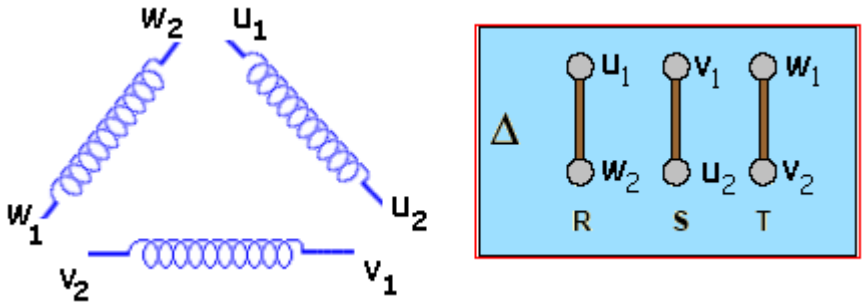
ENSAYOS NORMALIZADOS EN MAQUINAS ELECTRICAS

1.- CONEXIÓN DEL MOTOR ASINCRONO TRIFASICO – JAULA DE ARDILLA NORMALIZADO (IEC 34 - 8)

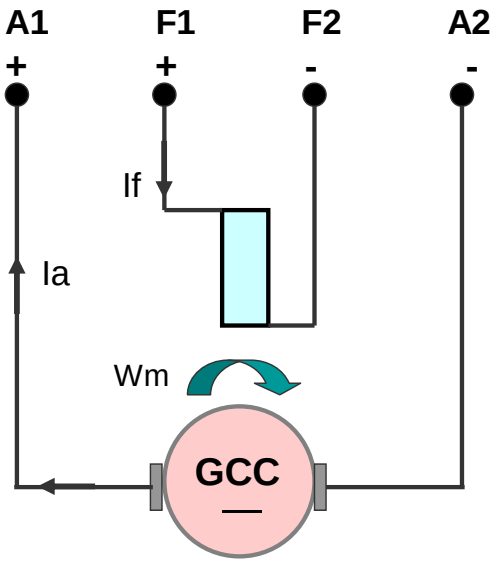
Para este ensayo el motor trifásico debe ser conectado a una red de 400 voltios, 60 Hz, conectado en triangulo. Tal como la que acompañamos a continuación.



Mas detalles ver: Diagrama de circuito conectar y arrancar y esquema de montaje conectar y arrancar.

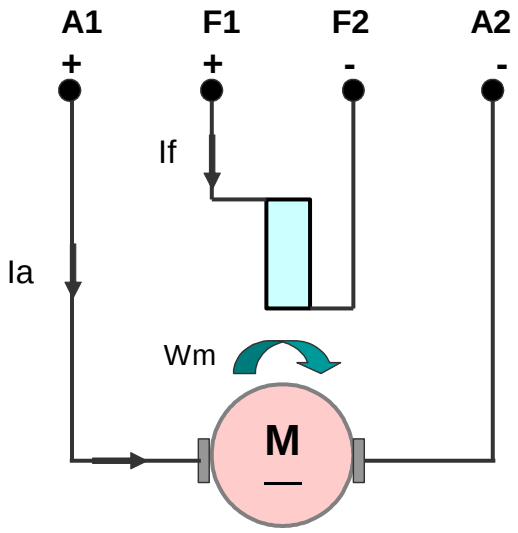
SENTIDO DE ROTACION NORMALIZADA IEC 34 - 8

En los arrollamientos de excitación la corriente fluye del número característico **1** hacia el **2**.
En el esquema **F1** esta conectado al (+) y **F2** esta conectado al (-).
El sentido de rotación es directa (horaria) donde siempre **A1** será positivo (+).



SENTIDO DE ROTACION

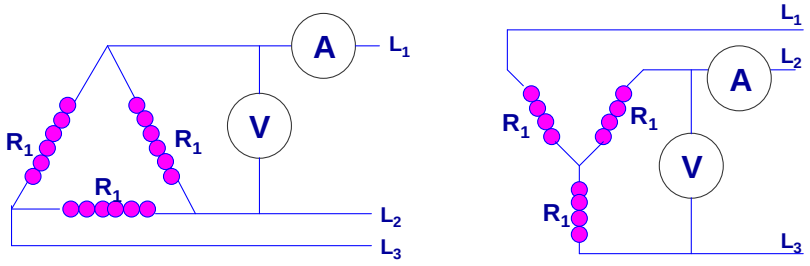
En los arrollamientos de excitación la corriente fluye del número característico **1** hacia el **2**.
En el esquema **F1** esta conectado al (+) y **F2** esta conectado al (-).
El sentido de rotación es directa (horaria) donde siempre **A1** será positivo (+).



2.- MEDICION DE LA RESISTENCIA DEL ESTATOR N0RMALIZADO (IEEE 112/1978 – item 4.1)

Esta medición se realiza aplicando el método los siguientes métodos:

- Voltio – amperimétrico.
- Ohmímetro de precisión.
- Puente de medición para resistencias pequeñas.



$R_1 = 3R_T / 2$ $\qquad$ $R_1 = R_T / 2$

Corrección por temperatura

R1 dc = Vdc / Idc $\qquad$ Ohmios/fase

R1 = R1 dc { 1 + α ($T_{trabajo}$ - $T_{ambiente}$) } $\qquad$ Ohmios/fase

Corrección por efecto SKIN.

Pero los motores trifásicos trabajan en corriente alterna para el cual esta diseñada, por esta razón es que resulta imprescindible hacer la corrección por efecto SKIN.

R1 ac ($T_{trabajp}$) = K* R1 Ohmios / fase

Donde :

K = Constante del efecto skin.
R1 dc = Resistencia a temperatura ambiente ($T_{trabajo}$).
R1 = Resistencia a temperatura de trabajo ($T_{ambiente}$).
R1 ac = Resistencia estatórica en C.A.
α **=** Coeficiente de temperatura y depende del material tala como:
α (cobre) = 0.00393 °C-1
α (aluminio) = 0.035 °C-1

$$X = 0.063598 \ (u \cdot F / R1)^{1/2}$$

Siendo: u = 1 (permeabilidad para materiales no magnéticos) y F = 60 Hz.

Tabla No 1.- Efecto Skin (X vs K)

X	K	X	K	X	K	X	K
0.0	1.0000	1.0	1.0052	2.0	1.0782	3.0	1.3181
0.1	1.0000	1.1	1.0076	2.1	1.0938	3.1	1.3510
0.2	1.0001	1.2	1.0107	2.2	1.1113	3.2	1.3850
0.3	1.0004	1.3	1.0147	2.3	1.1307	3.3	1.4199
0.4	1.0013	1.4	1.0197	2.4	1.1521	3.4	1.4557
0.5	1.0032	1.5	1.0258	2.5	1.1754	3.5	1.4920
0.6	1.0006	1.6	1.0332	2.6	1.2006	3.6	1.5288
0.7	1.0012	1.7	1.0421	2.7	1.2275	3.7	1.5658
0.8	1.0021	1.8	1.0524	2.8	1.2562	3.8	1.6031
0.9	1.0034	1.9	1.0644	2.9	1.2864	3.9	1.6405

La corrección por efecto SKIN es muy notoria en máquinas de mediano y gran porte, es decir, máquinas de inducción mayores de 50 KW.

3.- MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO N0RMALIZADO (IEEE 112/1978 – item 4.1)

Constituye una medición precisa de la resistencia del aislamiento a masa de los bobinados. La prueba consiste en aplicar una tensión de CC (IEEE – 43 / 1991), y medir la corriente de perdida luego de 60 segundos. La resistencia de aislamiento se calcula según la ley de OHM:

IR = Tensión aplicada / corriente de fuga medida

TENSIONES DC PARA PRUEBA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO IEEE - 43		
NIVEL	**TENSION DEL ARROLLAMIENTO**	**TENSION DE PRUEBA**
1	< 1000 VAC	500 VDC
2	1000 - 2500 VAC	500 - 1000 VDC
3	2501 - 5000 VAC	1000 - 2500 VDC
4	5001 - 12000 VAC	2500 - 5000 VDC
5	> 12000 VAC	5000 - 10000 VDC

3.1.- INDICE DE POLARIZACION (IP) IEEE - 43

Mide cuantitativamente la capacidad de polarización del aislamiento a masa.
La prueba de IP se realiza comúnmente a la misma tensión que la prueba de MEGOHM y tarda 10 minutos en completarse. El Valor de IP se calcula como:

IP = IR(10min) / IR(1min).

En general los aislantes en buenas condiciones mostrarán un índice de polarización alto, mientras que los aislantes dañados no lo harán. IEEE - 43 recomienda valores mínimos para las distintas clases térmicas de aislamiento de motores:

CLASE TERMICA	IP		CLASE TERMICA	IP
NEMA CLASE A	1.5		NEMA CLASE F	2.0
NEMA CLASE B	2.0		NEMA CLASE H	2.0

3.2.- INDICE DE ABSORCION (IA) IEEE - 43

Es una variante del índice de polarización .
En algunos materiales como la mica, la corriente que absorben los materiales toma 10 minutos o mas para caer a cero. Pero en sistemas de aislamiento modernos la corriente de absorción puede caer a cero en 2 o 3 minutos.
El Índice de absorción se calcula como:

IA = IR(60seg) / IR(30seg)

NIVELES DE INDICES DE ABSORCION Y POLARIZACION IEEE			
NIVEL	**INDICE DE ABSORCION**	**INDICE DE POLARIZACION**	**ESTADO DE LA RESIST. AISLAMIENTO**
D	0 - 1.0	0 - 1	PELIGROSO
C	1.0 - 1.3	1 - 2	DEFICIENTE
B	1.3 - 1.6	2 - 4	BUENO
A	1.6 - SUPERIOR	4 - SUPERIOR	EXCELENTE

3.3.- TENSION APLICADA (IEEE 112 / 1978 ITEM 6.2)

Demuestra que en el sistema de aislamiento a masa puede existir un voltaje aplicado alto sin exhibir una corriente de perdida extraordinariamente alta.

TENSIONES DE PRUEBA DE HIPOT RECOMENDADOS IEEE - 95, IEEE - 43, IEC 34.1 Y NEMA MG-1.		
TIPOS TENSION PRUEBA DE LOS EQUIPOS	**DESCRIPCION GENERAL**	**VALORES DE LA TENSION APLICADA**
VAC – PRUEBA	Valor aproximado de tensión alterna de prueba empleada por el fabricante	**2 x VAC MOMINAL(MAQUINA) + 1.000 VOLT.**
VDC – PRUEBA INICIAL	Máxima tensión continua de prueba para la primera prueba (instalación de la máquina)	**1,28 x VAC – PRUEBA VOLT.**
V DC – PRUEBA PERIODICA	Máxima tensión continua de prueba para las verificaciones periódicas de la máquina	**0,96 x VAC – PRUEBA VOLT.**
Expresiones para determinar la tensión de prueba del test de comprobación en máquinas rotativas		

3.4.- TENSION DE IMPULSO - IEC 34 -15 /1995 e IEEE - 522 /1992

Proporciona información acerca del Aislamiento entre espiras, y la capacidad del aislamiento a masa para soportar transitorios de frente de onda abrupto (como los que aparecen en servicio).
Las razones para realizar la prueba de impulso es que diariamente, los motores están sometidos a transitorios de alta tensión y/o energía. Estos impulsos pueden dañar el aislamiento del motor y, en un tiempo, pueden provocar una falla en el mismo.

4.- PRUEBA EN VACIO (IEEE 112 /1978 ITEM 4.6)

El montaje del motor se realiza conforme a la siguiente figura. Con el motor trifásico en vacío la tensión de alimentación se regula hasta que el voltímetro indique la tensión nominal del motor ha ser probado (ver placa). Los instrumentos de medida que se utilicen durante la práctica, ya están incluidos dentro del pupitre de prácticas.

Las condiciones son las siguientes:

- La velocidad debe ser constante.
- El eje del motor debe estar completamente libre.
- La frecuencia debe ser la nominal del motor.

Con la finalidad de verificar las curvas de vacío sobreponerlos con las B vs H.

$$Bmax = (V_{LL} \times 10^{-8}) / 4.44 \times f \times A \times N \qquad \text{(Gauss)}$$

$$H = (N \times \sqrt{3}\, If) / Lm \qquad \text{(Amper-Vuelta/metro)}$$

Donde:

Lm = Longitud media al paquete magnético en m.
N = Número de vueltas del bobinado estatórico por fase.
A = Area transversal del paquete magnético estatórico = L x C
L = Longitud del paquete magnético en m.
C = Altura de la corona en m.
f = Frecuencia del sistema Hz.
V_{LL} = Tensión de línea en Voltios.

5.- PRUEBA DE ROTOR BLOQUEADO (IEEE 112 /1978 ITEM 4.8)

Las condiciones son las siguientes:

- La corriente de línea debe ser la nominal del motor.
- El eje del motor debe estar trabado.
- La frecuencia debe ser la nominal del motor.

6.- PRUEBA CON CARGA (IEEE 112 /1978 ITEM 4.2)

Para la prueba con carga se tendrá que conectar el freno LN.
Seguir las indicaciones del profesor.
En forma muy atenta y delicada manipular el regulador de velocidad del freno dinámico hasta que la corriente circulante consumida por el motor es la corriente nominal.
Después del registro de las cargas aplicadas en el motor tomar el registro de la velocidad y torque. Aplicando la siguiente expresión se logrará calcular la potencia util.

P útil = T (N-m) x RPM (pi/30)

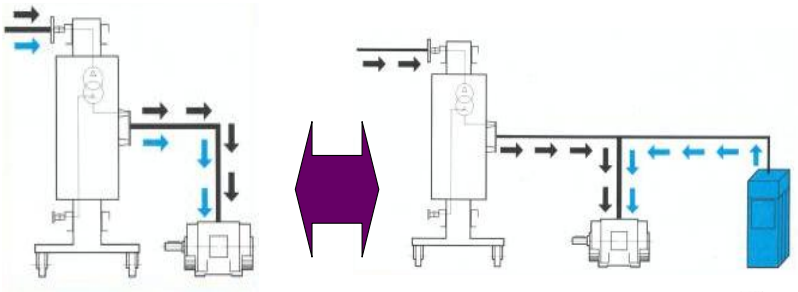
EF = P útil / P ingreso

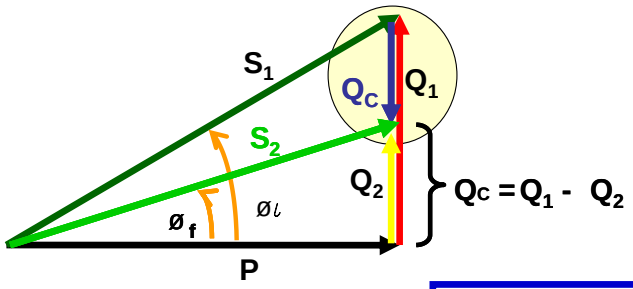
7.- ENSAYO DE TEMPERATURA (IEEE 112 /1978 ITEM 5.3 MET. 3)

Consiste el registrar la temperatura y el tiempo y tener la curva Temp. Vs Tiempo. El tiempo mínimo es 04 horas cuando la temperatura comienza a disminuir en 02 grados centígrados durante las dos horas siguientes.

8.- COMPENSACION REACTIVA IEC 831 ITEM 1 – 2 Y VDE 560 ITEM 4.

Todos los circuitos industriales son resistivos inductivos en consecuencia la compensación reactiva es muy necesaria para ahorrar dinero en el pago de los KVARs-H consumidos y para dar cumplimiento de las NTCSE de nuestro país.





$$Qc = P\,[\,Tan\varnothing i - Tan\varnothing f\,]$$

Los tipos de compensación reactiva son los siguientes:

- Compensación individual.
- Compensación en grupo.
- Conpensación automática centralizada.
- Compensación dinámica (tiempo real).
- Filtro activo de armánicas.
- Control de tensión