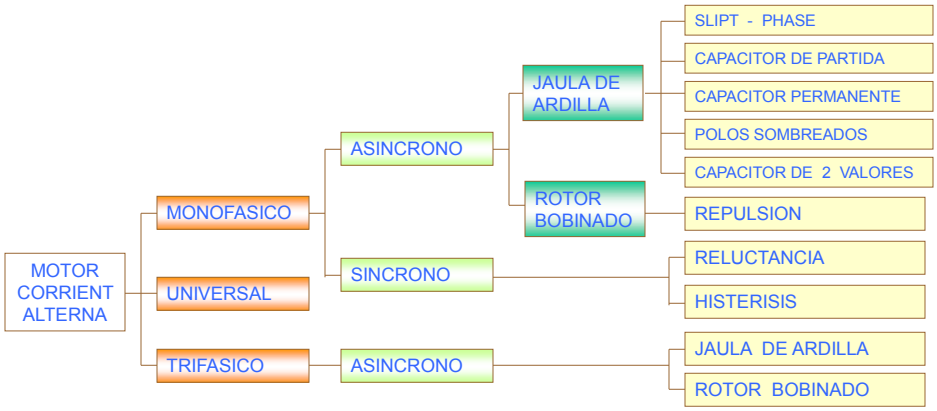
MAQUINAS ELECTRICAS MAS UTILIZADAS EN UTOMATIZACION

Ing. HUBER MURILLO MANRIQUE
ESPECIALISTA EN MAQUINAS ELECTRICAS

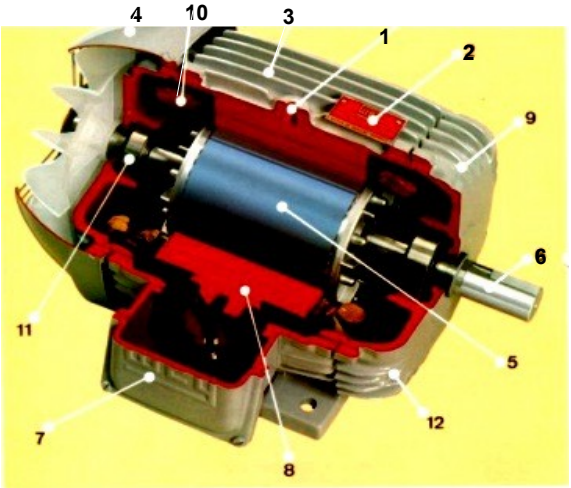
UNIVERSO TECNOLOGICO DE LOS MOTORES ELECTRICOS DE CA



La máquinas de CA son los mas utilizados por que la distribución de energía eléctrica es hecha normalmente en corriente alterna.
Los motores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía eléctrica en energía macánica.

CONSTITUCION MECANICA

Una máquina asíncrona de inducción de corriente alterna esta conformada escen-cialmente por las partes que a continuación se nombran :



1.- Cáncamo.
2.- Placa de identificación.
3.- Carcaza ó armazón.
4.- Tapa del venntilador.
5.- Rotor.
6.- Eje.
7.- Caja de conexiones.
8.- Estator.
9.- Escudos ó tapas.
10.- Arrollamientos.
11.- Rodamientos.
12.- Agujero de drenaje.

TORQUE DEL MOTOR

El torque se define como una fuerza rotacional aplicada a un eje que causa su rotación.
El torque nominal entregado en un eje es:

$$M = 9{,}55 \times P \times \frac{1000}{n}$$

M: Torque (Nm)
P: Potencia (kW)
n: Velocidad (rpm)

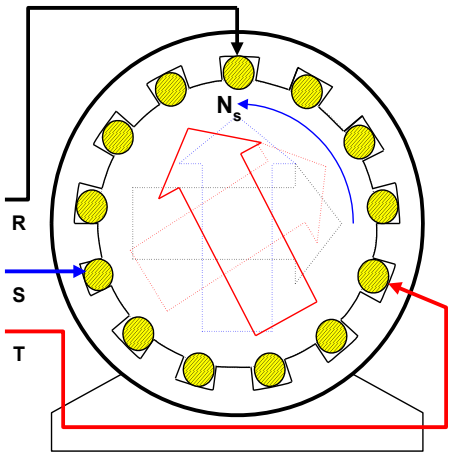
Torquímetro

VELOCIDAD SINCRONA

La **velocidad síncrona** de un motor de inducción es la velocidad del campo magnético rotatorio.

$$N_S = \frac{120 \times f}{p}$$

N_S: Velocidad síncrona(rpm)
f : Frecuencia(Hz)
p : # de polos del motor



CONSTITUCION MECANICA

Los motores eléctricos son construídos según las normas :

- **IEC - 34 - 7** (International electrotechnical comission)
- **NEMA MG1 - 4 . 03** (National Electrical Manufactures Association)

ROTOR .- Es la parte móbil de la máquina que a su vez contiene dos partes :

Eje.- Material de acero utilizado dependiendo de la tracción, flexión y de su diseño los mas utilizados son :
- SAE 1045 y SAE 1060
- VCL 100 Y VCL150 (aceros bonificados).

Jaula de ardilla .- Es el circuito eléctrico del rotor estas pueden ser :
- Simple jaula.
- Doble jaula.
- Ranura profunda.

FORMAS CONSTRUCTIVAS.- Se entiende por forma constructiva a la disposición de sus partes en relación con su fijación en su puesto de trabajo. Se halla especificado en la norma IEC 34 - 7.

MATERIALES FERROMAGNETICOS .- Conformados por :
- Aleaciones de acero - carbono (obsoleto)
- Aleaciones de acero - silicio. (excelente)
- Acero tratado. (no recomendable)

MATERIALES AISLANTES

Se demomina así a todos los materiales que al paso de la corriente ofrecen una baja conductividad se caracterizan por :

Presentan una :

Alta resistencia.

Alta resistividad.

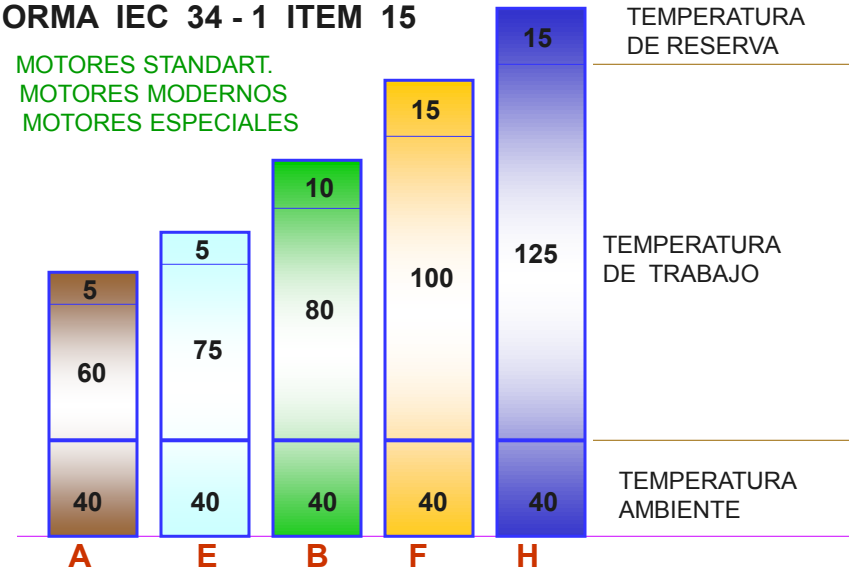
Baja conductividad

Por tanto la corriente eléctrica que circula por ellos se denomina corriente de fuga (su valor es muy pequeño del orden de los microamperios).

CLASIFICACION DE LOS MATERIALES AISLANTES

NORMA IEC 34 - 1 ITEM 15

B MOTORES STANDART.
F MOTORES MODERNOS
H MOTORES ESPECIALES



MATERIALES CONDUCTORES

Se demomina así a todos los materiales que permiten el paso continuo de la corriente eléctrica con gran facilidad (alta conductividad) , cuando esta sometido a una diferencia de potencial.

Se caracterizan por :

Presentar una : Baja resistencia.
Baja resitividad.
Alta conductividad

Los más conocidos son : COBRE Y ALUMINIO

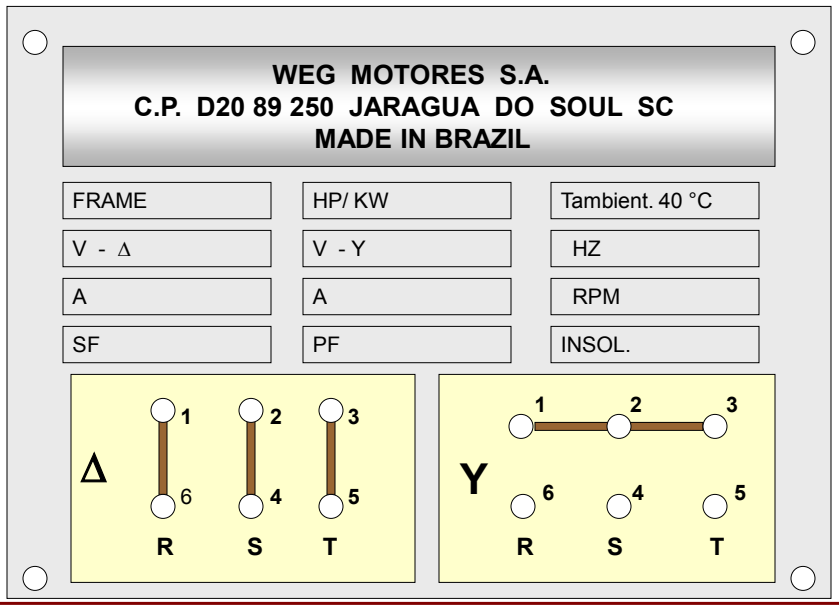
CARACTERISTICAS NOMINALES

Los parámetros que definen el comportamiento de las máquinas rotativas, la mayor parte de éstos parámetros estan inscritos en la placa de datos y/o identificación ubicado en la parte superior de los motores.

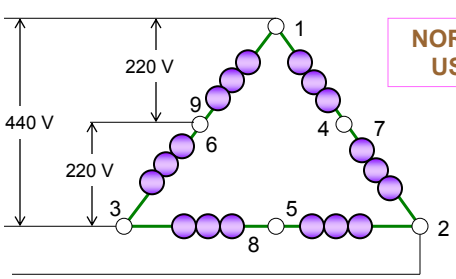
Las más importantes son :

1.- POTENCIA NOMINAL.
2.- CORRIENTE NOMINAL
3.- VELOCIDAD NOMINAL.
4.- TAMAÑO Y FORMA CONSTRUCTIVA (Según normas)
. IEC 34 - 7
. NEMA MG 1.11.31
5.- GRADO DE PROTECCIÓN norma IEC 34 - 5
6.- FACTOR DE SERVICIO.
7.- TEMPERATURA AMBIENTE (IEC 34 -1)
8.- FRECUENCIA DE ARRANQUES.
9.- LIMITACIONES DE LAS CORRIENTES DE ARRANQUE
10.- ALTITUD
11.- PAR VELOCIDAD norma IEC 34 - 12
12.- FACTOR DE POTE
13.- EFICIENCIA
. STANDART
. ALTA EFICIENCIA..

PLACA DE ESPECIFICACIONES DE MOTORES ASINCRONOS PEQUEÑOS

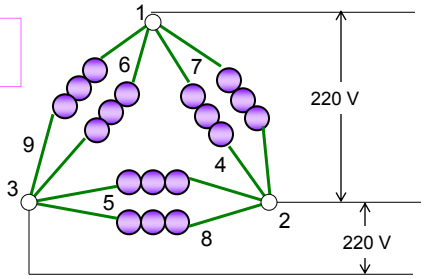


TIPOS DE CONEXION EN MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS

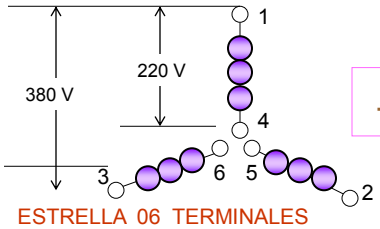


TRIANGULO SERIE 09 TERMINALES

NORMA USA

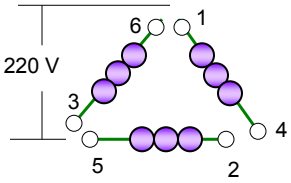


TRIANGULO PARALELO 09 TERMINALES



ESTRELLA 06 TERMINALES

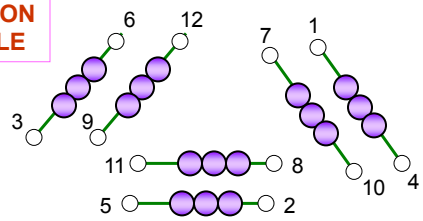
ESTRELLA TRIANGULO



TRIANGULO 06 TERMINALES

TIPOS DE CONEXION EN MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS

CONEXION MULTIPLE



ES EL RESULTADO DE LAS COMBINACIONES ESTRELLA Y TRIANGULO (SERIE Y PARALELO) ACOMODADA PARA DOS TENSIONES. SE UTILIZAN 220 , 380, 440 y 760 VOLTIOS

ARRANQUE DIRECTO

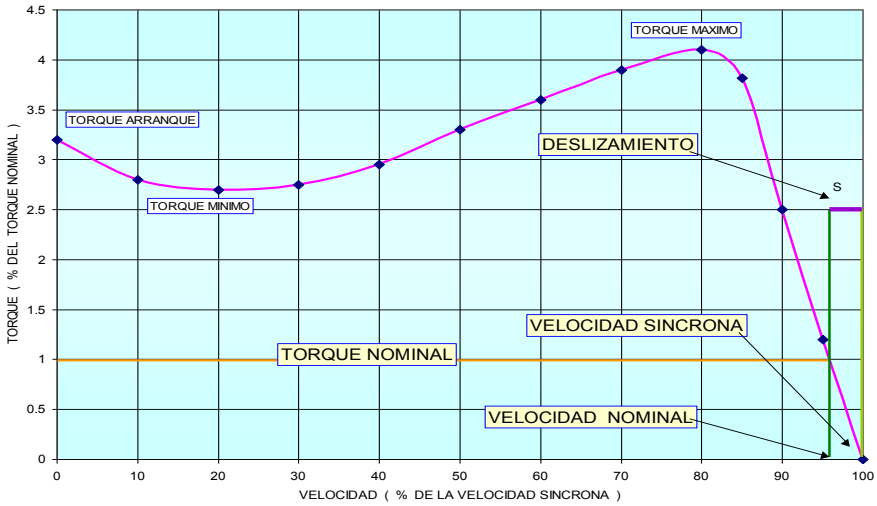
VOLTAJE	L1	L2	L3	UNIR
220 V Δ Δ	(1,6,7,12)	(2,4,8,10)	(3,5,9,11)	----------
380 V Y Y	(1,7)	(2,8)	(3,9)	(4,5,6,10,11,12)
440 V Δ	(1,12)	(2,10)	(3,11)	(4,7) (5,8) (6,9)

ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO

VOLTAJE	U	V	W	X	Y	Z	UNIR
220 V Δ Δ	(1,7)	(2,8)	(3,9)	(4,10)	(5,11)	(6,12)	
440 V Δ	1	2	3	10	11	12	(4,7) (5,8) (6,9)

CONTINUACION

CARACTERISTICAS DE TORQUE vs VELOCIDAD DE LAS MAQUINAS ROTATIVAS DE INDUCION



CATEGORIAS NORMALIZADAS (NORMA NEMA)

Catergoria A.- Una jaula, torque alto, deslizamiento bajo y corriente de arranque alta, son diseñados para satisfacer requerimientos de sobrecarga de corta duración y no hay limitaciones de corriente de arranque. Deslizamientos inferiores al 2%, la velocidad es casi constante.

Categoría B.- Torque, corriente de arranque y deslizamiento normal, su deslizamiento se ubica entre 4 a 2% en motores de 1 a 125 HP. Tiene un arranque y aceleración suaves para la mayoría de las cargas y también puede resistir temporalmente picos eleva-dos de carga sin detenerse.

Categoría C.- De doble jaula, torque alto, corriente de arranque y deslizamiento normal. Estos motores desarrollan un alto torque
y por ello son utilizados en cargas de arranque pesado (alta inercia), siendo su deslizamiento nominal menor al 5%.

Categoría D.- Ranura profunda, torque alto, deslizamiento alto ubicados en (5-8%) y 8-13%). También se diseñan motores con un deslizamiento mayor de 13% el que produce un ultra HIGH SLIP.El torque de arranque es generalmente de 2 a 3 el par nominal pudiendo ser mayor para especificaciones especiales. Estos motores son recomendados para cargas cíclicas y de corta duración con frecuentes arranques y paradas.

Categoría F.- Torque y corriente de arranque bajas, siendo el deslizamiento nominal. Son motores poco usados, destinándose a cargas con frecuentes arranques.

SISTEMAS DE VENTILACION EN MAQUINAS ELECTRICAS

NORMA IEC 34 - 6

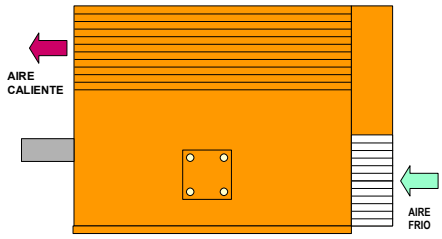
Las pérdidas son inevitables en los motores y el calor que genera debe ser disipado, a sea, transferido al elemento de refrigeración del moto, usualmente el aire ambiente.

La forma como se hace el intercambio de calor entre las partes calientes del motor y el aire ambiente es lo que define el SISTEMA DE VENTILACION del motor.

Según la norma IEC 34 - 6 los sistemas de ventilación son los siguientes:

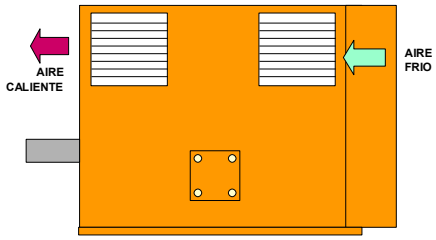
SISTEMAS DE VENTILACION EN MAQUINAS ELECTRICAS

V1.- INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE - AIRE



El motor puede presentar protección IP44, IP54, IP55 ó equivalentes . Cuenta con dos ventiladores acoplados al eje , uno interno y otro externo. El intercambiador de calor es montado en la parte superior del motor.

V2.- ABIERTO AUTO VENTILADO



En este sistema el motor puede presentar protecciones IP23, Lp24 , IP55 ó equivalentes . Cuenta con un ventilador interno acoplado al eje el cual aspira el aire del ambiente que luego de pasar a travez de la máquina es expulsado al medio ambiente.

TECNOLOGIA PUNTA

El mercado internacional, obliga a los industriales modernos abastecer al usuario productos que cumplan con la normalización ISO Internacional es decir:

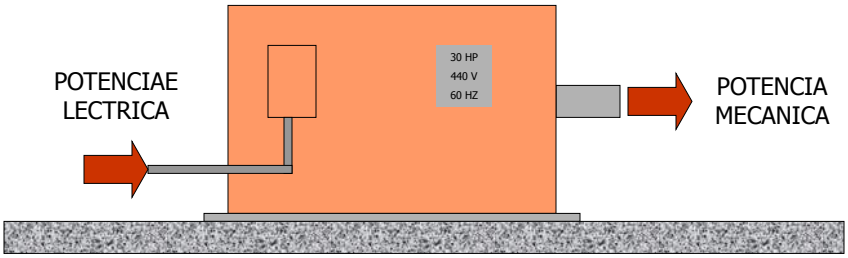
LOS PRODUCTOS FINALES DEBEN SER DE CALIDAD Y BARATOS

De la energía total generada en el mundo, aproximadamente el 60% la consumen los motores eléctricos.

En consecuencia el ahorro de energía eléctrica se halla muy vinculado con el costo del producto final.

Motivo por el cual debemos utilizar motores electricos de bajas pérdidas llamados **MOTORES DE ALTA EFICIENCIA**

EL MOTOR RECIBE LA ENERGIA ELECTRICA Y ENTREGA ENERGIA MECANICA



La potencia mecánica al cual se le conoce como POTENCIA UTIL resulta siendo, siempre, menor que la POTENCIA DE INGRESO.

POTENCIA UTIL < POTENCIA DE INGRESO.

RESUMEN DE EFICIENCIA

Pingreso = Putil + Ppérdidas

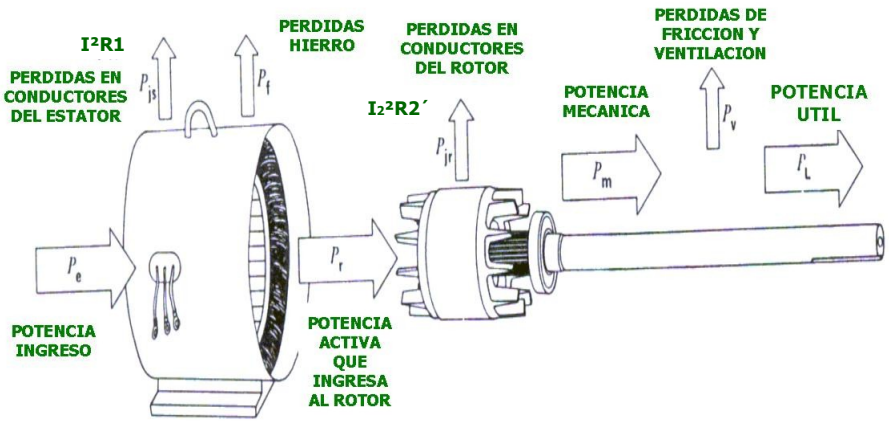
$$EF\ (\%) = \frac{P_{UTIL}}{P_{UTIL} + P_{PERDIDAS}} \times 100$$

PODEMOS AFIRMAR QUE LA EFICIENCIA DE LOS MOTORES ELECTRICOS DEPENDEN DE:

- **LAS PERDIDAS EN EL ESTATOR.**
- **LAS PERDIDAS EN EL ROTOR.**
- **LAS PERDIDAS ROTACIONALES**
- **LAS PERDIDAS SUPLEMENTARIAS.**

FLUJOS DE POTENCIA

EN LOS MOTORES ELECTRICOS TRIFASICOS

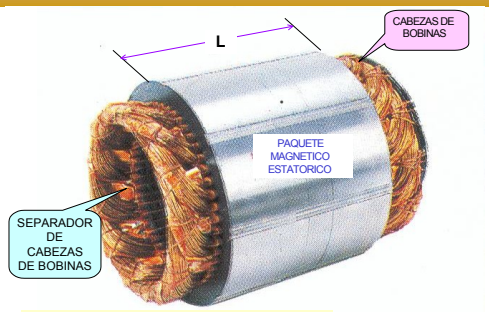


Como reducir las pérdidas en los conductores?

DEL ESTATOR

- Se reducen colocando conductores de más sección.
- Incrementando las dimensiones de las ranuras.
- Cambiando la configuración del devanado.
- Disminuir la longitud de las cabezas de bobina

REDUCIR LA RESISTENCIA DEL BOBINADO ESTATÓRICO.



CARCAZA BOBINADA LISTA PARA SER INSTALADA EN LA CARCAZA

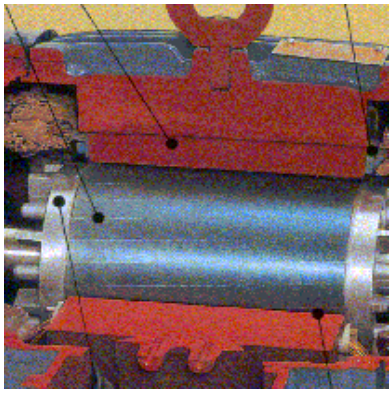
Como reducir las pérdidas en las barras?

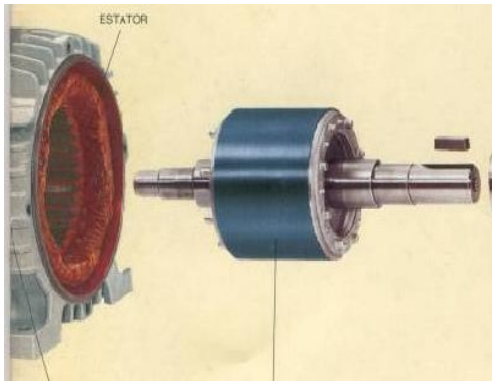
DEL ROTOR

- Incrementando la cantidad del material conductor (en las barras y en los anillos).
- Utilizando materiales de mayor conductividad.
- Aumentando el flujo magnético total que atraviesa el entrehierro.

Como reducir las pérdidas en el nucleo?

- Se reducen haciendo que el motor opere con inducciones mas bajas que las normales.
- Esto también reduce la corriente de magnetización y mejora el factor de potencia.





Como reducir las pérdidas?

Por Fricción y Ventilación ?

- Lograr un mejor diseño aerodinámico.
- Disminución de los niveles de ruido.
- Selección adecuada de rodamientos

Como reducir las pérdidas adicionales?

EN CARGA

Como estas pérdidas están asociadas al proceso fabricación, tal como las condiciones superficiales del rotor, se pueden minimizar a través de un **control cuidadoso del proceso de fabricación.**

Las pérdidas adicionales son las más difíciles de controlar en el motor, debido al gran número de variables que contribuyen a las mismas.

SE REDUCE MEDIANTE UN DISEÑO ÓPTIMO DEL MOTOR.