desde la interfaz de usuario.

Parte de acción: p. ej., activación de "Parada segura" en el marco de la función "Safety Integrated"

Señales de PLC

Basic Program Plus	Basic Program	
<ModeGroup>.basic.in.ready	LBP_ModeGroup.E_MGOK	DB11.DBX6.3
<Chan>.basic.in.ready	LBP_Chan*.E_ChanRO	DB21,DBX36.5
<Axis>.basic.in.ready	LBP_Axis*.E_AxisReady	DB31,DBX61.2
<Nc>.basic.in.ncReady	LBP_NC.E_NCready	DB10.DBX108.7

Anexo

A.1 Lista de abreviaturas

A	
A	Salida
AFIS	Automatic Filter Switch: conmutación automática del filtro
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: código estándar americano para el intercambio de la información
ASIC	Application Specific Integrated Circuit: circuito integrado del usuario
ASUP	Subprograma asíncrono
AUTO	Modo de operación automático
AUXFU	Auxiliary Function: función auxiliar
AWL	Lista de instrucciones

B	
BAG	Grupo de modos de operación, GMO
BCD	Binary Coded Decimals: decimales codificados en binario
BICO	Binector Connector
BIN	Binary Files: ficheros binarios
BKS	Sistema de coordenadas básico
BM	Aviso de servicio
BO	Binector Output
BTSS	Interfaz de panel de operador

C	
CLC	Regulación de distancia
CNC	Computerized Numerical Control: Computerunterstützte numerische Steuerung
COM	Communication
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: unidad central de proceso
CST	Configured Stop: parada configurada

D	
DDS	Drive Data Set: juego de datos de accionamiento
DIR	Directory: directorio
DO	Drive Object
DRF	Differential Resolver Function: función resolver diferencial (volante)

A.1 Lista de abreviaturas

D	
DRY	Dry Run: avance de recorrido de prueba
DWORD	Palabra doble (actualmente 32 bits)

E	
E	Entrada
EES	Execution from External Storage
E/A	Entrada/Salida
ESR	Parada y retirada ampliada
ETC	Tecla ETC ">"; ampliación del menú de pulsadores en el mismo menú

F	
FDD	Feed Disable: bloqueo de avance
FdStop	Feed Stop: parada de avance
FIFO	First In First Out: tipo de almacenamiento en memoria sin direccionamiento, en el cual los datos son leídos en el mismo orden en el que fueron almacenados
FM	Aviso de error
FUP	Esquema de funciones (método de programación para PLC)
FW	Firmware

G	
GEO	Geometría, p. ej., eje geométrico
GP	Programa básico (PLC)
GUD	Global User Data: datos globales del usuario

H	
HEX	Abreviatura para número hexadecimal
HiFu	Función auxiliar
HMI	Human Machine Interface: interfaz de usuario SINUMERIK
HSA	Accionamiento de cabezal
HT	Handheld Terminal
HW	Hardware

I	
IBN	Puesta en marcha
INC	Increment: acotado incremental
INI	Initializing Data: datos de inicialización
IPO	Interpolator

J	
JOG	Jogging: manejo convencional para preparación (manual)

K	
KOP	Esquema de contactos (método de programación para PLC)

L	
LED	Light Emitting Diode: diodo luminiscente
LMS	Sistema de medida de la posición
LR	Regulador de posición

M	
Main	Main program: programa principal (OB1, PLC)
MCP	Machine Control Panel: panel de mando de máquina
MD	Dato o datos de máquina
MDA	Manual Data Automatic: introducción de programa manual
MDS	Motor Data Set: juego de datos de motor
MELDW	Palabra de señalización
MKS	Sistema de coordenadas de máquina
MM	Motor Module
MPF	Main Program File: programa principal (CN)
MPI	Multi Point Interface
MSTT	Panel de mando de máquina

N	
NC	Numerical Control: control numérico (CN) con procesamiento de secuencias, zona de desplazamiento, etc.
NCU	Numerical Control Unit: unidad de hardware del CN
NCK	Numerical Control Kernel
NCSD	NC Start Disable
NST	Señal de interfaz
NV	Decalaje de origen
NX	Numerical Extension: módulo de ampliación de eje

O	
OB	Bloque de organización en el PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: dispositivo de operación

A.1 Lista de abreviaturas

P	
PCU	PC Unit: PC-Box (caja central)
PG	Programadora
PI	Instancia de programa
PLC	Programmable Logic Control: mando de interconexión
PN	PROFINET
PO	Power On
POS	Posición/Posicionar
PPO	Parámetro datos de proceso de objeto; telegrama cíclico de datos durante la transmisión a través del PROFIBUS-DP con el perfil "Accionamientos de velocidad variable"
PPU	Panel Processing Unit (hardware central de un control CNC basado en panel, p. ej., SINUMERIK 828D)
PROFIBUS	Process Field Bus: bus de datos serie
PRT	Test del programa
PTP	Point to Point: punto a punto
PZD	Datos de proceso: parte de datos del proceso de un PPO

R	
REF	Función "Aproximación al punto de referencia"
REPOS	Función "Reposicionamiento"
RESU	Retrace support
RID	Read In Disable
RP	Parámetros R, parámetros de cálculo, variable de usuario predefinida

S	
SA	Acción síncrona
SBL	Single Block: secuencia a secuencia
SBT	Safe Brake Test
SCC	Safety Control Channel
SCL	Structured Control Language
SD	Settingdatum o datos de operador
SDI	Safe Direction
SERUPRO	Search-Run by Program Test: búsqueda de secuencia vía test del programa
SIC	Safety Info Channel
SKP	Skip: función para ocultar una secuencia de programa de pieza
SLP	Safe Limited Position
SLS	Safely Limited Speed
SMI	Sensor Module Integrated
SOS	Safe Operating Stop
SPF	Sub Program File: subprograma (CN)
SS1	Safe Stop 1
SS2	Safe Stop 2

S	
STO	Safe Torque Off
STW	Palabra de mando
SUG	Velocidad periférica de muela
SW	Software

T	
TCU	Thin Client Unit
TIA	Totally Integrated Automation
TM	Terminal Module (SINAMICS)
TO	Tool Offset: corrección de herramienta
TOA	Tool Offset Active: identificación de correcciones de herramienta (tipo de fichero)
TOFF	Corrección longitudinal de herramienta online
TRANSMIT	Transform Milling Into Turning: transformación de coordenadas para fresados en un torno

U	
UP	Subprograma
USB	Universal Serial Bus

V	
VDI	Interfaz de comunicación interna entre CN y PLC

W	
WKS	Sistema de coordenadas de pieza
WPD	Work Piece Directory: directorio de piezas
WZ	Herramienta
WZV	Gestión de herramientas

Z	
ZSW	Palabra de estado (del accionamiento)

Índice alfabético

\$

\$AA_COLLPOS, 90
\$AA_DTBREB, 91
\$AA_DTBREB_CMD, 91
\$AA_DTBREB_CORR, 91
\$AA_DTBREB_DEP, 91
\$AA_DTBREM, 91
\$AA_DTBREM_CMD, 91
\$AA_DTBREM_CORR, 91
\$AA_DTBREM_DEP, 91
\$AA_ENC_COMP, 256
\$AA_ENC_COMP_IS_MODULO, 256
\$AA_ENC_COMP_MAX, 255
\$AA_ENC_COMP_MIN, 255
\$AA_ENC_COMP_STEP, 255
\$AC_COLLPOS, 90
\$AN_ACTIVATE_COLL_CHECK, 90
\$AN_CEC, 263
\$AN_CEC_DIRECTION, 265
\$AN_CEC_INPUT_AXIS, 263
\$AN_CEC_IS_MODULO, 265
\$AN_CEC_MAX, 264
\$AN_CEC_MIN, 264
\$AN_CEC_MULT_BY_TABLE, 265
\$AN_CEC_OUTPUT_AXIS, 264
\$AN_CEC_STEP, 264
\$AN_COLL_CHECK_OFF, 90
\$AN_COLL_IPO_ACTIVE, 89
\$AN_COLL_IPO_LIMIT, 90
\$AN_COLL_LOAD, 90
\$AN_COLL_STATE, 89
\$AN_COLL_STATE_COND, 89
\$AN_COLL_TIMEOUT_CNTR, 90
\$AN_REBOOT_DELAY_TIME, 331
\$NP_1ST_PROT, 33
\$NP_BIT_NO, 37
\$NP_CHAIN_ELEM, 31
\$NP_COLL_PAIR, 65, 87
\$NP_COLOR, 47
\$NP_D_LEVEL, 48
\$NP_DIR, 63
\$NP_FILENAME, 57
\$NP_INDEX, 40
\$NP_INIT_STAT, 37, 39
\$NP_NAME, 43
\$NP_NEXT, 44
\$NP_NEXTP, 46

\$NP_OFF, 62
\$NP_PARA, 60
\$NP_PROT_COLOR, 35
\$NP_PROT_D_LEVEL, 36
\$NP_PROT_NAME, 30
\$NP_PROT_TYPE, 32
\$NP_SAFETY_DIST, 88
\$NP_TYPE, 55
\$NP_USAGE, 49
\$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM, 191
\$SC_PA_ACTIV_IMMED, 112, 124
\$SC_PA_CENT_ABS, 112
\$SC_PA_CENT_ORD, 112
\$SC_PA_CONT_ABS, 112
\$SC_PA_CONT_NUM, 112
\$SC_PA_CONT_ORD, 112
\$SC_PA_CONT_TYP, 112
\$SC_PA_LIM_3DIM, 112
\$SC_PA_MINUS_LIM, 112
\$SC_PA_ORI, 112
\$SC_PA_PLUS_LIM, 112
\$SC_PA_T_W, 112
\$SN_PA_ACTIV_IMMED, 112, 124
\$SN_PA_CENT_ABS, 112
\$SN_PA_CENT_ORD, 112
\$SN_PA_CONT_ABS, 112
\$SN_PA_CONT_NUM, 112
\$SN_PA_CONT_ORD, 112
\$SN_PA_CONT_TYP, 112
\$SN_PA_LIM_3DIM, 112
\$SN_PA_MINUS_LIM, 112
\$SN_PA_ORI, 112
\$SN_PA_PLUS_LIM, 112
\$SN_PA_T_W, 112
\$VA_ABSOLUTE_ENC_DELTA_INIT, 180
\$VA_ENC_ZERO_MON_ERR_CNT, 177, 180

A

Adaptación
de la dinámica, 299

C

Cambio de juego de datos de encóder, 214
Compensación
de error de seguimiento, 294
de errores de paso de cabezal, 253

- de errores sistema de medida, 253
- de juego, dinámica, 234
- de temperatura, 224
- Interpolatoria, 251
- Compensación de temperatura
 - Coefficiente $\tan\beta(T)$, 230
- Configuración
 - Prevención de colisiones, 69
- Constante de tiempo
 - de la adaptación de la dinámica, 300
- Control anticipativo, 294
 - de par, 298
 - de velocidad de giro, 296
- CPROT, 121
- CPROTDEF, 117

D

- Deformación
 - por influencia de la temperatura, 224
- Diagnóstico de marcas cero, 177
- Distancia de seguridad, 72
- Distorsiones de la señal, 153
- Distorsiones de señal lineales, 153
- Distorsiones de señal no lineales, 153

E

- Eje
 - básico, 251
 - de compensación, 251
- Eje acelerador, 240
- Eje compensador, 240
- Eje de adaptación, 240
- Error
 - de error para la compensación de temperatura, 224
 - de paso del cabezal, 253
 - de sistema de medida, 253
- Error de contorno, 153
- Error de seguimiento, 294
- Estacionamiento, 195
- Estados
 - Zonas protegidas, 70

F

- Factor de elasticidad, 240
- Final de carrera de hardware, 181
- Final de carrera de software, 182

G

- G25, 188
- G26, 188
- Grupo de limitación de la zona de trabajo, 190

I

- Influencia
 - de la temperatura, 224

J

- Juego
 - Dinámico, 234
- Juego de inversión, 232
- Juego dinámico, 234

L

- Limitación de zona de trabajo, 185
 - en el sistema de coordenadas básico, 187
 - en sistema de coordenadas de pieza/sistema de origen ajustable, 189

M

- MD10088, 331
- MD10200, 315
- MD10210, 315
- MD10240, 261
- MD10260, 257, 261
- MD10618, 117
- MD10619, 83
- MD10622, 84
- MD10710, 189
- MD11410, 330
- MD18190, 116
- MD18890, 28, 84
- MD18892, 28, 84
- MD18893, 28
- MD18894, 29, 84
- MD18895, 29, 84
- MD18896, 84
- MD18897, 28
- MD18898, 85
- MD18899, 29
- MD18951, 85
- MD18952, 85

- MD19830, 83
 MD19840, 83
 MD20150, 189
 MD20390, 228
 MD21020, 186
 MD21050, 220
 MD21060, 221
 MD21070, 221
 MD21600, 183
 MD21601, 183
 MD21602, 183
 MD28200, 116
 MD28210, 116
 MD28212, 116
 MD28600, 190
 MD30260, 215
 MD30270, 216
 MD31020, 215
 MD31025, 215
 MD31030, 217
 MD31046, 199
 MD31050, 217
 MD31060, 217
 MD31070, 217
 MD31080, 217
 MD31700, 215
 MD31710, 215
 MD31720, 215
 MD31730, 215
 MD32000, 154
 MD32200, 154, 157
 MD32250, 217
 MD32260, 217
 MD32300, 154, 162
 MD32402, 154
 MD32410, 154
 MD32450, 232, 233
 MD32452, 233
 MD32454, 234
 MD32456, 235
 MD32457, 236
 MD32490, 306, 314
 MD32500, 306, 308, 314
 MD32510, 306, 314
 MD32520, 308, 315
 MD32530, 315
 MD32540, 308
 MD32550, 314
 MD32560, 314
 MD32570, 314
 MD32610, 154, 297
 MD32620, 154, 294
 MD32630, 295
 MD32650, 299
 MD32700, 252, 263, 266
 MD32710, 252, 260, 263
 MD32711, 261
 MD32720, 262
 MD32730, 262
 MD32750, 228, 230, 311, 315
 MD32760, 228
 MD32800, 154, 298
 MD32810, 154, 217, 296
 MD32900, 300
 MD32910, 154, 300
 MD32960, 237
 MD34210, 234
 MD36010, 157
 MD36012, 160
 MD36020, 157
 MD36030, 158, 160
 MD36040, 158
 MD36050, 160, 161, 170
 MD36051, 160, 161
 MD36052, 161, 163, 165, 167, 169
 MD36100, 182
 MD36110, 182
 MD36120, 182
 MD36130, 182
 MD36200, 172
 MD36210, 171
 MD36220, 172
 MD36300, 175
 MD36310, 174, 177
 MD36312, 177
 MD36400, 154
 MD36500, 221
 MD36600, 181
 MD36610, 155, 158, 159, 162, 172, 173, 176, 178, 330
 MD36620, 330
 MD38000, 254
 MD51160, 86
 MD51161, 86
 MD51162, 86
 MSFK, 253
 Multiplicación
 Tablas, 260
- N**
- NPROT, 121
 NPROTDEF, 117

P

Pares de colisión, 87
Prevención de colisiones
 Ejemplo conceptos básicos, 95
PROTA, 92
PROTD, 94
PROTS, 93
Punto de interpolación, 251

R

Radio del
 contorno de túnel, 220

S

SD41300, 260
SD43400, 188
SD43410, 188
SD43420, 187
SD43430, 187
SD43900, 228
SD43910, 228
SD43920, 228, 230
SSFK, 253

T

Tabla
 de corrección, 251
Tolerancia de colisión, 72

V

Valor de compensación, 240
Vigilancia de finales de carrera, 181
Vigilancias de ejes
 Condiciones, 216
 Consigna de velocidad de giro, 171
 Error de seguimiento, 154
 Parada, 158
 Velocidad real, 172
Vigilancias de encóder, 175
 Frecuencia de encóder, 175

W

WALCS0, 191
WALIMOF, 188
WALIMON, 188

Z

Zonas protegidas, 109, 117
 Limitaciones, 140