

ARRANQUE ESTRELLA TRIÁNGULO

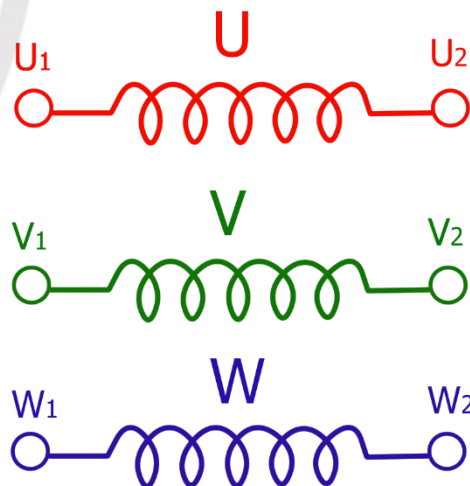
Los motores trifásicos se caracterizan por tener 3 bobinas ubicadas en el estator y desfasadas entre sí en 120° de manera que generan un campo magnético rotatorio, el cual arrastra consigo al rotor, donde se ubica el eje. Vamos a concentrarnos en analizar la forma de conectar las 3 bobinas para obtener los tipos de conexión estrella y conexión triángulo y ver en qué se diferencian.

LA BORNERA DE CONEXIÓN DEL MOTOR TRIFÁSICO

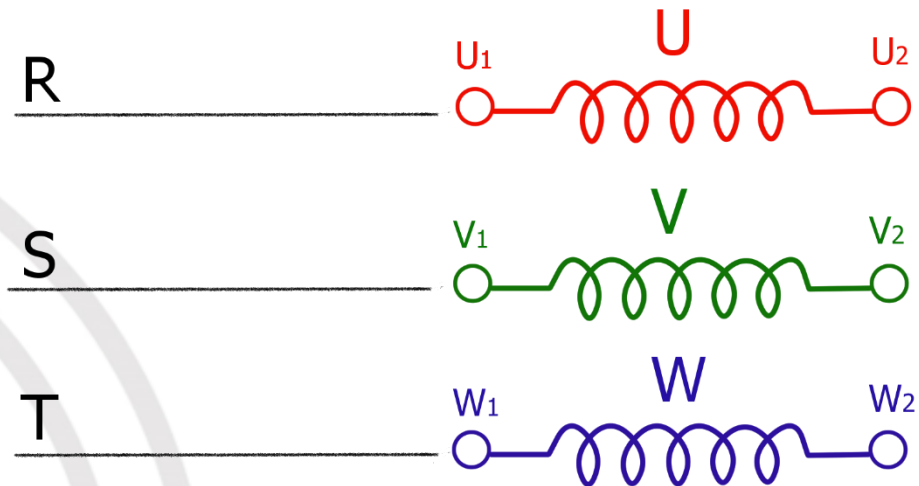
Si abrimos la bornera de conexión de un motor trifásico nos vamos a encontrar con 6 bornes denominados U1, V1, W1 y U2, V2, W2. Mediante estos bornes podemos tener acceso a las 3 bobinas llamadas U, V, W. A su vez vamos a encontrar unas chapitas metálicas que nos permiten hacer conexiones entre estos bornes. Veamos como se usan estas chapitas para lograr los conexiones estrella y triángulo.

EL CONEXIONADO TIPO TRIÁNGULO

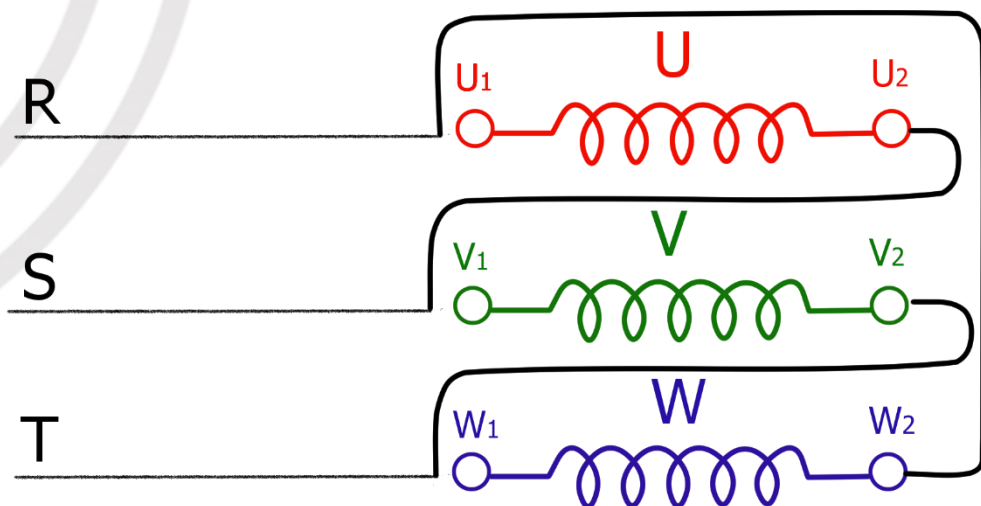
Inicialmente tenemos las 3 bobinas con sus bornes dispuestos de esta manera:



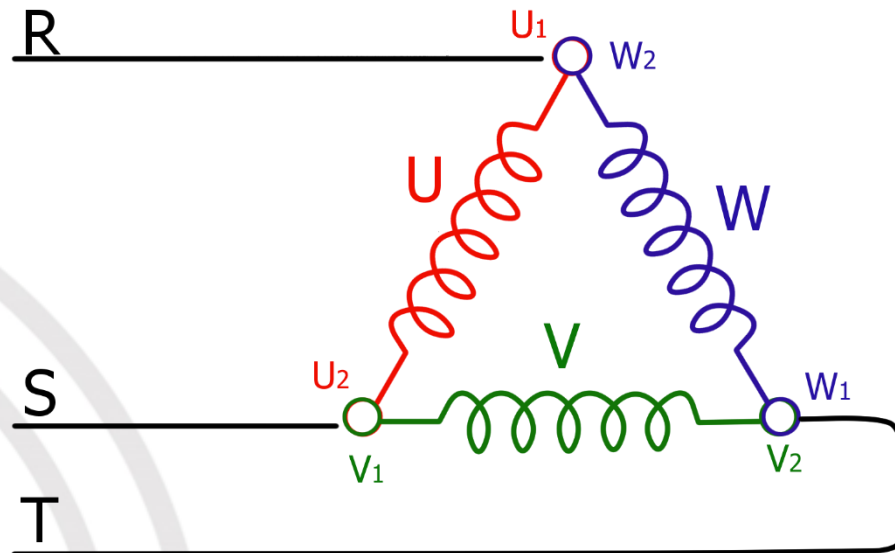
A los bornes U1, V1 y W1 les hacemos llegar la tensión trifásica R, S, T proveniente de la red de nuestra instalación eléctrica, de la siguiente manera:



Los bornes U₂, V₂ y W₂ que nos quedaron libres los podemos conectar de esta forma. Una conexión desde el borne U₂ al borne V₁, otra del V₂ al W₁ y la última del W₂ al U₁. Esto nos quedaría así:



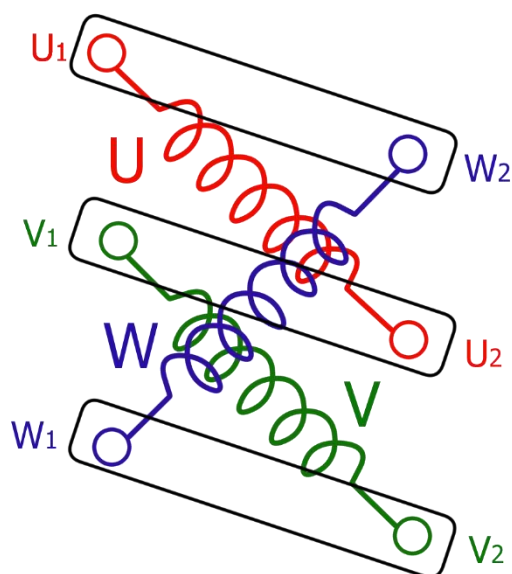
Si reorganizamos un poco los elementos podemos disponerlos de tal manera que las bobinas U, V, W terminen dibujando la forma de un **triángulo**, como se ve a continuación:



Podemos notar que en esta disposición, cada par de fases de R, S, T pasa por una sola bobina.

R-S pasa por la bobina U
S-T pasa por la bobina V
T-R pasa por la bobina W

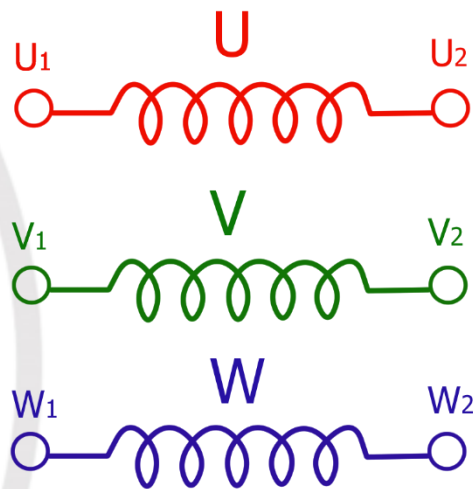
Esta conexión, mediante el uso de las chapitas, la logramos de la siguiente manera:



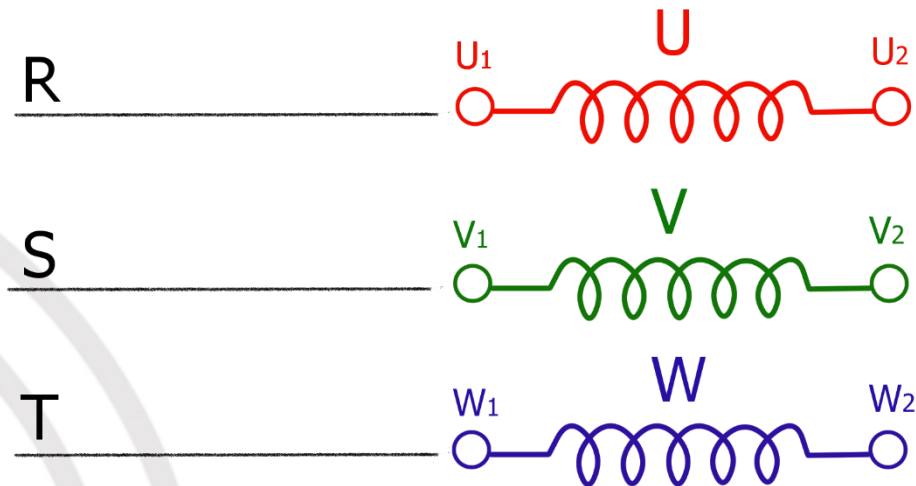
Tengamos en cuenta que el fabricante del motor intencionalmente intercala los bornes U2, V2 y W2 para permitir que podamos poner las chapitas de forma paralela. De no hacer esto deberíamos nosotros cruzar las chapitas y eso puede generar que se toquen entre sí y las fases entren en cortocircuito.

EL CONEXIONADO TIPO ESTRELLA

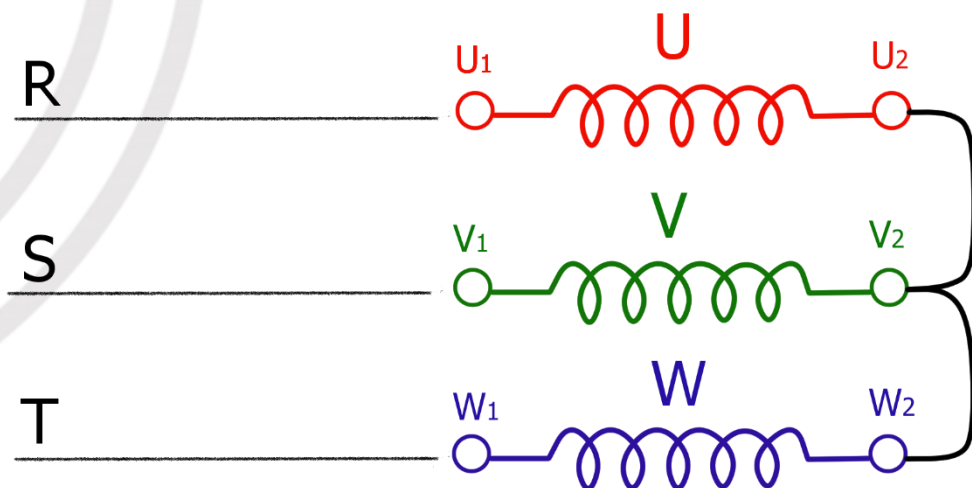
Si volvemos a la disposición inicial de las 3 bobinas:



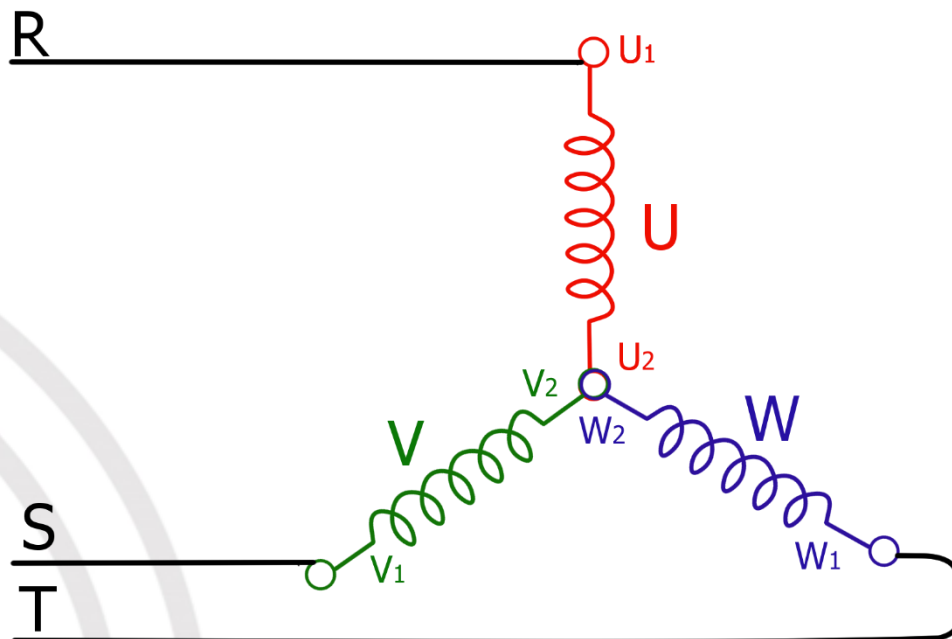
Y nuevamente hacemos llegar a los bornes U1, V1 y W1 la tensión trifásica R, S, T proveniente de la red de nuestra instalación eléctrica:



Podemos conectar, esta vez, los bornes U2, V2, W2 a un punto común, haciendo una conexión de todos ellos entre sí, la cual nos queda de la siguiente manera:



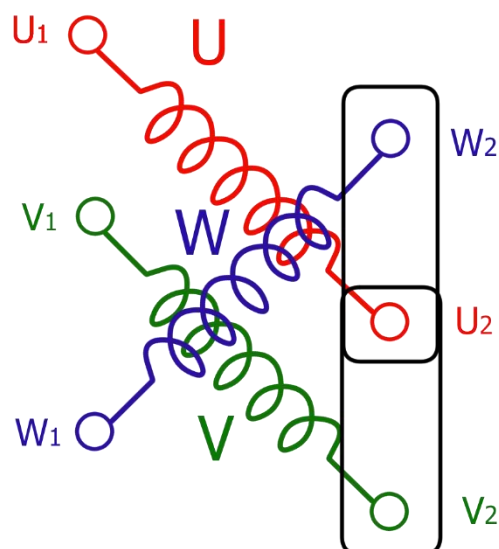
Nuevamente si reorganizamos un poco los elementos podemos disponerlos de tal manera que las bobinas U, V, W terminen dibujando la forma de una **estrella**, como se ve a continuación:



Podemos notar que en esta disposición, cada par de fases de R, S, T pasa por dos bobinas.

R-S pasa por la bobina U y V
S-T pasa por la bobina V y W
T-R pasa por la bobina W y U

Esta conexión, mediante el uso de las chapitas, la logramos de la siguiente manera:



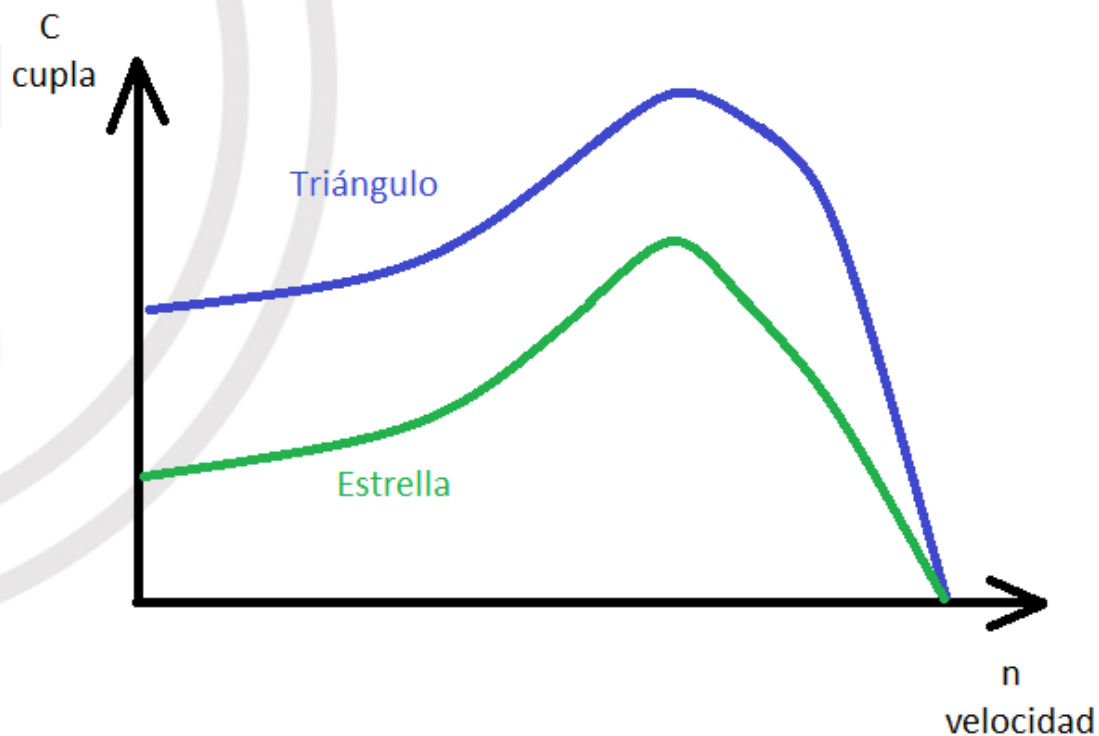
Y nos queda una chapita libre sin uso.

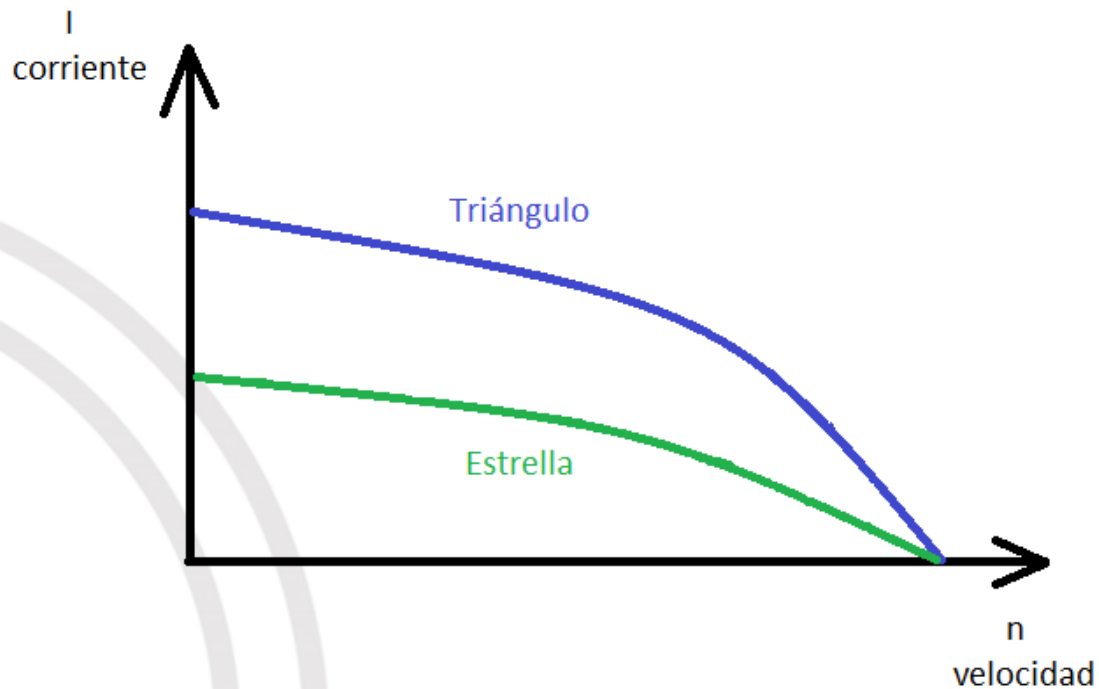
CURVAS DEL MOTOR EN BASE A ESTOS CONEXIONADOS

Estos dos tipos de conexionado provocan distintos comportamientos del motor en base a sus prestaciones. Vamos a analizar qué sucede con la cupla, par o torque que ofrece el motor respecto a la velocidad de giro y también la corriente que consume respecto a la velocidad de giro.

Sin detenernos a analizar los cálculos matemáticos y conceptos físicos que gobiernan a los motores trifásicos, podemos decir de manera resumida que en la conexión del tipo triángulo, cada par de fases aplica su tensión sobre **una bobina**. Esto provoca una **mayor cupla** que se genera y a su vez un **mayor consumo de corriente**. Por otra parte, en la conexión del tipo estrella, cada par de fases aplica su tensión sobre **dos bobinas**. Con lo cual la tensión se distribuye entre dos bobinas y se genera una **menor cupla** y un **menor consumo de corriente**.

Los ensayos de motor para medir la cupla y la corriente de consumo a diferentes velocidades arrojan estas curvas características de los motores. Las curvas las podemos ver a continuación:



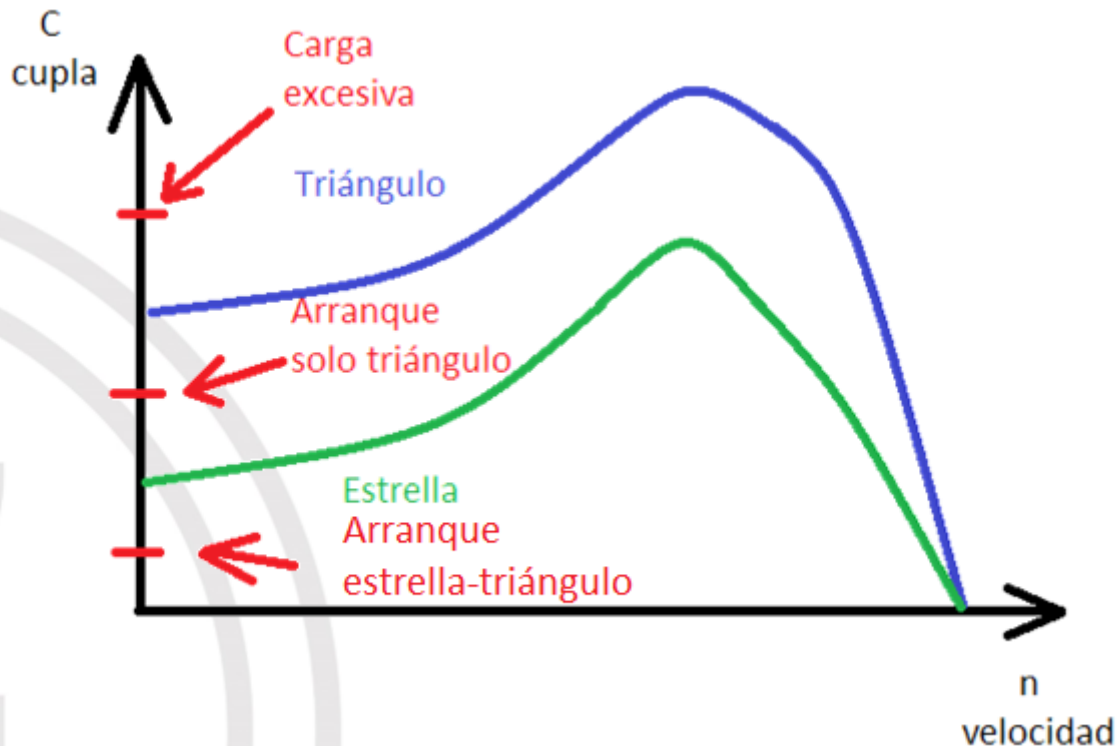


Como hemos dicho, la conexión triángulo provoca una mayor cupla y un mayor consumo de corriente que la conexión estrella.

Si colocamos una carga acoplada al eje del motor para hacerla girar, podemos tener 3 posibles casos:

- La carga ofrece demasiada resistencia y el motor no arranca a girar. En este caso necesitaríamos aligerar la carga o conseguir un motor más potente.
- La carga ofrece demasiada resistencia para la conexión estrella pero no tanta para la conexión triángulo. En este caso no nos queda otra que utilizar el motor solo en conexión triángulo.
- La carga ofrece menos resistencia que la conexión estrella. Este es el caso en el que podemos arrancar el motor en estrella y luego pasarlo a triángulo.

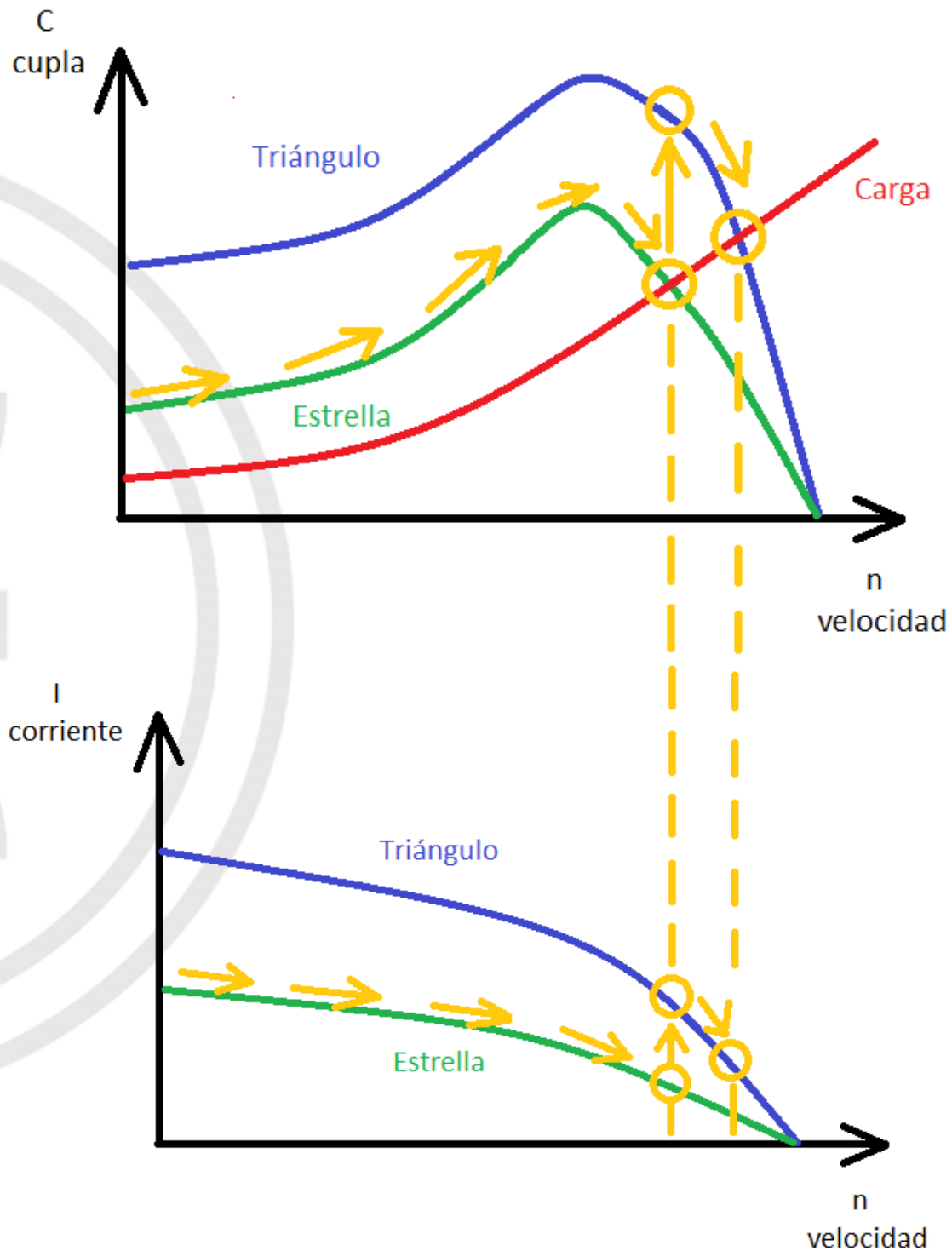
Podemos ver estos casos en el siguiente gráfico:



Con esto deducimos que el método de arranque estrella triángulo solo es aplicable cuando la cupla que ofrece el motor en estrella supera a la cupla de arranque necesaria de la carga acoplada al eje.

FUNDAMENTO DEL MÉTODO DE ARRANQUE ESTRELLA TRIÁNGULO

Al arrancar el motor lo que queremos es **arrancar en conexión de estrella** y, pasados unos segundos en los cuales el motor gana velocidad, **cambiar a la conexión triángulo** de manera que el motor tenga más cupla para hacer girar la carga a más velocidad. Esto podemos verlo en el siguiente gráfico.

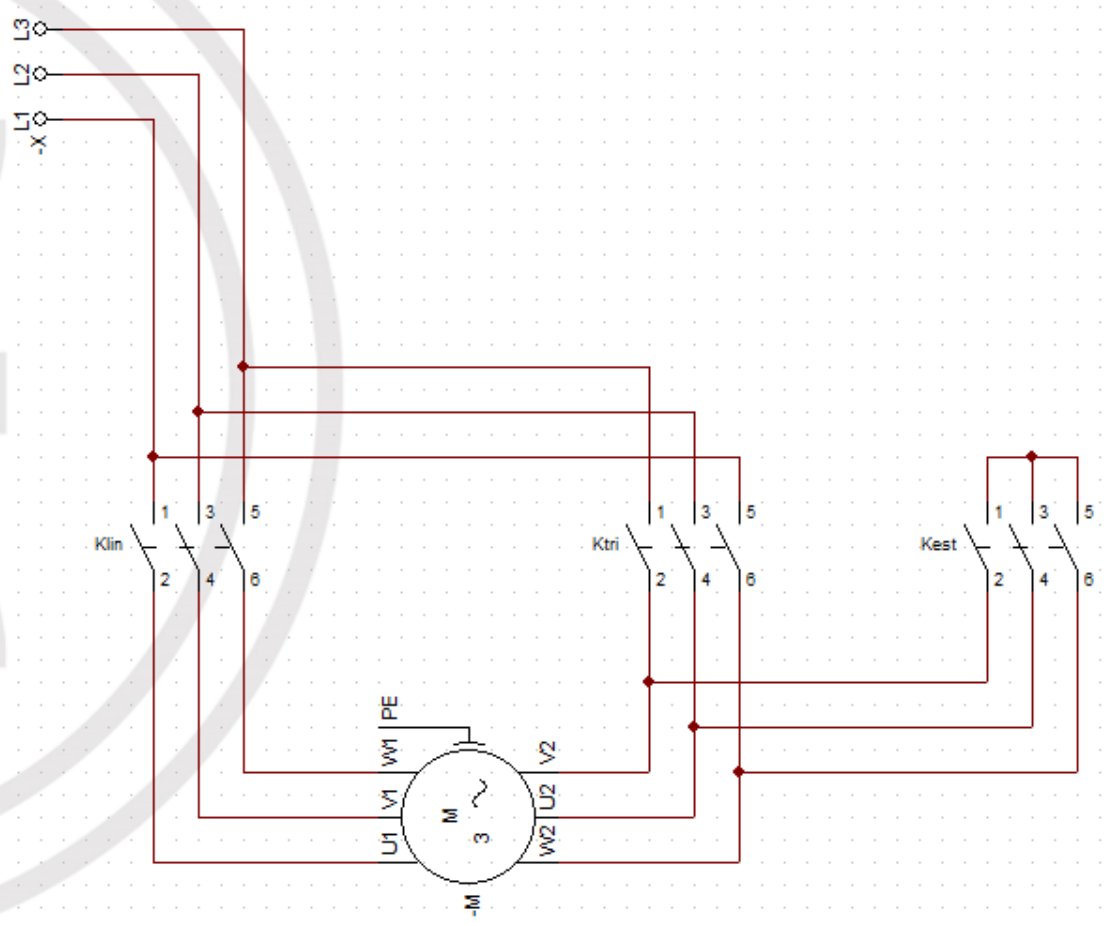


Con esto evitamos una alta corriente de consumo en el arranque, provocada por la conexión triángulo, que pudiera afectar el funcionamiento de otros equipamientos conectados en la misma red que el motor, así como también un gasto excesivo de corriente que permite ahorrar en el consumo del motor.

FORMA PRÁCTICA DE HACER EL ARRANQUE ESTRELLA TRIÁNGULO

Como hemos visto, las conexiones estrella y triángulo las definimos mediante el uso de las chapitas. Sin embargo, no es nada práctico cambiar la conexión de las chapitas para cambiar el tipo de conexión durante el funcionamiento del motor, sin mencionar lo peligroso que es por el riesgo eléctrico de manipular las chapitas.

Lo que se hace en cambio, es retirar las chapitas y utilizar **contactores** para definir las conexiones estrella y triángulo de la siguiente manera:



Los contactos del contactor denominado Klin, **contactor de línea**, ofrecen la alimentación trifásica R, S, T al motor en sus bornes U1, V1, W1. Los contactos del contactor Kest, **contactor de estrella**, provoca que los bornes U2, V2, W2 queden conectados todos entre sí a un mismo punto. Mientras que los contactos del contactor Ktri, **contactor triángulo**, provocan que los bornes U2, V2 y W2 se conecten intercalados con los U1, V1, W1.

La secuencia de accionamiento de los contactores sería:

- Cerrar los contactos Klin y Kest.
- Después de un tiempo en el que el motor gana velocidad, abrir Kest.

- Después de un pequeño tiempo, cerrar Ktri.
- Con esto el motor queda girando en triángulo.

Notemos por último que los contactores de estrella y de triángulo no pueden ingresar a la vez, sino las fases entrarían en cortocircuito a través de estos. Es por eso que se espera un pequeño tiempo entre la desactivación de la estrella y la activación del triángulo.