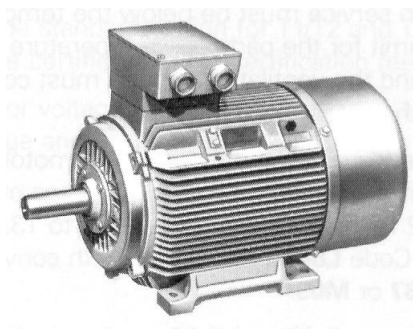


MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

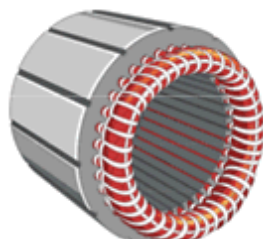
INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ASÍNCRONAS DE INDUCCIÓN:

Dado que la mayoría de las máquinas utilizadas en la industria están movidas por motores asíncronos alimentados por corriente alterna trifásica, en este apartado daremos unas ideas muy generales y básicas de este tipo de motores.



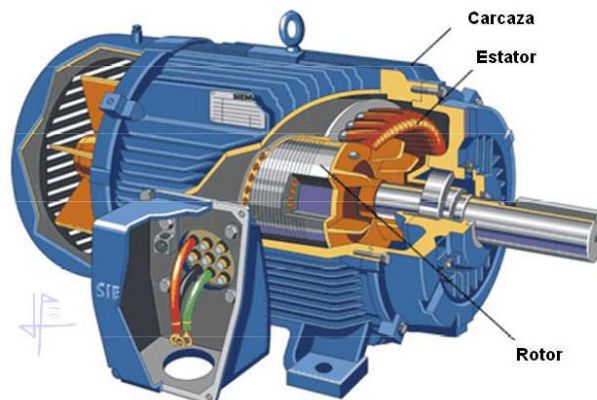
Como toda máquina eléctrica, los motores asíncronos constan de dos partes fundamentales y distintas:

El estator: Es la parte fija del motor. Está constituido por una carcasa en la que está fijada una corona de chapas de acero al silicio provistas de unas ranuras. Los bobinados de sección apropiada están dispuestos en dichas ranuras formando las bobinas que se dispondrán en tantos circuitos como fases tenga la red a la que se conectará la máquina.



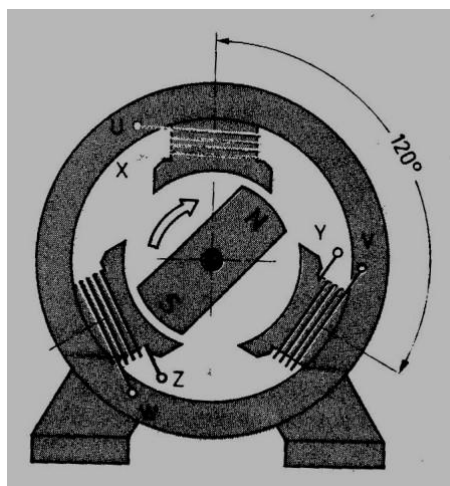
El rotor.- Es la parte móvil del motor. Está situado en el interior del estator y consiste en un núcleo de chapas de acero al silicio apiladas que forman un cilindro, en el interior del cual se dispone un bobinado eléctrico. Los tipos más utilizados son

1. **Rotor de jaula de ardilla.**
2. **Rotor bobinado.**



A este tipo de motores se les denomina motores de inducción debido a que su funcionamiento se basa en la interacción de campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas. En el caso de los motores a los que hacen referencia estas notas, las corrientes que circulan por el rotor son producidas por el fenómeno de inducción electromagnética, conocido comúnmente como ley de Faraday, que establece que si una espira es atravesada por un campo magnético variable en el tiempo se establece entre sus extremos una diferencia de potencial.

Si se distribuye espacialmente alrededor del estator de un motor los bobinados de un sistema de tensiones trifásicos decaídas 120° se genera un campo magnético giratorio (ya estudiado en el primer trimestre). La velocidad de giro de este campo magnético, **denominada velocidad de sincronismo**.

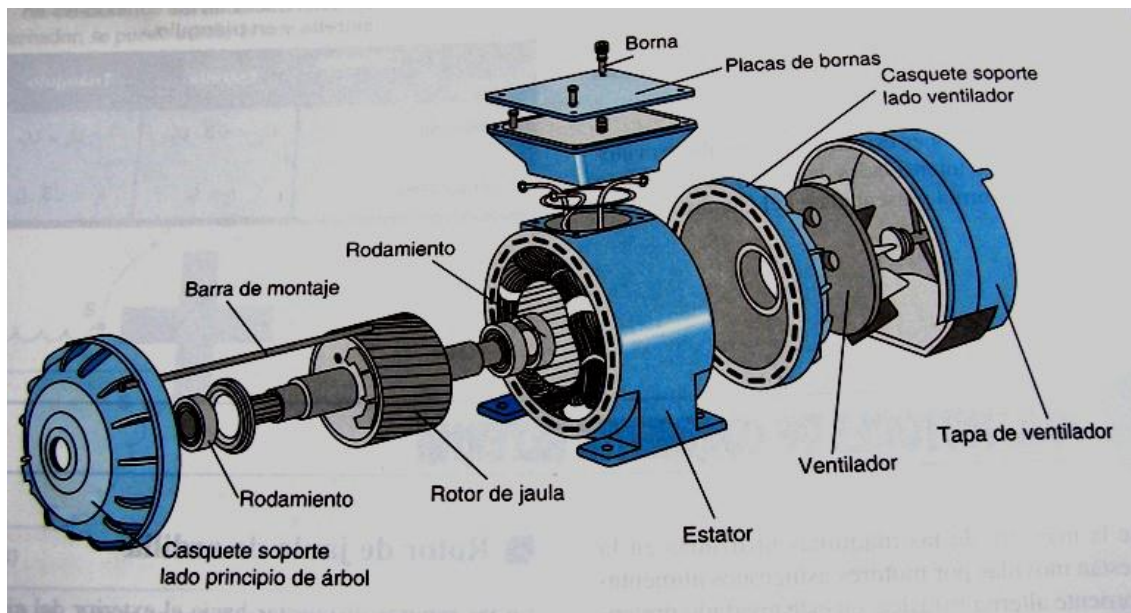
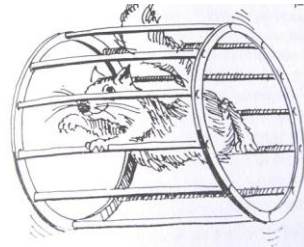
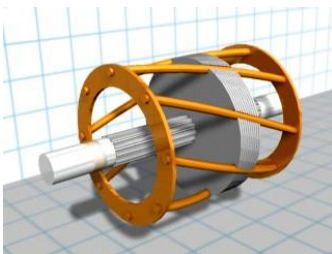


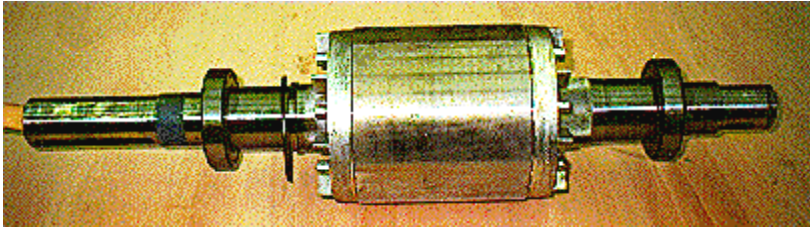
En los motores eléctricos, la velocidad de giro del rotor es ligeramente inferior a la velocidad de giro del campo magnético del estator, debido a la fricción del rotor en los cojinetes, rozamiento con el aire y a la carga acoplada al eje del rotor, por tal motivo se les conoce a estos motores con el nombre de motores asíncronos.

MOTORES DE ROTOR DE JAULA DE ARDILLA

El motor de rotor de jaula de ardilla, también llamado de rotor en cortocircuito, es el más sencillo y el más utilizado actualmente. En núcleo del rotor está construido de chapas estampadas de acero al silicio en el interior de las cuales se disponen unas barras, generalmente de aluminio moldeado a presión.

Las barras del devanado van conectadas a unos anillos conductores denominados anillos extremos. El bobinado así dispuesto tiene forma de jaula de ardilla.





Las ranuras del rotor y suelen hacerse oblicuas respecto al eje para evitar así puntos muertos en la inducción electromagnética.

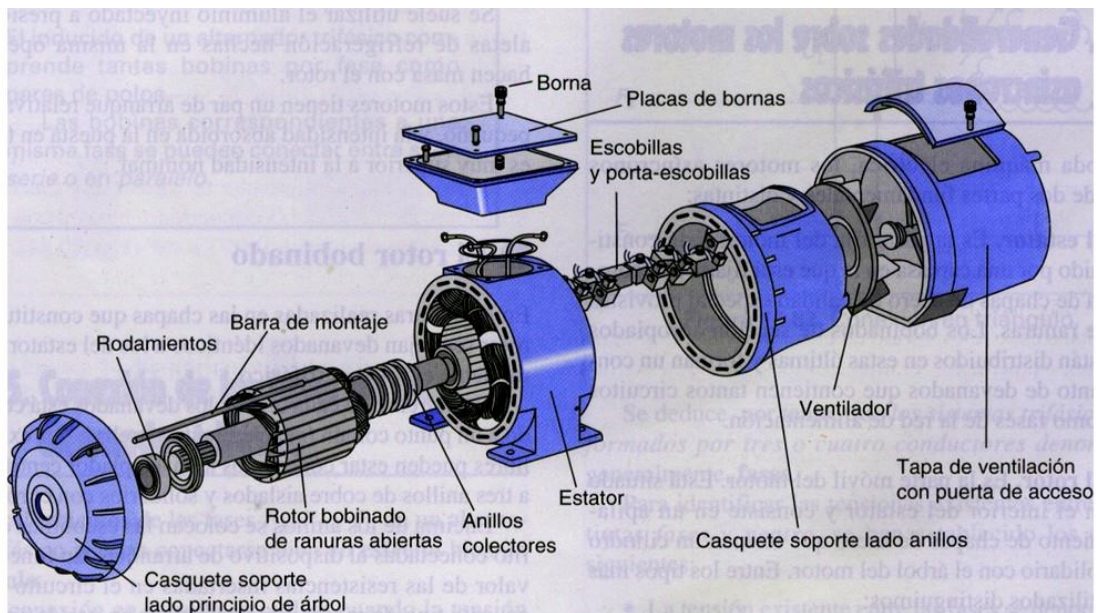
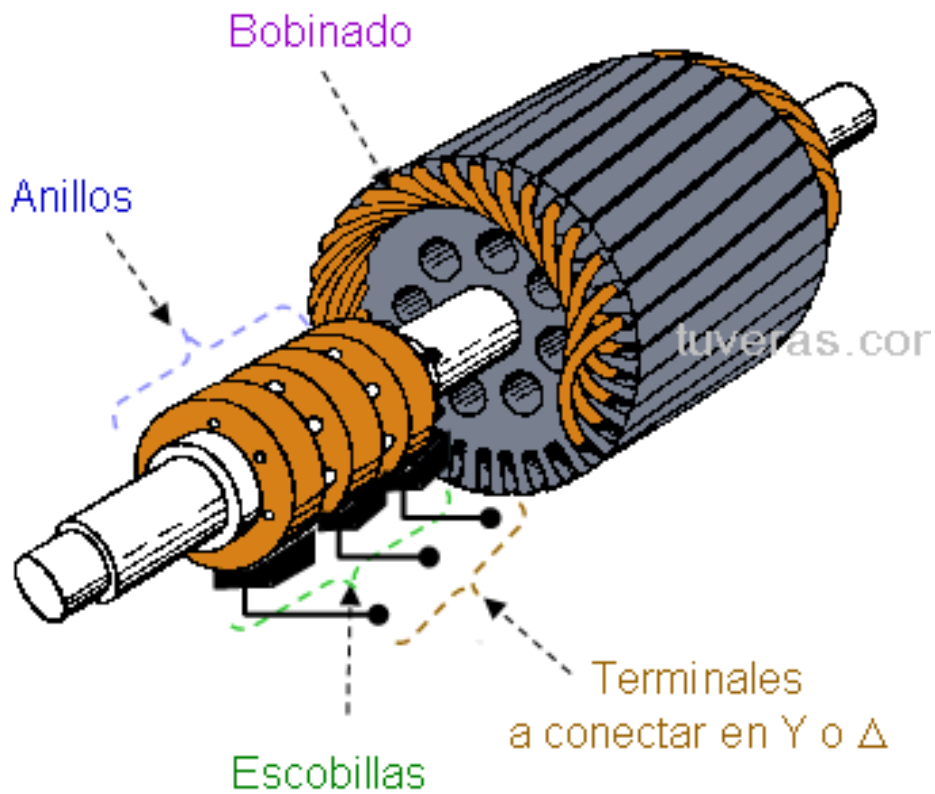
Un inconveniente de los motores con rotor de jaula de ardilla es que en el arranque absorbe una corriente muy intensa (de 4 a 7 veces la nominal o asignada), y lo hace además con un bajo factor de potencia, y a pesar de ello, el par de arranque suele ser bajo.

La baja resistencia del rotor hace que los motores de jaula de ardilla tengan excelentes características para marchas a velocidad constante.

Hasta hace unos cuantos años (década de los 90), un inconveniente de los motores con rotor de jaula de ardilla era que su velocidad no era regulable, pero actualmente con los variadores de velocidad electrónicos se puede conseguir un control perfecto de la práctica totalidad de parámetros del motor, entre los que destacan el par, la corriente absorbida y la velocidad de giro.

MOTORES DE ROTOR DE ANILLOS ROZANTES

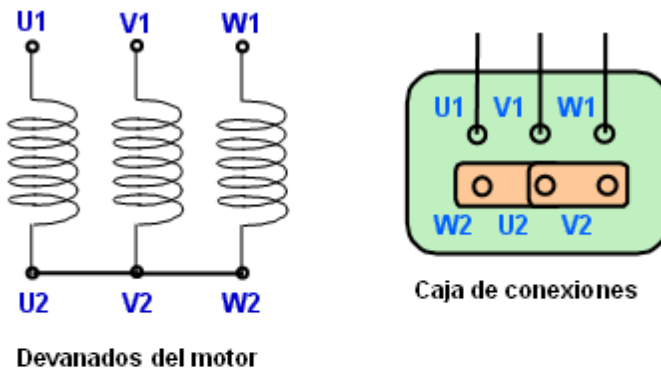
Son motores asíncronos con un devanado trifásico de cobre dispuesto en las ranuras de rotor, que va conectado a tres anillos metálicos por uno de sus extremos, en tanto que, por el otro lado se conectan en estrella. De este modo se puede controlar desde el exterior la resistencia total del circuito rotórico, facilitando un control de la velocidad y corriente de arranque con un elevado par de arranque y un mejor factor de potencia que con el rotor en jaula de ardilla.



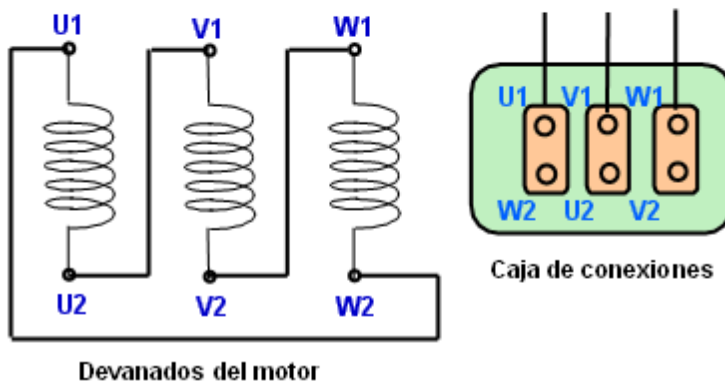
CONEXIÓN DE LOS BOBINADOS DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO

Es estator de un motor trifásico suele bobinarse con tres devanados distintos que se corresponden con cada una de las fases a las que habrá de conectarse en la red eléctrica.

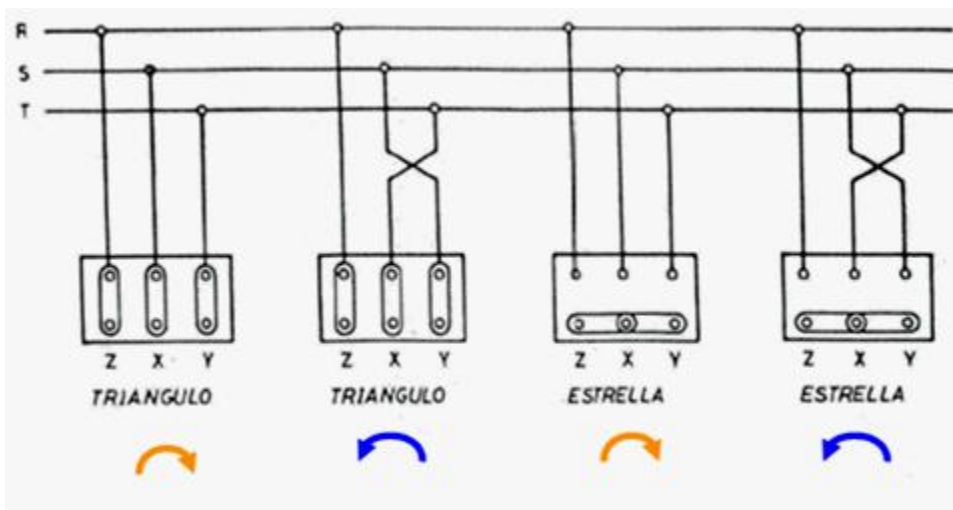
Conexión en Estrella



Conexión en Triángulo

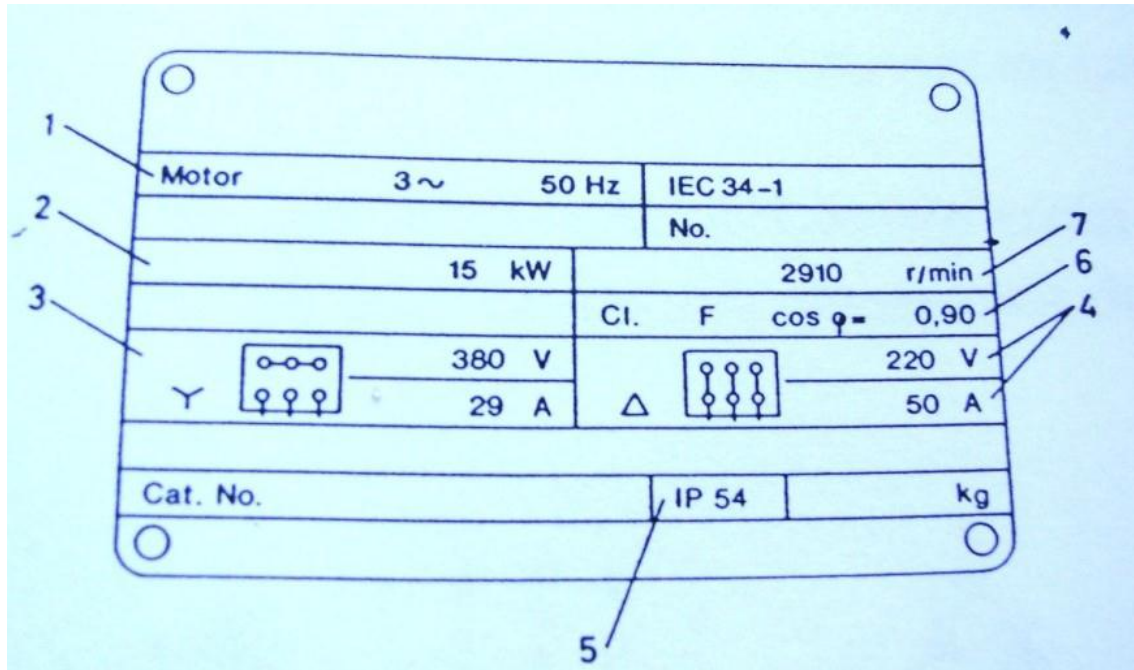


La placa de características de un motor trifásico da el valor máximo de la tensión a que se puede conectar el motor a la red eléctrica. Un motor conectado en estrella soporta la tensión más alta que indica la placa, en tanto que en triángulo la tensión máxima a que se puede conectar es la más baja indicada en dicha placa de características. Con las corrientes absorbidas ocurre justo lo contrario, correspondiendo la corriente más alta a la conexión triángulo.



PLACA DE CARACTERÍSTICAS DE UN MOTOR TRIFÁSICO

El dibujo de la siguiente figura representa un ejemplo de una placa de características que corresponde a un motor trifásico. Seguidamente se analiza en detalle los distintos datos y su significado.



1. Se trata de un motor trifásico de corriente alterna a 50 Hz
2. Potencia nominal o asignada en el eje del motor 15 kW.
3. Los bobinados se pueden conectar en estrella hasta una tensión máxima de 380V, circulando en ese caso una corriente por cada línea de alimentación de 29A
4. En conexión triángulo la tensión compuesta entre las fases de alimentación podrá ser máximo de 220 V, en cuyo caso circulará por cada una de las líneas de alimentación 50 A
5. Indica el grado de protección de la carcasa del motor contra agentes externos, atendiendo a la clasificación establecida por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), para el caso que nos ocupa:
 - a. IP54: Carcasa protegida a prueba de polvo y proyecciones de agua
 - b. IP55: Carcasa protegida a prueba de polvo y chorros de agua

6. Cl F nos indica la clase del motor en lo que se refiere a la máxima temperatura de funcionamiento y tipo de aislamiento, en este caso – clase F-nos indica que puede funcionar hasta una temperatura máxima de 155°C.

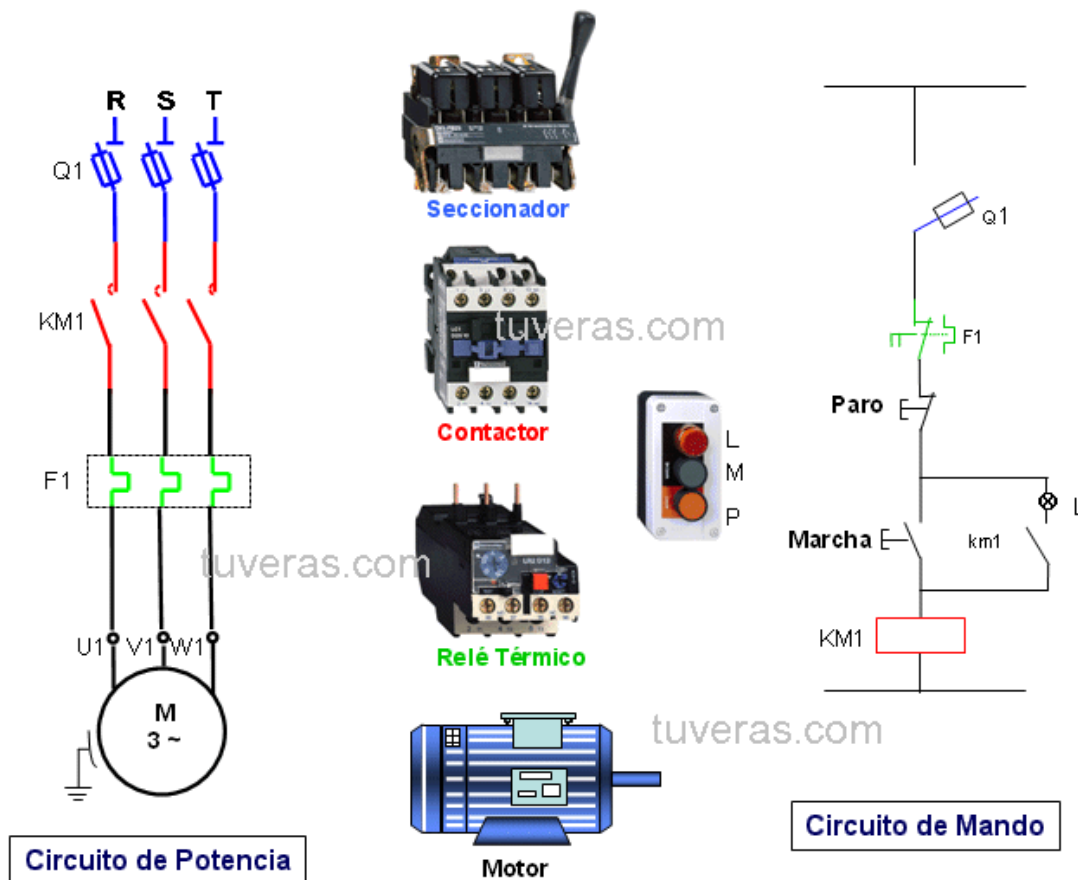
Por otro lado, el $\cos \phi = 0,9$ es el factor de potencia, lo que nos permitirá hacer algunos cálculos básicos:

SISTEMAS DE DE ARRANQUE DE LOS MOTORES TRIFÁSICOS

6.1. MOTOR TRIFÁSICO EN ARRANQUE DIRECTO

Como se ha comentado anteriormente, los motores de cortocircuito suelen consumir en el arranque corriente muy elevadas, que para el caso de potencias elevadas ($P > 10$ kW) pueden provocar fluctuaciones en la red eléctrica de distribución, de ahí que para el arranque de motores se utilizan distintos procedimientos para limitar la corriente absorbida en su puesta en marcha.

A título de ejemplo se incluye la siguiente figura donde se pueden distinguir los esquemas de fuerza y maniobra del arranque de un motor trifásico, así como sus elementos de mando y protección.



ARRANQUE ESTRELLA-TRIÁNGULO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

Con independencia del arranque directo, el arrancador estrella-triángulo es el sistema de arranque más utilizado en los motores asíncronos de inducción.

Consiste en arrancar el motor con conexión estrella a una tensión $\sqrt{3}$ veces inferior a la que soporta el motor para este tipo de conexión, transcurrido un cierto tiempo, cuando el momento desarrollado por el motor conectado en estrella iguale al momento de la carga (alrededor del 80% de la velocidad nominal) conmutar las conexiones de bobinas del motor a triángulo.