

Amplificador de pulsos
STP-DRV-4035



Fuente de poder de motores
STP-PWR-3204



Motor a pasos NEMA 17
STP-MTR-17048



Motor a pasos NEMA 23
STP-MTR-23055



Motor a pasos NEMA 23
STP-MTR-23079



Motor a pasos NEMA 34
STP-MTR-34066



Cable de extensión de motor a pasos
STP-EXT-020

⚡ WARNING ⚡

Thank you for purchasing automation equipment from AutomationDirect.com®, doing business as AutomationDirect. We want your new automation equipment to operate safely. Anyone who installs or uses this equipment should read this publication (and any other relevant publications) before installing or operating the equipment.

To minimize the risk of potential safety problems, you should follow all applicable local and national codes that regulate the installation and operation of your equipment. These codes vary from area to area and usually change with time. It is your responsibility to determine which codes should be followed, and to verify that the equipment, installation, and operation is in compliance with the latest revision of these codes.

At a minimum, you should follow all applicable sections of the National Fire Code, National Electrical Code, and the codes of the National Electrical Manufacturer's Association (NEMA). There may be local regulatory or government offices that can also help determine which codes and standards are necessary for safe installation and operation.

Equipment damage or serious injury to personnel can result from the failure to follow all applicable codes and standards. We do not guarantee the products described in this publication are suitable for your particular application, nor do we assume any responsibility for your product design, installation, or operation.

Our products are not fault-tolerant and are not designed, manufactured or intended for use or resale as on-line control equipment in hazardous environments requiring fail-safe performance, such as in the operation of nuclear facilities, aircraft navigation or communication systems, air traffic control, direct life support machines, or weapons systems, in which the failure of the product could lead directly to death, personal injury, or severe physical or environmental damage ("High Risk Activities"). AutomationDirect specifically disclaims any expressed or implied warranty of fitness for High Risk Activities.

For additional warranty and safety information, see the Terms and Conditions section of our catalog. If you have any questions concerning the installation or operation of this equipment, or if you need additional information, please call us at 770-844-4200.

This publication is based on information that was available at the time it was printed. At AutomationDirect we constantly strive to improve our products and services, so we reserve the right to make changes to the products and/or publications at any time without notice and without any obligation. This publication may also discuss features that may not be available in certain revisions of the product.

Trademarks

This publication may contain references to products produced and/or offered by other companies. The product and company names may be trademarked and are the sole property of their respective owners. AutomationDirect disclaims any proprietary interest in the marks and names of others.

**Copyright 2005-2007, AutomationDirect.com® Incorporated
All Rights Reserved**

No part of this manual shall be copied, reproduced, or transmitted in any way without the prior, written consent of AutomationDirect.com® Incorporated. AutomationDirect retains the exclusive rights to all information included in this document.

⚡ ADVERTENCIA ⚡

Gracias por comprar equipo de automatización de Automationdirect.com™. Deseamos que su nuevo equipo de automatización opere de manera segura. Cualquier persona que instale o use este equipo debe leer esta publicación (y cualquier otra publicación pertinente) antes de instalar u operar el equipo.

Para reducir al mínimo el riesgo debido a problemas de seguridad, debe seguir todos los códigos de seguridad locales o nacionales aplicables que regulan la instalación y operación de su equipo. Estos códigos varían de área en área y usualmente cambian con el tiempo. Es su responsabilidad determinar cuales códigos deben ser seguidos y verificar que el equipo, instalación y operación estén en cumplimiento con la revisión mas reciente de estos códigos.

Como mínimo, debe seguir las secciones aplicables del Código Nacional de Incendio, Código Nacional Eléctrico, y los códigos de (NEMA) la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de E.E.U.U. Puede haber oficinas de normas locales o del gobierno que pueden ayudar a determinar cuales códigos y normas son necesarios para una instalación e operación segura.

Si no se siguen todos los códigos y normas aplicables, puede resultar en daños al equipo o lesiones serias a personas. No garantizamos los productos descritos en esta publicación para ser adecuados para su aplicación en particular, ni asumimos ninguna responsabilidad por el diseño de su producto, la instalación u operación.

Nuestros productos no son tolerantes a fallas y no han sido diseñados, fabricados o intencionados para uso o reventa como equipo de control en línea en ambientes peligrosos que requieren una ejecución sin fallas, tales como operación en instalaciones nucleares, sistemas de navegación aérea, o de comunicación, control de tráfico aéreo, máquinas de soporte de vida o sistemas de armamentos en las cuales la falla del producto puede resultar directamente en muerte, heridas personales, o daños físicos o ambientales severos ("Actividades de Alto Riesgo"). Automationdirect.com™ específicamente rechaza cualquier garantía ya sea expresada o implicada para actividades de alto riesgo.

Para información adicional acerca de garantía e información de seguridad, vea la sección de Términos y Condiciones de nuestro catalogo. Si tiene alguna pregunta sobre instalación u operación de este equipo, o si necesita información adicional, por favor llámenos al número 770-844-4200 en Estados Unidos.

Esta publicación está basada en la información disponible al momento de impresión. En Automationdirect.com™ nos esforzamos constantemente para mejorar nuestros productos y servicios, así que nos reservamos el derecho de hacer cambios al producto y/o a las publicaciones en cualquier momento sin notificación y sin ninguna obligación. Esta publicación también puede discutir características que no estén disponibles en ciertas revisiones del producto.

Marcas Registradas

Esta publicación puede contener referencias a productos producidos y/u ofrecidos por otras compañías. Los nombres de las compañías y productos pueden tener marcas registradas y son propiedad única de sus respectivos dueños. Automationdirect.com™, renuncia cualquier interés propietario en las marcas y nombres de otros.

**Propiedad Literaria 2005-2007, Automationdirect.com™ Incorporated
Todos los derechos reservados**

No se permite copiar, reproducir, o transmitir de ninguna forma ninguna parte de este manual sin previo consentimiento por escrito de Automationdirect.com™ Incorporated. Automationdirect.com™ retiene los derechos exclusivos a toda la información incluida en este documento. Los usuarios de este equipo pueden copiar este documento solamente para instalar, configurar y mantener el equipo correspondiente. Puede ser usado también para propósitos de educación en institutos de enseñanza.

⚡ ADVERTENCIA ⚡



Advertencia: Lea siempre este manual a fondo antes de usar el sistema *SureStep™*, con el accionamiento, los motores y las fuentes de poder.



Advertencia: La entrada de CA debe ser desconectada antes de realizar cualquier mantenimiento. No conecte ni desconecte los cables o los conectores mientras que se aplica energía al circuito. El mantenimiento se debe realizar solamente por un técnico cualificado.



Advertencia: Hay componentes MOS altamente sensibles en las placas de circuito impresos. Estos componentes son especialmente sensibles a la electricidad estática. Para evitar daño a estos componentes, no toque estos componentes o las placas de circuito impresos con los objetos de metal o sus manos.



Advertencia: Conecte a tierra la fuente de poder *SureStep™* usando el terminal de tierra. El método de aterramiento debe cumplir con los reglamentos del país donde va a ser instalado el equipo. Vea la "disposición del terminal y del componente de la fuente de poder" en el capítulo 4.

⚡ WARNING ⚡



WARNING: Always read this manual thoroughly before using *SureStep™* Stepping System drives, motors and power supplies.



WARNING: AC input power must be disconnected before performing any maintenance. Do not connect or disconnect wires or connectors while power is applied to the circuit. Maintenance must only be performed by a qualified technician.



WARNING: There are highly sensitive MOS components on the printed circuit boards. These components are especially sensitive to static electricity. To avoid damage to these components, do not touch these components or the circuit boards with metal objects or your bare hands.



WARNING: Ground the *SureStep™* power supply using the ground terminal. The grounding method must comply with the laws of the country where the equipment is to be installed. Refer to "Power Supply Terminal & Component Layout" in CHAPTER 4.

MANUAL

Sistema de motores paso a paso

SURESTEP™

Por favor incluya el número y edición del Manual , mostrados abajo, cuando se comuniqué con apoyo técnico en relación a esta publicación.

Manual No: STP-SYS-MSP

Emisión: Segunda edición en español

Fecha de edición: 3/28/07

Historia de la publicación		
Edición	Fecha	Descripción de cambios
1a edición en inglés	7/28/04	Original
1a edición, Revisión A	8/26/04	Fusible de CA cambiado desde 2A de acción retardada a 3A acción rápida, más otros cambios y correcciones menores.
1a edición en español	8/12/05	Traducción por el Ing. Luis Miranda, miembro del equipo de apoyo técnico de AutomationDirect, a partir de la revisión de 8/26/04. Cambios en el apéndice A para considerar unidades en el sistema métrico.
2a edición en español,	3/28/07	Corrección del diagrama en la página 2-9 y otros pequeños cambios

CONTENIDO



Capítulo 1: Como comenzar

Descripción del manual	1-2
Introducción al sistema de accionamiento	1-3
Introducción al motor de pasos bipolar	1-4
Introducción a la fuente de poder del motor	1-5
Selección del sistema SureStep	1-6
Uso con PLCs <i>DirectLOGIC</i>	1-6

Capítulo 2: Accionamiento SureStep™ STP-DRV-4035

Características	2-2
Diagrama de bloques	2-2
Especificaciones	2-3
Diagrama de cableado típico	2-4
Localizaciones de conexiones y ajustes	2-4
Conectando el motor	2-5
Conectando la fuente de poder	2-6
Conectando las señales lógicas	2-7
Usando señales lógicas sin nivel TTL de 5 VCC	2-9
La entrada Enable	2-9
Configuración de la corriente de fase	2-10
Fórmula de configuración de la corriente de salida	2-10
Tabla de configuración de la corriente de salida	2-11
Micropasos	2-12
Reducción de la corriente cuando el motor está parado	2-13

Self Test	2-13
Escojiendo una fuente de poder	2-14
Montaje del accionamiento	2-15
Dimensiones	2-16

Capítulo 3: Motores paso a paso *SureStep*

Características	3-2
Especificaciones	3-3
Diseño e Instalación	3-3
Fuente de poder y accionamiento	3-4
Montaje del motor	3-4
Conectando el motor	3-4
Diagrama de cableado y cable de extensión	3-4
Curvas de torque vs. velocidad	3-5
Dimensiones	3-7

Capítulo 4: Fuente de poder *SureStep*

Características	4-2
Especificaciones	4-3
Disposición de terminales y componentes	4-4
Montaje de la fuente de poder	4-5
Dimensiones	4-6

Apéndice A: Selección del sistema *SureStep*

Seleccionando componentes del sistema <i>SureStep</i>	A-2
Tornillo - Ejemplo de cálculos	A-10
Correa transportadora - Ejemplo de cálculos	A-13
Mesa rotatoria - Ejemplo de cálculos	A-15
Tablas de conversión de unidades, Fórmulas y definiciones	A-19

Apéndice B: Usando *SureStep* con PLCs *DirectLOGIC*

PLCs y módulos <i>DirectLOGIC</i> compatibles	B-2
Conexiones típicas a un PLC DL05	B-4
Conexiones típicas a un módulo H0-CTRIO	B-5
Conexiones típicas a múltiples motores	B-6

COMO COMENZAR



CAPÍTULO

1

En este capítulo...

Descripción del manual	1-2
Introducción al sistema de accionamiento <i>SureStep</i>	1-3
Introducción al motor de pasos bipolar <i>SureStep</i>	1-4
Introducción a la fuente de poder <i>SureStep</i>	1-5
Seleccionando el sistema <i>SureStep</i>	1-6
Uso con PLCs <i>DirectLOGIC</i>	1-6

Descripción del Manual

Sumario de esta publicación

Gracias por seleccionar los componentes del sistema *SureStep*[™]. Este manual describe la selección, instalación, configuración, y métodos de operación del sistema *SureStep*[™] y esperamos que nuestra dedicación a un buen funcionamiento, a la calidad y a la economía haga su proyecto de control de movimiento satisfactorio.

Quién debe leer este manual

Este manual contiene información importante para los que instalen, mantengan, y/o hagan funcionar cualquiera de los aparatos del sistema *SureStep*[™].

Apoyo Técnico

Por Teléfono: 770-844-4200

(Lunes a Viernes, 9:00 a.m.-6:00 p.m. E.T.)

En Internet: www.automationdirect.com

Nuestro grupo de apoyo técnico trabajará con usted para contestar sus preguntas. Si no puede encontrar la solución para su aplicación, o si por cualquier otra razón usted necesita ayuda técnica adicional, por favor llame a Apoyo Técnico al **770-844-4200**. Estamos disponibles los días de semana de 9:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. Hora del Este de Estados Unidos.

Además le invitamos a que visite nuestro sitio en Internet, donde puede encontrar información técnica y no técnica sobre nuestros productos y nuestra empresa. Visítenos en www.automationdirect.com.

Símbolos especiales



Cuando vea el icono de la "libreta" en el margen de la izquierda, el párrafo en el lado derecho será una nota especial.



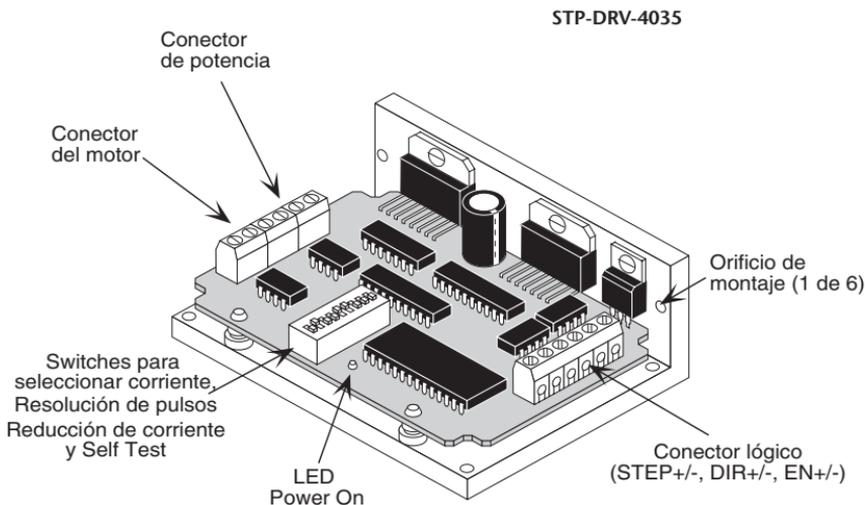
Cuando vea el icono del "punto de exclamación" en el margen de la izquierda, el párrafo a la derecha será uno de ADVERTENCIA. Esta información puede evitar heridas, pérdidas de propiedad, o (en casos extremos) hasta muerte.

Introducción al accionamiento *SureStep*

Para usar el accionamiento *SureStep*™ STP-DRV-4035 para configurar un sistema de control de motor paso a paso, usted necesitará lo siguiente

- Fuente de poder de 12-42 Volt CC para el accionamiento del motor. La fuente de poder *SureStep* STP-PWR-3204 de *AUTOMATIONDIRECT* es la mejor opción para energizar el accionamiento del motor. Si decide no usar el módulo STP-PWR-3204, lea por favor la sección titulada "Escojiendo una fuente de poder" en el capítulo 2 de este manual para ayudar a elegir una fuente.
- Una fuente de pulsos de pasos como control del tren de pulsos. La señal puede ser drenadora (NPN), surtidora (PNP) o diferencial. Por ejemplo, nuestros PLCs *DirectLOGIC*
- si su uso requiere rotación bidireccional, usted también necesitará una señal de dirección. Esta señal puede también ser drenadora (NPN), surtidora (PNP) o diferencial.
- un motor paso a paso compatible.
- un destornillador plano pequeño para apretar los conectores.

El bosquejo de abajo muestra donde encontrar los puntos de conexión y ajustes.



Vea el capítulo 2 en este manual para detalles completos de instalación, configuración y cableado del accionamiento STP-DRV-4035.

Introducción de motores paso a paso bipolares

Hay cuatro motores paso a paso bipolares estándares disponibles en **AUTOMATIONDIRECT** on rebordes o bridas de montaje NEMA 17, 23 y 34, con torque a eje detenido desde 83 a 434 onzas-pulgadas (o 0,59 hasta 3,06 N-m). Todos nuestros motores de pasos vienen con un cable con conector de 2 pies. También hay disponible un cable de extensión de 20 pies con un conector para un cableado rápido y simple.

STP-MTR-34066



Los cuatro motores bipolares estándares de pasos son los artículos STP-MTR-17048, STP-MTR-23055, STP-MTR-23079 y STP-MTR-34066. Los primeros dos dígitos del sufijo de cinco dígitos en el número de artículo representan el tamaño del reborde o brida de montaje NEMA. El cable de extensión es el número de artículo STP-EXT-020.

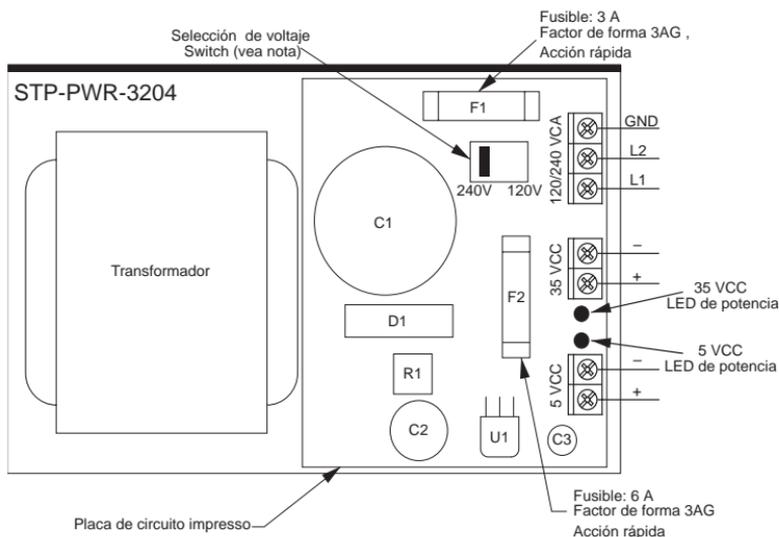
Vea al capítulo 3 en este manual para detalles completos de las especificaciones, instalación, montaje, las dimensiones y cableado de los motores paso a paso y del cable de extensión *SureStep*.

Vea el correspondiente manual del PLC que Ud. haya escogido para entender mas de como hacer control de posición o de velocidad con un tren de pulsos de alta velocidad. Los PLCs DL05 y DL06 tienen ya incorporados esta función en las salidas Y0 y Y1, cuando éstas son de corriente continua.

En éstas y las otras familias *DirectLOGIC* Ud puede usar el módulo CTRIO, que genera pulsos de una frecuencia de hasta 25 kHz.

Introducción de la fuente de poder *SureStep*

La fuente de poder del motor paso a paso *SureStep* STP-PWR-3204 fue diseñada para trabajar con el accionamiento de motores paso a paso *SureStep*. La fuente de poder puede suministrar 32 VCC no regulados @ 4 A para el voltaje de alimentación del motor paso a paso al accionamiento *SureStep*. También tiene una fuente regulada de lógica de salida de 5 VCC @ 500 mA que puede suministrar el voltaje para el controlador paso a paso y las salidas de la lógica del PLC al control *SureStep*.



Nota: El switch de rango de voltaje está colocado en 240 VCA en la fábrica

La fuente de poder del motor paso a paso tiene la capacidad de alimentar hasta tres accionamientos de motores *SureStep* STP-DRV-4035, dependiendo de los requisitos de tamaño y del uso del motor paso a paso.

Vea el capítulo 4 en este manual para detalles completos de especificaciones, instalación, montaje, dimensiones y cableado de la fuente de alimentación del motor paso a paso *SureStep*.

Seleccionando el sistema *SureStep*

Vea el apéndice A: Seleccionando el sistema *SureStep*[™] para información detallada sobre cómo calcular los requisitos para los varios usos usando los motores paso a paso para control de movimiento.

Uso con PLCs *DirectLOGIC*

Vea el apéndice B: Usando *SureStep*[™] con PLCs *DirectLOGIC* para información detallada sobre cableado de los componentes del sistema *SureStep* a PLCs *DirectLOGIC* y módulos contadores de alta velocidad.

Lo que sigue es una lista de PLCs *DirectLOGIC* y los números de artículo de módulos que pueden trabajar con los sistemas *SureStep*:

D0-05AD

D0-05DD

D0-05DD-D

D0-06DD1

D0-06DD2

D0-06DD1-D

D0-06DD2-D

H0-CTRIO

F1-130AD

F1-130DD

F1-130DD-D

H2-CTRIO

D2-CTRINT

T1H-CTRIO

D4-CTRIO

**ACCIONAMIENTO
STP-DRV-4035
SURESTEP™**



**CAPÍTULO
2**

En este capítulo...

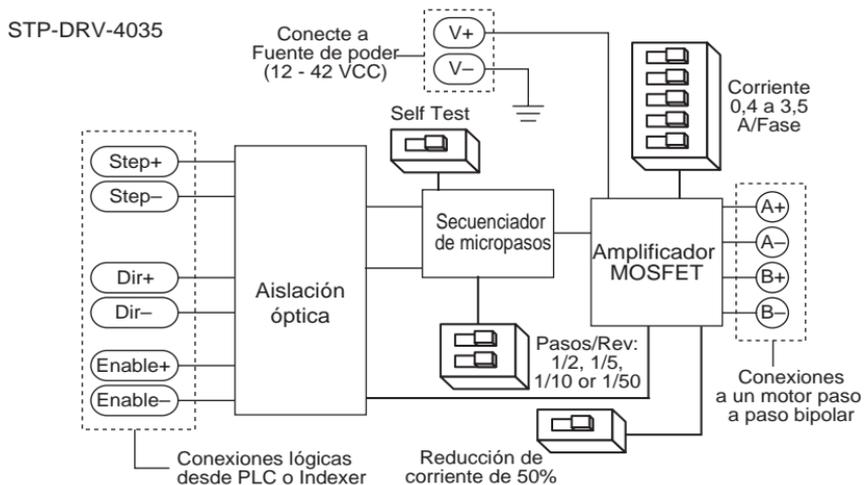
Características	2-2
Diagrama de bloques	2-2
Especificaciones	2-3
Diagrama de cableado típico	2-4
Localizaciones de conexiones y ajustes	2-4
Conectando el motor	2-5
Conectando la fuente de poder	2-6
Conectando las señales lógicas	2-7
Usando señales lógicas sin nivel TTL de 5 VCC	2-9
La entrada Enable	2-9
Configuración de la corriente de fase	2-10
Fórmula de configuración de la corriente de salida	2-10
Tabla de configuración de la corriente de salida	2-11
Micropasos	2-12
Reducción de la corriente cuando el motor está parado ...	2-13
Self Test	2-13
Escojiendo una fuente de poder	2-14
Montaje del accionamiento	2-15
Dimensiones	2-16

Características

- Accionamientos para motores paso a paso NEMA 17 a 34
- Amplificadores de conmutación de 3 estados con MOSFET, para modulación de anchura de pulso,
- Corriente de fase a partir de 0,4 a 3,5 A (seleccionados por un switch, 32 ajustes)
- Entradas de pulsos ópticamente aisladas, dirección y permiso
- Paso de 1/2, 1/5, 1/10, 1/50 (seleccionado por switch)
- Reducción de corriente de 50% automática (puede ser apagado)



Diagrama de bloques



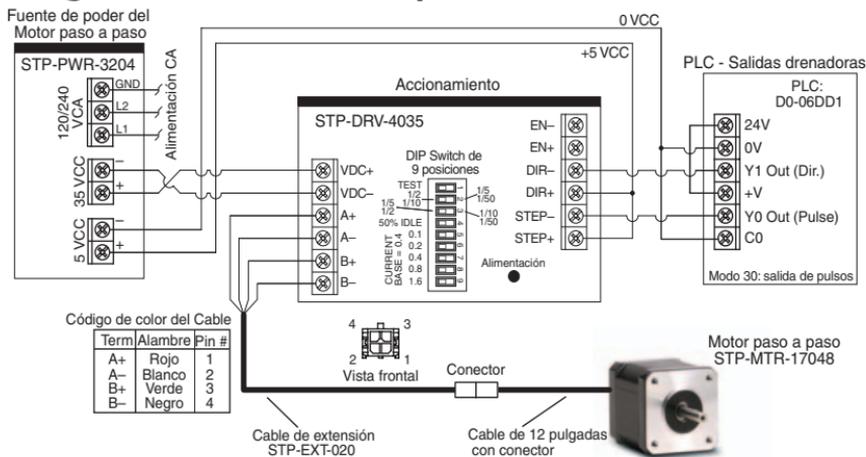
Especificaciones

Especificaciones del accionamiento SureStep™		
Número de artículo	STP-DRV-4035	
Entrada (con el LED Power encendido)	12-42 VCC (incluyendo el voltaje de ripple u ondulación)	
Salida de corriente	Corriente de salida seleccionable desde 0,4 a 3,5 A/fase (Salida máxima de potencia es de 140 W)	
Controlador de corriente	Controlador Bipolar de Puente Dual H (PWM de 3 estados de 20 kHz con switches MOSFET)	
Señales de entrada	Circuito de señales de entrada	Entrada con opto-acoplador de 440 Ohm de resistencia (5 a 15 mA de corriente de entrada). La señal lógica 0 es llevada a 0,8 VCC o menos. La señal lógica 1 es una entrada de 4 VCC o más grande
	Señal de pulso	Los pulsos del motor en el lado de caída del pulso y el ancho de pulso es de 0,5 microsegundos
	Señal de dirección	Debe cambiar por lo menos 2 microsegundos antes de que sea enviado un pulso de paso
	Señal Enable	La señal lógica 0 corta la corriente al motor (la corriente de salida es permitida con conexión o señal lógica 1)
Funciones seleccionables del DIP Switch	Self Test	Off u On (usa un medio paso para girar 1/2 revolución en cada dirección a 100 pasos/segundo)
	Micropasos	400 (200x2), 1,000 (200x5), 2,000 (200x10), or 10,000 (200x50) pasos/rev
	Reducción de corriente	0% or 50% de reducción (Ajuste de corriente de eje detenido está activada si el motor está detenido por 1 segundo o más)
	Configuración de corriente	0,4 a 3,5 A/fase con 32 niveles de selección
Método de enfriamiento del accionamiento	Convección natural (monte el accionamiento en una superficie metálica si es posible)	
Dimensiones	3 x 4 x 1,5 pulgadas	
Montaje	Use 4 tornillos #4 para montar el el lado mas ancho o 2 tornillos en el lado mas delgado)	
Conectores	Bloques terminales con tornillos con alambre 18 AWG máximo	
Peso	264 gramos o 9,3 onzas	
Temperatura de operación del chasis	0° C a 55° C recomendado, 70° C máximo(usa un ventilador si fuera necesario)	
Aprobaciones de agencias	CE (cumple con EN55011A y EN50082-1 (1992))	



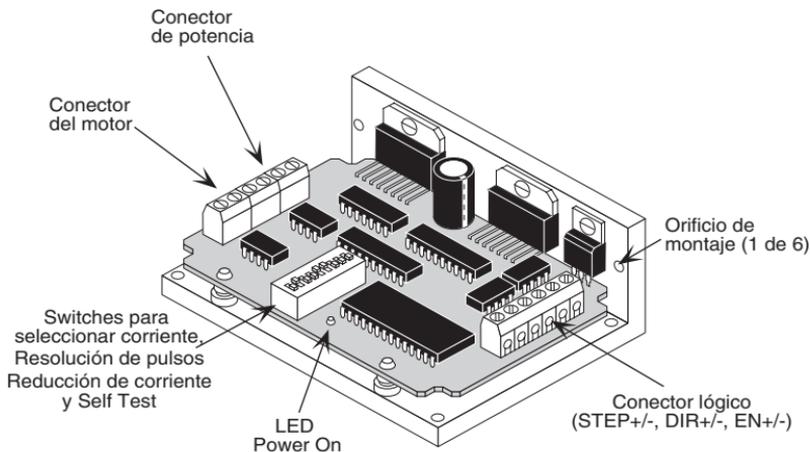
Nota: El accionamiento STP-DRV-4035 trabaja con motores bipolares de 4, 6 y 8 conductores. Todos los motores SureStep™ de AUTOMATIONDIRECT son motores bipolares paso a paso de 4 conductores.

Diagrama de cableado típico



Localizaciones de conexión y ajuste

El bosquejo de abajo muestra donde encontrar los puntos más importantes de conexión y puntos de ajustes.



Conectando el motor

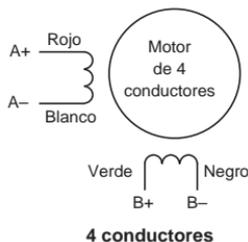


Advertencia: Al conectar un motor paso a paso con el accionamiento SureStep™ STP-DRV-4035, asegúrese de que la fuente de alimentación del motor está apagada. Al usar un motor no suministrado por AUTOMATIONDIRECT, aisle cualquier conductor no usado del motor de modo que él no se pueda poner en cortocircuito. Nunca desconecte el motor mientras que el accionamiento esté energizado. Nunca conecte los conductores del motor a la tierra o a una fuente de alimentación. (Vea el diagrama eléctrico típico mostrado en la página 2-4 de este capítulo para códigos de color de conductores del motor **paso a paso** para motores suministrados por AUTOMATIONDIRECT).

Usted debe ahora decidir cómo conectar su motor con el accionamiento SureStep™ STP-DRV-4035.

Motores de 4 conductores

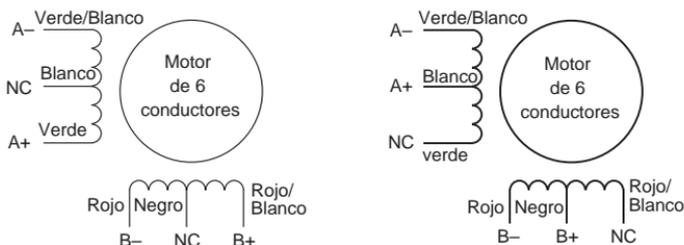
Los motores de 4 conductores pueden ser conectados solamente de una forma. Siga el diagrama de cableado mostrado a la derecha.



Nota: Todos los motores SureStep™ de AUTOMATIONDIRECT son motores bipolares paso a paso de cuatro conductores.

Motores de 6 conductores

Los motores de 6 conductores se pueden conectar en serie o en el cable central centro. En modo en serie, los motores producen más torque en velocidades bajas, pero no pueden funcionar tan rápidamente como en la configuración de conexión central. En la operación en serie, el motor se debe hacer funcionar con corriente menor que la nominal en un 30% para evitar calentamiento. Los diagramas eléctricos para ambos métodos de conexión se muestran abajo. **NC** significa no conectados.



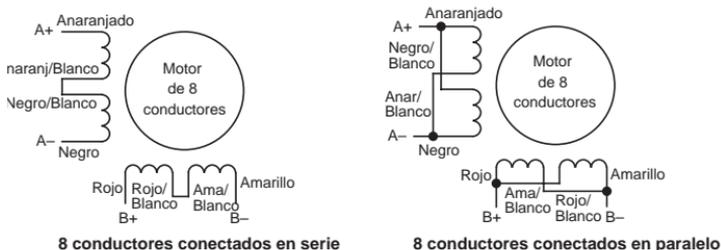
6 conductores conectados en serie 6 conductores conectados en el centro



Nota: Los colores de los cables de motores paso a paso de otros fabricantes pueden tener otros colores.

Motores de 8 conductores

Los motores de 8 conductores también se pueden conectar de dos formas: serie o paralelo. La operación serie le da más torque a bajas velocidades y menos torque a altas velocidades. Al usar la conexión serie, el motor se debe hacer funcionar con 30% menos que la corriente nominal para prevenir calentamiento excesivo. La operación paralela permite un mayor torque en alta velocidad. Al usar la conexión paralela, la corriente se puede aumentar en 30% sobre la corriente nominal. Se debe tomar cuidado en cualquier caso para asegurarse que el motor no se está recalentando. Se muestran abajo diagramas eléctricos para motores de 8 conductores.



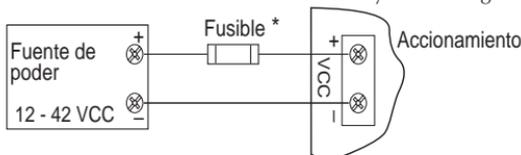
Nota: Los colores de los cables de motores paso a paso de otros fabricantes pueden tener otros colores.

Conectando la fuente de poder

La fuente de poder STP-PWR-3204 de **AUTOMATIONDIRECT** es la mejor opción para accionar motores paso a paso. Si usted necesita información de como escoger una fuente de poder diferente, lea la sección titulada "Escojiendo una fuente de poder" en este manual.

Si su fuente de poder no tiene un fusible o una protección de limitación de corriente de cortocircuito en la salida, se debe colocar un fusible de acción rápida de 4A entre el accionamiento y la fuente de poder. Instale el fusible en el terminal + de la fuente de poder.

Conecte el terminal "+" de la fuente de poder con el terminal del accionamiento rotulado "+ VDC". Conecte el terminal "-" con el terminal del accionamiento rotulado "VDC -". Use cable no más pequeño que 18 AWG. **Tenga cuidado de no invertir los cables.** La conexión reversa destruirá su accionamiento y anulará la garantía.

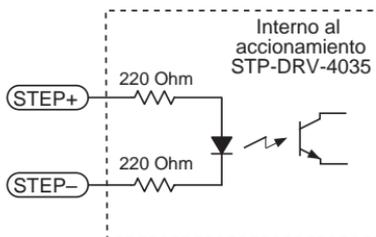


* No es necesario un fusible externo cuando se usa la fuente de poder STP-PWR-3204; en ese caso el fusible es interno.

Conectando las señales lógicas

El accionamiento *SureStep* contiene un circuito óptico de aislación para evitar que el ruido eléctrico inherente en amplificadores de conmutación interfiera con sus circuitos.

La aislación óptica es lograda energizando el motor de una fuente de poder diferente que la fuente que sus circuitos de control. No hay una conexión eléctrica entre las dos: la comunicación de la señal es transmitida por una luz infrarroja. Cuando su circuito se enciende o apaga, un LED infrarrojo, ya construído en el accionamiento, señala un estado de la lógica a los fototransistores que están conectados al cerebro o inteligencia del accionamiento. Se muestra un circuito esquemático de entrada del diagrama a la derecha.



Circuito de entrada del accionamiento

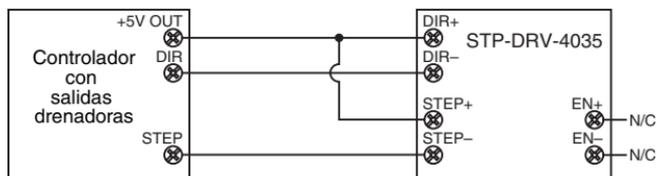
Usted necesitará suministrar una fuente de pulsos de paso al accionamiento en los terminales STEP+ y STEP- y a una señal de dirección en los terminales DIR+ y DIR- si se requiere una rotación bidireccional. Usted también necesitará determinar si los terminales de la entrada **ENABLE** son utilizados en su aplicación.

La operación, los niveles de voltaje y el cableado en los terminales **ENABLE** es igual que los terminales STEP y la DIRECCIÓN. El terminal de EN+ y EN- se puede dejar sin conectar si no se requiere la función de permiso.

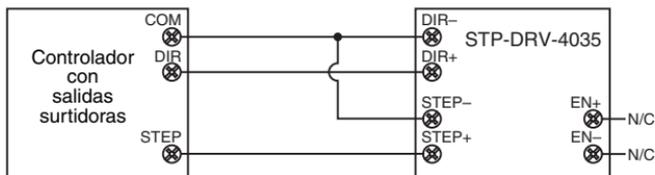
Todas las entradas de señales lógicas se pueden controlar por una señal de salida de C.C. que sea drenadora (NPN), surtidora (PNP) o diferencial.

En las siguientes páginas hay ejemplos para conectar varias formas de salidas de controladores paso a paso y de PLCs.

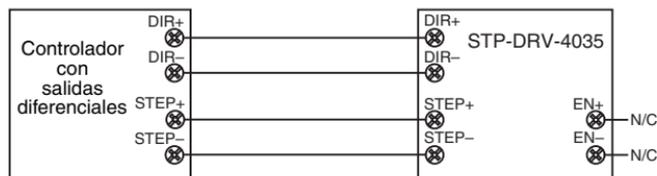
Conectando a un controlador con salidas drenadoras



Conectando a un controlador con salidas surtidoras



Conectando a un controlador con salidas diferenciales



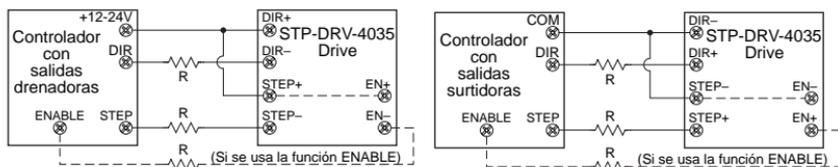
Nota: Muchos controladores de alta velocidad tienen salidas diferenciales.

Usando señales lógicas sin nivel TTL de 5 Volt

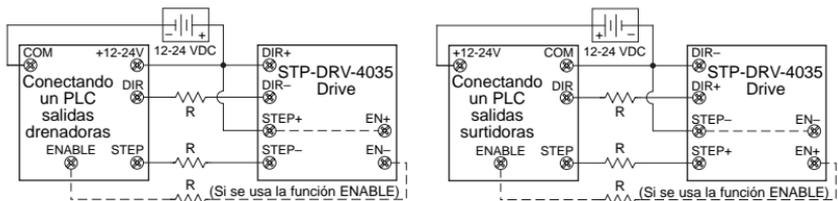
Algunas señales de pasos y de dirección, especialmente las señales de PLCs, no utilizan lógica de 5 Volt. Usted puede conectar los niveles de señal de hasta 24 volt al accionamiento *SureStep* si usted agrega resistencias externas a las entradas de STEP, DIR y de ENABLE, como mostrado abajo.

- Para señales lógicas de 12 Volt, agregue resistencias de 820 Ohm, de 1/4 Watt
- Para señales lógicas de 24 Volt, agregue resistencias de 2200 Ohm, de 1/4 Watt

Conectando un controlador con salidas drenadoras o surtidoras de 12 a 24 VCC



Conectando un PLC con salidas drenadoras o surtidoras de 12 a 24 VCC



Nota: La mayoría de los PLCs puede utilizar señales lógicas de 24 VCC.

La entrada Enable

La entrada **ENABLE** permite que el usuario apague la corriente al motor al proporcionar un voltaje positivo entre los terminales EN+ y el EN -. El circuito de la lógica continúa funcionando, de modo que el accionamiento "recuerda" la posición del paso incluso cuando los amplificadores son inhabilitados. Sin embargo, el motor puede moverse levemente cuando la corriente se quita dependiendo de las características exactas del motor y de la carga.



*Nota: Si usted no tiene ninguna necesidad de deshabilitar los amplificadores, usted no necesita conectar nada a la entrada **ENABLE**.*

Tabla de pasos
(medio paso)

Paso	A+	A-	B+	B-
0	abierto	abierto	+	-
1	+	-	+	-
2	+	-	abierto	abierto
3	abierto	-	-	+
4		abierto	-	+
5	-	+	-	+
6	-	+	abierto	abierto
7	-	+	+	
8	abierto	abierto	+	-

DIR=1
cw
(a favor de los punteros del reloj) ↓

DIR=0
ccw
(en contra de los punteros del reloj) ↑

El paso 0 es el estado de cuando se energiza el accionamiento

Configuración de la corriente de fase

Antes de encender la fuente de poder la primera vez, se necesita configurar el accionamiento para la corriente apropiada de la fase del motor. La corriente nominal normalmente está impresa en la placa de identificación del motor. La corriente del accionamiento *SureStep* es fácil de configurar. Si usted desea, usted puede aprender una fórmula simple para configurar la corriente y nunca necesitar el manual otra vez. O usted puede saltar a la tabla en la página siguiente, encontrar el valor de la corriente que usted desea y configure los DIP switches según la tabla.

Fórmula de configuración de la corriente de salida

Localice el banco de DIP switches cerca del conector del motor. Cinco de switches DIP en a las posiciones 5 a 9, tienen un valor de corriente impreso al lado de ellos, tales como 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6. Cada switch controla la cantidad de corriente, en Amperios (A), que su etiqueta indica, además del valor de corriente mínimo de 0.4 amperio. **Hay siempre una corriente base de 0,4 Amperios, incluso con los cinco DIP switches colocados en la posición "Off"** (al otro lado de sus etiquetas). Para agregar a ese valor, deslice los switches apropiados hacia sus etiquetas en el accionamiento. Usted puede necesitar un destornillador pequeño para esto.

Ajuste de corriente total de DIP switches =
Corriente necesitada por fase del motor – 0,4 A, que es la corriente base

Ejemplo

Suponga que desea configurar el accionamiento en 2,2 A por fase basada en el motor de pasos que muestra una corriente de fase de 2,2 A. Usted necesita la corriente de base de 0,4 A más otros 1,6 y 0,2 A.

$$2,2 = 0,4 + 1,6 + 0,2.$$

Deslice los DIP switches de 1,6 A y 0,2 A hacia las etiquetas según lo mostrado en la figura de la derecha.

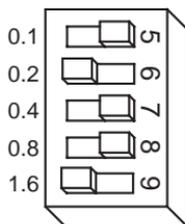
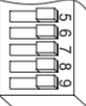
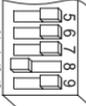
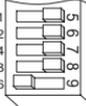
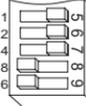
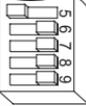
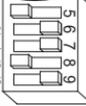
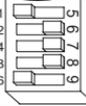
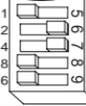
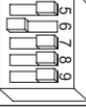
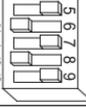
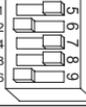
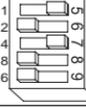
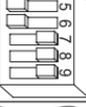
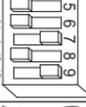
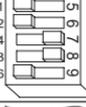
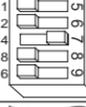
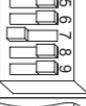
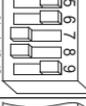
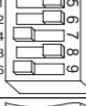
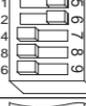
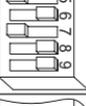
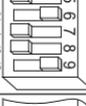
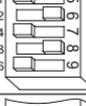
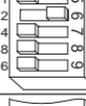
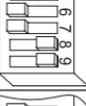
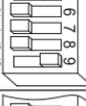
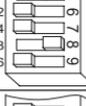
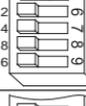
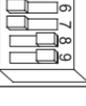
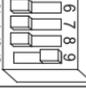
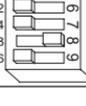
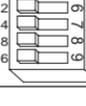


Tabla de configuración de la corriente de salida

<p>0.4 A/FASE</p> 	<p>1.2 A/FASE</p> 	<p>2.0 A/FASE</p> 	<p>2.8 A/FASE</p> 	<p>Valor original de fábrica</p>
<p>0.5 A/FASE</p> 	<p>1.3 A/FASE</p> 	<p>2.1 A/FASE</p> 	<p>2.9 A/FASE</p> 	
<p>0.6 A/FASE</p> 	<p>1.4 A/FASE</p> 	<p>2.2 A/FASE</p> 	<p>3.0 A/FASE</p> 	
<p>0.7 A/FASE</p> 	<p>1.5 A/FASE</p> 	<p>2.3 A/FASE</p> 	<p>3.1 A/FASE</p> 	
<p>0.8 A/FASE</p> 	<p>1.6 A/FASE</p> 	<p>2.4 A/FASE</p> 	<p>3.2 A/FASE</p> 	
<p>0.9 A/FASE</p> 	<p>1.7 A/FASE</p> 	<p>2.5 A/FASE</p> 	<p>3.3 A/FASE</p> 	
<p>1.0 A/FASE</p> 	<p>1.8 A/FASE</p> 	<p>2.6 A/FASE</p> 	<p>3.4 A/FASE</p> 	
<p>1.1 A/FASE</p> 	<p>1.9 A/FASE</p> 	<p>2.7 A/FASE</p> 	<p>3.5 A/FASE</p> 	

Micropasos

La mayoría de los accionamientos de motores paso a paso ofrecen una opción de resoluciones entre paso completo y medio paso. En la mayoría de los accionamientos de paso completo, se usan ambas fases del motor a cada momento. El medio paso divide cada paso en dos pasos más pequeños alternándose entre ambas fases encendido y una fase encendido. Los accionamientos Microstepping como el SureStep controlan exactamente la cantidad de corriente en cada fase en cada posición del paso como un medio de subdividir los pasos electrónicamente incluso más que eso. El accionamiento SureStep ofrece una opción de medio paso y de tres resoluciones de micropasos. El ajuste más alto divide cada paso completo en 50 micropasos, proporcionando 10.000 pasos por revolución al usar un motor de 1,8° por paso (O 200 pasos por revolución).

Además de proporcionar una posición exacta y movimiento suave, los accionamientos de micropasos pueden ser utilizados para proporcionar un movimiento en unidades convenientes. Cuando el accionamiento se configura a 2.000 pasos/rev (1/10 paso) y se utiliza con un tornillo de posicionamiento de 5 rev/cm, usted obtiene una resolución de 0,0001 cm. por paso.

Es fácil configurar la resolución del paso. Mire el DIP switch en el accionamiento SureStep. Al lado de los interruptores 2 y 3, hay etiquetas en la placa de circuito impreso. Cada interruptor tiene dos marcas en cada extremo. El interruptor 2 está marcado 1/5, 1/10 en un extremo y 1/5, 1/50 en el otro. El interruptor 3 se etiqueta 1/2, 1/5 y 1/10, 1/50. Para configurar el accionamiento para una resolución, deslice ambos interruptores hacia la etiqueta apropiada. Por ejemplo, si usted desea un paso 1/10, deslice el interruptor 2 hacia la etiqueta de 1/10 (a la izquierda) y el interruptor 3 hacia 1/10 (a la derecha).

Vea por favor a la tabla de abajo y configure los interruptores para la resolución que usted desea.

	<p>400 PASOS/REV (MEDIO)</p> 	<p>2,000 PASOS/REV (1/10)</p> 
Valor original	<p>1,000 PASOS/REV (1/5)</p> 	<p>10,000 PASOS/REV (1/50)</p> 

Reducción de corriente cuando el motor está parado

Su accionamiento tiene una función que reduce automáticamente la corriente del motor en 50% en cualquier momento que el motor no se está moviendo. Esto reduce el calentamiento del accionamiento aproximadamente a 50% y baja el calentamiento del motor en 75%. Esta característica puede ser desactivada si se desea mantener la corriente continuamente. Esto es útil cuando se requiere un alto torque cuando el eje del motor está parado. Para reducir al mínimo el calentamiento del accionamiento y del motor recomendamos que active la función de reducción de corriente a menos que su uso le obligue a usarla.

La reducción de corriente es activada con el DIP switch 4 hacia la etiqueta de **50% IDLE**, según lo mostrado en el bosquejo de abajo. Deslizando el switch al contrario de la etiqueta de **50% IDLE** inhabilita la característica de reducción.



**Reducción de corriente
seleccionada
(Como viene de fábrica)**



Sin reducción de corriente

Self Test

El accionamiento *SureStep* incluye una función de prueba llamada **self test**, sin necesidad de tener un PLC. Esto se usa para la investigación de fallas o verificación del circuito entre el accionamiento y el motor. Si usted no está seguro sobre las conexiones al motor o al accionamiento, o si el accionamiento *SureStep* no está respondiendo a los pulsos de paso, se puede activar esta prueba.

Para activar la prueba, coloque el DIP switch 1 hacia la etiqueta **TEST**. El accionamiento hará girar lentamente el motor, 1/2 revolución hacia adelante y luego 1/2 revolución hacia atrás. Esto se repite hasta que usted deslice el switch al otro lado de la etiqueta **TEST**. El accionamiento *SureStep* utiliza siempre modo de medio paso durante la prueba, no importa cómo estén los switches 2 y 3. La prueba no hace caso de las entradas **STEP** y **DIRECCIÓN** mientras funciona. La entrada **ENABLE** continúa funcionando normalmente.



Self Test activado



**Self Test desactivado
(Como viene de fábrica)**

Escojiendo una fuente de poder

Voltaje

Los accionamientos de conmutación trabajan prendiendo y apagando el voltaje a los terminales del motor mientras supervisan la corriente para alcanzar un nivel exacto de corriente de fase. Para hacer esto eficiente y silenciosamente, usted debe tener una fuente de poder con un voltaje de por lo menos unas cinco veces el voltaje del motor. Dependiendo de cuán rápidamente usted desea hacer funcionar el motor, usted puede necesitar aún más voltaje. Más es mejor, el único límite superior es el voltaje nominal máximo del accionamiento: 42 Volt (incluyendo ripple u ondulación).

Si usted elige una fuente de poder no regulada, no exceda 30 Volt C.C. Esto es porque las fuentes no reguladas son definidas por la corriente de carga completa. En cargas pequeñas, como cuando el motor no se está moviendo, el voltaje real puede ser hasta 1,4 veces el voltaje en la etiqueta de la fuente de poder.

La fuente de poder **STP-PWR-3204** está diseñada para suministrar el voltaje máximo, aproximadamente 32 VCC, mientras tenga carga, que no exceda el límite superior de 42 VCC cuando está sin carga.

Corriente

La corriente máxima de la fuente que se necesitará es la suma de las corrientes bifásicas. Sin embargo, usted necesitará generalmente mucho menos que eso, dependiendo de las condiciones del tipo, del voltaje, de la velocidad y de la carga del motor. Esto es, porque el accionamiento *SureStep* utiliza amplificadores de conmutación, convirtiendo un alto voltaje y una corriente baja en una tensión más baja y una corriente más alta. Mientras más exceda el voltaje de la fuente el voltaje del motor, menos corriente necesitará de la fuente de poder.

Recomendamos el procedimiento de selección siguiente:

1. Si usted planea usar solamente algunos accionamientos, obtenga una fuente de poder con por lo menos dos veces la corriente nominal de la fase del motor.
2. Si usted está diseñando para producción en masa y debe reducir al mínimo el costo, obtenga una fuente de poder con más de dos veces la corriente nominal del motor. Instale el motor y supervise la corriente que sale de la fuente de poder y en el accionamiento en diferentes cargas del motor. Esto le dirá cuánta corriente usted realmente necesita de modo que pueda escoger una fuente de poder de un costo más bajo.

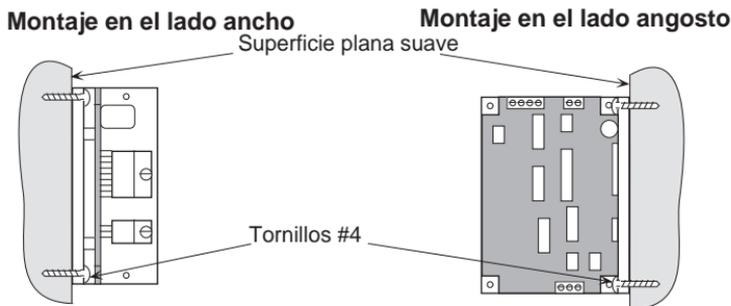
Si usted planea utilizar una fuente de poder regulada usted puede encontrar un problema con la corriente de protección (foldback). Cuando energiza por primera vez el accionamiento, aparecerá la corriente de inrush de ambas fases del motor por algunos milisegundos mientras que se está estableciendo el campo del estator. Después, los amplificadores comienzan a conmutar y es drenada mucho menos corriente de la fuente de poder. Si su fuente de poder piensa que este inrush inicial es un cortocircuito puede bajar a una tensión más baja. Con muchos esquemas de protección el voltaje vuelve a normal solamente después del primer paso del motor y queda bien después de eso. En ese sentido, las fuentes de poder no reguladas son mejores. Son también menos costosas.



Nota: La fuente de poder SureStep™ STP-PWR-3204 de AutomationDirect es la mejor opción de fuente de poder C.C. a se usada con el accionamiento SureStep™ STP-DRV-4035.

Montaje del accionamiento

Usted puede montar el accionamiento en el lado ancho o angosto del chasis. Si usted monta el accionamiento en el lado ancho, use tornillos #4 a través de los cuatro orificios en la esquina. Para montaje lateral en el lado angosto, usted puede utilizar tornillos #4 en los dos orificios laterales.



A menos que Ud. haga funcionar el sistema abajo de una corriente de 1 A/fase del motor, se necesita de un disipador de calor. A menudo, el panel de montaje metálico puede ser un disipador de calor efectivo.

Los amplificadores de conmutación en el accionamiento generan calor. A menos que usted esté funcionando abajo de 1 A, usted puede necesitar un disipador de calor.

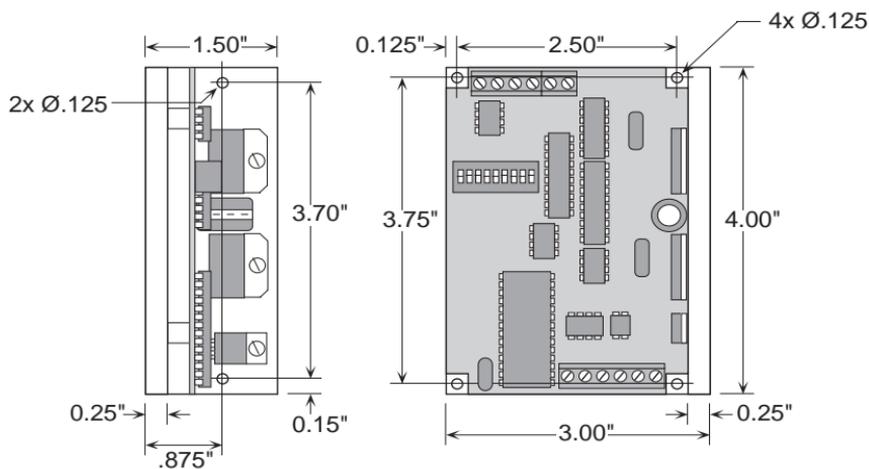
Para hacer funcionar el accionamiento continuamente a la energía máxima usted debe montarlo correctamente en una superficie que disipa el calor con una constante térmica de no más que 4C/watt. A menudo, el recinto metálico de su sistema puede hacer un disipador de calor eficaz.

Nunca use el accionamiento en un espacio donde no hay flujo de aire o donde hay otros dispositivos que hagan que el aire circundante esté a más de 70 C.

Nunca coloque el accionamiento donde le pueda llegar humedad o donde le pueda llegar partículas de metal.

La placa metálica del accionamiento puede calentarse a más de lo que puede soportar su piel y es por eso que el recomendamos tener cuidado de tocarla al estar en operación.

Dimensiones



Dimensiones en pulgadas

MOTORES
PASO A PASO
SURESTEP™



CAPÍTULO
3

En este capítulo...

Características	3-2
Especificaciones	3-3
Diseño e Instalación	3-3
Fuente de poder y accionamiento	3-4
Montaje del motor	3-4
Conectando el motor	3-4
Diagrama de cableado y cable de extensión	3-4
Curvas de torque vs. velocidad	3-5
Dimensiones	3-7

Características

- Cuatro motores paso a paso estándares para cubrir un amplio rango de aplicaciones
- El estilo cuadrado de la carcasa produce un alto torque y logra una mejor relación de volumen a torque
- Rebordes o bridas de montaje NEMA 17, 23 y 34
- Rangos de torque con el eje detenido desde 83 a 434 onzas-pulgada o 0,59 hasta 3,06 N-m
- Cable del motor con conector, de 12 pulgadas de largo
- Cable de extensión de 20 pies (6 metros) con conector

NEMA 17
STP-MTR-17048



NEMA 23
STP-MTR-23055



NEMA 23
STP-MTR-23079



NEMA 34
STP-MTR-34066



Cable de extensión
STP-EXT-020



Especificaciones

Especificaciones del motor paso a paso SureStep™				
Números de artículo	STP-MTR-17048	STP-MTR-23055	STP-MTR-23079	STP-MTR-34066
Flanje del Motor	NEMA 17	NEMA 23	NEMA 23	NEMA 34
Torque de eje deternido máximo	0,59 N-m	1,29 N-m	2,08 N-m	3,06 N-m
	83 onzas-pulgada	166 onzas-pulgada	276 onzas-pulgada	434 onzas-pulgada
	5,2 libras-pulgada	11,4 libras-pulgada	18,4 libras-pulgada	27,1 libras-pulgada
Inertía del rotor	0,0000068 kg-m ²	0,000027 kg-m ²	0,000047 kg-m ²	0,00014 kg-m ²
	0,45 oz-in ²	1,483 oz-in ²	2,596 oz-in ²	7,66 oz-in ²
	0,00006 lb-in-s ²	0,00024 lb-in-s ²	0,00042 lb-in-s ²	0,0012 lb-in-s ²
Corriente nominal	2,0 A/fase	2,8 A/fase	2,8 A/fase	2,8 A/fase
Angulo del paso básico	1,8° (motores bifásicos con cable con conector)			
Peso	210 gramos 0,7 lbs	457 gramos 1,50 lbs	1 Kg 2,2 lbs	1,17 Kg 3,85 lbs
Tolerancia del eje	0,0508 mm o 0,002 pulgadas			
Juego radial del eje @ fuerza de 1 libra	0,0254 mm o 0,001 pulgadas máximas			
Perpendicularidad	0,0762 mm o 0,003 pulgadas			
Concentricidad	0,0508 mm o 0,002 pulgadas			
Temperatura de operación	-20 °C a 50 °C (La temperatura externa del motor debe mantenerse abajo de 100 °C (212 °F))			
Fuerza máxima radial	1,82 Kg o 6 lbs	4,57 Kg o 15 lbs	4,57 Kg o 15 lbs	11,89 Kg o 39 lbs
Fuerza máxima axial	1,82 Kg o 6 lbs	3,96 Kg o 13 lbs	3,96 Kg o 13 lbs	7,62 Kg o 25 lbs
Clase de aislación	Clase B 130 °C			
Aprobación de Agencia	CE (cumple con EN55014-1 (1993) y EN60034-1.5.11)			
Cable de extensión (motor al accionamiento)	6 metros o 20 pies - Número de artículo STP-EXT-020			

Diseño e instalación

Permita un tiempo suficiente para acelerar la carga y dimensione el motor paso a paso con un factor de seguridad del 100% del torque.

No desmonte los motores paso a paso porque la eficiencia del motor será reducida y la garantía será anulada.

No conecte ni desconecte el motor paso a paso durante la operación.

Monte el motor a una superficie con buena conductividad térmica, tal como acero o aluminio, para permitir la disipación de calor.

Use un acoplamiento flexible con "abrazaderas" al eje del motor y al eje de la carga para prevenir empuje axial en los cojinetes con pequeños desalineamientos.

Fuente de poder y accionamiento del motor

La fuente de poder STP-PWR-3204 de AutomationDirect es la mejor opción para accionar motores paso a paso de **AUTOMATIONDIRECT** y otros. La fuente de poder STP-PWR-3204 fue diseñada para trabajar con el accionamiento del motor bipolar de **AUTOMATIONDIRECT** *SureStep™* STP-DRV-4035.

Montaje del motor

Se recomienda que el motor esté montado en una superficie metálica para ayudar a disipar el calor generado por el motor. El motor puede tener el eje horizontal o vertical; si es vertical, no debe haber esfuerzo radial en el motor, excepto el peso de su propio rotor.

Conectando el motor

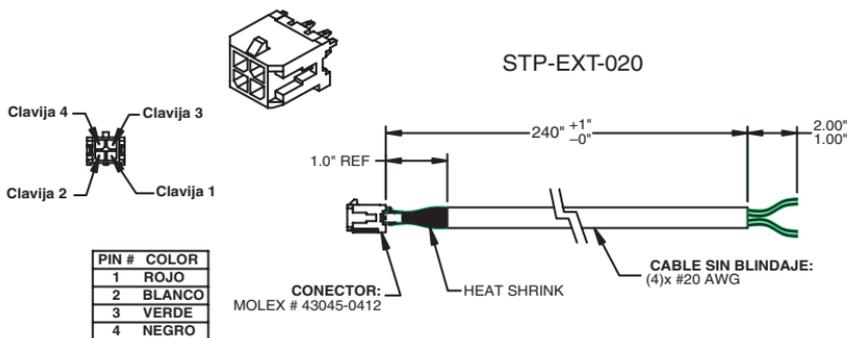


Advertencia: Al conectar un motor paso a paso con un accionamiento o un controlador indexer, asegúrese que la fuente de poder del motor está apagada.

Nunca desconecte el motor mientras que el accionamiento esté energizado.

Nunca conecte los cables del motor a la tierra o directamente a la fuente de poder. (vea el diagrama del cable de extensión de la figura de abajo para el código de color de los conductores del motor paso a paso de los motores suministrados por **AUTOMATIONDIRECT**)

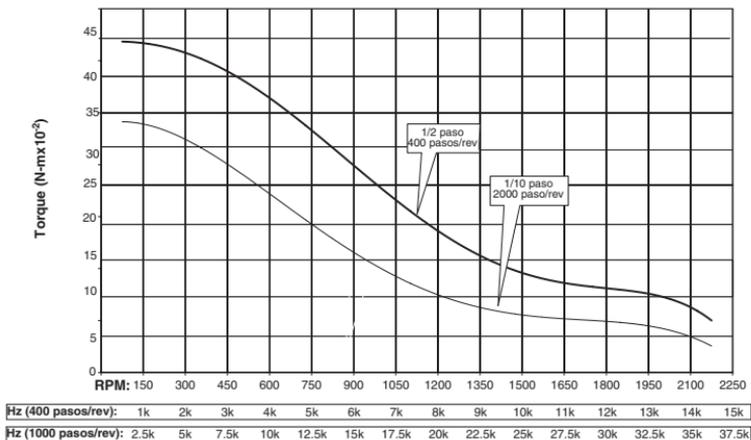
Diagrama del cable de extensión



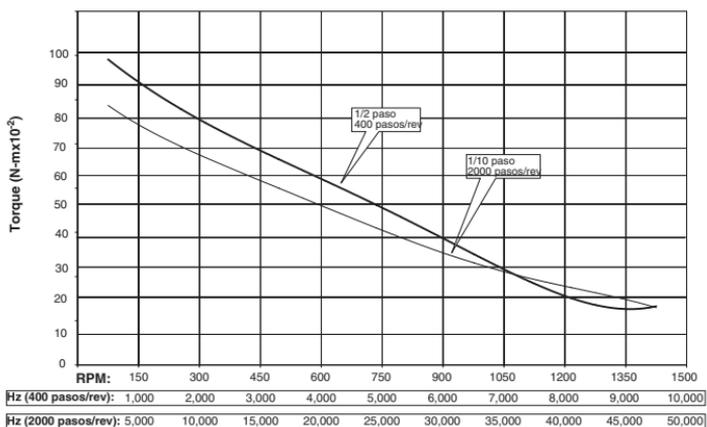
Curvas de torque vs. velocidad

Observe por favor que la curva de torque contra valores de velocidad mostrados fue obtenida al voltaje de entrada nominal de CA usando los motores paso a paso *SureStep*™, la fuente de poder STP-PWR-3204 y un cable inalterado de extensión STP-EXT-020, todos descritos en este manual.

STP-MTR-17048

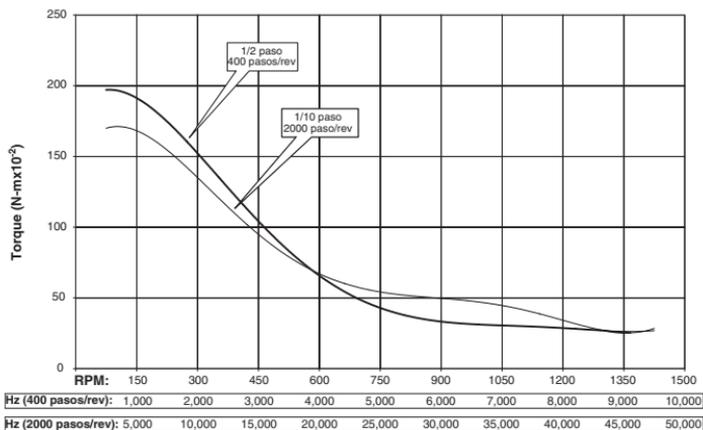


STP-MTR-23055

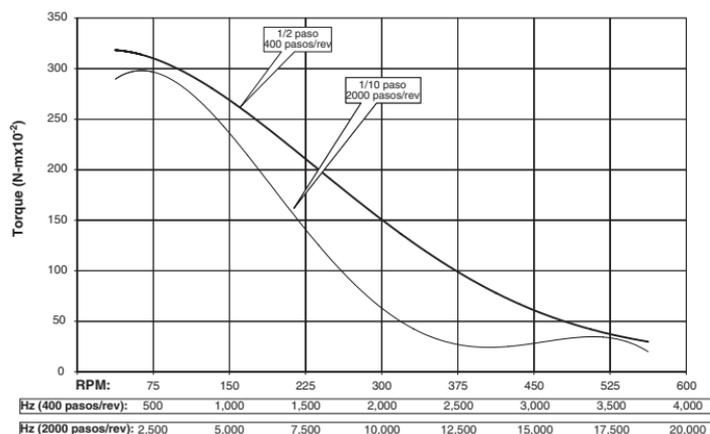


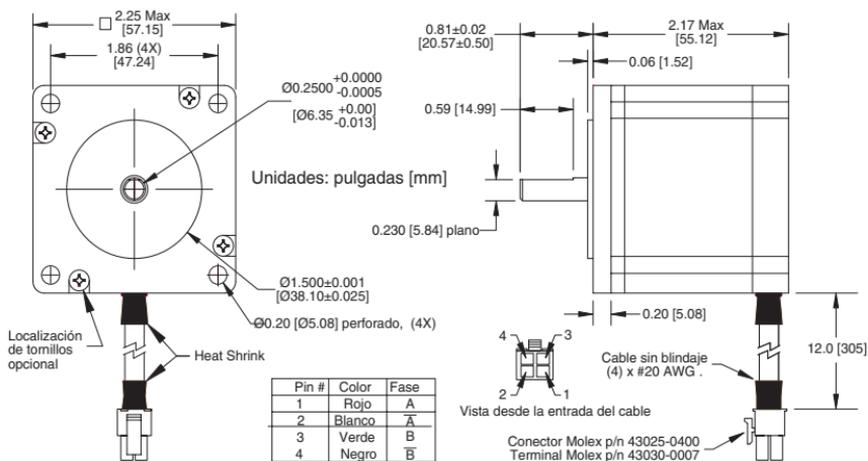
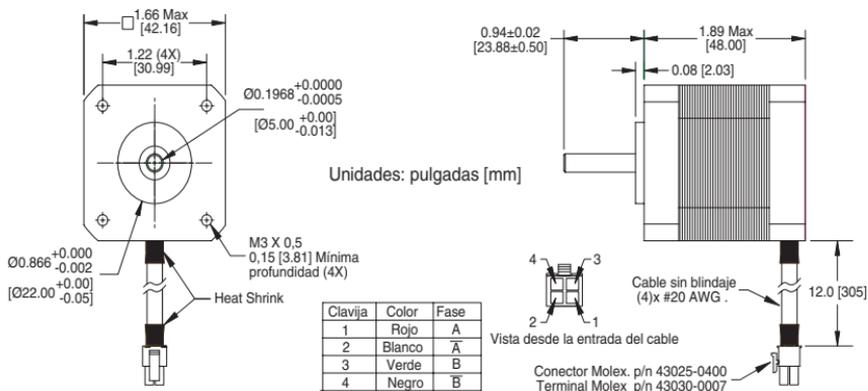
Curvas de torque vs. velocidad (cont)

STP-MTR-23079



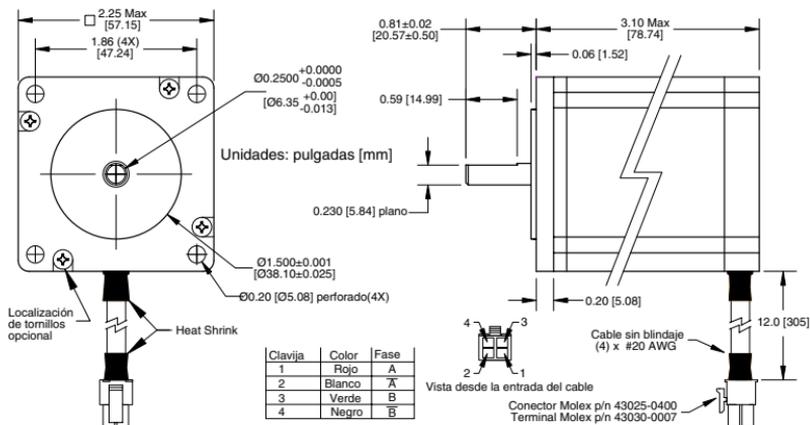
STP-MTR-34066



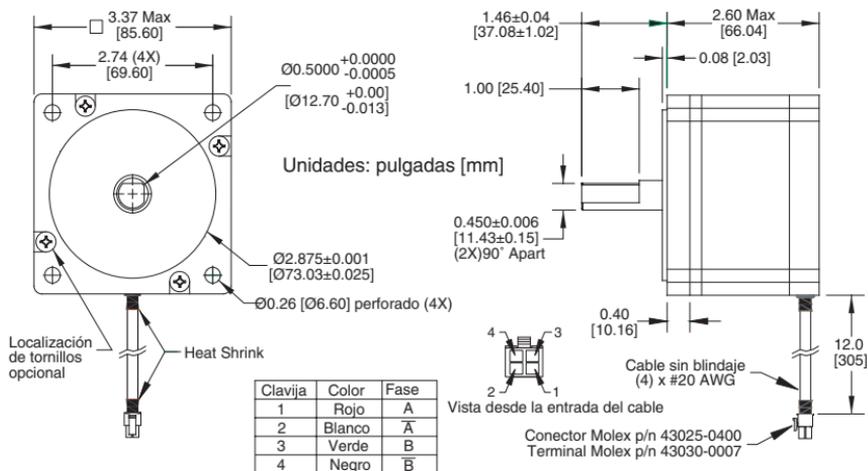


Dimensiones (cont)

STP-MTR-23079



STP-MTR-34066



FUENTE DE PODER
SURESTEP™
STP-PWR-3204



CAPÍTULO
4

En este capítulo...

Características	4-2
Especificaciones	4-3
Disposición de terminales y componentes	4-4
Montaje de la fuente de poder	4-5
Dimensiones	4-6

Características

- Salida de 32 VCC hasta 4 A no regulada para un motor paso a paso bipolar
- Salida de 5 VCC $\pm 5\%$ con hasta 500 mA regulada, para las entradas de pulsos
- Terminales con tornillos de entrada de CA y de salida de C.C.
- Entrada de alimentación de 120 o 240 VCA, 50/60 Hertz, seleccionable por un switch
- LEDs de indicación de fuente energizada

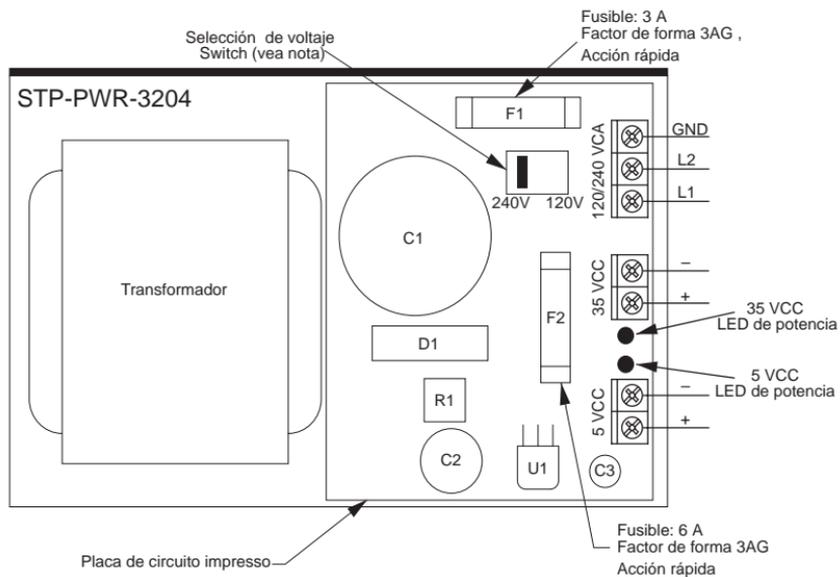


Nota: La fuente de poder para motores paso a paso puede suministrar potencia hasta tres accionamientos de motores SureStep™ STP-DRV-4035, dependiendo de los requisitos de tamaño y de aplicación del motor paso a paso.

Especificaciones

Especificaciones de la fuente de poder SureStep™	
Número de artículo	STP-PWR-3204
Alimentación (protegida por fusible)	monofásica, 120/240 VCA, 50/60 Hz, 150 VA (Fusible: 3 A, factor de forma 3AG, acción rápida)
Voltajes de entrada (Seleccionado por un switch)	120/240 VCA \pm 10% Nota: El switch de selección de voltaje es configurado en la fábrica como para 240 VCA.
Corriente de Inrush	120 VCA < 12 A / 240 VCA < 14 A
Salida de alimentación del motor (linear no regulada, protegida por fusible e indicador LED de energización)	32 VCC @ 4 A (con carga plena) 35 VCC @ 1 A con carga 41 VCC @ sin carga (Fusible: 6 A, factor de forma 3AG, acción rápida)
Salida de alimentación lógica (regulada a \pm 5%, sobrecarga protegida electronicamente e indicador LED de energización)	5 VCC @ 500 mA (Sobrecarga protegida electrónicamente)
Rango de temperatura de operación	0 °C a 50 °C; disminuye la corriente 1,1% por grado sobre 50 °C; 70 °C máximo
Rango de temperatura de almacenamiento	-55 °C a 85 °C
Humedad relativa	95% (sin condensación) máximo
Método de enfriamiento	Convección natural (monte la fuente sobre una superficie metálica, si es posible)
Dimensiones	4 x 7 x 3¼ pulgadas
Montaje	Use cuatro (4) tornillos #8 or #10 para montar en cualquiera de los lados de la placa.
Peso	2 Kg o 6.5 lbs
Conexiones	Terminales de tornillos
Aprobación de agencias	UL, CSA y CE

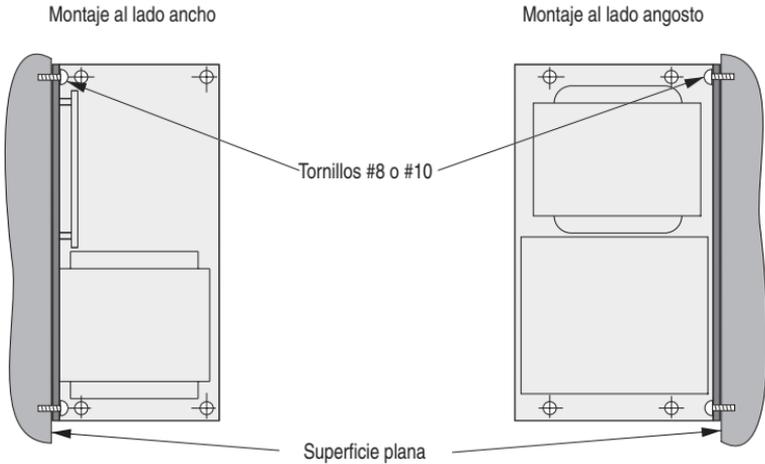
Disposición de terminales y componentes



Nota: El switch de rango de voltaje está colocado en 240 VCA en la fábrica

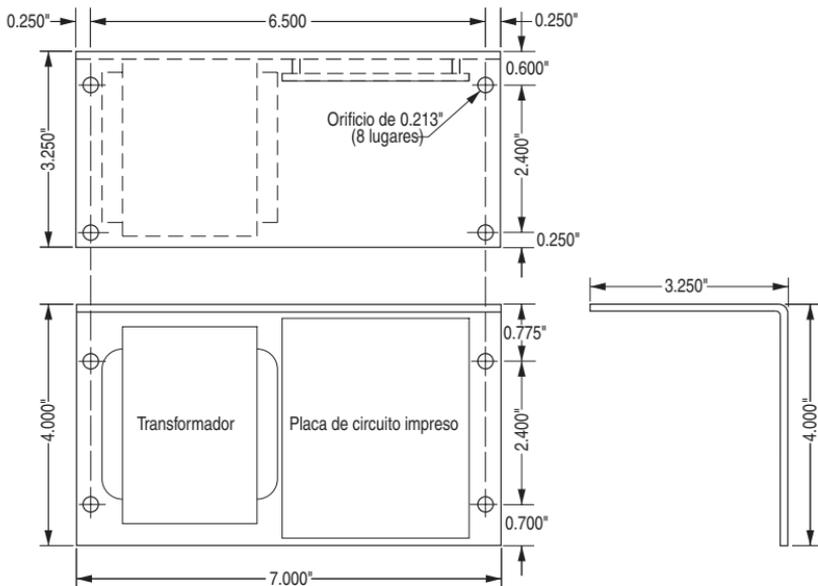
Montaje de la fuente de poder

La fuente de poder STP-PWR-3204 se puede montar en el lado inferior o el lado trasero del chasis. Cualquier orientación tiene cuatro agujeros de montaje de diámetro 0.213". Use tornillos de máquina #8 o #10.



Advertencia: Nunca use la fuente de poder en un espacio donde no hay flujo de aire o la temperatura del aire circundante es mayor de 70° C.

Dimensiones



SELECCIÓN DEL SISTEMA *SureStep*



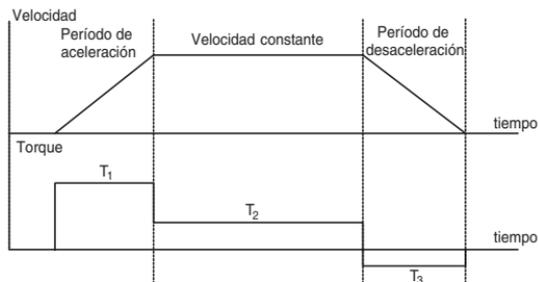
En este apéndice...

Seleccionando componentes del sistema <i>SureStep</i>TM	A-2
El procedimiento de selección	A-2
¿Cuántos pulsos debe hacer el PLC para hacer el movimiento?	A-2
¿Cual es la resolución de posición de la carga?	A-4
¿Cual es frecuencia de pulsos para obtener el tiempo del movimiento?	A-5
Calculando el torque resistivo de la carga	A-6
Tabla 1 - Calcule el torque para "aceleración" y "operación"	A-7
Tornillo de bolas - Ejemplo de cálculos	A-10
Paso 1 - Defina la necesidades de movimiento y del actuador	A-10
Paso 2 - Determine la resolución de posicionamiento de la carga	A-10
Paso 3 - Determine el perfil de movimiento	A-11
Paso 4 - Determine el torque necesario para mover la carga	A-11
Paso 5 - Seleccione y confirme el sistema de motorización	A-12
Correa transportadora - Ejemplo de cálculos	A-13
Paso 1 - Defina la necesidades de movimiento y del actuador	A-13
Paso 2 - Determine la resolución de posicionamiento de la carga	A-14
Paso 3 - Determine el perfil de movimiento	A-14
Paso 4 - Determine el torque necesario para mover la carga	A-14
Paso 5 - Seleccione y confirme el sistema de motorización	A-15
Mesa rotatoria - Ejemplo de cálculos	A-16
Paso 1 - Defina la necesidades de movimiento y del actuador	A-16
Paso 2 - Determine la resolución de posicionamiento de la carga	A-16
Paso 3 - Determine el perfil de movimiento	A-17
Paso 4 - Determine el torque necesario para mover la carga	A-17
Paso 5 - Seleccione y confirme el sistema de motorización	A-18
Tablas de conversión de unidades, fórmulas y definiciones: ...	A-19

Seleccionando componentes del sistema *SureStep*™

La selección de su sistema *SureStep*™ sigue un proceso bien definido. Veamos el proceso y definamos algunas relaciones y fórmulas útiles. Usaremos esta información en algunos ejemplos típicos a lo largo de la explicación. Estos ejemplos son calculados con el sistema métrico, ya que los cálculos resultan mucho más fáciles de ejecutar.

El procedimiento de selección



El motor suministra el torque necesario para crear el movimiento requerido de la carga a través de un actuador (los aparatos mecánicos que están entre el eje del motor y la carga o el objeto). La información más importante para lograr el movimiento requerido es:

- cantidad total de pulsos del PLC para llegar a la posición
- resolución de la posición de la carga
- velocidad de indexación (o frecuencia de los pulsos del PLC) para alcanzar el tiempo de movimiento
- torque que tiene que suministrar el motor paso a paso (incluyendo un factor de seguridad de 100%)
- Relación de inercia del motor a la carga, como verificación

Siendo la carga y el actuador elementos físicos con masa, siempre se necesitará un torque dinámico para mover la carga en la aceleración y para frenar la carga en la desaceleración, además de la resistencia normal de la carga. Vea la sección "Calculando el torque resistivo de la carga".

En el sistema MKS o métrico

- el torque se mide en N-m.
- la inercia se mide en $\text{Kg}\cdot\text{m}^2$
- la aceleración lineal se mide en m/s
- la velocidad de rotación se mide en radianes por segundo y corresponde a $\text{RPM} \cdot 2 \cdot \pi \div 60$.

En un análisis final, necesitamos alcanzar el movimiento requerido con exactitud de posición aceptable. esto se mide en la resolución de posicionamiento.

¿Cuántos pulsos debe generar el PLC para hacer el movimiento hasta la posición deseada?

El número total de pulsos para hacer el movimiento es expresado por la fórmula:

$$\text{Fórmula ①: } P_{\text{total}} = \text{pulsos totales} = (D_{\text{total}} \div (d_{\text{carga}} \div i)) * \theta_{\text{paso}}$$

D_{total} = distancia total del movimiento

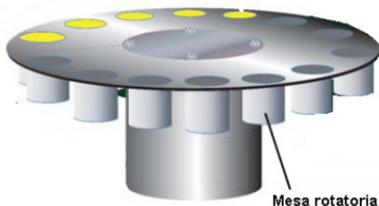
d_{carga} = distancia que se mueve la carga por rotación del eje del actuador (P = paso = $1/i_{\text{carga}}$)

θ_{paso} = Resolución del paso del accionamiento (pasos/rev_{motor})

i = razón de la reducción (rev_{motor}/rev_{eje reductor})

Ejemplo 1:

El motor se une directamente a un disco, el motor es ajustado para 400 pasos por revolución y necesitamos mover el disco 5,5 revoluciones. ¿Cuántos pulsos debe generar el PLC para enviar al accionamiento?



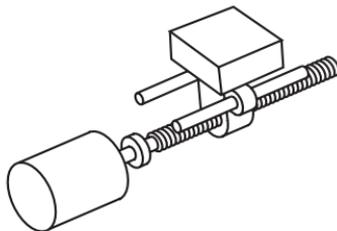
Mesa rotatoria

Solución

$$P_{\text{total}} = (5.5 \text{ rev}_{\text{disco}} \div (1 \text{ rev}_{\text{disco}}/\text{rev}_{\text{eje}} \div 1 \text{ rev}_{\text{motor}}/\text{rev}_{\text{eje}})) * 400 \text{ pasos}/\text{rev}_{\text{motor}} = 2200 \text{ pulsos}$$

Ejemplo 2:

El motor se une directamente a un tornillo o husillo de bolas que mueve una mesa, donde una vuelta del tornillo corresponde a 10 milímetros de movimiento lineal; el accionamiento se configura para 1000 pasos por revolución y necesitamos mover la mesa 45 milímetros. ¿Cuántos pulsos necesitamos enviar al accionamiento?



$$P_{\text{total}} = (45 \text{ mm} \div (10 \text{ mm}/\text{rev}_{\text{tornillo}} \div 1 \text{ rev}_{\text{motor}}/\text{rev}_{\text{tornillo}})) * 1000 \text{ pasos}/\text{rev}_{\text{motor}} = 4500 \text{ pulsos}$$

Ejemplo 3:

Agreguemos una reducción de correa de 2:1 entre el motor y el tornillo o husillo de bolas en el ejemplo 2. Ahora ¿Cuántos pulsos necesitamos para hacer el movimiento de 45 milímetros?

$$P_{\text{total}} = (45 \text{ mm} \div (10 \text{ mm}/\text{rev}_{\text{tornillo}} \div 2 \text{ rev}_{\text{motor}}/\text{rev}_{\text{tornillo}})) * 1000 \text{ pasos}/\text{rev}_{\text{motor}} = 9000 \text{ pulsos}$$

¿Cuál es la resolución de posición de la carga?

Deseamos saber cuanto se moverá la carga para un pulso o paso del eje del motor.

La fórmula para determinar la resolución de posición es:

Fórmula ②: $L_{\theta} = \text{Resolución de posición} = (d_{\text{carga}} \div i) \div \theta_{\text{paso}}$

Ejemplo 4:

¿Cuál es la resolución de posición para el sistema en el ejemplo 3?

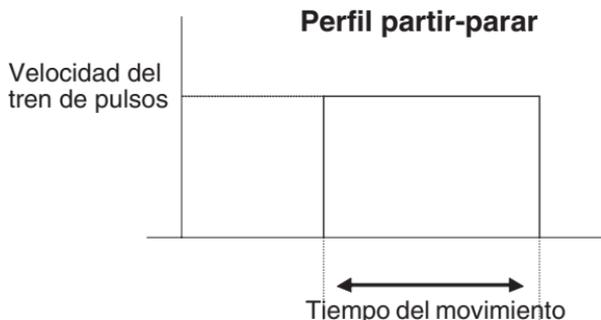
$$L_{\theta} = (d_{\text{carga}} \div i) \div \theta_{\text{paso}}$$

$$= (10 \text{ mm/rev}_{\text{tornillo}} \div 2 \text{ rev}_{\text{motor}}/\text{rev}_{\text{tornillo}}) \div 1000 \text{ pasos/rev}_{\text{motor}}$$

$$= 0,005 \text{ mm/paso}$$

¿Cuál es frecuencia de pulsos para obtener el tiempo de movimiento?

El tipo más básico de perfil de movimiento es un perfil "partir-parar" donde no hay un período de aceleración o uno de desaceleración. Este tipo de perfil de



movimiento se usa solamente para aplicaciones de baja velocidad porque la carga "se mueve de un tirón" a partir de una velocidad a otra y el motor que camina se atascará o faltarán pulsos si se trata de hacer cambios excesivos de velocidad. La fórmula para encontrar la velocidad del tren de pulsos para el movimiento "partir-parar" es:

Fórmula ③: $f_{SS} = \text{velocidad del tren de pulsos} = P_{\text{total}} \div t_{\text{total}}$

P_{total} = Pulsos totales

t_{total} = tiempo del movimiento

Ejemplo 5:

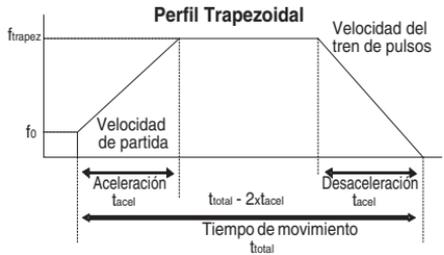
¿Cuál es la velocidad del tren de pulsos para hacer un movimiento "partir-parar" con 10.000 pulsos en 800 ms?

$$f_{SS} = \text{Velocidad de tren de pulsos} = P_{\text{total}} \div t_{\text{total}} = 10.000 \text{ pulsos} \div 0,8 \text{ segundos}$$

$$= 12,500 \text{ Hz.}$$

Perfil trapezoidal

Para una operación de velocidad más alta, el perfil "trapezoidal" de movimiento incluye aceleración y desaceleración controlada y una velocidad inicial diferente de cero. Con tiempos de aceleración y de desaceleración iguales, la velocidad máxima del tren de pulsos se puede encontrar usando la fórmula:



Fórmula ④: $f_{\text{Trapez}} = (P_{\text{total}} - (f_0 * t_{\text{acel}})) \div (t_{\text{total}} - t_{\text{acel}})$

para perfiles trapezoidales de movimiento con la misma acel/desaceleración

siendo f_0 = Velocidad de partida

t_{acel} = tiempo de aceleración o desaceleración

Esto se desprende de establecer que:

- durante la aceleración los pulsos son: a) $P_{\text{acel}} = (f_{\text{trapez}} - f_0) \times t_{\text{acel}}$
- durante el movimiento constante es b) $P_{\text{cte}} = (f_{\text{trapez}}) \times (t_{\text{total}} - t_{\text{acel}})$
- durante la desaceleración es c) $P_{\text{desacel}} = (f_{\text{trapez}} - 0) \times t_{\text{acel}}$

Sumando estos valores se llega a la fórmula de arriba. Esta fórmula no vale para tiempos de aceleración y desaceleración diferentes, pero es fácil calcular esta condición usando el mismo criterio.

Ejemplo 6:

¿Cuál es la velocidad del tren de pulsos requerida para hacer un movimiento "trapezoidal" en 800 ms, el tiempo de acel/desaceleración de 200 ms cada uno, 10.000 pulsos totales y una velocidad inicial de 40 Hertz?

$$f_{\text{Trapez}} = (10.000 \text{ pulsos} - (40 [\text{pulsos/s}] * 0,2 [\text{s}])) \div (0,8 [\text{s}] - 0,2 [\text{s}])$$

$$\approx 16.653 \text{ Hz.}$$

Calculando el torque resistivo de la carga

El torque que requiere ser suministrado por el sistema de accionamiento al actuador debe ser mayor que el torque resistivo y se puede determinar como la suma del torque de aceleración y del torque resistivo a velocidad constante y se recomienda aplicar al motor un factor de seguridad entre 20 a 100%, dependiendo del sistema en cuestión, para evitar que el motor deje de ejecutar pulsos o se pare por cambios de carga, ya que hay varios efectos difíciles de cuantificar, tal como la velocidad del lubricante, desgaste del actuador, etc,

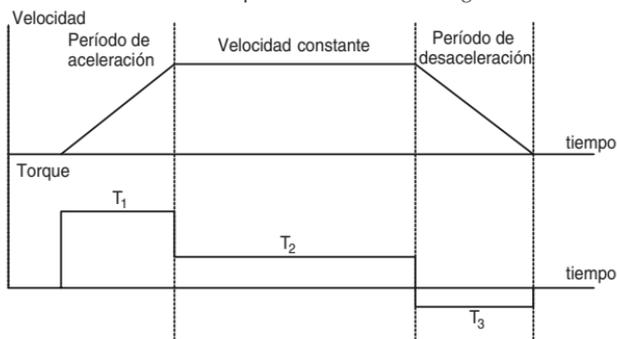
La fórmula para el torque mínimo que el motor debe suministrar es:

Fórmula ⑤: $T_{\text{motor}} = T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}}$

T_{acel} = el torque que requiere la carga para acelerar y desacelerar la inercia total del sistema (inercia incluyendo la del motor y del actuador)

T_{resist} = El torque de carga a velocidad constante para hacer funcionar el mecanismo, para vencer la fricción, a fuerzas externas de carga, etc.

En la **tabla 1** de la próxima página mostramos cómo calcular el torque requerido para acelerar o desacelerar una carga con inercia a partir de una velocidad a otra y el cálculo del torque a velocidad constante para actuadores mecánicos comunes y de ese cálculo resulta una curva típica resistiva como la siguiente.



Note que el torque dinámico de aceleración aumenta al aumentar la aceleración. Por eso es posible, escoger un motor de menor torque si se disminuye la aceleración, esto es, el tiempo que demora para alcanzar la velocidad constante.

En relación al cálculo de inercias, se acostumbra considerar la eficiencia del actuador en este cálculo (aunque no es correcto) ya que la eficiencia debe entrar más bien en el cálculo del torque resistivo. Sin embargo, esto permite considerar fórmulas más simples en la determinación del torque resistivo.

El motor paso a paso no suministra el mayor torque cuando está parado sino cuando está en el medio de un paso, pero debe estar activado con la corriente del accionamiento (el accionamiento debe estar activado). Note de las curvas que el torque del motor disminuye al aumentar la velocidad (debido a la influencia de la inductancia del motor) y al aumentar la cantidad de pulsos por revolución del eje.

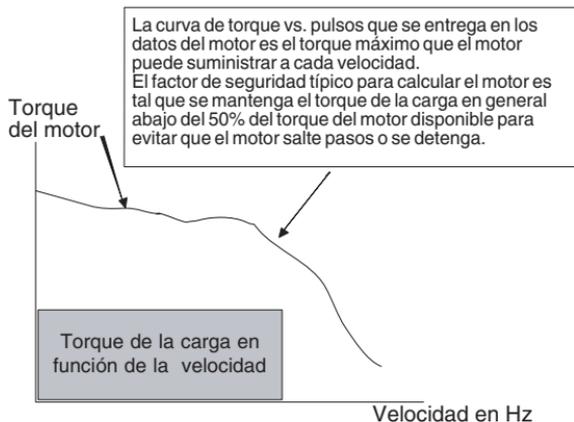


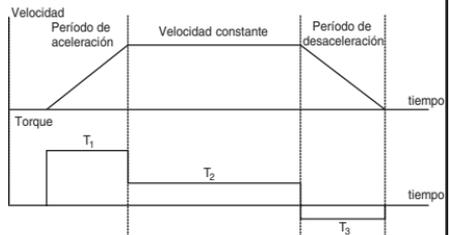
Tabla 1 - Cálculo de torque para "aceleración" y "operación"

El torque requerido para acelerar o desacelerar una carga con inercia con un cambio linear en velocidad es:

Fórmula ⑥: $T_{\text{acel}}[\text{N}\cdot\text{m}] = J_{\text{total}}[\text{Kg}\cdot\text{m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}}[\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}}[\text{s}]) * (2\pi \div 60)$

J_{total} es la inercia del motor más la inercia de la carga ("reflejada" al eje del motor).

El factor $2\pi \div 60$ es usado para convertir el "cambio en velocidad" expresada en RPM en una velocidad angular (radianes/segundo). Vea la información en esta tabla para calcular la inercia "reflejada" de la carga para varias formas comunes y aparatos simples mecánicos.

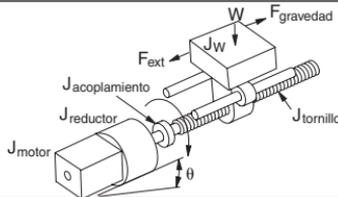


Ejemplo 7:

¿Cuál es el torque necesario para acelerar una carga con inercia de 0,0477[Kg·m²] (la inercia del motor es 0,00014 [Kg·m²] y la inercia "reflejada" de la carga es 0,0477 [Kg·m²], desde 0 a 600 RPM del motor en 2 [segundos]?

$T_{\text{acel}} = 0,0491[\text{Kg}\cdot\text{m}^2] * (600 \text{ RPM} \div 2 [\text{segundos}]) * (2\pi \div 60) = 1,542 [\text{N}\cdot\text{m}]$

Fórmulas de tornillo de bolas



Descripción:	Fórmulas:
RPM del motor	$n_{\text{motor}} = (v_{\text{carga}} * P) \div i, n_{\text{motor}} (\text{RPM}), v_{\text{carga}} (\text{mm/min})$
Torque requerido para acelerar y desacelerar la carga	$T_{\text{acel}}[\text{N}\cdot\text{m}] = J_{\text{total}}[\text{Kg}\cdot\text{m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}}[\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}}[\text{s}]) * 2 * \pi \div 60$
Inercia total del motor	$J_{\text{total}} [\text{Kg}\cdot\text{m}^2] = J_{\text{motor}} + J_{\text{reductor}} + ((J_{\text{acoplamiento}} + J_{\text{tornillo}} + J_{\text{carga}}) \div i^2)$
Inercia de la carga	$J_{\text{carga}} = (\text{Peso}[\text{Kg}]) * (2 \pi P^2) \div e$
Paso y eficiencia	$P = \text{pitch} = \text{revs/m del movimiento}, e = \text{eficiencia}$
Torque de fricción	$T_{\text{resist}} [\text{Kg}\cdot\text{m}^2] = ((F_{\text{total}} \div (2 \pi P)) + T_{\text{preload}}) \div i$
Torque debido a tensión en el tornillo sinfin	$T_{\text{preload}} [\text{Kg}\cdot\text{m}^2] = \text{tensión en el tornillo para minimizar el "backlash"}$
Fuerza total	$F_{\text{total}}[\text{N}] = F_{\text{ext}} + F_{\text{fricción}} + F_{\text{gravedad}}$
Fuerza de gravedad y Fuerza de fricción	$F_{\text{gravedad}} [\text{N}] = \text{Peso}[\text{Kg}] * \sin\theta * 9,81, F_{\text{fricción}} = \mu * \text{Peso}[\text{Kg}] * \cos\theta * 9,81$
Angulo de inclinación y Coeficiente de fricción	$\theta = \text{Angulo de inclinación}, \mu = \text{coeficiente de fricción}$

Tabla 1-Cálculo de torque para "aceleración" y "operación" (cont)

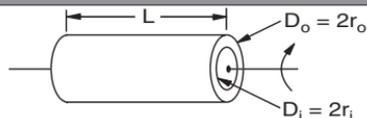
Datos típicos del tornillo sinfin			
Material:	e = eficiencia	Material:	μ = coef. de fricción
Tuerca de la bola	0,90	Acero en acero	0,580
Acme con tuerca plástica	0,65	Acero en acero(lubricado)	0,150
Acme con tuerca metálica	0,40	Teflon en acero	0,040
		Buje de bolas	0,003

Fórmulas de correas transportadoras (o piñon y cremallera)	
Descripción:	Fórmulas:
RPM del motor	$n_{motor} = (v_{carga}[m/s] * 2 * \pi * r) * i$
Torque requerido para acelerar y desacelerar la carga	$T_{acel}[N-m] = J_{total}[Kg-m^2] * (\Delta velocidad[RPM] \div \Delta tiempo[s]) * 2 * \pi \div 60$
Inercia reflejada en eje del motor	$J_{total} [Kg-m^2] = J_{motor} + J_{reductor} + ((J_{piñon} + J_W) \div i^2)$
Inercia de la carga	$J_W = Peso \div e * r^2$; $J_{W2} = ((Peso_1 + Peso_2) \div e) * r^2$
Radio de las poleas o piñon	r = Radio del piñon o poleas
Razón de velocidad del reductor	i = Velocidad alta ÷ velocidad baja de los ejes del reductor
Torque de fricción	$T_{resist} [N-m] = (F_{total} * r) \div i$
Fuerza total	$F_{total} [N] = F_{ext} + F_{fricción} + F_{gravidad}$
Fuerza de gravedad y fuerza de fricción	$F_{gravidad} [N] = Peso * \sin\theta * 9,81$; $F_{fricción} = \mu * Peso * \cos\theta * 9,81$

Fórmulas de reductores con engranajes o de correas	
Descripción:	Fórmulas:
RPM del motor	$n_{motor} = n_{carga} * i$
Torque requerido para acelerar y desacelerar la carga	$T_{acel}[N-m] = J_{total}[Kg-m^2] * (\Delta velocidad[RPM] \div \Delta tiempo[s]) * 2 * \pi \div 60$
Inercia de la carga	$J_{total} [Kg-m^2] = J_{motor} + J_{polea motor} + ((J_{polea carga} + J_{carga}) \div i^2)$
Torque motor	$T_{motor} * i = T_{carga}[N-m]$

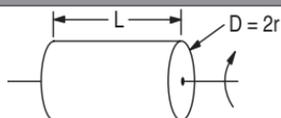
Tabla 1- Cálculo de torque para "aceleración" y "operación" (cont)

Fórmulas de determinación de inercia de cilindro hueco



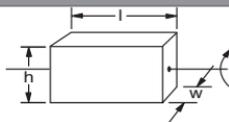
Descripción:	Fórmulas:
Inercia	$J = \text{Peso}[\text{Kg}] * (r_o^2[\text{m}] + r_i^2[\text{m}]) \div 2$
Inercia	$J = \pi * L[\text{m}] * \rho[\text{Kg}/\text{m}^3] * (r_o^4[\text{m}] - r_i^4[\text{m}]) \div 2$
Volumen	Volumen $[\text{m}^3] = \pi/4 * (D_o^2[\text{m}] - D_i^2[\text{m}]) * L[\text{m}]$

Fórmulas de determinación de inercia de cilindro sólido



Descripción:	Fórmulas:
Inercia	$J [\text{Kg} \cdot \text{m}^2] = (\text{Peso} [\text{Kg}] * r^2[\text{m}]) \div 2$
Inercia	$J [\text{Kg} \cdot \text{m}^2] = (\pi * L [\text{m}] * \rho [\text{Kg}/\text{m}^3] * r^4[\text{m}]) \div 2$
Volumen	Volumen $[\text{m}^3] = \pi * r^2[\text{m}] * L[\text{m}]$

Fórmulas de determinación de inercia de bloque rectangular



Descripción:	Fórmulas:
Inercia	$J [\text{Kg} \cdot \text{m}^2] = (\text{Peso} [\text{Kg}] \div 12) * (h^2[\text{m}] + w^2[\text{m}])$
Volumen	Volumen $[\text{m}^3] = l [\text{m}] * h [\text{m}] * w [\text{m}]$

Definiciones de símbolos y densidades más comunes

J = inercia	ρ = densidad
L = Longitud	$\rho = 2700 \text{ Kg}/\text{m}^3$ o $0,098 \text{ lb}/\text{in}^3$ (aluminio)
h = altura	$\rho = 7700 \text{ Kg}/\text{m}^3$ o $0,280 \text{ lb}/\text{in}^3$ (acero)
w = ancho	$\rho = 1105 \text{ Kg}/\text{m}^3$ o $0,040 \text{ lb}/\text{in}^3$ (plástico)
W = peso	$\rho = 8500 \text{ Kg}/\text{m}^3$ o $0,310 \text{ lb}/\text{in}^3$ (bronce)
D = diámetro	$\rho = 8900 \text{ Kg}/\text{m}^3$ o $0,322 \text{ lb}/\text{in}^3$ (cobre)
r = radio	$\rho = 1000 \text{ Kg}/\text{m}^3$ o $0,0361 \text{ lb}/\text{in}^3$ (agua)
g = gravedad = 9,81 Kg-m2 o 386 pulg/s ²	$\pi \approx 3.1416$

Tornillo de bolas - Ejemplo de cálculos

Paso 1 - Defina las necesidades del actuador y del movimiento

Peso de la mesa y del objeto = 60 Kg

Ángulo de inclinación = 0°

Fuerza externa de la carga= 0

Diámetro del tornillo = 16 mm

Longitud del tornillo = 600 mm

Material del tornillo = acero

Resolución deseada = 0,0254 mm/paso

Reductor de engranaje = 2:1

Movimiento = 120 mm

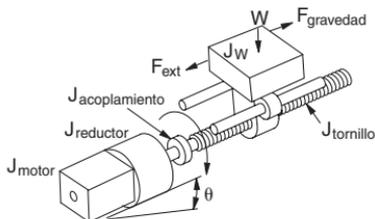
Paso del tornillo = 16 mm/rev (pitch = 0,0625 rev/mm o 62,5 rev/m)

Coefficiente de fricción de superficies que se deslizan = 0,05

Tiempo de movimiento = 1,7 segundos

Tiempo de aceleración: 25% del tiempo total = 0,425 s.

Frecuencia inicial en la partida = 40 Hz



Definiciones	
d_{carga}	= desplazamiento o distancia que se mueve la carga por rotación del eje del actuador ($P=\text{pitch}=1/d_{\text{carga}}$)
D_{total}	= distancia total del movimiento
θ_{paso}	= resolución del paso del accionamiento (pasos/rev _{motor})
i	= razón de reducción del reductor de velocidad (rev _{motor} /rev _{ejereductor})
T_{acel}	= torque requerido para acelerar y desacelerar la inercia total del sistema (incluye la inercia del motor)
T_{resist}	= torque resistivo de la carga cuando se opera el actuador a velocidad constante por la fricción, fuerzas externas a la carga, etc.
t_{total}	= tiempo del movimiento

Paso 2 - Determine la resolución de la posición de la carga

Arreglando la **Fórmula 2** para calcular la resolución requerida del accionamiento:

$$\begin{aligned} \theta_{\text{paso}} &= (d_{\text{carga}} \div i) \div L_{\theta} \\ &= (16 \div 2) \div 0,0254[\text{mm/pulso}] \\ &= 315 \text{ pulsos/rev} \end{aligned}$$

Con la reducción del engranaje de 2:1, el sistema se puede definir con un motor que haga 400 pasos/rev para exceder la resolución requerida de posición de la carga.

Un reductor de correa dentada de 2:1 es una buena opción por el bajo costo y baja holgura. También, si se desea, el motor se puede re-posicionar debajo del tornillo con un reductor de correa dentada.

Paso 3 - Determine el perfil del movimiento

De la **Fórmula ①**, los pulsos totales necesarios para hacer el movimiento son:

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= (D_{\text{total}} \div (d_{\text{carga}} \div i)) * \theta_{\text{paso}} \\ &= (120 \div (16 \div 2)) * 400 = 6,000 \text{ pulsos} \end{aligned}$$

Desde la **Fórmula ④**, la frecuencia máxima del tren de pulsos a ser generado para un movimiento trapezoidal es:

$$\begin{aligned} f_{\text{Trapez}} &= (P_{\text{total}} - (f_0 * t_{\text{acel}})) \div (t_{\text{total}} - t_{\text{acel}}) \\ &= (6,000 - (40 * 0,425)) \div (1,7 - 0,425) \approx 4,692 \text{ Hz} \\ &\text{donde el tiempo } t_{\text{acel}} \text{ es } 0,425 \text{ [s]} \text{ y la frecuencia } f_0 \text{ es de } 40 \text{ Hertz.} \\ &= 4,692 \text{ Hz} * (60 \text{ sec/1 min}) \div 400 \text{ pasos/rev} \\ &\approx 704 \text{ RPM de velocidad del eje del motor} \end{aligned}$$

Paso 4 - Determine el torque necesario para mover la carga

Usando las fórmulas en la **Tabla 1**:

$$J_{\text{total}} = J_{\text{motor}} + J_{\text{reductor}} + ((J_{\text{acoplamiento}} + J_{\text{tornillo}} + J_{\text{W}}) \div i^2)$$

Para este ejemplo, digamos que la inercia del reductor de engranajes y del acoplamiento es cero.

$$\begin{aligned} J_{\text{W}} &= (\text{Peso} \div e) * (1 \div (2\pi P))^2 \\ &= (60[\text{Kg}] \div 0,9) * (1 \div (2 * 3,1416 * 62,5[\text{rev/m}]))^2 \\ &= 0,000432304 \text{ [Kg-m}^2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_{\text{tornillo}} &\approx (\pi * L * \rho * r^4) \div 2 \\ &\approx (3,1416 * 0,6 \text{ [m]} * 7700 \text{ [kg/m}^3] * 0,008^4[\text{m}]) \div 2 \\ &\approx 5,945 * 10^{-5} \text{ [Kg-m}^2] \end{aligned}$$

La inercia de la carga y el tornillo reflejados al eje del motor es:

$$\begin{aligned} J_{(\text{tornillo+carga})/\text{motor}} [\text{Kg-m}^2] &= ((J_{\text{tornillo}} + J_{\text{W}}) \div i^2) \\ &\approx ((0,0004323 + 0,00005945) \div 2^2) = 0,000231 \text{ [Kg-m}^2] \end{aligned}$$

El torque requerido para acelerar la inercia es:

$$\begin{aligned} T_{\text{acel}} &\approx J_{\text{total}} [\text{Kg-m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}} [\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}} [\text{s}]) * 2\pi \div 60 \text{ [N-m]} \\ &= 0,000231 [\text{Kg-m}^2] * (704 \text{ RPM} \div 0,425 [\text{s}]) * 2\pi \div 60 = 0,040072951 \text{ [N-m]} \end{aligned}$$

Después, necesitamos determinar el torque resistivo en la operación de movimiento. Si existe la máquina es a veces posible medir realmente el torque resistivo. De otra forma, es necesario estimar este valor por experiencias similares o por fórmulas similares a la siguiente:

$$T_{\text{resist}} = ((F_{\text{total}} \div (2 \pi P)) + T_{\text{preload}}) \div i$$

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= F_{\text{ext}} + F_{\text{fricción}} + F_{\text{gravedad}} \\ &= 0 + \mu * \text{Peso} * \cos\theta * 9,81 + 0 = 0,05 * 60 * 9,81 = 29,43 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{resist}} &= (29,43 \text{ [N]} \div (2 * 3,1416 * 62,5[\text{rev/m}])) \div 2 \\ &= 0,03747 \text{ [N-m]} \end{aligned}$$

donde hemos asumido que el torque de carga y de precarga sea cero.

De la **Fórmula ⑤**, el torque a ser suministrado por el motor es:

$$T_{\text{movimiento}} = T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}} = 0,040072951 + 0,03747 \approx 0,07754439 \text{ [N-m]}$$

Sin embargo, éste es el torque requerido del motor antes de que hayamos escogido un motor y hayamos incluido la inercia del motor.

Paso 5 - Seleccione y confirme el sistema del motor/accionamiento

Parece una opción razonable que un motor sería el motor STP-MTR-23055. Este motor tiene una inercia de:

$$J_{\text{motor}} = 0,000027 \text{ [kg}\cdot\text{m}^2\text{]}$$

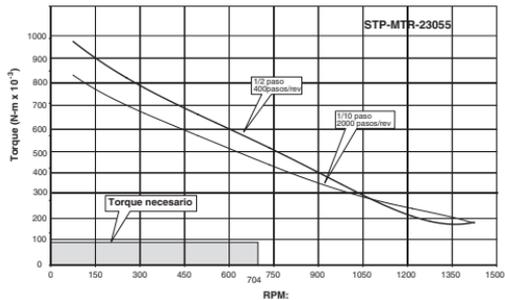
El torque real del motor sería modificado:

$$\begin{aligned} T_{\text{acel}}[\text{N}\cdot\text{m}] &\approx J_{\text{total}}[\text{kg}\cdot\text{m}^2] * (\Delta\text{velocidad}[\text{RPM}] \div \Delta\text{tiempo}[\text{s}]) * (2\pi \div 60) \\ &= (0,000231 + 0,000027) * (704 \text{ RPM} \div 0,425[\text{s}]) * (2\pi \div 60) = 0,044756[\text{N}\cdot\text{m}] \end{aligned}$$

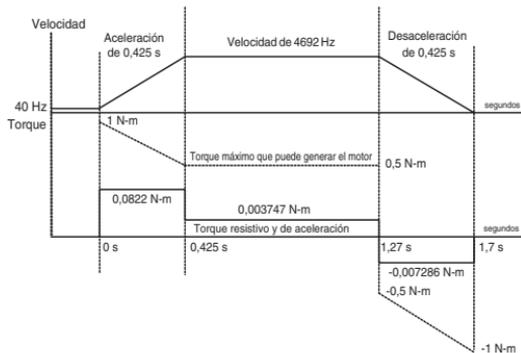
de modo que:

$$\begin{aligned} T_{\text{motor}} &= T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}} \\ &= 0,044756 + 0,03747 \text{ [N}\cdot\text{m}] \approx 0,082226 \text{ [N}\cdot\text{m}] \approx 82,22 \times 10^{-3} \text{ [N}\cdot\text{m}] \end{aligned}$$

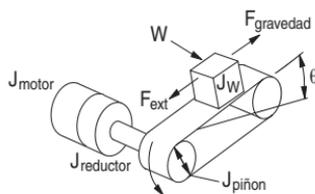
El motor STP-MTR-23055 podrá satisfacer las condiciones. Observe las curvas en función del tiempo, de la figura de abajo, donde se puede ver que el motor siempre tiene mas torque disponible que el requerimiento del torque resistivo. El factor de seguridad en este caso es de $0,5 \text{ [N}\cdot\text{m}] \div 0,0822 \text{ [N}\cdot\text{m}] = 6,08$; **no es posible** escoger otro motor menor tal como el STP-MTR-17048 ya que el torque requerido a 704 RPM sería 0,03 N-m.



Observe que este motor específico tiene bastante torque para poder acelerar la carga a bajas velocidades. Este criterio es más bien general, y permite ver que el motor paso a paso puede tener aceleraciones altas hasta una velocidad alrededor de unos 800 RPM en este caso, sin mayores problemas. Es tarea del diseñador escoger el motor mas adecuado para cada carga; a veces estos cálculos deben ser hechos iterativamente, hasta alcanzar la mejor combinación motor/reductor.



Correa transportadora - Ejemplo de cálculo



Paso 1 - Defina los datos de movimiento y del actuador

- Peso de la mesa y del objeto = 0,92 [Kg]
- Fuerza externa = 0 [Kg]
- Coefficiente de fricción de superficies deslizando = 0,05
- Ángulo de la mesa = 0°
- Eficiencia de la correa y de la polea = 0,8
- Diámetro de la polea de la correa = 40 mm o 0,04 [metro]
- Groeso de la polea = 20 mm o 0,02 [metro]
- Material de la polea = aluminio
- Resolución deseada = 0,0254 mm/pulso o 0,001 pulgadas por pulso
- Reductor de engranajes (reducción de velocidad) = 5:1
- Distancia de movimiento = 1,25 [metro]
- Tiempo de movimiento = 4,0 [segundos]
- Tiempo de aceleración y desaceleración = 1,0 [segundo]
- Inercia del reductor de engranajes = estimada en cero

Definiciones

d_{carga}	= desplazamiento o distancia que se mueve la carga por rotación del eje del motor ($P = \text{paso} = 1/d_{\text{carga}}$)
D_{total}	= distancia total del movimiento
θ_{paso}	= resolución del paso (pasos/rev _{motor})
i	= relación de reducción del reductor (rev _{motor} /rev _{reductor})
T_{acel}	= torque necesario para acelerar y desacelerar la inercia total del sistema (incluye la inercia del motor)
T_{resist}	= torque necesario para mover el mecanismo por las resistencias de fricción, fuerzas externas, etc.
t_{total}	= tiempo de movimiento

Paso 2 - Determine la resolución de posición de la carga

Rearreglando la **Fórmula ④** para calcular la resolución requerida del accionamiento:

$$\begin{aligned} \theta_{\text{paso}} &= (d_{\text{carga}} \div i) \div L_{\theta} \\ &= ((3,1416 * 40 \text{ mm}) \div 5) \div 0,0254 \\ &= 989 \text{ pasos/rev} \\ &\text{donde } d_{\text{carga}} = \pi * \text{Diámetro de la polea.} \end{aligned}$$

Con la reducción del engranaje de 5:1, podemos escoger 1000 pasos/rev para exceder levemente la resolución deseada de posicionamiento de la carga.

En general se necesita siempre una reducción con un accionamiento de correa y un engranaje planetario de 5:1 es muy típico.

Paso 3 - Determine el perfil del movimiento

De la **Fórmula ①**, los pulsos totales para hacer el movimiento requerido son:

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= (D_{\text{total}} \div (d_{\text{carga}} \div i)) * \theta_{\text{paso}} \\ &= 1250 \text{ [mm]} \div ((3,1416 * 40 \text{ [mm]}) \div 5) * 1000 \text{ [pulsos/rev]} \\ &\approx 49,735 \text{ pulsos} \end{aligned}$$

De la **Fórmula ④**, la frecuencia máxima para un movimiento trapezoidal es:

$$\begin{aligned} f_{\text{trapez}} &= (P_{\text{total}} - (f_0 * t_{\text{acel}})) \div (t_{\text{total}} - t_{\text{acel}}) \\ &= (49,735 - 20 * 1) \div (4 - 1) \\ &\approx 16,571 \text{ Hz} \\ &\text{donde la velocidad inicial es } 20 \text{ Hz.} \\ &= 16,571 \text{ Hz} * (60 \text{ s/1 min}) \div 1000 \text{ pasos/rev} \\ &\approx 994,3 \text{ RPM para la velocidad máxima requerida del motor} \end{aligned}$$

Paso 4 - Determine el torque necesario para mover la carga

Usando las fórmulas en la **Tabla 1**:

$$J_{\text{total}} = J_{\text{motor}} + J_{\text{reductor}} + ((J_{\text{poleas}} + J_{\text{W}}) \div i^2)$$

Para este ejemplo, digamos que la inercia del reductor de engranajes es cero.

La inercia de la polea (recordar que hay dos poleas) se puede calcular como:

$$\begin{aligned} J_{\text{poleas}} &\approx ((\pi * L * \rho * r^4) * 2, \text{ siendo } r=0,020 \text{ [m]}) \\ &\approx (3,1416 * 0,02 \text{ [m]} * 2700 \text{ [Kg/m}^3] * 0,00000016 \text{ [m}^4] * 2) \\ &\approx 0,00005429 \text{ [Kg-m}^2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{La inercia de la carga es } J_{\text{W}} &= \text{Peso} * r^2 \\ &= (0,92 \text{ [Kg]} * 0,020^2) \\ &\approx 0,0006215 \text{ [Kg-m}^2] \end{aligned}$$

La inercia de la carga y las poleas reflejadas al motor es:

$$\begin{aligned} J_{\text{(poleas + carga)/motor}} &= ((J_{\text{poleas}} + J_{\text{W}}) \div i^2) \\ &\approx ((0,00005429 + 0,0006215) \div 5^2) \approx 0,0000027031 \text{ [Kg-m}^2] \end{aligned}$$

Luego, el torque necesario para acelerar la inercia es:

$$\begin{aligned} T_{\text{acel}}[\text{N-m}] &\approx J_{\text{total}}[\text{Kg-m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}}[\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}}[\text{s}]) * 2\pi \div 60 \\ &= 0,0000027031 \text{ [Kg-m}^2] * 994,3 * 2\pi \div 60 \\ &= 0,002814607 \text{ [N-m]} \end{aligned}$$

$$T_{\text{resist}} = (F_{\text{total}} * r) \div i$$

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= F_{\text{ext}} + F_{\text{fricción}} + F_{\text{gravedad}} \\ &= 0 + \mu * \text{Peso} * \cos\theta + 0 = 0,05 * 0,92 \text{ [Kg]} * 9,81 \text{ N/Kg} = 0,45126 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$T_{\text{resist}} = (0,45126 \text{ [N]} * 0,02 \text{ m}) \div 5 = 0,00180504 \text{ [N-m]}$$

De la **Fórmula ⑤**, el torque necesario para mover la carga es:

$$T_{\text{motor}} = T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}} = 0,0028146 \text{ [N-m]} + 0,00180 \text{ [N-m]} \approx 0,0046196 \text{ [N-m]}$$

Sin embargo, éste es el torque requerido antes de que hayamos escogido un motor y hayamos incluido la inercia del motor.

Paso 5 - Seleccione y confirme el sistema de motorización

Parece ser que una opción razonable para un motor sería el motor STP-MTR-17048. Este motor tiene una inercia de:

$$J_{\text{motor}} = 0,0000068 \text{ [Kg}\cdot\text{m}^2\text{]}$$

El torque real necesario para mover el sistema sería, modificado:

$$T_{\text{acel}} = J_{\text{total}}[\text{Kg}\cdot\text{m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}}[\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}}[\text{s}]) * 2\pi \div 60 [\text{N}\cdot\text{m}]$$

$$= (0,0000068 + 0,000028145) * (994,3 \text{ RPM} \div 1) * 2\pi \div 60 = 0,003638573 [\text{N}\cdot\text{m}]$$

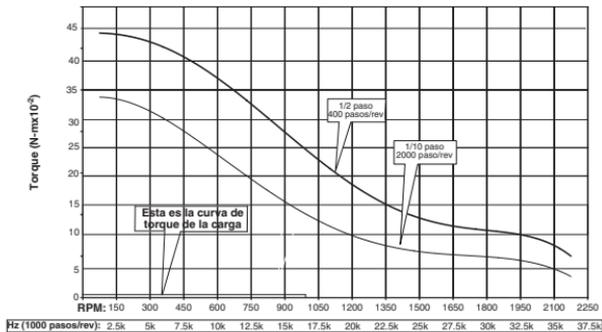
de modo que:

$$T_{\text{motor}} = T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}} \text{ en la aceleración}$$

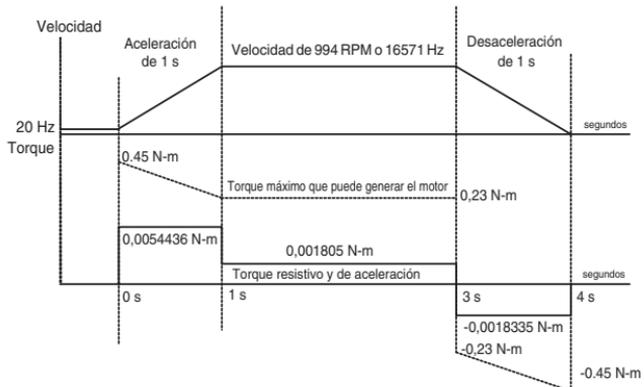
$$= 0,003638573 \text{ [N}\cdot\text{m}] + 0,00180504 [\text{N}\cdot\text{m}] = 0,0054436 \text{ [N}\cdot\text{m}]$$

$$T_{\text{motor}} = T_{\text{resist}} - T_{\text{acel}} \text{ en la desaceleración}$$

$$= 0,00180504 [\text{N}\cdot\text{m}] - 0,003638573 [\text{N}\cdot\text{m}] = -0,001833533 \text{ [N}\cdot\text{m}]$$

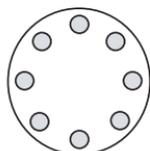
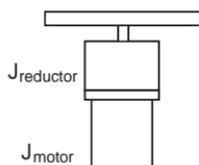


El motor STP-MTR-17048 trabajará. Observe los valores en la curva de valores en función del tiempo en la figura de abajo



Mesa rotatoria - Ejemplo de cálculos

Paso 1 - Defina las necesidades del actuador y del movimiento



Diámetro de la mesa = 12 inch
 Espesor de la mesa = 2 inch
 Material de la mesa = acero
 Número de objetos = 8
 Resolución deseada = 0,05°
 Reductor = 20:10 30:1, dependiendo del cálculo
 Ángulo del giro = 45°
 Tiempo del giro = 0,7 segundos
 Tiempo de aceleración y desaceleración: 0,15 segundos
 Inercia del reductor: $1,4351 \cdot 10^{-4}$ [Kg-m²]
 Torque resistente durante el movimiento referido al eje del motor: 0,5 [N-m]
 Eficiencia del reductor: 0,75

Definiciones

d_{carga} = desplazamiento o distancia que se mueve por revolución del eje del motor ($P = \text{paso} = 1/d_{\text{carga}}$)

D_{total} = distancia total del movimiento

θ_{paso} = resolución del paso del (pasos/rev_{motor})

i = razón de reducción (rev_{motor}/rev_{eje reductor})

T_{acet} = torque necesario para acelerar y desacelerar la inercia total del sistema (incluye inercia del motor)

T_{resist} = torque requerido para mover el mecanismo debido a fricción, fuerzas externas, etc.

t_{total} = tiempo de movimiento

Paso 2 - Determine la resolución de posición de la carga

Rearreglando la **Fórmula ④** para calcular la resolución requerida:

$$\begin{aligned}
 \theta_{\text{paso}} &= (d_{\text{carga}} \div i) \div L_{\theta} \\
 &= (360^\circ \div 20) \div 0,05^\circ \\
 &= 360 \text{ pasos/rev}
 \end{aligned}$$

Con la reducción 20:1, el sistema se puede escoger en 400 pasos/rev para tener una mejor resolución requerida de posicionamiento de la carga.

Es casi siempre necesario usar una gran reducción de engranajes al controlar la posición de un disco de inercia grande.

Paso 3 - Determine el perfil de movimiento

De la **Fórmula ①**, los pulsos totales para completar el movimiento son:

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= (D_{\text{total}} \div (d_{\text{carga}} \div i)) * \theta_{\text{paso}} \\ &= (45^\circ \div (360^\circ \div 20)) * 400 \\ &= 1000 \text{ pulsos} \end{aligned}$$

De la **Fórmula ④**, la frecuencia máxima para ese movimiento trapecoidal es:

$$\begin{aligned} f_{\text{trapez}} &= (P_{\text{total}} - (f_0 * t_{\text{acel}})) \div (t_{\text{total}} - t_{\text{acel}}) \\ &= (1000 \div (0.7 - 0,15)) \approx 1818 \text{ Hz} \end{aligned}$$

donde el tiempo de aceleración es 0,15 [s] y la frecuencia inicial es cero
 = 1818 Hz * (60 sec/1 min) ÷ 400 pulsos/rev
 ≈ 273 RPM

Paso 4 - Determine el torque requerido del motor

Usando las fórmulas en la **Tabla 1**:

$$J_{\text{total}} = J_{\text{motor}} + J_{\text{reductor}} + (J_{\text{mesa}} \div i^2)$$

Como curiosidad, veamos el peso de la mesa. El peso de la mesa es el volumen por la densidad. El volumen se calcula como:

$$\begin{aligned} \text{Volumen [m}^3] &= \pi * r^2 [m] * L [m] \\ &\approx 3,1416 * 0,1528^2 [m] * 0,0508 [m] \approx 0,00372615 [m^3] \end{aligned}$$

de modo que el peso es 0,0037[m³]*7700 [kg/m³] ≈ 28,6[Kg]

$$\begin{aligned} J_{\text{mesa}} &\approx \pi * L * \rho * r^4 \div 2 \\ &\approx 3,1416 * 0,0508 [m] * 7700 [Kg/m^3] * 0,1528^4 [m] \div 2 \\ &\approx 0,662894137 [Kg-m^2] \text{ referido al lado de velocidad lenta} \end{aligned}$$

La inercia de la mesa rotatoria reflejada al eje del motor es:

$$\begin{aligned} J_{\text{mesa/motor}} &= J_{\text{mesa}} \div i^2 + J_{\text{reductor}} \\ &\approx 0,662894137 \div 20^2 + 1,4351 * 10^{-4} [Kg-m^2] \approx 0,001672475 [Kg-m^2] \end{aligned}$$

El torque necesario para acelerar la inercia es:

$$\begin{aligned} T_{\text{acel}} [\text{N-m}] &\approx J_{\text{total}} [\text{Kg-m}^2] * (\Delta_{\text{velocidad}} [\text{RPM}] \div \Delta_{\text{tiempo}} [\text{s}]) * 2\pi \div 60 \\ &= 0,001672475 * 273 \div 0,15 * 2\pi \div 60 \\ &\approx 0,318757 [\text{N-m}] \end{aligned}$$

De la **Fórmula ⑤**, el torque necesario para mover la mesa es:

$$\begin{aligned} T_{\text{motor}} &= T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}} \\ &= 0,318757 [\text{N-m}] + 0,5 [\text{N-m}] = 0,818757 [\text{N-m}] \end{aligned}$$

Sin embargo, este es el torque necesario para mover la mesa antes de que hayamos escogido un motor e incluido la inercia del rotor del motor.

Paso 5 - Seleccione y confirme el sistema de motorización

Parece ser que una opción razonable sería el motor STP-MTR-34066. Este motor tiene una inercia de:

$$J_{\text{motor}} = 0,00014 \text{ [Kg-m}^2\text{]}$$

El torque real para producir el movimiento sería, modificado al incluir esta inercia:

$$T_{\text{acel}}[\text{N-m}] = J_{\text{total}}[\text{Kg-m}^2] * (\Delta\text{velocidad}[\text{RPM}] \div \Delta\text{tiempo}[\text{s}]) * 2\pi \div 60$$

$$= (0,001672475[\text{Kg-m}^2] + 0,00014 [\text{Kg-m}^2]) * (273 \text{ RPM} \div 0,15) * 2\pi \div 60$$

$$\approx 0,3454396 \text{ [N-m]}$$

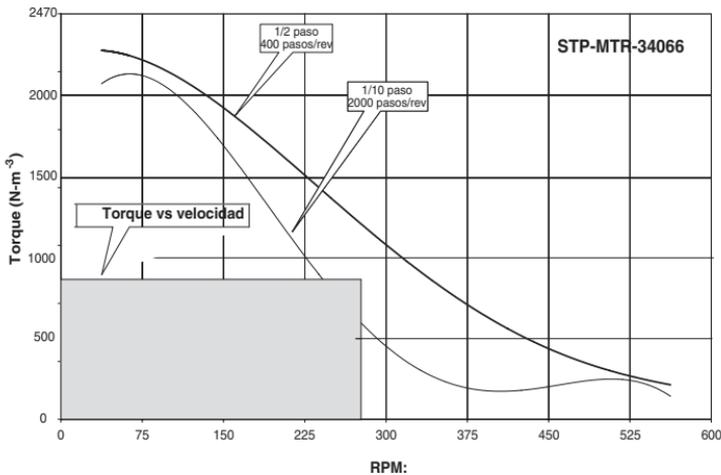
de modo que el torque máximo para mover la carga será:

$$T_{\text{motor}} = T_{\text{acel}} + T_{\text{resist}}$$

$$\approx 0,345439593 \text{ [N-m]} + 0,5 \text{ [N-m]}$$

$$\approx 0,84544 \text{ [N-m]}$$

De hecho, el torque varía con la velocidad, como es mostrado en la página A-6.



El motor STP-MTR-34066 trabajará. Observe que el factor de seguridad aquí es aproximadamente 1,2 {N-m} ÷ 0.84544 {n-m}, es decir, un factor de 1,419 o 49 % sobre el valor máximo de torque resistivo.

Este sistema trabajará sin problemas, pero como medida adicional de seguridad se puede escoger un reductor de relación mas grande, por ejemplo, 30:1, que reducirá la inercia de la carga en relación a la inercia del motor. En este caso, el número de pulsos y la frecuencia máxima debe cambiar correspondientemente. Se deja al lector hacer los cálculos para esta nueva condición.

Los cálculos pueden ser hechos tan precisos como se quiera, usando hojas de cálculo tales como EXCEL de Microsoft; sin embargo, no es necesaria una precisión muy grande ya que el factor de seguridad cubre cualquier error.

Tablas de conversión de unidades, fórmulas y definiciones :

Conversión de longitud							
Para convertir A a B, multiplique A por el factor en la tabla.		B					
		µm	mm	metro	mil	pulgada	pie
A	µm	1	1,000E-03	1,000E-06	3,937E-02	3,937E-05	3,281E-06
	mm	1,000E+03	1	1,000E-03	3,937E+01	3,937E-02	3,281E-03
	m	1,000E+06	1,000E+03	1	3,937E+04	3,937E+01	3,281E+00
	mil	2,540E+01	2,540E-02	2,540E-05	1	1,000E-03	8,330E-05
	pulgada	2,540E+04	2,540E+01	2,540E-02	1,000E+03	1	8,330E-02
pie	3,048E+05	3,048E+02	3,048E-01	1,200E+04	1,200E+01	1	

Conversión de torque							
Para convertir A a B, multiplique A por el factor en la tabla.		B					
		N-m	kp-m(kg-m)	kg-cm	oz-in	lb-pulgada	lb-pie
A	N-m	1	1.020E-01	1.020E+01	1.416E+02	8.850E+00	7.380E-01
	kpm(kg-m)	9.810E+00	1	1.000E+02	1.390E+03	8.680E+01	7.230E+00
	kg-cm	9.810E-02	1.000E-02	1	1.390E+01	8.680E-01	7.230E-02
	oz-pulgada	7.060E-03	7.200E-04	7.200E-02	1	6.250E-02	5.200E-03
	lb-pulgada	1.130E-01	1.150E-02	1.150E+00	1.600E+01	1	8.330E-02
	lb-pie	1.356E+00	1.380E-01	1.383E+01	1.920E+02	1.200E+01	1

Conversión del momento de inercia								
Para convertir A a B, multiplique A por el factor en la tabla.		B						
		kg-m ²	kg-cm-s ²	oz-pulg-s ²	lb-pulg-s ²	oz-in ²	lb-pulgada ²	lb-pie ²
A	kg-m ²	1	1.020E+01	1.416E+02	8.850E+00	5.470E+04	3.420E+03	2.373E+01
	kg-cm-s ²	9.800E-02	1	1.388E+01	8.680E-01	5.360E+03	3.350E+02	2.320E+00
	oz-pulg-s ²	7.060E-03	7.190E-02	1	6.250E-02	3.861E+02	2.413E+01	1.676E-01
	lb-pulg-s ²	1.130E-01	1.152E+00	1.600E+01	1	6.180E+03	3.861E+02	2.681E+00
	oz-pulg ²	1.830E-05	1.870E-04	2.590E-03	1.620E-04	1	6.250E-02	4.340E-04
	lb-pulg ²	2.930E-04	2.985E-03	4.140E-02	2.590E-03	1.600E+01	1	6.940E-03
	lb-pie ²	4.210E-02	4.290E-01	5.968E+00	3.730E-01	2.304E+03	1.440E+02	1

Tablas de conversión de unidades, fórmulas y definiciones (cont):

Fórmulas generales y definiciones	
Descripción:	Fórmulas:
Gravedad	gravedad = 9.81 m/s ² , 386 in/s ²
Torque	$T = J \alpha$, (inercia multiplicada por la aceleración angular) $\alpha = \text{rad/s}^2$
Potencia (Watt)	$P (W) = T (Nm) \omega (\text{rad/s})$; ω es la rotación expresada en radianes/segundo
Potencia (Horsepower)	$P (Hp) = T (\text{lb-in}) n (\text{r.p.m.}) / 63,024$
Horsepower	1 Hp = 746 Watt
Revoluciones	1 rev = 1,296,000 arc-sec / 21,600 arc-min

Fórmulas para velocidad lineal y aceleración constante	
Descripción:	Fórmulas:
Velocidad final	$v_f = v_i + at$ (velocidad final = velocidad inicial + aceleración * tiempo)
Posición final	$x_f = x_i + \frac{1}{2}(v_i + v_f)t$ (posición final = posición inicial + 1/2(velocidad inicial + velocidad final) * tiempo)
Posición final	$x_f = x_i + v_i t + \frac{1}{2}at^2$ (posición final = posición inicial * tiempo + 1/2 * aceleración * tiempo cuadrado)
Velocidad final cuadrada	$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$ (velocidad final cuadrada = velocidad inicial cuadrada + 2 * aceleración * (final posición - posición inicial))

USANDO
SureStep™ CON
PLCs *DIRECTLOGIC*



APÉNDICE
B

En este apéndice...

PLCs y módulos <i>Direct LOGIC</i> compatibles	B-2
Conexiones típicas a un PLC DL05	B-4
Conexiones típicas a un H0-CTRIO	B-5
Conexiones típicas – Motores múltiples	B-6

PLCs y módulos *DirectLOGIC* compatibles

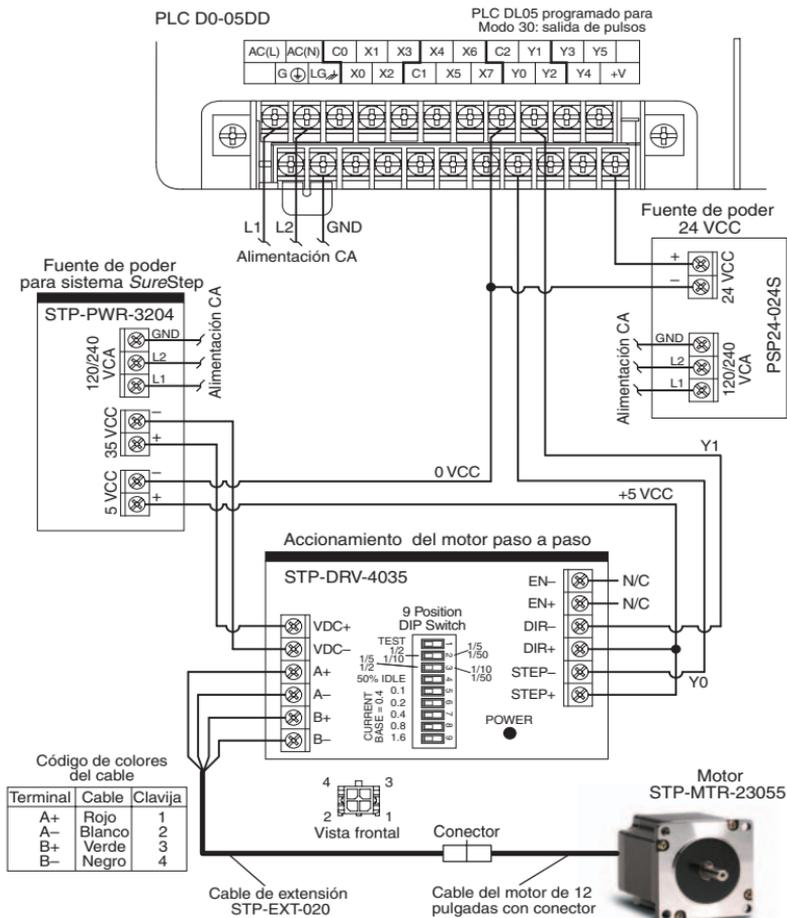
Las tablas siguientes muestran qué PLCs y módulos *DirectLOGIC* pueden ser utilizados con el sistema *SureStep*.

PLCs y módulos compatibles <i>DirectLOGIC</i> con <i>SureStep</i>	
PLCs DL05	
D0-05AD	PLC DL05, 8 entradas y 6 salidas CC, alimentación 110/220VCA. 8 entradas, 90-120VCA, 2 comunes aislados. 6 salidas, 6-27 VCC drenadoras, 1,0 A/punto. máx. 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 7KHz (0,5A/pto.).
D0-05DD	PLC DL05, 8 entradas y 6 salidas CC, alimentación 110/220VCA. 8 entradas 12-24 VCC, drenadoras y surtidoras, 2 comunes aislados. 6 salidas, 6-27 VCC drenadoras, 1,0A/punto. máx. 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 7KHz (0,5A/pto.).(No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
D0-05DD-D	PLC DL05, 8 entradas y 6 salidas CC, alimentación 12/24VVC. 18 entradas 12-24 VCC, drenadoras y surtidoras, 2 comunes aislados. 6 salidas, 6-27 VCC drenadoras, 1,0A/punto. máx. 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 7KHz (0,5A/pto.). (No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
PLCs DL06	
D0-06DD1	PLC DL06, 20 entradas y 16 salidas, alimentación 110/220VCA, con fuente de poder interna 0,3A, 24VCC. 20 entradas de 12-24VCC drenadoras y surtidoras, 5 comunes aislados (4 entradas por común). 16 salidas drenadoras de 12-24 VCC, 1,0 A/punto. máx., 4 comunes (4 puntos por común) 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 10 KHz (0,5A/pto.). (No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
D0-06DD2	PLC DL06, 20 entradas y 16 salidas, alimentación 110/220VCA, con fuente de poder interna 0,3A, 24VCC. 20 entradas de 12-24VCC drenadoras y surtidoras, 5 comunes aislados (4 entradas por común). 16 salidas surtidoras de 12-24VCC, 1,0 A/punto. máx., 4 comunes (4 puntos por común) 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 10 KHz (0,5A/pto.). (No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
D0-06DD1-D	PLC DL06, 20 entradas y 16 salidas, alimentación 12/24VCC. 20 entradas de 12-24VCC drenadoras y surtidoras, 5 comunes aislados (4 entradas por común). 16 salidas drenadoras de 12-24VCC, 1,0 A/punto. máx., 4 comunes (4 puntos por común) 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 10 KHz (0,5A/pto.). (No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
D0-06DD2-D	PLC DL06, 20 entradas y 16 salidas, alimentación 12/24 VCC. 20 entradas de 12-24 VCC drenadoras y surtidoras, 5 comunes aislados (4 entradas por común). 16 salidas surtidoras de 12-24VCC, 1,0 A/punto. máx., 4 comunes (4 puntos por común) 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 10 KHz (0,5A/pto.). (No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
Módulo de alta velocidad para PLCs DL05/DL06	
H0-CTRIO	Módulo de interfase de alta velocidad contador y generador de pulsos del DL05/06 , 4 entradas de C.C. drenadoras y surtidoras de 9-30 VCC, 2 salidas aisladas de C.C. drenadoras y surtidoras de 5-30 VCC, 1A por punto. Las entradas apoyan: 1 encoder en cuadratura o 2 contadores de un canal que pueden contar hasta 100KHz, y 2 entradas discretas de alta velocidad para reset, inhibición o captura de pulso. Las salidas apoyan: 2 salidas discretas independientes de alta velocidad configurables o 1 salida de control de pulsos , desde 20Hz hasta 25KHz por canal, pulso y dirección o pulsos a favor o en contra de los punteros del reloj.

PLCs y módulos compatibles DirectLOGIC con SureStep (cont.)	
PLCs DL105	
F1-130AD	PLC DL130 con alimentación de 110/220VCA. 10 entradas de 80-132 VCA, 3 comunes aislados. Outputs: 8 salidas drenadoras de 5-30VCC, 0,5A/punto max, 3 comunes internamente conectados. 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 7KHz (0,5A/pto.).
F1-130DD	PLC DL130 con alimentación de 110/220VCA. 10 entradas de 12-24 VCC drenadoras y surtidoras, 3 comunes aislados. 8 salidas drenadoras de 5-30VCC, 0,5A/punto max, 3 comunes internamente conectados. 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 7KHz (0,5A/pto.).(No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
F1-130DD-D	PLC DL130 con alimentación de 12/24 VCC. 10 entradas de 12-24 VCC drenadoras y surtidoras, 3 comunes aislados. 8 salidas drenadoras de 5-30VCC, 0,5A/punto max, 3 comunes internamente conectados. 2 salidas son configurables para salidas de tren de pulsos con dirección CW/CCW o salidas de paso y pulso de dirección independiente hasta 7KHz (0,5A/pto.).(No disponibles cuando se usan entradas de alta velocidad).
Módulos de E/S de alta velocidad DL205	
H2-CTRIO *	Módulo interfase de alta velocidad contador de E/S DL205, 8 entradas 9-30 VCC; 4 salidas de C.C drenadoras/surtidoras, aisladas, 5-30 VCC, 1A por punto. Las entradas apoyan: 2 contadores de encoder en cuadratura hasta 100KHz, o 4 contadores de un canal hasta 100KHz, y 4 entradas discretas de alta velocidad para reset, inhibición o captura de pulsos. Las salidas apoyan: 4 salidas discretas de alta velocidad independientes configurables o salidas de control de pulsos de 2 canales, 20Hz hasta 25KHz por canal, pulso y dirección o pulsos CW/CCW.
D2-CTRINT	Módulo de interfase, 4 entradas de C.C. aisladas, 1 salida de tren de pulsos (CW) o 2 salidas de trenes de pulsos (CW, CCW) con restricciones de entrada de C.C., acepta dos contadores cuando son usados con D2-240 o D2-250-1, D2-260 (uno solamente con D2-230), o un contador incremental/decremental, no disponible al usar entradas de alta velocidad).
Módulo de E/S de alta velocidad Terminator I/O	
T1H-CTRIO *	Módulo de alta velocidad Terminator I/O, 8 entradas drenadoras/surtidoras de 9-30 VCC, 4 salidas CC aisladas, 5-30VCC, 1A por punto. Las entradas apoyan: 2 contadores de encoder en cuadratura hasta 100KHz, o 4 contadores de un canal hasta 100KHz, y 4 entradas discretas de alta velocidad para reset, inhibición o captura de pulsos. Las salidas apoyan: 4 salidas discretas de alta velocidad independientes configurables o salidas de control de pulsos de 2 canales, 20Hz hasta 25KHz por canal, pulso y dirección o pulsos CW/CCW. (Use este módulo con bases de terminales T1K-16B o T1K-16B-1).
Módulo de E/S de alta velocidad DL405	
H4-CTRIO	Módulo interfase de alta velocidad contador de E/S DL405, 8 entradas 9-30 VCC; 4 salidas de C.C drenadoras/surtidoras, aisladas, 5-30 VCC, 1A por punto. Las entradas apoyan: 2 contadores de encoder en cuadratura hasta 100KHz, o 4 contadores de un canal hasta 100KHz, y 4 entradas discretas de alta velocidad para reset, inhibición o captura de pulsos. Las salidas apoyan: 4 salidas discretas de alta velocidad independientes configurables o salidas de control de pulsos de 2 canales, 20Hz hasta 25KHz por canal, pulso y dirección o pulsos CW/CCW.
* Nota: Los módulos H2-CTRIO y T1H-CTRIO pueden también ser usados para controlar el sistema SureStep en sistemas de control basados en computadoras con Think & Do/Studio o con el módulo WinPLC/EBC en la ranura de la CPU de la base DL205.	

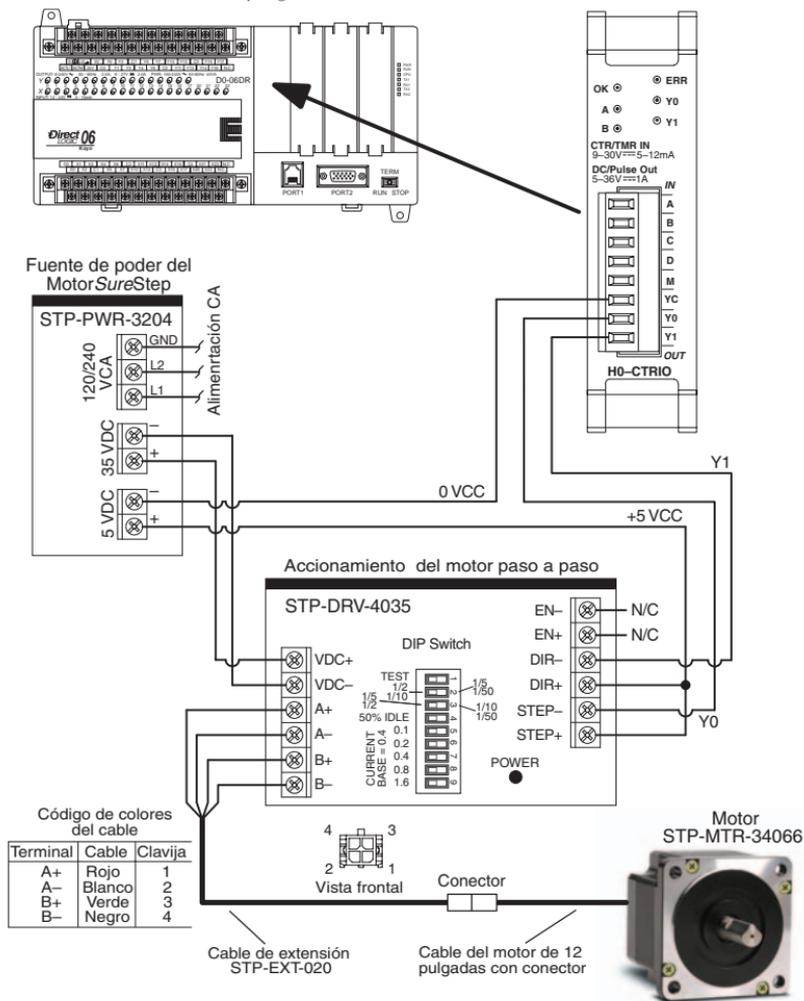
Conexiones típicas a un PLC DL05

En la figura de abajo se muestran conexiones típicas, en un diagrama eléctrico, entre los componentes del sistema *SureStep* y un PLC DL05 de *DirectLOGIC*. Vea al manual del PLC DL05, D0-USER-M, capítulo 3, para leer instrucciones de programación detalladas al usar el PLC con el modo 30: Función de salidas de pulsos.



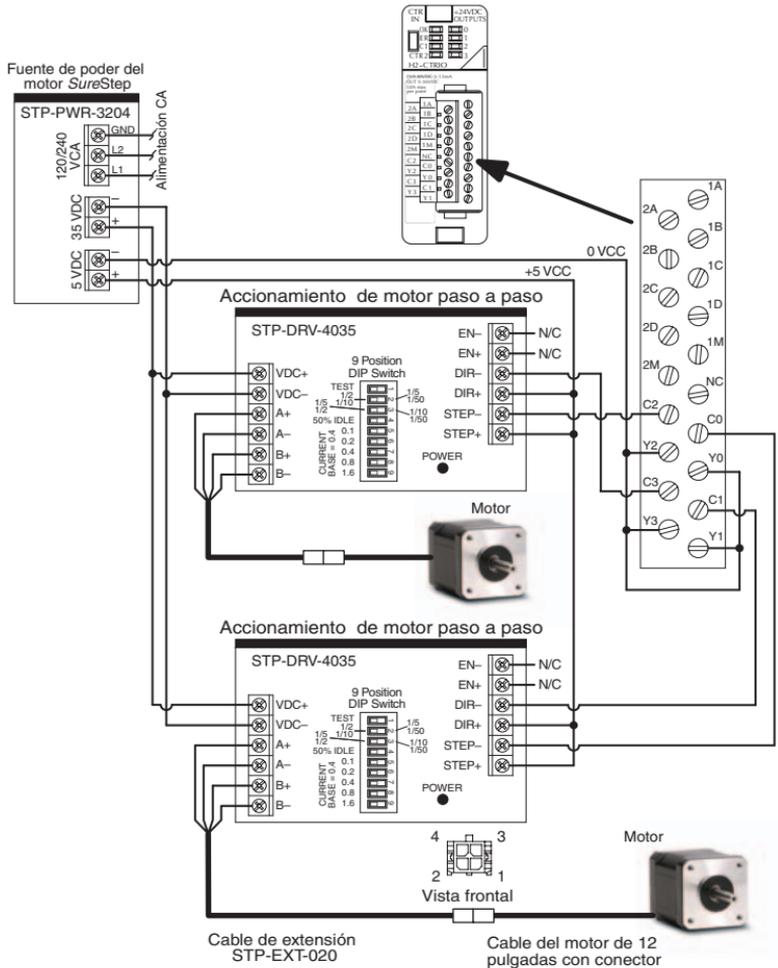
Conexiones típicas a un módulo H0-CTRIO

En la figura de abajo se muestran conexiones típicas, en un diagrama eléctrico, entre los componentes del sistema SureStep y un módulo DirectLOGIC H0-CTRIO instalado en una ranura de un PLC DL05 o un PLC DL06. Vea el manual *CTRIO High-Speed Counter Module*, p/n HX-CTRIO-M, para información detallada de instrucciones de programación cuando se usa el módulo H0-CTRIO.



Conexiones típicas a múltiples motores

En la figura de abajo se muestran conexiones típicas, en un diagrama eléctrico, entre los componentes del sistema *SureStep* y un módulo H2-CTRIO instalado en un PLC DL205. Vea al manual del CTRIO HX-CTRIO-M, para instrucciones de programación detalladas cuando se usa el módulo H2-CTRIO.





S T P - S Y S - M S P