

# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

---



**PROYECTO DEL LABORATORIO DE MAQUINAS  
ELECTRICAS PARA LA CARRERA DE INGENIERO  
MECANICO ELECTRICISTA DE LA UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO (U.A.E.M.)**

**T E S I S**

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

**P R E S E N T A N**

**RAMON GUTIERREZ ROJAS  
EFREN VILLEGAS VALDES  
FCO. JOSE BARONA SOBRINO**

**México, D. F.**

**1979**

*2ej  
71*



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

## INTRODUCCION

- a) Antecedentes, fundación y desarrollo.
- b) La importancia que tiene la práctica en la formación de todo profesionista.
- c) Necesidades del laboratorio.

## CAPITULO I.- ANALISIS DEL PLAN DE ESTUDIOS.

- a) Bases
- b) Alcance

## CAPITULO II.- ESTUDIO DE PRACTICAS PARA MAQUINAS ELECTRICAS.

## CAPITULO III.- GENERALIDADES DEL LABORATORIO

- a) Población estudiantil actual y al futuro
- b) Eficiencia y funcionalidad pedagógica.
- c) Servicios externos e internos

## CAPITULO IV.- PROYECTO

- a) Equipo
- b) Local
- c) Distribución de fuerza
- d) Iluminación
- e) Alimentadores
- f) Análisis económicos

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

- a) Antecedentes, fundación y desarrollo
- b) La importancia que tiene la práctica en la formación de todo profesionista
- c) Necesidades del laboratorio

### a).- Antecedentes, fundación y desarrollo .

Al triunfo de las ideas que iniciaron la independencia, se estableció el Instituto Literario en 1828, que a partir de 1886 fué designado Instituto Científico y Literario del Edo. de México, que en breve período fué llamado "Porfirio Díaz" y posteriormente "Ignacio Ramírez", pero a partir de 1944, ésta institución funciona autónomamente y en 1956 se transformó en la Universidad Autónoma del Estado de México.

Por el año de 1886 existieron en el Instituto Científico y Literario del Edo. de México algunas especialidades de Ingeniería, tales como Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil, Ingeniero Mecánico etc.

La actual Facultad de Ingeniería tuvo su origen el 5 de noviembre de 1955 en una reunión que tuvieron en la Ciudad de Toluca los señores: Lic. Adolfo López Mateos, Ing. Salvador Sánchez Colín, Ing. José Yurrieta Valdés y otras personalidades. Al tratar el tema de la necesidad que se debía de crear una escuela de Ingeniería en el Edo. de México, se acordó en esa asamblea la fundación de dicha escuela, que

fue encomendada al Ing. José Yurrieta V. por el Lic. López --  
Mateos.

Así es como en colaboración con las autoridades ---  
de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. se elaboró el pro-  
yecto y los planes de estudio que posteriormente fueron pre-  
sentados y aprobados por el entonces Gobernador del Edo. de -  
México, Ing. Salvador Sanchez Colín y por las autoridades Uni-  
versitarias.

El 3 de marzo de 1956 empezó a funcionar la Facul-  
tad de Ingeniería con un total de 14 alumnos en el área civil  
únicamente, y siendo su primer director el Ing. Carlos Gonzá-  
lez Flores.

En el año de 1960, siendo Presidente de la Repúbli-  
ca el mismo Lic. López Mateos, se inicia la construcción de --  
la Ciudad Universitaria; en la cual queda incluída la Facul-  
tad de Ingeniería; en 1962 se termina una parte y queda pen--  
diente la ampliación para la implantación de nuevas carreras.

Tomando en cuenta que en la Ciudad de Toluca existe  
una zona industrial considerable, la demanda de profesionales  
no es sólo de ingenieros civiles, por lo que en el año de ---  
1969 surgió la idea de crear otras carreras en el área de in-  
geniería, como lo son: Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

b).- La importancia que tiene la práctica en la formación profesional.

La ingeniería, probablemente es una de las profesiones más antiguas. Los egipcios, romanos y mayas, desarrollaron actividades de ingeniería para dar a sus civilizaciones el impulso que hoy admiramos.

La definición de esta profesión ha venido modificándose a medida que las necesidades del mundo han cambiado; así la definición dada en el siglo XVII probablemente no tendrá el mismo significado en la actualidad. Sin embargo, podemos elaborar una definición que se adapte a funciones de esta profesión vigente en la actualidad. La ingeniería es una actividad profesional que usa el método científico para transformar, de una manera económica y óptima, los recursos naturales en forma útil para el uso del hombre.

Una vez desarrollado el concepto de lo que es la Ingeniería y cuales son sus funciones, podemos examinar lo que es un ingeniero.

Un ingeniero es un profesional que, por medio de sus conocimientos científicos, su habilidad creadora y su experiencia, desarrolla los planes, métodos y procedimientos para transformar los recursos naturales para bien de la humanidad.

De esta definición encontramos tres conceptos básicos -

cos que caracterizan al ingeniero: sus conocimientos científicos los cuales son adquiridos por medio del estudio de la teoría y son estos los que lo distinguen del técnico. Su habilidad creadora, siendo ésto un concepto completamente personal e innato y su experiencia.

El último concepto lo adquiere en su primera fase en la escuela, por medio de prácticas en laboratorio y, posteriormente en su desarrollo como profesional. Vemos que -- cuanto más intensa y efectiva sea la adquisición de expe --- riencia por medio de las prácticas en laboratorio, será en -- menor tiempo un elemento útil y productivo a la sociedad y -- por lo tanto, al país.

Por otro lado, la teoría podrá ser mejor asimilada en cuanto exista un vínculo más estrecho con la práctica, -- siendo ésta de gran importancia para la formación de todo -- profesional.

c).- Necesidades del Laboratorio.

La carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, como cualquiera otra rama de la ingeniería, debe ser comple -- mentada con la práctica, ya sea en el laboratorio ó en el -- campo.

Para llevar a cabo la implantación de un laboratorio de máquinas eléctricas de la UAEM, se analizó el plan de

estudios de la carrera y su correlación con las horas de práct  
tica reales en todas las materias, así como en una serie de -  
estimaciones relativas a la capacidad física del plantel, nú-  
mero actual de alumnos y futura demanda que tendrá el labora-  
torio en una década, a fin de garantizar un aprovechamiento -  
y funcionamiento adecuado.



## CAPITULO I

### ANALISIS DEL PLAN DE ESTUDIOS

a) Bases

b) Alcance

a).- Bases

La Facultad de Ingeniería forma parte de las facultades que integraron la Universidad Autónoma del Estado de México, existiendo solamente la carrera de Ingeniero Civil, posteriormente se estableció a partir de 1970 la carrera de Licenciado en Ingeniería Mecánica.

De entonces a la fecha, se han impartido cursos a nivel profesional, conducentes a la obtención del título de alguna de las dos licenciaturas antes mencionadas.

Las circunstancias actuales y el nacimiento de nuevas licenciaturas especializadas, debido al auge que han tomado la industria y el comercio, hicieron pensar a las autoridades Universitarias en la creación de ciclos básicos que permitieran aprovechar con el menor gasto posible, la implantación de nuevas carreras que pudieran solucionar tanto el problema de vocación de la juventud, como el de las necesidades por las que atraviesa el país; por lo que se ha creado un plan común de estudios para esas licenciaturas, además de lo anterior. Cuando el alumno termina su bachillerato, --

aún no tiene su vocación plenamente definida, y es frecuente el caso de que después del primero o segundo año de la carrera que ha escogido dentro de la Facultad, cambie de forma -- de pensar y se decida a estudiar otra licenciatura.

Por lo que se han tomado en cuenta los ciclos básicos en las áreas que abarcan las carreras de Ingeniero --- Civil e Ingeniero Mecánico Electricista.

b).- Alcance

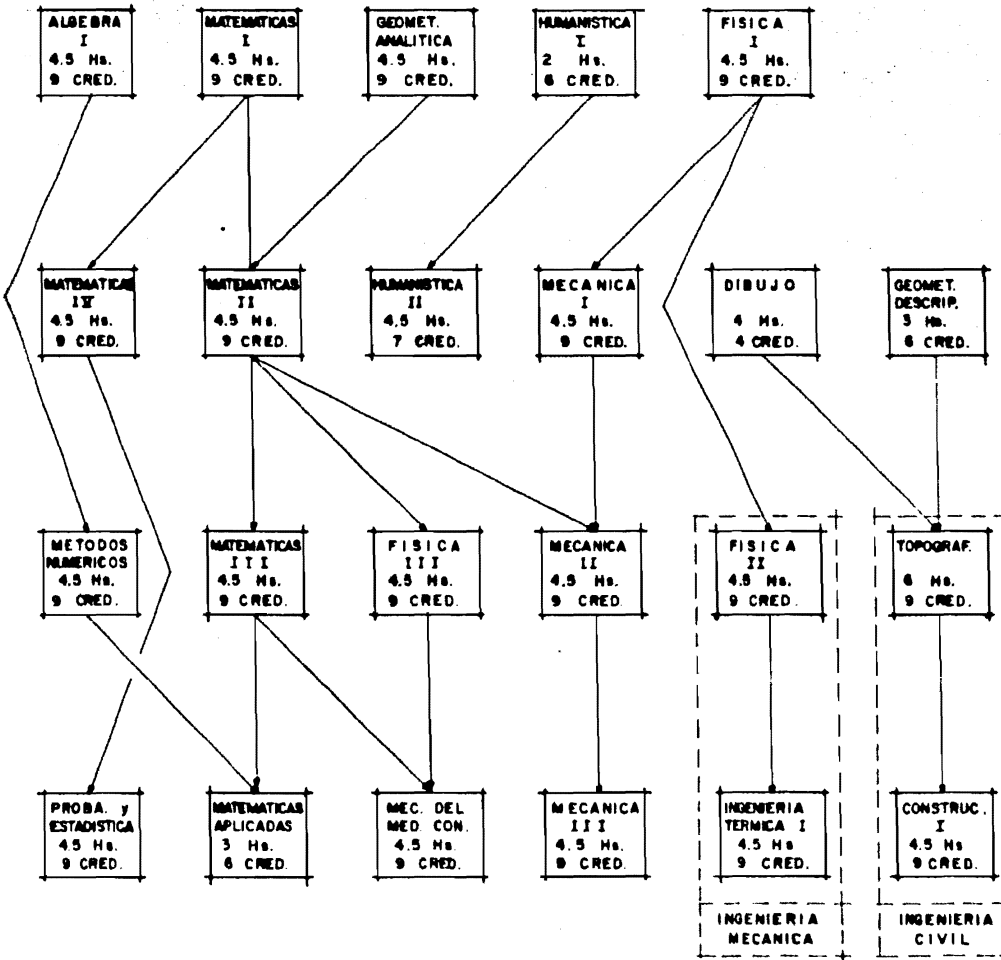
La licenciatura en Ingeniería Mecánica y Eléctrica se presenta bajo dos áreas. En el campo de la Ingeniería Mecánica se avoca al estudio de las ramas de mecánica y diseño, mecánica de Fluidos y Termodinámica; así como a los aspectos de producción y técnicas administrativas. En el campo de la Ingeniería Eléctrica, ésta se enfoca al estudio de máquinas eléctricas y líneas de transmisión, instalaciones, -- control, comunicaciones, electrónica, aspectos de producción y técnicas administrativas.

Existen materias comunes, por lo que se pensó en un plan de dos años comunes de estudios, que sirvieran de cimiento, tanto a estas licenciaturas, como para aquellas --- otras que teniendo las mismas bases, puedan surgir en el futuro.

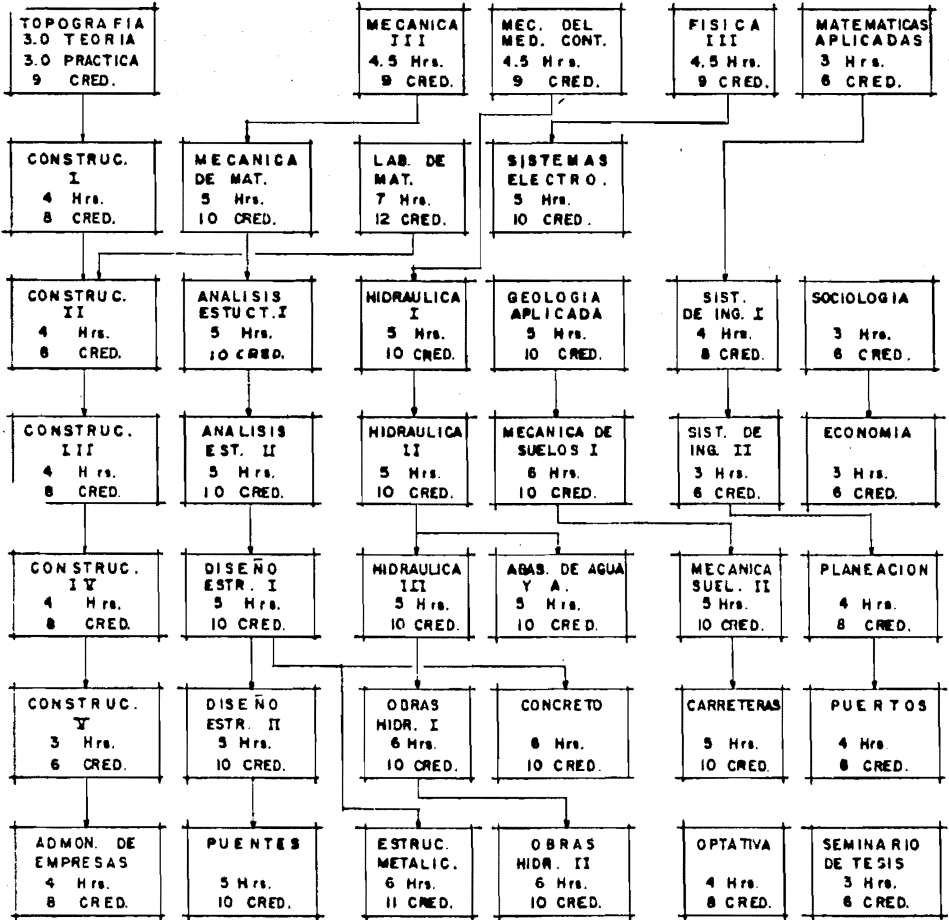
A continuación presentamos los programas y seriación de materias, así como el valor en créditos de cada una-

de ellas para el ciclo básico, área mecánica, área eléctrica y civil.

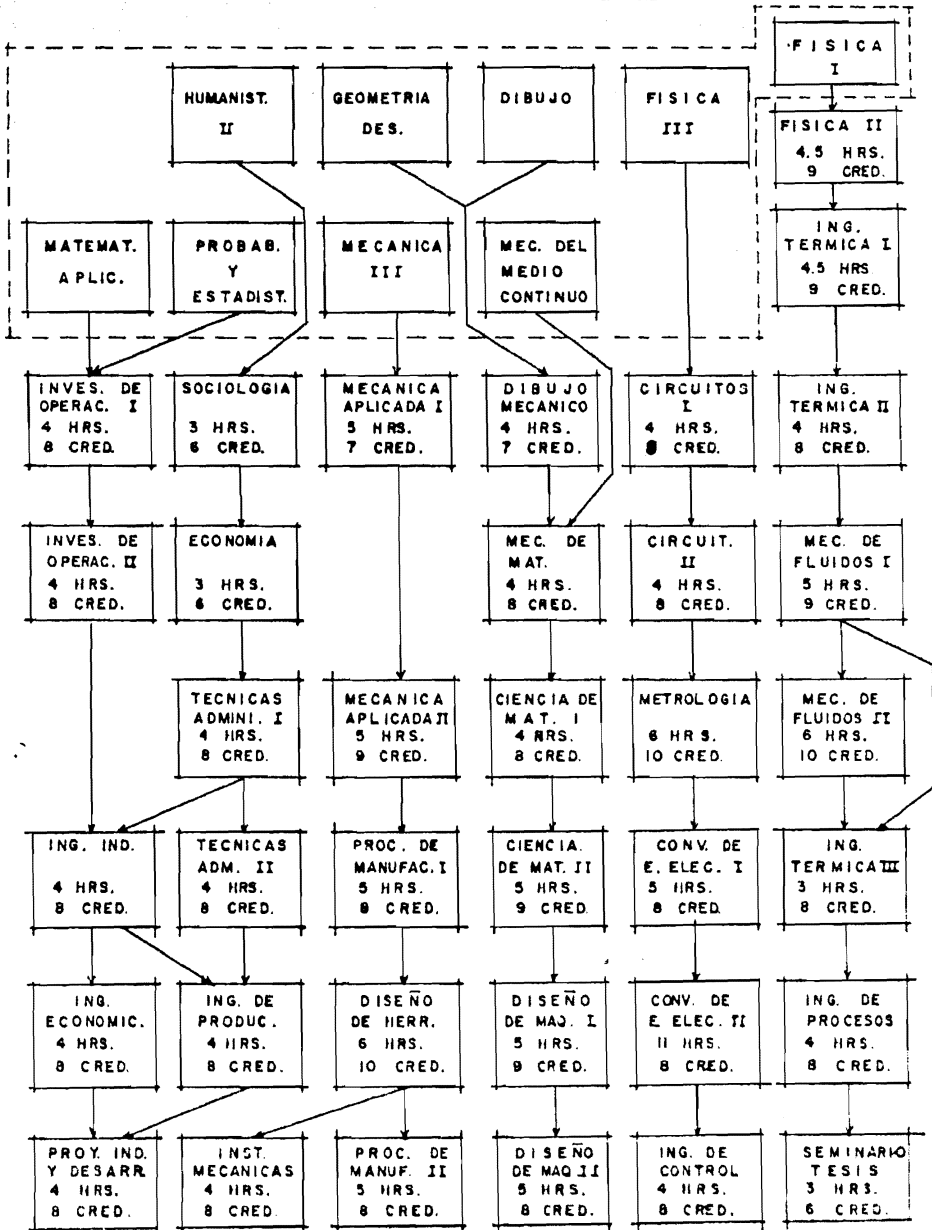
CICLO BASICO



## INGENIERIA CIVIL



## INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



Después de un breve estudio de las materias que --  
forman el programa del área eléctrica, consideramos que las-  
prácticas necesarias para que el estudiante tenga una correc-  
ta comprensión de las materias, son las siguientes:

- 1.- PRACTICAS DE FISICA.
- 2.- PRACTICAS DE CIRCUITOS ELECTRICOS.
- 3.- PRACTICAS DE METROLOGIA.
- 4.- PRACTICAS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA.
- 5.- PRACTICAS DE MAQUINAS ELECTRICAS.

Para tratar el estudio de las prácticas de máqui -  
nas eléctricas haremos un capítulo especial para ello, por -  
la gran importancia que nos representan en este trabajo.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE LAS PRACTICAS DE LAS MAQUINAS ELECTRICAS.

En la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., al --  
igual que en la de la U.A.E.M., la asignatura de máquinas ---  
eléctricas se divide en tres cursos, que son los siguientes:

I.- Transformadores.

II.- Máquinas de Corriente Directa.

III.- Máquinas de Corriente Alterna.

Las prácticas que se deben desarrollar para ini --  
ciar al estudiante en el conocimiento de las máquinas y sus  
características de trabajo, se han ordenado tomando en cuen-  
ta el tiempo de laboratorio y la importancia de cada una de-  
las prácticas.

En seguida mencionamos las pruebas por su nombre -  
más común y el equipo necesario para realizarlas, aunque és-  
te puede variar y/o cambiar, ya que está sujeto al método --  
empleado y al equipo con que cuente el laboratorio.

#### I.- TRANSFORMADORES

Un transformador es un dispositivo que;

Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro  
sin cambiar de frecuencia.

Lo hace bajo el principio de inducción electromag-  
nética.



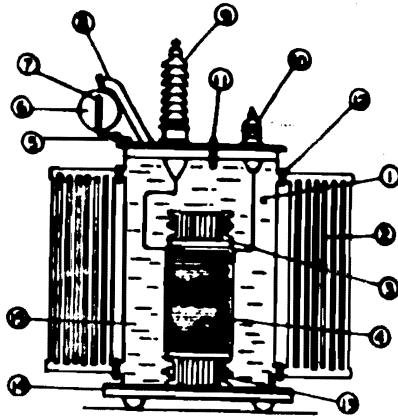
Tiene dos circuitos electricos aislados entre si, -- que son eslabonadas por un circuito magnético común.

Por ser una máquina estática, el transformador no -- tiene pérdidas mecánicas (fricción, ventilación, etc), sus -- pérdidas son únicamente eléctricas y pérdidas en el hierro, -- por lo que se debe estudiar como tal para conocer sus caracte -- rísticas, efectuando las prácticas más comunes y de mayor im -- portancia.

a).- ANALISIS FISICO DE UN TRANSFORMADOR.

Objetivo: Familiarizarse con las partes constitu -- tivas de un transformador.

Equipo: Un transformador seccionado de fácil acceso a su interior.



PARTES ESENCIALES DE UN TRANSFORMADOR

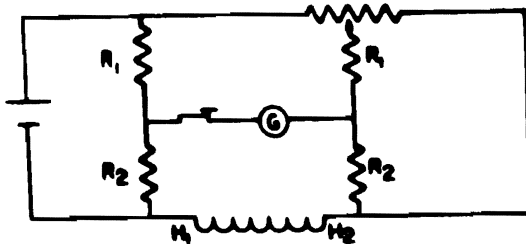
1.- Tanque

2.- Tubos radiadores

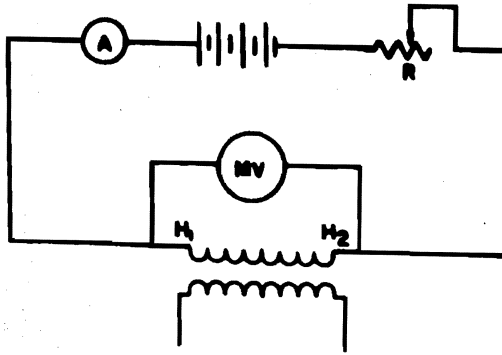
- 3.- Núcleo (circuito magnético)
  - 4.- Devanados
  - 5.- Relé de protección
  - 6.- Tanque conservador
  - 7.- Indicador del aceite
  - 8.- Tubo de escape en caso de explosión
  - 9.- y 10.- Boquillas ó aisladores de potencia
  - 11.- Termómetro
  - 12.- Conexión de los tubos radiadores al tanque
  - 13.- Tornillos opresores para dar rigidez al núcleo
  - 14.- Base de volar
  - 15.- Refrigerante
- b).- RESISTENCIA OHMICA.

Objetivo: Medir la resistencia ohmica en los embobinados.

METODO DE PUENTE DE KELVIN O WEATSTONE



### METODO DE LA CAIDA DE TENSION



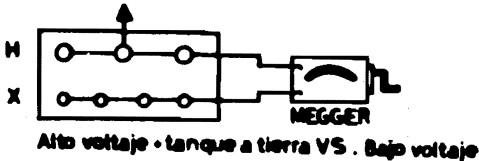
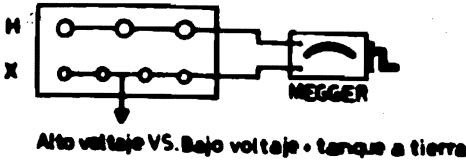
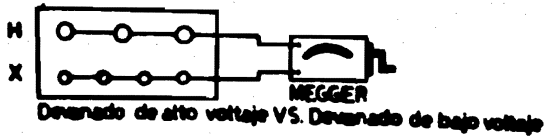
DIAGRAMA

**Equipo:** Puente de Kelvin ó Wheatstone  
 Fuente de corriente directa  
 Banco de resistencia ó Reostato  
 Amperímetro  
 Milivóltmetro  
 Cables de conexión  
 Transformador de prueba

#### c).- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

**Objetivo:** El conocer la resistencia del aislamiento-  
 entre el embobinado de alta y el de baja tensión.

Esta medición se efectúa por lo general con un Me --  
 gger.



DIAGRAMA

Equipo: 1 Megger.  
Cables de conexiones  
Transformadores de prueba

#### d).- RELACION DE TRANSFORMACION

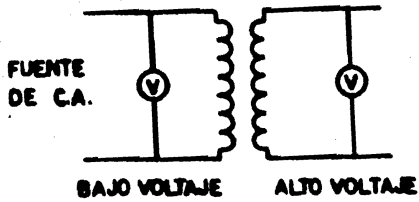
Objetivo: Obtención de la característica de transformación de voltaje de un transformador.

La relación de transformación se puede determinar de las siguientes formas:

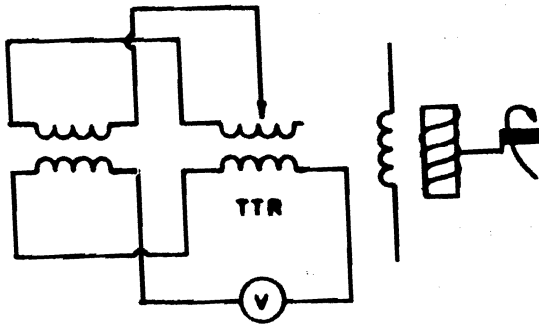
- 1.- Por medición directa ó indirecta de los voltajes en los devanados de alto voltaje y bajo voltaje.
- 2.- Por comparación con un transformador de relación ajustable. (TTR)

### 3.- Por el método de transformador patrón.

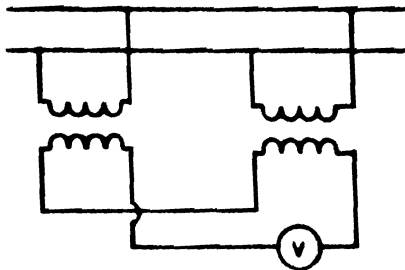
#### METODO DEL VOLMETRO



#### METODO DEL TTR



#### METODO DE TRANSFORMADOR PATRON



**Equipo:** Transformador de prueba  
 2 Voltmetros de C.A.  
 Fuente de corriente alterna variable  
 Un equipo TTR.

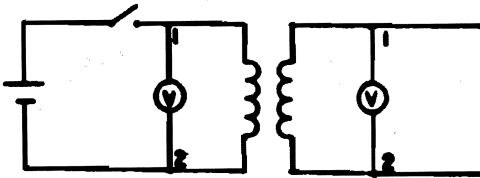
**e).- POLARIDAD**

**Objetivo:** Determinación del sentido de la FEM.

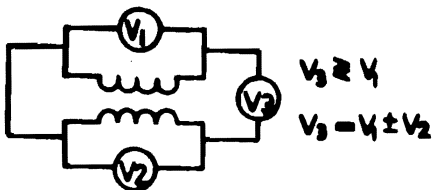
Existen tres métodos para determinar la polaridad:

- 1.- Método de descarga Inductiva.
- 2.- Método de alterna.
- 3.- Método del Transformador Patrón.

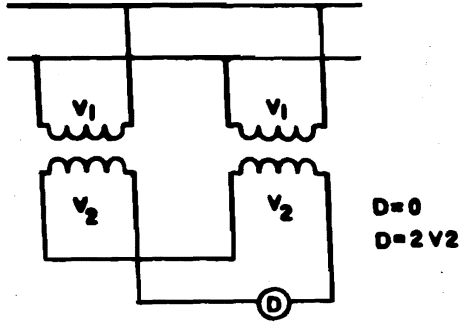
**METODO DE DESCARGA INDUCTIVA**



**METODO ALTERNA**

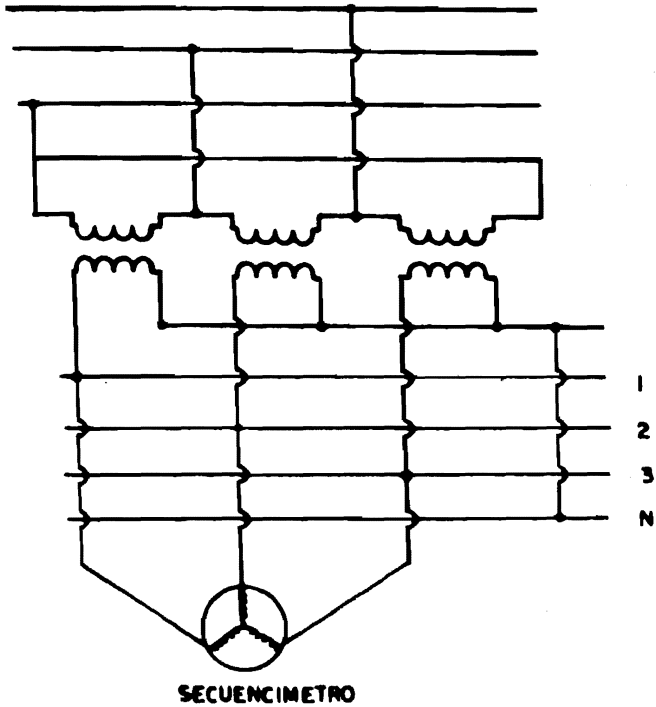


## METODO DEL TRANSFORMADOR PATRON



## f).- SECUENCIA DE FASES.

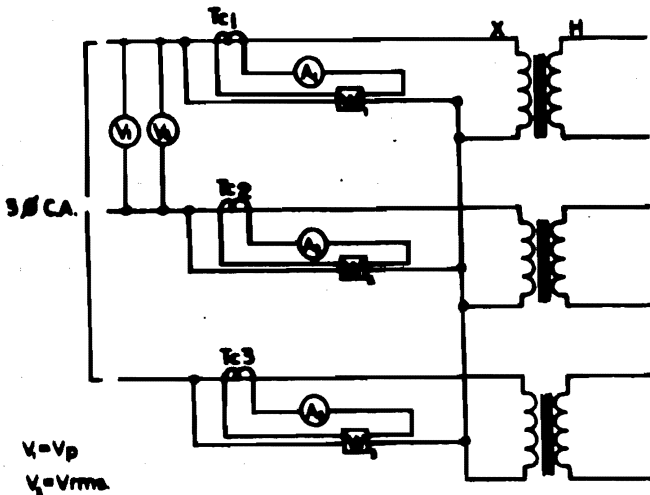
Objetivo: Determinar el sentido de rotación de los fasores de voltaje.



Equipo: Transformadores de prueba  
 Secuencimetro  
 Cables de conexiones

g).- PERDIDAS MAGNETICAS Y CORRIENTES DE EXCITACION.

Objetivo: Obtención de la corriente de vacío y las pérdidas magnéticas del transformador.



Equipo: 1 Fuente de corriente alterna variable  
 3 Transformadores monofásicos  
 3 Transformadores de corriente  
 3 Amperímetros de C.A.  
 1 Voltímetro C.A.  
 1 Voltímetro eficaz C.A. promedio  
 3 Wattímetros  
 Cables de conexión

h).- PERDIDAS ELECTRICAS, % DE IMPEDANCIA Y EFICIENCIA.

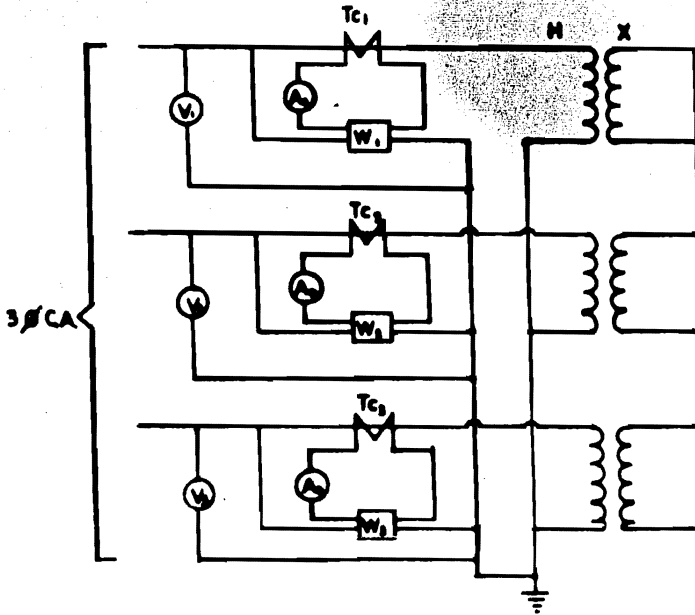
Objeto: Obtención de las pérdidas eléctricas en un transformador eléctrico, que son producidas por la corriente-



circulante en los embobinados del transformador cuando el secundario se conecta en C.C. y se alimenta el primario con un voltaje tal, que aparezca una corriente igual a la normal y se pueda calcular con ésto:

$$\% Z = \frac{V. \text{ leído}}{V. \text{ Nominal}} \times 100$$

$$\% N = \frac{\text{Potencia entrada} - (P_{mq} + P_{\text{elect.}})}{\text{Potencia de entrada}} \times 100$$



DIAGRAMA

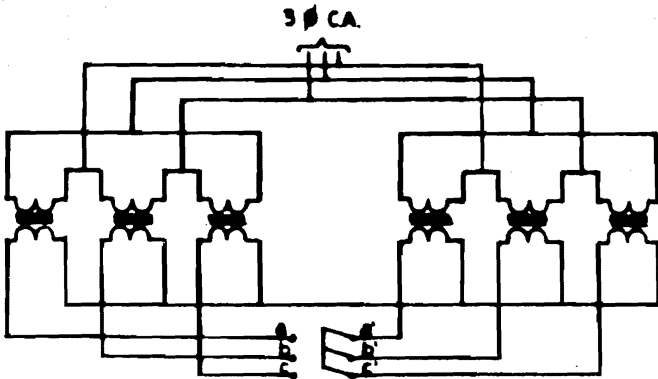
- Equipo: 1 Fuente de C.A. Variable  
 3 Transformadores monofásicos de potencia  
 3 Transformadores de corriente  
 3 Amperímetros  
 1 Voltímetro  
 3 Wattímetros

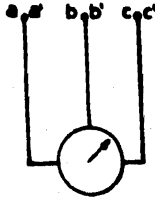
**1).- ACOPLAMIENTO.**

**Objetivo: Conectar transformadores en paralelo.**

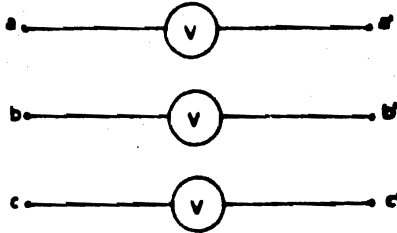
**Para poder acoplar un banco de transformadores a un sistema, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:**

- 1.- Igual frecuencia
- 2.- Igual secuencia de fases
- 3.- Igual polaridad
- 4.- Igual voltaje de línea
- 5.- Impedancias inversamente proporcionales a sus capacidades





DIAGRAMA



**Equipo:** Seis transformadores monofasicos ó dos trifasicos  
 Un secuencímetro  
 Tres voltmetros de corriente alterna

**j).- TEMPERATURA Y METODOS DE DAR CARGA.**

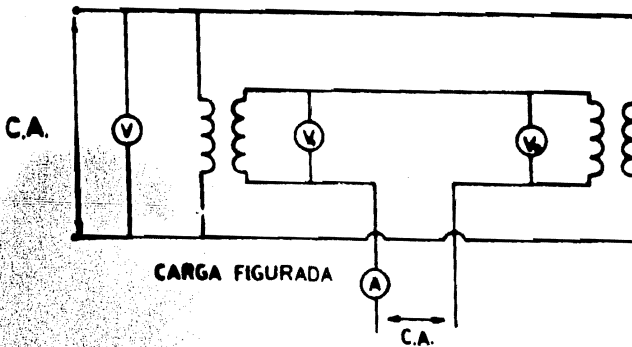
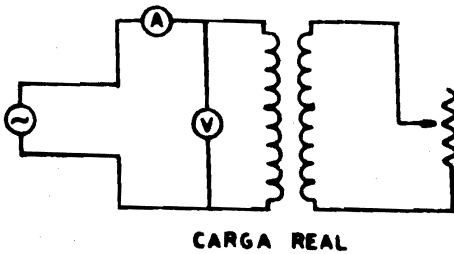
**Objeto:** Determinar la curva de temperatura, para verificar si la maquina trabajando a su capacidad de diseño no sobrepasa los límites de temperatura nominal.

Para dar carga a un transformador, se pueden aplicar los métodos siguientes:

1.- Carga Real.- Se usa para transformadores de poca

capacidad, para transformadores de gran capacidad sería anti\_e conómica.

2.- Carga Figurada.- Se aplica en transformadores - de gran capacidad; y consiste en conectar 2 transformadores - de características idénticas, en oposición.



Equipo: 2 Transformadores monofásicos  
 3 Voltímetros de C.A.  
 1 Reóstato  
 1 Grupo de termopares  
 1 Amperímetro

### K).- PRUEBAS DIELECTRICAS DE UN TRANSFORMADOR.

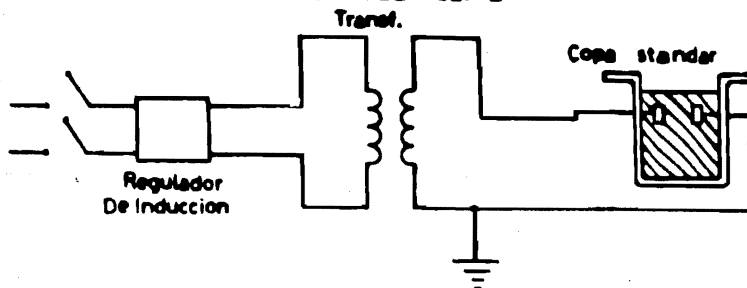
Objetivo: Estas pruebas se hacen para conocer el estado de los elementos aislantes de un transformador y son las siguientes:

- Rigidez dieléctrica del aceite
- Potencial aplicado
- Potencial inducido
- Impulso

#### Prueba de rigidez dieléctrica del aceite

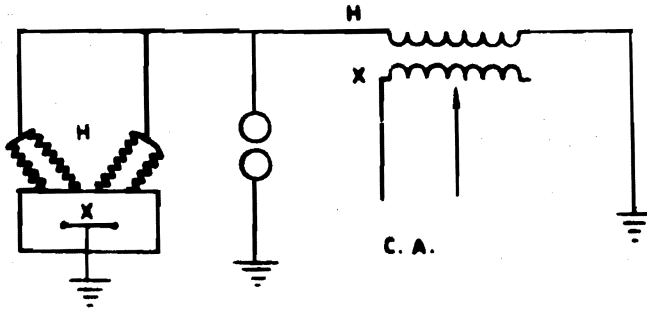
Esta prueba se efectua con un aparato que indica el grado de contaminación del aceite.

DIAGRAMA ILUSTRATIVO PARA EL ENSAYO DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE



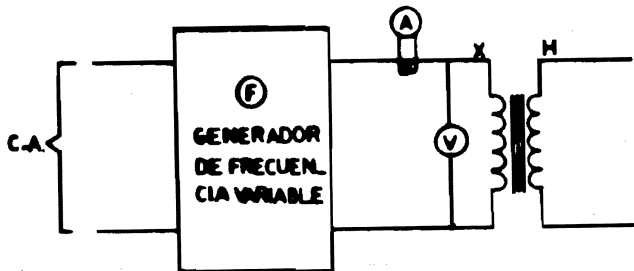
#### Prueba de potencial aplicado

Esta prueba se efectua aplicando un voltaje alto entre devanados del transformador y comprobar así el aislamiento entre devanados y tierra.



### Prueba de potencial inducido

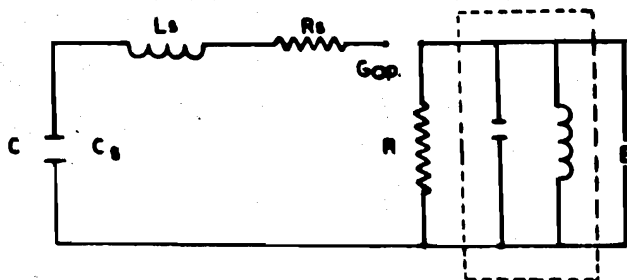
Esta prueba se efectúa con el doble de la tensión nominal entre espiras del transformador y comprobar así el aislamiento entre estos.



### Prueba de impulso.

Esta prueba se efectúa con un generador de impulsos y determina la capacidad del transformador para soportar una descarga atmosférica.

DIAGRAMA QUE ILUSTRAS LAS CONEXIONES PARA LA PRUEBA DE IMPULSO



Equipo: Un transformador de prueba  
 Un aparato para medir rigidez  
 Dieléctrica en aceites  
 Un voltmetro de esferas  
 Un generador de frecuencia variable  
 Un voltmetro  
 Un amperímetro  
 Un frecuencímetro  
 Un generador de impulso

## II.- MAQUINAS DE CORRIENTE DIRECTA.

a).- DESCRIPCION DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DE UNA MAQUINA DE CORRIENTE DIRECTA.

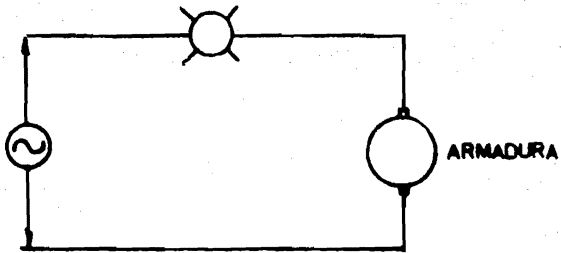
Objetivo: Conocer y familiarizarse con las partes que componen una máquina de C.D.

Equipo: 1 motor de C.D. de fácil acceso a su interior. (seccionado)

b).- DETERMINACION DE PUNTAS DE UNA MAQUINA DE C.D.

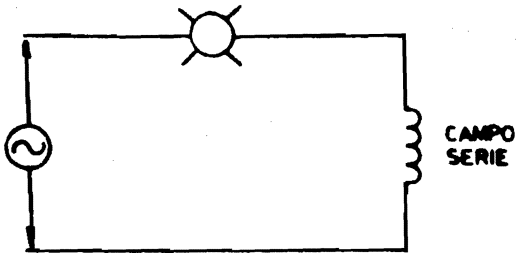
Objetivo: Determinar los campos ó devanados de la máquina, mediante continuidad con una lámpara de prueba ó multímetro.

ENCIENDE LAMPARA



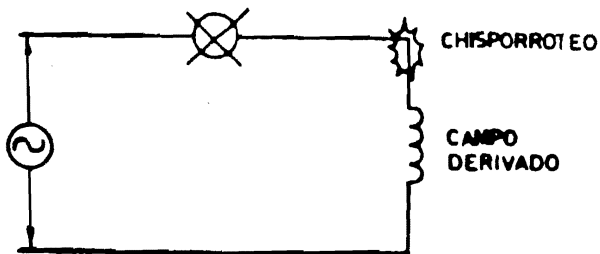
a- DE LA ARMADURA TOCANDO EL  
CONMUTADOR.

ENCIENDE LAMPARA



b- DEL CAMPO SERIE.

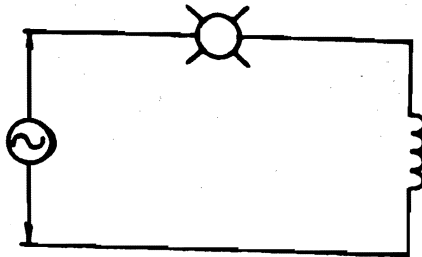
NO ENCIENDE LAMPARA



c- DEL CAMPO DERIVADO NO ENCIENDE.



ENCIENDE LAMPARA



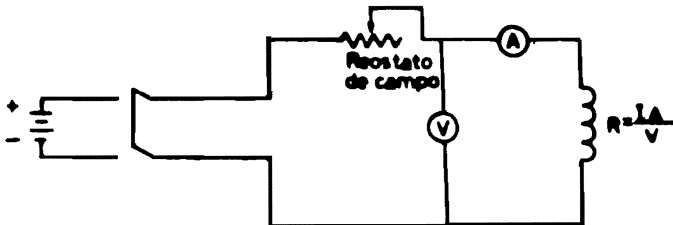
d- DE LOS POLOS DE CONMUTACION

Equipo: 1 Máquina de C.D., 1 Multímetro, 1 Lámpara serie.

c).- MEDICION DE LA RESISTENCIA EN LOS DEVANADOS.

Objetivo: Conocer la resistencia ohmica de los devanados de una máquina de C.D., Esta prueba se puede realizar por los siguientes métodos::

- 1.- Caída de tensión
- 2.- Puente de Wheatstone o Kelvin



MEDICION DE RESISTENCIA OHMICA EN EL CAMPO EN DERIVACION POR ELMETODO DE CAIDA DE TENSION

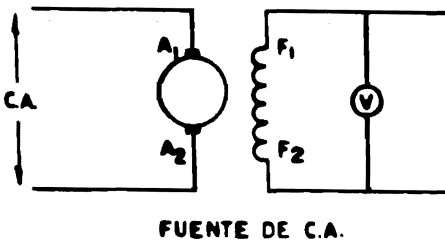
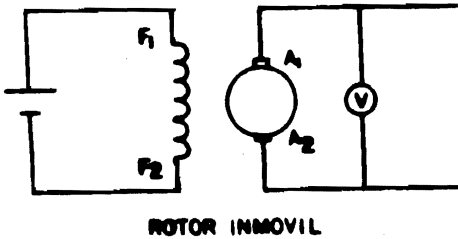
Equipo: 1 Motor de C.D.  
 1 Amperímetro  
 1 Reóstato de Campo  
 1 Voltímetro de C.D.

d).- DETERMINACION DE EJE NEUTRO

Objetivo: Determinación de la zona neutra de una maquina de C.D.

Los métodos mas usuales para hacer esta prueba son:

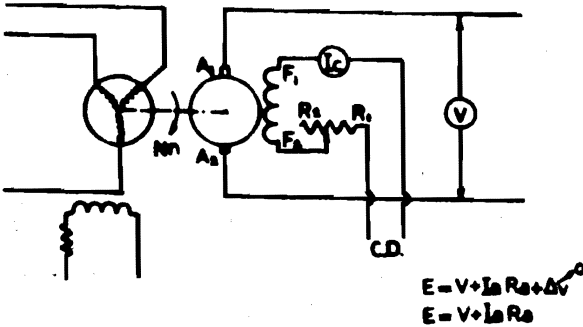
- Método del rotor inmóvil
- Método de la fuente de C.A.



Equipo: Fuente de C.A.  
 Motor de C.D.  
 Voltmetro

e).- SATURACION EN VACIO.

Objetivo: Obtención de una gráfica que muestre la variación del voltaje con respecto a la corriente de excitación a velocidad constante.



Equipo: 1 Generador de C.D.  
 1 Motor Síncrono  
 1 Fuente de C.D.  
 1 Amperímetro de C.D.  
 1 Voltmetro de C.D.  
 2 Reostato  
 1 Tacómetro

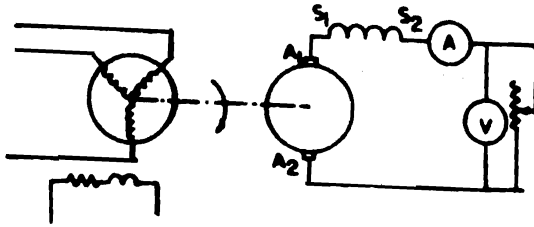
f).- CURVA DE VOLTAJE CON CARGA VARIABLE.

El objeto de ésta práctica es saber cual será el valor del voltaje en un Generador de C.D. al aplicarle una carga dada.

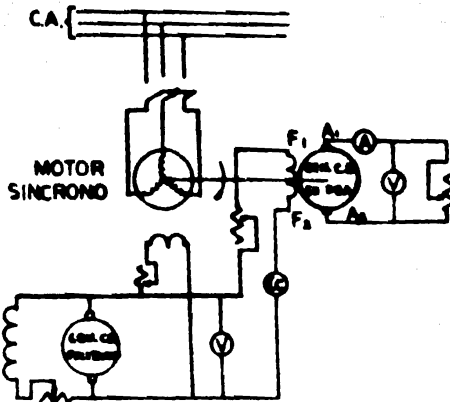
Las excitaciones mas usuales son:

- Serie
- Independiente
- En derivación
- Compuesta acumulativa

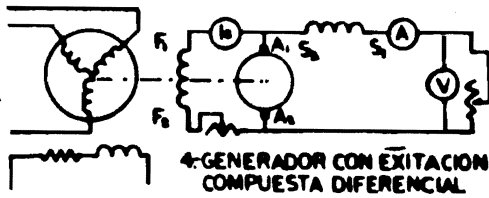
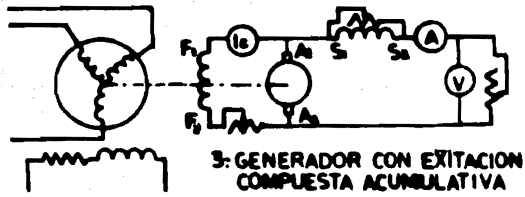
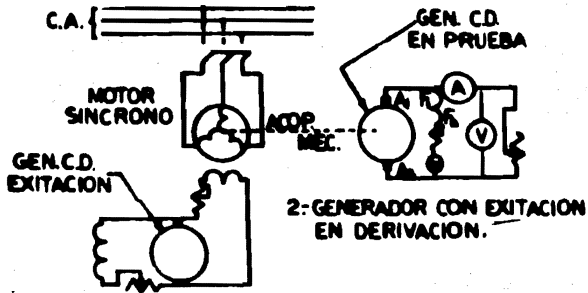
## - Compuesta diferencial



GENERADOR CON EXCITACION SERIE



GENERADOR CON EXCITACION INDEPENDIENTE



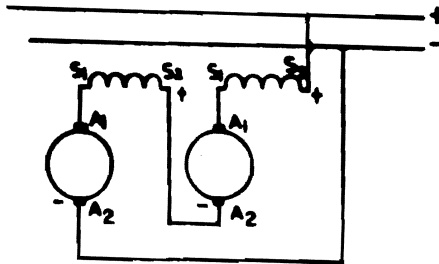
Equipo: 1 Generador de C.D.  
 1 Motor síncrono  
 1 Grupo motor generador CA-CD  
 6 Reostatos, 1 voltímetro de C.D.  
 1 Voltímetro de C.A. 3 amperímetros  
 2 Baterías y 1 tacómetro

g).- ACOPLAMIENTO DE GENERADORES DE C.D.

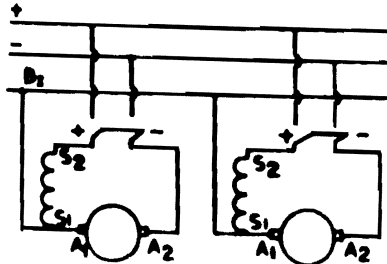
Objetivo: Acoplamiento de dos o mas generadores para obtener un mayor voltaje o una mayor corriente en un sistema.

El acoplamiento en serie de los generadores se utiliza para aumentar el voltaje a un sistema.

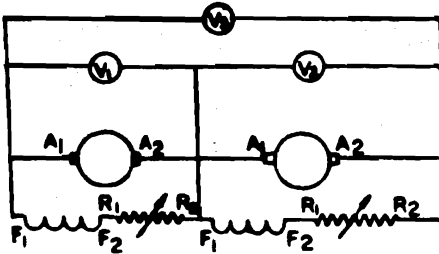
El acoplamiento en paralelo de uno o más generadores se hace cuando hay que aumentar la corriente a un sistema.



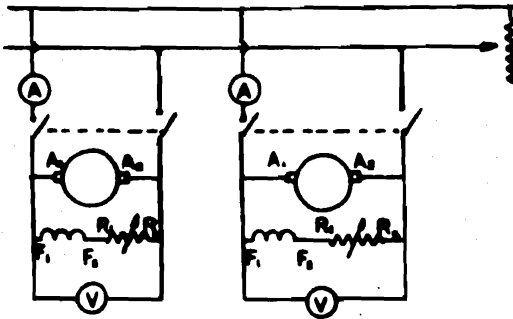
ACOPLAMIENTO SERIE EXCITACION SERIE



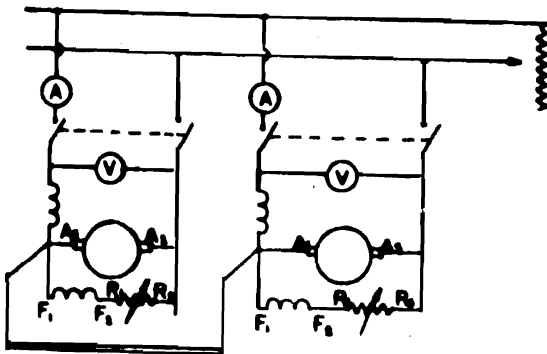
ACOPLAMIENTO PARALELO EXCITACION SERIE



EXCITACION EN DERIVACION CONECTADO EN SERIE



EXCITACION EN DERIVACION CONECTADA EN PARALELO



BARRA ESTABILIZADORA

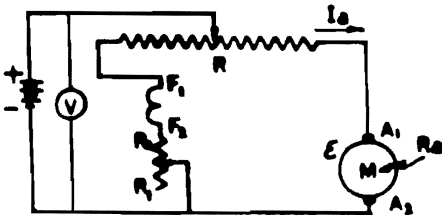
EXCITACION COMPUESTA ACUMULATIVA CONECTADA EN PARALELO

Equipo: 2 Grupos motor generador C.D.  
 3 Voltímetros de C.D.  
 3 Amperímetros de C.D.  
 2 Bancos de resistencias.

### h).- ARRANQUE DE MOTORES.

Objetivos: Cuando una máquina de C.D. va a ser operada como motor, necesita un equipo auxiliar de arranque llamado arrancador, el cual se usa para prolongar la vida útil de la máquina. En vista de que en el momento de arranque, el motor está parado y la FCEM es cero, la corriente de arranque de la armadura queda limitada por la resistencia del circuito de armadura. En algunos casos la corriente de arranque llega a ser aproximadamente 8 veces la corriente nominal, por lo que éste tipo de motores necesita de un aparato llamado arrancador.

Existen muchos tipos de arrancadores. El que se usa en esta prueba, es el que limita la corriente de arranque por medio de resistencias.



ARRANCADOR DE RESISTENCIAS

### DEMOSTRACION

$$V = E + I_a R_a \quad \text{--- (1)}$$

$$N = \frac{E}{K\phi} \quad \text{--- (2)}$$

(1) EN (2)

$$N = \frac{V - I_a R_a}{K\phi}$$

Si  $N = 0$  :

$$V - I_a R_a = 0$$

$$\Rightarrow V = I_a R_a$$

o sea que:

$$I_a = \frac{V}{R_a}$$



Equipo: 1 Motor de C.D.  
 1 Fuente de C.D.  
 1 Reóstato de campo.  
 1 Resistencia de arranque.  
 1 Amperímetro de C.D.  
 1 Voltímetro de C.D.

i).- EFICIENCIA DE UNA MAQUINA DE C.D.

Objetivo: Obtención de las pérdidas de una máquina de C.D.

$$\% \text{ Eficiencia} = \% N = \frac{\text{Pot. Salida}}{\text{Pot. Entrada}} \times 100$$

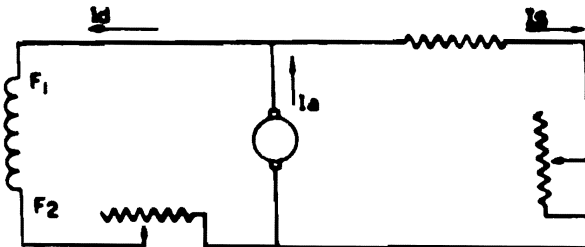
Las pérdidas se pueden calcular por los siguientes métodos:

- Método directo.- Consiste en medir con aparatos la potencia de la máquina directamente.

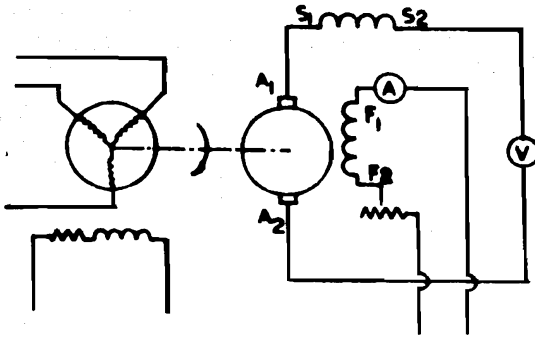
- Método de pérdidas.- Se hace por medio de la suma de las pérdidas (calculadas) de una máquina de C.D.

- a) Mecánicas
- b) Magnéticas
- c) Eléctricas

$$\text{Pérdidas Tot} = P_{mec} + P_{mag.} + P_{eléc.}$$



PARA EL CALCULO PERDIDAS ELECTRICAS



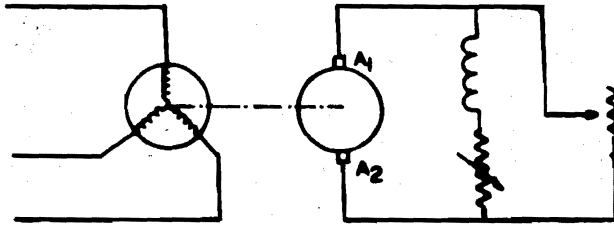
PARA EL CALCULO PERDIDAS MAGNETICAS

**Equipo:** 1 Grupo motor generador de C.D.  
 2 Voltímetros de C.D.  
 3 Amperímetros de C.D.  
 1 Termómetro  
 1 Puente de Kelvin  
 1 - Puente de Wheatstone

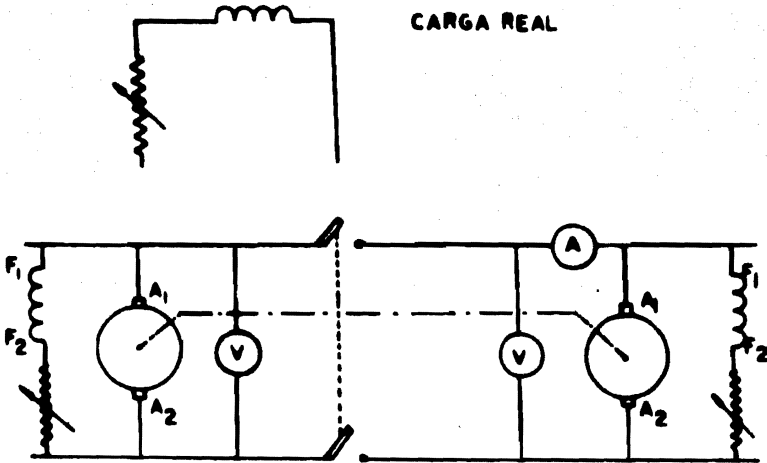
j).- DETERMINACION DE LA CURVA TEMPERATURA- TIEMPO.

Objetivo: obtención de la temperatura nominal a plena carga de una maquina de C.D.

los metodos por emplearse son los de la carga -- real y carga figurada.



CARGA REAL



CARGA FIGURADA

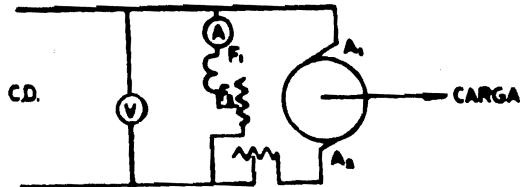
- Equipo: 1 Grupo motor Generador C.D.  
 2 Reostatos  
 1 Amperimetro  
 2 Voltmetros  
 1 termo par o termómetro

k).- REGULACION DE VELOCIDAD EN UN MOTOR DE C.D.

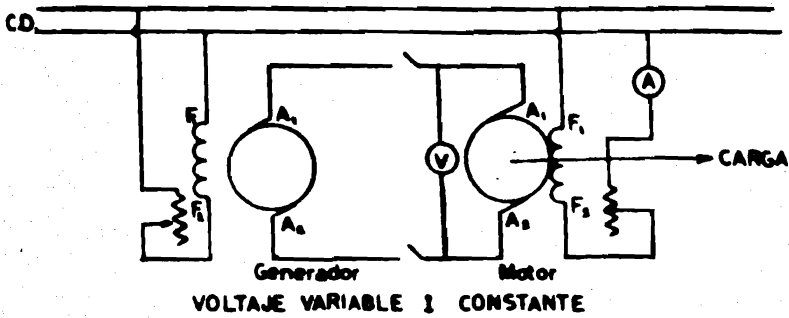
Objetivo: determinar las curvas de regulación de velocidad para un motor de C.D.

La velocidad del motor de C. D. puede graduarse regulando la fuerza del campo ó regulando el voltaje aplicado al inducido. El aumento de la resistencia en el circuito del inducido, tiene el mismo efecto que la reducción del voltaje aplicado al motor, que es el de disminuir la velocidad.

Esta prueba se desarrolla, primero variando el voltaje de alimentación y conservando constante el flujo y, segundo variando el flujo y conservando constante el voltaje de alimentación.



VOLTAJE DE ALIMENTACION CONSTANTE  
CON I VARIABLE



### DIAGRAMA

- Equipo:**
- 1 Grupo motor generador C.A. - C.D.
  - 2 Amperímetros C.A. - C.D.
  - 1 Tacómetro
  - 1 Banco de resistencias

**MAQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA**

Las prácticas más importantes que se realizan en estas máquinas para conocer sus características y su comportamiento, son las siguientes:

- a) IDENTIFICACION DE PARTES CONSTITUVAS DE UNA - -  
MAQUINA DE C. A. ROTATORIA.

Objetivo: El conocimiento físico de los motores de C. A.

Equipo: Máquina de C. A. de fácil acceso a sus partes constitutivas.

b).- OBTENCION DE LAS CURVAS PAR-VELOCIDAD DE UN MOTOR DE INDUCCION.

Objeto: Obtención del valor del par -  
máximo que el motor puede desarrollar.

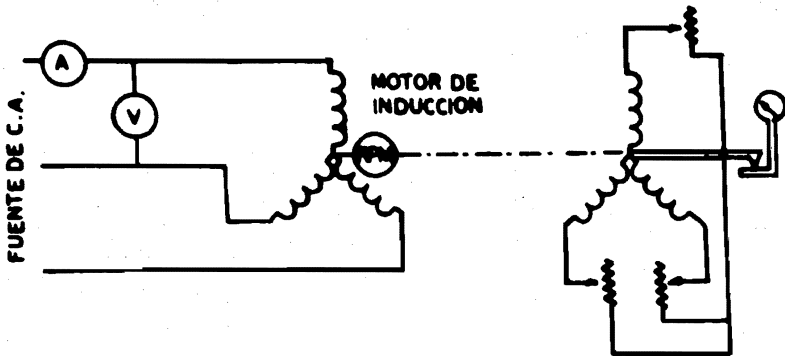


DIAGRAMA S-1

Equipo: 1 motor de inducción.  
1 electrodinamómetro.  
3 voltímetros de C. A.  
3 amperímetros de C. A.  
1 tacómetro  
1 Banco de resistencias.

c).- SATURACION EN VACIO Y CON ROTOR BLOQUEADO.

Objeto: Conocer las perdidas eléctricas, magnéticas y mecánicas.

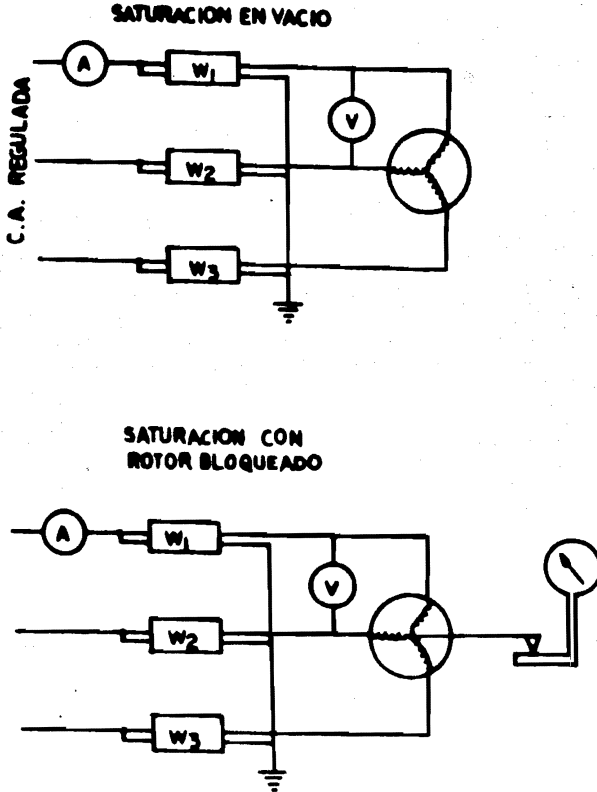


DIAGRAMA. 52

**Equipo:** 1 Motor de inducción  
 1 Fuente C.A. Regulable  
 1 Amperímetro  
 1 Voltímetro  
 3 Wattímetros  
 1 Dinamómetro.



d).- GENERADOR ASINCRONO O GENERADOR DE INDUCCION.

Objeto: El motor de inducción puede emplearse como generador, pero con algunas limitaciones, puesto que no puede producir su propia corriente de excitación y solo puede generar corriente en avance de fase.

Esta práctica estudia el comportamiento de un motor trabajando como generador.

Equipo: 1 generador (CD-CA)

1 amperímetro de C.D.

1 Watthorímetro

1 Tacómetro

1 resistencia variable.

1 motor de inducción.

1 voltímetro de C.A.

e).- ANALISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MOTORES MONOFASICOS.

Objetivo: Conocer los principales tipos de motores monofásicos.

a.- Motor Serie

b.- Motor de repulsión

c.- Motor universal.

Equipo: 1 Motor monofásico de polos sombreados.

1 Motor monofásico de doble embobinado.

- 1 Motor monofásico de capacitor.
- 1 Motor monofásico de repulsión.

### MAQUINAS SINCRONAS

#### f).- ARRANQUE DEL MOTOR Y CURVAS "V"

Objetivo: conocer los métodos de arranque de un motor síncrono y obtención de las curvas "v".

Los métodos más comunes para el arranque de motores síncronos son:

- 1.- Como un motor de inducción, por medio de un embobinado de arranque.
- 2.- Por medio de un Motor Auxiliar.

Las curvas "V" se llaman así por la forma que presentan, y nos relacionan las corrientes del rotor y del estator para una carga determinada apoyándonos en ellas y bajo control de la corriente de excitación es posible mantener un factor de potencia dentro de ciertos límites convenientes de operación.

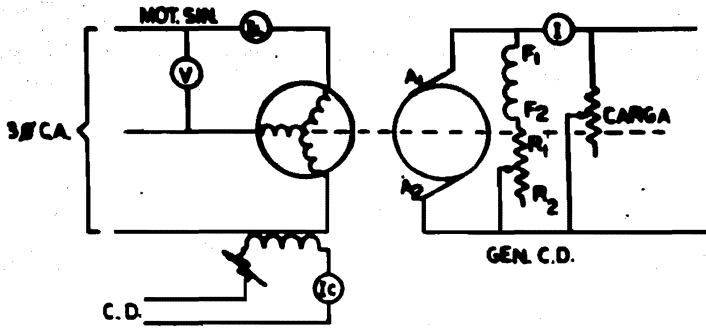


DIAGRAMA S- 3

Equipos: 1 Grupo motor Generador CD- CA. (Síncrono).

1 Amperímetro C.A.

2 Amperímetros C.D.

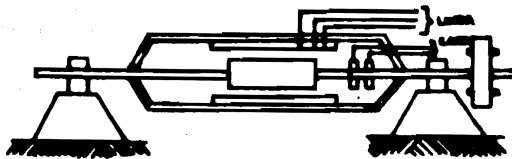
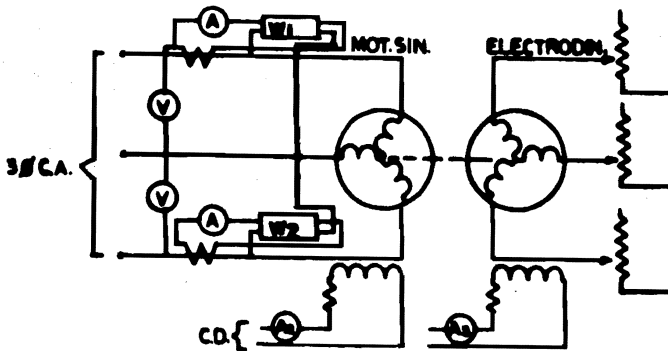
1 Banco de resistencias

1 Fuente de C.A.

g).- PAR, POTENCIA Y EFICIENCIA.

Objetivo: Esta prueba se hace para determinar principalmente la eficiencia de los motores, y ésta es el cociente de la potencia de salida entre la potencia de entrada -- (ambas en las mismas unidades).

METODO DEL ELECTRODINAMOMETRO

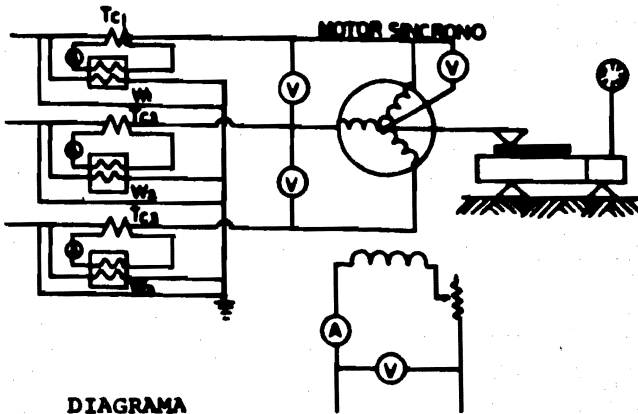


DIAGRAMA

Equipo: 1 Electrodinámómetro o freno de Prony  
 1 Motor síncrono  
 3 Amperímetros de C.A.  
 3 Wattmetros  
 3 Transformadores de corriente  
 3 Bancos de resistencias.  
 1 Tacómetro.

h).- SATURACION A ROTOR BLOQUEADO PARA VOLTAJE Y CORRIENTES INDUCIDAS Y PAR DE ARRANQUE.

El objetivo principal de esta prueba es el de determinar las condiciones de arranque de la máquina, bloqueando el rotor de la misma.



DIAGRAMA

Equipo: 1 Motor síncrono

1 Báscula

4 Amperímetros de C. A.

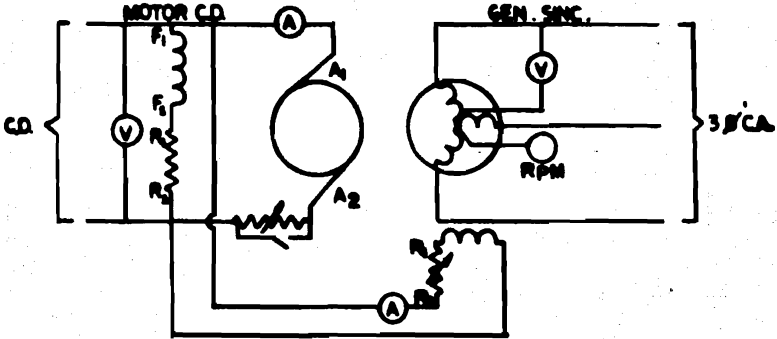
3 Transformadores de corriente.

3 Wattmetros

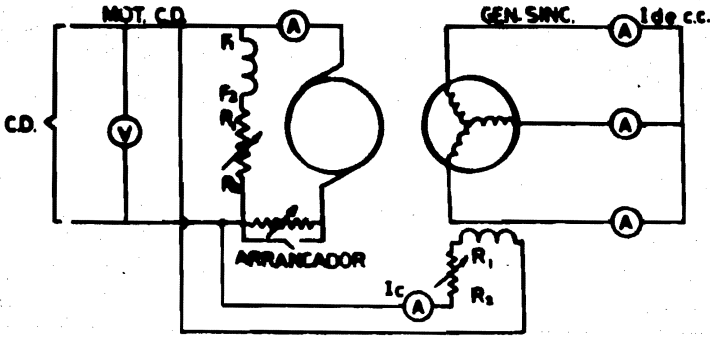
4 Voltímetros de C.A.

1).- SATURACION EN VACIO Y EN CORTO CIRCUITO.

Objeto: determinación de pérdidas en el circuito magnético y eléctrico respectivamente.



DIAGRAMA



### DIAGRAMA

- Equipo: 1 Grupo motor generador desacoplado síncro no.  
 1 Voltímetro de C.D.  
 2 Amperímetros de C.D.  
 3 Amperímetros de C.A.  
 1 Tacómetro Manual  
 2 Reóstatos.  
 1 Voltímetro de C.A.

### j).- PERDIDAS MECANICAS Y EFICIENCIA.

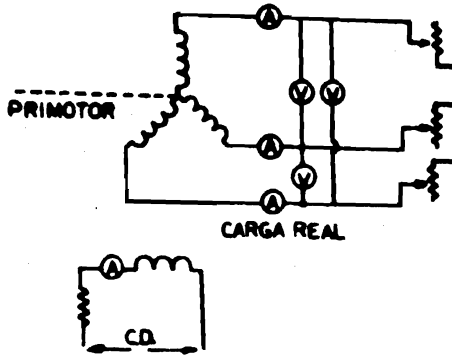
Esta práctica se realiza con los resultados obtenidos en las pruebas de pérdidas eléctricas y pérdidas magnéticas y tiene por objeto el determinar el porcentaje de energía que se pierde en una máquina.

k).- TEMPERATURA Y METODOS DE DAR CARGA.

Objetivo: Esta prueba sirve para verificar si el generador trabaja a la capacidad de diseño dentro de su límite normal de - - temperatura.

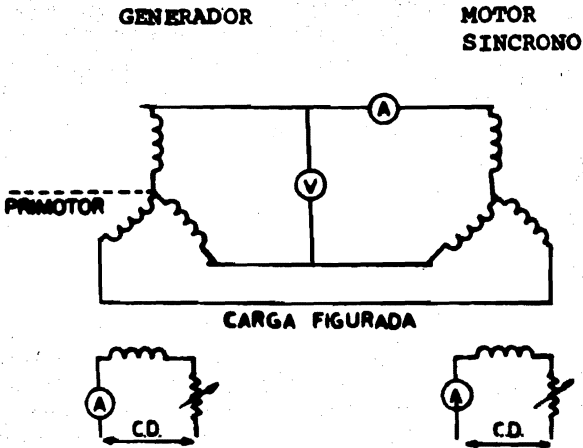
Los métodos de dar carga son:

- 1.- Carga real
- 2.- Carga figurada (considerando un motor que proporcione las pérdidas totales).



DIAGRAMA





- Equipo:**
- 3 Amperímetros de C.A.
  - 2 Amperímetros de C.A.
  - 3 Voltímetros de C.A.
  - 1 Generador de C.A.
  - 1 Motor Síncrono
  - 1 Banco de resistencias
  - 1 Fuente de corriente directa

### 1).- SINCRONIZACION DE ALTERNADORES.

Objeto: Conectar en paralelo dos o más generadores de C.A. para aumentar la capacidad del sistema.

Para llevar a cabo dicho acoplamiento, ambos elementos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- I.- Igual voltaje.
- II.- Igual secuencia de fase.
- III.- Igual frecuencia.
- IV.- Que ambos estén en fase.

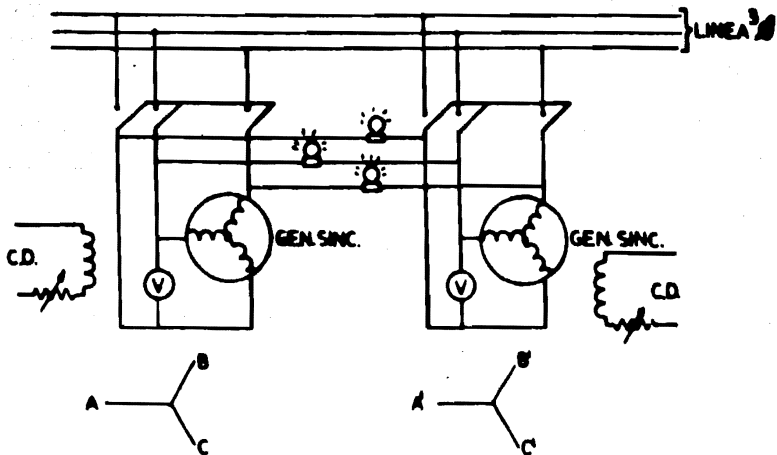


DIAGRAMA S-10

Equipo: 2 Grupo motor generador (C.D.- C.A.)

2 Voltímetros

3 Focos.

- 2 fuentes de C. D. variables
- 2 generadores de C.D. con campos en serie y en derivación.
- 2 motores síncronos
- 1 motor síncrono seccionado
- 2 motores de C. D.
- 4 Voltímetros de C.D.
- 3 tacómetros
- 8 lámparas piloto
- 2 multímetros
- 1 máquinas de C.D. desarmable .
- 3 potenciómetros
- 2 básculas
- 2 electrodinamómetros
- 2 frenos de Prony
- 4 arrancadores (varios tipos)
- 2 motores monofásicos de polos sombreados
- 2 motores monofásicos de doble embobinado
- 2 motores monofásicos de capacitor
- 2 motores monofásicos de repulsión
- 1 motor de inducción.
- 1 motor de inducción seccionado .

De las prácticas anteriores propuestas, el equipo -  
mínimo total necesario para formar un laboratorio de máquinas

eléctricas, es el siguiente:

- 4 transformadores monofásicos de 220 V.
- 6 baterías de 12 V.
- 4 reóstatos
- 6 milivóltmetros de C.D.
- 4 amperímetros de C.D.
- 2 puentes de Kelvin
- 2 Meggers
- 2 T.T. R.
- 4 voltímetros de C.A.
- 3 bancos de resistencias
- 2 secuencímetros
- 4 amperímetros de C.A.
- 6 wáttmetros
- 2 termómetros
- 2 termopares con indicadores
- 2 transformadores de relación alta
- 2 generadores de frecuencia variable
- 2 generadores de impulso
- 2 puentes de Wheatstone.

### CAPITULO III

#### GENERALIDADES DEL LABORATORIO

- a) Población estudiantil actual y al futuro.
- b) Eficiencia y funcionalidad pedagógica.
- c) Servicios internos y externos.

#### a) Población estudiantil actual y al futuro.

Estimación de la población estudiantil para 1986 en base a los datos obtenidos a la fecha.

La determinación de la población futura es uno de los datos básicos más importantes en el diseño de éste proyecto, ya que dependerá directamente del número de alumnos y éste a su vez de la capacidad de la Escuela.

Por otra parte el crecimiento de la población en las Escuelas está en función de una diversidad de causas, por ejemplo: Demanda de profesionales en la entidad, localización geográfica, medios de comunicación, inmigración, etc.

Agregando todavía que cada una de las causas antes mencionadas tienen gran influencia por los factores sociales, económicos y del medio ambiente que son inherentes a la localidad.

La población escolar en la facultad de la UAEM desde sus inicios ha sido la siguiente.

<u>AÑO</u>	<u>NO. DE ALUMNOS</u>
1966	116
1967	112
1968	129
1969	146
1970	222
1971	227
1972	394
1973	462
1974	486
1975	502
1976	590
1977	669
1978	728

Para estimar la población escolar de la UAEM hasta el año 1988 existen varios métodos, pero el usado se denomina METODO GEOMETRICO POR PORCENTAJE, en el cual se calculan los porcentajes anuales de incremento y se determina el porcentaje anual promedio:

$$\% \text{ Anual promedio: } \% \text{ Pr} = \frac{\sum \%}{n}$$

% = Suma de porcentajes anuales.

n = Número de años entre el primer año y el último

(9 años)

$$Pt = Pa + \frac{Pa (\% \text{ Pr}) N}{100}$$

Pt= Población futura (para año 1988)

Pa= Población último año (para 1978)

N = Número de años para los que se va a calcular la población contados a partir del último año - (1978)

AÑO	NO. DE ALUMNOS	INCREMENTO	% INCREMENTO
1969	146	76	52.05
1970	222	5	2.25
1971	227	167	73.57
1972	394	68	17.26
1973	462	24	5.19
1974	486	16	3.29
1975	502	88	17.53
1976	590	79	13.00
1977	669	59	9.00
1978	728		
			193.14

$$\% \text{ Anual promedio} = \frac{193.14}{9} = 21.46$$

9

$$\text{Prom. 1988} = 728 + \frac{728 (21.46) 10}{100} = 2290.29$$

$$\text{Prom. 1988} = 2290$$

Pero lo que nos interesa en realidad para nuestro fin, es saber la cantidad de alumnos que estarán inscritos - en el área Mecánica y Eléctrica para lo cual, basandonos en los porcentajes de otras facultades de Ingeniería y de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. del total de alumnos en dicha facultad, el 30% (con cierta aproximación) corresponde al área Mecánica-Eléctrica. Lo mismo sucede en la Facultad de Ingeniería de Toluca y por lo cual procedemos a sacar el-

30 por ciento de 2290 que es igual a 687 alumnos.

b).- Eficiencia y Funcionalidad Pedagógica.

El aspecto pedagógico es muy amplio, por lo cual sólo desarrollaremos cuatro puntos: alumno, maestro, equipo e instalaciones.

Para obtener una mayor eficiencia, el alumno debe asistir al laboratorio con un conocimiento previo teórico del desarrollo de la práctica. El maestro del laboratorio preparará al alumno un boletín de informe de la práctica y la secuencia de la misma: dicho boletín incluirá bibliografía correspondiente a cada práctica.

Esta información previa al desarrollo de la misma, tiene como fin que el alumno participe activamente durante el desarrollo de la práctica.

Otro factor importante es la formación de equipos para trabajar en el laboratorio, pues deben de formarse tomando en cuenta que se obtenga el máximo aprovechamiento.

El maestro antes de iniciar cada práctica, debe aclarar las dudas de los alumnos con respecto a ésta, para que durante su realización se dedique al asesoramiento.

c).- Servicios Internos y Externos.

Es conveniente que el laboratorio esté programado de tal forma que no sólo dé servicio a los alumnos, sino - -



también para cursos de actualización para maestros y asesoría técnica de cualquier otra institución o industria.

Otra de las funciones que desempeña un laboratorio, es la investigación, por lo que al adaptar el equipo de éste, se debe tomar en cuenta dicha función.

En las industrias, algunas veces se presentan problemas que no pueden ser resueltos por carecer de laboratorio propio para estos casos. El laboratorio que existe en la escuela, al contar con el equipo necesario para hacer las pruebas ó análisis, puede de esta forma ser útil para la industria.

En conclusión, un laboratorio se debe adaptar con el deseo de darle la mayor versatilidad posible al uso del equipo, así como al trabajo a realizar.

## CAPITULO IV

### PROYECTO

- a) Equipo
- b) Local
- c) Distribución de fuerza
- d) Iluminación
- e) Alimentadores
- f) Análisis económico

#### a).- Equipo

Del estudio de los capítulos anteriores, se pueden conocer y cuantificar las necesidades actuales y futuras del laboratorio, por lo que respecta al equipo.

En el capítulo II existe un enlistado del equipo - mínimo recomendable para la realización de las prácticas referentes a máquinas eléctricas, pudiendo integrar el laboratorio con equipo de diferentes firmas y fabricantes, o un paquete completo con características pedagógicas que cumplan con las necesidades técnicas requeridas para el desarrollo completo de las prácticas anteriormente mencionadas.

Es fácil comprender las complicaciones que surgirán para poder acoplar dos elementos de diferentes marcas, - debido a las características de diseño de las diferentes firmas.

Es por ésto, que definitivamente nos inclinamos a una solución integrada por un paquete de equipo pedagógico -- completo que pueda cumplir con el programa, por lo que se refiere al desarrollo de las prácticas.

Existen en el mercado algunas compañías que cuentan con equipo para laboratorios pedagógicos, destacando la - - - compañía "ASEA" de México, S.A., por contar con un equipo denominado ESSELTE STUDIUM, con el que se pueden desarrollar en una forma satisfactoria y adecuada las prácticas de máquinas-eléctricas.

b) .- Local

El Laboratorio de la facultad deberá estar en un lugar apropiado, tal que no trastorne sus propias funciones y que los ruidos producidos por las propias máquinas no perturben la atención de alumnado en clase; además debe contar con todos los elementos adecuados de los cuales hablaremos más -- adelante.

Otros aspectos muy importantes que debemos tomar en cuenta son:

- a) Magnitud
- b) Capacidad

Observando que la base fundamental del proyecto es su capacidad en lo que se refiere al número de alumnos, la -- magnitud del local quedará determinada por el número de equi-

pos que satisfaga las necesidades del total de alumnos que harán uso del laboratorio.

El área que destinó la U.A.E.M. en su proyecto de ampliación para el local del laboratorio tiene las siguientes dimensiones: 7 mts. de ancho y 14 mts. de largo como se podrá ver en el siguiente plano, y en base al área que ocupará cada máquina, vemos que tenemos un espacio suficiente para dar cupo a 5 máquinas.

Del capítulo III tenemos que el número de alumnos probable para el año de 1988 es igual a 687 y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante ( ASEA ), el número ideal de alumnos para trabajar simultáneamente sobre un equipo Esselte Studium es de cinco.

Teniendo 687 alumnos divididos en 27 grupos de aproximadamente 25 personas cada uno, y éstos a su vez en brigadas de 5, se podrán satisfacer las necesidades de que cada grupo reciba 2 horas semanales de laboratorio con 5 equipos Esselte Studium, tomando en cuenta que el local puede estar en uso por lo menos diez horas diarias, 6 días a la semana, con lo cual se daría instrucción a un mínimo de 750 alumnos.

Se debe observar también que se pueden ir aumentando el número de máquinas a medida que lo requieran las necesidades, en vista de que se trata de un equipo integral.

Del estudio hecho en este capítulo, concluimos que-

con un solo equipo es posible solucionar las necesidades - - actuales del laboratorio y para 1986 se contará con cuatro - equipos más.

c).- Distribución de Fuerza.

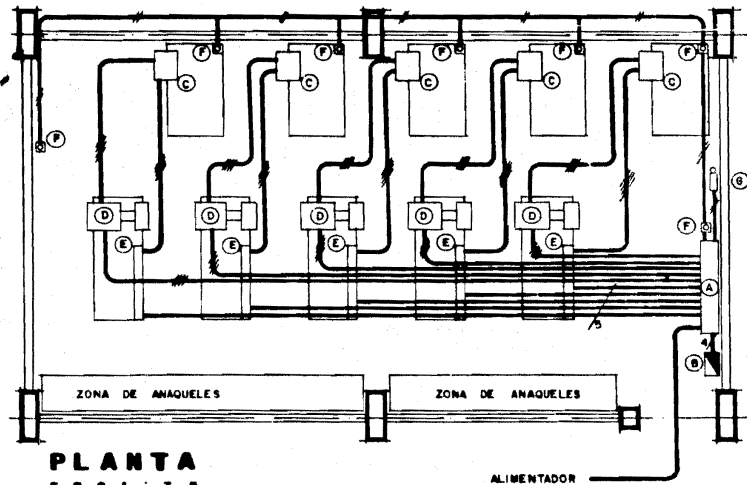
La distribución de fuerza contemplará una totali-- dad de 5 equipos Esselte Studium, aunque como ya se dijo en el inciso b) de este capítulo, que con un equipo se satisfacen las necesidades actuales de laboratorio de máquinas - -- eléctricas para dicha Universidad.

Cada equipo se compone de las siguientes máquinas:

- Torciómetro
- Máquina de C.D.
- Máquina Síncrona
- Motor de Inducción
- Transformador Monofásico
- Transformador Trifásico

con un total de 5 KVA., por lo que el laboratorio tendrá un - consumo máximo de energía de 25 KVA., más iluminación.

Los equipos cuentan con un tablero general de distribución alimentado desde la subestación transformadora con un voltaje de 220/127 VCA, 3 fases 4 hilos; teniendo un interruptor termomagnético principal de 3 polos 100 Amp. 600 - VCA que protege el tablero anteriormente mencionado, de ahí-

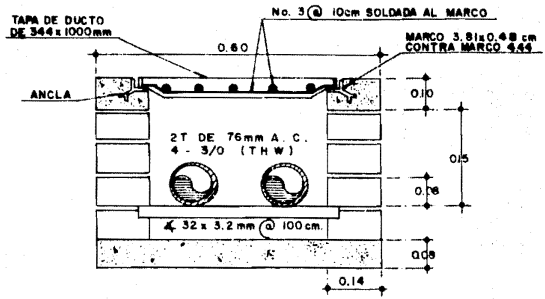


**PLANTA**  
E S C I : 7 8

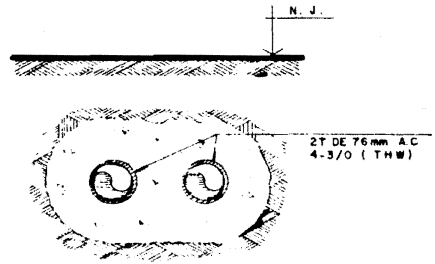
### SIMBOLOS

- (A) TABLERO GENERAL DE FUERZA
- (B) CENTRO DE CARGA 00 44
- (C) RECTIFICADOR DE C.A. a C.D.
- (D) TORCIOMETRO
- (E) TABLERO TERMINAL
- (F) PARO DE EMERGENCIA
- (G) ALARMA

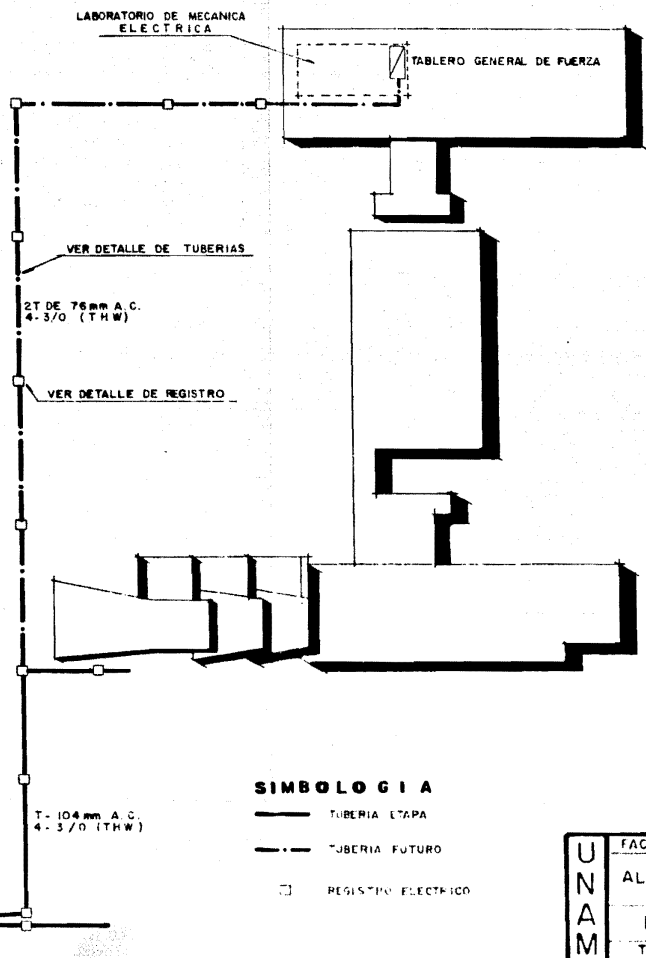
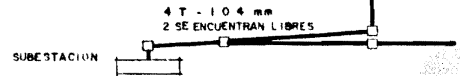
<b>U N A M</b>	FACULTAD DE INGENIERIA
	LOCALIZACION DE EQUIPO
	LABORATORIO MAQ. ELEC.
	<b>U A E M</b>
	TESIS PROFESIONAL



**DETALLE DE REGISTRO**



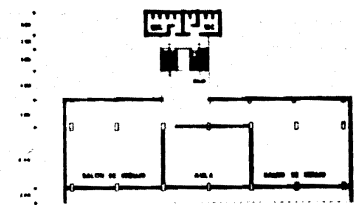
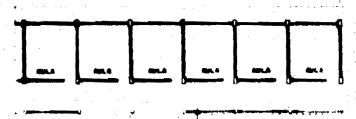
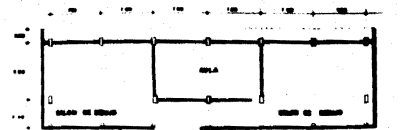
**DETALLE DE TUBERIAS**



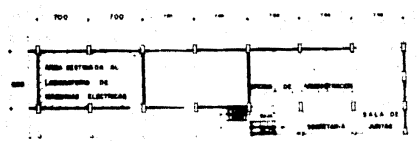
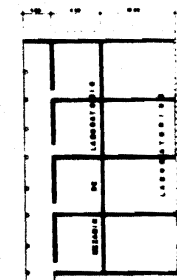
**SIMBOLOGIA**

- TUBERIA ETAPA
- - - TUBERIA FUTURO
- REGISTRO ELECTRICO

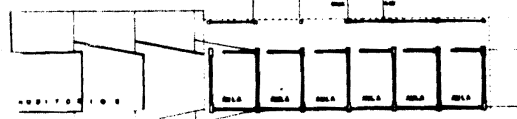
<b>UNAM</b>	FACULTAD DE INGENIERIA
	ALIMENTADORES
	<b>U A E M</b>
	TESIS PROFESIONAL



SEGUNDO NIVEL REPTAL



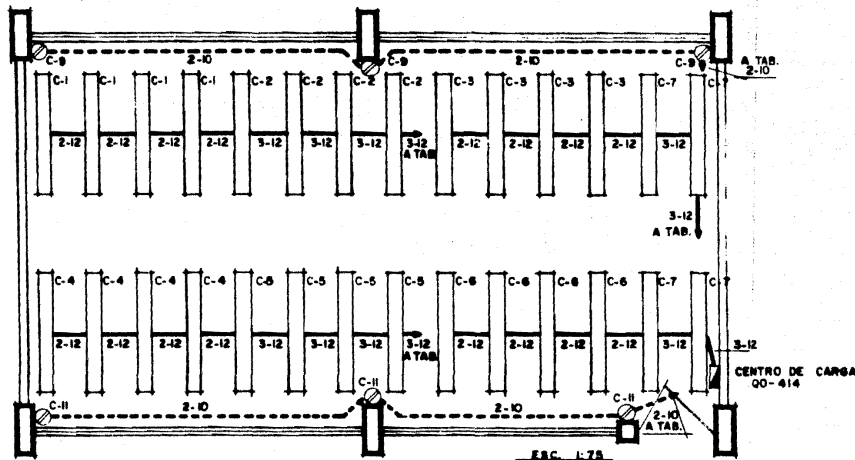
PLANTA BASE REPLAZADO








PRIMERO NIVEL REPTAL

<b>U N A M</b>	FACULTAD DE INGENIERIA
	AREA PARA EL
	LABORATORIO MAQ. ELEC.
	<b>U A E M</b>
	TESIS PROFESIONAL





### SIMBOLOS

-  LAMPARA FLUORESCENTE 2x74 W.
-  CONTACTO MONOFASICO 110 V.
-  CENTRO DE CARGA S.D. QO414.
-  TUBERIA POR TECNO O MURO.
-  TUBERIA POR PISO.

NOTA: LA TUBERIA DE DIAMETRO NO INDICADO ES DE 13mm.

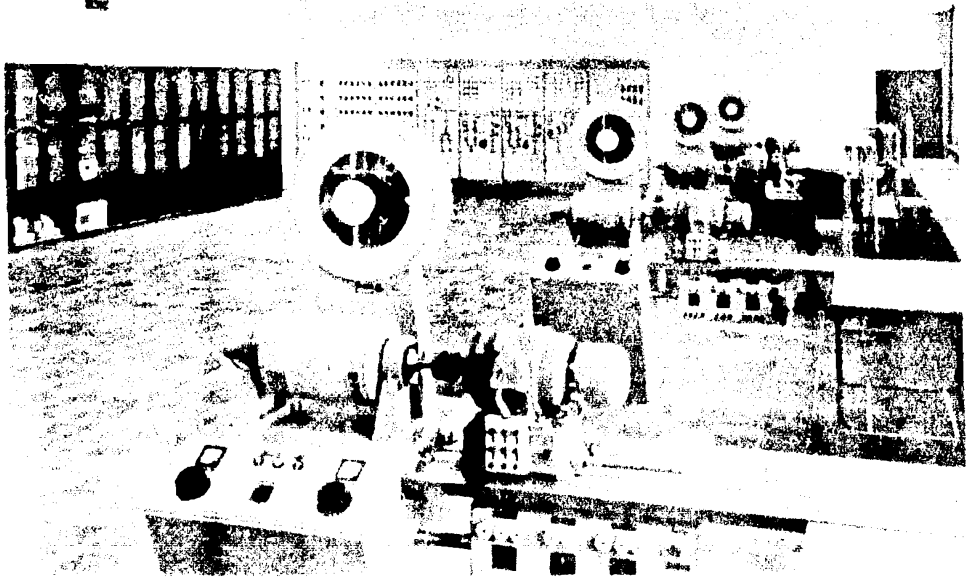
DESBALANCED ENTRE FASES.

$$\frac{2400 - 2350}{2400} \times 100 = 2.08$$

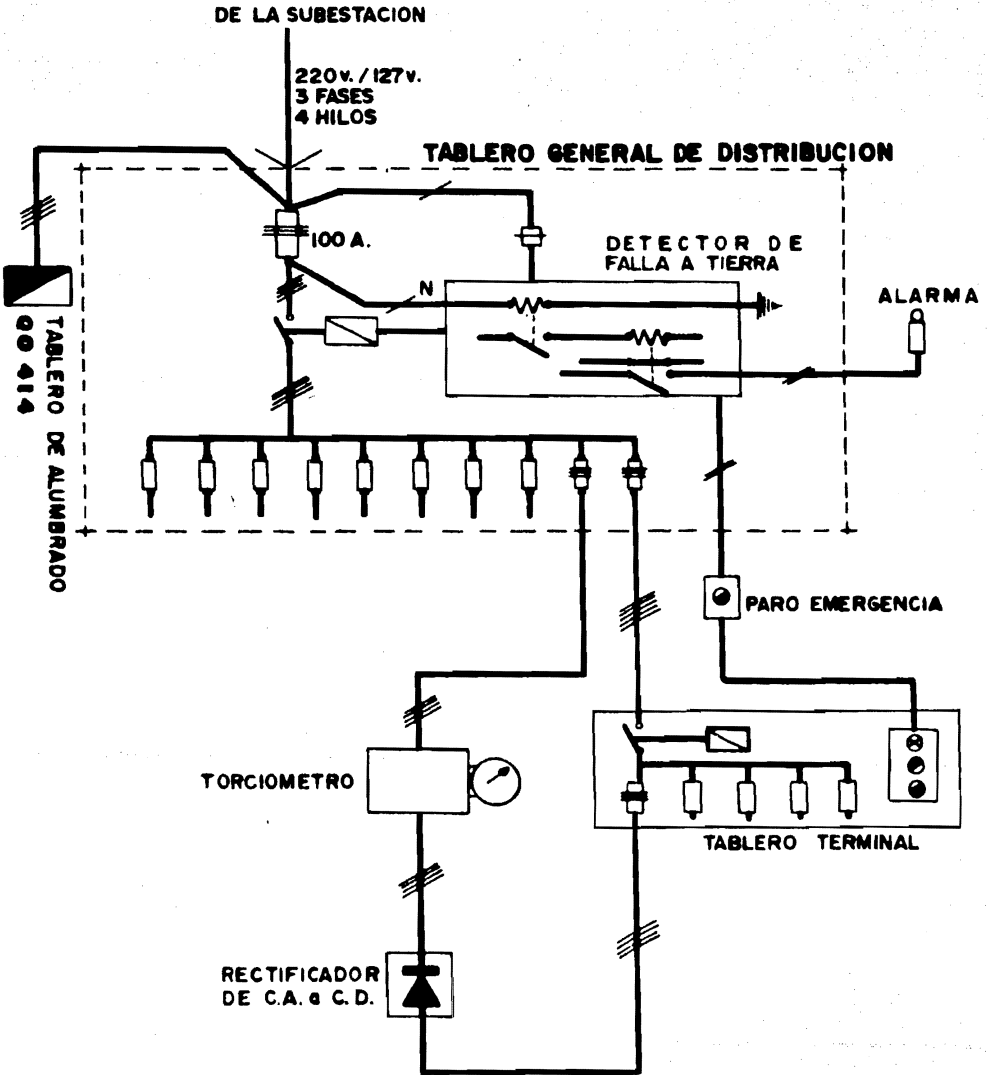
CENTRO DE CARGA QO-414, 3F, 4H.

CIR.	LAMPARA		TOTAL WATTS	F A S E S			INT. AMP.
	2x74 W.	250 W.		A	B	C	
1	4		800	800			1 x 20
2	4		800	800			1 x 20
3	4		800		800		1 x 20
4	4		800		800		1 x 20
5	4		800			800	1 x 20
6	4		800			800	1 x 20
7	4		800	800			1 x 20
8	RESERVA						
9	RESERVA	3	750		750		1 x 20
10	RESERVA						
11	RESERVA	3	750			750	1 x 20
12	RESERVA						
13	RESERVA						
14	RESERVA						
TOTAL	28	6	7100	2400	2350	2350	

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	PROYECTO DE ALUMBRADO
	LABORATORIO MAQ. ELEC.
	<b>U A E M</b>
	TESIS PROFESIONAL



# DISTRIBUCION DE FUERZA DIAGRAMA UNIFILAR



pasa a un contactor general de control que se puede operar - manualmente desde el tablero principal ó desde unas estaciones remotas de paro de emergencia y automáticamente desde un detector de falla a tierra (100 m.a.) localizado en el tablero general de distribución. Posteriormente del contacto alimentamos una serie de interruptores termomagnéticos derivados que controlan y protegen los circuitos secundarios correspondientes a: Tablero Terminal, Torciómetro y Rectificador C.A. a C.D.

El tablero terminal cuenta con protecciones y salidas adecuadas por lo que respecta a la cantidad y características para la realización de las prácticas de laboratorio de máquinas eléctricas correspondientes.

Con el diagrama unifilar de distribución de fuerza y el plano de Localización de equipos puede comprenderse con mayor facilidad lo anterior.

#### d).- Iluminación

##### - CONSIDERACIONES SOBRE ILUMINACION APLICADA -

El ojo humano es un instrumento muy adaptable.- Con algún esfuerzo se puede leer un periódico a la luz de la luna,

---

NOTA: Los elementos como son vóltmetro, amperímetro, reostatos, etc. no se toman en cuenta para la lista anterior ya que únicamente se considera equipo de consumo importante de energía.

y con cierta molestia se puede leer el mismo periódico a plena luz del sol. - La luz de la luna proveería solamente  $1/100$  de pies-bujía sobre la página, mientras que un sol de verano podría proveer 10,000 pies-bujías.- Esta es una variación un millón a uno en el nivel de iluminación. Sin embargo, no es aconsejable tratar de ver en condiciones críticas sobre una gama tan amplia de iluminación.- En un día soleado de verano a pocas personas les gustaría leer un libro con una iluminación de 10,000 pies-bujías sobre la página, pero podrían leerlo cómodamente a la sombra de un árbol, donde el nivel de iluminación sería aproximadamente 500 pies-bujías.

En las aplicaciones de la iluminación, es necesario considerar no sólo la cantidad de luz requerida sino también su calidad. Dos requisitos para obtener buena calidad de iluminación son la eliminación del deslumbramiento y la presencia de un adecuado grado de contraste dentro de la tarea que se realiza. Otro aspecto de la calidad de iluminaciones es la estética. Se usan varios métodos para determinar la cantidad de iluminación que se necesita para satisfacer de la mejor manera posible requisitos específicos.

A continuación vamos a resumir los pasos que se siguen en la elaboración de un proyecto de iluminación.

- 1.- Análisis de las necesidades de iluminación.
- 2.- Establecer el nivel de iluminación más aconse-

jable en pies-bujías o lux.

- 3.-Decidir la fuente de iluminación.
- 4.-Seleccionar el color de la luz emitida por la lámpara.
- 5.- Seleccionar el artefacto adecuado.
- 6.- Decidir la altura de montaje.
- 7.- Estimar las condiciones de mantenimiento.
- 8.- Medir ó estimar la reflexión.
- 9.- Determinar la relación del local.
- 10.- Determinar el factor de mantenimiento.
- 11.- Determinar el coeficiente de utilización.
- 12.- Calcular el número de artefactos requeridos.
- 13.- Determinar el espaciamiento máximo entre artefactos.
- 14.- Hacer un plano de distribución de los artefactos.

Procediendo el desarrollo de los puntos anteriores.

- 1.- Es obvio la necesidad de iluminación en el laboratorio ya que se tiene la necesidad de trabajar aún después de haberse obscurecido.
- 2.- El nivel de iluminación aconsejable para este caso de acuerdo a las tablas recomendadas por la sociedad de Ingeniería de Iluminación es de 1000 luxes.
- 3.- La fuente más aconsejable es la fluorescente - slim-line ya que la incandescente tiene la desventaja en este caso de crear reflexión y un mayor consumo de carga y la mercurial no se cuenta con una altura de montaje idónea para dicho tipo de fuente luminosa.

- 4.- El color de la luz emitida por la lámpara fluorescente se requiere que sea la blanca ó blanca cálida, por que es la de mayor eficiencia - en cuanto a cantidad y en calidad no es importante, pues los tonos no son importantes para este caso.
- 5.- El artefacto debe ser del tipo de empotrar, -- pues existirá un plafón falso en el laboratorio según datos proporcionados por la propia - U.A.E.M. y de preferencia de 8 pies de longitud ya que 2 lámparas de 4 pies importan un -- valor mayor que una de 8 pies, por lo tanto se rá un artefacto de 2 x 74 w. tipo embutir con acrílico K-5 como difusor.
- 6.- La altura de montaje será de 2.60 mts. (este - dato fué proporcionado por la U.A.E.M.)
- 7.- , 8.-m 9.-, 10.- y 11.- Estos puntos se encuentran ligados con la siguiente tabla:

Con la tabla anterior encontramos que podría escoger para un coeficiente de mantenimiento igual a 0.65 y un coeficiente de utilización igual a 0.5 ya que son unos valores conservadores y adecuados para este caso.

- 12.- Para el cálculo del número de artefactos entramos a la siguiente fórmula:

$$\text{No. de artefactos} = \frac{\text{Luxes} \times \text{ancho cuarto} \times \text{largo cuarto (en mts.)}}{\text{Lámparas/artefacto} \times \text{lúmenes/lámpara} \times \text{C.U.} \times \text{C.M.}}$$

de donde:

$$\text{Luxes} = 1000$$

$$\text{Ancho cuarto} = 8 \text{ mts.}$$

$$\text{Largo cuarto} = 14 \text{ mts.}$$

$$\text{Lámparas/artefacto} = 2$$

$$\text{Lúmenes/lámpara} = 6100$$

$$\text{C.U.} = 0.5$$

$$\text{C.M.} = 0.65$$

por lo tanto:

$$\text{No. de artefactos: } \frac{1000 \times 8 \times 14}{2 \times 6100 \times 0.5 \times 0.65} = 28.25$$

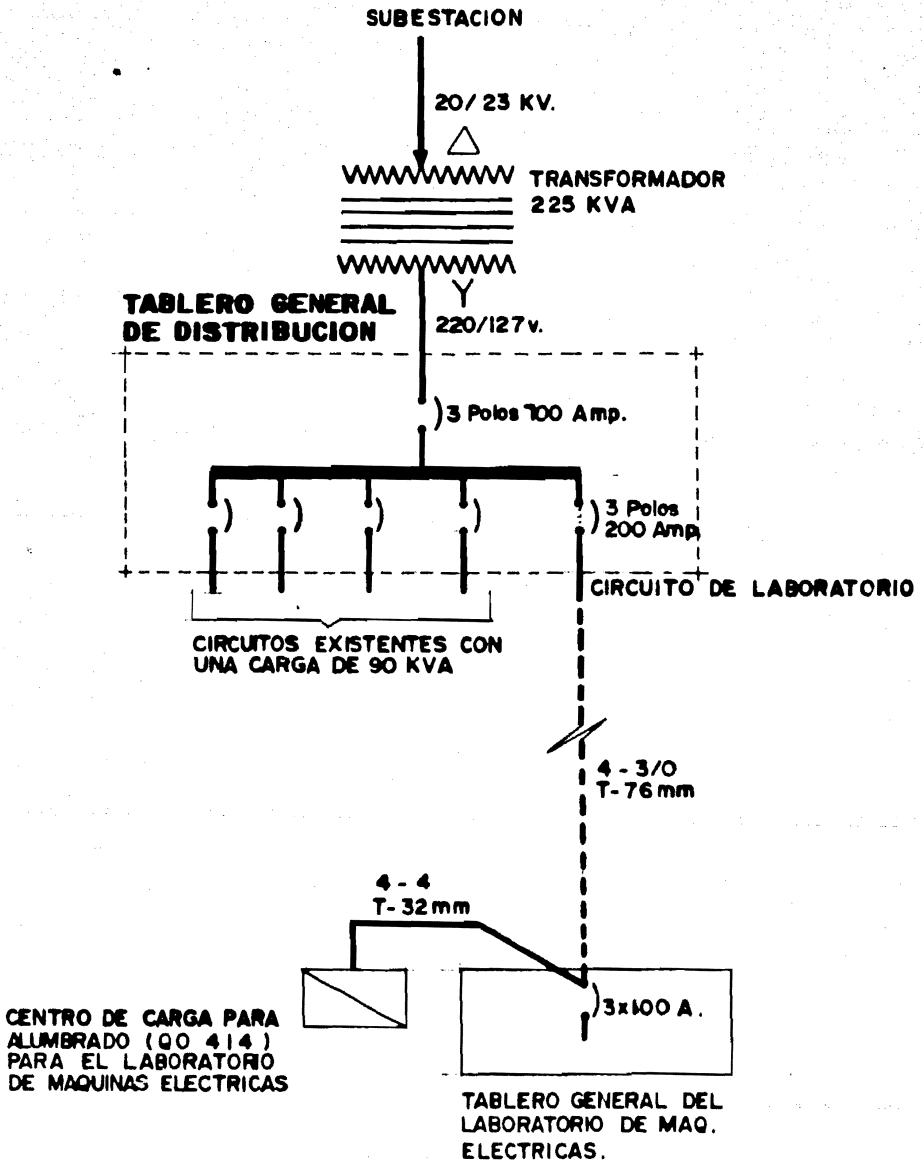
Siendo el No. de artefactos 28

- 13.- El espaciamiento máximo permitido será de 1.22 por la altura de montaje que es de 2.40 mts. - siendo este de  $EM = 1.22 \times 2.40 = 2.928$  mts. en contrandose en el siguiente plano de distribución un espaciamiento máximo de 1.60 mts.

- 14.- Croquis de distribución y proyecto eléctrico. Se pueden ver en plano adjunto.



# DIAGRAMA UNIFILAR



e).- Alimentadores

El alimentador de energía eléctrica que satisface - las necesidades para el laboratorio de Máquinas Eléctricas de - be considerar las cargas por instalarse por lo que se refiere a iluminación y fuerza, (7100 W y 25 KVA respectivamente) y - la distancia desde la fuente suministradora (subestación) al - centro de carga del laboratorio.

e-1 Carga Total

$$\text{Iluminación: } I = \frac{W}{1.73 \times E \times FP}$$

I = Amperes

W = Watts

E = Voltaje

FP = Factor de potencia

En donde:

W = 7100 Watts

E = 220 Volts

FP = 0.9

Por lo tanto:

I = 20 Amp.

$$\text{Fuerza: } I = \frac{\text{KVA} \times 1000}{1.73 \times E}$$

Sustituyendo valores:

I = 65 Amp.

Encontramos que tenemos una corriente a plena carga

de 85 amp.

### e-2 Trayectoria del alimentador

En el plano de alimentadores se escogió la ruta mostrada, primero porque es posible aprovechar ductos existentes disponibles y segundo porque es la distancia más corta sin afectar área con posibilidad de ampliación. Observamos que la longitud del alimentador según la trayectoria mostrada es de 200 mts. desde la subestación donde se localizan espacios disponibles en el tablero general de distribución de fuerza para un interruptor de 3 polos 200 amp. de capacidad, hasta el tablero de control del laboratorio de máquinas eléctricas.

### e-3 Cálculos de Conductor

De acuerdo a las tablas del fabricante (Conductores Monterrey) la capacidad de conducción de un cable calibre # 2 forro THW, vinanel 900 en tubo conduit de asbesto de 76 mm. de diámetro es de 120 amp. y teniendo una corriente a plena carga de 85 amp., la cual se modifica por el factor de agrupamiento que es de 1.25 ya que el alimentador se compone de 4 hilos, por lo que tendremos una corriente para cálculo de  $85 \times 1.25 = 106.25$  amp., el factor de temperatura es igual a la unidad por el clima imperante en la ciudad de Toluca.

Analizamos la caída de voltaje en nuestro alimentador debiendo ser menor del 4% según reglamento de Obra e Instalación Eléctrica de la S.I.C. D.G.E., encontramos un factor de caída según las tablas del fabricante (Conductores-

Monterrey) de 0.0425 para cable # 2 que multiplicado por la distancia en metros nos da el porciento de caída directamente  $0.0425 \times 200 = 8.5\%$  mayor que 4%, por lo que tendremos que -- cambiar calibre de conductor a uno mayor que sería el calibre 2/0 que tiene como factor de caída según las tablas del fabricante (Conductores Monterrey) 0.0215 que multiplicado por la distancia en metros nos da el porciento de caída directamente  $0.215 \times 200 = 4.3\%$  mayor que 4% de donde vemos que -- nuestro alimentador será de 4 cables calibre 3/0 forro THW -- vinanel 900 alojado en tubería conduit de asbesto cemento de 76 mm. con capacidad de conducción de 106.25 amp. y una caída de voltaje menor del 4%.

El diámetro escogido para la tubería que aloja el alimentador es de 3" en virtud de que no existe en el mercado tubería de asbesto cemento de menor diámetro, pues es posible alojar el alimentador de 4 cables calibre 3/0 forro THW vinanel 900 en tubería conduit de asbesto cemento de 63 mm. de diámetro, - dejando libre el 60 % de sección de área según el reglamento de obra e instalación eléctrica de la S.I.C. D.G.E.

#### f) .- Análisis Económico

Para el análisis económico haremos una división de costos de acuerdo a:

#### PARTIDA 1 - EQUIPO

1-1 Torciómetro

1-2 Rectificador

1-3 Máquina de C.D.

1-4 Máquina Sincrona

1-5 Motor de Inducción

1-6 Transformador Monofásico

1-7 Transformador Trifásico

el equipo anterior es de la marca Esselte Studium (ASEA, S.A.)

y tiene un costo de ..... \$ 305 200.00

1-8 Equipo de medición: Voltímetros, amperímetros, Wattme---

tros, termopares, etc. etc. de acuerdo a la lista de la

página 66, tiene un costo de . . . . . \$ 92 400.00

1-9 Material menor de trabajo, como son resistencia, poten--

ciómetros, reostatos, cable de conexiones con conectores

en sus extremos, etc., lo anterior tiene un costo de . .

..... \$ 12 880.00

1-10 Tableros: Tablero general de distribución, tablero ter-

minial de trabajo, estaciones de control y alarma. Este-

equipo es de la marca Esselte Studium (ASEA, S.A.) y tie

ne un costo de . . . . . \$ 99 400.00

NOTA: El tablero general de distribución podrá alimentar a -

un máximo de 5 equipos en condiciones normales.

**PARTIDA 2 - INSTALACION DE FUERZA**

Instalación del equipo considerando tuberías con---  
duit galvanizada pared gruesa, alimentadores con cable forro-  
THW, caja registros de aluminio fundido tipo condulet y mate-  
riales de la. calidad, así como mano de obra de acuerdo al --  
plano del inciso c). de este capítulo .

Lo anterior tiene un costo de . . . . \$ 124 768.00

**PARTIDA 3 - INSTALACION DE ALUMBRADO**

Suministro e instalación de equipo de alumbrado, --  
canalización y centro de carga incluyendo Equipo, materiales-  
y mano de obra según plano del inciso d) de este capítulo.

Lo anterior tiene un costo de . . . . \$ 48 608.00

**PARTIDA 4 - ALIMENTADORES**

Tendido de alimentadores considerando cable forro -  
THW, tubería de asbesto cemento, registros de mampostería, in-  
terruptor para la protección y control del alimentador, mate-  
rial menor y mano de obra según inciso e) de este capítulo.

Lo anterior tiene un costo de . . . . \$ 135 520.00

**COSTO TOTAL . . . . . \$ 818 776.00**

## C O N C L U S I O N E S

Los estudios e investigaciones realizados para desarrollar el proyecto de la construcción del laboratorio de Máquinas Eléctricas, objeto de esta tesis, serán de gran utilidad para la planeación del mismo.

El objetivo principal de esta tesis fué el tratar - de dar al futuro laboratorio un toque de funcionalidad en todos sus aspectos (en base a estudios, consultas y visitas hechas a Universidades y Tecnológicos) tanto en equipo, adquisición y disposición del mismo; todo ésto en base a una población escolar actual y futura.

En lo referente a las prácticas de Máquinas Eléctricas, hemos tratado de reorganizar las que se imparten actualmente en la U.N.A.M., de acuerdo al plan de estudio de la - - U.A.E.M., con lo cual creemos, tendrá un mayor aprovechamiento el alumnado de esa casa de estudios.

## BIBLIOGRAFIA

**"Probabilidad y Estadística para Ingenieros "**

**Autor: Irwin Miller**

**John E. Freuna**

**"Máquinas Electromagnéticas y Electromecánicas"**

**Autor: Leander W. Watsch**

**"Apuntes de Laboratorio de Máquinas Eléctricas "**

**Autor: Ing. G. Aguilar Campuzano**

**"Corriente continua" Tomo I**

**"Corriente Alterna" Tomo II**

**Autor: Chester L. Dawes**

**"Phelps Dodge, Pycsa, S.A."**

**Manual Eléctrico**