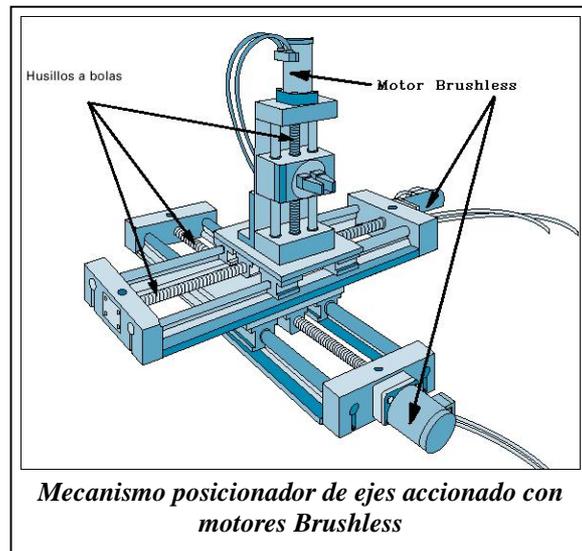


SERVOACCIONAMIENTOS (CONTROL DE EJES)

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años, los servoaccionamientos se han venido utilizando en multitud de aplicaciones de control de etiquetados, envasados, etc. Con la evolución tecnológica que se viene realizando en los últimos años, tanto en la construcción de los servomotores, al aparecer en el mercado los de corriente alterna (Brushless), como en los propios controladores, ha permitido a éstos introducirse en campos que hasta hace poco, estaban reservados a ser resueltos mediante la utilización de robots.



Los Robots tipo cartesiano o scara, están dejando paso en la industria a aplicaciones realizadas con servoaccionamientos. El ahorro económico (muy importante) no es el único elemento influyente en la decisión de éstas sustituciones. Las grandes posibilidades que ofrecen de alto rendimiento, “facilidad” de control, fiabilidad en aplicaciones donde se requiera control de: par, velocidad y posición, etc. Han sido determinantes en esta evolución.

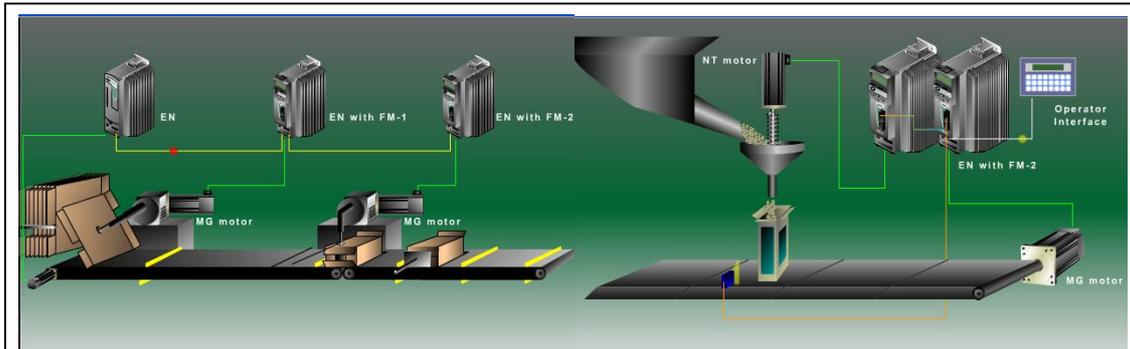
En una aplicación dotada de control de ejes, intervienen: el servomotor (con encoder o resolver acoplado) y su elemento de control. El elemento de control puede ser autónomo (servodriver) ó una tarjeta especial de un PLC. El servodriver incorpora todos los elementos necesarios para el control del servo: CPU (de 32 bits), amplificador de salida (convertor – inversor), entradas de información para el control (digitales y analógicas), salidas para el accionamiento del servomotor, conexión a PC para su programación, etc. La programación se realiza mediante el software correspondiente que permite programar todos los parámetros de usuario que se necesitan para un total control del servomotor.



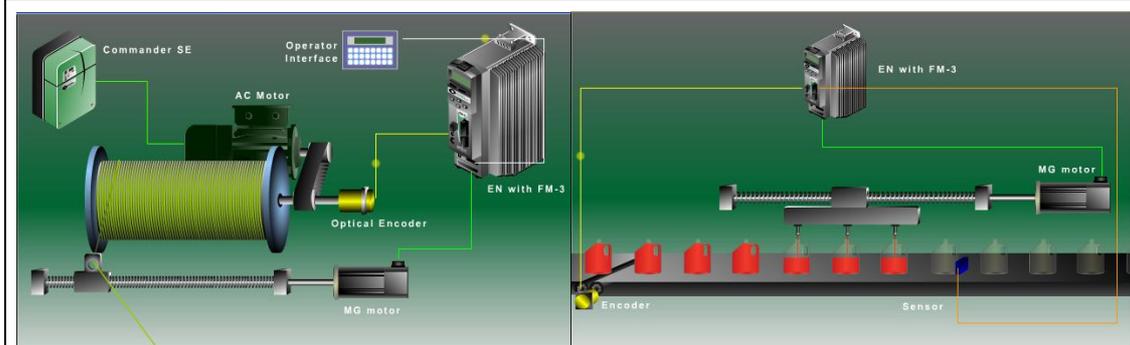
En la actualidad, los distintos fabricantes ofrecen el servomotor junto a su controlador, lo que facilita la simplificación de la instalación al suministrar todo el conjunto de cables de conexión y alimentación ya preparados.

La versatilidad que dan este tipo de accionamientos se traduce en multitud de aplicaciones del tipo: Desplazamientos, posicionamientos, transporte, giro, regulaciones

de caudal, máquinas herramientas de todo tipo, manipulaciones, maquinaria industrial, etc.



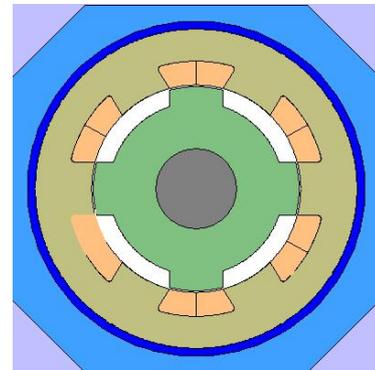
Control para el doblado de cajas de cartón – Control de envasado de productos alimenticios



Servo para el bobinado de carretes de hilo – servo para llenado de garrafas de anticongelante

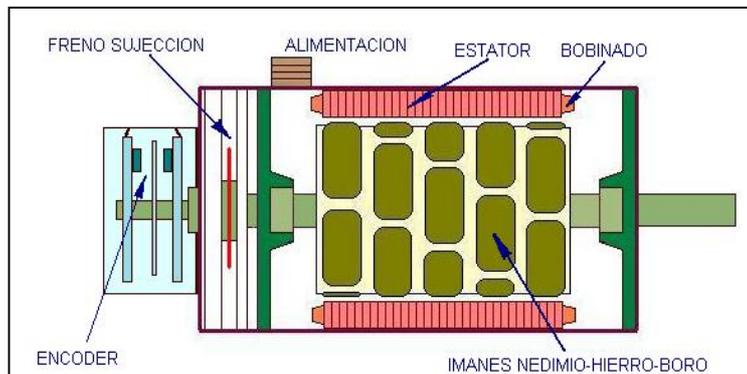
SERVOMOTORES:

Los servomotores más utilizados en la industria actualmente, son los motores de corriente alterna sin escobillas tipo Brushless. Básicamente están formados por un estator segmentado en el que el espacio relleno de cobre es casi el doble que en los motores tradicionales, esto permite desarrollar una mayor potencia con un menor volumen.



Para compensar la mayor cantidad de hilo en las ranuras y su mayor generación de calor, el espacio libre del bobinado se rellena con resina conductora de calor.

El rotor incorpora una serie de imanes permanentes contruidos con Nodimio-Hierro-Boro que proporcionan mayor densidad de flujo, para mejor rendimiento y obtención de mejor par en menor tamaño.



Constitución básica de un motor Brushless

El tiempo de posicionamiento se reduce gracias a la reducción de la inercia del rotor lo que permite alcanzar altas velocidades en tiempos reducidos y por otra parte, la posibilidad de hacer girar un motor con una velocidad nominal de 3000 rpm a una velocidad de rotación máxima de 4500 rpm.

Las características principales de este tipo de motores son:

- Prestaciones y par elevado
- Fiabilidad de funcionamiento
- Bajo mantenimiento
- Gran exactitud en el control de velocidad y posición
- Capacidad de velocidades muy altas
- Pérdidas en el rotor muy bajas
- Rotor con poca inercia
- Construcción cerrada, útil para trabajar en ambientes sucios
- Amplia gama de potencias (de 100 w a 300 Kw)



Las principales ventajas del motor Brushless vienen dadas por las posibilidades que ofrece de controlar su velocidad y posicionamiento, incluyendo unas respuestas muy rápidas a las señales de arranque, paro y variaciones sobre la marcha.

La posibilidad de construcción de servomotores de distintas formas (compactos, planos, rotor hueco, etc.) permite la adaptación de los mismos a diversas aplicaciones industriales.

Los servomotores de estructura compacta, incorporan dentro de la misma un encoder absoluto el cual suministra información del estado del proceso al controlador. (servodriver). Los que trabajan en posición vertical, incorporan un freno mecánico el cual bloquea el eje en caso de falta de tensión para así evitar posibles caídas de piezas en caso de avería.



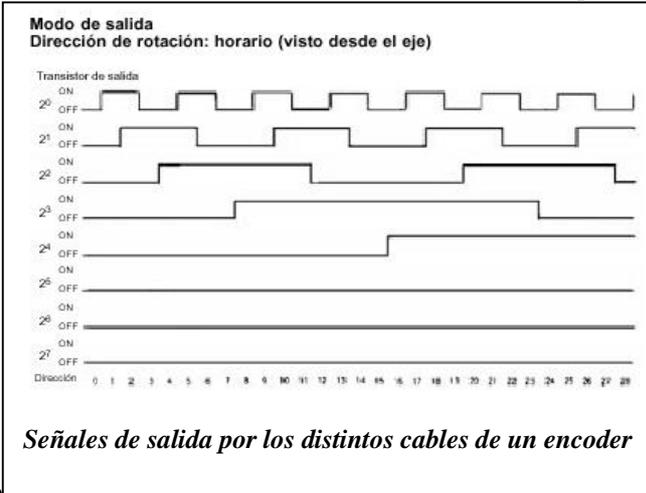
En el interior del servomotor se incluye un elemento para el control del mismo, es un captor angular de posición que suele ser un resolver o bien, el aparato más utilizado en la actualidad, el encoder. Puede ser incremental o absoluto. El incremental

no distingue el sentido de giro, el absoluto si (en un sentido incrementa el valor, en el otro decrementa). El encoder está formado por un circuito electrónico en el que un diodo láser emite un haz



Fotografía de un encoder incremental -- Detalle de la lámina perforada

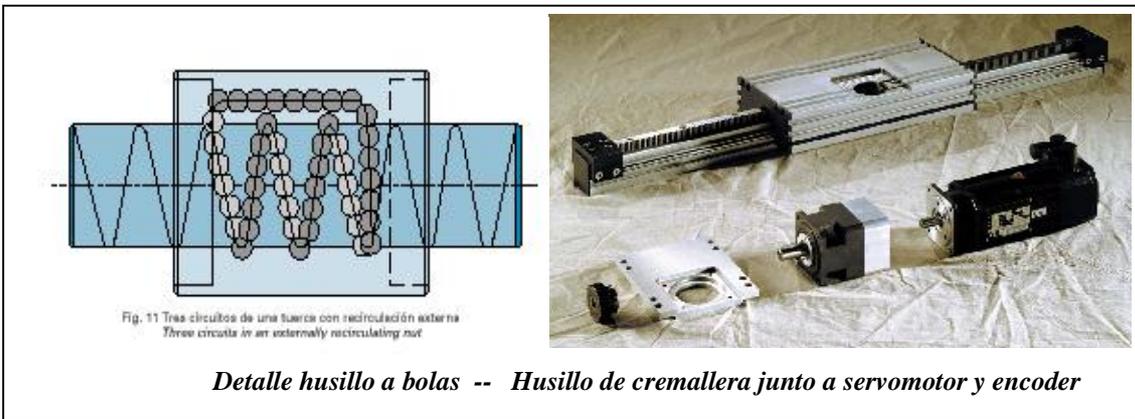
de luz el cual es interrumpido por las ranuras de una lámina metálica, dando lugar a una señal intermitente (cuenta el número de ranuras). Dentro de un mismo encoder puede haber varios diodos láser que dan lugar a combinaciones de 0/1 (se puede utilizar código binario, gray) y que proporcionan una mayor sensibilidad (se superan los 2000 pulsos por revolución). Cada señal, mediante el cable conector correspondiente, llega al elemento de control para su procesamiento.



TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

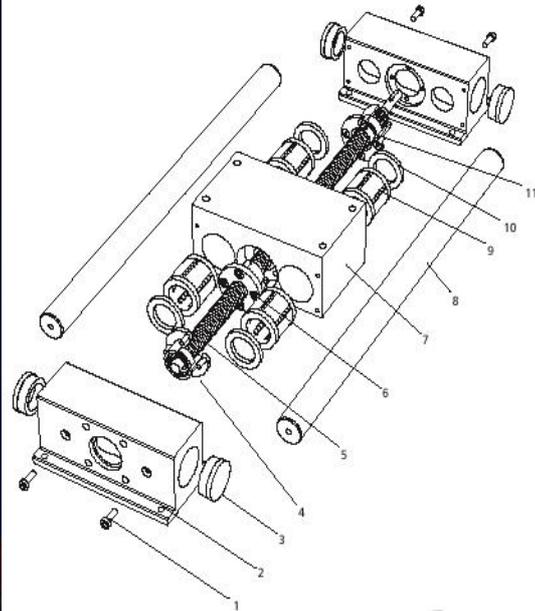
Un motor Brushless se puede utilizar para transmisión de movimiento lineal (aplicaciones de posicionamientos) ó rotativo (aplicaciones de control de caudal). La mayor aplicación en la industria de máquina herramienta y de montaje es como transmisor de movimiento lineal.

Las unidades de desplazamiento lineal pueden ser de husillo a bolas (transmisión precisa pero limitada en su longitud), de cremallera (prestaciones similares al anterior) y por correa dentada (permite desplazamientos lineales más largos).



Detalle husillo a bolas -- Husillo de cremallera junto a servomotor y encoder

El servomotor se puede acoplar directamente al husillo o mediante un sistema de engranajes que permite colocar el servomotor sobre el husillo.



Despiece de husillo a bolas

Aplicación en máquina etiquetadora

SISTEMA DE CONTROL

El control del servomotor se puede realizar mediante un servodriver el cual trabaja en lazo cerrado, o mediante una tarjeta posicionadora colocada en un PLC, entonces se trabaja en lazo abierto.

A) *Tarjeta de posición en PLC*

Las tarjetas PCU (Position Control Units) trabajan con trenes de pulsos a su salida por lo que se pueden aplicar a servodrivres de entrada de pulsos ó a drivers de motores paso a paso. El lazo de control es abierto/semicerrado, es decir, la posición se controla por el número de pulsos de entrada al servodrivres y NO por la realimentación a la tarjeta de posición.

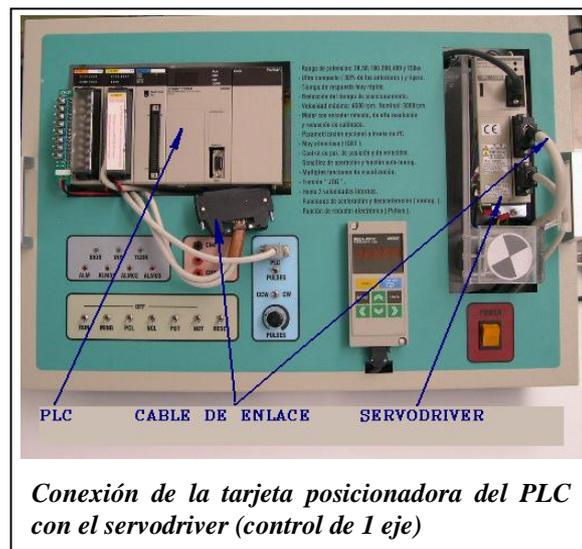
Las características principales de las tarjetas posicionadoras son:

- Control de hasta 4 ejes en una misma tarjeta (32 ejes máximo por PLC)
- Salida de pulsos adelante/atrás
- Alta velocidad de respuesta ante el PLC
- Datos de posición, velocidad y configuración en la memoria de la propia tarjeta.
- Software de programación y monitorización propio
- 2 modos de operación:
 - Directa (posicionados directos desde la memoria del PLC)
 - De memoria (posicionados almacenados en la propia tarjeta)
- Varios tipos de posicionado, control de velocidad, terminal, automático, búsqueda y retorno a origen, cambio de posición, etc.

La tarjeta de posicionamiento dispone de un conector para la alimentación, entradas y salidas. Las entradas son utilizadas para paros de emergencia, búsqueda de origen, interrupción, etc. Las salidas se conectan al servodriver para que éste actúe en función de las órdenes suministradas por el PLC.

Descripción de los bornes de conexión de la tarjeta NC113 de Omron

- A1 Alimentación, 24 Vcc, positivo
- A2 Alimentación, 0 Vcc, negativo (masa)
- A3 No usado
- A4 No usado
- A5 Salida, Salida de pulsos para giro a derecha
- A6 Salida, Salida de pulsos para giro a derecha con 1,6 K Ω de resistencia
- A7 Salida, Salida de pulsos para giro a izquierda
- A8 Salida, Salida de pulsos para giro a izquierda con 1,6 K Ω de resistencia
- A9 No usado
- A10 Salida, Error de contador de salida
- A11 Salida, Error de contador de salida de 1,6 K Ω de resistencia
- A12 Entrada, Entrada de posición completada
- A13 No usado
- A14 Entrada, Común de alimentación de posición de origen
- A15 Entrada, Positivo (24 Vcc) de alimentación de posición de origen
- A16 Entrada, Positivo (5 Vcc) de alimentación de posición de origen
- A17 No usada
- A18 No usada
- A19 Entrada, Interrupción de señal
- A20 Entrada, Entrada de paro de emergencia
- A21 Entrada, Entrada de proximidad al origen
- A22 Entrada, Entrada de límite de giro a derechas alcanzado
- A23 Entrada, Entrada de límite de giro a izquierdas alcanzado
- A24 Entrada, Común de Entradas



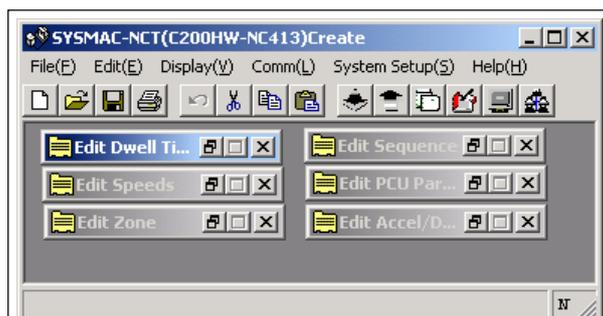
Conexión de la tarjeta posicionadora del PLC con el servodriver (control de 1 eje)

Al estar la tarjeta conectada al PLC, todo el control se realiza desde éste. El programa determina qué señales de salida de la tarjeta se deben de activar, y cómo se debe responder ante las distintas señales de entrada de la tarjeta.

En la memoria de datos (DM) del PLC, se tiene guardada la información relativa al funcionamiento del servomotor (aceleraciones, tiempos de rampa, tipo de control, etc.)

Configuración de la tarjeta utilizando el software NCT.

Mediante el software, se puede parametrizar el funcionamiento del servomotor, introduciendo los datos



Ventana principal del Software NCT

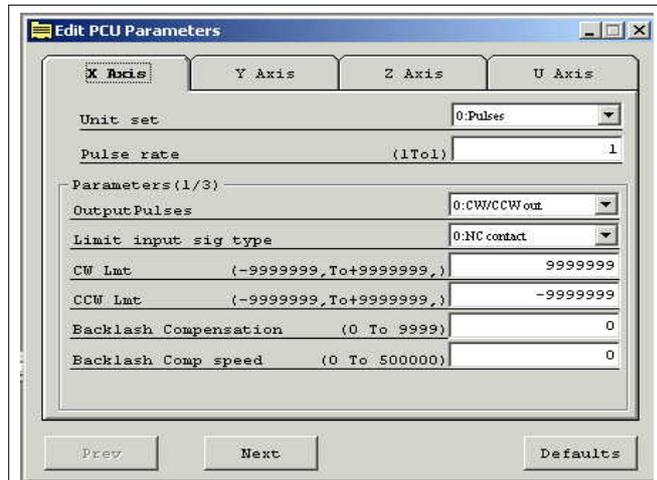
necesarios en las distintas ventanas de configuración. El manejo del programa es muy sencillo, al arrancar aparece una ventana desde la cual se pueden hacer todas las opciones estándar de Windows y las adicionales de: Transferir el programa (PC a PCU y PCU a PC), verificarlo, escribir en la memoria Flash, monitorizar y direccionar la tarjeta. Además, desde el menú System Setup, se puede seleccionar el modelo de tarjeta posicionadora y configurar el puerto de comunicaciones.

Al maximizar las seis ventanas de la ventana principal, se pueden parametrizar:

Edit PCU Parámetros

Configuración de parámetros de los distintos ejes:

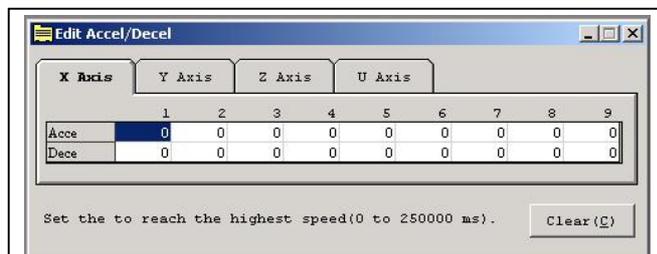
- Unit Set. Seleccionar unidades
- Pulse rate. Incremento de paso
- Output Pulses. Giro directo/inverso
- Limit input. Tipo de contacto de límite de recorrido (NO/NC)
- CW Limt, Posición límite a izquierda
- CCW Limt. Posición límite a derecha
- Backlash Compensación. Rango dentro del cual se considera terminado el posicionamiento
- Backlash comp. Speed. Idem para la velocidad



Configuración parámetros PCU

Edit Accel/decel

Se pueden configurar hasta un máximo de 9 rampas de aceleración, desaceleración por eje, especificando el tiempo que se tardará en alcanzar la velocidad de referencia.

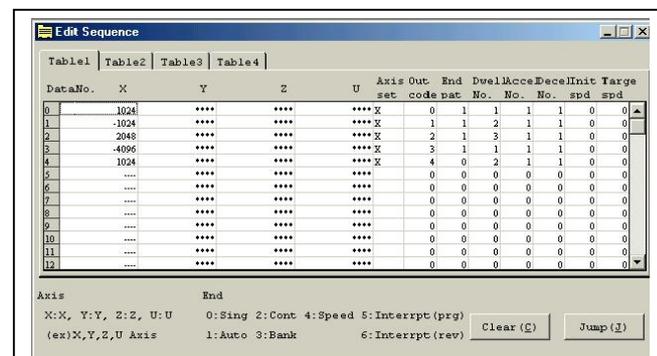


Configuración rampas aceleración-deceleración

Edit Sequence

Permite editar secuencias de funcionamiento del servomotor. Al rellenar la tabla se especifica: velocidades (en pulsos), rampas de aceleración y deceleración, número de vueltas, orden de la secuencia, tiempo de parada, código del eje, etc.

Cuando se ejecuta la secuencia programada, el servomotor realiza un funcionamiento cíclico siguiendo el orden de las órdenes programadas.



Configuración de secuencias predeterminadas

Edit Dwell Times

Al rellenar la tabla, se programan los tiempos Dwell correspondientes a cada eje. Cuando el eje se ha posicionado y da señal de terminada operación, el siguiente posicionamiento no comienza hasta que ha transcurrido el tiempo Dwell programado.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X Axis	1,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y Axis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z Axis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
U Axis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Unit: s

Clear (C)

Edición de tiempos Dwell

Edit Speeds

Tabla que se rellena con las distintas velocidades de funcionamiento del servomotor. La velocidad especificada en la celda correspondiente, será la de funcionamiento del servomotor en el paso correspondiente de la tabla de secuencia de funcionamiento

DataNo.	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
X Axis	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y Axis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z Axis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U Axis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Unit: pps

Clear (C)

Tabla de velocidades del servomotor

Edit Zone

Cuando la posición actual del eje está dentro de la zona programada, la salida digital correspondiente estará conectada.

En una zona se pueden programar mas de un posicionamiento (cuando éstos son muy precisos)

Zone No.	Dir	Setting
Zone 0	CW	(-9999999, To+9999999,)
	CCW	(-9999999, To+9999999,)
Zone 1	CW	(-9999999, To+9999999,)
	CCW	(-9999999, To+9999999,)
Zone 2	CW	(-9999999, To+9999999,)
	CCW	(-9999999, To+9999999,)

Defaults

Zona de

B) Servodriver

Un servodriver es como un variador de velocidad diseñado específicamente para el control de los servomotores. Utiliza un convertor para la tensión de entrada y un inversor para la tensión de salida (aplicada al motor). La señal de salida es definida por el circuito de control (microprocesador) correspondiente.

Mediante el servodriver se trabaja en lazo cerrado (realimentación), lo que permite detectar los posibles “errores” en la actuación del motor y dar la oportuna orden de corrección del mismo.



El lazo de control puede ser de tres clases: Posición, Velocidad y par.
Lazo de par. Se utiliza para asegurar que se aplica al motor la correcta cantidad de par.

Lazo de velocidad. Permite asegurar que el motor gira a la velocidad pedida.

Lazo de posición. Nos asegura que la carga está en la posición programada.

Los servodrivens actuales vienen dotados de una serie características orientadas a facilitar la labor del programador del mismo y aumentar el rendimiento. Algunas de las más significativas son:

- Reducción del tiempo de cálculo de la CPU – posicionados más rápidos
- Autoajuste Online – se ajusta automáticamente a los movimientos de la máquina.
- Utilización de filtros de supresión de resonancia para contrarrestar el ruido de resonancia mecánica de alta frecuencia
- Control de velocidad realimentado
- Filtro de supresión de resonancia del eje
- Selección del modo de control de velocidad proporcional/integral
- Detección automática del tipo de motor
- Posibilidad de manejo manual de los servomotores (función jog)
- Búsqueda de origen
- Límite de par (para evitar sobrepasar)
- Procesamiento regenerativo (absorción de la energía regenerada al desacelerar)
- Limitador de desplazamiento por software. No son necesarios los limitadores mecánicos

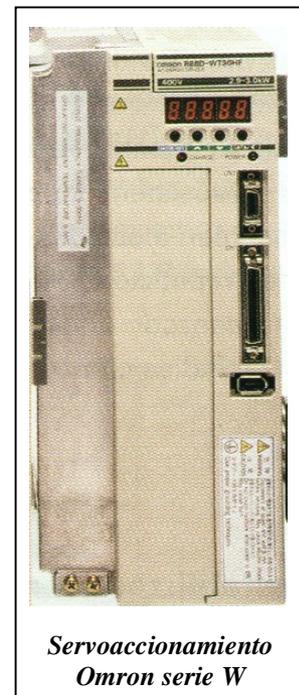
Un servoaccionamiento dispone normalmente de los siguientes conectores:

- Interface RS-232/485 para puesta en servicio y diagnósticos mediante PC
- Interface de posicionamiento. Entradas salidas de estado
- Interface analógica. Valor actual de la posición
- Interface de validación. Alimentación Vcc, parada, marcha
- Bornas de conexión al servomotor
- Bornas de conexión al encoder
- Alimentación (220 V, 380 V)

El número de bornes y sus utilidades dependen de cada fabricante. A modo de resumen, enumeramos los más importantes del modelo DKC01.1 de Indramat.

Conector de posicionamiento

- 5 entradas de posición (32 posicionados)
- 5 salidas de confirmación de posición
- búsqueda de origen
- entrada de punto de referencia



*Servoaccionamiento
Omron serie W*

- entradas de límite superior e inferior de desplazamiento
- entradas de marcha directa/inversa
- Salida de referencia
- Salida indicadora de movimiento
- Salida de “en posición” dentro de la selección

Conector analógico

- Entradas analógicas de: velocidad predefinida como máxima de desplazamiento y limitación de par
- Salida de información analógica (seleccionar entre 11 diferentes, par, velocidad, etc.)
- Salida incremental de valor real de posición (codificada)

Conector de validación

- Entrada de validación
- Entrada de puesta en marcha
- Salida de “listo para funcionar”

La programación de un servoaccionamiento se realiza mediante el Software suministrado por el fabricante. Son de fácil manejo, muy intuitivos, y permiten la configuración de todos los parámetros de control del servomotor.

Utilización del software Drive Top de Indramat.

Al arrancar el programa, éste busca automáticamente los accionamientos que hay conectados, y una vez localizados carga sus parámetros, de no encontrar ninguno, permite trabajar offline para lo cual se realiza la carga de un fichero ya configurado. En esta pantalla principal, desde el menú desplegable “Parámetros” se selecciona los distintos bloques de configuración.



Pantalla principal del software Drive Top para configuración de servoaccionamientos Indramat

Para proceder a configurar todos los parámetros, desde “Puesta en marcha” se va pasando por las distintas pantallas, que permiten realizar la total selección los mismos. (algunas ventanas es posible que no aparezcan ya que depende del tipo de motor seleccionado).

Selección de parámetros iniciales

Se selecciona el modelo de motor y de servoaccionamiento.

La frecuencia de pulsos se puede elegir entre 4 Khz y 8 Khz.

En tipo de servicio, permite elegir entre seis opciones:

- Regulación de pares con valor nominal analógico
- Regulación de n.d.r. con valor nominal analógico
- Regulación de posición con interface de posición con/sin distancia de seguimiento
- Regulación de posición con interface de motor de pasos con/sin distancia de seguimiento.

Regulador/Tipo de motor/Selección de tipos de servicio

Tipo de motor: MKD025B-144-GP1

Tipo de regulador: DKC01.1-030-3

Factor de sobrecarga: 100

Frecuencia PWM: 4 kHz / 8 kHz

Versión de firmware: DKC1.1-ASE-02VRS

Tipo de servicio: Regulación de n.d.r. con valor nominal analógico

En el siguiente campo de entrada puede Vd. darle al eje cualquier nombre (por ejemplo eje x)
El nombre aparece en la fila de encabezado de Drive Top y se ilumina a Vd la identificación del accionamiento actual.

Referencia de eje: Default

Botones: atrás, contin., Cerrar, Anular página, Ayuda

partida de selección de parámetros iniciales

Escala mecánica

Se fija el tipo de transmisión del movimiento (traslación o rotación), la holgura de engranajes, de donde se toma la referencia de los datos (eje o carga), la unidad de medida utilizada para el posicionado, y la forma de realizar el proceso de los datos

Escala / Mecánica

Tipo de escala: en traslación / rotativo

Constante de avance k: 100.00 mm/Rev

Giro de entrada de engranaje n1: 1

Giro de salida de engranaje n2: 1

Negación de los datos de posición, n.d.r. y pares

La referencia de datos está en: Eje de motor / Carga

La unidad de medida para los datos de posición es: mm / Grado / Pulgadas

El proceso de datos de posición se realiza en: Formato absoluto / Formato de módulo

Valor: 360.00

Modo: Recorrido más breve / Sentido positivo / Sentido negativo

Botones: atrás, contin., Cerrar, Anular página, Ayuda

Configuración enlace mecánico entre el servomotor y el husillo

Motor paso a paso – Interface

Selección del tipo de pulsos a aplicar al motor paso a paso para que éste lo interprete como una posición a alcanzar.

Selección del número de pulsos equivalentes a un giro.

Para un motor Brusless , esta ventana no aparece.

Motor de pasos proceso de señal

Modo de interface:

- Señal de cuadratura
- Señal avance y retroceso
- Señal de paso y de sentido

Pasos por giro: 1250

Botones: atrás, contin., Cerrar, Anular página, Ayuda

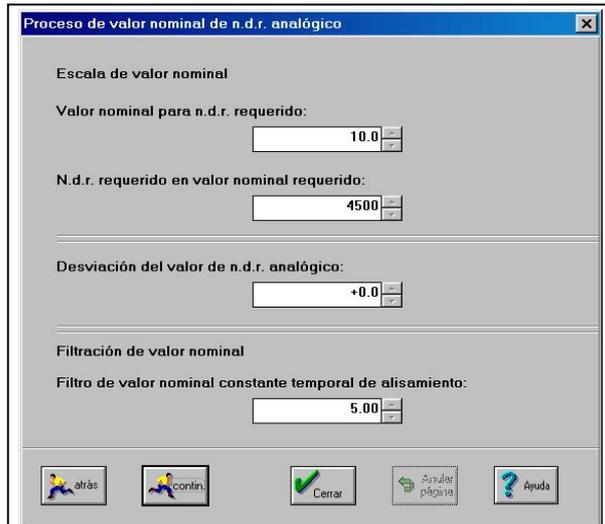
Procesamiento de señal del motor paso a paso

Configuración de la relación entre el número de pulsos y la tensión de entrada

La relación entre la tensión de la entrada analógica y el número de pulsos equivalente se indica en las dos primeras ventanas.

La ventana “Desviación del valor a.d.r. analógico” hace referencia al offset del ajuste a cero de la señal.

En el filtrado de valor nominal, introducir un valor en mseg. Con el fin de amortiguar los posibles “ruidos” causados por el regulador al motor.



configuración de la entrada analógica

Determinación de los límites del accionamiento

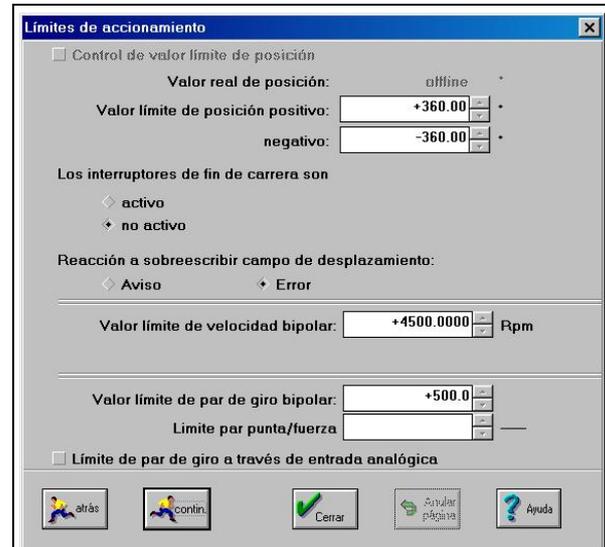
Sólo hay que fijarlos en aquellos servomotores que NO funcionan en modo rotación continua.

Los límites positivo y negativo hay que fijarlos de forma independiente.

Si el límite viene determinado por un final de carrera y que indicar además si su contacto es en reposo normalmente cerrado o abierto.

En “Valor límite de velocidad bipolar” se fija la velocidad máxima de rotación del servomotor.

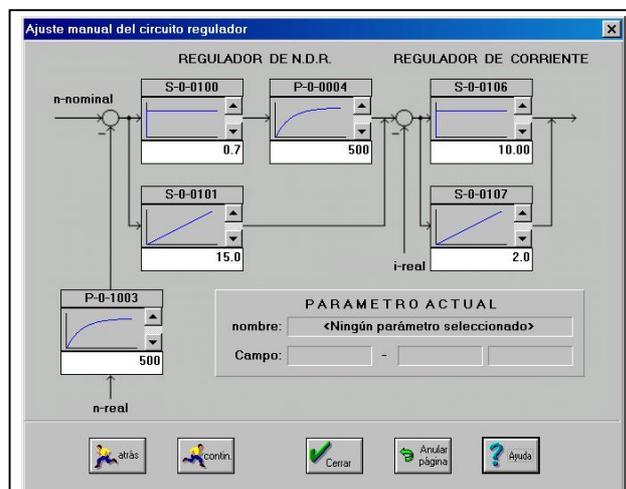
Las dos últimas ventanas sirven para indicar el par de giro máximo y el par punta.



Fijación de los valores límites de posición

Ajuste manual del circuito

Ventana desde la que se pueden configurar los tres modos de funcionamiento, para ello simplemente seleccionar los valores apropiados. Estos valores son asignados a los estándar almacenados en la retroalimentación del servomotor.



Ajuste manual del circuito regulador

Mensajes de estado

Si la diferencia entre la posición real del objeto y la fijada en el accionamiento es menor que el valor fijado en la ventana, activa la salida INPOS.

Si el accionamiento se mueve a una velocidad mayor que la fijada en el parámetro correspondiente, activa la salida INBWG.

La última ventana es la de la configuración de la salida digital (0/1) en función de la posición

Mensajes de estado

Configuración encoder

Se define si hay encoder conectado. Si lo hay, definir si es incremental o absoluto y especificar el sentido de giro, número de pulsos por vuelta y posición de origen.

Configuración encoder

Configuración de las salidas analógicas

Las salidas analógicas son configurables. Desde la ventana "Selección de señal" se selecciona entre:

- Valor nominal de corriente formado por par de giro
- Valor real de n.d.r.
- Valor nominal de n.d.r.
- Distancia de seguimiento
- Señal sinusoidal del encoder
- Valor real de corriente formado por par de giro
- Corriente de magnetización
- Otras

En ambas hay que especificar la escala de datos de posición y de n.d.r. (relación entre el giro en grados y pulsos).

Configuración de las salidas analógicas