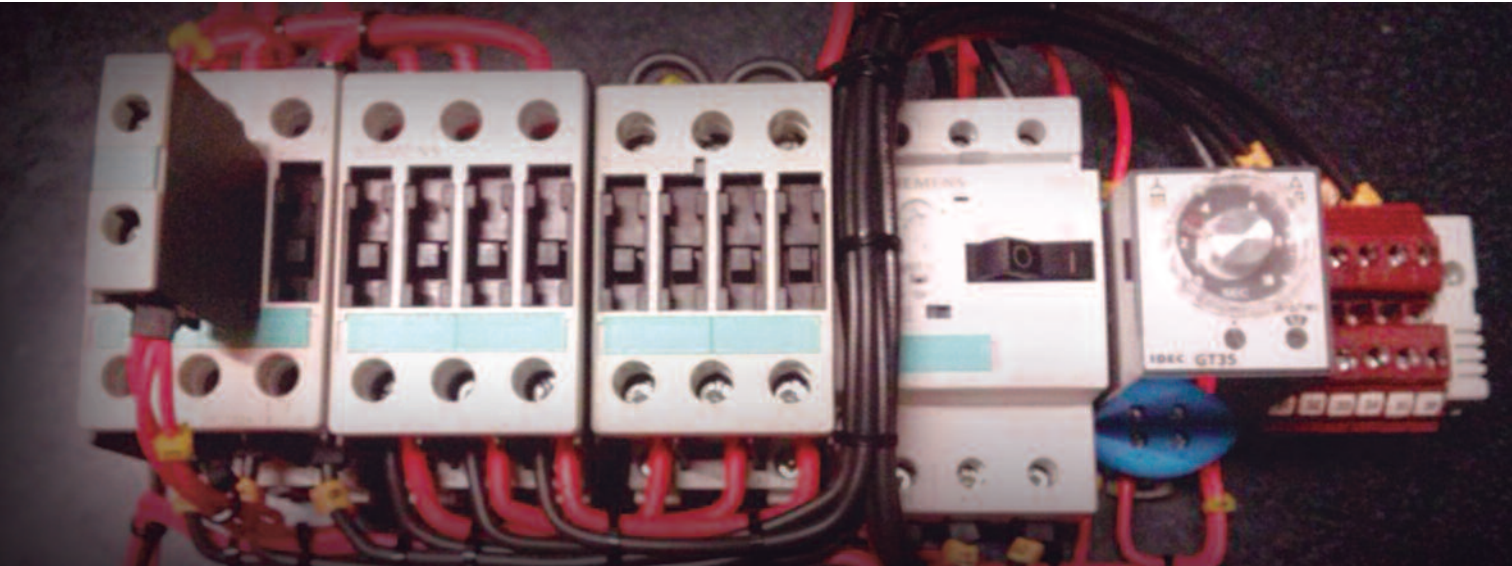


# Conmutación desfavorable de un arrancador estrella-triángulo



Ya sabemos que en el momento de la conmutación en un arrancador estrella-triángulo se produce un desfase entre las tensiones de fase (etapa de arranque – conexión estrella) y de línea (etapa de servicio – conexión triángulo) aplicadas a cada bobina del motor. Este desfase produce una tensión de conmutación, ésta a su vez produce una corriente de conmutación capaz de producir perturbaciones en la red de alimentación al motor.

**Por: Alejandro Francke**  
Especialista en productos eléctricos de baja tensión,  
para la distribución de energía; control, maniobra y  
protección de motores y sus aplicaciones.

En una red de distribución de energía de cuatro conductores, como son las habituales en la República Argentina, las tensiones de fase tomadas entre los conductores externos L1, L2 y L3, también llamadas fases, deben ser conectadas a los bornes del motor. Si se conectan en secuencia directa, el rotor del motor girará en el sentido de las agujas del reloj; existen tres formas posibles de conectar a las tres fases en secuencia directa.

- a) L1, L2 y L3 ;
- b) L2, L3 y L1 y
- c) L3, L1 y L2.

El circuito de potencia más habitual de un arrancador estrella-triángulo utiliza la primera de las secuencias de fases, es decir: L1, L2 y L3. Este es el circuito de conexiones que hemos estudiado y analizado en notas anteriores.

Con esta conexión se produce un ángulo de desfase, entre las tensiones de fase y las de línea, de 30°. A este tipo de conexión se la conoce como conexión favorable de un conmutador de arranque estrella-triángulo.

continúa en página xx ►

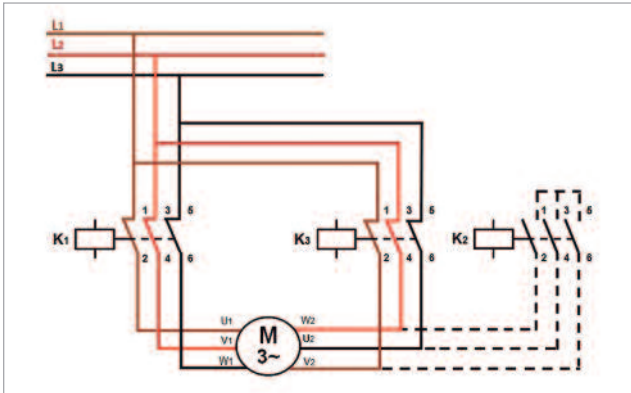


Figura 1. Arrancador estrella-triángulo, conexión triángulo favorable.

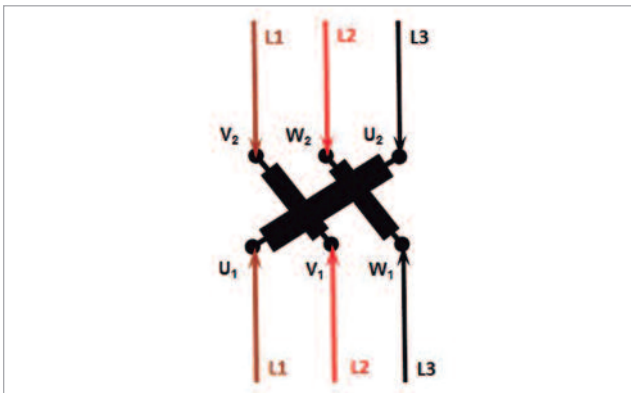


Figura 2. Alimentación de un motor en una conexión triángulo favorable.

### Conexión desfavorable de un conmutador estrella-triángulo

Si en lugar de realizar el circuito de potencia indicado en las figuras 3 y 5 se elige el desarrollado en la figura 3, en principio el motor arrancará en iguales condiciones.

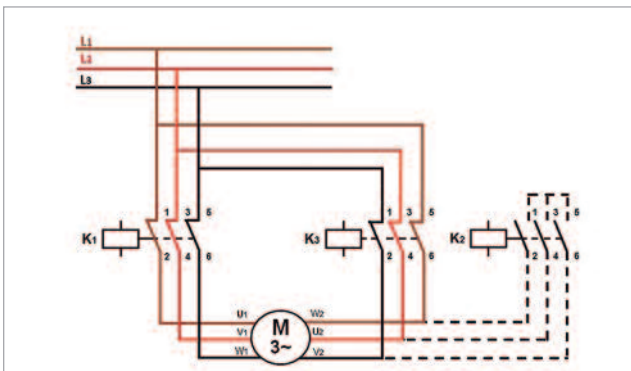


Figura 3. Arrancador estrella-triángulo, conexión triángulo desfavorable.

La etapa de arranque o estrella es idéntica;  
La bobina  $U_1 - U_2$  está alimentada por la tensión de fase 1  
 $U_{f1} = L_1 - N = 230 \text{ V}$ ;

la bobina  $V_1 - V_2$  está alimentada por la tensión de fase 2  
 $U_{f2} = L_2 - N = 230 \text{ V}$  y

la bobina  $W_1 - W_2$  está alimentada por la tensión de fase 3  
 $U_{f3} = L_3 - N = 230 \text{ V}$ .

N es el centro de estrella producido por el puente de cortocircuito entre los bornes 1-2-3 del contactor de estrella K2.

Pero en la etapa de marcha o triángulo las bobinas del motor formarían al triángulo de manera diferente. La alimentación de cada bobina se realizará con fases diferentes. El detalle se ve en la figura 4.

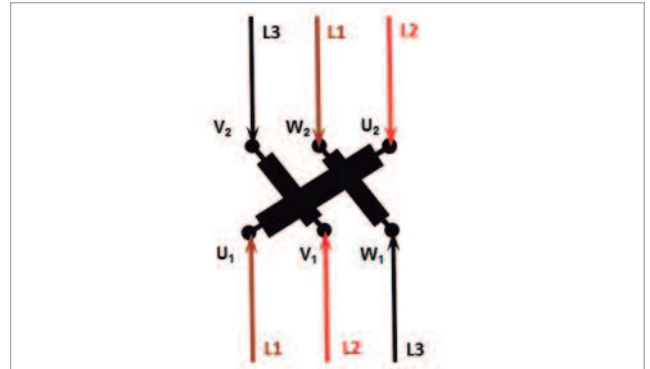


Figura 4. Alimentación de un motor en una conexión triángulo desfavorable.

### En este caso:

La bobina  $U_1 - U_2$  está alimentada por la tensión entre las líneas 2 y 1  $U_{12-1} = L_2 - L_1 = 400 \text{ V}$ ;

la bobina  $V_1 - V_2$  está alimentada por la tensión entre las líneas 3 y 2  $U_{13-2} = L_3 - L_2 = 400 \text{ V}$  y

la bobina  $W_1 - W_2$  está alimentada por la tensión entre las líneas 1 y 3  $U_{11-3} = L_1 - L_3 = 400 \text{ V}$ .

Dado que en ambas etapas la alimentación de cada bobina está en la misma secuencia directa, el motor girará en el mismo sentido.

Si ahora analizamos al diagrama vectorial resultante vemos que resulta el de la figura 5 que demuestra que en cada una de las tres bobinas que componen al motor se produce un desfase de  $120^\circ$  entre la tensión aplicada durante la etapa de arranque y la aplicada luego en la etapa de servicio. Ese desfase produce una diferencia de tensión de conmutación ( $L_c$ ) muy superior a la del caso anterior por eso se la denomina "conexión desfavorable".

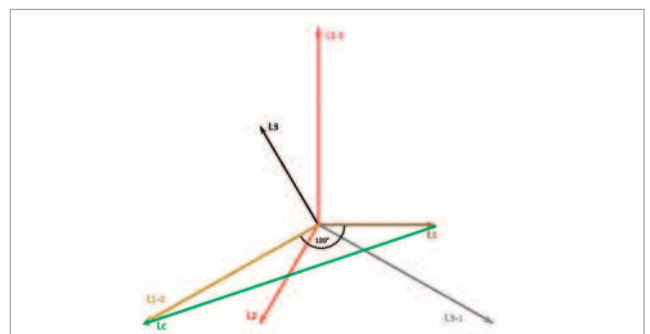


Figura 5. Tensión de conmutación en una conexión desfavorable.

continúa en página xx ▶

En este caso se produce una perturbación mayor en la corriente de alimentación del motor que produce un pico que puede alcanzar el 137% de la corriente de arranque del motor.

En resumen, si el motor toma una corriente de arranque de 7,2 veces la corriente asignada el pico de esta corriente de conmutación será de  $I_c = 7,2 \times 1,37 = 9,7$  veces la corriente asignada del motor.

A esta corriente de conmutación se le debe sumar el efecto que produce la diferencia de tensiones y de frecuencias entre las tensiones de fase durante el arranque, antes de la conmutación, y las de línea, tras la conmutación y que quedará aplicada al motor durante toda la marcha del mismo.

A las breves perturbaciones que se producen durante la conmutación, como son interferencias electromagnéticas del tipo EMC, la suma de estos efectos produce un pico de corriente que puede hacer actuar al disparador por cortocircuito de un interruptor automático; una falla habitual en los arrancadores estrella-triángulo protegidos por un guardamotor.

Se da la circunstancia de que una conexión favorable en secuencia directa se convierte en desfavorable al invertir la secuencia de las fases para invertir el sentido de giro del motor.

Las distintas posibilidades de alimentar a un motor trifásico asíncrono, según la secuencia de fases y las conexiones a sus bornes de ven en la tabla 1.

Tabla 1. Posibles conexiones de un motor trifásico.

Secuencias de fases		Conexión a bornes de motor	
		favorable ángulo de 30°	desfavorable ángulo de 120°
<b>Directa</b>			
L <sub>1</sub> - L <sub>2</sub> - L <sub>3</sub>	L1	U <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>
	L2	V <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>
	L3	W <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>
L <sub>2</sub> - L <sub>3</sub> - L <sub>1</sub>	L1	W <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>
	L2	U <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>
	L3	V <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>
L <sub>3</sub> - L <sub>1</sub> - L <sub>2</sub>	L1	V <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>
	L2	W <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>
	L3	U <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>
<b>Inversa</b>			
L <sub>1</sub> - L <sub>3</sub> - L <sub>2</sub>	L1	U <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>
	L2	W <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>
	L3	V <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>
L <sub>3</sub> - L <sub>2</sub> - L <sub>1</sub>	L1	W <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>
	L2	V <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>
	L3	U <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>
L <sub>2</sub> - L <sub>1</sub> - L <sub>3</sub>	L1	V <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>
	L2	U <sub>1</sub> - W <sub>2</sub>	U <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>
	L3	W <sub>1</sub> - V <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> - U <sub>2</sub>