

Arrancadores a Tensión Reducida

Generalidades

Con la modalidad de arranque directo en los motores **pueden surgir inconvenientes del tipo eléctrico o mecánicos**, los cuáles están directamente relacionados con las corrientes de inserción en el momento de arranque. Consecuentemente estos casos requieren de sistemas de arranque que puedan evitar los inconvenientes citados, por ejemplo arranque a tensión reducida.

Problemas eléctricos

Si la capacidad de la red eléctrica para suministrar potencia a la carga es limitada; ya sea porque es pequeño el transformador de alimentación o porque el cable de acometida es de reducida sección o muy largo; durante el arranque del motor habrá trastornos en el servicio, pues las elevadas corrientes de arranque propias de un motor asíncrono causarán grandes caídas de tensión en la línea. Estas caídas de tensión perjudicarán el normal funcionamiento de los otros consumidores conectados al mismo punto de la red. Por ejemplo, las lámparas de iluminación parpadearán o se apagarán, lo mismo que computadoras y otros aparatos electrónicos cuyas fuentes de alimentación son sensibles a las bajas tensiones.

Aplicando al motor una tensión menor a la asignada durante el arranque, es posible limitar la corriente que varía proporcionalmente con la tensión aplicada.

Además se obtiene una importante reducción en el consumo de energía en el momento del arranque, también ligada a estas elevadas corrientes.

Problemas mecánicos

Arrancar un motor con los accionamientos convencionales implica esfuerzos de torsión en el eje del motor y el acoplamiento mecánico, reduciendo sustancialmente su vida útil. Es de notar también que podría sufrir daños el producto contenido en la máquina, caerse los envases transportados en una cinta e incluso hasta cortarse la misma. Teniendo en cuenta estas condiciones es conveniente reducir el par de arranque del motor. Asignando al mismo un sistema de arranque a tensión reducida se obtiene esta característica en el par de arranque.

Existen distintos tipos de arranque a tensión reducida por métodos electromecánicos: arranque con resistencias rotóricas, o con resistencias o impedancias estáticas o por autotransformador de

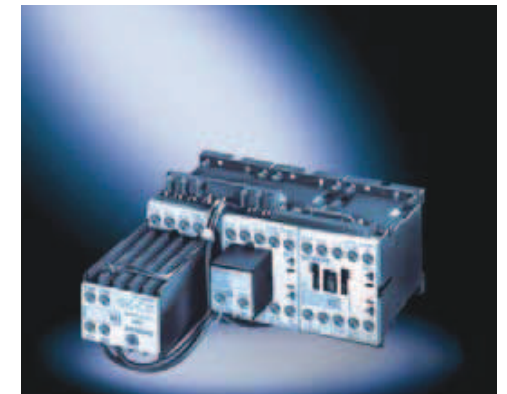


FOTO 11.1 ARRANCADOR ESTRELLA-TRIANGULO S00

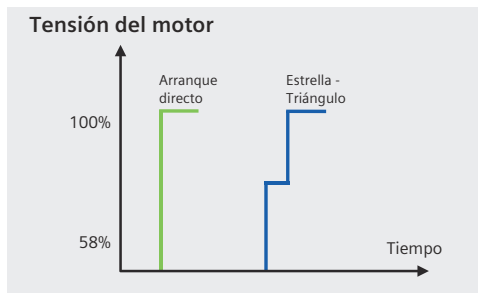


FIG. 11.1

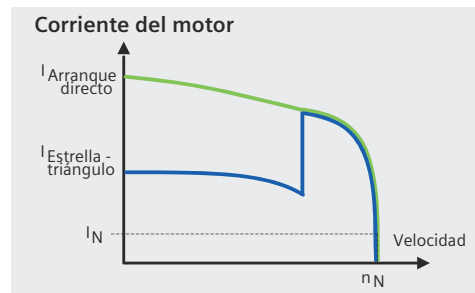


FIG. 11.2

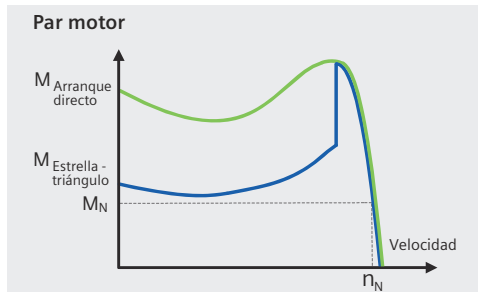


FIG. 11.3
CURVAS DE TENSION, CORRIENTE Y PAR, EN FUNCION DE LA VELOCIDAD, PARA ARRANQUE DIRECTO Y ESTRELLA TRIANGULO

arranque. Todos estos métodos han caído en desuso, ya que han sido reemplazados por los arrancadores suaves electrónicos. El único método tradicional de arranque a tensión reducida aún utilizado es el arrancador estrella-triángulo.

Arrancadores Estrella-Triángulo

El arrancador estrella-triángulo es el más utilizado de todos los métodos a tensión reducida, por la simpleza de su construcción, su relativo bajo costo y su confiabilidad. El arrancador estrella-triángulo aprovecha la relación entre las tensiones de línea y de fase, pues en un sistema de distribución de energía trifásico la tensión de línea (U_L) es $\sqrt{3}$ veces mas grande que la tensión de fase (U_F):

$$U_L = \sqrt{3} \cdot U_F$$

Dado que esta relación es constante e influye tanto en la tensión como en la corriente ($I_L = I_F \cdot \sqrt{3}$), **la corriente de arranque se reduce a un tercio de la de arranque en directo.** Es decir que si la corriente de arranque directo de un motor es de 7,2 veces la asignada, utilizando para su arranque un arrancador estrella-triángulo, la corriente de arranque se reducirá a sólo 2,4 veces.

Arrancadores a Tensión Reducida

Existen arrancadores estrella-triángulo manuales y automáticos; en este capítulo se tratarán sólo los automáticos.

Un arrancador estrella-triángulo automático está formado por tres contactores:

- ▣ Contactor de línea (conectado siempre).
- ▣ Contactor de estrella (conectado sólo durante el período de arranque).
- ▣ Contactor de triángulo (en servicio durante la marcha del motor).

Durante el arranque están en servicio los contactores de línea (K1) y de estrella (K2); luego de la conmutación, en régimen de marcha quedan en servicio los contactores de línea (K1) y de triángulo (K3).

Dado que durante la marcha el motor está siendo alimentado por estos dos contactores que conducen una corriente de fase (1,73 veces más chica que la corriente de línea), **los contactores de un arrancador estrella-triángulo son sustancialmente más chicos que los correspondientes a un arranque directo del mismo motor** (ya que las corrientes de arranque están fuertemente reducidas).

Teniendo en cuenta que el contactor de estrella sólo conduce corriente durante el arranque, éste puede calcularse de un tamaño inferior a los de línea y

triángulo, para tiempos de arranque de hasta diez segundos. Para la protección del motor el relé de sobrecargas se instala acoplado al contactor de línea. De esta manera el motor está protegido tanto durante el arranque como durante la marcha.

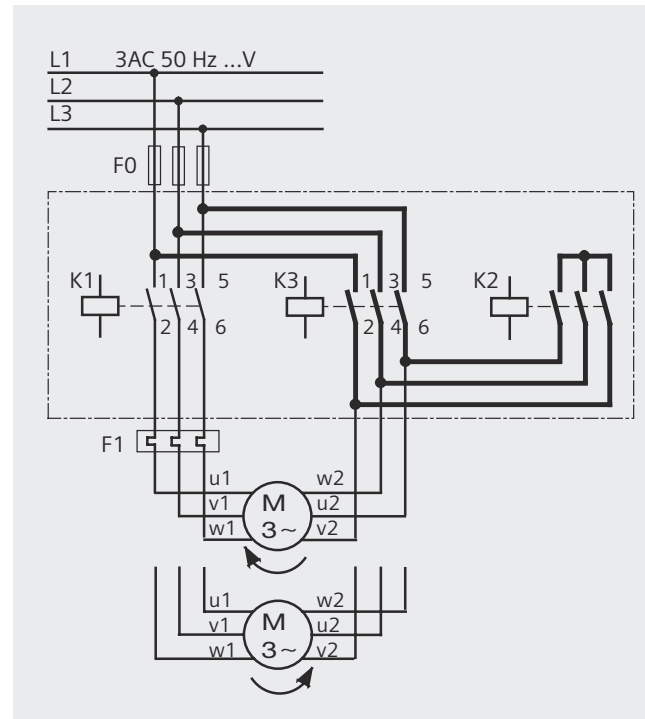
Dado que se trata de un arranque a tensión reducida el motor no desarrolla todo su par de arranque, sino sólo la tercera parte. Esta reducción de momento de arranque puede causar que la duración del arranque sea muy larga. En este caso, el contactor de estrella debe tener el mismo tamaño que los demás.

Además es posible que el relé de sobrecargas actúe durante el arranque. Para evitar esto suele instalarse sobre el contactor de triángulo, pero se debe tener en cuenta que durante el arranque el motor estará sin protección; tal vez convenga considerar a dos relés de sobrecarga o sólo uno de Clase 20 conectado en la línea. En este caso recomendamos contemplar el rendimiento del arranque.

Para una correcta regulación del relé de sobrecarga se debe medir con una pinza amperométrica la corriente de la línea y al valor leído se lo multiplica por 0,58 para tener el punto de regulación.

Para proteger a los contactores y al relé de sobrecarga contra los efectos de un cortocircuito se dimensionan los respectivos fusibles según las tablas 6.1 y 6.2 en las páginas 49 y 50 respectivamente.

FIG. 11.4 EJEMPLO DE CIRCUITO PRINCIPAL DE UN ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO



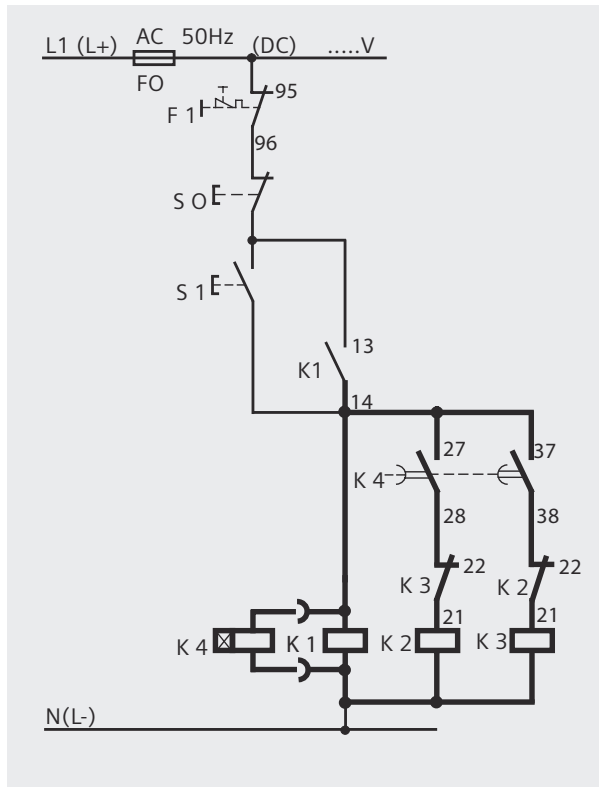
F0 FUSIBLES DE LINEA
K1 CONTACTOR DE LINEA
K2 CONTACTOR DE ESTRELLA
K3 CONTACTOR DE TRIANGULO
F1 RELE DE SOBRECARGA

Para poder mantener una coordinación tipo 2, a partir de los tamaños S2 ó S3 (dependiendo de la potencia) es necesario dividir la alimentación de los contactores de línea y triángulo para poder instalar protecciones en las fases.

En caso de elegirse una protección de los aparatos contra cortocircuito mediante un interruptor guardamotor se deben considerar las tablas 9.1 y 9.2 de las páginas 62 y 63, según se desee una coordinación del tipo 1 ó 2. También hay que tener en cuenta que si desea proteger al motor con el mismo guardamotor, éste deberá considerarse para la plena corriente de línea, lo que implica un aparato mayor, con el consecuente sobredimensionamiento de los contactores.

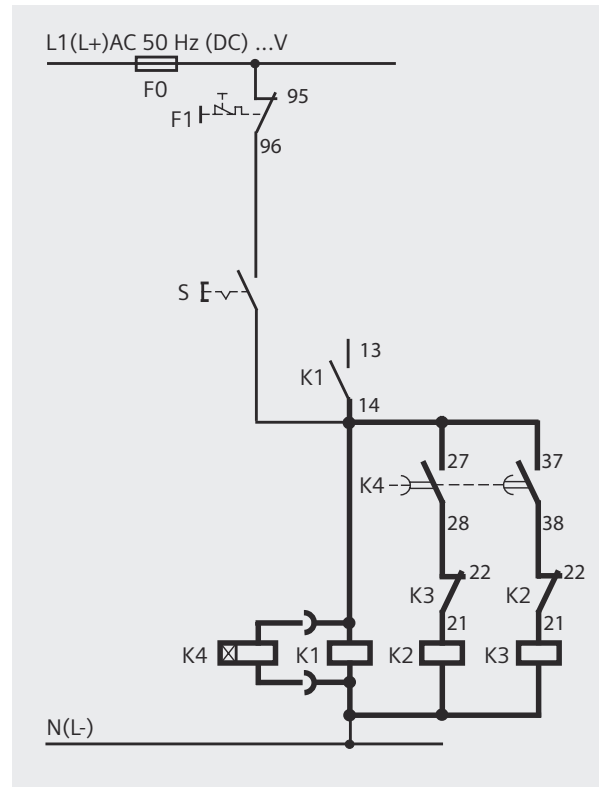
Arrancadores a Tensión Reducida

FIG. 11.5 EJEMPLO DE CIRCUITO DE COMANDO DE UN ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO, POR INTERRUPTOR DE MANDO



- F0** FUSIBLE
- F1** RELE DE SOBRECARGA
- S** INTERRUPTOR DE MANDO
- K1** CONTACTOR DE LINEA
- K2** CONTACTOR DE ESTRELLA
- K3** CONTACTOR DE TRIANGULO
- K4** RELE DE TIEMPO

FIG. 11.6 EJEMPLO DE CIRCUITO DE COMANDO DE UN ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO, POR PULSADORES



- F0** FUSIBLE
- F1** RELE DE SOBRECARGA
- S0** PULSADOR DE PARADA
- S1** PULSADOR DE MARCHA
- K1** CONTACTOR DE LINEA
- K2** CONTACTOR DE ESTRELLA
- K3** CONTACTOR DE TRIANGULO
- K4** RELE DE TIEMPO



FOTO 11.2 RELE DE TIEMPO PARA ARRANCADORES ESTRELLA-TRIANGULO

Relé de tiempo

La **conmutación entre la etapa de estrella y la de triángulo** se realiza mediante un relé de tiempo.

El relé de tiempo está especialmente diseñado para arrancadores estrella-triángulo (ver foto 11.2). Al alimentar al relé colocándole la tensión de alimentación asignada en sus bornes A1 y A2, se cierra inmediatamente el contacto correspondiente a la etapa de estrella (bornes 17 y 18) y se conecta al contactor K2 correspondiente. Transcurrido el tiempo ajustado, el contacto se vuelve a abrir, cae el contactor K2 y finaliza la etapa de estrella.

Tras una pausa de 50 milisegundos se cierra el contacto de la etapa de triángulo (bornes 17 y 28) y con ello el contactor K3 conecta al motor en triángulo; permanecerá cerrado durante todo el periodo de marcha.

Esta pausa de la conmutación entre las dos etapas garantiza que no haya una falla por cortocircuito, es decir, que el contactor de triángulo no cierre mientras el contactor de estrella aún esté apagando su arco de desconexión.

La conmutación entre la etapa de estrella y la de triángulo debe hacerse cuando el motor haya alcanzado su velocidad asignada (o un valor muy cercano), que es el momento en el que la corriente de arranque baja al valor asignado para el motor.

El tiempo que tarda el motor en alcanzar una

velocidad superior al 95% de su velocidad asignada es el valor al que se debe ajustar el relé de tiempo.

Un tiempo menor hará que tras la conmutación el motor tome una corriente muy elevada, prácticamente similar a la de arranque directo, y precisamente son estas corrientes las que se desean evitar. Un tiempo mayor no traerá beneficio alguno y sobrecargará al motor.

El arrancador estrella-triángulo sólo se puede utilizar en motores con todos los terminales de sus bobinas accesibles, es decir, con seis terminales. Motores con tres terminales, como son los de las bombas sumergidas, no pueden utilizar arranques estrella-triángulo.

Para una red de 3x400 V los motores deben ser del tipo 400/690 V, es decir, deben estar diseñados para trabajar en triángulo a la tensión de red.

Arrancadores a Tensión Reducida

Valores para 400 V AC 50 Hz									
Potencia [kW]	Corriente [A]	Tamaño de los Contactores	Contactores		Accesorios para el armado			Relés de Sobrecarga	
			Contactador de Línea / Triángulo	Contactador de Estrella	Relé de Tiempo	Conjunto de instalación	Puentes de Neutro	Relé de Sobrecarga Térmico	Relé de Sobrecarga Electrónico
5.5 7.5	12 17	S00-S00-S00	3RT10 15 3RT10 17	3RT10 15	3RT19 16-2G.51 3RP15 74-1N.30	3RA19 13-2B	3RT19 16-4BA31	3RU11 16-1HB0 3RU11 16-1JB0	3RB20 16-1SB0
11 15 18.5	25 32 40	S0-S0-S0	3RT10 24 3RT10 26	3RT10 24	3RP15 74-1N.30	3RA19 23-2B	3RT19 26-4BA31	3RU11 26-4AB0 3RU11 26-4BB0 3RU11 26-4DB0	3RB20 26-1QB0
22 30 37 45	50 50 80 86	S2-S2-S0 S2-S2-S2	3RT10 34 3RT10 35 3RT10 36	3RT10 26 3RT10 34	3RP15 74-1N.30	3RA19 33-2C 3RA19 33-2B	3RT19 26-4BA31 3RT19 36-4BA31	3RU11 36-4DB0 3RU11 36-4FB0 3RU11 36-4GB0 3RU11 36-4HB0	3RB20 36-1UB0
55 75	115 150	S3-S3-S2	3RT10 44 3RT10 45	3RT10 35 3RT10 36	3RP15 74-1N.30	3RA19 43-2C	3RT19 36-4BA31	3RU11 46-4JB0 3RU11 46-4LB0	3RB20 46-1EB0
90 110 132 160	160 195 230 280	S6-S6-S3	3RT10 54 3RT10 55 3RT10 56	3RT10 44 3RT10 45 3RT10 46	3RP15 74-1N.30	3RA19 53-3D	3RT19 46-4BA31		3RB20 56-1FC2
200 250	350 430	S10-S10-S6	3RT10 64 3RT10 65	3RT10 54 3RT10 55	3RP15 74-1N.30		3RT19 56-4BA31		3RB20 66-1GC2

TABLA 11.1 ES VALIDA PARA MOTORES CON CORRIENTES DE ARRANQUE DE HASTA 8,4 VECES LA CORRIENTE ASIGNADA Y TIEMPOS DE HASTA DIEZ SEGUNDOS

Autoevaluación

1. El arrancador estrella-triángulo es un arrancador a tensión reducida; ¿verdadero o falso?
2. La corriente de arranque con un arrancador estrella-triángulo se reduce a la tercera parte de un arranque directo; ¿verdadero o falso?
3. El par de arranque del motor con un arrancador estrella-triángulo también se reduce a la tercera parte; ¿verdadero o falso?
4. El tiempo de arranque en un arrancador estrella-triángulo es el mismo que en un arrancador directo; ¿verdadero o falso?
5. La conmutación de la etapa de estrella a la de triángulo se debe hacer antes de alcanzar la velocidad asignada; ¿verdadero o falso?
6. La conmutación de la etapa de estrella a la de triángulo se debe hacer cuando la corriente se reduce; ¿verdadero o falso?
7. Un motor cuya placa dice 230/400 V se puede conectar con un arrancador estrella-triángulo a una red de 3x 400 V; ¿verdadero o falso?
8. El relé temporizador para un arrancador estrella-triángulo tiene una pausa para evitar un cortocircuito de red; ¿verdadero o falso?
9. Un motor con tres bornes se puede arrancar con un arrancador estrella-triángulo; ¿verdadero o falso?
10. El relé de sobrecarga se regula al 58% de la corriente que toma el motor de la red; ¿verdadero o falso?

Soluciones en la página 131