

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**Prescripciones y Equipos**  
**para el Ensayo de Motores Eléctricos**

**TESIS DE GRADO**

**PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO Y ELECTRICISTA**

**JUAN RODOLFO NUÑEZ CHAVEZ**

**PROMOCION 1964**

**LIMA - PERU 1966**

## 1.- INTRODUCCION

1.1.- Debido al avance de estos últimos años, y a las perspectivas halagadoras del futuro de nuestra industria, en lo referente a la producción de motores eléctricos; en especial el motor asíncrono es necesario contar ya sea por el fabricante o por entidades que controlen la calidad de éstos, para que competitivamente tengan opción con los idénticos producidos en países extranjeros, los cuales son producidos por reglas o mejor dicho normas las que indican los sistemas de prueba, construcción, seguridad; que determinan las condiciones a las cuales deben responder éstas, para asegurar un servicio satisfactorio durante el tiempo de funcionamiento. Dicho laboratorio estaría equipado a las exigencias normativas, las cuales se tengan que comprobar, y cuyas prescripciones sean las que determinen el funcionamiento satisfactorio.

Existe en el Perú una entidad llamada INANTIC (INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TECNICAS, INDUSTRIALES Y CERTIFICACION) que está tratando de establecer las normas que rijan en nuestra patria, debido a que toda maquinaria no sólo debe asegurar su funcionamiento, sino su intercambiabilidad con otra idéntica de la marca que fuere o del país que proviniere; en otras palabras, universalización de las máquinas, por tanto es pues necesario la existencia tanto del instituto normativo como la comprobación

de las prescripciones de las Normas para lo cual es necesario un laboratorio de pruebas, el que nos proponemos estudiar con el fin que pueda servir no solamente a la industria sino a cualquier Instituto de Prueba.

#### 1.2.- Objeto del Proyecto.

Para la certificación de una determinada máquina es necesario que cumpla con las exigencias que prescriben las normas, por lo tanto estas deben ser comprobadas para asegurar un funcionamiento sin anomalías para garantía del usuario.

#### 1.3.- Necesidad del Ensayo.

La comprobación de la inexistencia de fallas, y la puesta en servicio de un motor requieren una certificación; y la única manera que puedan efectuarse éstas es mediante los ensayos que puedan realizarse sobre ésta.

##### 1.3.1.-Criterio bajo el cual se hacen los ensayos.

###### A.- Protección contra contacto fortuito.

- a) De partes bajo tensión.
- b) De partes que por la temperatura o por el estado de movimiento implican serio peligro.

###### B.- Aislamiento.

- a) Medida de la resistencia del aislamiento  
resistencia ohmica de pérdidas.
- b) Prueba de tensión (alterna, continua, impulso).

- c) Examen de seguridad contra las descargas superficiales.
  - d) Examen de la distancia de las partes bajo tensión, y otras partes conductivas.
  - e) Prueba de seguridad en caso de variaciones de temperatura.
- C.- Medida de protección contra los peligros en caso de falla del aislamiento.
- a) Examen del dispositivo de puesta a tierra.
  - b) Examen de la separación eléctrica entre sistemas a corriente fuerte y aquellas a corriente debil.
- D.- Observación de las dimensiones concernientes a la seguridad.
- E.- Pasajes peligrosos del calor.
- a) Examen en caso de empleo correcto en ejercicio nominal, como puede ser el caso de sobre corriente, de sobre tensión, de baja de tensión y en caso de defectos previsibles.
- F.- La seguridad contra las explosiones.
- G.- Las perturbaciones de instalaciones a circuito debil.
- H.- La constancia de seguridades.
- I.- La observación de los datos nominales.
- 2.- ENSAYOS EN UN MOTOR ASINCRONO.
- 2.1.- Generalidades.- En los motores asíncronos para la realización de las pruebas, tienen que hacerse en

las siguientes condiciones para su utilización o determinación de sus características.

### 2.2.- Condiciones generales de utilización.

Salvo especificación contraria las máquinas rotativas son fabricadas para las condiciones de utilización siguientes:

- 2.2.1.- La máquina para el desarrollo de su potencia nominal será considerada instalada a una altitud de menos de 1000 m. s.n.r.
- 2.2.2.- Si el fluido de refrigeración es aire atmosférico la temperatura máxima de referimento es de 40°C.
- 2.2.3.- Cuando el fluido de refrigeración es agua, la temperatura de referimento será 25°C.
- 2.2.4.- Si se considera que el fluido refrigerante es un gas intermediario circulante en un circuito cerrado la temperatura del fluido de referimento será 40°C y el valor medio de la temperatura no pase de 35°C.
- 2.2.5.- Si el elemento es un receptor de corriente alterna la tensión debe ser prácticamente sinusoidal. Si el receptor es polifásico las tensiones de alimentación deben formar un sistema prácticamente simétrico.

### 3.- VOCABULARIO ELECTROTECNICO REFERENTE A LOS MOTORES.

Es necesario antes de comenzar con el proyecto del Sistema conocer el vocabulario el cual sirva para el perfecto entendimiento de cada una de las condiciones de funcionamiento

3.1.- Régimen.- Se entiende por régimen al conjunto de características eléctricas en el funcionamiento de un instante dado.

3.2.- Servicio.- Se entiende por servicio a la estipulación de régimen a las cuales la máquina está sometida en sus tiempos respectivos y en orden de sucesión en el tiempo.

3.1.1-Régimen nominal.- El régimen nominal de una máquina es el régimen constante a la cual la máquina hace su servicio nominal.

3.2.1.Servicio Nominal.- Un servicio nominal es un servicio convencional que satisface a las prescripciones de las Normas, y directamente debe satisfacer al ensayo de calentamiento.

3.3.2. Clases de Servicios.

Existe una serie de servicios los cuales corresponden a diferentes formas de funcionamiento de la máquina, estas se clasifican en cuatro clases de servicios fundamentales y cuatro secundarios:

S <sub>1</sub>	Servicio continuo
S <sub>2</sub>	" temporario
S <sub>3</sub>	" intermitente periódico
S <sub>4</sub>	" intermitente de arranque
S <sub>5</sub>	" intermitente a arranque y freno eléctrico.
	" interrumpido a carga intermitente.

S7° Servicio interrumpido a arranque y freno eléctrico.

S8 Servicio interrumpido a cambio de velocidad periódica.

Siendo los fundamentales los servicios: S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>  
S<sub>6</sub> .

S<sub>1</sub>.- Clase de Servicio el cual se comporta la máquina a régimen constante y de una duración suficiente para alcanzar el equilibrio térmico.

S<sub>2</sub> .- Servicio Temporario.- Servicio a régimen constante durante un tiempo determinado, menor que el requerido para alcanzar el equilibrio térmico seguido de un tiempo de reposo de duración suficiente para restablecer la igualdad de temperatura con la del medio refrigerante.

El tiempo de funcionamiento.- 10, 30, 60, 90 minutos.

S<sub>3</sub>.- Servicio intermitente periódico.- Es la operación constituida por una secuencia de ciclos idénticos en que cada uno de ellos incluye un tiempo de operación a carga constante y un tiempo de reposo, siendo dichos tiempos demasiado breves para alcanzar el equilibrio térmico durante cada ciclo, con una diferencia de 10°C para las clases de aislamiento A, E, y B y de 15°C por las clases de aislamiento F y H; el periodo de funcionamiento y la duración del ciclo que se ha establecido es de 15, 25, 40, y 60% y que son con-

siderados como normales.

- S<sub>4</sub>.- Servicio Intermitente Periódico o de Arranque.- Es la operación constituida por una secuencia de ciclos idénticos en que cada uno de ellos incluye un tiempo de arranque, un tiempo de operación a carga constante y un tiempo de reposo, durante el cual el motor está desconectado de la red, siendo dichos tiempos demandados breves para alcanzar el equilibrio térmico durante cada ciclo, en este tipo de servicio, se detiene el motor o por su desaceleración natural después de haber sido desconectado de la red, o por un frenado mecánico, de tal manera que no se ocasione un calentamiento adicional en los bobinados.
- S<sub>5</sub>.- Servicio Intermitente Periódico con Arranque y Frenado Eléctrico.- Es la operación constituida por una secuencia de ciclos idénticos en cada uno de ellos incluye un tiempo de arranque, un tiempo de operación a carga constante, un tiempo de frenado eléctrico y un tiempo de reposo durante el cual el motor está desconectado de la red, siendo dichos tiempos demasiado breves, para alcanzar el equilibrio térmico durante cada ciclo. En este tipo de servicio el frenado es rápido y se obtiene eléctricamente.
- S<sub>6</sub>.- Servicio Ininterrumpido con carga intermitente (S6).  
Es la operación constituida por una secuencia de ciclos idénticos en que cada ciclo incluye un tiempo de



operación a carga constante y un periodo de operación en vacío. Los tiempos de operación en carga y en vacío son demasiado breves para alcanzar el equilibrio térmico durante cada ciclo.

S7.-Servicio Interrumpido con Carga y Freno Eléctrico.-

Es la operación constituida por una secuencia de ciclos idénticos en que cada uno de ellos incluye un tiempo de arranque y un tiempo de operación a carga constante y un tiempo de frenado eléctrico siendo dichos tiempos demasiado breves para alcanzar el equilibrio térmico. Durante el ciclo no existe en este tipo de servicio un tiempo de reposo durante el cual el motor estuviese desconectado de la red.

- 3.2.2.- Forma Sinusoidal de una Tensión o Corriente.- Una forma de Tensión o Corriente es considerada prácticamente sinusoidal si ninguno de los valores instantáneos de la onda difiere del valor instantáneo de la onda fundamental observada el mismo momento, es de más de 5% del valor máximo de la onda fundamental.
- 3.2.3.- TENSION NOMINAL.- Es la tensión indicada en la placa en base a la cual están determinadas las condiciones de prueba.
- 3.2.4.- CORRIENTE NOMINAL.- Es la corriente a la cual el motor despliega su potencia nominal.
- 3.2.5.- POTENCIA NOMINAL.- Es el trabajo mecánico desplazado en un eje en la unidad de tiempo sin que éste pase los límites de calentamiento.

3.2.6.- DESLIZAMIENTO.- Es la diferencia de la velocidad síncrona  $n_s$  y la velocidad en cualquier instante; se expresa en % por ciento de la velocidad síncrona.

$$s = \frac{n_s - n}{100\%}$$

3.2.7.- RENDIMIENTO.- Es la relación entre la potencia entregada y la potencia absorbida.

3.2.8.- PAR NOMINAL.- Es el par correspondiente a la potencia nominal.

3.2.9.- PAR DE ARRANQUE.- Es el menor par que el motor desarrolla cuando el rotor está bloqueado para cualquier posición angular del rotor bajo tensión y frecuencia nominales.

3.2.10.- PAR MINIMO.- Es el menor par que desarrolla el motor durante el tiempo de aceleración, bajo tensión o frecuencia nominal.

3.2.11.- PAR MAXIMO.- Es el mayor par que puede desarrollar un motor bajo condiciones de tensión y frecuencia nominal.

NOTA: Estas definiciones no son explicables a los motores cuya característica de par son continuamente desendientes.

3.2.12.- PAR RESISTENTE.- Es el par de la máquina accionada.

3.2.13.- PAR DE ACELERACION.- Es la diferencia entre el par motor y el par resistente durante el periodo de aceleración.

#### 4.- DE LOS ENSAYOS.

4.1.- Los ensayos como hemos visto en el capítulo primero tienden hacia un fin ya expuesto. En el caso de los motores eléctricos estos pueden agruparse en ensayos fundamentales, ensayos complementarios y otros de realización menos frecuente.

4.2.- Recomendaciones.- Es recomendado antes de proceder a cualquier ensayo una inspección cuidadosa del motor a fin de verificar la inexistencia de partes dañadas o irregularidades tales como falta de lubricación u otras como la de rotor enclavado y el valor de la resistencia de aislamiento.

#### 4.3.- Los tipos de ensayos.

4.3.1.- Ensayos de tipo.- Son los ensayos realizados sobre una muestra de la remesa para determinar sus características de un motor de diseño determinado. Estos son:

- a) Resistencia de aislación
- b) Par y corriente a rotor bloqueado
- c) Par máximo y par mínimo
- d) Deslizamiento
- e) Ensayo de Tensión Secundaria
- f) Sobre velocidad
- g) Calentamiento
- h) Rendimiento
- i) Ensayo dieléctrico.

4.3.2.- Ensayos de rutina.- Son los realizados sobre todo

los motores que componen una remesa para ver si satisfacen los requisitos mínimos.

Estos son:

- a) Resistencia de aislación
- b) Ensayo dieléctrico
- c) Ensayo en vacío.

4.3.3.- Ensayos de Remesa.- Son los ensayos realizados sobre una muestra de una remesa determinada para verificar si satisface con los requisitos del diseño y estas son:

- a) Resistencia de aislamiento
- b) Par y corriente a rotor bloqueado
- c) Par máximo y mínimo
- d) Deslizamiento
- e) Ensayo de tensión secundaria
- f) Ensayo dieléctrico.

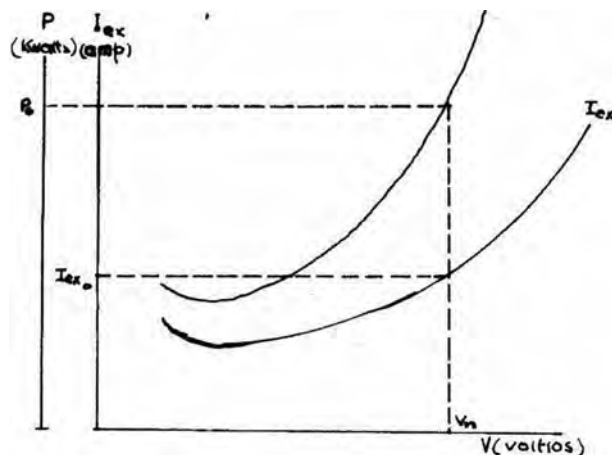
4.3.4.- Ensayos especiales.- Son los ensayos realizados por pedido especial los cuales pueden ser los siguientes:

- a) Nivel de ruido
- b) Corriente en el eje
- c) Vibración.

4.4.- Ensayo en vacío.- Este ensayo tiene la finalidad de determinar la corriente de magnetización que requiere la máquina para su funcionamiento, es decir para la creación del flujo en el bobinado inductor, y también para determinar las pérdidas en vacío, las cuales comprende: Pérdidas por corrientes parasitas que son

proporcionales al cuadrado de la frecuencia y al cuadrado de la densidad de flujo magnético. Pérdidas por histeré-sis que son proporcionales a la frecuencia y a la densidad de flujo magnético. Y las pérdidas de origen mecánico, las cuales son por ventilación y por rozamiento en los rodamientos, teniendo en cuenta que las pérdidas por ventilación son proporcionales al cubo de la velocidad y las pérdidas por rozamiento en los rodamientos son proporcionales a la velocidad.

4.4.1.- Curva de Excitación.- Para la obtención de la curva de excitación y el estudio de las pérdidas en vacío, se debe repetir el ensayo con diferentes valores de tensión partiéndose de un máximo y descendiendo hasta el punto en que una reducción de tensión ocasiona un aumento de corriente (normalmente este fenómeno representa a un valor de tensión que es de 30 a 30% del valor nominal). La curva de excitación se obtiene colocando en el gráfico de valores de la corriente en vacío en función de la tensión, los datos obtenidos pueden anotarse en un tipo de referencia cuyo ejemplo es el siguiente:



#### 4.5.3.- Prueba de rotor bloqueado.

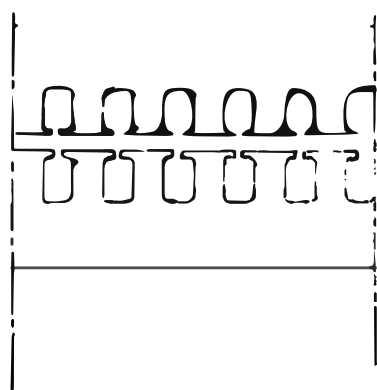
El rotor es bloqueado a fin de no poder girar, siendo aplicada tensión nominal o reducida y frecuencia nominal en los terminales del estator. La tensión, la corriente en cada línea, la potencia de entrada y eventualmente el par se leen tan rápidamente como sea posible a fin de que no se caliente demasiado el motor.

En el ensayo de rutina no es necesario la medición del par.

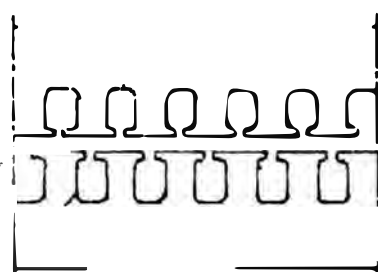
En los ensayos de tipo, el par puede ser medido por medio de un dinamómetro, o una varilla transversal o en su defecto una polea ajustada al eje del rotor, que en la magnitud igual a un brazo de palanca de - seado, la que ejerce una fuerza que mide el dinamómetro, para esta experiencia se debe evitar esfuerzos que afectasen el valor del par. Este ensayo debe ser repetido con diferentes valores de tensión, haciéndose la respectiva medición de tensión, potencia de entrada y el par, teniendo cuidado de obtener por lo menos un conjunto de valores para retener a la corriente nominal de plena carga, que sirvan de base para el cálculo del circuito equivalente. Para mayor precisión en la medición de la impedancia de funcionamiento, en los casos de motores de doble jaula o simple con barras profundas, es necesario realizar el ensayo a frecuencia reducida de un valor aproxi-

madamente 25% de la nominal. En este ensayo hay que tener el cuidado de verificar el sentido de rotación, así como también el registro de las temperaturas inicial y final, y esta última no debe pasar el límite máximo de temperatura admisible para su respectiva clase de aislamiento; las lecturas en cada punto de ensayo deben ser tomadas después de 5 segundos de energizado el motor, para motores de 10 HP después de 10 segundos para motores de más de 10 HP; y en los motores de anillos hay que tener el cuidado de cortocircuitarlos.

El rotor se hace girar lentamente de manera de observar la máxima corriente, debido a que existan posiciones relativas entre el rotor, y estator en las cuales la reluctancia es mayor, y otros en que ésta es menor; por consiguiente la corriente de magnetización será respectivamente mayor, o menor y por lo tanto también el par tendrá un valor máximo y un valor mínimo.



∅ DISPERSO MINIMO



∅ DISPERSO MAXIMO

Y se anotarán las corrientes máximas y los pares mínimos.

Las curvas de impedancia se representan por la corriente y la potencia en función de la tensión. La curva de impedancia para motores cuya ranura es abierta, es generalmente una línea recta, ligeramente curvas para tensiones altas; para motores con ranura cerrada presenta además otras curvaturas para tensiones bajas.

#### 4.6.- Ensayo en Carga.

Al hablar de cualquier máquina es fundamental, hablar del incremento de temperatura el cual determinará la potencia de ésta, es por eso que el ensayo bajo carga, viene a ser el ensayo que más cuidado requiere para no obtener resultados falsos; y para lo cual es necesario considerar cada una de las prescripciones ya establecidas por las normas, el cual se realiza de acuerdo a la potencia del motor de prueba.

En motores pequeños o mejor dicho hasta 3 HP se puede realizar a través de una polea montada en el eje del motor al cual se aplica una carga por intermedio de zapatas unidas a una barra de brazo de palanca conocido, cuya extremidad es apoyada en el centro del plato o dispositivo equivalente de la balanza. También se puede utilizar un freno de corrientes parásitas previamente calibrado.



En este ensayo el motor debe ser cargado a carga nominal y accionado hasta adquirir la temperatura de régimen, después de la cual deben ser tomadas las lecturas siguientes para 6 puntos de carga: Vacío, 25, 50, 75, 100, 125% de plena carga.

- 1) Tensión y frecuencia de alimentación
- 2) Corriente de línea
- 3) Potencia absorbida
- 4) Deslizamiento
- 5) Lecturas en la balanza
- 6) Temperatura ambiente
- 7) Temperatura del bobinado en el estator.

Es decir toda una prueba de calentamiento, a fin de determinar la elevación de temperatura de las partes del motor; sobre la temperatura del medio refrigerante, cuando funcionan bajo condiciones especificadas de carga.

#### 4.6.1.-CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRUEBA DE CALENTAMIENTO.

El motor debe ser protegido contra corrientes de aire extrañas, tales como giro de poleas, correas de otras máquinas, una tenue corriente de aire puede influenciar en la temperatura de referimento y puede ocasionar discrepancias grandes en el resultado, por lo tanto la sala de pruebas de motores debe tener un espacio suficiente a fin de permitir

una libre circulación de aire.

4.6.2.- SISTEMA DE LA PRUEBA DE CALENTAMIENTO.

Para que una máquina pueda ser probada en el calentamiento, por lo menos ésta debe permanecer en la sala de pruebas un tiempo suficiente sin ser energizado, a fin de que se realice un equilibrio térmico con la temperatura del ambiente, luego se procede a la medición de la temperatura ambiente y la del bobinado, ya sea por termómetros o termocuplas o en su defecto por el método de resistencia que es el más recomendado al cual nos referimos enseguida.

Se mide la resistencia del bobinado en frío, al mismo tiempo que se mide la temperatura del ambiente.

Se pone en funcionamiento el motor si esto lo realiza a plena carga, cada hora se mide la resistencia y se hace el cálculo de temperatura al que se encuentra el bobinado por medio de la fórmula.

$$(t_1 - t_0) = \frac{R_1 - R_0}{R_0} (K + t_0) + (t_0 - t_a)$$

-- Como medio de control se colocan termómetros en la carcasa y en núcleos; de la fórmula anterior se tiene:

$R_0$  - Resistencia en frío a la temperatura  $t_0$

$R_1$  = " a la temperatura  $t_1$

$\Delta\theta = t_1 - t_0$  - Incremento de temperatura

$K$  = Una constante que depende del material, para el cobre 235, para el aluminio 225 cuando las temperaturas son expresadas en grados centígrados.

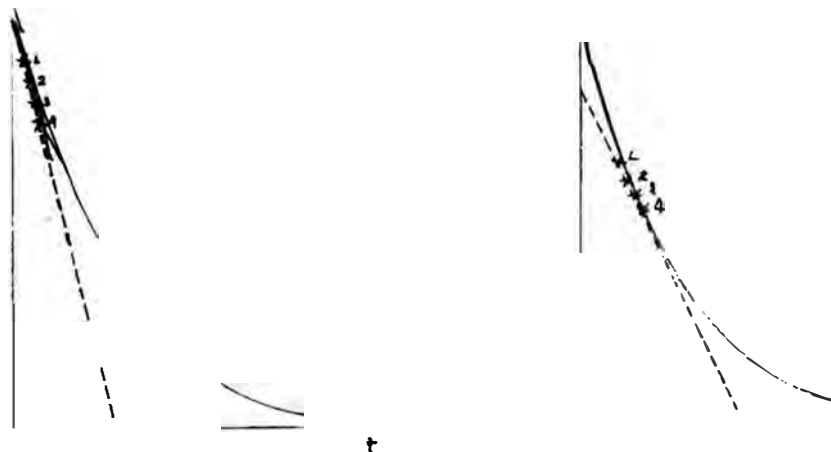
La temperatura inicial debe hacerse directamente con el termómetro.

La prueba concluye cuando el incremento de temperatura en una hora no es mayor de  $2^{\circ}\text{C}$ , temperatura a la cual se procede a medir la resistencia final.

Para este efecto es necesario hacer mediciones de resistencia, tan rápido como sea posible, y al mismo tiempo que se controla el tiempo en que el bobinado está desenergizado, o mejor dicho el tiempo que la máquina se está enfriando. La finalidad de esto, es que se puede hacer una extrapolación al tiempo cero, en que comenzó a enfriarse, ya que si nosotros tomamos el valor de resistencia a un tiempo largo después de desenergizar la máquina podemos tener un dato erróneo.

$R$   
(ohm)

$R$   
(ohm)



Se ve en estos diagramas el tiempo en el cual deben ser medidas las resistencias, debe ser muy pequeño tan corto como sea posible tomar en cuenta.

#### 4.7.- PRUEBA DE AISLAMIENTO.

Las pruebas de aislamiento aplicable a una máquina eléctrica rotativa son:

- 1) Medida de la resistencia del aislamiento
- 2) Prueba dieléctrica
- 3) Prueba del tablero de bornes.

La eficiencia de los materiales aislantes y su integridad.

El margen de seguridad del aislamiento general de la máquina respecto a la Tensión Nominal y a las actuales sobreelevaciones de Tensión, son comprobados por los ensayos:

##### 4.7.1.- Medida de la resistencia del aislamiento.-

Esta prueba solo tiene la finalidad de indicar el estado de la máquina respecto de su aislamiento, es decir viene realizada como prueba preliminar del ensayo general de la máquina, y en especial de la prueba dieléctrica.

Existe una regla práctica para referencia del estado del aislamiento que es:

$$= \frac{\text{TENSION EN LOS BORNES (EN VOLTIOS)}}{\text{Potencia Nominal (KVA)} \uparrow 1000}$$

Un mínimo de 1 M, en caso que fuese necesario un se-

cado la temperatura debe ser preferentemente de 75°C y puede ser aumentada solo si se conoce los límites admisibles de los materiales aislantes de la máquina.

4.7.2.- ENSAYO DIELECTRICO.- Este ensayo se especifica en las normas como un ensayo que debe hacerse en la sala de pruebas del constructor, salvo estipulación contraria y después de la prueba de calentamiento. Este ensayo solo debe realizarse sobre una máquina nueva y completamente terminada lista para su utilización con todos sus órganos en las condiciones equivalentes a las condiciones normales de funcionamiento.

La tensión de ensayo es aplicada entre el arrollamiento a probar y la carcasa conectada al núcleo magnético.

La prueba se comienza con una tensión no mayor de la mitad de la plena tensión de ensayo. La tensión será entonces incrementada hasta el pleno valor en escalones de más de 5% del pleno valor, el tiempo en que se haga este aumento de tensión no será menor de 10 segundos. La plena tensión de ensayo será entonces mantenida por un minuto de acuerdo con los valores prescritos para el tipo de arrollamiento u órgano de la máquina en prueba.

TABLA DE PRUEBA DIELECTRICA

CASO	MAQUINAS O PARTE	Tensión (eficaz) de ensayo en función de la más alta tensión de placa U del arrollamiento considerado.
1	Máquinas con potencia nominal inferior a 1 KW ó 1 KVA y tensión nominal inferior a 100 V.	$500 \pm 2 U$
2	Máquinas con potencia nominal inferior a 10'000 KW ó 10'000 KVA excluidas las máquinas del caso 1.	$1000 \pm 2U$ min. 1500 V. En caso de arrollamientos bifásicos con un borne en común la tensión U debe ser igual a 1,4 veces el valor de la tensión de cada fase.
3	Máquinas con potencia nominal de 10'000 KVA y mas:	
	U 2000 V	$1000 \pm 2 U$
	2000V U 6000 V	$2,5 U$
	6000 V U 17'000 V	$3000 \pm 2 U$

---

3 U 17000 V Según acuerdos especiales

---

En caso de máquinas con aislación graduada el ensayo debe ser objeto de un acuerdo particular.

4 Arrollamientos de excitación de máquinas a corriente continua con excitación separada. 1000  $\uparrow$  2 U min. 1500 V

---

5 Arrollamientos de excitación de máquinas a corriente continúa autoexcitadas. Como los arrollamientos a los cuales están conectados.

Excepción: Excitaciones de motores sin polos sincronizados que son puestos a tierra o desconectados del arrollamiento de excitación durante el arranque. 1000  $\uparrow$  2 veces la tensión nominal de excitación min. 1500 V

6 Arrollamientos de excitación de máquinas síncronas: Sin arranque asíncrono. 10 U min. 1500 V máx. 3500 V

Con arranque asíncrono y arrollamiento de excitación en cortocircuito o conectado con una resistencia externa no superior a 10 veces la resistencia del arrollamiento de excitación. ( ) 10 U min. 1500 V Máx. 3500 V

- 
- 6 Con arranque asíncro- 1000 ↑ veces el valor máxi-  
no y arrollamiento de mo de la tensión eficaz que  
excitación abierto ó se puede producir en la con-  
conectado con una re- dición de arranque especifi-  
sistencia externa de cada entre los bornes del a-  
por lo menos 10 veces rrollamiento de excitación  
la resistencia del a- seccionado, entre los bornes  
rrollamiento de exci- de todas las secciones.  
tación. ( ) mín. 1500 V.
- 

( ) La tensión que se produce a los bornes del arro-  
llamiento de excitación ó a los bornes de sus  
secciones en la condición de arranque especifi-  
cada puede ser medida a una tensión de alimen-  
tación reducida, y la tensión así medida debe  
ser aumentada en la relación de la tensión de  
arranque especificada a la tensión de alimenta-  
ción para la prueba.

---

- 7 Arrollamientos secun-  
darios (normalmente ro-  
tores) de motores a-  
síncronos sincroniza-  
dos que no están per-  
manentemente en corto-  
circuito (destinados por  
ejem. a arrancar con  
reóstato):
- 

Para marcha no rever- 1000 ↑ 2 veces la tensión  
sible o reversible so- en circuito abierto y motor  
lo a partir del reposo. parado, medida entre los ani-  
llos colectores o los bornes  
secundarios con la tensión  
nominal aplicada al arrolla-  
miento primario.

---

Para marcha reversible 1000 ↑ 4 veces la tensión  
o frenado, invirtiendo en circuito abierto a motor  
la alimentación duran- parado medida entre los ani-  
te el funcionamiento. llos colectores o los bornes  
secundarios con la tensión  
nominal aplicada al arrolla-  
miento.



- 8 Grupos de máquinas o aparatos conectados. Cuando debe ensayarse un grupo de máquinas y aparatos nuevos, instalados y conectados conjuntamente después de haber sido sometidos individualmente al ensayo de rigidez dieléctrica correspondiente, la tensión de ensayo no deberá exceder del 80% de la menor tensión de ensayo de cualquier parte del grupo.

#### 4.7.2.- REPETICION DE LA PRUEBA DIELECTRICA.-

Estas pruebas no deben si es posible ser repetidas. En un caso en el cual el cliente requiera una segunda prueba, esta debe ser efectuada solo con el 80% del valor indicado en la tabla anterior.

En el caso de reparaciones en el cual todo el arrollamiento ha sido renovado, las tensiones de prueba deben estar conformes a los valores de la tabla; en el caso en el cual haya sido cambiado una sola parte del arrollamiento, la tensión de prueba no debe superar el 80% del valor de la tabla.

Antes de esta última prueba, la parte del antiguo arrollamiento debe estar esmeradamente limpia y seca.

En el caso en el cual se haya hecho una revisión, limpieza y secado del arrollamiento de una máquina vieja, tal prueba debe efectuarse sólo en caso de acuerdo especial y son recomendadas las siguientes

tensiones:

$U_p = 500 \text{ V}$  para  $U < 100 \text{ V}$

$U_p = 1,5 U$  con un valor mínimo de 1000 para

$U > 100 \text{ V}$ , donde  $U$  es la tensión nominal del arrollamiento.

#### 4.7.3.- PRUEBA DEL TABLERO DE BORNES.-

Los tableros de las máquinas deben soportar por 1 minuto una tensión de prueba igual a 1,5 veces la tensión dieléctrica de la tabla VIII sin que se verifiquen arcos entre un borne y otro.

#### 4.8.- PRUEBA DE SOBRE INTENSIDAD Y EXCESO DE TORQUE.

Esta prueba se refiere según las normas, a una sobre corriente en caso de generatrices o la puesta en exceso de torque en los motores eléctricos.

a) En los motores de corriente continua serán sometidos a un exceso de torque de 50% por el tiempo de 15 segundos, y manteniendo la tensión a su valor nominal.

b) Motor síncrono polifásico.- Salvo especificación contraria un motor síncrono polifásico se muestra a un exceo de tirque durante 15 segundos sin pérdida del sincronismo, la excitación se mantiene en el valor de carga nominal y el exceso de torque será para:

Motor Síncrono (rotor bobinado) 35% de exceso de torque.

Motor Síncrono (polos salientes) 50% de exceso de torque.

c) Motores de inducción polifásicos.-

Un motor de inducción polifásico, debe ser capaz de soportar por 15 segundos sin caída de velocidad y sin sufrir daño alguno. En esta prueba se deben mantener la tensión y la frecuencia nominales.

C.1.- Para los motores de inducción de tipo normal (por ejemplo, motores a rotor bobinado o jaula de ardilla).

El exceso de torque que debe soportar C por ciento de la cupla nominal debe ser:

Motor para servicio continuo o temporario	60%
" " " periódico o interrumpido a carga intermitente, el exceso de cupla será	100%.

C.2.- En el caso de motores a inducción, donde el campo de aplicación es específico y en casos de motores de inducción de tipo especial (motor de corrientes parásitas en el rotor, o el caso de doble jaula de tipo Bouchent), con características propias de arranque. El valor de exceso de torque será fijado de acuerdo entre el fabricante y el comprador.

d) Para motores monofásicos será de acuerdo entre el comprador y el fabricante, en este párrafo que entiende el exceso de cuple en los motores

cabe hacer las siguientes observaciones:

En las normas la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional), no especifica la característica par-velocidad para los cuales deba hacerse dicha prueba.

Nosotros en estudio de las normas y en el estudio de los motores eléctricos hemos observado que la característica Par-Velocidad, depende fundamentalmente del diseño de la jaula en los motores de inducción, y por lo tanto existen según las normas A NEMA diseños normalizados de acuerdo a dicha característica y las cuales son:

Motores de Inducción Polifásicos

Motores Jaula de Ardilla.

Diseño A, par de arranque normal, corriente de arranque alta, bajo deslizamiento.

Diseño B, par de arranque normal, corriente de arranque normal, bajo deslizamiento.

Diseño C, par de arranque alto, corriente de arranque normal, bajo deslizamiento.

Diseño D, par de arranque alto, corriente de arranque normal, alto deslizamiento.

Diseño F, par de arranque bajo, corriente de arranque bajo, bajo deslizamiento.

Entonces se puede notar que la Comisión Electrotécnica Internacional, no se ha manifestado sobre estas características, hasta que todos los países estén de acuerdo.

Se vé pues entonces que faltan limitaciones para torque de arranque, corriente de arranque, etc. y que las Normas NEMA ya especifican por diseños los cuales son referidos a la característica par velocidad, para lo cual se tiene las siguientes definiciones:

Motor de Bajo Deslizamiento.- Es aquél cuyo deslizamiento a plena carga es menor de 5%.

Motor de Alto Deslizamiento.- Es aquél cuyo deslizamiento a plena carga es igual o mayor de 5% con excepción de los diseños A y B con 10 ó más polos que pueden tener deslizamiento a plena carga un poco mayor de 5%, sin que por esto se deban considerar como alto deslizamiento.

Se considera corriente de arranque alto, aquella cuyo valor excede el límite fijado para el diseño B.

Los motores monofásicos de potencia pequeña pueden ser clasificados atendiendo a sus corrientes de arranque en los siguientes diseños:

Diseño O, corriente de arranque alta

" N, " de " normal.

Los motores de potencia media son así mismo clasificados atendiendo a sus corrientes de arranque, de la siguiente manera:

Diseño L, corriente de arranque alta

Diseño M, " de " normal.

La relación que prevén las normas americanas para el par motor a rotor bloqueado y el par motor básico para motores jaula de ardilla de los diseños A,B y C con tensión y frecuencia nominales, no debe ser menor a los valores fijados en la tabla.

PAR MOTOR A ROTOR BLOQUEADO EN % DEL PAR BASICO.

Polos		2	4	6	8	4	6	8
Potencia								
↑ KW		Diseño A y B				Diseño C.		
0.40					150			
0.60				175	150			
0.80		275		175	150			
1.10	175	265		175	150			
1.50	175	250		175	150			
2.20	175	250		175	150	250		225
3.70	150	185		160	130	250	250	225
5.50	150	175		150	125	250	225	
7.50	150	175		150	125	225	300	
11.00	150	165		140	125	200		
15.00	150	150		135	125			
18.50	150	150		135	125			
22.00	150	150		135	125			
30.00	135	150		135	125			
37.00	125	150		135	125			

PAR MOTOR A ROTOR BLOQUEADO EN % DEL PAR BASICO

Polos	2	4	6	8	4	6	8
Potencia ↑ KW	Diseño A y B			Diseño C.			
45.00	125	150	135	125			
55.00	110	150	135	125			
75.00	110	125	125				
90.00	100	110	125				
110.00	100	100	125				
150.00	100	100	125				

Para motores de potencia hasta de 1 CV de 4 polos el par motor con rotor bloqueado no debe ser inferior de 150% del par motor básico.

Para motores de potencia hasta de 1 CV de 6 polos el par motor con rotor bloqueado no debe ser inferior a 135% del par motor básico.

Para motores jaula de ardilla tipo diseño O con 4, 6 u 8 polos, la relación entre el par motor con rotor bloqueado y el par motor básico con tensión y frecuencia nominales no debe ser inferior de 275%.

-Para motores de jaula de ardilla, de diseño F con 4 ó 6 polos cuya potencia no sea inferior a 30 CV, la relación entre el par motor con rotor bloqueado y el par rotor básico con tensión y frecuencia nominales no debe ser inferior a 125%.

#### 4.8.1.- Limitaciones del Par Mínimo.

El par mínimo de motores jaula de ardilla para servicio continuo de diseños A y B, con tensión y frecuencia nominales no debe ser inferior a 70% del par motor con rotor bloqueado y además no debe ser inferior a 100% del par básico, el par mínimo para motores de diseño C no será menor de 130% del par básico.

El par mínimo de motores monofásicos para servicio continuo de arranque con condensador, arranque a repulsión y de condensador de doble valor, valor bajo tensión y frecuencia nominales no debe ser inferior a 105% del par básico.

#### 4.8.2.-Limitaciones de Par Máximo.-

La relación entre el par máximo y el par básico para motores jaula de ardilla polifásicos para diseño A, B y C, con tensión y frecuencia nominal no debe ser inferior a los valores de la tabla.



PAR MAXIMO EN % DEL PAR MOTOR BASICO

POLOS	2	4	6	8	4	6	8
POTENCIA KW	DISEÑOS A y B				DISEÑO C		
0.40				225			
0.60			275	220			
0.80		300	265	255			
1.10	250	280	250	210			
1.50	240	270	240	240			
2.20	230	250	230	205		225	200
3.70	215	225	215	205	200	200	200
5.50	200	215	205	200	190	190	190
7.50		200	200				
11.00							
15.00							
18.50							
22.00							
30.00							
37.00							
45.00							
55.00							
75.00							
90.00							
110.00							
150.00							

Para motores de diseño F con cualquier número de polos el par motor máximo no debe ser inferior a 135% del par motor básico.

La relación entre el par máximo y el par básico en motores jaula de ardilla de potencia hasta 1 CV bajo tensión y frecuencia nominales no debe ser inferior a 125% de la relación especificada para el motor monofásico de la misma potencia y del mismo número de polos.

La relación entre el par máximo y el par básico en motores de rotor bobinado con tensión y frecuencia nominales no debe ser inferior que los valores de la tabla.

PAR MAXIMO EN % DEL PAR BASICO DE  
MOTORES A ROTOR BOBINADO.

Potencia KW	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0.80			250
1.1			250
1.5	275	275	250
2.2	275	275	250
3.7	275	275	250
5.5	275	250	225
7.5	275	250	
11.0	250	225	
15.0	225		
18.5			
22.0			

PAR MAXIMO EN % DEL PAR BASICO DE MOTORES

A ROTOR BOBINADO. (Continuación).

Potencia KW.	4 Polos	6 Polos	8 Polos
30.0			
37.0			
45.0			
55.0			
75.0			
90.0			
110.0			
150.0			

Prueba de Corriente a Rotor Bloqueado.

La corriente por fase a rotor bloqueado bajo tensión y frecuencia nominales no debe diferir de los valores indicados en la tabla referida a la tensión de 220 voltios y de 60 HZ

## CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO

KW	DISEÑO B C y D	DISEÑO F
0.80	30 Amp.	
1.1	40	
1.5	50	
2.2	64	
3.7	92	
5.5	127	
7.5	162	
11.0	232	270
15.0	290	360
18.5	365	450
22.0	435	540
30.0	580	675
37.0	725	900
45.0	870	1125
55.0	1085	1350
75.0	1450	1800
90.0	1815	
110.0	2170	
150.0	2900	

---

También pueden darse en la forma de relación de corriente de rotor bloqueado, corriente nominal sin necesidad de referir a una determinada tensión.

## 5.- DE LAS MEDICIONES.

- 5.1.- Para efectuar las mediciones de las magnitudes nominales de una máquina es necesario utilizar instrumentos de medida cuya clase de precisión sea 0.5% o mayor, o sea que el error en el punto de lectura no sea superior al 0.5%.
- 5.2.- Transformadores para instrumentos.- Cuando se usaren transformadores de corriente o de tensión se debe hacer la corrección de los errores de la relación de transformación, en las mediciones de tensión y de corriente; en las mediciones de potencia deben hacerse las correcciones de relación de transformación y de ángulo de fase.
- 5.3.- Mediciones de Tensión.- La tensión debe ser medida en los terminales del motor, en todas sus fases.
- 5.4.- Medidas de Corriente.- La corriente debe ser medida en todas las fases del motor, en el caso que las corrientes de fase no fueran equilibradas se debe usar su media aritmética para el cálculo de sus características.
- 5.5.- Medidas de Potencia.- La potencia eléctrica absorbida o suministrada por un motor eléctrico trifásico, puede ser medida por el método de los dos vatímetros monofásicos o por un vatímetro

trifásico, la potencia total obtenida debe ser corregida por pérdidas Joule en los circuitos de potencia de los aparatos, puesto que éstas pérdidas no serán inferiores a la precisión de la lectura.

5.6.- Medida de Resistencia.- Si la resistencia de un bobinado fuere conocida a la temperatura  $T_1$ , ella puede ser calculada para cualquier otra temperatura  $T_2$  por medio de la fórmula:

$$R_2 = K \frac{T_2}{T_1} R_1$$

Donde

$R_1$  = es la resistencia a la temperatura  $R_1$

$R_2$  = es " " " " "

$K$  = Es una constante que depende del material del bobinado que tiene el valor de 235 para el cobre electrolítico y de 225 para el aluminio cuando las temperaturas se expresan en grados centígrados.

5.6.1.- Método de caída de Tensión o Método de Voltímetro. Amperímetro.- Este método consiste en hacer pasar una corriente continua de valor conocido y adecuado  $I$ , a través del circuito eléctrico de resistencia  $R$ , a determinar y medir la caída de tensión entre los terminales de este circuito, y son por lo tanto necesarios amperímetros y voltímetros apropiados haciéndose en ellos lecturas simultáneas, lue-

go que la corriente se estabilice; de estos valores se obtiene  $R = \frac{V}{I}$

Para mediciones en frío se toma la medida de los valores obtenido para cuatro valores diferentes de corriente. La medición se considera exacta cuando los valores extremos no difieren entre sí en más de 0.5%, y si la resistencia que se está indicando fuere baja, el voltímetro debe ser conectado preferiblemente entre el amperímetro y el circuito en cuestión.

En este caso, si por el voltímetro pasase una corriente apreciable, la resistencia del circuito será dada por:

$$R = \frac{V}{I - \frac{V}{R_v}}$$

donde  $R_v$  es la resistencia del voltímetro.

Si el voltímetro fuere conectado entre el amperímetro y la fuente y la caída de tensión causada por la resistencia interna del amperímetro fuere apreciable, la resistencia del circuito está dada por:

$$R = \frac{V}{I} - R_A$$

$R_A$  es la resistencia del amperímetro; cuando se trata-se de un circuito altamente inductivo, es recomendable desconectar el voltímetro antes de abrir el circuito a fin de evitar averías en el instrumento. Es recomendable usar una corriente de 10% hasta 20% del valor no -

minal de la corriente del bobinado.

A fin de evitar un calentamiento apreciable en el bobinado, en este método se debe tener cuidado de no incluir resistencias de cables de conexión y de contactos.

5.6.2.- Método de Comparación o de Puente.- Para medición de resistencias de 5 á 10,000 ohms, el método mas comunmente usado es el de puente, que en de Wheastone, y para la medición de resistencias entre 10 y 100 microhms, es recomendable por su alta precisión el doble puente de Thompson o el puente Calvin, el cual elimina los errores provenientes de la resistencia de contacto.

MEDIDA DE LA TEMPERATURA.

5.7.- Método Termométrico.

El método termométrico se basa en el empleo de termómetros de alcohol o mercurio, el cual debe estar protegido de las radiaciones térmicas de las corrientes de fluido externo y eventualmente de los rayos solares, procurando a la vez de no alterar el modo apreciable de las condiciones de ventilación del punto de la máquina donde se efectúa la medición; el termómetro debe estar aplicado en lo posible en contacto con la parte que se quiere medir.

Método por Resistencia, ya expresado anteriormente.

Método de los reveladores internos.

El método de los reveladores internos se basa en el em-



pleo de los termómetros a resistencia ó a termocupa que son introducidos en la máquina durante la construcción en puntos que son inaccesibles luego de construída la máquina.

Son dispuestos en el estator por lo menos ó reveladores distribuídos en modo más uniforme posible a lo largo de la circunferencia y salvo acuerdos especiales colocados en el sentido de la longitud del núcleo en las puntas presumiblemente más calientes.

Cada revelador se debe colocar en íntimo contacto con la superficie de la cual se quiere medir la temperatura, protegida del contacto con el fluido refrigerante. For lo menos tres reveladores deben ser colocados en contacto con los arrollamientos.

Cuando el arrollamiento tiene un solo lado de bobina por ranura, el método de los reveladores no es conocido como válido, En este caso la medición de temperatura es hecho por resistencia con los mismos límites de sobretemperatura.

Cuando el bobinado tiene dos lados de bobina por ranura, el revelador debe ser puesto entre los dos lados.

5.8.1.- Temperatura del Fluido Refrigerante.- Es la temperatura del fluido gaseoso o líquido empleado para refrigerarse la máquina.

5.8.2.- Temperatura del Fluido Circulante.- Es la temperatura del fluido gaseoso circulante en contacto con

las puntas activas de la máquina refrigerada en circuito cerrado.

5.8.3.- Temperatura del Fluído en Referencia.- Es la temperatura del fluído a la cual está referida la sobretemperatura de las partes activas de la máquina. Para las máquinas en las cuales el fluído refrigerante gaseoso proviene del local en el cual está instalada, la temperatura del fluído de referencia coincide con la temperatura ambiente.

Para las máquinas en las cuales el fluído refrigerante gaseoso, proviene de un local distinto de aquel en el cual la máquina es instalada, la temperatura de referencia coincide con la temperatura del fluído a la entrada de la máquina.

Para las máquinas refrigeradas en circuitos cerrados:

Si el fluído refrigerante es gaseoso la temperatura del fluído de referencia coincide con la temperatura del fluído refrigerante a la entrada del intercambiador de calor.

Si el fluído refrigerante es líquido, la temperatura del fluído de referencia coincide con la temperatura del fluído circulante a la entrada de la máquina. Para las máquinas refrigeradas con fluído refrigerante gaseoso distinto del fluído gaseoso del ambiente en el cual la máquina es instalada,

Cuando la temperatura del ambiente difiere de más de 50°C de aquella del fluido refrigerante, llamado  $t_1$  la primera y  $t_2$  la segunda de estas temperaturas se asume como temperatura del fluido de referencia el valor:

$$t = \frac{t_1 + 4t_2}{5}$$

Es pues necesario tener en cuenta que esta temperatura de referencia juega papel importante en el desarrollo de la potencia en el lugar y condiciones de instalación y la cual se debe ser obtenida con mucha precisión ya que el error de ésta nos llevaría a resultados de la sobreelevación de temperaturas completamente erradas, es pues conveniente tener en el momento de la prueba estos conceptos, los cuales son producto del sistema de ventilación o refrigeración de la máquina.

#### 5.8.4.- VALORES DE LA TEMPERATURA DEL FLUIDO REFRIGERANTE

GASEOSO.- A falta de indicación se supone que el fluido refrigerante gaseoso empleado para refrigerar la máquina sea el mismo del local en el cual la máquina está instalada.

Cuando la máquina es destinada a trabajar en clima templado se supone que la temperatura del fluido refrigerante gaseoso no supera los 40°C.

Cuando la máquina es destinada a trabajar en clima tropical, se supone que la temperatura del fluido

refrigerante no supera los 50°C, lo cual debe ser indicado por el fabricante.

5.8.5.- Altitud.- Para máquinas para instalación a más de 1000 y 4000 no sea sobrepasada, y cuyo ensayo de calentamiento debe ser efectuado a una altura inferior a 1000 m. Se debe disminuir la sobretemperatura límite dada en la tabla de límites de sobretemperatura en 1% por cada 100 m. de incremento de altura sobre 1000 m.

Esta corrección no es necesaria cuando la disminución de capacidad de enfriamiento del aire es equilibrada con una temperatura de aire ambiente más reducida. Este es el caso para las máquinas de clase de aislamiento A, E y B cuando la máxima temperatura del aire de enfriamiento en el sitio de instalación no sobrepasa los valores dados en la tabla siguiente:

ALTITUD (metros)	TEMPERATURA DE MEDIO DE ENFRIAMIENTO °C
0 ----- 1000	40
1000 ----- 2000	32
2000 ----- 3000	24
3000 ----- 4000	16

5.9.- Incremento Permisible de Temperatura.

Debido a razones técnicas y económicas impiden de fijar límites tales que la vida del aislamiento sea

ilimitado, conforme al avance de la técnica y al descubrimiento de nuevos aislantes, se ha fijado para cada uno de ellos temperaturas máximas de trabajo bajo sin que menos caben el tiempo de vida de la máquina.

Las normas fijan diversas clases de aislamiento, la temperatura máxima de funcionamiento, y de la se puede deducir para una determinada máquina la conformación de una temperatura ambiente y la elevación de temperatura que tiene cada máquina, por lo tanto las normas establecen para los aislantes valores máximos de funcionamiento, y para las máquinas, un límite de sobreelevación de temperatura de enfriamiento y cuyos valores son:

Temperatura máxima de trabajo de los aislantes.

CLASE	TEMPERATURA
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	- más de 180

#### MATERIALES

5.9.1.-De acuerdo a la tabla anterior tenemos una clasificación de los materiales aislantes empleados en la

construcción de máquinas eléctricas, en la que se indican las temperaturas máximas admisibles en el punto más caliente, cuando la máquina funciona a carga nominal lo que se tiene como base para la prescripción del incremento de temperatura admisible, teniendo en cuenta que con los métodos de medida no permiten determinar la temperatura del punto más caliente. Esta clasificación libera al constructor de la responsabilidad que el material empleado corresponde a las exigencias, condición por la cual las normas indican como limitación, el incremento o sobreelevación de temperatura, la cual es calculada para las diferentes clases de aislantes.

Las máximas sobretemperaturas admisibles en °C para máquinas destinadas a funcionar con una temperatura máxima del fluido gaseoso de referencia con aislamiento de las clases A, E, B, F y H están dadas en la tabla que sigue, para la clase de aislamiento A.

Para la clase C, todavía no se ha fijado ningún límite y cuya sobreelevación de temperatura está limitada por los materiales adyacentes en determinada estructura o máquina.

TABLA DE INCREMENTO DE TEMPERATURA PERMISIBLE

CASO	PARTE DE MAQUINA	CLASE DE AISLAMIENTO					METODO DE MEDIDA
		A	E	B	F	R	
1	Arrollamientos a corriente alterna, exceptuando aquellos del caso 2; arrollamientos de excitación exceptuando los casos 3 y 4; arrollamientos inducidos conectados a colectores	60	75	80	100	125	resistencia
		50	65	70	85	105	termómetro.
2	Arrollamientos de estator de máquina síncronas y asíncronas de 5000 KVA y más o también con núcleo que tenga 1m o más de longitud axial.						
	a) Un lado de bobina por ranura.	60	70	80	100	125	resistencia
	b) Dos o más lados de bobina por ranura.	60	70	80	100	125	(2) reveladores.
3	Arrollamientos de excitación de máquinas síncronas a rotor liso.	65	80	90	110	125	resistencia.

4	a) Arrollamiento de excitación de pequeña resistencia que tengan más capas y arrollamientos de compensación.	60	75	80	100	125	resistencia o termómetro
	b) Arrollamientos a una capa con superficies expuestas desnudas.	65	80	90	110	135	resistencia o termómetro.
5	Arrollamientos aislados, cerrados permanentemente sobre sí mismos.	60	75	80	100	135	termómetro.
6	Arrollamientos no aislados, cerrados permanentemente sobre sí mismos.						La sobre temperatura no debe llegar a valores tales de hacer daño a los materiales adyacentes aislantes ó no.
7	Núcleos de fierro y otras partes que no están en contacto con los arrollamientos.						
8	Núcleos de fierro y otras partes en contacto con los arrollamientos.	60	75	80	100	125	termómetro
9	Colectores y anillos	60	70	80	90	100	termómetro
10	Cojinetes:						
	a) A deslizamiento				50		termómetro.
	b) A rodadura				60		termómetro.



5.9.2.- Límites de sobrettemperatura para máquinas aisladas, características diversas.- Condiciones adicionales de la determinación del incremento de temperatura como aquellas cuya tensión nominal de la máquina sea entre 11 y 17 KV, las sobretemperaturas van disminuídas del °C por cada KV ó por fracción de KV por mínima temperatura; y para máquinas cuyas tensiones nominales sean superiores a 17 KV, las sobretemperaturas van disminuídas de 0.5°C suplementario por cada KV o fracción de KV.

Cuando una determinada máquina es construída empleando materiales aislantes diversos, así cuando una misma parte contiene para su aislamiento materiales aislantes diferentes no deben ser superados los límites siguientes:

Si la temperatura de cada una de las capas puede ser medida separadamente el límite de sobretemperatura correspondiente al material de cada una de las capas.

- Si la temperatura de cada una de las capas no puede ser medida separadamente, el límite de sobretemperatura corresponde al material de menor estabilidad térmica.

Para los efectos de estas limitaciones se consideran como aislamientos

no se consideran encintados de cierre o circusta---

mientos de ranura, con tal que este último no sobrepase 0.2 mm. de espesor.

Cuando el aislamiento está asociado con un material de clase inferior y éste último tenga solo función de soporte, el límite admisible de sobret temperatura es aquél relativo al material de clase superior, teniendo en cuenta siempre que éstas conserven sus propiedades necesarias y dieléctricas en el funcionamiento de máxima temperatura admitida.

## 6.- DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS.

6.1.-Las pérdidas a ser consideradas para la determinación de las características del motor son las siguientes:

- a) Pérdida por rozamiento y ventilación.- Son las pérdidas mecánicas por rozamiento en el aire, por rozamiento en los cojinetes y por ventilación.
- b) Pérdida por ventilación independiente.- Es la potencia suministrada al sistema de ventilación independiente.
- c) Pérdidas por rozamiento en las escobillas.- Es la pérdida mecánica debido al rozamiento en las escobillas.
- d) Pérdidas en el hierro.- Son las pérdidas en el circuito magnético en vacío.
- e) Pérdidas Jule en el estator.- Pérdidas por efecto Jule en el estator (  $R_1 I_1^2$  ).
- f) Pérdidas Jule en el rotor (  $R_2 I_2^2$  ).
- g) Pérdidas eléctricas en las escobillas.- Son las pérdidas por efecto Jule en las escobillas.

h) Pérdidas suplementarias.- Son las pérdidas adicionales debidas a la carga en el circuito magnético, en los bobinados y en las demás partes.

Las pérdidas por efecto Jule deben ser corregidas para la temperatura del bobinado primario y referidas a la temperatura ambiente de 25°C.

6.2.- Deslizamiento.- Este debe ser medido directamente en los puntos de carga a los que se determina el rendimiento, éste ensayo debe hacerse después del ensayo de calentamiento, en los valores obtenidos deben ser corregidos para la temperatura patrón del bobinado primario usándose la siguiente fórmula:

$$s = s_t \cdot \frac{K + t_{1,1}}{K + t^1}$$

Donde K = 235 para el cobre y 225 para el aluminio dependiendo del material que esté construido la jaula del motor.

$t_{1,1}$  = 25 grados de temperatura + la elevación de temperatura del bobinado primario en servicio continuo, bajo carga nominal.

S = Deslizamiento corregido para la temperatura  $t_{1,1}$

$S_t$  = Deslizamiento medido para la temperatura t del bobinado primario.

6.3.- Rendimiento.- La determinación del rendimiento debe ser hecho bajo tensión y frecuencia nominales, el rendimiento determinado debe ser referido a la temperatura de

25 grados centígrados más la elevación de temperatura del bobinado primario en servicio continuo bajo carga nominal.

1er. Método.

Medición de potencia eléctrica

Medición de potencia mecánica(freno).

2do. Método.

Medición de la potencia eléctrica

Medición de las pérdidas.

$$\text{Rendimiento N} = \frac{\text{Potencia Mecánica Suministrada} \times 100}{\text{Potencia Eléctrica Absorbida}}$$

$$\text{Rendimiento N} = \frac{\text{Potencia Eléctrica Absorbida} - \text{Pérdidas} \times 100}{\text{Potencia Eléctrica Absorbida}}$$

Factor de Potencia = Para los motores trifásicos puede ser calculada a partir de la fórmula que sigue, siempre que la potencia sea medida por el método de los watímetros.

$$\text{Cos} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \right)^2}}$$

Siendo  $P_1$  y  $P_2$  la medida de potencia por cada watímetro  
 Cuando no fuere posible efectuarse ensayos con carga, las características eléctricas de funcionamiento de motor polifásico de inducción pueden ser calculados

medio del circuito equivalente, es decir por el método del diagrama circular.

## 7.- Ensayos Especiales.

7.1.- Corriente en el Eje.- Irregularidades en el circuito magnético de un motor pueden producir un flujo que vinculado al eje, genera una fuerza electromotriz entre sus extremidades. Esta fuerza electromotriz hará circular una corriente eléctrica en el circuito formado por el eje y la carcasa del motor cerrando a través de los cojinetes. La presencia de tales corrientes puede ser detectada con el motor funcionando mediante un amperímetro de corriente alterna o milivoltímetro de corriente continua intercalado en el circuito.

Este ensayo se realiza en motores de potencia superiores de 500 CV, toda vez que tales corrientes son despreciables en motores menores.

7.2.- Ruido.- El ruido percibido variará ampliamente con el sistema de montaje, distancia y naturaleza de las paredes y otros objetos circundantes, con la distancia y dirección del observador en relación al motor. Generalmente los ensayos de ruido son realizados montándose el motor sobre una base sólida o sobre soportes elásticos y midiéndose el ruido originado en el aire en condiciones de ambientes normalizadas.

Estas condiciones deben ser tales que no haya aumento sensible en la magnitud del ruido, debido a la reflexión en las paredes y que el avance de ruido del soporte sea bajo, en relación al producido por el motor.

### 7.3.- Vibración.

La vibración es ocasionada por defectos del proyecto, fabricación o montaje, afectando el equilibrio del motor en funcionamiento e introduciendo esfuerzos y desgastes peligrosos.

Para obtener magnitudes de vibración realmente representativa del desequilibrio del motor, es necesario montarlo sobre un soporte elástico de modo que la amplitud de vibración sea apenas limitada por la inercia del propio motor, lo cual exige que sea colocado sobre una base elástica de frecuencia natural y cuyas limitaciones son de acuerdo a la velocidad.

r.p.m.	Compresión mínima
900	25 mm.
1200	13.5 mm.
1800	6 mm.
3600	1.5 mm.
750	35 mm.
1000	20 mm.
1500	9 mm.
3000	2 mm.

Esta prueba se realiza con un indicador de vibración.

## 8.- EQUIPO DE PRUEBA

### 8.1.- Freno de Prueba Hdráulico.

Es un convertidor de energía, cuya instalación de medición permite verificar la energía entregada. Estos frenos trabajan bajo el principio de remolinos de agua. Por medio de éstos movimientos hidráulicos la potencia del motor acoplado se convierte en calor que será absorbido por el agua de refrigeración que pasa por el interior. Entre los frenos hidráulicos existen aquellos cuyo rotor es el que gira y que según los últimos estudios se ha conseguido que el rotor sea la parte exterior y que es la que gira; el estator borado con cavidades de ambos lados trasmite, a causa de los remolinos de agua un momento de freno a una báscula situada en la parte posterior de la máquina, lo que sucede a través de un bastidor con movimiento pendular.

8.1.1.- Regulación.- Con una sola actuación sobre la palanca de mando puede ser regulado el caudal del agua de frenado.

La cantidad reducida de agua en el interior del freno corre tras todas las posiciones del tubo extractor, casi sin retardamiento. Con esta regulación a un solo golpe estamos independientes del ajuste de las válvu-

las que tienen sus condiciones recíprocas.

### 8.1.2.- Al Cause de Potencia.

Observamos según el diagrama N potencia Velocidad que podemos alcanzar un amplio margen de potencias a comprobar la gran gama de potencias.

### 8.1.3.-Construcción y Funcionamiento de los Frenos.

El rotor es accionado por la máquina a examinar. Este gira en su interior alrededor del estator. Si el freno está llenado parcialmente de agua el estator intenta seguir a los residuos de agua en el sentido de giro del rotor, pero un brazo que está vinculado con una vástula, impide esta rotación. Según la indicación deseada de potencia en Hp o KW, esta palanca tendrá un largo determinado considerando que la potencia es el producto de la fuerza F y la velocidad V. Se da la siguiente fórmula:

$$N = K.v = K \cdot r \cdot n^2 \frac{\pi}{60} \text{ Kg/s}$$

N = Potencia de motor a probar

K = Fuerza en kilogramos durante la tangencial en m/s.

r = Radio hidráulico en m/s

n = Número de revoluciones por minuto.

El momento Fr que se efectúa por la rotación sobre el estator, el cual a su vez acciona sobre la balanza a travez de la palanca R debiendo ser siempre:

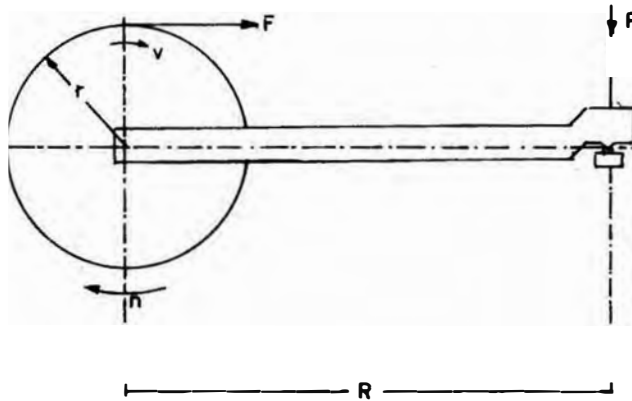


$$Fr = PR$$

Para determinar la potencia en HP,  $R = 0.716$

$$HP = P \times \frac{0.716 \cdot n \cdot 2. \sqrt{\quad}}{60.75} \quad \frac{P \cdot n}{1000}$$

P determinado en Kg en la balanza  
n en rpm por medio de tacómetro.



Pero dirigiendo la palanca  $R = 0.974$  en la potencia se mide en KW según la relación:

$$KW = P \cdot 0.974 \cdot n \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{\quad}}{60.75 \cdot 1.36} \quad \frac{P \cdot N}{1000}$$

Tal lado de las cámaras de remolino entre rotor y estator se encuentra un colector de agua en el cual entra un tubo estator.

A medida que se vaya introduciendo el tubo extractor en el colector, el anillo de agua que se forma bajo la fuerza centrífuga se corta más y más, independiente de

los procesos dentro de la cámara de remolino. A raíz de esta solución bien clara en cualquier momento el freno puede ajustarse rápidamente a otros grados de llenado. Igualmente se asegura la constancia necesaria de la cantidad de agua en el freno, siempre que haya una admisión suficiente del líquido.

El consumo de agua.- Estos frenos tienen un consumo de agua que varía entre 10 y 15 lts. de agua por HP y por hora una temperatura de aguas residuales de 75°C, y cuya alimentación debe ser de un estanque a una altura no mayor de 4 mts. con el fin de no tener limitaciones de presión.

#### EQUIPO DE PRUEBA.

FRENO ELECTRODINAMICO.- El freno electrodinámico sirve para la medición de torque de sistemas móviles y de máquinas rotativas, del cual pueden deducirse la potencia, y el rendimiento que en pruebas anteriormente mencionadas en el que como carga actuara el freno electrodinámico o cualquier otro de los que permita al motor desarrollar la potencia para el cual está diseñado y que el sistema de medición sea de precisión. El freno electrodinámico es en si una máquina de corriente continua que puede trabajar como motor o como generador, para los efectos del ensayo bajo carga y ca-

lentamiento. Este trabajará como generador de corriente continua cuya tensión continua  $E$  aplicada a resistencias  $R$  se obtendrá una corriente  $I$ , por lo tanto:

$$I = \frac{E}{R}$$

Lo que no es más que la ley de Ohm, o sea que nosotros podemos desarrollar una  $I$  variable, la cual depende del valor de la tensión de la máquina en un determinado momento y del valor de la  $R$  de carga del generador y por lo tanto nosotros podemos regular la potencia que entrega el generador a las resistencias.

- 1º Variando el valor de la resistencia
- 2º " " " " " tensión
- 3º " " " " " tensión y resistencia.

$I$

$$1^\circ \quad I \text{ carga} = \frac{E \text{ constante}}{R \text{ variable}}$$

$$I \text{ carga} = \frac{E \text{ variable}}{R \text{ constante}}$$

$$I \text{ carga} = \frac{U \text{ variable}}{R \text{ variable}}$$

Donde la potencia entregada por el generador es:

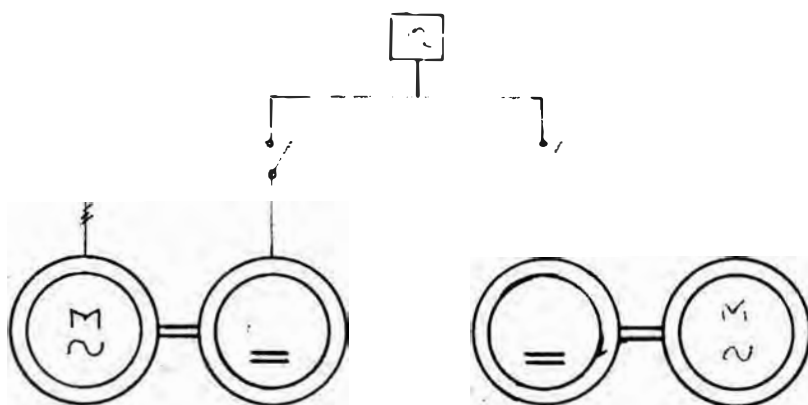
$$P = I^2 R$$

Potencia que adicionándole las pérdidas propias del generador de corriente continua equivaldrán a la po-

tencia entregada en el eje del motor que se está probando.

Gracias a la simplicidad de estos frenos es que hoy en día se utilizan en centros de investigación y en centros de trabajo, donde estas mediciones son rutinas en la prueba de series, es que el freno dinamómetro electrodinámico tiene gran utilización .

- 8.3.- Alternativa Ward Leonard.- Este sistema permite la recuperación de la energía tomada por el motor en prueba de la red, con el consiguiente consumo equivalente a las pérdidas de todo el sistema.



### Descripción de los frenos.

#### Freno Hidráulico.

El carter giratorio con sus rotores y su eje frenador, apoyado sobre cojinete de bolas

incluso la mitad del acoplamiento asentada en este eje, el estator suspendido en cojinetes a bolas pendulares, el dispositivo de mando con su palanca de ajuste en fino; las tubuladoras de entrada y salida del agua, en cuanto se encuentran en el mismo freno; los descansos de apoyo pendulares con sus cojinetes de bolas; la bancada para el freno y el mecanismo de medición con su depósito recolector de agua montado.

PARTES ADICIONALES DE QUE CONSTA.

1) Dispositivo de Medición, compuesto de :

Una báscula de esfera con su aguja indicadora para medir el par motor, con indicación automática del peso. La báscula está montada sobre amortiguadores elásticos para la eliminación de vibraciones.

Alcance de medición 0.75 Kg 40-200 Kg.

1 Tacómetro

Gama de medición 0-4000 RPM

Peso neto 4 Kg.

ESPECIFICACIONES DE FRENO ELECTRODINAMICO.

Condiciones generales para las cuales se prevé el equipo.

- Montaje Sala de ensayo libre de polvo

- Temp. ambiente Máxima 40°C.

Altura de instalación, menos de 1000 m.s.n.m.

- Alimentación eléctrica 220 V I 5%

Frecuencia	60 H2
- Calentamiento	- norma de procedencia
Protección	- a prueba de contacto tra gotas de agua (P33).

Prevista para trabajo horizontal.

- Todos los bobinados impregnados para empleo en climas húmedos tropicales.

Elementos que consta.

Dinamómetro compuesto de

Máquina de corriente contín — Excitación exterior

Ventilación externa - Por medio eléctrico carcaza.

Potencia del accionamiento Máximo 100 CV.

Potencia constante entre 1800 y 3500 rpm. y disminuyendo proporcionalmente entre 1800 y 720 rpm.

Tensión rotórica Aprox. 400 v.

Corriente rotórica " 180 A.

Presición del par medido ± 0.2%

Adosada a la máquina de corriente continua se tendrá:

1 balanza de precisión con disco, aguja libre  
braciones, escala calibrada directamente en m-rg  
tra peso regulable para ampliación de alcance.

1 Tacómetro de corriente parásita.

2) 1 Tablero compuesto de los siguientes paneles:

Panel 1

- 1 Contactor con protección térmica para la excitación.
- 1 Contactor inversor con protección térmica para el servo motor.
- 2 Contactores con protección térmica para los ventiladores.
- 1 Contactor con protección térmica para el ventilador. del dinamómetro.
- 1 Contactor de corriente continua para el rotor del dinamómetro.
- 1 Rectificador de selenio para la excitación.
- 1 Potenciómetro accionado por servo motor para la excitación.
- 1 Relé térmico.
- 1 Resistencia shunt en el circuito rotórico.
- 2 Fusibles de alta potencia de ruptura
- 5 Fusibles
- 1 Fusible para el mando
- 1 Aparato para conexión en la red, estabilizado para la alimentación de la excitación.

### Panel 2

- 10 Resistencias
- 2 Ventiladores
- 1 Control de corriente de aire.

### Panel 3

- 10 Contactores electroneumáticos.

1 Rectificador de selenio para la alimentación de las válvulas eléctricas.

1 Transformador de mando.

Estación de mando que contiene los siguientes elementos:

- 1 Potenciómetro para ajuste fino
- 1 Amperímetro de bobina móvil
- 2 Lámparas de señalización
- 1 Botonera
- 2 Pulsadores
- 1 Interruptor con llave
- 1 Interruptor pulsador
- 1 Interruptor de combinación de 10 etapas.

La estación de mando en forma de un armario

- 1) Puente wheastone
- 1) Puente Kelvin
- 6) Termómetros
- 1) Puente de tensión para prueba de aislamiento de 0 -500 K. y de 4 A
- 2) Watímetros de  $\cos \phi = 0.2$  A = 5 Am. V= 150 con resistencia, adicionales para 300, 450, 600, 750 voltios.
- 3) Transformadores de corriente clase 0.2 de 10/25/50/100 - 600 y 1000/5 amp. Siendo las relaciones de 600 y 1000/5 por



pasaje de cable a través de la ventana.

1) Megohmetro de 500 voltios.

### INFORME DE ENSAYO

1.- Objeto ensayado.

1.1.- Presentación

Motor asíncrono trifásico con rotor a jaula de ardilla.

Tipo NR 200 MA

Número de fabricación

Potencia nominal 30 HP

Tensión nominal (v) 220/440

Conección externa

Corriente nominal 78/39

Frecuencia nominal 60 HZ

Velocidad nominal 1775 RPM

Polos 4

Clase de aislamiento F

Cojinetes de esferas

Ubicación con grasa

Forma de construcción B3

Forma de protección P33

Ventilación externa

Norma de construcción CEI.

### RELACION DE ENSAYOS.

A) Medición de la resistencia de los bobinados

estatóricos en frío.

- B) Ensayo en vacío a tensión y frecuencia nominal
- C) Ensayo de carga a la tensión y frecuencia nominal y comprobación de los datos de placa.
- D) Ensayo de calentamiento a régimen nominal
- E) Ensayo de sobre carga
- f) Ensayo de medida de la corriente de arranque.
- g) Ensayo de rigidez Dieléctrica.

#### Cálculos adicionales.

- a) Deducción de la eficiencia o rendimiento
- b) Deducción del factor de potencia a carga nominal
- c) Deducción del deslizamiento.

#### Especificaciones de Referencia.

Recomendaciones de la comisión electrotécnica internacional.

- 34.1 Recomendaciones para máquinas eléctricas rotativas
- 34.2 Recomendaciones para la determinación de la eficiencia en las máquinas eléctricas rotativas.

#### Resultados Obtenidos.

Medición de la resistencia de los bobinados estátóricos en frío.

$$VX = 0.605 \text{ Ohm}$$

$$XY = 0.603 \text{ Ohm}$$

$$WZ = 0.604 \text{ Ohms.}$$

$$\text{Lectura promedio} = 0.604 \text{ Ohms.}$$

Ensayo en vacío.

Tensión de línea (V)	220
Corriente en Vacío	39.50
Potencia en Vacío	2.784
Factor de potencia en vacío	0.1832
Ensayo en carga y comprobación de los datos de placa.	

	Medición	En Placa
Tensión nominal V	220 V.	220 V.
Corriente nominal (A)	82.8	78.1
Potencia Absorvida(KW)	26.1	24.6
Velocidad del motor(RPM)	1720	1775

Ensayo de Calentamiento.- Para régimen nominal.

Se obtuvo una constancia en el incremento de temperatura de bobinado estático de:

$$\Delta\theta = 38,79$$

Menor que el incremento de temperatura permisible de  $\Delta\theta = 100^{\circ}\text{C}$  para la clase de aislamiento F.

Ensayo de Sobrecarga.

La norma dice que un motor de servicio continuo o temporal, de inducción polifásico, para que esté en condiciones de actuar, deberá resistir por un lapso de 15 segundos con un exceso de torque de 60%.

Potencia efectiva en el eje 48 HP

Velocidad de rotación del motor 1738 RPM

Ensayo de corrientes de arranque en conexión A  
corriente de arranque 600 A, o sea 7.7 veces  
corriente nominal.

Ensayo de rigidez dieléctrica

Este ensayo se realizó satisfactoriamente.

Deducción de la eficiencia por medición directa

84.5%

Deducción del factor de potencia a carga nominal

$\cos = 0.8245$

Deducción del deslizamiento

1.67%.

El equipamiento de la sala de pruebas de  
 mos ubicarlo bajo el siguiente criterio:

- 1) Fuente de alimentación
- 2) Sistema de utilización de energía mecánica
- 3) Sistema de medida
- 4) Sistema de control y comando.

Las fuentes de alimentación para la prueba de motores  
 .. . . . . mas grande en el aspecto económico, ya que  
 ideal para esta clase de pruebas sería un generador  
 fásico con conexión  $\lambda$   $\times$  y cuyo rango de tensión  
 .. . . . . desde 100 V. hasta 380 y cuya capacidad de corrien-  
 te sea de 400 Amp. lo que nos dá una potencia de  $3 \times$   
 $380 \times 400 =$  de 265 KVA. Si se quiere abastecer hasta la  
 prueba de sobrecarga, de donde pensamos que el criterio  
 para escoger la fuente de alimentación tiene las  
 tes variantes:

- 1) Fuente de alimentación para 100 - 600 voltios y  
 capacidad 250 Amp., sise piensa realizar la  
 ba de calentamiento
- 2) Fuente de alimentación para 100 600 voltios y  
 con capacidad de 390 Amp. si se piensa realizar  
 prueba de sobrecarga.
- 3) Fuente de alimentación para 100 - 600 voltios, si  
 se quiere realizar prueba de par de arranque y co-  
 rriente de arranque a tensión y frecuencia

con una capacidad de corriente de 1200 Amp.; de las tres variantes anteriores podemos ver claramente, que lo que nos interesa es la segunda, ya que la prueba de par de arranque y corriente de arranque pueden realizarse a tensión reducida y luego referirlas a la tensión nominal.

Para poder abastecer con tensión alterna de variación de tensión comprendida entre 0 - 600 voltios y con capacidad de 400 Amp. el sistema transformador-regulador de inducción logra este fin de lo cual expondremos el sistema a continuación:

Si se quiere que con una mínima capacidad de transformador y abastecer las características anteriores. (Para motores hasta de 100 HP) se tiene que cuando la tensión nominal de motores es distinta al motor que tiene mayor tensión nominal, tendrá una corriente nominal menor, propiedad que se aprovecha para que el transformador proporcione con cambio de conexión todas estas características, lo cual se consigue teniendo el primario en estrella con una regulación de  $\pm 10\%$   $\pm 5\%$  y el secundario con 6 anallamientos, es decir 12 terminales, los cuales pueden obtener las siguientes conexiones y las relaciones de transformación siguientes:

$$220 \uparrow 5\% \quad \downarrow 10\%/500$$

$$220 \uparrow 5\% \quad \downarrow 10\%/250$$

$$220 \uparrow 5\% \uparrow 10\% / 432$$

$$220 \uparrow 5\% \uparrow 10\% / 380$$

$$220 \uparrow 5\% \uparrow 10\% / 166$$

$$220 \uparrow 5\% \uparrow 10\% / 88$$

rangos de tensión que permiten deducir la variación que debe tener el regulador de tensión entre los diferentes rangos. O sea:

$$500 \quad 432 = 68$$

$$432 \quad 380 = 52$$

$$380 \quad 250 = 130$$

$$250 \quad 160 = 84$$

$$160 \quad 88 = 72$$

En la cual la mayor variación es debida al rango de 350 a 380 que tiene 130 voltios de variación, con lo cual el regulador de inducción tendrá una variación de  $\frac{130}{2}$

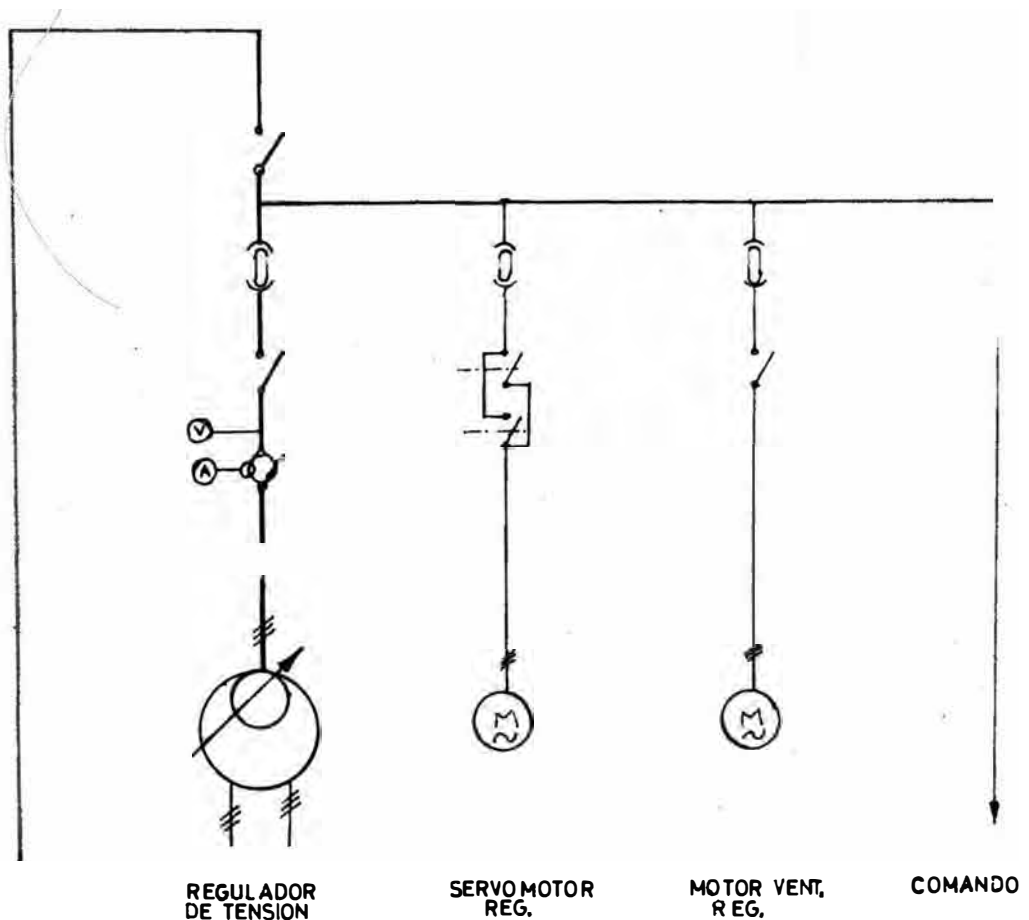
$$AV = \uparrow 65 \text{ voltios}$$

con una capacidad de corriente de 400 Amp. con lo que se obtiene una potencia 50 KVA

Y para el transformador:

$$P_{\text{Trans}} = 3 \times 220 \times 400 = 170 \text{ KVA}$$

también necesario un transformador auxiliar para la excitación con 800 voltios con el fin de disminuir la corriente de excitación del regulador de inducción el sistema de funcionamiento.



Sistema de llegada para el motor que es una llave estrella-triángulo, cuyo esquema de principio y del funcionamiento son los siguientes:

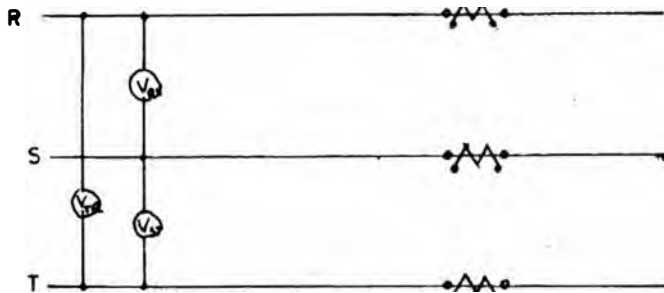
El sistema de utilización de energía, del cual ya tuvimos ocasión de descubrir, el cual es un fenómeno elec-



trodinámico.

Sistema de medida.

En los ensayos de motores, este sistema tiene como finalidad medir la corriente tensión, potencia eléctrica del motor, lo que constituye un circuito bastante conocido:



En el que la tensión es medida por Voltímetro-resistencia adicional con el fin de abastecer los rangos de tensión de 100 - 600 voltios, para lo cual se tendrá un

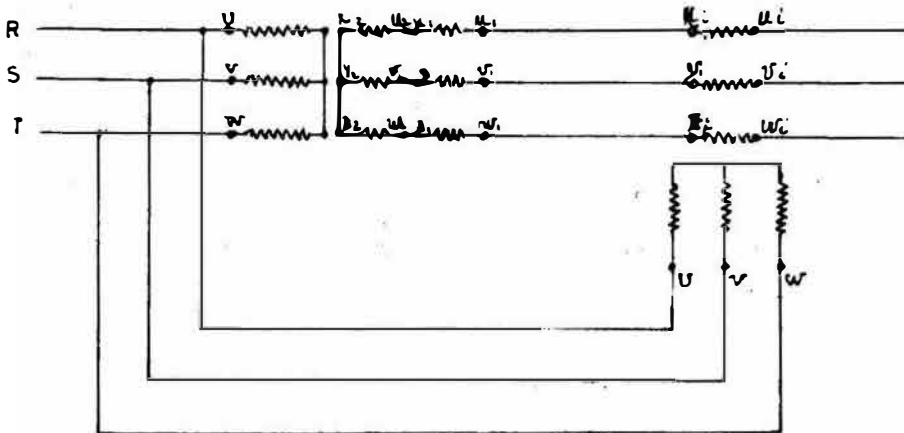
Voltímetro- 150 voltios y con resistencias adicionales para 300, 450, 600 y 700 voltios y accionado por conmutador para facilitar la maniobra.

- El sistema de medida de corriente con transformadores de corriente de relación de transformación 5, 15, 50, 150, 300 y constantemente con pasaje de cable para 600 amperes, con accionamiento de conmutación con contactores para la medición de la corriente del rango posible a medirse.

Panel de Comando.

En el panel de comando se encuentran los pulsadores para el mando de:

- 1) Arrancador  $\Delta$  del motor en prueba
- 2) Interruptor regulador de tensión
- 3) Un servomotor de accionamiento de regulador de tensión
- 4) Interruptor Ventilador regulador de tensión
- 5) Comando de excitación freno electrodinámico.



En los capítulos anteriores nos hemos referido a las características de las pruebas y medidas, y por lo tanto enfocaban desde ya el criterio para la selección de instrumentos; es entonces necesario para el sistema que constituye una sala de pruebas cuente con:

- 3 voltímetros de rango 150 V. escala 0-150 clase 0.5 con resistencias adicionales para 300, 400, 600 y 700 Volt.
- 3 amperímetros de rango 5A, escala 0- 5; clase 0.5 electromagnéticos.
- 3 transformadores de corriente de 5 15 - 50 150

300/5 clase 92.

2 Watímetros de  $\cos \phi = 0.2$  con rango de tensión 150 V.  
y con resistencias adicionales para 300, 400, 600, 700  
voltios y con rango de corriente 5A.

1 frecuensímetro de lengüetas de 55a 60 H2 para 220  
voltios.

2 Watímetros de  $\cos \phi = 1$  con rango de tensión 100 V.  
y con resistencias adicionales para 300, 400, 600  
700 voltios y con rango de corriente de 5 A.

6 termómetros con escala en grados centígrados, hasta  
150°C.

-1 puente de Weasstone

-1 puente de Thomson- Kelvin

- Dinamómetros de 10, 25, 50, 100, 250, 500 Kgs.

Fuente de tensión para tensión aplicada de 0-2500 vol-  
tios.

## CONCLUSIONES.

A lo largo de este estudio se puede comprender que en países cuyas potencias industriales comienzan a crecer, es de vital importancia que éstos comiencen con la utilización de las normas, con el fin de crear industrias verdaderas, y la única manera que así sea; es conociendo qué clase de productos estamos produciendo, lo cual se consigue ensayando en forma que lo requiera el producto; en el caso de motores eléctricos debido a la inexistencia de normas y laboratorios es necesario por lo tanto que se promueva la creación de éstos, los cuales tomarán parte decisiva en el crecimiento industrial del país.

Mediante este proyecto propongo la clase de equipo que es necesario para satisfacer las exigencias que proponen las normas que en mayoría de los casos coinciden en lo referente a métodos de ensayo.

También se puede notar que un laboratorio en sí, no solo tendría la finalidad del control de la calidad de motores, sino que faculta la investigación, acto que desde ya sirve para el adelanto y la búsqueda de nuevos sistemas en todo orden de cosas.

BIBLIOGRAFIA.

- ELECTROTECHNIQUE APPLIQUEE

P. Roberjot J. Loobignac

Tome 1 Essais des machines électriques.

- MACCHINE ELETTRICHE

Dott. Ing. Carlo Solari.

funzionamento e prove

- MISURE ELETTRICHE

Ing. Antonio Bossi e Enzo Coppi

Tomo 1 Misure e prove di cara Here generale

Tomo 2 prove e collaudi industriali

- REGLES POUR LES MACHINES ELECTRIQUE TOURNANTES

Aste 3009, 1962

RECOMEMENDATIONS ON DETERMINAPION OF EFFICIENCY  
OF ROTATING ELECTRICAL MACHINERY. 34-2

RECOMMENDATIONS FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINER  
( excluding machines for traction veicles )

AMERICAN STANDARD . C 5012 - 1955

ALTERNATING - CURRENT INDUCTION MOTORS,

INDUCTION MACHINES IN GENERAL

AND UNIVARSAL MOTOR.