

Cuándo utilizar un arrancador suave o un variador de frecuencia variable de CA

Líneas de productos: Controladores inteligentes de motores (SMC), variadores de frecuencia variable (VFD) de CA

Tema	Página
Introducción	2
Métodos de arranque	3
¿Cómo funciona un VFD?	7
Comparaciones	8
Motores en estrella-triángulo (con arranque dentro del triángulo)	11
Capacidades de comunicación para monitoreo y control	11
Consideraciones sobre armónicos, métodos de cableado e instalación	12
Precisión en los tiempos de arranque y de paro	12
Control de velocidad	14
Par pleno a velocidad 0	14
Costo inicial	15
Tamaño físico	16
Mantenimiento	17
Opciones de arranque y paro	17
Aplicaciones y motores	19
Resumen	20

Recursos adicionales

Estos documentos contienen información adicional relativa a productos relacionados de Rockwell Automation.

Recurso	Descripción
Pautas de cableado y conexión a tierra de equipos de automatización industrial, publicación 1770-4.1	Proporciona pautas generales para instalar un sistema industrial de Rockwell Automation.
Sitio web de certificaciones de productos, http://www.ab.com	Proporciona declaraciones de conformidad, certificados y otros detalles de certificación.

Puede ver o descargar publicaciones en <http://www.rockwellautomation.com/literature/>. Para solicitar copias impresas de la documentación técnica, comuníquese con el distribuidor de Allen-Bradley o representante de ventas de Rockwell Automation correspondientes a su localidad.



Introducción

Una pregunta habitual al decidir entre un arrancador suave o un variador es: ¿cuál elegir?

La finalidad de esta publicación es mostrar las similitudes y diferencias entre un arrancador suave y un variador. Al comparar estos dos dispositivos se le facilitará elegir el más adecuado para la aplicación. Muchas comparaciones se realizan utilizando controladores inteligentes de motores (SMC) y variadores de frecuencia variable (VFD) de CA de Allen-Bradley.

Aunque la pregunta es sencilla, la respuesta no lo es. Si se examina la función y la finalidad del arrancador suave y del variador, la respuesta resulta más clara. Por lo general, la aplicación determina la mejor elección. Preguntas habituales que plantearse:

- ¿Necesita la aplicación el par pleno a velocidad cero?
- ¿Necesita la aplicación control de velocidad una vez que el motor alcanza la velocidad adecuada?
- ¿Necesita la aplicación un par constante?
- ¿Necesita la aplicación tiempos de arranque y paro precisos?
- ¿Es el espacio un aspecto a tener en cuenta?

Esta publicación ayuda a explicar algunas de las diferencias y cuándo elegir un tipo de controlador en vez del otro.

Terminología

Es este documento, los términos “variadores” y “VFD” se utilizan indistintamente. Estrella-delta y estrella-triángulo se utilizan indistintamente. Rectificador controlado de silicio (“SCR”) y “tiristor” se utilizan indistintamente.

¿Cuándo utilizar un arrancador suave en vez de un variador?

Estas son algunas de las aplicaciones habituales de cada uno:

Arrancadores suaves

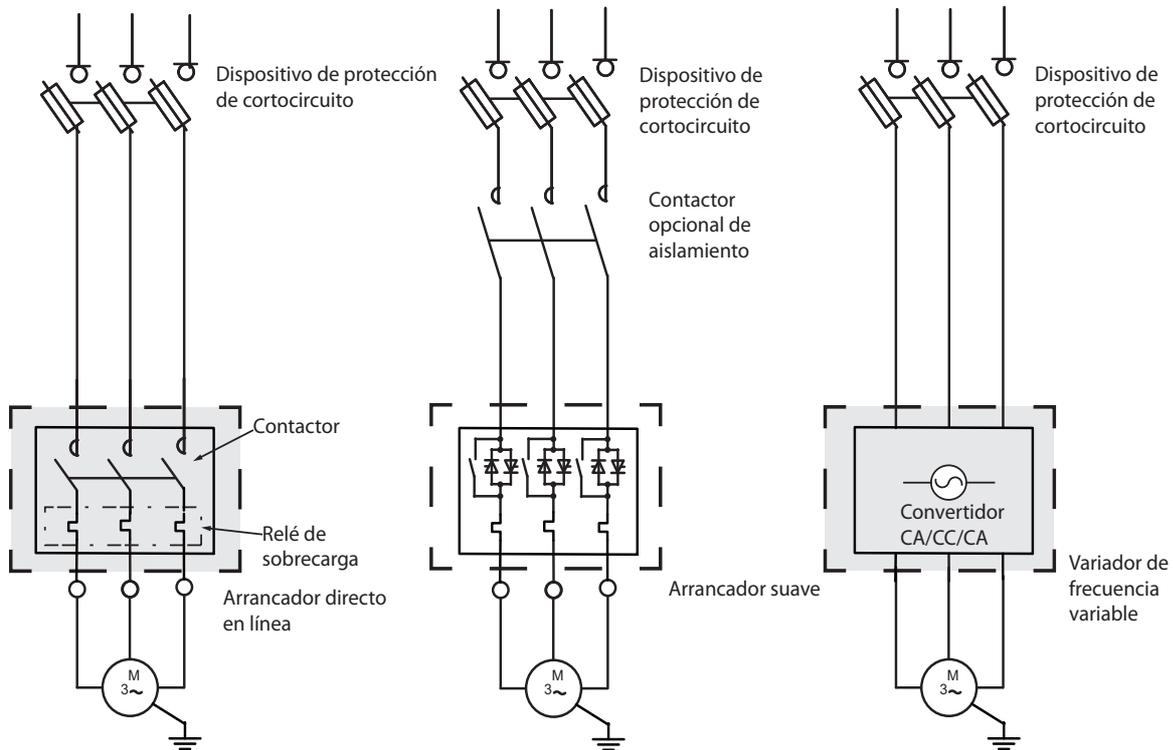
- Aplicaciones con par de arranque bajo o medio
- Aplicaciones de carga ligera
- Poco o ningún control de velocidad durante el modo de marcha
- Reducen el desgaste mecánico y daños al sistema
- Control de corriente de entrada al momento del arranque
- Monitoreo de alimentación

Variadores

- Aplicaciones monofásicas en ciertos variadores
- Control de velocidad y eficiencias del sistema funcionando a velocidades reducidas durante el modo de marcha
- Aplicaciones con alto par de arranque
- Retroalimentación continua para control de posición crítico
- Retención de rotor a velocidad cero
- Reducen el desgaste mecánico y daños al sistema

Métodos de arranque

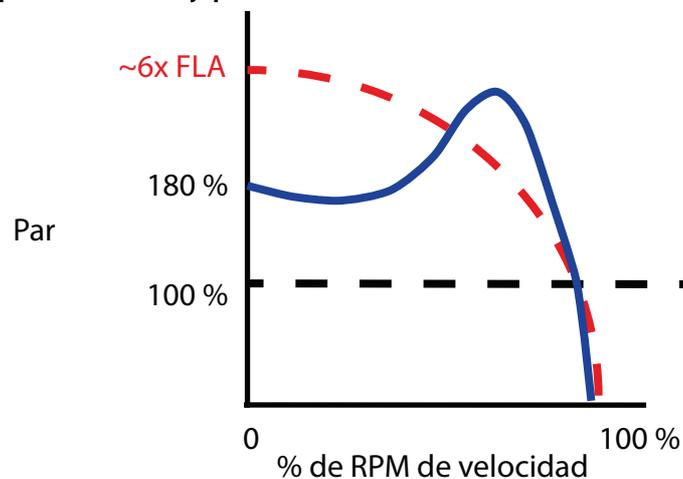
Figura 1 - Comparación de métodos de arranque



¿Cómo funciona un arrancador directo en línea (DOL)?

Como método de arranque básico, un arrancador DOL (o “directo”) aplica voltaje, corriente y par plenos inmediatamente al motor una vez que se da un comando de arranque. Normalmente, la alimentación se retira inmediatamente en cuanto se da la señal de paro. Activado y desactivado son los dos únicos estados de este método. Las sobrecargas inteligentes opcionales pueden agregar complejidad al arrancador y proporcionar retroalimentación del arrancador. La [Figura 2](#) muestra las características habituales de par y velocidad de un motor IEC clase N o NEMA diseño B.

Figura 2 - Curva de par de arranque/velocidad a voltaje pleno



¿Cómo funciona un arrancador suave?

Se utiliza un algoritmo que controla tres pares de SCR en antiparalelo para arrancar y detener el motor. La orientación en antiparalelo de los SCR permite controlar el voltaje de CA al cambiar el ángulo de disparo cada medio ciclo (Figura 4). El voltaje se aumenta gradualmente hasta el voltaje pleno o se limita para proporcionar arranques con límite de corriente.

Figura 3 - Motor con SCR básico

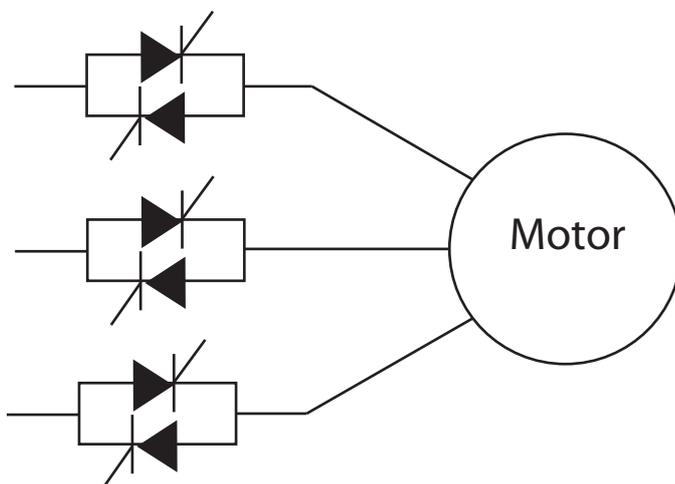
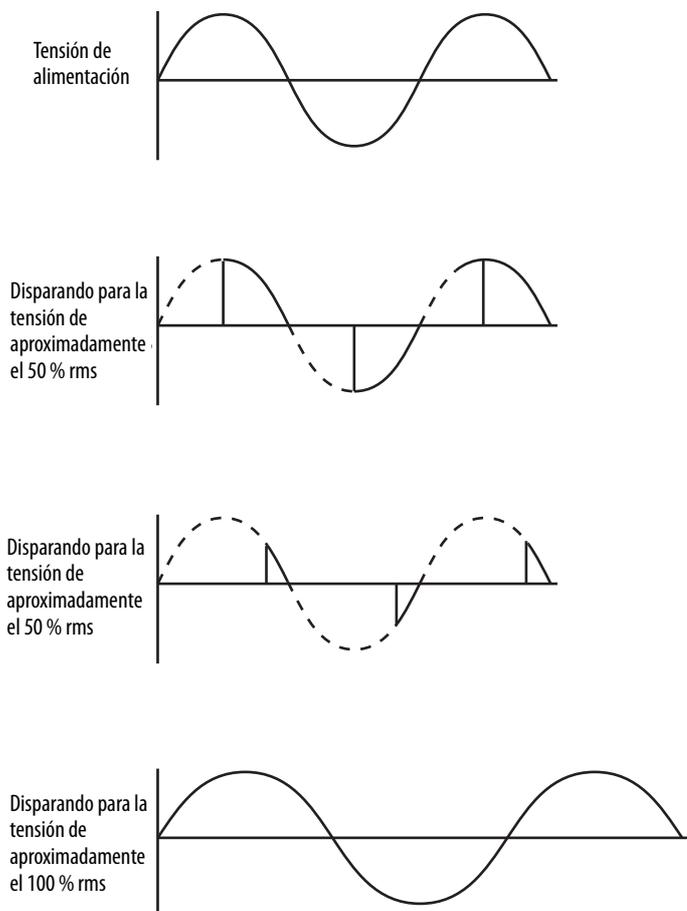


Figura 4 - Diferentes ángulos de disparo (simplificación monofásica)



Un arrancador suave usa el voltaje para controlar la corriente y el par. El par motor es aproximadamente proporcional al cuadrado del voltaje aplicado.

% de par \propto % de voltaje²

Dada esta relación, una reducción del 60% del voltaje aplicado da como resultado una reducción de aproximadamente 84% del par generado. En este ejemplo, se utiliza el 40% del voltaje.

$$(0.4)^2 = 0.16; \text{ es decir, está presente el 16\% del par del rotor fijo.}$$

La corriente durante el arranque está directamente relacionada con el voltaje aplicado al motor.

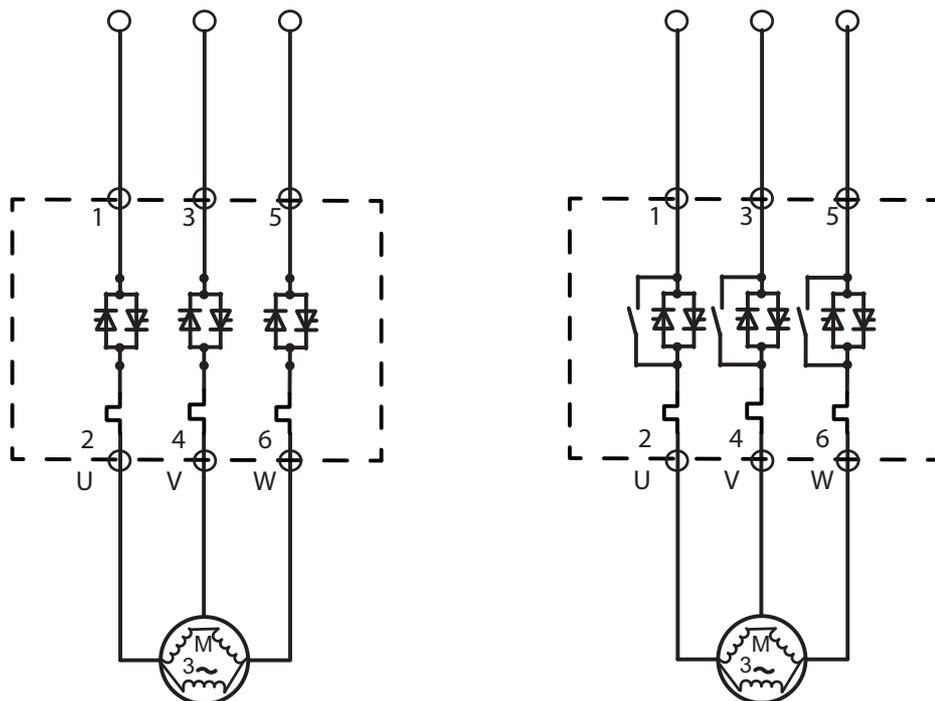
$$\frac{\text{Voltaje (aplicado)}}{\text{Voltaje (máximo)}} = \frac{\text{Corriente (utilizada)}}{\text{Corriente (máxima)}}$$

La [Tabla 1](#) muestra los porcentajes de los métodos de arranque con una configuración en estrella-triángulo a voltaje pleno y con un arrancador suave. Observe la reducción del par de arranque en comparación con el voltaje de arranque. Un arranque en estrella-triángulo estándar con contactores se consigue con un límite de corriente establecido en 350%, o con un par de arranque en 34% en el arrancador suave.

Tabla 1 - Tipo de arranque, voltaje, par y corriente

Tipo de arranque	% de voltaje aplicado durante el arranque	% de par de arranque a carga plena	% de corriente a carga plena
Voltaje pleno	100	100	600
Arranque en estrella-triángulo	58	33	200
Arrancador suave con varios ajustes de límite de corriente			
150%	25	6	150
200%	33	11	200
250%	42	18	250
300%	50	25	300
350%	58	34	350
400%	67	49	400
450%	75	56	450

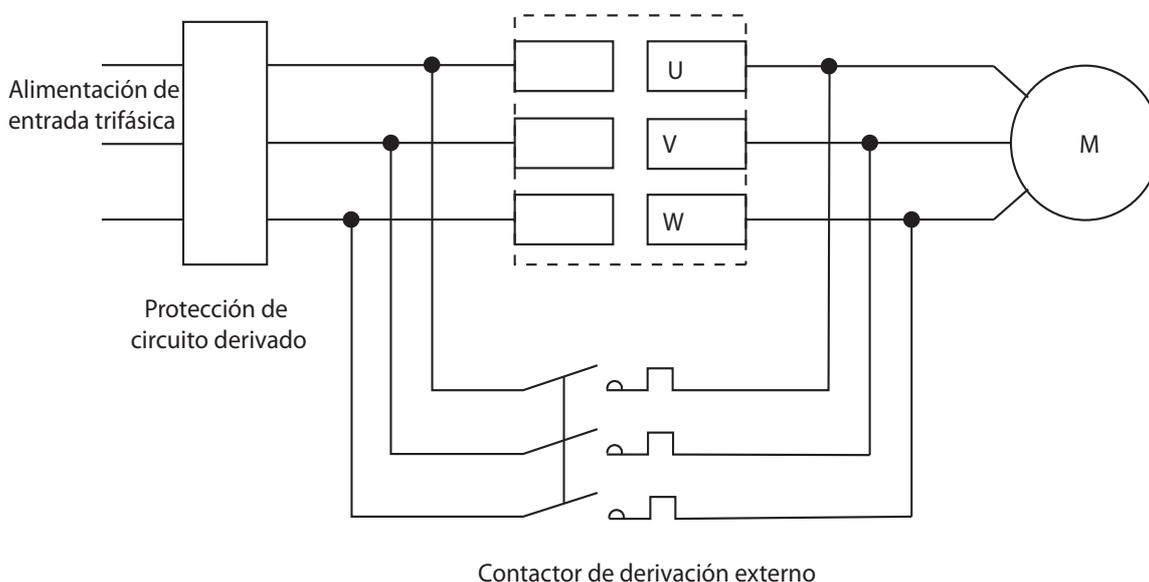
Figura 5 - Configuración de SCR en antiparalelo



La [Figura 5](#) muestra la configuración de SCR en antiparalelo del arrancador suave en modo de conexión en línea. Los arrancadores suaves SMC™-3 y SMC™ Flex de Allen-Bradley tienen un contactor de derivación integrado que ahorra espacio y reduce la necesidad de sobredimensionar el controlador para la aplicación. El SMC™-50 de Allen-Bradley es completamente de estado sólido para entornos polvorientos y difíciles, así como para aplicaciones con vibración.

En configuración de derivación, una vez que el motor ha alcanzado la velocidad esperada, el contactor de derivación se activa. Ya sea que se use la derivación interna del SMC-3 y el SMC Flex, o bien una derivación externa con el SMC Flex o el SMC-50, los SCR dejan de disparar, lo que hace que el arrancador suave sea más eficiente. Una vez que se proporciona un comando de paro, los SCR toman de nuevo el control para el paro. El contactor nunca conecta ni desconecta una carga, lo que le permite utilizar contactores y SCR más pequeños y ofrecer unidades de menores dimensiones. La [Figura 6](#) muestra un arrancador suave con contactor de derivación externa y sobrecargas suministrados por el cliente. La derivación interna utiliza la protección contra sobrecarga térmica del arrancador suave.

Figura 6 - Arrancador suave con contactor de derivación externa

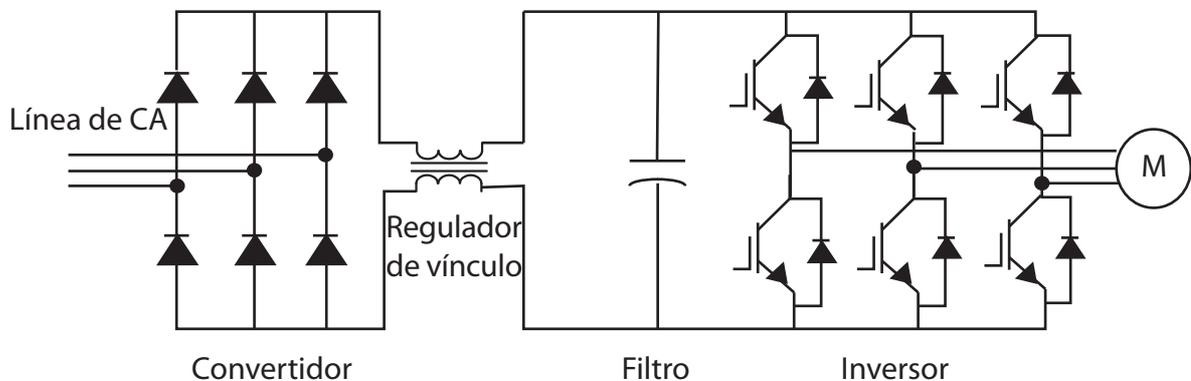


Nota: La derivación interna tiene normalmente una clasificación nominal AC-1, y no AC-3, porque el contactor de derivación nunca conecta ni desconecta corriente. Si se utiliza una derivación externa para una marcha de emergencia (sin utilizar el arrancador suave para el control), se necesita una clasificación de consumo AC-3.

¿Cómo funciona un VFD?

Básicamente, un VFD toma el voltaje de la línea de CA, lo convierte en voltaje de CC, filtra el voltaje de CC y, a continuación, invierte de nuevo la señal. Ese valor RMS de esta inversión simula un voltaje de CA. La frecuencia de salida del variador está normalmente entre 0 y la frecuencia de línea de entrada de CA. También son posibles frecuencias superiores a la de CA nominal cuando se requiere para determinadas aplicaciones. Rockwell Automation ofrece muchas variaciones de variadores, desde volts por hertz, la más habitual, hasta el complejo control vectorial, que proporciona un excelente rendimiento a velocidad baja/velocidad cero, y una precisa regulación del par y la velocidad.

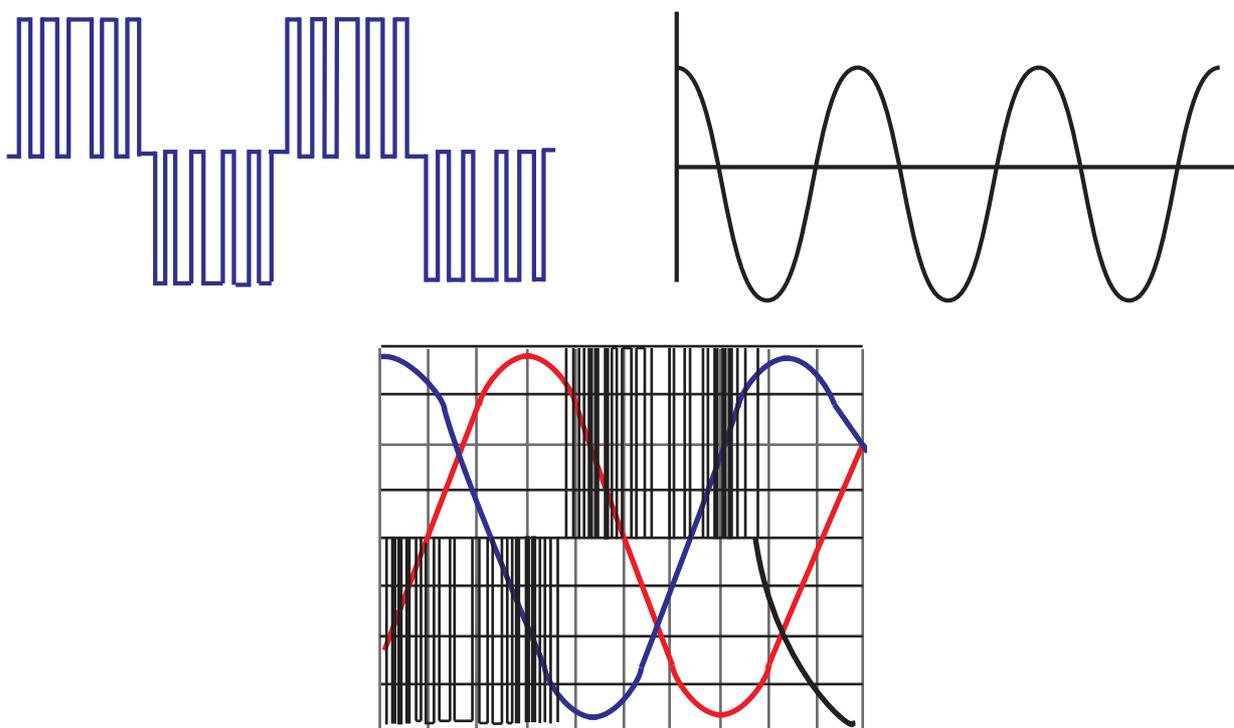
Figura 7 - Función básica del VFD



La mayoría de los variadores de CA utilizan un puente de diodos de onda completa o un puente rectificador de SCR en la sección del convertidor para convertir la fuente de CA al voltaje de CC. También se pueden utilizar componentes activos, como un transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT) en esta sección. La sección del filtro, principalmente un banco de condensadores, se utiliza para reducir el rizado del voltaje de CC que se produce de la sección del convertidor. Se puede agregar un inductor o regulador de vínculo para mejorar el factor de potencia y reducir armónicos. El voltaje de CC con rizado reducido es utilizado a continuación por el inversor de IGBT. La conmutación de acción rápida de la sección del inversor genera los niveles de voltaje de CA simulados de valor eficaz adecuados.

La [Figura 8](#) ilustra la tecnología de modulación de impulsos en anchura (PWM) que utiliza la mayoría de los variadores. La relación de volts por Hertz varía proporcionalmente con la anchura de los impulsos.

Figura 8 - Tecnología de modulación de impulsos en anchura



Los variadores pueden permitir que se alcance el par nominal del motor desde 0 hasta la velocidad base sin el uso de mayor o excesiva corriente.

Comparaciones

Eficiencia

Arrancador suave

Los arrancadores suaves pueden alcanzar eficiencias hasta de 99.5...99.9%. Normalmente, se pierde menos de 1 V a través de un SCR. La eficiencia depende del tamaño del arrancador suave y del voltaje trifásico aplicado. Tras completarse el proceso de arranque, un arrancador suave con derivación integrada, como el SMC-3 y el SMC Flex, activa un contactor de derivación interna. Los SCR dejan de dispararse y toda la corriente de marcha circula a través de los contactos, lo cual mantiene o mejora la eficiencia. Cuando funcionan a velocidad plena y adecuadamente cargados, los arrancadores suaves son más eficientes que los VFD.

El SMC-50 tiene un ajuste de parámetros para posibilitar la eficiencia en el consumo de energía cuando un motor está en condición descargada; este ajuste podría resultar en ahorros energéticos. El arrancador suave tiene la marca de la CE y no debería necesitar filtrado adicional de armónicos. Otros arrancadores suaves quizá no tengan la marca de la CE y tal vez necesiten filtrado.

Variador

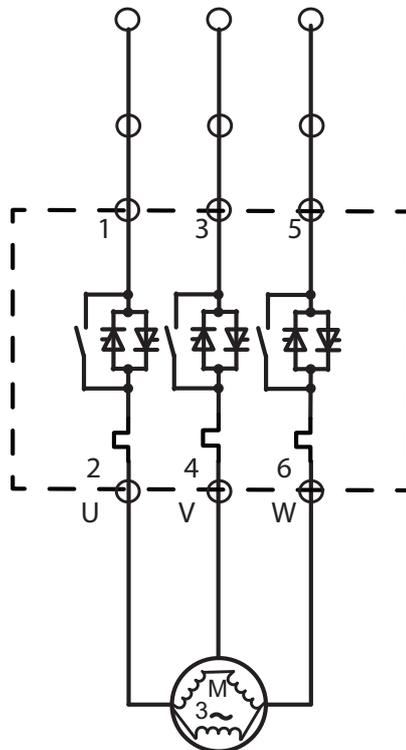
Los variadores suelen tener una eficiencia de 95 ...98%. Durante el arranque, la marcha y el paro (a menos que se haya establecido el paro por inercia), los componentes activos como los IGBT están encendidos. No obstante, determinados variadores son capaces de ajustar mejor el consumo de potencia durante el modo de marcha. Seleccione el variador con base en las distintas características de carga y podría obtener ahorros energéticos. Cuanto mayor sea el número de impulsos en el variador, mayor es la eficiencia. Por ejemplo, un variador de 6 impulsos tiene una eficiencia de 96.5...97.5%. Un variador de 18 impulsos tiene una eficiencia 97.5...98%.

Calor generado por el arrancador suave o el variador

Arrancador suave

En un arrancador suave con derivación integrada, la corriente circula a través del contactor, por lo que no hay componentes de estado sólido encendidos que puedan generar más calor.

Figura 9 - Arrancador suave con derivación integrada

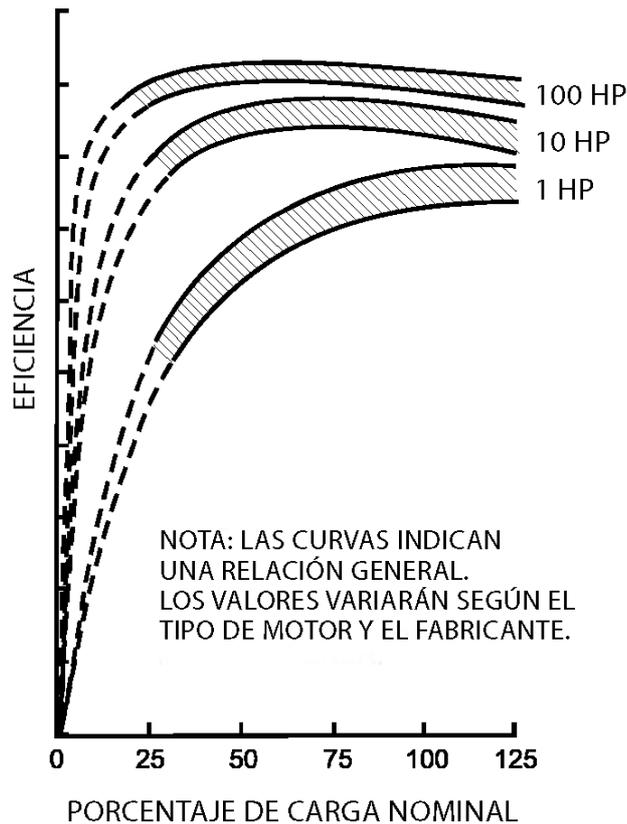


Variador

Cuando está en marcha, un VFD está inherentemente más caliente que el arrancador suave debido a que los componentes activos controlan constantemente la frecuencia y el voltaje.

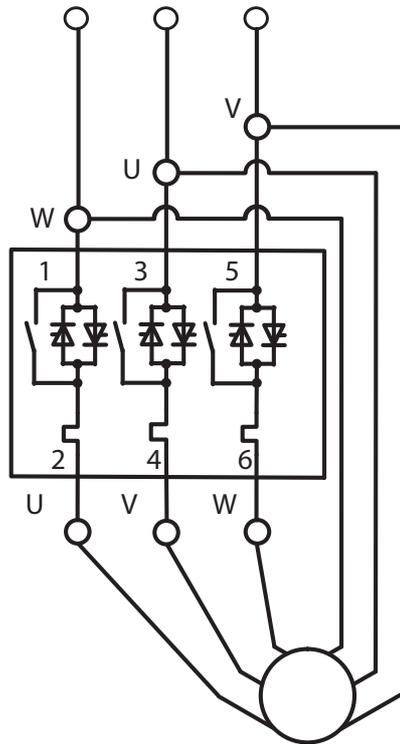
Nota: Un motor es más eficiente cuando tiene una carga entre el 50% y el 100%. Por debajo de este nivel de carga, la eficiencia cae considerablemente. La [Figura 10](#) muestra las eficiencias típicas de un motor NEMA con base en la carga del motor.

Figura 10 - Curvas típicas de eficiencia en función de la carga para motores de inducción de jaula de ardilla diseño B de 60 hertz trifásicos de 1800 rpm



Motores en estrella-triángulo (con arranque dentro del triángulo)

Figura 11 - Arrancador suave con cableado en estrella-triángulo



Arrancador suave

Esta configuración de cableado permite utilizar un arrancador suave más pequeño para arrancar motores de seis conductores dentro del triángulo. Por ejemplo, un motor conectado en línea de 200 Hp (140 kW) utilizaría escasamente una unidad de 251 A. Un motor en estrella-triángulo de 200 Hp (140 kW) utilizaría escasamente una unidad de 201 A, lo que representa un ahorro y posiblemente dimensiones más reducidas. Puede encontrar más información sobre el arranque en estrella-triángulo en el informe técnico SMC Wye-Delta, publicación de Rockwell Automation 150-WP004.

Variador

Los variadores se dimensionan para la conexión en línea (tres conductores del motor), con base en la corriente a plena carga del motor.

Capacidades de comunicación para monitoreo y control

Tanto el VFD como el arrancador suave de Allen-Bradley ofrecen una variedad de opciones de control, como Modbus, Ethernet, ControlNet™, DeviceNet™ y PROFIBUS™.

Consideraciones sobre armónicos, métodos de cableado e instalación

Arrancador suave

Los armónicos del arrancador suave son normalmente inferiores al 10% en modos de arranque o de paro cuando los SCR están encendidos y proporcionan amplitudes de voltaje parciales, produciendo ondas senoidales parciales. Con el motor a velocidad plena, los SCR están en conducción completa; prácticamente no hay armónicos. En condición de derivación, casi no se generan armónicos.

Los tendidos largos de cable con el arrancador suave normalmente no necesitan ningún tratamiento especial que no sea contar con los calibres de cable adecuados para contrarrestar la caída de voltaje. Los arrancadores suaves de Allen-Bradley normalmente tienen tendidos de hasta 762 metros (2500 pies) con base en la capacitancia del cable, lo cual se tomó en cuenta en el diseño. No se necesita ningún tipo de cable especial. Los arrancadores suaves normalmente no requieren mitigación EMC para satisfacer los requisitos de armónicos IEC. Los requisitos IEC se refieren al estado de marcha con el arrancador suave siempre en conducción.

Variador

Los tendidos de cable largos desde un variador a un motor pueden crear problemas de onda reflejada. Se recomienda utilizar reactores en línea para evitar que los armónicos se retroalimenten en la fuente de alimentación y provoquen distorsiones del voltaje nocivas para otros equipos. Otros dispositivos que se utilizan para ayudar a reducir los armónicos en variadores son los reguladores de vínculo de CC, el filtro pasivo, el convertidor de 12 impulsos con transformador de desplazamiento de fases, el filtro activo, el convertidor (regenerativo) activo y el convertidor de 18 impulsos. También debe tener en cuenta el tipo de cable cuando instale variadores.

Precisión en los tiempos de arranque y de paro

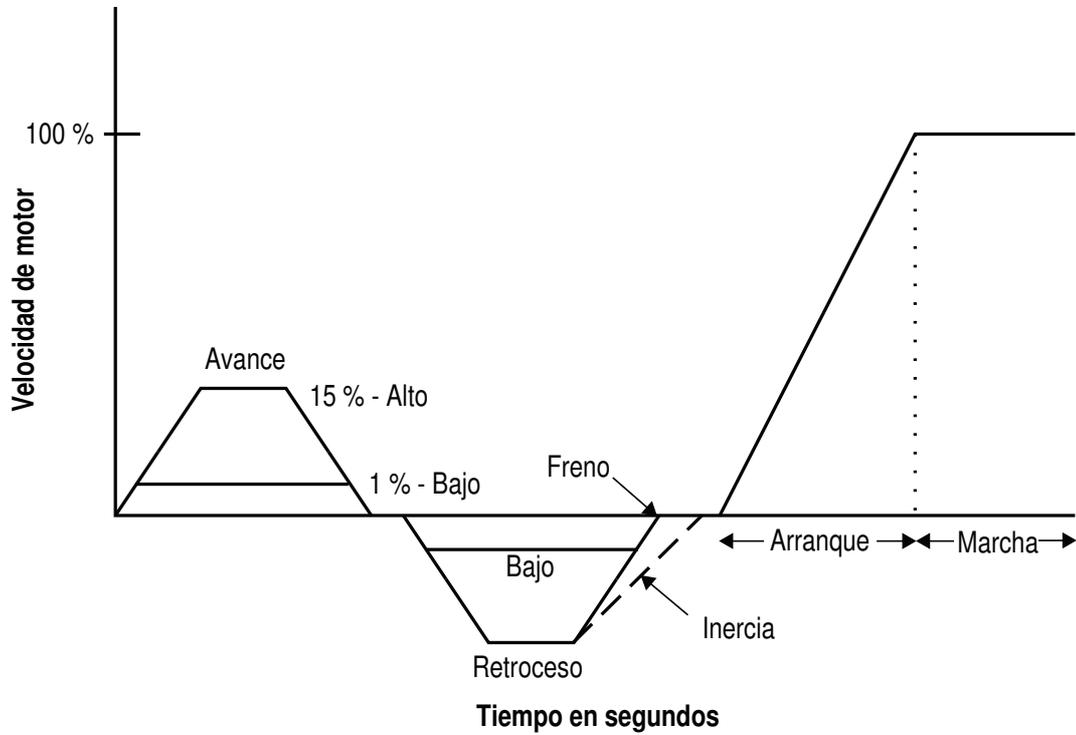
Arrancador suave

Los arrancadores suaves son dependientes de la carga y se basan en ajustes programados de arranque y paro. Un algoritmo ajusta el voltaje para aumentar la corriente y el par para arrancar el motor. Con base en la fuerza contraelectromotriz del motor, el arrancador suave determina si el motor ha alcanzado la velocidad esperada. Si el arrancador suave detecta que el motor ha alcanzado la velocidad esperada antes del tiempo de arranque seleccionado, el arrancador suave aplica voltaje pleno e indica el estado de marcha. Si el motor no ha alcanzado la velocidad esperada en un intervalo establecido, el arrancador suave aplica voltaje pleno (SMC Flex, SMC-50) o un porcentaje del voltaje pleno (SMC-3), de acuerdo con la carga. La excepción es el SMC-50 en control de arranque lineal y paro lineal, donde un algoritmo especial, sin el uso de un tacómetro externo, proporciona tiempos de arranque y paro precisos con unas pocas selecciones de parámetros, independientemente de la carga.

Variadores

Los variadores proporcionan un control preciso de velocidad, que incluye los tiempos de arranque y paro, de acuerdo con el variador que se seleccione y las capacidades de carga y sobrecarga del variador.

Figura 12 - Velocidad lenta predefinida

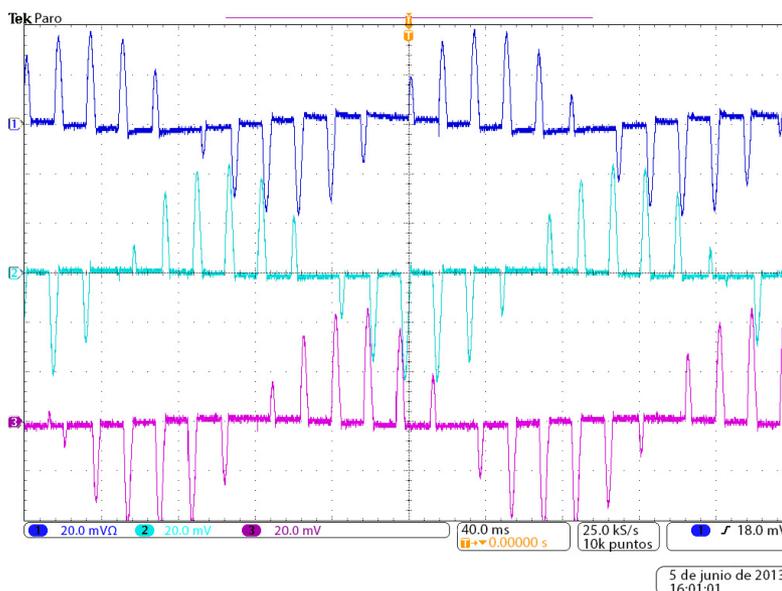


Control de velocidad

Arrancador suave

Algunos arrancadores suaves tienen control limitado de velocidad lenta entre el arranque y el paro, según se muestra en la [Figura 12](#). El SMC Flex ofrece dos velocidades lentas fijas de avance, 7% y 15%, y dos velocidades lentas fijas de retroceso, 10% y 20%. El SMC-50 ofrece velocidades ajustables del 1% al 15% de la velocidad plena, tanto en avance como en retroceso, sin utilizar un contactor con inversión. Por ejemplo, un motor de 1800 rpm tiene velocidades lentas disponibles de 18...270 rpm tanto en el sentido de avance como en el de retroceso. El control de velocidad lenta permanece en funcionamiento durante unos minutos debido al aumento de temperatura en el SCR y el motor. Alcanzar la velocidad lenta es similar a crear formas de onda PWM, según se muestra en la [Figura 13](#).

Figura 13 - Forma de onda de velocidad lenta del SMC-50



Variador

Los variadores ofrecen velocidad continua y totalmente ajustable en cualquier momento desde el arranque hasta el paro durante posiblemente horas, debido a la capacidad de ajustar la frecuencia.

Aunque tanto el variador como el arrancador suave pueden funcionar a velocidades lentas, la duración en que puede permanecer cada uno de ellos depende del motor y de la carga. El calor del motor en marcha a velocidades lentas depende del tiempo. Para poder proteger los SCR y el motor, el arrancador suave alcanza la capacidad térmica máxima si se deja en velocidad lenta demasiado tiempo. El funcionamiento continuo de un variador por debajo de 5 Hz requiere -reducción del régimen nominal.

Par pleno a velocidad 0

Arrancador suave

Los arrancadores suaves funcionan a frecuencia fija y el par pleno está disponible solo a voltaje pleno. El par inicial está programado en el arrancador suave. El voltaje asociado para el ajuste del par es el punto inicial de la rampa. El par pleno no está disponible a velocidad cero.

Variador

En aplicaciones de variadores, el 100% del par se encuentra disponible hasta la frecuencia de línea a la velocidad base. Por encima de la velocidad base del motor, la potencia es del 100% y el par disminuye. La retención de par es una ventaja que proporciona el variador en aplicaciones como la de un transportador inclinado que evita que la correa con la carga se vaya hacia atrás cuando esté detenida. La aplicación determina si son necesarias otras características de seguridad además de la de par pleno a velocidad cero con un variador. Un arrancador suave tendría que utilizar un freno mecánico para lograr el mismo efecto.

Costo inicial

A amperaje bajo, el variador y el arrancador suave tienen costos similares, pero a medida que el amperaje y la potencia aumentan, también aumenta el costo del variador. La [Figura 14](#) y la [Figura 15](#) muestran las comparaciones de costo inicial de un arrancador IEC y NEMA frente a un arrancador suave y un variador.

Figura 14 - Comparación de costos entre un arrancador suave, un arrancador IEC y un VFD

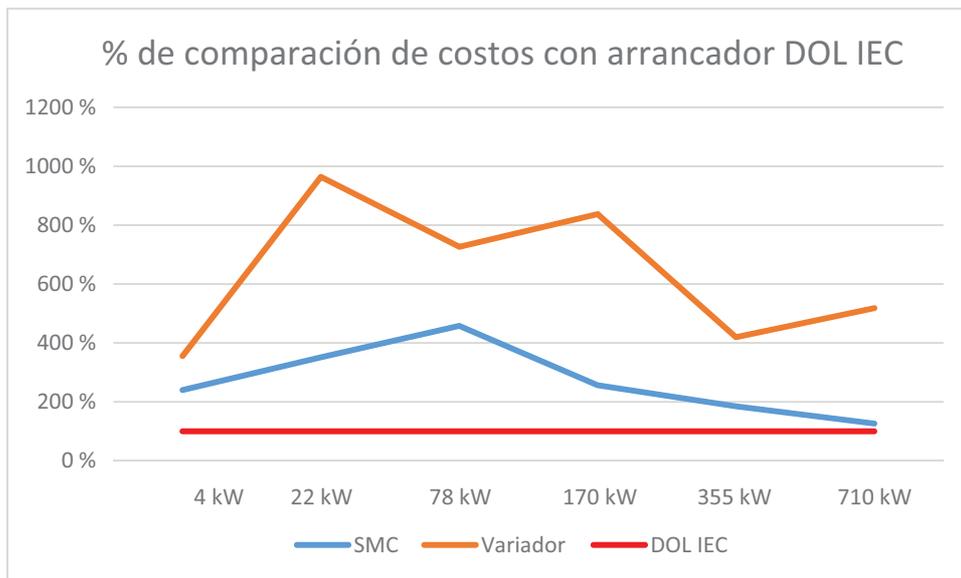
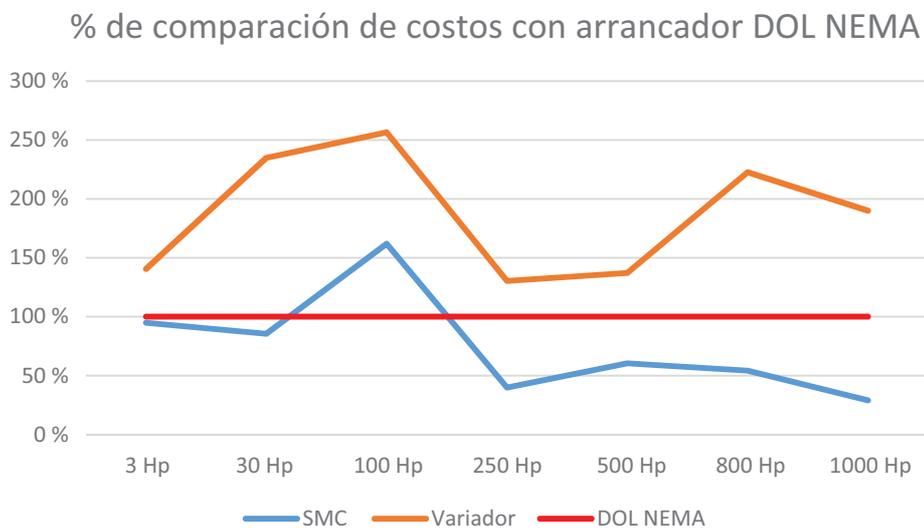


Figura 15 - Comparación de costos entre un arrancador suave, un arrancador NEMA y un VFD



Tamaño físico

La [Figura 16](#) y la [Figura 17](#) muestran la diferencia relativa de tamaño entre un variador y un arrancador suave, donde el arrancador suave es más pequeño que el variador. Los variadores de tamaño grande deben montarse en un gabinete del tipo usado para centros de control de motores porque junto con el variador también se montan otros dispositivos (por ejemplo, aislamiento, inversores y limitadores EMC).

Figura 16 - Comparación de tamaño físico entre un arrancador suave, un arrancador IEC y un variador a un voltaje trifásico de 400 VCA

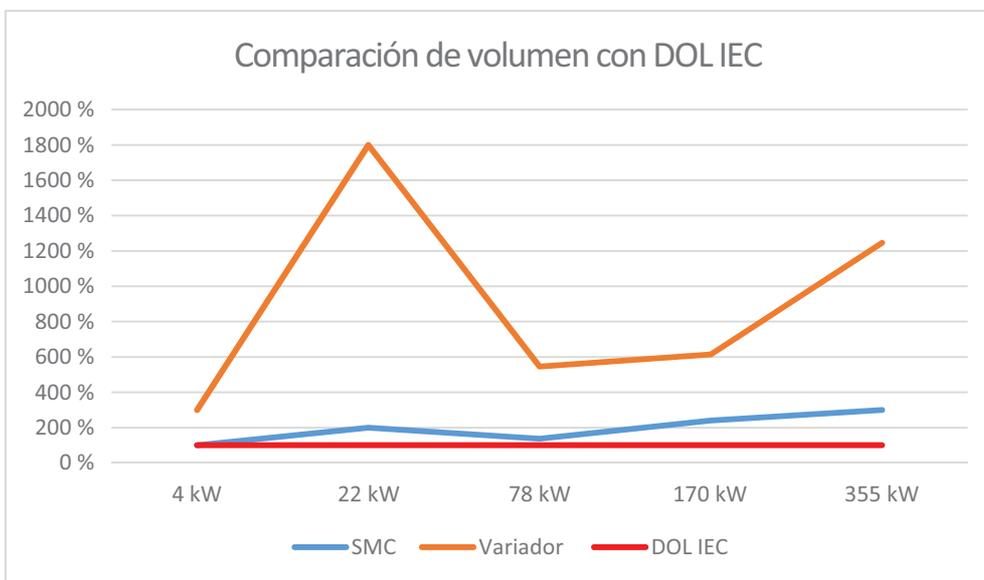
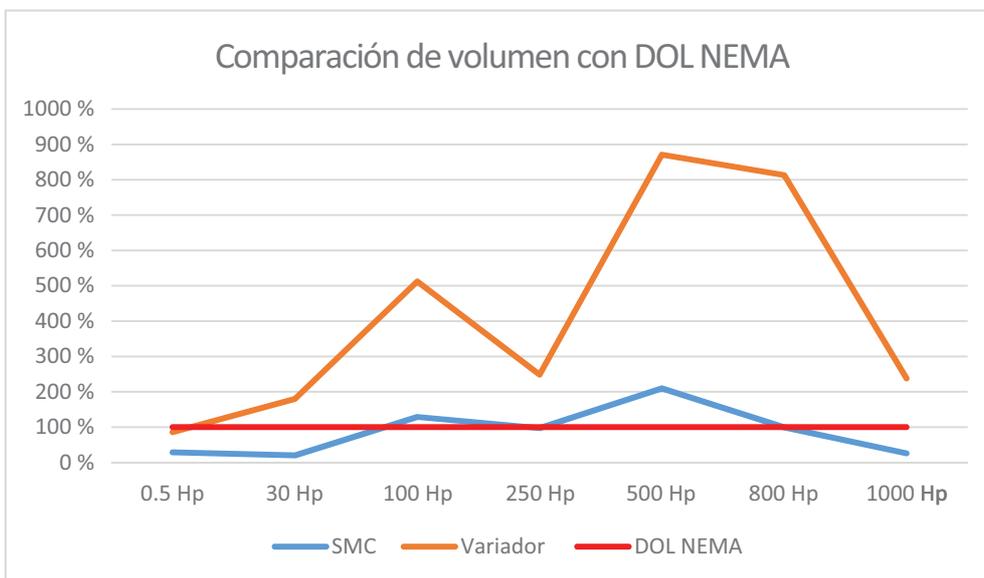


Figura 17 - Comparación de tamaño físico entre un arrancador suave, un arrancador NEMA y un variador a un voltaje trifásico de 400 VCA



Mantenimiento

Arrancador suave

El arrancador suave requiere poco mantenimiento, fuera del necesario para mantener las rendijas del ventilador limpias y despejadas.

Variador

Según el variador, se deben inspeccionar, limpiar y/o reemplazar algunas piezas con una frecuencia anual o incluso con menos frecuencia. Por ejemplo, en un variador que funciona 24 horas al día, cada 3 años se debe reemplazar lo siguiente (si es aplicable):

- motor del ventilador de enfriamiento
- ventiladores de enfriamiento pequeños
- cartucho del filtro de desionización
- refrigerante
- condensadores de bus electrolíticos
- condensadores de bus rectificadores
- condensadores de retención de inversor
- fuente de alimentación del driver de compuerta integrado
- fuentes de alimentación de CA/CC y CC/CC
- baterías de UPS

Opciones de arranque y paro

Varios perfiles de arranque

Arrancador suave

Se pueden utilizar dos arranques programados diferentes. Por ejemplo, quizá necesite diferentes opciones de arranque para días cálidos y días fríos. Con el SMC-50 y la aceleración lineal, no se necesitan dos arranques programados diferentes. La aceleración lineal se ajusta a la carga, lo que elimina la necesidad de dos arranques programados.

Variador

Los VFD son muy versátiles y tienen varios puntos de frenado, varios ajustes de velocidad, y control desde el arranque hasta el paro.

Operación monofásica o trifásica

Arrancador suave

- Protegido con sobrecargas incorporadas
- Los SCR controlan las tres fases
- Normalmente disponibles solo en configuración trifásica

Variador

- Hay disponibles configuraciones monofásicas y trifásicas
- La entrada monofásica requiere una considerable reducción del régimen nominal

Arranques temporizados

Arrancador suave

Los tiempos de arranque de hasta 30 segundos son típicos; no obstante, la mayoría de los arrancadores suaves tienen algunas capacidades más allá de 30 segundos y hasta 999 segundos. Los tiempos de arranque largos no son normales, y se deben tener en cuenta las capacidades térmicas del sistema, incluido el motor.

Variador

Los tiempos de aceleración se pueden establecer hasta en 3600 segundos. Los tiempos más prolongados están asociados normalmente con cargas de gran inercia, lo que reduce el tamaño del variador requerido.

Opciones de paro

Arrancador suave

- Paro por inercia (sin paro de control)
- Frenado inteligente de motores (capacidad de parar un motor con mayor rapidez que por inercia sin usar freno externo)
- Paro de bombas (control de paro de bombas, para evitar el golpe de ariete)
- Desaceleración lineal (paro preciso y controlado en un tiempo programado)
- Accu-stop (permite utilizar la opción de velocidad lenta antes de llegar a un paro completo para una colocación precisa del producto)
- Paro suave (paro programado para permitir un tiempo de paro más prolongado que el proporcionado por el paro por inercia).

Variador

- Inercia
- Rampa
- Rampa a retención
- Frenado por CC
- Frenado dinámico⁽¹⁾
- Límite de corriente
- Frenado rápido

(1) El uso de resistencias de freno dinámico minimiza los fallos debidos a sobrevoltaje. Se puede utilizar una entrada digital para seleccionar entre dos modos de paro diferentes.

Aplicaciones y motores

Aunque la mayoría de los motores se pueden utilizar con un VFD o arrancador suave, en la [Tabla 2](#), se indican algunas excepciones.

Tabla 2 - Excepciones de aplicación de arrancador suave y VFD

Aplicación	Arrancador suave	VFD
Bombas de desplazamiento positivo	Posible Ê	Sí
Con inversión	Sí Ë	Sí
Motores de inducción lineales	Sí	Sí
Transformadores	Sí	Sí Ì
Cargas resistivas	Sí	Sí Ì
Devanado parcial	Sí	Sí Ì
Rotor bobinado	Sí	Sí Ì
Motores de imán permanente	No	Sí
Motores de reluctancia	No	Sí
Par alto, baja corriente	No	Sí

Ê Utilice el asistente de estimación E-tool de SMC para determinar la idoneidad de un arrancador suave

Ë Utiliza contactores con inversión para velocidad plena. La velocidad lenta se logra sin contactores.

Ì En modo de voltaje ajustable.

Ejemplos de aplicación

Restricciones de corriente baja

Son comunes las restricciones de corriente baja, como por ejemplo el fin del suministro de energía del proveedor de electricidad a un sistema de irrigación ubicado en un lugar remoto. Por ejemplo, la alimentación podría estar limitada a menos del 200% de la indicada en la placa del fabricante del motor, para no cargar demasiado la fuente de alimentación. Los motores necesitan suficiente par para superar la demanda del par de carga, así que no se olvide de considerar factores como el tamaño del motor en función de la carga y del tipo de motor.

Un arrancador suave puede limitar la corriente al 200%, lo que también limita la magnitud de par aplicado. Se realiza más investigación mediante asistentes para ayudar a determinar si el límite de corriente es suficiente para arrancar el motor.

Un variador puede proporcionar niveles de par superiores y mantenerse por debajo del requisito de corriente del sistema de distribución de alimentación.

Ventiladores

Casi cualquier aplicación que utilice una velocidad de marcha constante es adecuada para el arrancador suave. Un buen ejemplo es un ventilador de secado grande en una fábrica, que funciona todo el día a velocidad constante una vez que se ha arrancado. El arrancador suave puede controlar el par de arranque aplicado al ventilador para proporcionar un arranque paulatino. Una vez alcanzada la velocidad esperada, no se precisa control mientras no se proporcione un comando de paro.

Un ventilador grande que varía de velocidad a lo largo del proceso, por ejemplo, que cambia la velocidad en función de la temperatura, se controla mejor mediante un variador. Un variador puede controlar la velocidad en cualquier momento durante el proceso.

Transportadores

Es mejor utilizar un arrancador suave al reemplazar arrancadores directos en línea para evitar derrames de material o daños durante el arranque y paro de un transportador. El arrancador suave arranca y para el transportador paulatinamente, sin tensión mecánica excesiva.

Bombas

Las aplicaciones de bombeo pueden utilizar ya sea un variador, o bien un arrancador suave. El arrancador suave puede reducir el golpe de ariete tanto en el arranque como en el paro, y es normalmente menos costoso. Un variador puede realizar la misma tarea, y además puede controlar la velocidad de la bomba durante el modo de marcha.

Resumen

El conocimiento de su aplicación determina qué método de arranque debe utilizar. Tanto el arrancador suave como el variador pueden arrancar un motor con voltaje y corriente reducidos. Como resultado, ambos dispositivos sufren menos desgaste mecánico y requieren menos mantenimiento. Aunque el arrancador suave tiene ciertas capacidades de velocidad lenta (hasta $\pm 15\%$ de velocidad lenta), el amplio control de velocidad y las largas duraciones son más adecuados para un variador. Los arrancadores suaves ofrecen una derivación para el funcionamiento a menor temperatura si solo se necesita el arranque y el paro del motor. Otras marcas de arrancadores suaves podrían o no ofrecer las características descritas en esta publicación. Los variadores pueden controlar la velocidad en cualquier punto del proceso y ajustar el par fácilmente cuando sea necesario, si se configuran correctamente.

En resumen, si conoce su aplicación, las restricciones de tamaño y el presupuesto, podrá seleccionar mejor el dispositivo adecuado.

Tabla 3 - Resumen de aplicación de arrancador suave y VFD

Característica	Arrancador suave	Variador
Voltaje, corriente y par reducidos durante el arranque	Sí	Sí
Capacidades de velocidad lenta	Con limitaciones	Sí
Conexión en estrella-triángulo	Sí	No
¿Necesita la aplicación tiempos de arranque y paro precisos?	Con limitaciones	Sí
Tamaño del controlador	Menor	Mayor
Costo inicial	Menor	Mayor
Par pleno a velocidad 0	No	Sí

Notas:

Información importante para el usuario

Lea este documento y los documentos que se indican en la sección Recursos adicionales sobre instalación, configuración y operación de este equipo antes de instalar, configurar, operar o dar mantenimiento a este producto. Los usuarios deben familiarizarse con las instrucciones de instalación y cableado, y con los requisitos de todos los códigos, las leyes y las normas vigentes.

Las actividades que incluyan instalación, ajustes, puesta en servicio, uso, montaje, desmontaje y mantenimiento deberán ser realizadas por personal debidamente capacitado de conformidad con el código de prácticas aplicable.

Si este equipo se utiliza de una forma diferente a la indicada por el fabricante, la protección proporcionada por el equipo puede verse afectada.

En ningún caso, Rockwell Automation Inc. será responsable de daños indirectos o derivados del uso o de la aplicación de este equipo.

Los ejemplos y los diagramas que aparecen en este manual se incluyen únicamente con fines ilustrativos. Debido a las numerosas variables y requisitos asociados con cada instalación en particular, Rockwell Automation, Inc. no puede asumir ninguna responsabilidad ni obligación por el uso basado en los ejemplos y los diagramas.

Rockwell Automation, Inc. no asume ninguna obligación de patente con respecto al uso de la información, los circuitos, los equipos o el software descritos en este manual.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de este manual sin la autorización por escrito de Rockwell Automation, Inc.

Comentarios sobre la documentación

Sus comentarios nos ayudarán a atender mejor sus necesidades de documentación. Si tiene sugerencias sobre cómo mejorar este documento, llene este formulario, publicación [RA-DU002](#), disponible en <http://www.rockwellautomation.com/literature/>.

Allen-Bradley, Rockwell Software, Rockwell Automation, SMC y LISTEN. THINK. SOLVE son marcas comerciales de Rockwell Automation, Inc.

Las marcas comerciales que no pertenecen a Rockwell Automation son propiedad de sus respectivas empresas.

www.rockwellautomation.com

Oficinas corporativas de soluciones de potencia, control e información

Américas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

Europa/Medio Oriente/África: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Bélgica, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Asia-Pacífico: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Argentina: Rockwell Automation S.A., Alem 1050, 5° Piso, CP 1001AAS, Capital Federal, Buenos Aires, Tel.: (54) 11.5554.4000, Fax: (54) 11.5554.4040, www.rockwellautomation.com.ar

Chile: Rockwell Automation Chile S.A., Luis Thayer Ojeda 166, Piso 6, Providencia, Santiago, Tel.: (56) 2.290.0700, Fax: (56) 2.290.0707, www.rockwellautomation.cl

Colombia: Rockwell Automation S.A., Edf. North Point, Carrera 7 N° 156 – 78 Piso 18, PBX: (57) 1.649.96.00 Fax: (57) 649.96.15, www.rockwellautomation.com.co

España: Rockwell Automation S.A., C/ Josep Plà, 101-105, 08019 Barcelona, Tel.: (34) 932.959.000, Fax: (34) 932.959.001, www.rockwellautomation.es

México: Rockwell Automation S.A. de C.V., Bosques de Cierulos N° 160, Col. Bosques de Las Lomas, C.P. 11700 México, D.F., Tel.: (52) 55.5246.2000, Fax: (52) 55.5251.1169, www.rockwellautomation.com.mx

Perú: Rockwell Automation S.A., Av Victor Andrés Belaunde N°147, Torre 12, Of. 102 – San Isidro Lima, Perú, Tel: (511) 441.59.00, Fax: (511) 222.29.87, www.rockwellautomation.com.pe

Puerto Rico: Rockwell Automation Inc., Calle 1, Metro Office # 6, Suite 304, Metro Office Park, Guaynabo, Puerto Rico 00968, Tel: (1) 787.300.6200, Fax: (1) 787.706.3939, www.rockwellautomation.com.pr

Venezuela: Rockwell Automation S.A., Edf. Allen-Bradley, Av. González Rincones, Zona Industrial La Trinidad, Caracas 1080, Tel.: (58) 212.949.0611, Fax: (58) 212.943.3955, www.rockwellautomation.com.ve