

Objetivo General:

- Identificar por medio de la placa del motor las características principales del mismo que nos permitirá realizar de manera adecuada el concesionario.
- Identificar los distintos dispositivos en juego: contactor, relé térmico, temporizador, etc.
- Identificar los distintos conexionados que nos permite realizar la lógica de relé.
- Entender la diferencia entre los distintos tipos de arranque que podemos lograr en los motores asíncronos.

Introducción

En la presente práctica de laboratorio se pretende que el alumno se familiarice con:

- la simbología empleada en los circuitos de conexionado;
- las distintas conexiones y configuraciones de los dispositivos (contactores, relés, temporizadores, etc);
- los distintos circuitos de mando (lógica de relé) que se pueden lograr para el mismo objetivo.

Algunos aspectos teóricos

El motor trifásico de inducción es el tipo de motor eléctrico más utilizado en todas las industrias, entre algunas razones, debido a su gran simplicidad constructiva, flexibilidad de aplicación y economía de operación. Desde su invención, se han desarrollado métodos de arranque que mejor se ajusten al proceso y buscan mitigar el impacto del arranque sobre la red eléctrica y sobre la carga mecánica. A

continuación se estudiará una introducción a los principales métodos de arranque de motor trifásico de inducción.

Arranque directo

El arranque directo es el método más simple para arrancar un motor trifásico de inducción. Consiste simplemente en conectar los devanados estáticos directamente con el cierre de contactos de potencia (contactores).

Principales características:

- Corriente de arranque = $4 \dots 8 I_n$ (dependiendo del motor)
- Par de arranque = $1.5 \dots 3 M_n$ (dependiendo del motor)
- Alta aceleración con alta corriente de arranque
- Alto estrés mecánico producido a la carga y partes móviles del motor
- Impacto sobre la red eléctrica: Alto

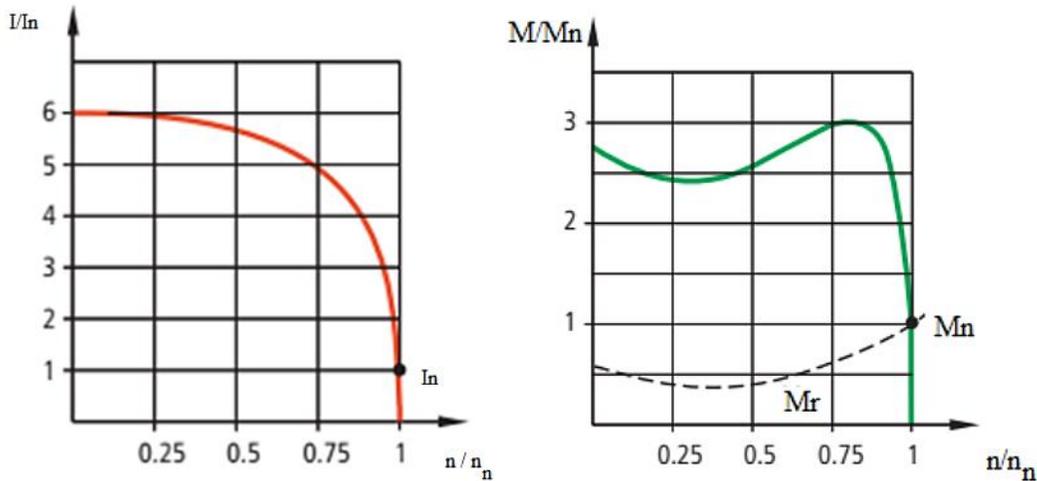


Figura 1: Evolución de la corriente absorbida (estatórica) y de la cupla desarrollada con la velocidad mecánica n .

En motores cuyas corrientes de arranque superan los 30 A, y que sean arrancados numerosas veces se deben tomar acciones para prevenir la ocurrencia de valles de tensión en el resto de la red eléctrica. Los motores con potencias que excedan 4 kW y tensiones nominales del orden de 380/660 V pueden ser arrancados utilizando un arranque estrella-triángulo.

Pese a sus desventajas, el arranque directo es el método más simple y económico de puesta en marcha, por lo tanto, es preferido si la red y el accionamiento lo admiten. Las limitaciones impuestas por el accionamiento son dos:

1. Cupla insuficiente.

Evidentemente si la cupla exigida por el accionamiento antes de alcanzar la velocidad de régimen es mayor que la que puede suministrar el motor este no arrancará, o detendrá su aceleración antes que alcance la velocidad nominal, como puede apreciarse en los ejemplos "a y b" de la siguiente figura:

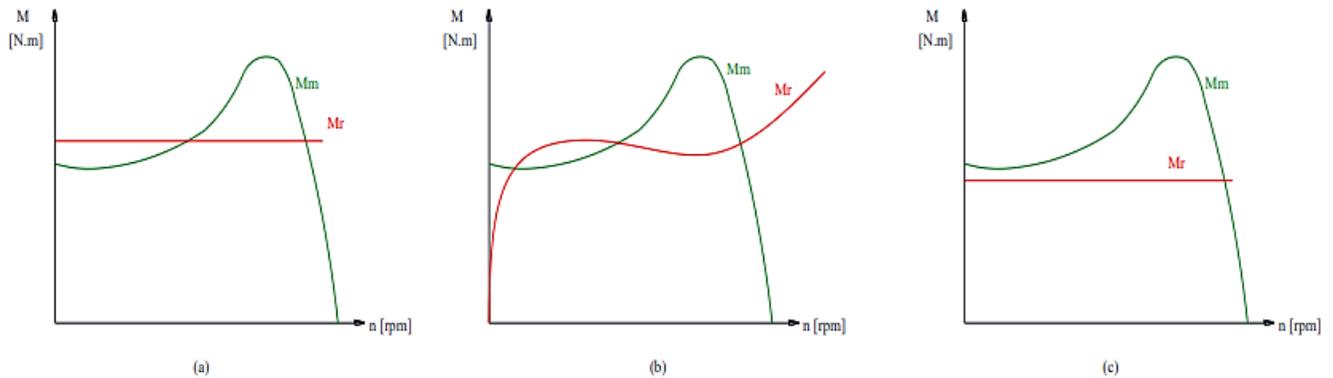


Figura 2: Variación del par motor y del par resistente en un accionamiento en tres casos. a) El motor no arranca. b) el motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal. c) el motor arranca y alcanza la velocidad nominal, donde ambas cuplas se equilibran y se establece el régimen permanente.

2. Exceso de cupla.

Cuando la cupla motora excede en mucho a la antagónica pueden surgir aceleraciones inadmisibles, ya sea desde el punto de vista operativo, por ejemplo, al accionar un ascensor, o desde el punto de vista de los esfuerzos mecánicos ligados al tamaño del eje, forma de lubricación y momento de inercia.

Además de las limitaciones del accionado, deben tenerse en cuenta las limitaciones impuestas por los efectos ocasionados sobre la red.

Debe considerarse que estas curvas son válidas solo si la potencia de cortocircuito de la red es prácticamente infinita comparada con la potencia del motor. De no ser así, habrá que considerar que la caída de tensión provocada durante el arranque en el punto de acometida común con otras cargas no afecte el funcionamiento de estas. Esto por supuesto depende de la magnitud de la caída, de la frecuencia de los arranques y de la naturaleza de dichas cargas. Una caída del 15 % suele ser admisible si el arranque no es frecuente, si no se afecta a protecciones de mínima tensión, u otras cargas susceptibles.

La cupla del motor es proporcional al cuadrado de la tensión. Por lo tanto, el arranque con cupla antagónica alta puede verse comprometido si la caída de tensión es importante.

Cuando la caída de tensión producida durante el arranque directo se hace inadmisibles por efecto provocado sobre otras cargas, pero el accionado admite reducir la cupla motora, se recurre a los métodos de reducción de tensión como arranque estrella-triángulo, auto transformado o arranque suave (dichos métodos de arranque son denominados “de tensión reducida”, ya que se basan en controlar la magnitud de la tensión aplicada a los devanados estáticos del motor).

Por otro lado, cuando es necesario disminuir la corriente de arranque sin disminuir la cupla, incluso aumentarla, se recurre al arranque con resistencias rotóricas o al arranque utilizando un variador de frecuencia.

Efectos del arranque sobre la red

Debe considerarse que las curvas mostradas anteriormente son válidas solo si la potencia de cortocircuito de la red es prácticamente infinita comparada con la potencia del motor. De no ser así, habrá que considerar que la caída de tensión provocada durante el arranque en el punto de acometida común con otras cargas no afecte el funcionamiento de estas.

Arranque estrella-triángulo:

El arranque estrella-triángulo consiste en arrancar el estator del motor conectado en conexión estrella, y cuando la velocidad se estabiliza luego de un periodo de tiempo, conmutarlo a conexión triángulo, completándose así la aceleración y el proceso de arranque.

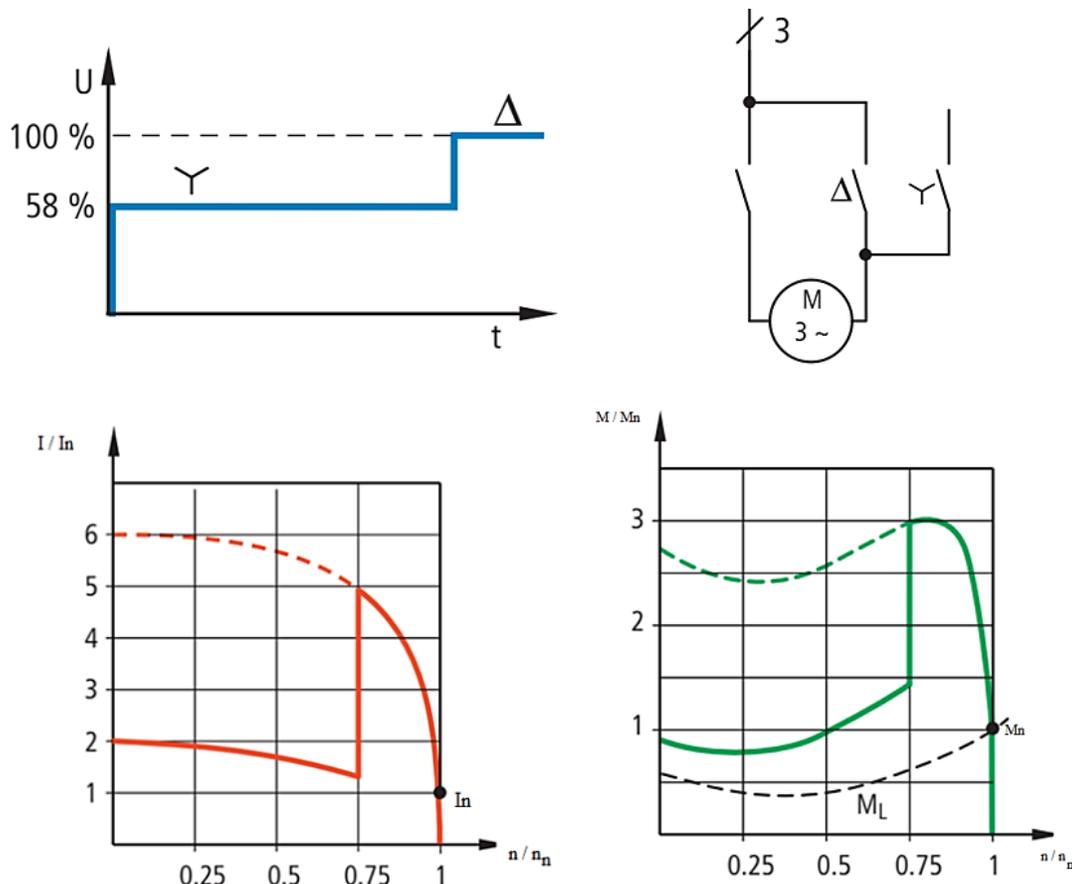


Figura 3: Evolución de la corriente y del par motor en un arranque estrella-triángulo

Principales características:

- Corriente de arranque = (1.3...3)In (33% de la corriente de arranque directo).
- Par de arranque = (0.5...1) Mn (33% del par de arranque desarrollado en arranque directo).
- Arranque con tensión reducida, disminuyendo los valores de corriente y par de arranque .
- Ocurrencia de un pico de corriente y de par motor, durante la conmutación de la conexión estrella a la conexión triángulo.

Área de aplicación

- Accionamientos que pueden arrancar sin carga mecánica, la cual es conectada mecánicamente cuando el motor ha completado el arranque y alcanzado la velocidad de régimen.

La cupla motora de un motor asíncrono trifásico es proporcional al cuadrado de la fuerza electromotriz, que en términos prácticos puede considerarse igual a la tensión aplicada. Por lo tanto:

$$M_m = f(Vf^2)$$

La corriente en los devanados del rotor es proporcional a la tensión aplicada:

$$I_2 = f(Vf)$$

Al hacer la conexión inicial en estrella, la tensión aplicada a cada bobina valdrá $\frac{1}{\sqrt{3}}$ respecto de la conexión en triángulo, por lo tanto, la cupla valdrá $\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{1}{3}$ de la cupla en triángulo.

La corriente en cada bobina se reduce también a $\frac{1}{\sqrt{3}}$ y por lo tanto, en la línea se reduce a $\frac{1}{3}$.

Alimentador asociado al arranque estrella-triángulo

La conmutación de la conexión estrella a triángulo de los devanados del estator del motor es llevada a cabo por medio de un relé temporizado que actúa sobre contactores en el circuito del alimentador. El tiempo de arranque requerido depende de la carga mecánica, y no debería conmutarse a triángulo por lo menos hasta que el motor haya alcanzado el 75 u 80% de su velocidad nominal (n_n) para asegurar que la mínima post-aceleración sea necesaria a desarrollar en la conexión triángulo. (Nota: Debe recordarse que las corrientes asociadas al proceso de post aceleración en conexión triángulo son grandes, tal como en el caso de arranque directo, y este es el efecto que justamente se busca mitigar).

Departamento de Electromecánica

Actuadores Electromecánicos [IM301]

Laboratorio: **IM305-24-Conexión para el arranque de motores asíncronos**

Desarrollo del laboratorio

Realizarán los siguientes conexiones:

- Arranque directo de un motor trifásico.
- Arranque estrella-triángulo de un motor trifásico.

Para esto deberán traer resuelto el TP 2 junto con los esquemas de conexión y simulaciones resueltas.