

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

**ANTEPROYECTO EN UN LABORATORIO DE
INGENIERIA ELECTRICA PARA LA
FACULTAD DE QUIMICA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N

J. ANTONIO ALCANTARA G. PINEDA
SANTIAGO AREVALO DE LA GARZA
ALFONSO FRAGOSO HERNANDEZ
J. JESUS HUGO RIOS PORRAS

MEXICO, D. F.

1 9 7 3

M. 165520



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

CLAS. Tesis
AÑO 1973
FECHA 1973
PRGC M. t. 10
S



QUÍMICA

AL ING. VICTOR PEREZ AMADOR

POR TODA SU AYUDA BRINDADA

PARA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

AL ING. ARTURO MORALES COLLANTES
AGRADECIENDOLE TODA SU COLABORACION

A TODOS NUESTROS COMPAÑEROS
Y AMIGOS
POR SU AMISTAD BRENDA

A LUZ MA. SALMEAN

A ANTONIO SOLIS

I N D I C E

INTRODUCCION.

I.- PROGRAMA DE PRACTICAS Y EQUIPO NECESARIO.

II.- CARACTERISTICAS DEL EQUIPO EN LA INSTRUCCION
MASIVA.

III.- CARACTERISTICAS DEL RECINTO.

IV.- INSTALACIONES.

V.- ESTUDIO ECONOMICO.

VI.- CONCLUSIONES.

I N T R O D U C C I O N

Siendo la Ingeniería Eléctrica una de las Ingenierías auxiliares con que cuenta el Ingeniero Químico, es conveniente que el futuro Ingeniero Químico tenga un mejor conocimiento de dicha Ingeniería, tanto en la teoría como en la práctica.

En la Facultad de Química no se cuenta con un laboratorio apropiado para llevar a cabo las prácticas correspondientes a esta materia, ya que en los semestres anteriores las prácticas se realizaban en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería, el cual presentaba muchas limitaciones, contándose entre ellas, las referentes al equipo, el cual está enfocado a los planes de estudio de dicha Facultad y no se cubrían totalmente las necesidades de las prácticas que se pretendían dar en la carrera de Ingeniería Química.

Pretendiendo solucionar este problema, se creó la idea de este anteproyecto, el cual está enfocado hacia una instrucción masiva, tratando de que un número mayor de alumnos puedan capacitarse para la realización de experiencias o pruebas en los aparatos, máquinas y sistemas eléctricos.

PROGRAMA DE PRACTICAS DE INGENIERIA ELECTRICA.

Para Ingeniería Eléctrica I:

Práctica 1. Observación y medición de un voltaje alterno.

Práctica 2. Medición de corriente alterna.

Práctica 3. Cálculo de los valores de los tres elementos básicos de un circuito.

Práctica 4. Construcción del diagrama de fasores y determinación del ángulo de fase de un circuito R-L-C en serie con sus tres casos.

Práctica 5. Construcción del diagrama de fasores y determinación del ángulo de fase de un circuito R-L-C paralelo con sus tres casos.

Práctica 6. Conexión de la fuente. (voltajes y corrientes trifásicos).

Práctica 7. Medida de la potencia en un sistema monofásico.

Práctica 8. Medida de la potencia en un sistema trifásico.

Para Ingeniería Eléctrica II.

Práctica 1. Trazo de las curvas Par, Potencia y Eficiencia, por el método del electrodinamómetro.

Práctica 2. Trazo de las curvas saturación en vacío y de carga en generadores de corriente continua.

Práctica 3. Trazo de las curvas velocidad-carga para los motores de corriente continua.

Práctica 4. Control de velocidad de los motores de corriente continua.

Práctica 5. Conexión de transformadores para un sistema trifásico.

Práctica 6. Descripción de los sistemas de arranque.

Práctica 7. Realización de un circuito en un arrancador.

Práctica 8. Sensores.

DESCRIPCION DE LAS PRACTICAS:

PRACTICA No. 1

Observación y Medición de un voltaje alterno

Objetivos:

- 1.- Conocimiento y manejo del osciloscopio de rayos catódicos.
- 2.- Observación de la onda de voltaje alterno.
- 3.- Medida del valor del voltaje máximo y cálculo del voltaje eficaz.
- 4.- Usos del voltímetro, conexión y precauciones.

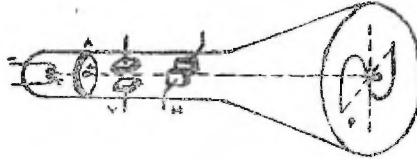
Descripción:

El osciloscopio que se utilizará en esta práctica es el de rayos catódicos, debido a que registra frecuencias más exactas que el osciloscopio electrónico.

Este osciloscopio tiene dos sistemas de placas, las V que producen una desviación vertical y las H que producen una desviación horizontal. Si el campo eléctrico en cada sistema es nulo se produce una mancha luminosa en el centro de la pantalla fluorescente P. Pero si en V y en H se aplican simultáneamente dos voltajes variables, la mancha luminosa describirá una trayectoria cuya forma dependerá de la relación entre ambos voltajes.

En su principal aplicación el osciloscopio se emplea para estudiar la onda de una corriente alterna. En este caso en H se aplica un voltaje que aumenta uniformemente desde cero hasta un valor máximo, volviendo rápidamente a cero para aumentar de nuevo, de modo que el desplazamiento horizontal es un movimiento uniforme. En V se aplica el voltaje cuyas variaciones se estudian.

En la siguiente figura se representa el osciloscopio de rayos catódicos.



El voltímetro. Instrumento del tipo electrodinámico, consta de dos bobinas, una de ellas es fija y la otra móvil y fija al eje y la aguja. El par que mueve la aguja es producido por la reacción entre los campos magnéticos de las dos bobinas.

Estos voltímetros de tipo electrodinámicos suelen tener las dos bobinas conectadas en serie una con otra y también en serie con una resistencia y están conectados en derivación o paralelo con la línea.

La bobina móvil no se construye para soportar una corriente muy intensa, porque debe ser ligera y de construcción delicada para poder obtener la exactitud adecuada.

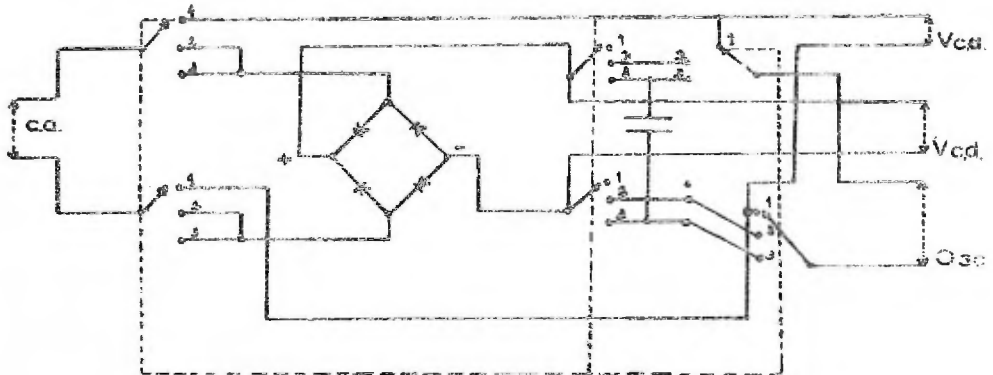
El circuito de un voltímetro tiene una gran resistencia, si R es su resistencia, la corriente que pasa por él es $I=V/R$, siendo V el voltaje medido. Como la desviación debe siempre producirse por una corriente muy débil, es preciso que R sea muy grande.

Es necesario tener antecedentes de que régimen de voltaje tiene el circuito en el que se trabaja, ya que depende de este rango, que puede ir desde fraccio

nes de volts, hasta centenas de volts, la escala a escoger sin tener peligro de usar una escala equivocada que nos pueda conducir a errores tales como no poder leer en el instrumento, ya que la escala es muy grande para el rango de voltaje en trabajo, o usar una escala muy pequeña con voltajes altos y llegar a quemar el instrumento.

Desarrollo:

Constrúyase el circuito como se muestra en la figura:



Ya que se ha construido el circuito procedase a conectarlo:

1.- Cuando se cierra el circuito en el 1º punto obtendremos una lectura directamente en el voltímetro de corriente alterna de 120 volts y ajustando debidamente los controles del osciloscopio observaremos en la pantalla una onda senoidal (fig. 1).

2.- Pasando los interruptores al 2º punto observaremos que el rectificador de onda completa pasa a ser parte del circuito, observándose en la pantalla del osciloscopio una onda -

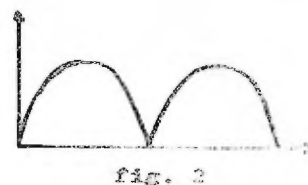
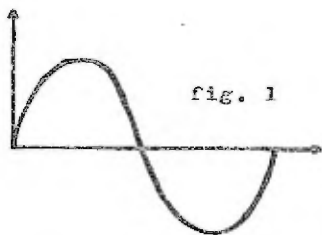
como la mostrada en la fig. 2 y obtendremos una lectura de 120 volts en el voltímetro de corriente directa.

3.- Pasando ahora los interruptores al 3º punto se observará en el diagrama que el capacitor pasa a ser parte del circuito, obteniéndose en el voltímetro de corriente directa una lectura de 169.2 ($120/\sqrt{2}$) que es el voltaje eficaz y se observará en la pantalla del osciloscopio las crestas unidas por el potencial del capacitor (fig. 3).

4.- Comprobación:

$$V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

Con este valor de voltaje eficaz calculado comprobaremos después con un instrumento de corriente alterna este valor, siendo estos dos valores (V_{ef} , V leído con voltímetro de corriente alterna) iguales.



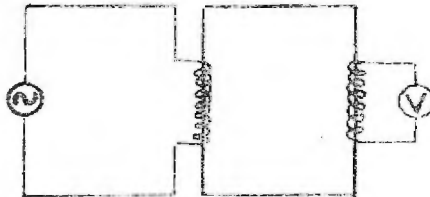
Recomendaciones:

Para conectar el osciloscopio a la fuente de voltaje que se desea observar es conveniente emplear un cable adecuado, según instructivo del osciloscopio.

No debe tocarse ninguna parte del osciloscopio salvo los controles del panel, mientras no se hayan desconectado los dos lados de la línea de suministro y las dos terminales de los conductores de alto voltaje que se hayan puesto provisionalmente a tierra para asegurar su descarga completa.

Cuando se use el osciloscopio cerca de aparatos industriales y maquinaria, deberá mantenerse el instrumento lo más alejado posible de las piezas que puedan producir campos magnéticos o electrostáticos intensos, así como de cables o barras colectoras que soporten corrientes intensas o voltajes elevados, ya que cualquiera de estos elementos pueden producir desviaciones del trazo y trastornar las observaciones de los voltajes que se quieran estudiar.

Cuando se tienen tensiones mayores de 220 volts se efectúan las mediciones por medio de un transformador llamado de instrumento. En el transformador se aplican las leyes de Faraday y de Lenz; por ejemplo se tiene un circuito:



$$\mathcal{E}_1 = - N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = - N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

donde \mathcal{E} = fuerza electromotriz inducida y N = número de vueltas, si dividimos estas dos ecuaciones no queda:

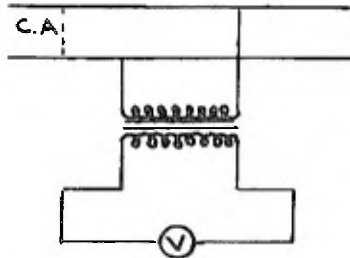
$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

por ley de Lenz \mathcal{E}_1 = voltaje proporcionado por la fuente.

En un transformador por donde entra el voltaje se le llama primario y por donde sale se le llama secundario.

$$\frac{N_1}{N_2} = \text{relación de transformación}$$

El transformador lo conectamos de la forma siguiente:



El uso y acoplamiento del transformador para me diciones de alto voltaje es permanente, es decir, la insta lación es fija: se debe colocar en un lugar poco accesi - ble ya que es peligroso el acercarse pues se tienen tensio nes muy grandes si el operario hace contacto con el trans - formador puede formar parte del circuito; es necesario to mar toda clase de precauciones tales como conectar el ins-

trumento siempre en líneas muertas.

La interpretación de la lectura del voltímetro sería $V = L \times N$ que sería el voltaje real de la línea, en donde:

L= lectura en el instrumento

N= relación de transformación

Equipo:

- a) Un osciloscopio de rayos catódicos
- b) Un voltímetro de corriente directa (200 volt)
- c) Un voltímetro de corriente alterna
(200 volts)
- d) Un tablero con: rectificador, selector 6 polos, 3 tiros, capacitor 100 μ f
- e) Un transformador de instrumento (de potencial)

PRACTICA No. 2

Mediciones de corriente alterna

Objetivos:

- 1.- Mediciones de corrientes alternas
- 2.- Medición de la resistencia
- 3.- Cálculo de la corriente
- 4.- Conexión del amperímetro

Descripción:

Cálculo de la corriente (I). Se conocen de la práctica anterior los valores de voltaje máximo ($V_{m\acute{a}x}$) y voltaje eficaz (V_{ef}). Por lo tanto, la onda de corriente circulante tendrá estos valores:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{R} \dots (1) \quad I_{ef} = \frac{V_{ef}}{R} \dots (2)$$

sabemos que :

$$V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} \dots (3)$$

sust. (3) en (2):

$$I_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2} \cdot R} \dots (4)$$

finalmente:

$$I_{ef} = \frac{I_{m\acute{a}x} R}{\sqrt{2} R} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$$

El valor de corriente eficaz (I_{ef}) calculado debe ser igual al valor leído en el amperímetro ya que, - los instrumentos de medición para corriente alterna nos - dan los valores eficaces. Para que el valor no varíe, hay que procurar no esperar a que se caliente la resistencia.

Conexión del amperímetro. En principio, el am

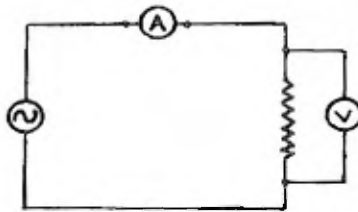
perímetro es igual al voltímetro, sólo se hacen las bobinas con la resistencia y el número de vueltas adecuado para cada caso. Las bobinas de los amperímetros de corriente alterna se componen por lo general de unas cuantas vueltas de alambre grueso, y están conectadas en serie con la carga o con el secundario de un transformador de intensidad de corriente.

Medición de la resistencia. Se puede efectuar por cualquier método conocido; para resistencias

Menores de un Ohm	con amperímetro y milivoltímetro	con puente de Kelvin
de un Ohm a un MegaOhm	con un voltímetro y un amperímetro ó miliamperímetro	con puente de Wheatstone
Millones de Ohms		con Megher

Desarrollo:

Se escoge una resistencia entre 10 y 1000 Ohms - dependiendo de la magnitud de esta, se escogen los instrumentos adecuados conectándolos de la siguiente forma:



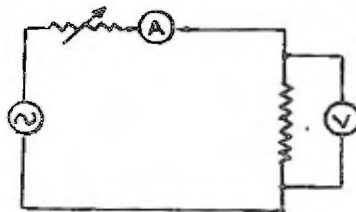
Por Ejemplo:

Si se escoge una resistencia de 20 Ohms, tenemos que hay un voltaje de 120 volts, calculamos el valor de la corriente.

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{sust. valores: } I = \frac{120}{20} = 6 \text{ Amperas}$$

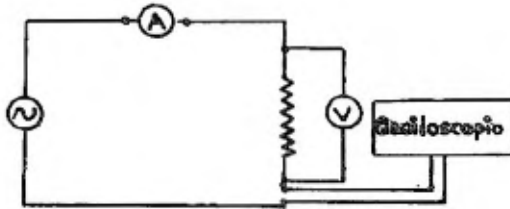
Por lo tanto en el circuito colocaremos un amperímetro con un rango de corriente entre 0 y 10 Amperas.

En el caso de que se desconociera el valor de la resistencia, para no correr el riesgo de quemar el amperímetro conectamos al mismo circuito un reóstato (resistencia variable), como se muestra:



Calcúlese el valor de la corriente máxima utilizando para ello el voltaje máximo leído en el voltímetro y el valor de la resistencia utilizada. Sustituyendo estos valores en las fórmulas adecuadas calcule la corriente eficaz ($I_{ef.}$), debiendo ser este valor igual al leído en el amperímetro.

para observar la onda de corriente haga la conexión del osciloscopio al circuito, de la manera siguiente:

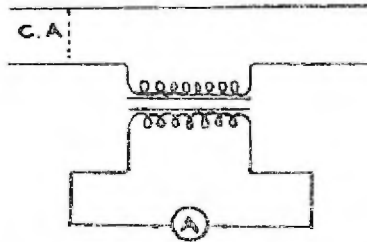


Recomendaciones:

1.- Para que el valor de corriente no varíe al efectuar la lectura en el instrumento hay que procurar no esperar a que se caliente la resistencia.

2.- Es necesario tener antecedentes del rango de intensidades de corriente que tiene el circuito en el que se quiere trabajar ya que de esto depende la escala a escoger sin tener peligro de equivocación que puede conducir a errores tales como usar una escala muy grande y no poder tomar la lectura, o al escoger una escala pequeña y llegar a descomponer o inclusive quemar el instrumento de medida.

Quando se tienen intensidades fuertes de corriente la medida se efectúa por medio de un transformador de corriente que se conecta a la línea de la siguiente forma:



El transformador detecta la intensidad de corriente y manda por el secundario al aparato un submúltiplo de ella.

$$\text{Potencia 1} = \mathcal{E}_1 I_1 = \text{Potencia 2} = \mathcal{E}_2 I_2$$

Entonces la relación de transformación nos queda:

$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

La interpretación de la lectura en el amperímetro conectado por medio de transformador sería:

$I = L \times N$, que sería la intensidad real en la línea donde:

L = lectura en el amperímetro

N = relación de transformación

El uso, acopleamiento y precauciones de manejo, del instrumento para medidas de grandes intensidades de corriente, al igual que de altos voltajes, son muy importantes.

ya que en el secundario del transformador se cuentan con - altas tensiones, por lo tanto nunca hay que abrir el circuito de éste cuando se encuentre en operación, cosa que es muy importante, pues es conocido que el devanado que baja la intensidad de corriente de un transformador, proporcionalmente sube el voltaje.

En el caso del transformador de instrumento, el - secundario tiene una reactancia alta en donde cee el voltaje inducido, por lo que este transformador es capaz de trabajar con su circuito secundario.

Observaciones:

1.- Se observará la onda de corriente usando el - mismo osciloscopio de la práctica No. 1.

2.- El amperímetro se conecta en serie siempre intercalado el circuito, esto es cuando se tienen intensidades de corriente bajas o normales.

3.- El voltímetro se conecta una de sus terminales en un punto del circuito y el otro punto en el otro sin interrumpir el circuito.

Equipo:

- 1.- Un amperímetro C.A. = 10 Amp.
- 2.- Un voltímetro C.A. = 200 Volts
- 3.- Un miliamperímetro = 500 mA
- 4.- Un milivoltímetro = 500 mV
- 5.- Puente de Kelvin
- 6.- Puente de Wheatstone
- 7.- Megher
- 8.- Resistencias entre 10 y 1000 Ohms
- 9.- Osciloscopio

Equipo opcional:

- 1.- Un transformador de corriente para instrumento.

PRACTICA No. 3

Cálculo de los valores de los tres elementos básicos de un circuito, resistencia R, inductancia L y capacitancia C.

Objetivos:

- 1.- Cálculo de los valores de los tres elementos básicos de un circuito, R, L, C.
- 2.- Construcción de los tres circuitos de corriente alterna.

Descripción:

Para la resistencia, en un circuito elemental:

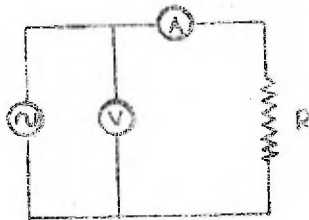


Fig. 1

Con los valores leídos en el voltímetro y el amperímetro, tenemos por la Ley de Ohm que:

$$V = RI; \text{ y de esto : } R = \frac{V}{I}$$

quedándonos R en Ohms.

Sabiendo que en la resistencia, el voltaje y la corriente se encuentran en fase.

Para la resistencia y la inductancia de una bobina usamos un voltímetro y un amperímetro:

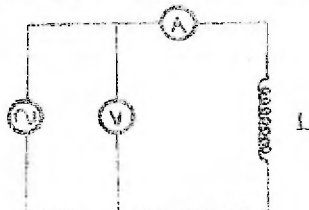


Fig. 2

Sabemos:

$$I = \frac{V}{X_L} \quad ; \quad \text{donde} \quad X_L = 2\pi fL.$$

Conociendo los valores de I y $V_{\text{máx}}$ leídos en los instrumentos, nos queda:

$$X_L = 2\pi fL = \frac{V}{I}$$

Conociendo el valor de la frecuencia f , podemos despejar L , quedando este valor en milihenrys:

$$L = \frac{V}{2\pi fI}$$

Sabiendo que la corriente en una bobina se encuentra con un retraso de 90° con respecto al voltaje.

Para conocer el valor de la reactancia y la capacidad de un capacitor, se usan nuevamente un amperímetro y un voltímetro.

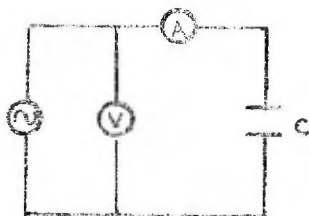


Fig. 3

Sabemos:

$$I = \frac{V}{X_C} \quad ; \quad \text{donde} \quad X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

Conociendo los valores de I y V , leídos en los instrumentos, tenemos:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{V}{I}$$

Conociendo el valor de la frecuencia f , podemos despejar C , quedando este valor en Farads:

$$C = \frac{I}{2\pi fV}$$

Sabiendo que la corriente en los capacitores se en cuenta adelantada 90° con respecto al voltaje.

Desarrollo:

1.- Cálculo de la resistencia. Para calcular el valor de la resistencia, construyase el circuito como se indica en la fig. 1, obtengase las lecturas en el voltímetro y amperímetro y con estas calcúlese el valor de R.

2.- Cálculo de la reactancia y la inductancia de una bobina. Valiéndose del mismo circuito, únicamente cambiando la resistencia por una bobina nos quedará un circuito como se indica en la fig. 2. Obténgase nuevamente las lecturas del voltímetro y del amperímetro y con estos, calcúlese el valor de X_L y L.

3.- Cálculo de la reactancia y la capacidad de un capacitor. Valiéndonos del mismo circuito únicamente cambiando la bobina por el capacitor nos quedará un circuito como se indica en la fig. 3, obténgase nuevamente las lecturas del voltímetro y del amperímetro y con estos calcúlese el valor de X_C y C.

Diagramas:

A continuación se muestran los diagramas en función del tiempo de los circuitos R, L, C.

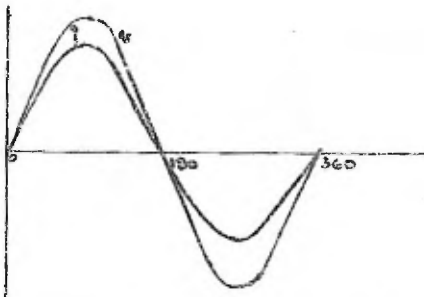


Fig. 4 Circuito Resistivo

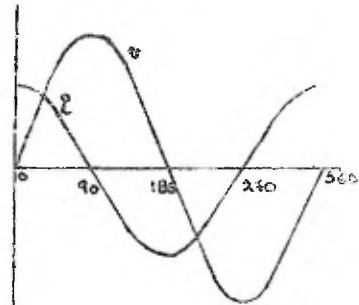


Fig. 5 Circuito Capacitivo

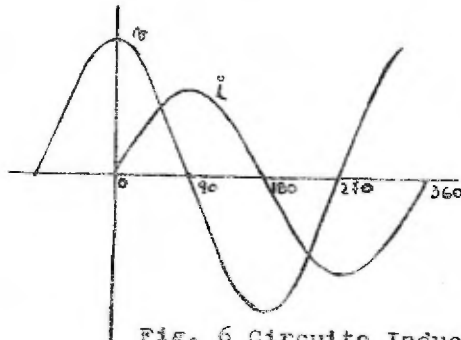


Fig. 6 Circuito Inductivo

Observaciones:

Manera de construir los circuitos, resistivos, inductivos y capacitivos:

1.- Obtención de las lecturas en el voltímetro y en el amperímetro.

2.- La corriente que fluye en un circuito al aplicar un voltaje alterno está determinado en su magnitud y fase por los parámetros del circuito.

3.- Los valores comerciales de inductancia de las bobinas, están dados en miliHenry. Sabiendo que la corriente en una bobina se encuentra con un retraso de 90° con respecto al voltaje.

4.- Las capacidades comerciales de los capacitores están dados en microFarads. Sabiendo que la corriente en los capacitores se encuentra con un adelanto de 90° con respecto al voltaje.

Recomendaciones:

1.- No hay que olvidar que las caídas de potencial en la bobina, capacitor y resistencia son a veces más grandes que la fuente por lo tanto se recomienda utilizar aparatos con escalas grandes.

2.- Podemos representar estos tres circuitos (R, L, C) en un mismo circuito, pero por razones de comodidad de los diagramas se representan los distintos elementos separados.

3.- Para el uso del voltímetro y del amperímetro se deberán seguir lineamientos de las prácticas 1 y 2.

Equipo:

- 1.- Voltímetro de C.A. = 200 Volts.
- 2.- Amperímetro de corriente alterna = 10 A.
- 3.- Resistencia = 20 o 30 Ohms
- 4.- Bobina = 20 miliHenrys.
- 5.- Capacitor = 100 microFarads

Equipo Opcional:

- 1.- Generador de corriente alterna.

PRACTICA No. 4

Construcción del diagrama de fasores y determinación del ángulo de fase de un circuito R.L.C. serie con sus tres casos.

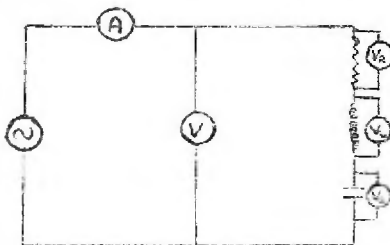
Objetivos:

- 1.- La Construcción del diagrama de fasores.
- 2.- Determinación del ángulo de fase de un circuito R.L.C. serie con sus tres casos.
- 3.- Obtención de las lecturas en el amperímetro y los voltímetros.

Descripción:

Sabemos que el voltaje en la resistencia (V_R) se encuentra en fase con la corriente I , que el voltaje en la bobina (V_L) se encuentra adelantado 90° con respecto a la corriente I , y que el voltaje en el capacitor (V_C) se encuentra atrasado 90° con respecto a la corriente I ; conocidos estos valores se construye el diagrama de fasores.

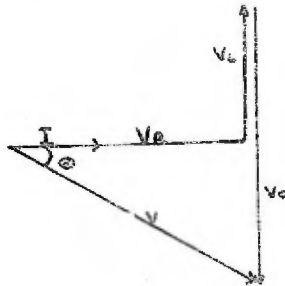
Se construye el circuito R.L.C. serie colocando los instrumentos como se muestra en la siguiente figura:



Cuando se tiene una corriente adelantada, tenemos los valores de voltaje y corriente leídos en los instrumentos, con los cuales se procede a construir el diagrama fasorial; obteniendo el valor de V de la ecuación 1:

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_C - V_L)^2} \dots (1)$$

en donde el valor obtenido por la ecuación debe coincidir con el valor leído en el instrumento.



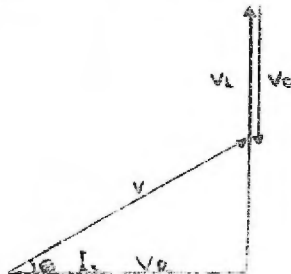
El ángulo de fase se obtendrá por medio de la siguiente ecuación 2 :

$$\phi = \text{ang. tan. } \frac{V_C - V_L}{V_R} \dots (2)$$

Para el caso en que se tenga una corriente atrasada se cuenta con los valores de voltaje y corriente conocidos, con los cuales se construye el diagrama fasorial; obteniéndose el valor de V de la ecuación 3.

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \dots (3)$$

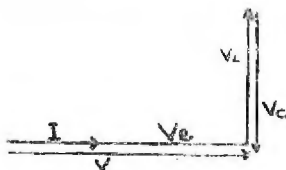
debiendo coincidir el valor de V con el valor leído en el voltímetro V .



y el ángulo de fase (θ), se obtendrá con la ecuación 4 :

$$\theta = \text{ang. tan. } \frac{V_L - V_C}{V_R} \dots 4$$

Por último para el caso en donde la corriente - y el voltaje se encuentran en fase, caso que hemos llamado resonancia, construimos el diagrama fasorial con los valores leídos no importando que los valores de V y V_C sean grandes.



obteniendo el valor de V de la ecuación 5:

$$V = \sqrt{V_R^2 + (0)} = V_R \dots 5$$

ya que en este caso V_L y V_C , deben tener la misma magnitud - con oposición de fase. Quedando comprobado así que en un - circuito R.L.C. serie resonante, la caída de voltaje en la resistencia es igual a la caída de voltaje en el circuito dando las lecturas de V y V_R iguales.

Desarrollo:

Quando se tenga una corriente adelantada, obtenemos las lecturas de voltaje y corriente de los instrumentos y procedemos a construir el diagrama fasorial, después obtenemos el valor de V con la ecuación 1, debiendo ser este valor igual al leído en el voltímetro (V) entre líneas y después se calculará el ángulo de fase por medio de la - ecuación 2.

Utilizando el mismo circuito, cámbiase el capacitor por otro menor, la bobina por otra mayor y si se desea cámbiase la resistencia, de manera que se obtenga una corriente atrasada. Obténgase las lecturas, constrúyase - el diagrama fasorial, calcúlese el valor de V con la ecuación

ción 3, y compruébese, obtenga el valor del ángulo de fase con la ecuación 4.

Volviendo a utilizar el mismo circuito, ahora - para el caso en que la corriente y el voltaje se encuentran en fase, caso que se ha llamado resonancia. Se cambia la bobina por una que nos de una reactancia inductiva igual a la reactancia capacitiva del capacitor con el fin de obtener el circuito resonante, en donde $V_L = V_C$ pero en oposición de fase. Obténgase las lecturas de los instrumentos y obsérvese que el voltaje V es igual al voltaje en la resistencia V_R compruébese esto por medio de la ecuación 5, finalmente constrúyase el diagrama fasorial.

Observaciones:

En un circuito de este tipo la corriente que pasa a través de todo el circuito es única y el voltaje total que pasa por él es la suma de los voltajes parciales, esta suma es vectorial.

Cuando se tenga una corriente adelantada y conociendo la frecuencia se debe contar con un capacitor que nos de una reactancia capacitiva mayor que la reactancia inductiva de la bobina y para el caso de la corriente atrasada se debe contar con una bobina de una reactancia inductiva mayor que la reactancia capacitiva del capacitor y para el caso en que la corriente y el voltaje se encuentren en fase tendremos una bobina con una reactancia inductiva igual a la reactancia capacitiva del capacitor.

Recomendaciones:

Contar en el laboratorio cuando menos con tres bobinas y tres capacitores con valores de reactancia diferentes y adecuadas, así como una variedad de resistencias con diferente valor con el fin de poder realizar esta práctica.

Tomar las mismas precauciones para el uso de los voltímetros y amperímetros que en las prácticas anteriores.

Equipo:

- 1.- Cuatro voltímetros (2 de 150, 2 de 300 V) -
- 2.- Un amperímetro C.A. = 10 Amp.
- 3.- 4 a 5 resistencias de diferentes valores
(20, 30, 50, 60, 100 Ohms)
- 4.- 3 bobinas (20, 40, 100 miliHenrys).
- 5.- 4 capacitores (70.2, 100, 175, 352 micro-
Farads)

PRACTICA No. 5

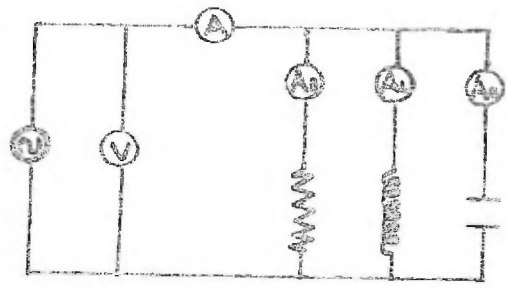
Construcción del diagrama de fasores y determinación del ángulo de fase de un circuito R.L.C. paralelo con sus tres casos.

Objetivos:

- 1.- Construcción del diagrama de fasores.
- 2.- Determinación del ángulo de fase de un circuito R.L.C. paralelo con sus tres casos.
- 3.- Obtención de las lecturas del voltímetro y de cuatro amperímetros.

Descripción:

Se construye el circuito paralelo colocando los amperímetros y el voltímetro como se muestra en la figura.



Los diagramas de fasores los podemos construir con los valores leídos en los instrumentos para cada uno de los tres casos que se presentan.

Para el primer caso tenemos una corriente adelantada con respecto al voltaje, se considera un valor mayor de la inductancia y una menor a la capacitancia, es que de este manera el capacitor se tiene una menor reactancia y -

en la bobina una mayor, de aquí se tiene que:

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{V}{2\pi fL} \quad \dots 1$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{V}{\frac{1}{2\pi fC}} = V 2\pi fC \quad \dots 2$$

de esta manera, I_C es mayor que I_L , compensando así el sentido negativo del fasor corriente.

El valor de I lo obtenemos de la siguiente ecuación:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \quad \dots 3$$

dicho valor debe coincidir con el valor de I leído en el instrumento. Para el cálculo del ángulo de fase en ese caso de adelanto tenemos la siguiente ecuación:

$$\theta = \text{ang. tan. } \frac{I_C - I_L}{I_R} \quad \dots 4$$

Para el segundo caso, se cuenta con una corriente atrasada con respecto al voltaje, por lo tanto se debe tener una X_C mayor que la X_L , quedando en la bobina un valor de reactancia menor, con los valores leídos en los instrumentos trazamos el diagrama de fasores.

El valor de intensidad de corriente lo obtenemos de la siguiente ecuación:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} \quad \dots 5$$

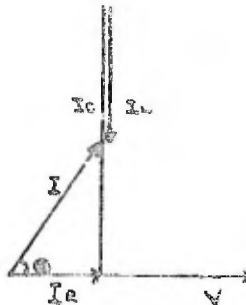
el valor calculado de I debe ser igual al valor leído en el instrumento. El ángulo de fases se obtiene de:

$$\theta = \text{ang. tang. } \frac{I_L - I_C}{I_R} \quad \dots 6$$

Para el tercer caso, el circuito se encuentra en resonancia, de donde I_L e I_C son de la misma magnitud y con oposición de fase, por lo tanto se anulan quedando solo la corriente que pase por la resistencia. Con los valores leídos en los instrumentos construimos el diagrama de fasores. En este caso $I = I_R$ valores que deben ser iguales en los amperímetros A y A_R .

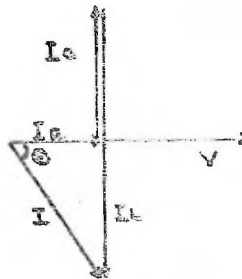
Desarrollo:

1.- Para que se obtenga una corriente adelantada en el circuito se debe colocar una bobina con una inductancia mayor que la capacitancia. Obténgase las lecturas de los instrumentos y con estos valores constrúyase el diagrama fasorial. Calcúlese el valor de I por medio de la ecuación 3, debiendo coincidir este valor con el leído en el instrumento A. Calcúlese el ángulo de fase por medio de la ecuación 4.

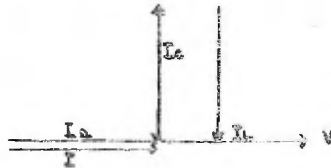


2.- Utilizando el mismo circuito pero cambiando la bobina y el capacitor de manera que nos quede X_C mayor que X_L . Obténgase las lecturas y constrúyase el diagrama fasorial. Calcúlese el valor de I por medio de la

Ecuación 5, debiendo ser este resultado igual al valor leído en el instrumento A. Calcúlese el ángulo de fase por medio de la ecuación 6.



3.- En el mismo circuito colóquese una bobina y un capacitor con el mismo valor de reactancia con el fin de que $I_L = I_C$ pero con oposición de fase. Obténgase las lecturas de los instrumentos, constrúyase el diagrama de fasores. Calcúlese el valor de I debiendo ser el resultado igual a I_R , compruébese esto con los valores leídos en los amperímetros A y A_R .



Recomendaciones:

Tomando las mismas recomendaciones para el uso de los amperímetros y el voltímetro que en las prácticas anteriores.

Observaciones:

El voltaje en los circuitos R.L.C. paralelos es el mismo en los extremos de todos, siendo la corriente total la suma de las corrientes que pasan por cada ramal de circuito, es por esto, que para realizar la práctica se ha ce uso de cuatro amperímetros y de un voltímetro como instrumento de medida.

Para el caso de resonancia si se quita la re sistencia de circuito en el amperímetro A no nos daría -- lectura aún cuando el circuito consume corriente siendo -- la corriente en la línea nula.

Equipo:

- 1.- Cuatro amperímetros (10, dos de 20, 50 A)
- 2.- Voltímetro = 150 volts.
- 3.- Cuatro a cinco resistencias (20, 30, 50, 60, 100).
- 4.- Tres bobinas (20, 40, 100)
- 5.- Cuatro capacitores (70.2, 100, 175, 352)

PRACTICA No. 6

Conexión de la Fuente (Voltajes y corrientes trifásicas)

Objetivos:

- 1.- Conexión de la fuente.
- 2.- Conocimientos de los circuitos delta y estrella
- 3.- Conexión tipo delta y tipo estrella.

Descripción:

Como introducción a la idea de los sistemas polifásicos consideremos unas fuentes de voltaje, supóngese que en lugar de disponer de una sola fuente, tenemos tres fuentes de voltaje alterno y sean las tres ondas de voltaje de esas fuentes de la misma frecuencia y amplitud pero desplazadas una de otra un ángulo de 120° .

Cada una de estas tres fuentes puede llamarse "fase" y las tres fuentes combinarse para formar una sola de tres fases, con lo cual tendremos un sistema de voltaje trifásico.

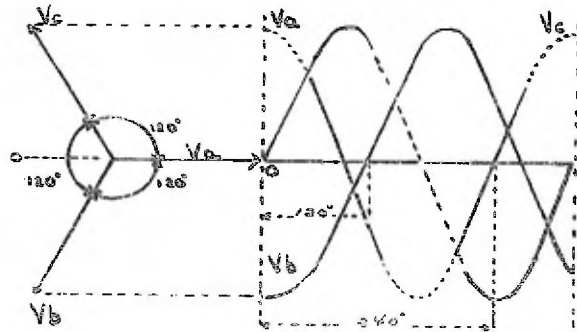
En la siguiente figura, se muestran tres ondas de voltaje simultáneas con valores instantáneos diferentes. También se puede considerar que estos tres voltajes estén generados por tres vectores giratorios V_a , V_b , V_c .

Las ecuaciones de las tres curvas de voltaje son:

$$V_a = v_{\text{máx}} \text{ sen. } \omega t.$$

$$V_b = V_{\text{máx}} \text{ sen. } (\omega t - 120^\circ)$$

$$V_c = V_{\text{máx}} \text{ sen. } (\omega t - 240^\circ)$$



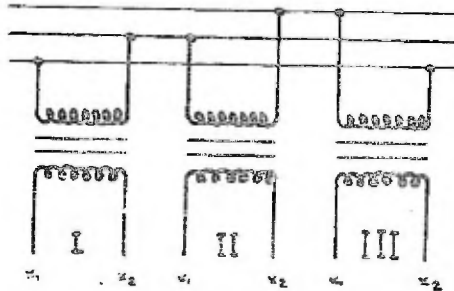
El voltaje trifásico se conecta a la fuente o en la carga de dos formas: en delta o en estrella.

La conexión en delta es en donde el extremo de una espira se conecta con el origen de la siguiente, aquí sólo se tiene tres conductores que comunican con el circuito exterior y no existen nunca el cuarto hilo o salida.

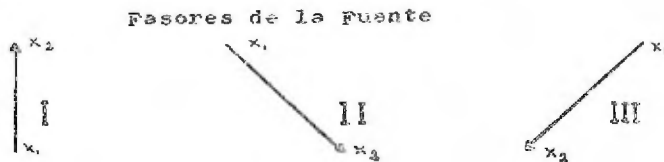
La conexión en estrella es en donde tres de las terminales de la fuente en este caso se unen en un punto común. En este caso existen tres conductores que comunican con el circuito exterior, aunque a veces se agrega el cuarto hilo o neutro.

Desarrollo:

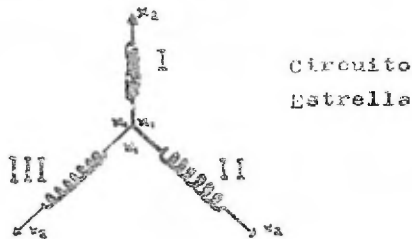
Para conexión de la fuente contamos con tres transformadores idénticos, los cuales vamos a conectarlos de dos formas: estrella y delta.



1.- Conéctese los tres fasores de la fuente en estrella como se indica en el diagrama;

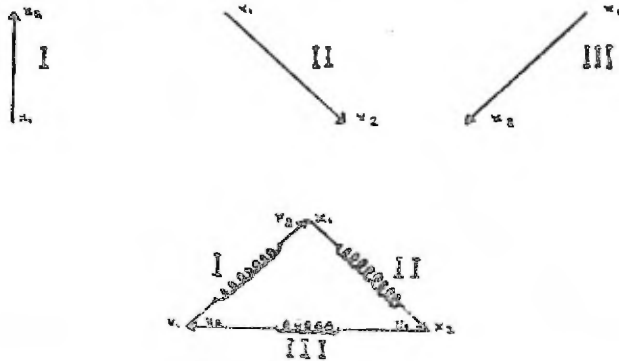


que conectados quedarán así:



Calcúlese los valores de voltaje al neutro y entre líneas, debiendo ser el voltaje al neutro el mismo que el voltaje de una fase. Verifíquese estos valores con un voltímetro, de igual manera se verifican las corrientes de línea y de fase con un amperímetro, debiendo ser el mismo valor para las dos medidas de las corrientes.

2.- Ahora se conecta la fuente en delta teniendo tres fasores:



Calcúlese de igual manera que en el circuito es trells los voltajes y corrientes, verificando estos con los valores leídos en los instrumentos de medida.

Recomendaciones:

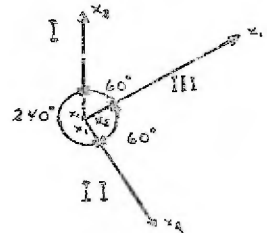
Para el circuito estrella, hay que calcular los valores de voltaje al neutro y entre líneas, tomando en cuenta que el voltaje al neutro es el mismo que el voltaje de una fase, se verifican dichos valores con un voltímetro, de igual manera se verifican las corrientes de línea y de fase con un amperímetro, debiendo dar el mismo valor para las dos medidas de las corrientes.

Para el circuito delta, se calculan las corrientes y voltajes, verificando despues estos valores por medio de los instrumentos de medida, sabiendo que en el cir-

cuito delta el voltaje de línea es igual al voltaje de fase y la corriente de línea es igual a la corriente de fase por la raíz cuadrada de tres.

Observaciones:

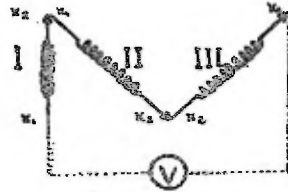
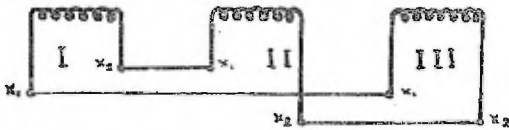
En el circuito estrella, si la conexión se hace equivocada, por ejemplo si al conectar en III se hace con X_2 en lugar de X_1 el fasor se voltea y nos queda:



entonces el sistema nos queda desbalanceado debido a que el ángulo entre los tres fasores ya no es de 120° .

En el circuito delta, si la conexión se hace equivocada, esto es si al conectar en III se hace con X_2 con X_1 el fasor se voltea y queda un corto circuito, cosa que se puede evitar haciendo uso de un voltímetro y antes de cerrar la delta en cualesquiera dos extremos de las es piras se conecta el instrumento debiendo ser el voltaje nulo, de no ser así es que una de las conexiones está equi

vocada.



En los sistemas polifásicos el que más se emplea es el sistema trifásico, esto es porque requiere menos número de conductores entre todos los simétricos, también a que los voltajes de la línea son iguales y que con el empleo del neutro, podemos conseguir dos voltajes diferentes.

Equipo:

- 1.- Tres transformadores idénticos.
- 2.- Un voltímetro.
- 3.- Un amperímetro.

PRACTICA No. 7

Medida de la potencia en un sistema Monofásico

Objetivos:

- 1.- Medida de la potencia en un sistema monofásico.
 - a) Medida de la potencia real.
 - b) Medida de la potencia reactiva.
 - c) Medida de la potencia aparente
- 2.- Medida del factor de potencia.
- 3.- Conexión y uso del wattmetro.

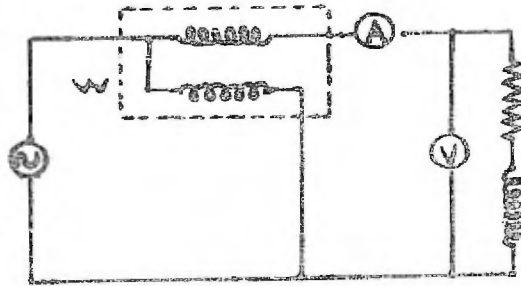
Descripción:

Como sabemos la potencia en un sistema de corriente alterna está dada por la ecuación $P = VI \cos \theta$, donde A es la potencia que fluye siempre de la fuente a la carga y es la potencia real, que es la que se lee en el wattmetro, ya que en los instrumentos de medición de corriente alterna, se leen los valores eficaces de voltaje, corriente y el wattmetro, además toma en cuenta el ángulo de fase e integra automáticamente la curva de potencia.

Es interesante conocer la potencia aparente (S) que es igual al producto del voltaje por la corriente, porque conocidos los valores de la potencia real y de la potencia aparente podemos conocer el factor de potencia o el valor del ángulo de fase entre la tensión y la corriente en nuestro sistema.

Desarrollo:

Para determinar la potencia aparente real y reactiva se necesitará contar con un voltímetro un amperímetro y un wattmetro y se procederá a conectarlos al circuito de la manera siguiente:



Después que se ha construido el circuito procédase a obtener la potencia real (A) leyéndola directamente en el wattmetro (W) y hágase las lecturas del voltímetro y del amperímetro para conocer la potencia aparente (S).

Con las lecturas obtenidas constrúyase el triángulo de potencias de la siguiente manera. El valor de la potencia real (A) dado por el wattmetro se traza a escala en posición horizontal. Con los valores leídos en el voltímetro y en el amperímetro se conoce la potencia aparente, que se mide sobre ese mismo eje horizontal, girando este vector de magnitud S, hasta contar una línea vertical que pasará exactamente en la punta del vector A, como se muestra en la figure y de esta manera se conoce el valor de la potencia reactiva (B). Quedándonos el problema reducido a la resolución del triángulo cuyos lados son A, B, S.

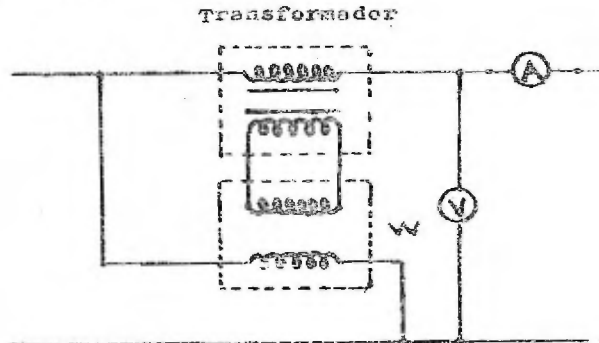
siendo la potencia real verdadera;

$$A = L \times R_v$$

donde: L = lectura del wattmetro

R_v = relación de transformación del transformador de voltaje.

Cuando ocurra que el rango de corriente sea mayor que la capacidad de la bobina de corriente del wattmetro, este se conecta a través de un transformador de la forma siguiente;

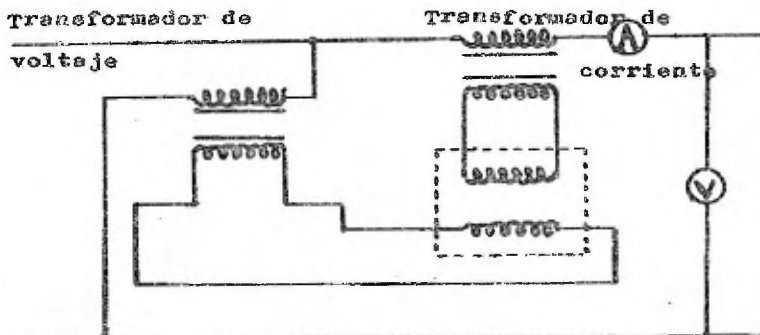


siendo la potencia real verdadera; $A = L \times R_i$

donde: L = lectura en el wattmetro

R_i = relación de transformación en el transformador de corriente.

Para el caso en el que los valores de corriente y de voltaje son superiores a las capacidades de las bobinas del instrumento, se hace uso de dos transformadores, uno de corriente y otro de voltaje conectándose el sistema de la manera siguiente;



siendo para este caso la potencia real;

$$A = L \times R_v \times R_L$$

Recomendaciones:

Cuando se conecta un wattmetro al circuito se debe cuidar que la terminal del circuito de tensión, directamente unido a la bobina móvil este conectado al mismo hilo o conductor que la bobina de corriente del circuito que se está midiendo.

En el caso de los transformadores de instrumento, la terminal del circuito de tensión correspondiente a la bobina móvil debe conectarse al borne del transformador que está unido a tierra. De otro modo la atracción electrostática entre los dos enrollamientos podría ser suficiente para introducir un error.

Se debe tener muy en cuenta de la misma manera que para mediciones de altas tensiones e intensidades altas de corriente, las precauciones para el manejo de los transformadores para evitar cualquier percance.

Contar con el diagrama correspondiente perfectamente detallado, efectuar conexiones firmes y seguras en circuitos muertos y comprobarlos con el diagrama correspondiente.

Al tomar la lectura del instrumento se debe hacer de una manera correcta (ayudándose de espejos para

sobreposición de la aguja real y reflejada).

Usar equipo dentro de rangos adecuados (3/5 y 4/5) de la escala de los instrumentos.

Equipo:

1. Un wattmetro (5-10 Amp., 60-120-240 volts)
2. Un amperímetro (10 Amp.)
3. Un voltímetro (150 Volts.)
4. Una resistencia
5. Una bobina

Equipo opcional:

Transformadores de instrumento (voltaje y corriente)

PRACTICA No. 8

Medida de la potencia en un Sistema Trifásico

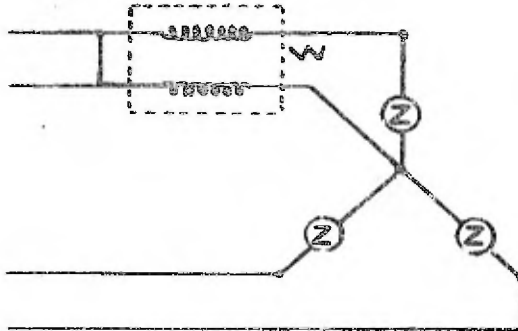
Objetivos:

- 1.- Medida de la potencia en un sistema trifásico.
- 2.- Conexiones del wattmetro.

Descripción:

Para la medición de la potencia en un sistema trifásico se tienen tres métodos.

1.- Método de un wattmetro. Este método es de poca precisión y exactitud y con la desventaja de que sólo se puede aplicar cuando existe la conexión al neutro, como se muestra en la siguiente figura:



La potencia total en un circuito trifásico es la suma de las potencias consumidas en cada una de las fases, cuando se tiene un circuito con carga balanceada y voltaje entre líneas balanceado.

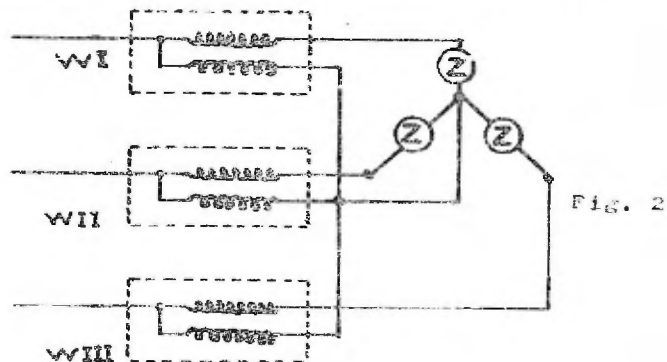
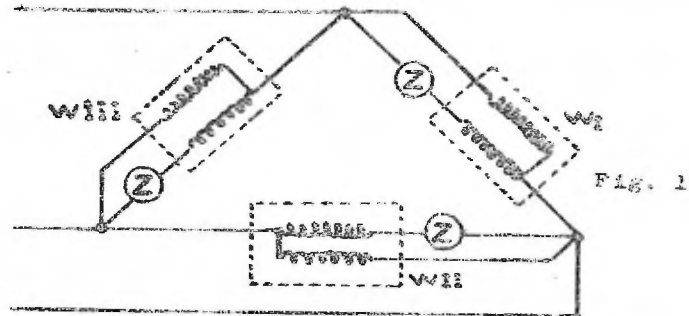
$$P_t = 3 W \quad \text{donde: } W = \text{lectura del aparato.}$$

Este método tiene inconveniencia que en las cargas conectadas en delta no existe la conexión al neutro y - en una conexión estrella este punto no es siempre accesible.

2.- Método de los tres wattmetros. Este método es muy exacto. Como vimos, la potencia total en un circuito trifásico es igual a la suma de las potencias de cada una de las fases, por esto la potencia puede medirse colocando un wattmetro en cada fase siendo la potencia total:

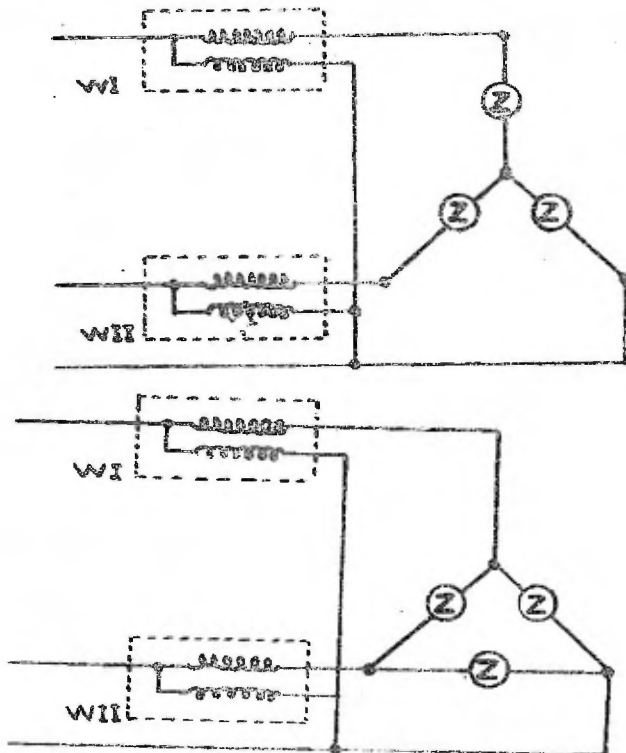
$$P_t = W_1 + W_2 + W_3 \quad \text{donde: } W = \text{lectura en cada instrumento.}$$

Las conexiones se efectuarán como se muestran en las figuras:



Generalmente no es posible llegar a las fases de una carga conectada en delta. En consecuencia, no es aplicable el método mostrado en la fig. 1. Para la fig. 2 es necesario conectar al punto neutro que como sabemos no es siempre accesible.

3.- Método de los dos wattmetros. Este método es una variante del de tres wattmetros, en el cual el punto común seleccionado es una fase del circuito, en tales condiciones la lectura del wattmetro correspondiente es cero. La potencia de un sistema trifásico, puede medirse con dos wattmetros conectados como se muestran en las figuras:



Las bobinas de intensidad de los dos instrumentos están conectadas a dos de los conductores de la línea y las bobinas de voltaje de cada instrumento se conectan entre su propia línea y el conductor en el que no hay intercalado bobina de intensidad. Por este método se obtiene prácticamente la misma precisión que por el método de los tres wattímetros. Es de observarse que la colocación de los instrumentos en cualesquiera dos, de las tres líneas no altera para nada este método.

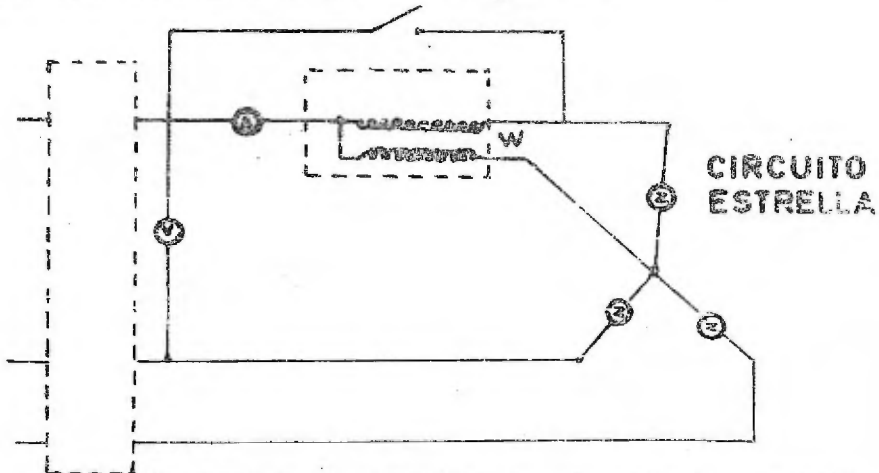
La potencia total será:

$$P_t = W_1 + W_2$$

donde W_1 y W_2 son las lecturas de los dos wattímetros.

Desarrollo:

1.- Método de un wattmetro: constrúyase el circuito como lo indica el siguiente diagrama:



Se arranca el circuito con el protector cerrado se abre el protector y se le da carga hasta alcanzar una in

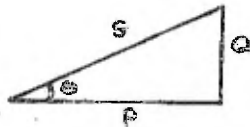
tensidad moderada, tómense las lecturas correspondientes.

Para potencia trifásica:

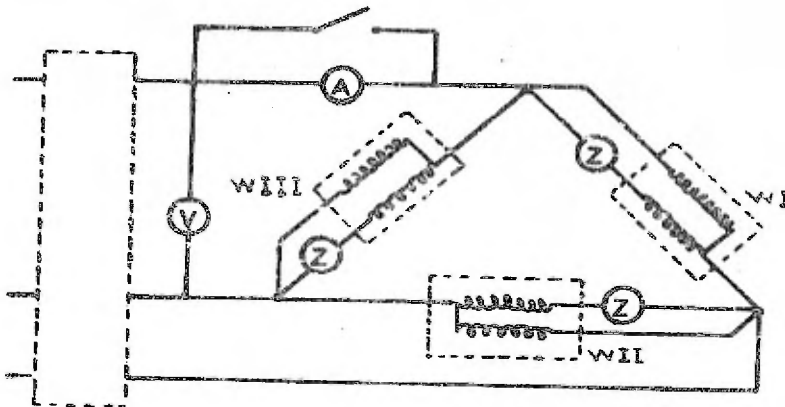
$$P_t = 3 W \quad \text{donde } W = \text{lectura de wattmetro}$$

$$S = 3 VI$$

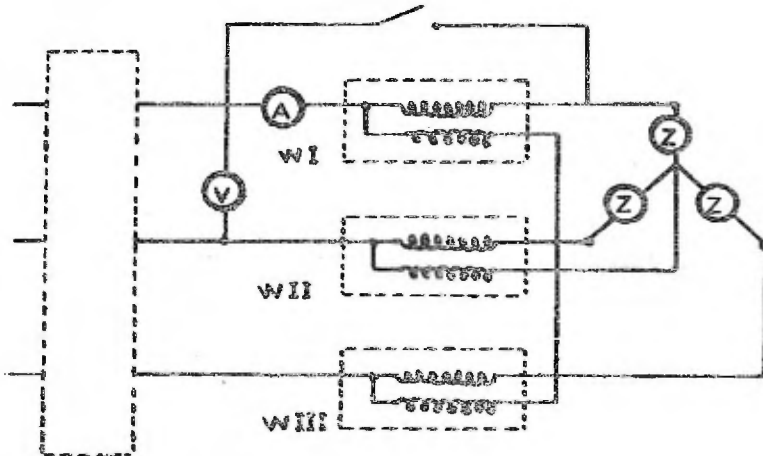
Conociendo las potencias real y aparente, podemos triangular y conocer la potencia reactiva y el ángulo de fase del sistema.



2.- Método de los tres wattmetros: constrúyanse los circuitos en delta y en estrella como lo muestra los siguientes diagramas:



Circuito Delta



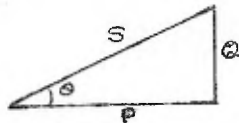
Se arranca el circuito con el protector cerrado, se abre el protector y se le da carga hasta alcanzar una intensidad moderada, tómense las lecturas correspondientes.

La potencia total en un circuito trifásico será la suma de la potencia de las fases:

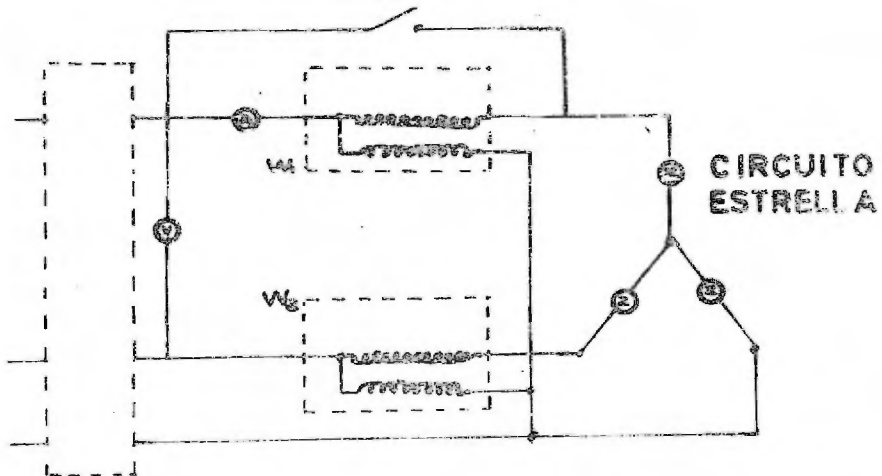
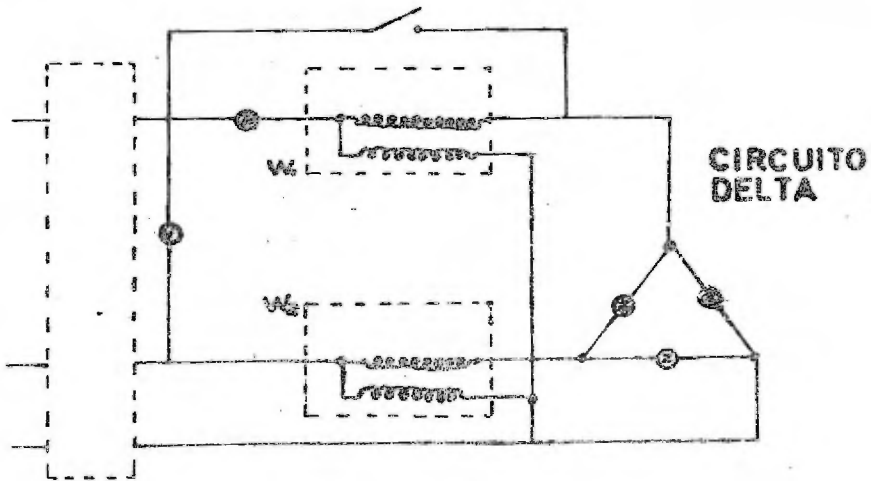
$$P_t = W_1 + W_2 + W_3 \quad \text{donde } W = \text{lectura de cada wattmetro.}$$

$$S = 3 VI$$

Conociendo las potencias real y aparente podemos triangular y conocer la potencia reactiva y el ángulo de fase del sistema.



3.- Método de los dos wattmetros: constrúyanse los circuitos en delta y en estrella como lo muestra los siguientes diagramas:



Se arranca el circuito con el protector cerrado,

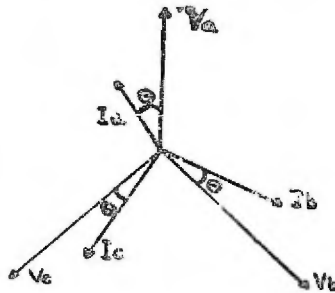
se abre el protector y se le da carga hasta alcanzar una intensidad moderada, tómense las lecturas correspondientes.

La potencia total:

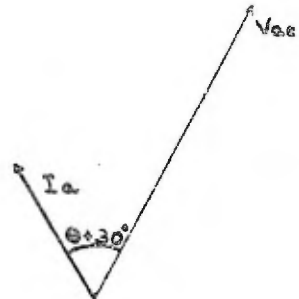
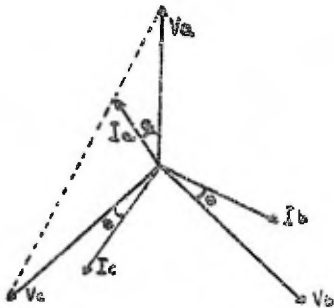
$$P_t = W_1 + W_2 \quad \text{donde } W = \text{lectura de los wattmetros.}$$

$$S = 3 VI$$

Tenemos del circuito estrella:



En el wattmetro 1, está detectando I_a y V_{ac} , por lo tanto los fasores serán:



La potencia que estará registrada será:

$$P_1 = I_a V_{ac} \cos(\theta + 30^\circ); \text{ como } V_{ac} = V_L, I_a = I_L, \text{ la potencia}$$

P_1 nos queda:

$$P_1 = V_L I_L (\cos \theta \cos 30^\circ - \sin 30^\circ \sin \theta)$$

El wattmetro 2, está detectando I_b y V_{bc} , por lo tanto los fasores serán:



la potencia que registra el wattmetro 2 será:

$$P_2 = V_{bc} I_b \cos(30^\circ - \theta)$$

como $I_b = I_L$ y $V_{bc} = V_L$, la potencia P_2 nos queda:

$$P_2 = V_L I_L (\cos 30^\circ \cos \theta + \sin \theta \sin 30^\circ)$$

$$\text{sen } 30^\circ = 1/2; \text{ coseno } 30^\circ = \sqrt{3}/2$$

la suma será:

$$P_1 + P_2 = V_L I_L (\sqrt{3}/2 \cos \theta - 1/2 \sin \theta + \sqrt{3}/2 \cos \theta + 1/2 \sin \theta)$$

$$P_1 + P_2 = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta, \text{ que es la potencia}$$

trifásica.

Se ha demostrado que para sistemas balanceados

$$P_1 + P_2 = \text{Potencia trifásica.}$$

Ahora $P_2 - P_1$:

$$P_2 - P_1 = V_L I_L (\sqrt{3}/2 \cos \theta + 1/2 \sin \theta - \sqrt{3}/2 \cos \theta + 1/2 \sin \theta)$$

$$P_2 - P_1 = V_L I_L \sin \theta$$

Por lo tanto $(P_2 - P_1)\sqrt{3} =$ Potencia reactiva tri-
fásica en donde P_1 y P_2 son las lecturas de los wattmetros.

Conocidas las potencias real y reactiva, podemos triangular y conocer la potencia aparente y el ángulo de fase del sistema.

Observaciones:

En el método de los dos wattmetros se obtiene prácticamente la misma precisión que por el método de los tres wattmetros. Este método representa un ahorro de instrumentos, conexiones, ya que no necesita el hilo neutro.

Equipo:

- 1.- 3 wattmetros
- 2.- 1 voltímetro
- 3.- 1 amperímetro

PRACTICA No. 1-II

Trazo de las curvas Par, Potencia y Eficiencia de un motor por el método del freno de Prony

Objetivos:

- 1.- Medir la eficiencia de un motor
- 2.- Conocimiento del freno
- 3.- Trazo de las curvas T, HP, N.

Descripción:

Para determinar la eficiencia de un motor se divide la potencia de salida de la máquina entre su potencia de entrada, ambas potencias deberán estar expresadas en las mismas unidades.

Para un motor su potencia de entrada generalmente se expresa en Kw y su potencia de salida en HP. La conversión entre una y otra unidad está dada por las siguientes expresiones:

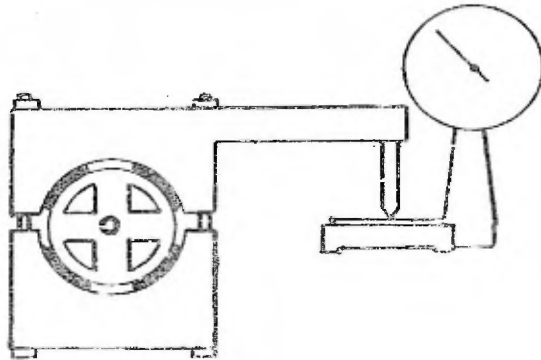
$$1 \text{ HP} = 0.746 \text{ Kw}$$

$$1 \text{ Kw} = 1.34 \text{ HP}$$

El método más común de realizar determinaciones de rendimiento de motores hasta de 50 caballos es la utilización del freno de Prony. Estos frenos se construyen de varias formas, los más comunes tienen una gran tendencia a vibrar haciendo muy difícil la lectura del índice sobre escala, algunas veces la lectura es prácticamente imposible.

Existe un freno proyectado por el profesor P.M. - Honnell en el que por su disposición especial se suprimen prácticamente las vibraciones libres, siendo posible al mismo

tiempo alcanzar suavemente el valor que se desee de la carga.

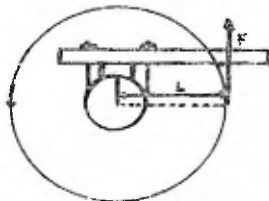


Este método como se mencionó anteriormente es apropiado para motores hasta aproximadamente 50 HP. El freno de Prony consiste de dos zapatas que rodean una polea del motor para probar una de ellas tiene un brazo en cuyo extremo libre se coloca una balanza. Una vez corregida la lectura en la balanza de acuerdo con la tara de la zapata, se tiene una fuerza F para cada potencia que multiplicada por el brazo de palanca existente nos da el par. Dicho par al multiplicarlo por la velocidad angular en radianes por segundo nos dará la potencia de salida del motor. La potencia de entrada se obtendrá a partir de las lecturas obtenidas en los wattímetros instalados a la entrada del motor o bien con el amperímetro y voltímetro.

Desarrollo:

Se arranca el G.M.G.-I, partiendo de la fuerza ma-

yor a la menor hasta que la Corriente sea mayor que la nominal y en cada intervalo se tomarán las lecturas.



Sea F la fuerza neta en kilogramos que actúa a la distancia de L metros del centro del tambor. Supongamos primero que el tambor está quieto y que el brazo experimenta una tracción que le imprime un movimiento de rotación al rededor de su eje, representado por la fuerza F . El recorrido de F correspondiente a una revolución es $2\pi L$ metros. El trabajo realizado en una revolución del brazo alrededor del tambor es el producto de la fuerza por el recorrido: -

$$F (2\pi L) \text{ Kg m, o sea el Par}$$

$$T = F \times d$$

Si N son revoluciones por minuto la potencia en caballos quedará así:

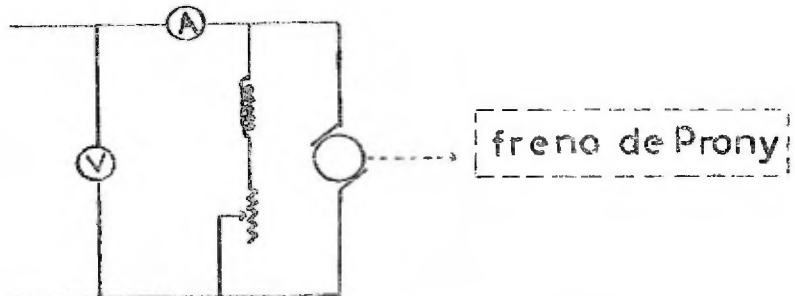
$$CV = \frac{2\pi (FL)N}{60 \times 75} \quad \delta \quad HP = \frac{2\pi (FL)N}{60 \times 76}$$

Ahora bien esta potencia mecánica la obtenemos en CV o HP la cual si convertirse en Kw podemos obtener la eficiencia por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia eléctrica}}$$

$$N = \frac{HP \times 0.746}{\text{Potencia eléctrica}}$$

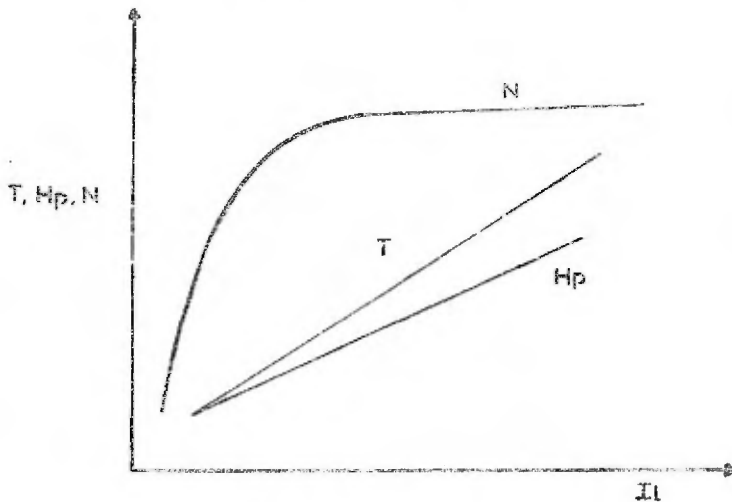
Diagrama:



Se registrará la tabla siguiente:

N	V	I	F	T	Rbt. Mec.	Pot. Elec.	N
R.P.M.	Volts	Amp	lbs	ft-lb	HP	Kw	%

Los valores obtenidos del par, potencia y eficiencia se referirán a los ejes coordenados y en el eje de las abscisas quedará la corriente de línea:



Observaciones:

Se tendrá en cuenta que dicha máquina puede sobrecargarse durante un momento dado sin dañar los aislamientos por el calor.

Equipo:

Motor corriente directa.

Freno de Prony

Amperímetro

Voltímetro

Tacometro

PRACTICA No. 2- II

Trazo de las curvas de saturación en vacío y de carga en generadores de corriente continua

Objetivos:

- 1.- Conocimiento de los generadores de corriente continua.
- 2.- Trazo de las curvas de saturación de los generadores de corriente continua.
- 3.- Trazo de las curvas características de carga para generadores con diferente tipo de excitación.

Descripción:

Según el modo de crear el campo magnético, los generadores de corriente continua se dividen en tres grupos:

No. 1, generadores con imanes permanentes o magnetoeléctricos

No. 2, generadores con excitación independiente.

No. 3, generadores con autoexcitación.

Los magnetoeléctricos constan de uno o varios imanes permanentes en el campo de los cuales gira el inducido con devanado. En vista de que estos generadores elaboran una potencia muy pequeña no se emplean para fines industriales.

En los generadores con excitación independiente los devanados de los polos se alimentan de una fuente ajena

de tensión continua, independiente del generador.

La alimentación del devanado inductor de los polos del generador con autoexcitación se efectúa desde las escobillas del inducido de la propia máquina. El principio de la autoinducción consiste en lo siguiente: cuando en el devanado inductor no pasa corriente, el inducido del generador gira en un campo magnético débil de magnetismo remanente de los polos. La f.e.m. insignificante que se induce en el devanado del inducido en este momento, envía una corriente débil al devanado de los polos. El campo magnético de los polos crece, por lo cual la f.e.m. en los conductores del inducido también se aumenta, lo que a su vez provoca un aumento de la corriente de excitación. Esto continuará hasta que el devanado inductor se establezca una corriente equivalente a la magnitud de la resistencia del circuito de excitación. La autoexcitación de la máquina ocurrirá solo en el caso en que la corriente que pasa por el devanado de los polos crea un campo magnético que intensifica el campo de magnetismo remanente y cuando además la resistencia del circuito de excitación no supere cierta magnitud determinada.

Según el modo de conexión del devanado inductor con el del inducido, los generadores con autoexcitación se dividen en tres tipos:

1.- Generadores con excitación en derivación

(shunt), en el cual el devanado inductor de los polos está conectado en paralelo al del inducido.

- 2.- Generador con excitación en serie, en el cual el devanado inductor de los polos está conectado en serie al del inducido.
- 3.- Generador con excitación compuesta, en el cual sobre los polos hay los devanados; - uno, conectado en paralelo al del inducido y otro conectado en serie al del inducido.

Para obtener la curva de saturación en vacío para un generador de corriente continua hacemos uso de un voltímetro y un amperímetro colocados de la forma siguiente:

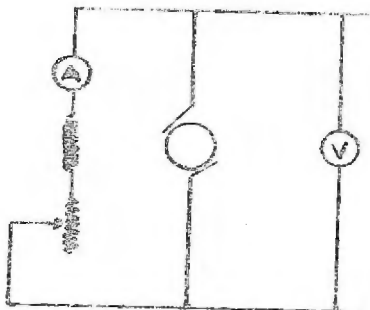


Fig. 1

y se obtendrá un curva del siguiente tipo:

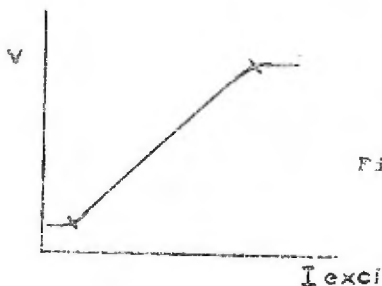


Fig. 2

Cuando tengamos una I de excitación igual a cero aparece un valor de voltaje muy pequeño debido al magnetismo remanente. Llegue un momento en que a mayor I de excitación la máquina se sature es decir, el flujo del campo magnético ya no puede aumentar:

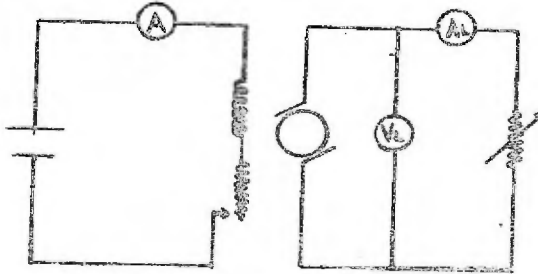


Fig. 3

Excitación Independiente

Para obtener las curvas características de carga de cada uno de los generadores con diferentes tipos de excitación vamos a ser uso de un voltímetro y dos amperímetros:

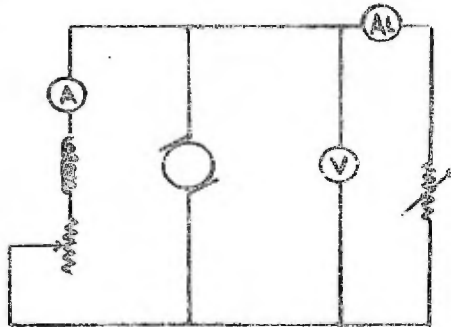


Fig. 4

esto sería para el caso de excitación en derivación.

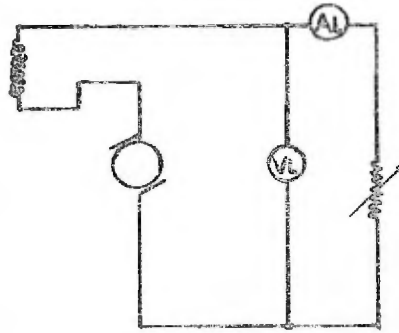


Fig. 5

Excitación en Serie

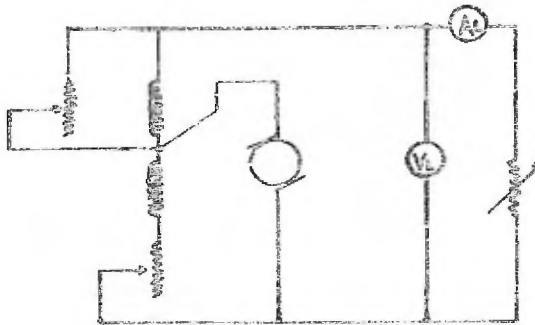
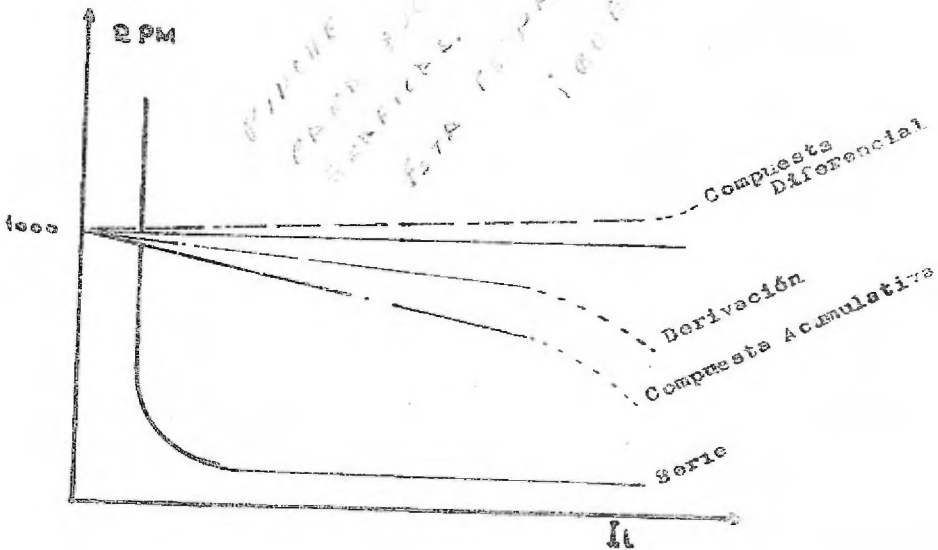


Fig. 6

Excitación Compuesta

Si el campo serie refuerza al derivado, se le llama excitación compuesta acumulativa. En el caso de que el campo serie debilita a la excitación en derivación se le llama excitación compuesta diferencial y cuando las excitaciones en serie y derivada se encuentran debidamente compensadas quedando la curva de carga ideal:



Desarrollo:

Para determinar la curva de saturación en vacío constrúyese el circuito como lo muestra la figura 1 y conéctese a una fuente de corriente continua, el amperímetro nos dará la corriente de excitación, la cual se representará en el eje de las abscisas y el voltímetro nos dará la f.e.m inducida que se representará en el eje de las ordenadas.

Póngase en marcha el generador, tómanse varias lecturas en el amperímetro y en el voltímetro regulando con el reóstato la I de excitación desde un valor de cero,

tabulándose estos valores y constrúyase la curva.

Para obtener las curvas de carga para tipo de excitación realicence los circuitos descritos para cada caso (figura 3, 4, 5 y 6). Pongase en marcha el generador - para todos los tipos de excitación contrólense la intensidad del campo magnético con el reóstato y de esta forma la densidad de flujo, regulándose así la tensión producida e la iniciación de cada práctica, tómense lecturas en el amperímetro y en el voltímetro regulando I_{L_1} con el reóstato, empezando con $I_{L_1} = 0$. Constrúyase la curva de carga con los valores del I_{L_1} y \mathcal{W}_{L_1} obtenidos en cada caso.

Observaciones:

La forma de la curva de saturación ejerce una influencia señalada sobre las características del funcionamiento sobre los generadores y motores, ya que la saturación define los límites de la tensión creada al funcionar el generador o motor, por consiguiente el conocimiento de estas curvas es indispensable para comprender las características de los generadores.

La corriente de flujo magnético de un generador serie es la misma que la corriente de la carga.

En todas las experiencias, la velocidad permanecerá constante e igual a la nominal de la máquina en R.P.M.

Recomendaciones:

La corriente en el inductor debe variar continuamente en una sólo dirección de otra manera reproducen ciclos de histéresis.

La corriente inductora debe proceder de una fuente

te que no sea el propio generador ya que si el generador - excita su propio campo la f.e.m. inducida y la corriente - inductora dependen una de otra. La caída de potencial en el inducido se deberá a la corriente de excitación en el - campo. El voltímetro no marcará la f.e.m. inducida aunque el error sea pequeño. El requisito principal de cualquier generador es que la tensión sea constante para diferentes cargas, pero puesto que durante el trabajo el generador - para la red exterior su tensión varía con la carga, la me- jor máquina será aquella que cambie menos la tensión en - caso de variaciones iguales de la carga.

Equipo:

Cuatro grupos. motor generador (serie, indepen-
diente, derivación, compuesto)

Un amperímetro de campo.

Un amperímetro de línea.

Un voltímetro.

Cuatro reóstatos.

PRACTICA No. 3-II

Trazo de las curvas velocidad-carga para los motores de corriente continua.

Objetivos:

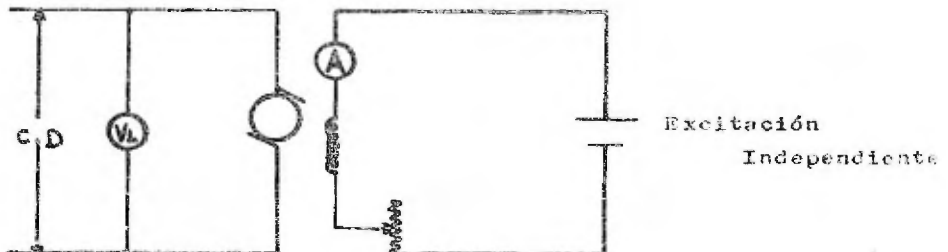
- 1.-Obtención de la gráfica de velocidad en relación con la carga.
- 2.-Regulación de velocidad.

Descripción:

Cuando la velocidad de un motor varia mucho con los cambios de carga, se dice que la regulación es deficiente, si por el contrario la velocidad es prácticamente constante para todas las cargas se dice que la regulación es buena.

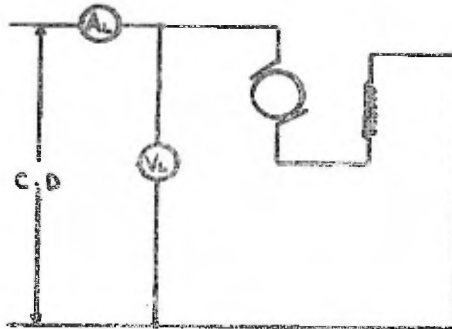
La regulación de velocidad de un motor de corriente continua es la variación de velocidad cuando la carga se reduce gradualmente, desde la carga nominal hasta cero, permaneciendo constantes la tensión de la línea y la posición del reóstato de campo.

En los motores de corriente continua, al igual que los generadores, existen diferentes tipos de máquinas según los diferentes tipos de excitación.

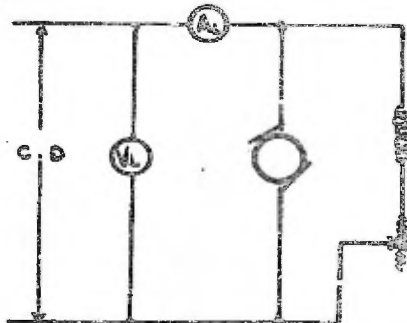


Aquí la armadura del motor va conectada a la fuente de corriente directa con el voltaje de línea controlado y el campo constante. No se utiliza. El único caso sería en el control de velocidad por el sistema Ward-Leonerd.

Excitación Simple.- Aquí se tienen dos tipos que son: el derivado y en serie:



Serie



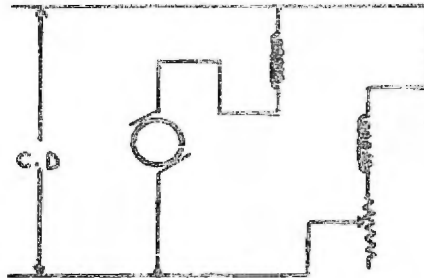
Derivado

En la excitación en derivación, se tiene una ligera caída de velocidad a medida que aumenta la carga.

El campo consume una energía pequeña para excitarse, la intensidad de corriente debe ser igualmente pequeña y en sus terminales se aplica una diferencia de potencial igual a la aplicada en su armadura.

El campo conectado en serie, debe tener una caída de potencial mínima para que el potencial aplicado al motor sea prácticamente el mismo que penetra en la armadura.- La intensidad de corriente en este caso es la nominal en la máquina, la intensidad del campo debe ser la misma que la de la armadura. Este tipo de motor es de más alto par de arranque, es difícil de mantener una velocidad constante, tiene una tendencia a desbocarse por lo que es recomendable nunca trabajarlo en vacío.

Excitación compuesta acumulativa. Aquí la velocidad cae notablemente con el aumento de carga, pero como la potencia $P = TW$ va en aumento, se tiene un alto par en operación con una velocidad estable.



Compuesta Acumulativa

En la excitación compuesta diferencial cuando los campos se tienen deliberadamente equilibrados, su velocidad es constante pero es peligroso sobrecargarlos porque el campo serie puede llegar a ser tan grande que en un momento dado puede invertir el sentido del campo y cambiar el sentido de giro a la máquina.

Desarrollo:

Cuando la velocidad de un motor en derivación que se ajuste por medio de una resistencia en el circuito del inducido para que de una velocidad determinada por una carga fija. La regulación de velocidad es deficiente cuando se emplea la resistencia de control en el inducido, por lo contrario cuando la velocidad de un motor en derivación se regula por medio de una resistencia colocada en el circuito de excitación la regulación de velocidad por lo regular es buena.

La velocidad está dada por:

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

donde:

N = velocidad en r.p.m.

I_a = corriente que circula por la armadura en Amp.

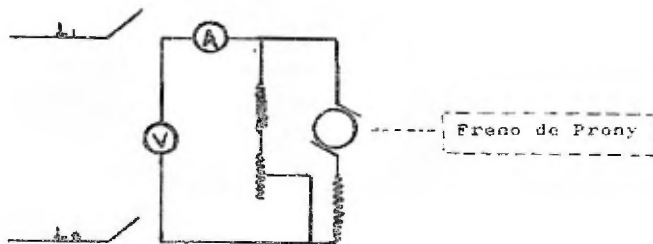
R_a = resistencia de la armadura en Ohms.

E_t = voltaje aplicado en Volts.

K = constante

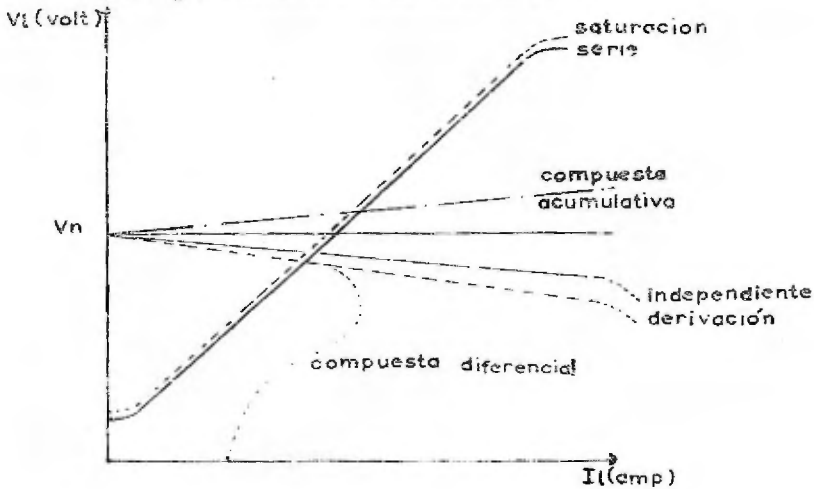
ϕ = flujo por polo en Wb.

Siendo E_t , constante como así mismo el flujo una vez que se ha fijado la resistencia de campo, la disminución de velocidad entre vacío y plena carga rara vez excede del 5% puesto que $I_a R_a$ a plena carga excede rara vez del 5% de E_t .



Se procede a arrancar el G.M.G.I. que suministra la corriente; posteriormente se arranca el G.M.G.II. y se lleva el motor a condiciones nominales, se varía la carga mediante la presión del freno conservándose siempre constante la tensión, procediendo a tomar las lecturas buscadas.

Se procede a graficar R.P.M. con respecto a carga (I_a) obteniendo este tipo de gráficas.



Observaciones:

Se observará que para variaciones de corriente la velocidad disminuye para una excitación en derivación.

Se puede observar de las gráficas que para un motor con excitación en serie se tienen las siguientes -- ventajas:

- 1.- Un gran par de arranque
- 2.- Gran capacidad de sobrecarga, es decir por más que se sobrecargue el motor su velocidad nunca llegará a cero.
- 3.- Variación muy rápida de velocidad al variar le alguna carga.

La utilidad que se desprende del conocer y obtener esas curvas es que nos dan criterio de relación del motor para cualquiera que sean nuestra necesidad.

Precauciones:

Procurar no sobrecargar el motor con excitación compuesta diferencial, ya que conserve casi constante la velocidad desde el vacío hasta sus condiciones nominales. Si se sobrecarga cambia bruscamente su velocidad.

El motor con excitación serie se deberá procurar de nunca dejarlo sin carga, porque de ser así se desboca originándose que se desarma.

Equipo:

- 1.- Grupo motor generador (inducción, generador CD y excitatriz)
 Dos máquinas C.D.- Freno de Prony
- 2.- Voltímetro (150 Volts.)

3.- Amperímetro (50 Amperes.)

4.- Dos interruptores.

PRACTICA No. 4-II

Control de velocidad de los motores de corriente
continua

Objetivos:

- 1.- Formas de controlar la velocidad.
- 2.- Obtención de las gráficas de control de velocidad (I_a contra velocidad, I_c contra velocidad, voltaje contra velocidad).
- 3.- Construcción de los circuitos para el control de velocidad de motores de corriente continua.

Descripción:

El motor en derivación se denomina motor de velocidad constante porque su velocidad varía sólo ligeramente con la carga. Sin embargo su característica más estimable es la de ser también un motor de velocidad regulable. Cuando se le provee de resistencias de control adecuadas puede proporcionar una regulación de velocidad precisa en un margen muy amplio de esto se basa su principal aplicación. El control de velocidad puede estudiarse mejor utilizando la ecuación de velocidad:

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

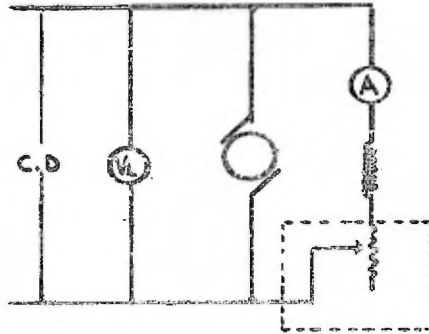
De esta ecuación se puede observar que la velocidad se puede controlar mediante tres formas:

- 1.- Variando la corriente de armadura, I_a --
(depende del régimen de carga).
- 2.- Variando el campo ϕ .

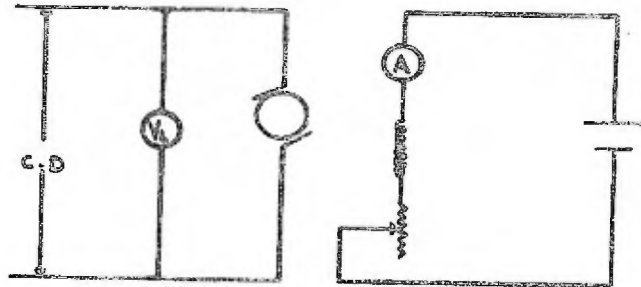
3.- Variando el voltaje E_t .

Para el control de velocidad de los motores de corriente directa se cuenta con dos sistemas:

Uno en donde el voltaje de línea se mantiene constante y se controla con la excitación del campo como se muestra en la figura:



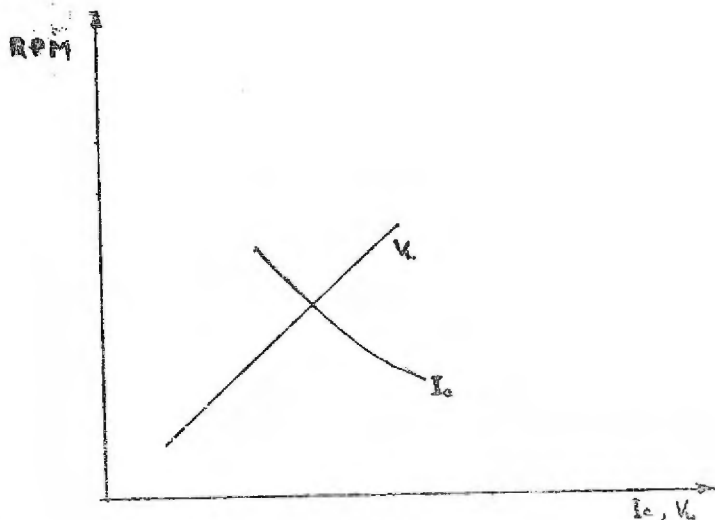
El otro es el sistema Ward-Leonard, el cual consiste en mantener el campo constante y se controla haciendo variar el voltaje de línea como se muestra en la figura:



Cuando el motor se conecta a una línea de tensión constante con E_t , igual a la tensión nominal del motor y con el reóstato de campo colocado en resistencia a cero - girará a una cierta velocidad que se denomina velocidad de pleno campo o fundamental. Para obtener velocidades superiores a esta puede variarse el flujo ϕ , por polo intercalando resistencias en serie con las bobinas de excitación. Para obtener velocidades inferiores a la de pleno campo debe disminuirse la tensión E_t aplicada a las bobinas del motor intercalando resistencias en serie con el inducido. En el caso de motores sin polos de commutación la velocidad máxima queda limitada a 1.7 veces la velocidad de pleno campo.

Desarrollo:

- 1.- Se arranca el grupo MGI
- 2.- Se arrance el grupo MGII
- 3.- Se le manda la excitación de corriente directa el motor.
- 4.- Controlar la velocidad variando ϕ para lo cual se lleva al motor a condiciones iniciales y se toman las lecturas de I_c contra velocidad.
- 5.- De nuevo se procede a llevar el motor a condiciones iniciales para tomar las lecturas de voltaje contra velocidad.
- 6.- Las gráficas que se obtendrán serán de la siguiente forma:



Observaciones:

- 1.- Se ve que N_{es} controlable.
- 2.- Controlar en más o menos un 10% $N_{nom.}$ por el primer método.
- 3.- Controlar desde $N_{ped.}$ hasta $N_{nom.}$ en el Ward-Leonard.
- 4.- El control de velocidad de un motor de corriente directa avanta mucho al motor de corriente alterna.

Equipo:

- 1.- Motor inducción-generador C.D.
- 2.- Dos motores C.D.
- 3.- Un voltímetro (150 Volts)
- 4.- Un amperímetro (50 Ampers)
- 5.- Un amperímetro (5 Ampers.)

PRACTICA No. 5-II

Conexión de transformadores para un sistema trifásico.

Objetivos:

- 1.- Conocimiento del transformador estático
- 2.- Conexiones de los transformadores.

Descripción:

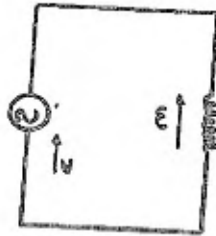
El transformador estático es un aparato empleado para transferir la energía eléctrica de un circuito de corriente alterna a otro sin variar la frecuencia.

Esta transferencia va acompañada habitualmente, pero no siempre de un cambio de tensión. Un transformador puede recibir energía y devolverla a una tensión más elevada, en cuyo caso se llamará transformador elevador, o puede devolverla a una tensión más baja, en cuyo caso es un transformador reductor. En el caso en que la energía suministrada tenga el mismo voltaje que el recibido, el transformador se dice que tiene una relación de transformación igual a la unidad.

El transformador se funda en que la transmisión de la energía eléctrica por inducción de un enrollamiento a otro dispuestos en el mismo circuito magnético, puede realizarse con excelente rendimiento. Las fuerzas electromotrices se inducen por la variación del flujo magnético.

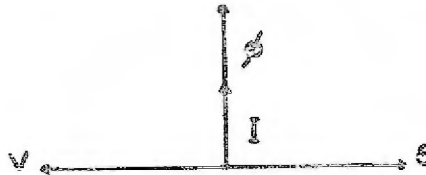


QUIMICA



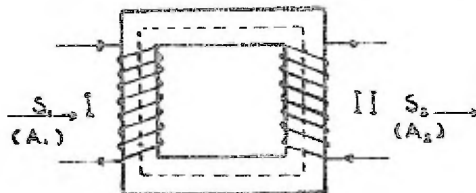
En la bobina aparece un campo magnético alterno que produce una f.e.m. que trata de anular los efectos del voltaje aplicado.

Veamos este fenómeno en el siguiente diagrama:



ϕ es el flujo total de campo magnético que varía y produce la f.e.m. en sentido contrario al voltaje aplicado.

Al colocar un núcleo de hierro a dos bobinas, el núcleo de hierro le dará una trayectoria al campo magnético.



tenemos entonces que:

N = número de vueltas de las bobinas.

S, A = potencias en corriente alterna.

En la bobina I, todo el campo va siguiendo el interior del núcleo de hierro.

$$\mathcal{E}_1 = - N_1 \frac{d \phi}{d t}$$

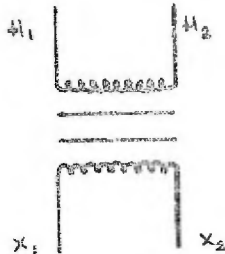
En la bobina II, se estará induciendo una f.e.m.

$$\mathcal{E}_2 = - N_2 \frac{d \phi}{d t}$$

dividiendo ambas ecuaciones nos quedará:

$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

siendo \mathcal{E}_1 y \mathcal{E}_2 las f.e.m. inducidas en el primario y en el secundario y N_1 y N_2 los números de espiras en cada uno de ellos



A las terminales en donde se tiene alto voltaje se les asigna la letra H y en las que se tiene bajo voltaje la letra X. Los subíndices 1, son de las misma polaridad entre si; así como los subíndices 2.

Desarrollo:

En esta práctica se procederá a conectar unos transformadores para alimentación trifásica. Para ello se -

necesitará contar con tres transformadores y como consecuencia se obtendrán seis cables de salida. Estas conexiones se pueden llevar a cabo tanto en los primarios como en los secundarios y se pueden conectar en delta o estrella, obteniéndose así ocho diferentes posibilidades de conexión.

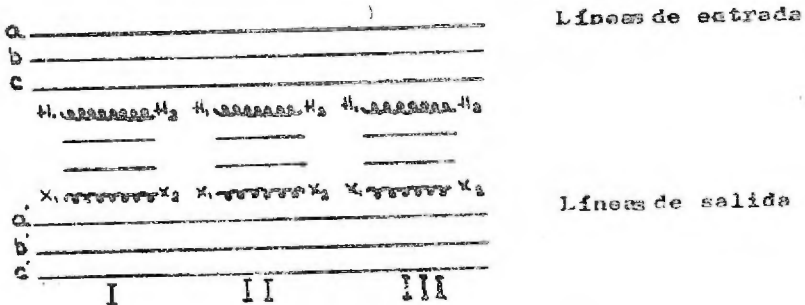
Primario

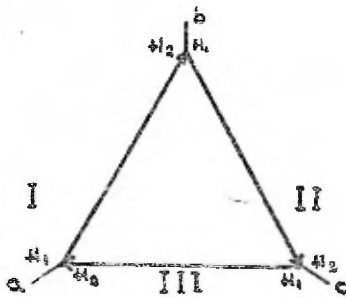


Secundario

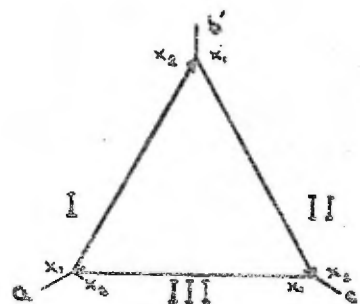


Tenemos tres líneas de entrada al principio para el primario. Tres transformadores y tres líneas de salida para el secundario, y queremos una conexión delta-delta:





Primario



Secundario

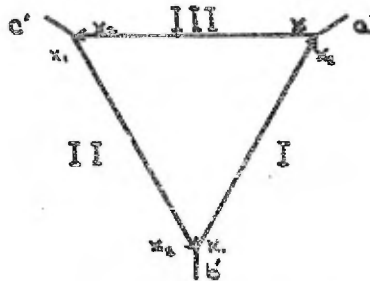
Cada vértice es la conexión a las líneas a, b y c para el primario a; b' y c' para el secundario. La conexión del sistema nos queda, conectando cada terminal de cada uno de los transformadores de la delta a las líneas correspondientes; por ejemplo en el primario del transformador I las terminales H_1 y H_2 van a las líneas a y b respectivamente; para el transformador II, la terminal H_1 se conecta a la línea b y su terminal H_2 a la línea c. Por último para el transformador III, la terminal H_1 va a la línea c y la H_2 a la línea a.

De igual manera se conecta el secundario, quedándonos el sistema de la forma siguiente:

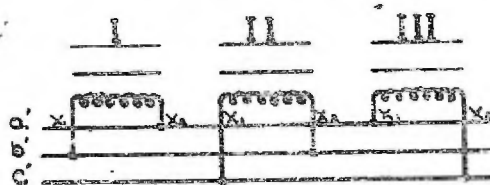


Puede haber otra opción en el secundario para este mismo caso delta-delta es decir, con el secundario en delta a 180° .

Los vectores que representan a los transformadores conservan su dirección y sólo se cambian de posición de la manera siguiente: queremos una delta invertida ó a 180° :

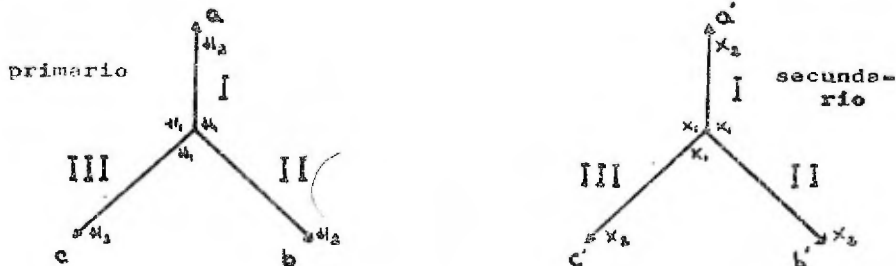


quedando el secundario conectado de la forma siguientes:



Los voltajes inducidos salen defasados a 180° con respecto a el voltaje alimentado por el primario.

Conexión estrella-estrella:



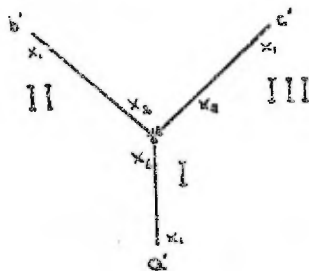
y el circuito nos queda:



Como las H_i y las X_i están conectadas a un punto común, se necesita una barra auxiliar que representa al neutro y que se puede conectar a tierra.

Aquí si una conexión se hace equivocada se tendrá como único problema que el sistema queda desbalanceado, es decir, se pierde el ángulo de fase de 120° entre los fases.

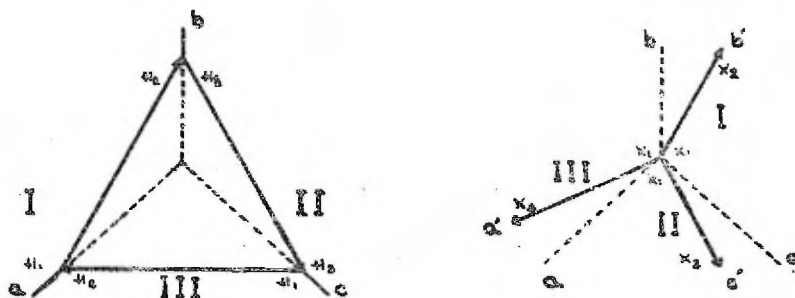
Para el caso de la conexión estrella-estrella con el secundario a 180° tenemos:



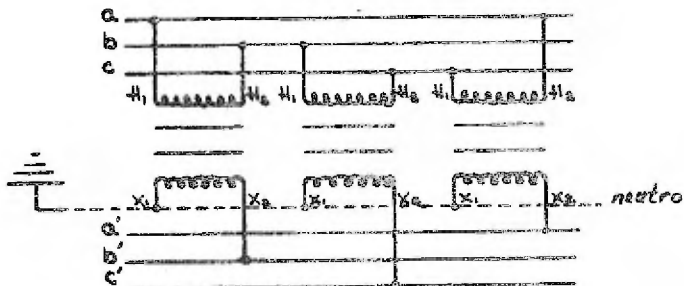
quedando el secundario conectado de la siguiente forma:



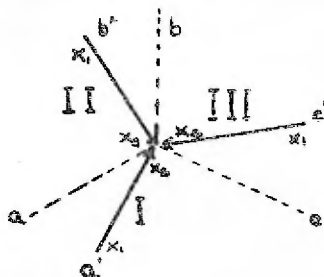
Conexión delta-estrella. En este caso se producen voltajes desfasados 30°



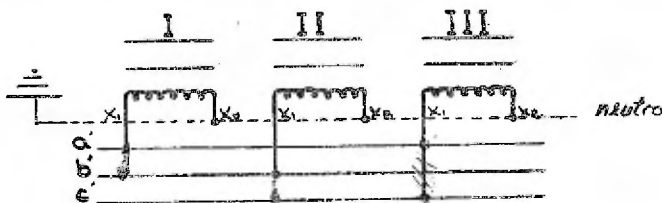
El voltaje trifásico del secundario sale estrass do 30° con respecto al voltaje trifásico del primario, el circuito nos queda de la manera siguiente:



Para el caso en el que el circuito estrella en el secundario se encuentra 180° tenemos:

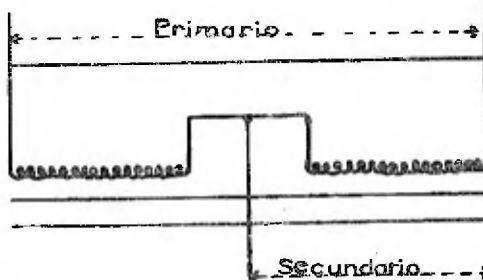


En el secundario se obtiene voltaje adelantado 30° con respecto a el primario quedándonos el secundario - conectado de la forma siguiente:



El caso estrella-delta se construye de forma si milar que el delta-estrella.

Se denomina autotransformadores aquéllos en los que una parte del enrollamiento es común al circuito primario y secundario.



Los autotransformadores solo se usan cuando la relación de carga no es mayor de 1:2. Su uso principal es en control. En los autotransformadores hay conducción eléctrica y transferencia magnética.

Una gran desventaja de los autotransformadores es que en cualquier falla de aislamiento puede aumentar considerablemente el voltaje dañando el equipo y al operador.
Observaciones:

Los transformadores estáticos no tienen órganos giratorios y por lo tanto requieren poca vigilancia y escasos gastos de conservación. El costo de los transformadores por kilowatt es bajo, comparado con el de otros aparatos, y su rendimiento es muy superior. Como no hay dientes ni ranuras, ni órganos giratorios y sus enrollamientos pueden estar sumergidos en aceite, no es difícil lograr un buen

aislamiento para muy altas tensiones, estas características favorables hacen que el transformador sea un elemento de gran utilidad como puede transformar un voltaje bajo en otro más elevado y viceversa y de una manera económica a el se debe en gran parte la difusión que ha alcanzado la corriente alterna.

Los transformadores trifásicos tienen un peso menor y ocupan mucho menos superficie en planta que tres transformadores monofásicos de igual potencia por lo que son preferidos en la práctica.

La eficiencia de un transformador esta dada en % y será igual:

$$\frac{\text{Potencia de salida}}{\text{Potencia de entrada}} \times 100$$

y es muy elevada a consecuencia de las pocas pérdidas.

Recomendaciones:

Si alguna de las conexiones realizadas se equivoca, se hace un corto circuito con un voltaje del doble de su valor normal y se puede dañar el transformador, esto es para el caso de la conexión tipo delta.

Equipo:

3 transformadores monofásicos.

PRACTICA No. 6

Descripción de los Sistemas de Arranque

Objetivos:

- 1.- Interpretación de los símbolos eléctricos - utilizados en los diagramas de los arrancadores.
- 2.- Conocimiento de los diferentes sistemas de arranque.
- 3.- Conocimiento de las partes de que consta un arrancador.

Descripción:

Símbolos utilizados en los circuitos de protección y control de operación manual y automática.



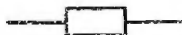
Interruptor automático normalmente abierto.



Interruptor automático normalmente cerrado.



Calefactor forma parte de un elemento - térmico



Elemento protector (fusible)



Representa la bobina excitadora del mecanismo magnético. Esa bobina se conecta a la energía eléctrica y al excitarse cie-



Para los interruptores normalmente abiertos que son accionados por mecanismos magnéticos.



Interruptor de palanca de operación manual pueden ser normalmente abierto o normalmente cerrado.



Botón de operación manual normalmente abierto, se cierra solamente mientras se tenga presionado por el dedo.



Botón de operación manual normalmente cerrado; solo se abre mientras se presione con el dedo.



Interruptor de cuchillas.

(A) Circuito monofásico.



(B) Circuito trifásico.

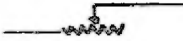


La línea punteada une varios elementos operados por un mismo mecanismo. Puede haber varios mecanismos operados por una sola acción manual y ésto se representa por la línea punteada.





Lámpara piloto. Luces que aparecen en los tableros y que nos indican cierta condición de operación.



Resistencia variable.



Resistencia



Interruptores tipo selector.

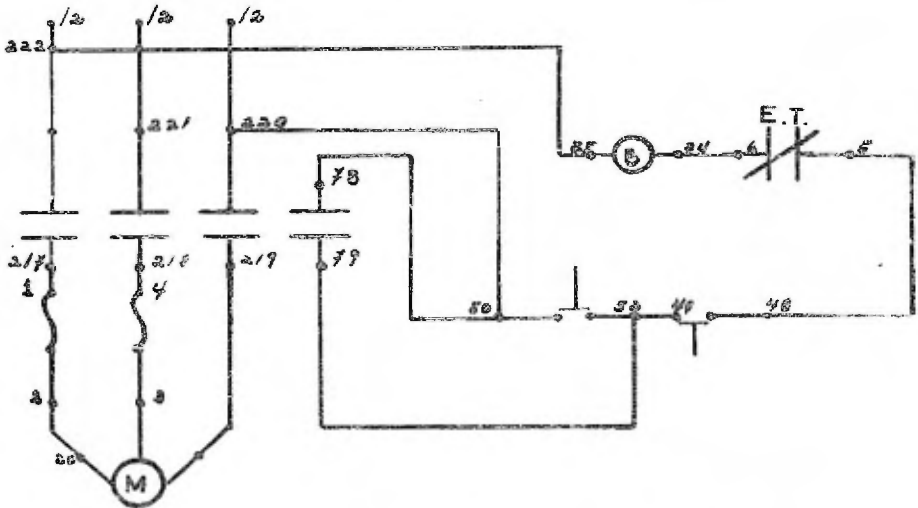
Arrancador Magnético. Es un arrancador para corriente alterna aplica directamente el voltaje de líneas a la máquina se use el arrancador magnético o de línea directa tambien llamado "Line-Starter, consta de sistemas automáticos. Es te se muestra en el diagrama 1.

Los arrancadores magnéticos son aparatos electromagnéticos que sirven para el mando a distancia de motores asincrónicos trifásicos. Estos arrancadores tienen -- dos circuitos, el principal o de fuerza y el auxiliar o de mando.

El circuito principal o de fuerza, se compone de fusibles, contactos de fase y elementos calentadores -- de los reles térmicos. Por este circuito, la energía eléc trica de corriente trifásica va al devanado del estator del motor gobernado.

El circuito de mando del arrancador magnético, se compone de un cuadro de dos botones, arranque y paro, que conecta la bobina del arrancador, el bloque-contacto - y los contactores de los relés térmicos. El circuito de mando, sirve para gobernar el arrancador propiamente dicho.

La máquina del diagrama 1, consta de:



CORRIENTE ALTERNA.

Con voltaje directo, se use el arrancador Magnético de línea directa "Line Starter", consta de sistemas automáticos.

B = bobina

E.T. = Elemento Térmico

M = Motor

Bornes de alimentación

Conexiones (217, 218, 219, 220, 221, 222)

Terminales de la bobina (74, 75)

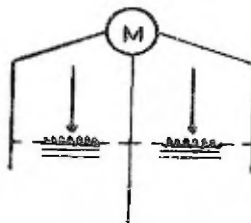
Terminales de elemento térmico (5,6)
 Terminales de botón de paro (48,49)
 Terminales del botón de arranque --
 (50,52)
 Condiciones de entrada del motor (20)
 Calefactor (1, 2, 3, 4)

Arrancador Auto Starter.

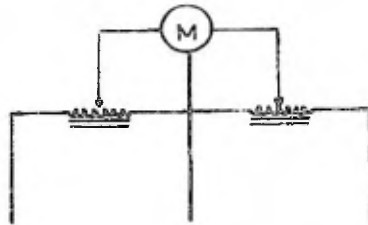
Estos arrancadores son para corriente alterna-
 con voltaje reducido, también llamados "Auto Starter", la
 tensión que se proporciona al motor, se puede disminuir y
 de este modo, reducir también la corriente de arranque del
 mismo por medio de un autotransformador.

Para reducir la corriente de arranque de los -
 motores de corriente alterna, puede emplearse una resisten
 cia en serie con los conductores que unen el motor a la --
 línea, la mayoría de los arrancadores de los motores de --
 corriente alterna, utilizan autotransformadores en lugar
 de resistencia para reducir el voltaje de arranque.

En la figura No. 2 se muestra un arrancador de
 este tipo, el cual durante el arranque reduce la tensión
 del 50% al 80%.



1.- En Operación



2.- En Arranque

Fig. 2

Arrancador de corriente directa. Este tipo de arrancadores hacen uso de una resistencia en serie debido a que si se arranca el motor conectado directamente a la línea de alimentación - se obtienen valores inadmisibles de corriente en la práctica industrial. Por consiguiente, debe intercalarse durante el arranque una resistencia en serie con el inducido del motor. Esta resistencia puede disminuirse progresivamente a medida que la velocidad del inducido aumenta y desarrolle una fuerza contra electromotriz.

Este tipo de arrancador se ilustra en la figura No. 3.

- 1.- Resistencia con derivaciones
- 2.- Bobina
- 3.- Armadura.

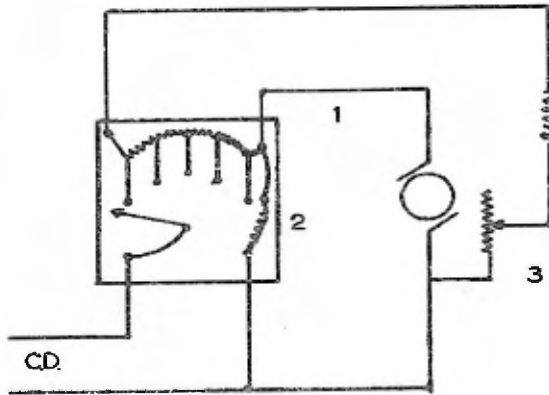


Fig. 3

Equipo:

Un arrancador de corriente directa.

Un arrancador magnético con estación de botones

Un arrancador Auto Starter

Tres motores (1 de C.A.)

PRACTICA No. 7-II

Realización de un circuito en un arrancador.

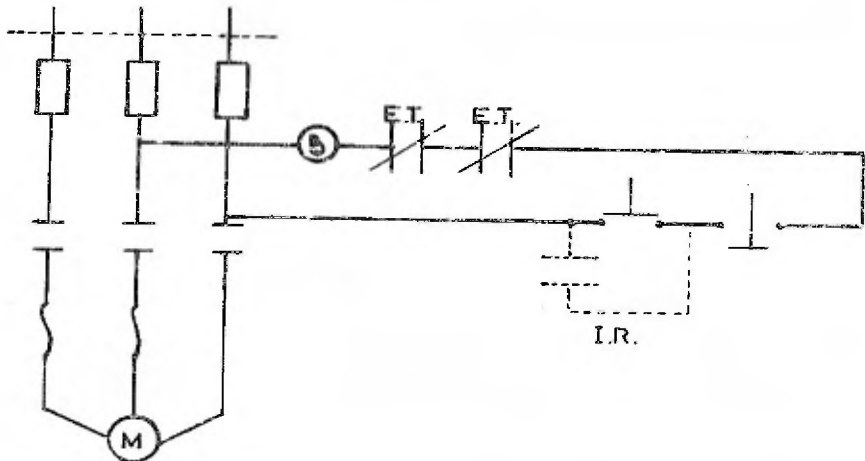
Objetivo:

Construcción de circuitos para arranque de motores y sistemas de control automáticos y manuales.

Descripción:

En la práctica No. 6 se describieron los sistemas de arranque, así que se procederá a describir los sistemas de control automático y manual en una forma muy general.

Sistema manual de control. En un circuito cualquiera por ejemplo, el de la figura No. 1 tenemos dos partes fundamentales circuito de potencia y circuito de control.



En el circuito de potencia, tenemos a la línea que alimenta al motor formado primero por un interruptor de

cuchillas que quita la energía de la máquina cuando se requiera por compostura u otra causa. Elementos fusibles, - que protegen contra corto circuito que aparezca de ahí hacia abajo del circuito. Interruptores automáticos. Detectores de la intensidad de la corriente; son calefactores - que si la máquina sufre una pequeña sobrecarga, no detectada por los fusibles estos elementos despiden calor y accionan los elementos térmicos (ET) para protección. Estos ET se encuentran al otro lado de los calefactores, solo se necesitan dos de estos.

El circuito de control puede ser: Control mixto manual y automático; Control combinado, el cual maneja varias máquinas a la vez.

Se tiene también un interruptor de retención con el cual la máquina queda permanentemente funcionando, la ventaja de tenerlo es que una máquina de gran capacidad se puede controlar con interruptores de pequeñas capacidades. Si se quiere parar la máquina, se abre el botón de paro, con lo cual, la bobina se desenergiza y no se arranca de nuevo hasta no apretar el botón de arranque. Si hay corto circuito, circula una corriente muy alta, entonces el fusible lo detecta y se quema.

Se puede contar con una segunda estación de botones, la cual tiene por objeto controlar en un tablero general a distancias mayores a todas las máquinas. Las condiciones que deben cumplir estas estaciones segundas de botones son:

- 1.- Todos los botones de arranque deben quedar

en paralelo.

2.- Todos los botones de paro deben quedar en se
rie.

Sistemas Automáticos de Control. Es el tipo de control más completo, ya que no tiene ningún elemento del cual disponer, por lo que es necesario tener que diseñar debido a que el sistema debe arrancar o parar por alguna señal dada por la características del proceso, por lo tanto debe existir un dispositivo que capte dicha señal. Este dispositivo no sería otra cosa que un detector o sensor.

Desarrollo:

Construya diferentes diagramas y circuitos para arranque de motores y solicite al instructor los elementos necesarios.

Precauciones:

Asegúrese de hacer bien las conexiones, fijar - las y revisarlas de acuerdo al diagrama hecho antes de arrancar y solicitar el visto bueno del instructor antes de poner en marcha el motor con el arrancador ideado.

PRACTICA No. 8-II

Sensores

1.- Conocimiento de los sensores.

2.- Aplicación de un sensor a un sistema dado

Descripción:

Los sensores son sistemas de control automático y dentro de estos tenemos los siguientes tipos:

Sensores de temperatura.- generalmente son tiras hechas de dos metales diferentes en su coeficiente de dilatación. A temperatura ambiente se comportan en forma lineal, si aumenta la temperatura, uno de ellos se dilata más que el otro y se presenta una flexión. Si disminuye la temperatura, el que se dilata más, ahora se contrae más y se flexiona en el otro sentido. Un extremo está fijo y están unidos entre sí.

Sensor de presión.- esta constituido por una cámara herméticamente cerrada con una conexión al tanque de presión, la presión del tanque actúa sobre un diafragma desplazable que puede mover un interruptor de gran capacidad, maneja directamente el interruptor, y a veces, hasta el interruptor directo de un motor.

Estos sensores tienen un calibrador de presión que mantiene un rango de operación determinado.

Sensor de nivel.- generalmente se usa un flotador. Estos interruptores, tienen sistemas de platinos dobles; al subir, unos platinos se abren y otros se ci-

rran y al bajar el nivel sucede a la inversa.

Estos sensores tambien tienen suficiente -- fuerza para axionar un interruptor grande, inclusive a veces la conexión es directa al motor.

Sensores de luminosidad.- aquí se hace uso de una fotocélula que manda una señal muy débil, provocada por la luz, a un amplificador, en donde la señal se refuerza para que pueda axionar el sistema relevado y esta señal finalmente se manda al circuito de la bobina.

Desarrollo:

Construya un sistema donde se utilize un - sensor de nivel:

Características del equipo en la instrucción masiva.

Debido a las necesidades vigentes en esta Facultad de Química como son, el exceso de alumnado, de las limitaciones de tiempo que se tiene en cada semestre y de la falta de un laboratorio apropiado para poder subsanar estas anomalías, se ha llevado a cabo este anteproyecto. Se trata de diseñar un laboratorio de Ingeniería -- Eléctrica, el cual este enfocado especialmente hacia una instrucción masiva con las características didácticas modernas. Es decir orientado a que un número mayor de alumnado (aproximadamente 30 por sesión, puedan capacitarse para la realización de experiencias o pruebas en los aparatos máquinas y sistemas eléctricos básicos a partir de los cuales se elabora la teoría eléctrica.

Se establecen en este estudio varios aspectos a tratar:

1.- Las prácticas o ensayos que es conveniente realizar normándose en las necesidades básicas y de aplicación enfocados hacia la carrera de Ingeniero Químico.

2.- Un instructivo para el manejo del equipo y para la realización de las prácticas.

3.- El equipo necesario:

- a) Proporcionando especificaciones concretas tanto de los aparatos principales como de los auxiliares, señalando marcas, potencias y rangos y además adaptaciones

especiales cuando sean necesarias.

- b) La disposición del equipo en el espacio destinado al laboratorio.

4.- Las instalaciones necesarias para el laboratorio tales como: las cimentaciones acoplamiento de máquinas, instalación eléctrica y alumbrado.

5.- La elaboración de un presupuesto que comprenda el costo de instalación y de la adquisición del equipo.

El equipo de medición que se necesita para la realización de las prácticas deberá tener un tamaño de carátula de 6 1/2 pulgadas, con el fin de tener una mejor visibilidad y puedan todos los alumnos observar las lecturas correspondientes.

Las escalas de todos los amperímetros, voltímetros y wattímetros fueron seleccionadas de acuerdo con las intensidades de corriente voltaje y potencias máximas por medir procurándose que los instrumentos den la lectura entre 2/3 y 3/4 de la lectura máxima en la escala.

Las máquinas que se necesitarán serán: 1 motor de inducción C. A., 4 máquinas de C. A., tres transformadores monofásicos y un freno de pronny las capacidades de estas máquinas son:

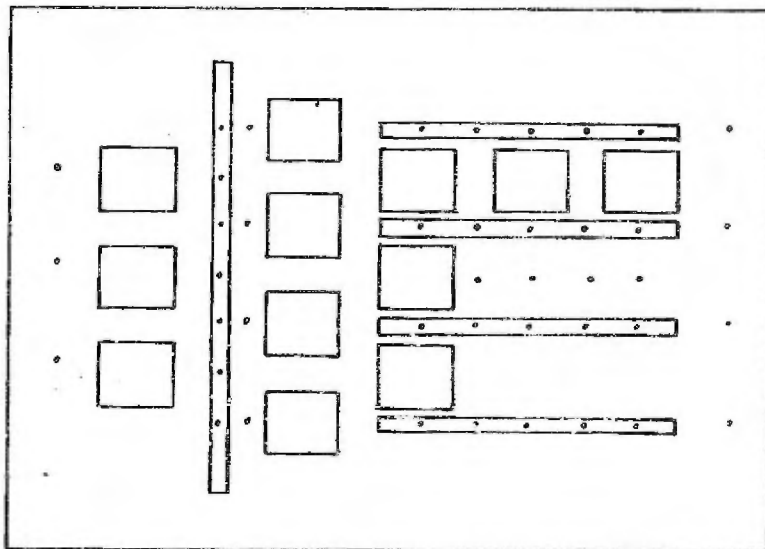
	H.P.	R.P.M.	Tipo	Peso	Ampers	Volts	Kw	K.V.A.
Motor C. A.	2	1000/1200	132 T	32	6.6	220	1.47	
Máquina C.D.	2	1150	L186 AT	49	13.3	125	1.6	
Máquina C.D.	1	1150	L182 AT	38.18	6.6	125	0.8	
Máquina C.D.	1	1150	L182 AT	38.18	6.6	125	0.8	
Excitatriz								
C.D.	1	1150	L182 AT	38.18	6.6	125	0.8	
Transformadores								
de Corriente --								
(Medición).								
					25/5			
Transformadores								
de Potencial						220/110	9	3

Se hizo un estudio preliminar de los diagramas de cada práctica, se penso primero en la construcción de tableros para cada una de ellas, pero surgieron algunos inconvenientes tales como, la pérdida de tiempo en montar y desmontar aparatos, el deterioro que se ocasionaría sobre los instrumentos por el constante intercambio y a su vez la elevación del presupuesto.

Para llegar a subsanar estas anomalías se concluyó en construir un tablero maestro, el cual viene a reunir de una manera eficaz las características particulares de cada tablero y a su vez fuera posible realizar en el la mayoría de las prácticas.

Este tablero maestro será útil en todas las prácticas a excepción de dos, que son: la medición y observación de voltaje alterno, en donde se requerirá la existencia de un tablero, que contenga un selector de 6 polos 3 tiros, un rectificador de onda completa y un capacitor, y la otra práctica sería la de sensores, en la cual sólo sería necesario una ilustración visual y explicación de su funcionamiento por parte del instructor.

A continuación se ilustra el diagrama del tablero maestro



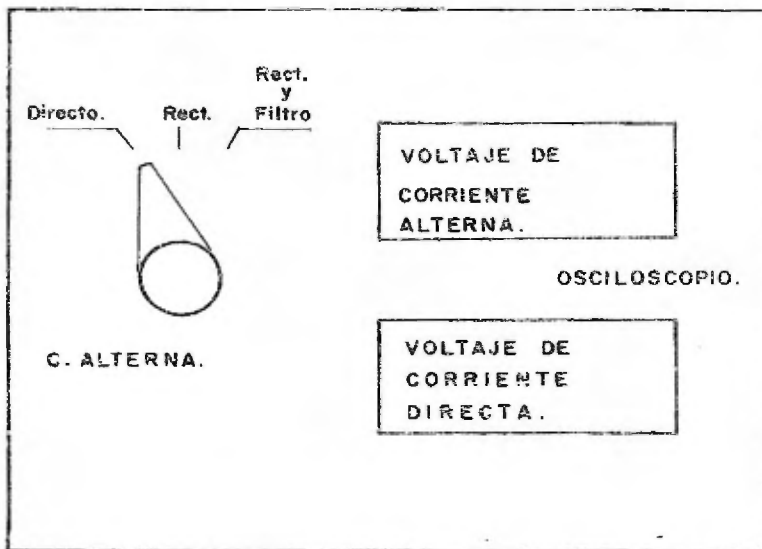
Este tablero contendrá varias casillas las cuales estarán ocupadas por los aparatos de medición. Wattmetros, voltímetros, amperímetros, según la distribución de las conexiones referentes a la práctica que se realice.

Se contará con cinco barras colectoras con una serie de mariposas para las diferentes conexiones.

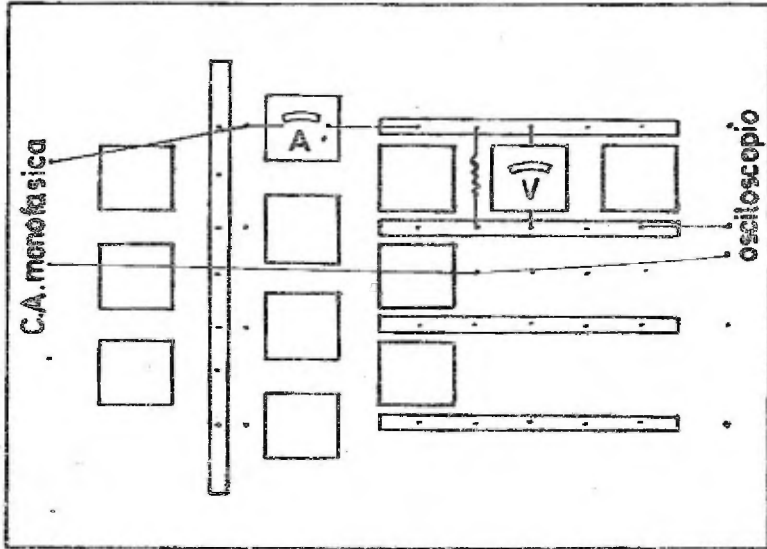
Para la realización de cada práctica se conectarán únicamente los aparatos a utilizar y el resto de ellos se podrán cubrir con una tapa desmontable con el fin de no distraer la atención del alumno, y que las conexiones sean más fáciles de captar.

Este tablero irá colocado en el centro del tablero general y a sus lados estarán los temas de dis-

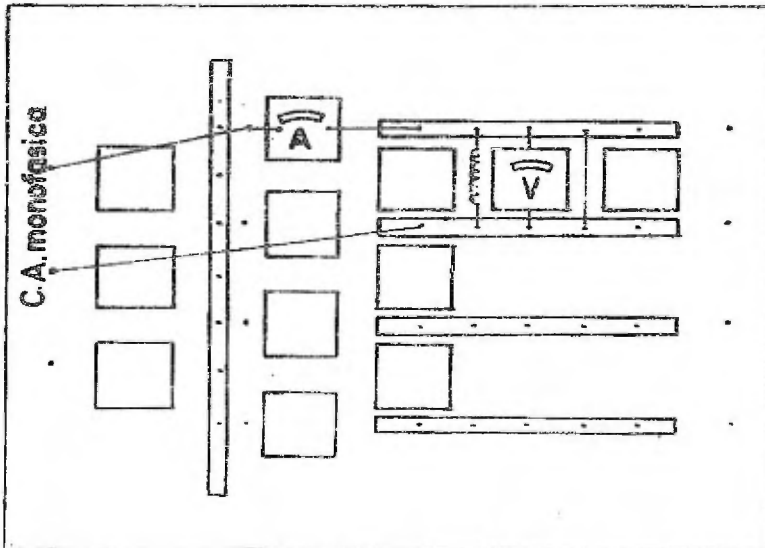
tribución. A continuación hacemos la ilustración, de los diferentes tipos de conexiones para cada práctica y las tomas de distribución.



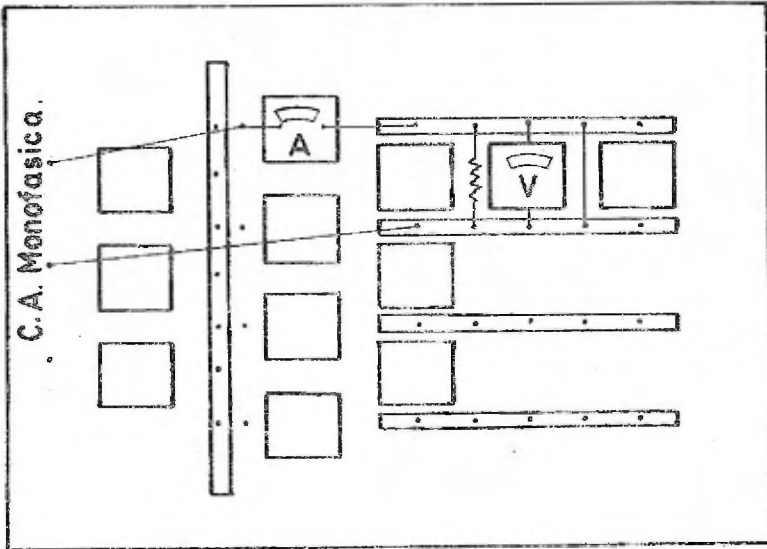
PRACTICA N° 2



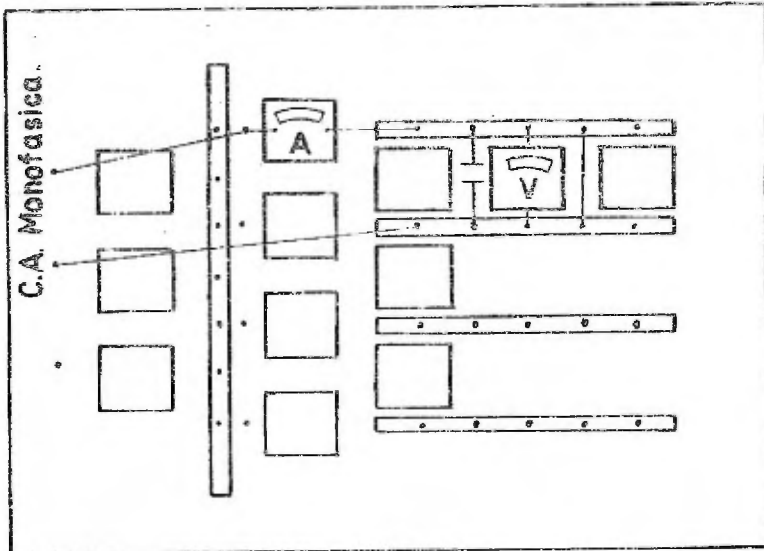
PRACTICA N° 3



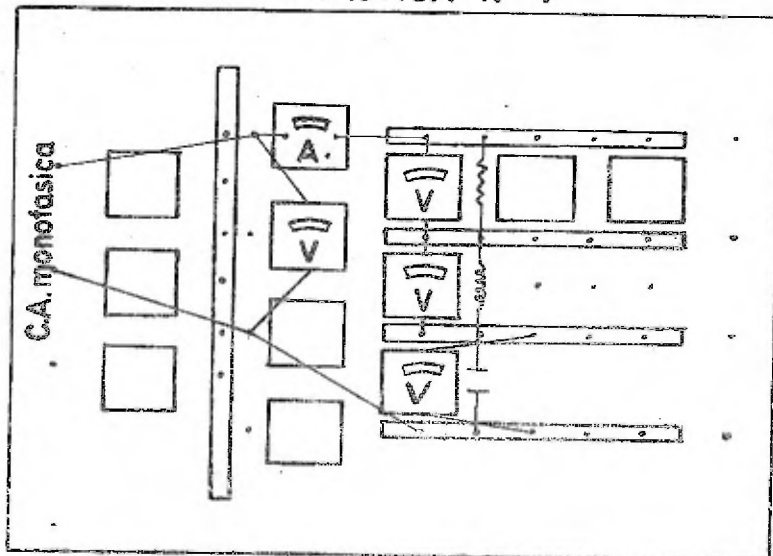
PRACTICA N° 3



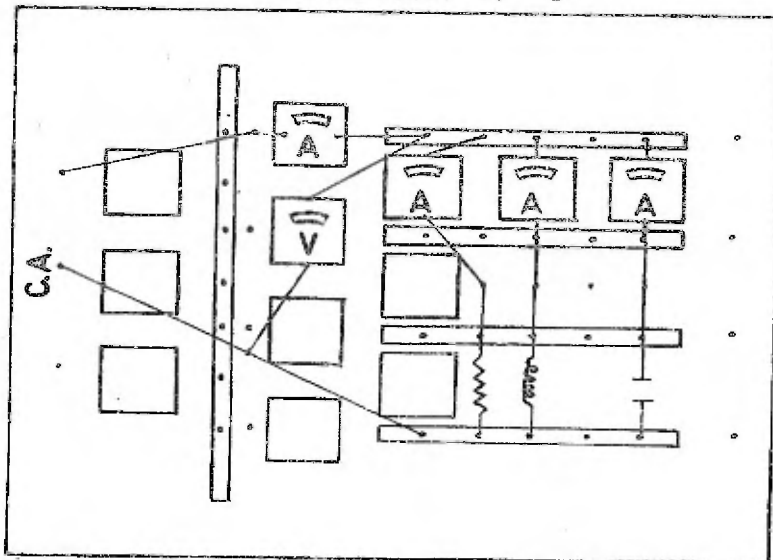
PRACTICA N° 3



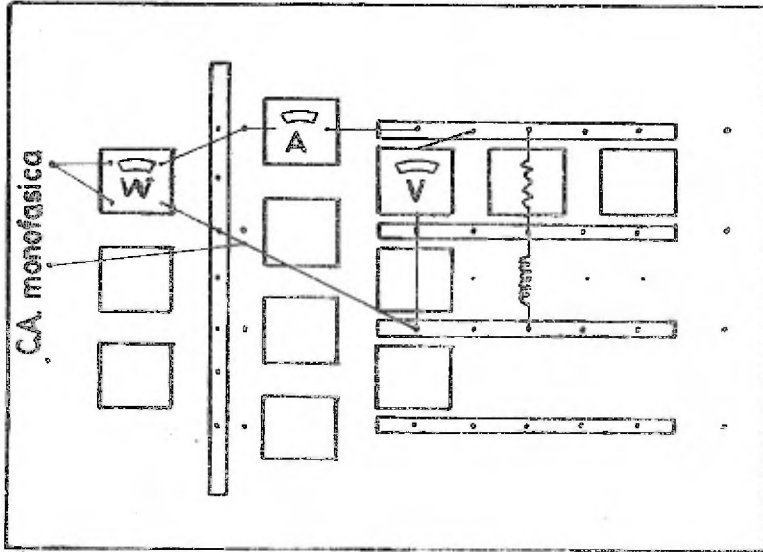
PRACTICA N° 4



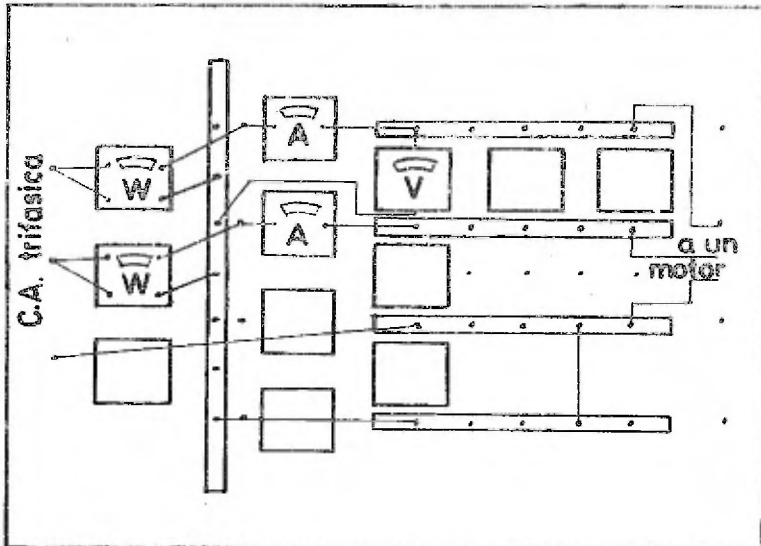
PRACTICA N° 5



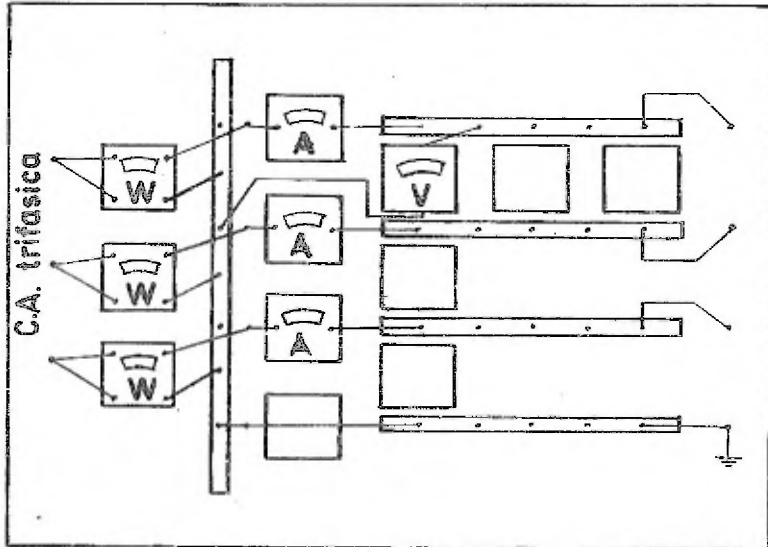
PRACTICA N° 7



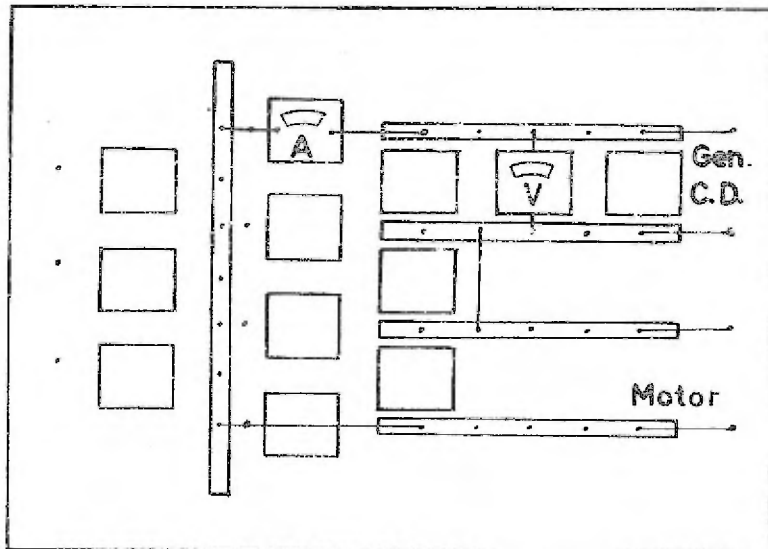
PRACTICA N° 8



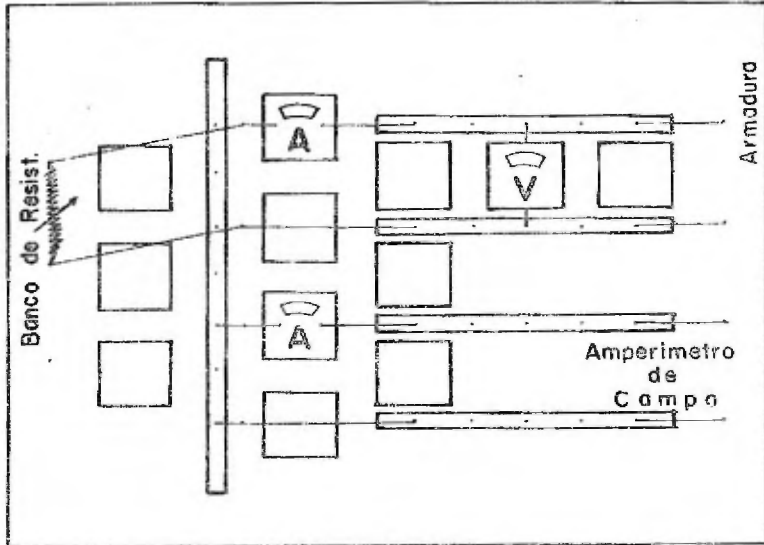
PRACTICA N° 8



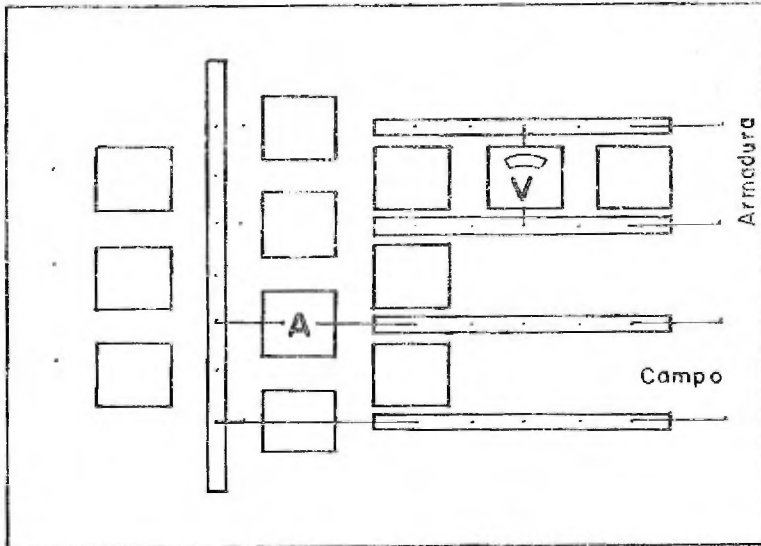
PRACTICA N° 1 - II



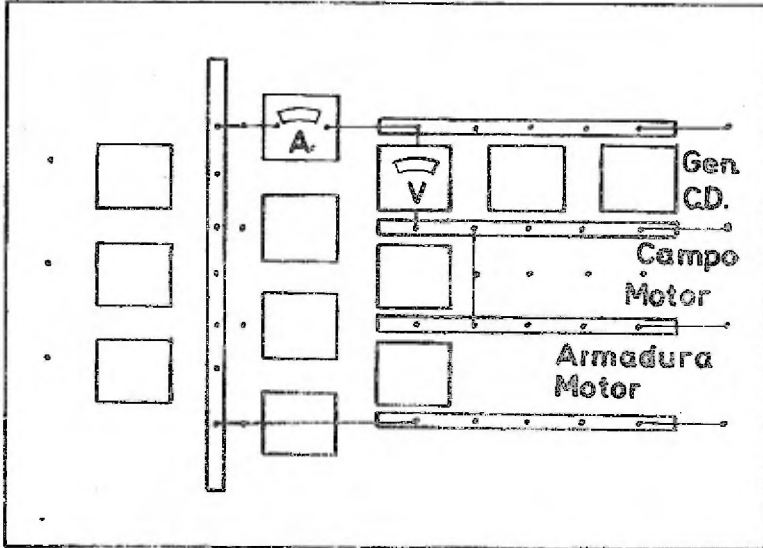
PRACTICA N° 2-II



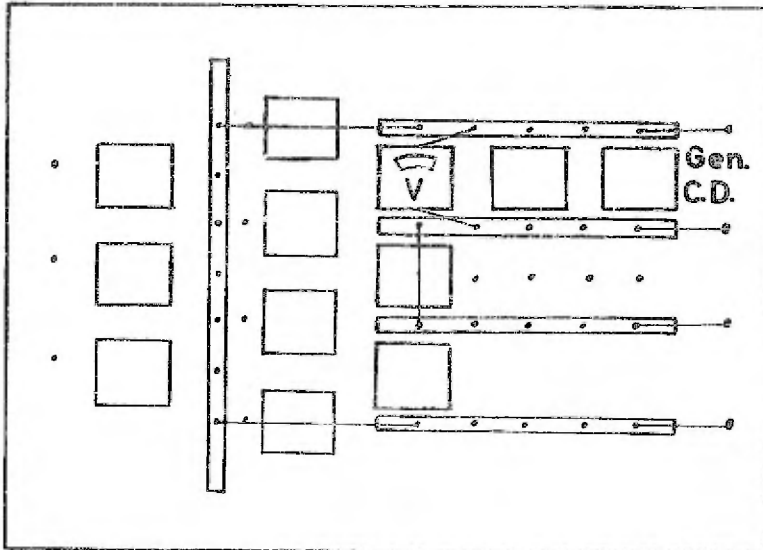
PRACTICA N° 2-II



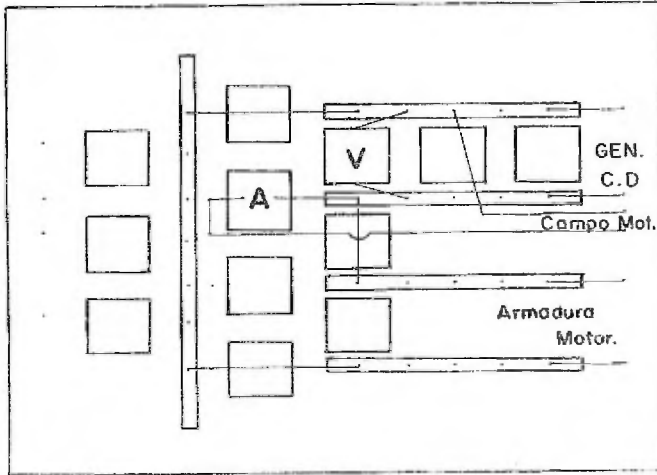
PRACTICA N° 3 - II



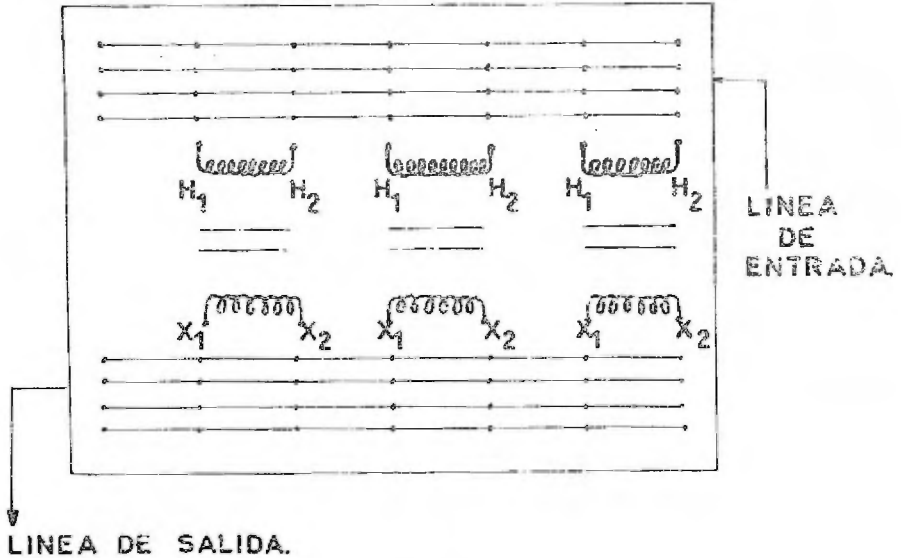
PRACTICA N° 4 - II



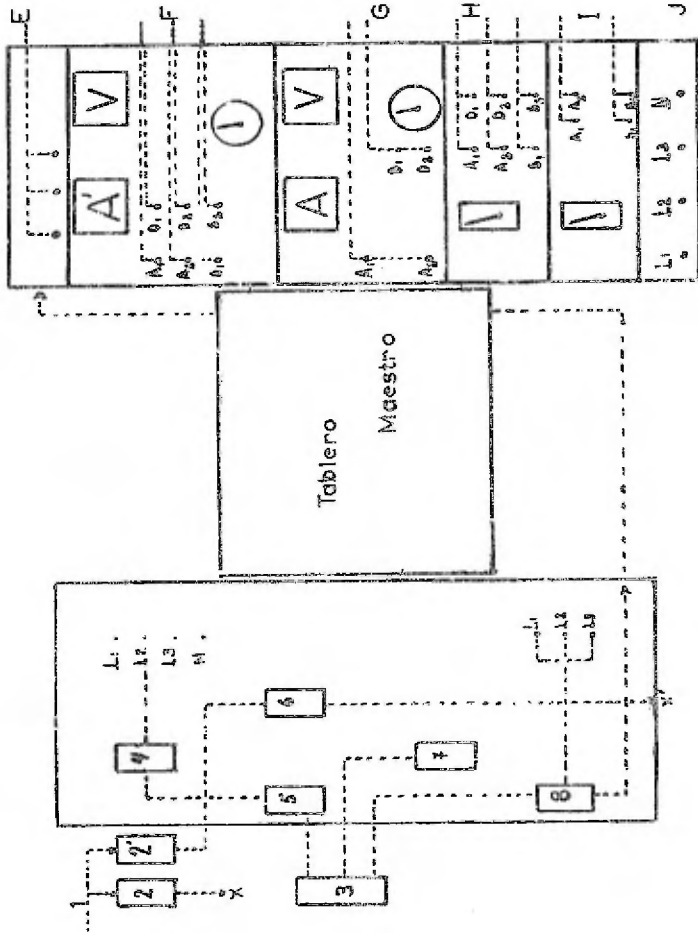
PRACTICA N° 4-II



PRACTICA N° 5-II.



TABLERO DE DISTRIBUCION



- 1. = Acometida
- 2-2' = Interruptor de cuchilla
- 3 = Arrancador Magnético
- 4 = Arrancador Térmico
- 5 = Arrancador Térmico
- 6 = Interruptor
- 7 = Estación de botones
- 8 = Selector Arrancador
- $L_1L_2L_3$ = Líneas
- N = Neutro
- X = Iluminación
- X' = Al banco de transformadores
- A = Armadura
- A' = Amperímetro
- B = Reóstato de campo
- C = Arrancador corriente directa
- D = Derivación
- S = Motor C.D. serie
- F = Generador corriente directa
- E = Motor de inducción
- G = Excitatriz
- H = Motor C.D. compuesto
- I = Motor C.D. serie
- J = Transformadores

Características del equipo necesario para la realización del Laboratorio

Habiéndose visto y tratado el capítulo I lo re-

lacionado con las prácticas que se realizarán en el laboratorio de Ingeniería Eléctrica en la Facultad de Química, se procederá a redactar el equipo para cada una de las prácticas tanto de la Ingeniería Eléctrica I como II a fin de conjuntar el equipo base para la realización de este anteproyecto.

En este resumen total de equipo, se trató de seleccionar todos aquellos aparatos esenciales, con el fin de aminorar la cuestión económica que posteriormente se tratará en capítulo aparte.

Equipo de Eléctrica I:

1.- Observación y medición de un voltaje alterno.

- a) Osciloscopio de rayos catódicos.
- b) Voltímetro de C.A. (200 V.)
- c) Tablero con rectificador selector 6 polos 3 tirios y capacitor 100 f.
- d) Voltímetro de C.D. (200 V.)
- e) Transformador de instrumento de potencial (opcional).

2.- Medición de corriente alterna.

- a) Amperímetro C.A. (10 Amperes)
- b) Voltímetro C.A. (200 Volts)
- c) Miliamperímetro (500 Milliamp)
- d) Milivoltímetro (500 Millivolt)
- e) Puente de Kelvin
- f) Puente de Wheatstone

- g) Megher
- h) Resistencias entre 10 y 1000 Ohms y Osciloscopio de rayos catódicos.
- i) Transformador de instrumento de corriente (Opcional)

3.- Cálculo de los tres elementos básicos de un circuito R.L.C.

- a) Voltímetro C. A. (200 Volts)
- b) Amperímetro C. A. (10 Amperes)
- c) Resistencias (10 o 20 Ohms)
- d) Bobinas (20 miliHenrys)
- e) Capacitor (100 microFarads)
- f) Generador de Corriente Alterna (opcional)

4.- Construcción del diagrama de fasores y determinación del ángulo de fase, de un circuito R.L.C. serie

- a) 4 Voltímetros (2 de 150 y 2 de 300 Volts)
- b) 1 Amperímetro (10 Amperes.)
- c) 4 o 5 resistencias (20, 30, 50, 100 Ohms.)
- d) 3 bobinas (20, 40, 100) (miliHenrys)
- e) 4 Capacitores (60.3, 100, 175, 352) (microFarads)

5.- Construcción del diagrama de fasores y determinación del ángulo de fase de un circuito R.L.C. paralelo.

- a) 4 Amperímetros (10, 20, 50, 20) (Amperes)
- b) 1 Voltímetro (150 Volts)

- c) 4 o 5 resistencias (10, 20, 50, 100 Ohms.)
- d) 3 bobinas (20, 40, 100) (miliHenrys)
- e) 4 capacitores (70.2, 100, 175, 352) (microFarads)

6.-Conexión de la Fuente:

- a) 3 transformadores idénticos
- b) 1 voltímetro (200 Volts)
- c) 1 Amperímetro (20 Amperes)

7.-Medida de la Potencia en un sistema monofásico

- a) 1 wattmetro (5-10 Amperes y 60-120-240 Volts)
- b) Amperímetro (2.5 a 5 Amperes)
- c) Voltímetro (150 a 300 Volts)
- d) Resistencia
- e) Bobina Carga
- f) Transformadores de Instrumento (voltaje y corriente)

8.-Medida de la potencia en un sistema trifásico:

- a) 3 wattmetros (5-10 Amperes 60-120-240 Volts)
- b) Voltímetro (150-300 Volts)
- c) Amperímetro (2.5-5 Amperes)

Equipo de Eléctrica III:

1.- Grupo de las curvas Par, Potencia y Eficiencia.

- a) etc. etc.

- a) Motor C. D. freno de Prony
- b) 1 Amperímetro C. D. (5 Ampers)
- c) 1 Factorímetro
- d) 1 Voltímetro C. A. (300-150 Volts)
- e) 1 Tacómetro (0-1000 R.P.M.)
- f) Cables de conexión

2.-Curvas de saturación en vacío y de carga en generadores de corriente continua.

- a) Máquinas de Inducción y corriente directa.
- b) Amperímetro de Línea C. D. (5-10 Ampers)
- c) Voltímetro. C. A. (0-150 Volts)
- d) Tacómetro (0-1000 R.P.M.)
- e) Amperímetro C. A. (5 a 10 Ampers)
- f) Banco de resistencia variable.

3.-Curvas velocidad-carga para motores de corriente continua

- a) Grupo motor-generator (Inducción y generator C.D.)
excitatriz, 2 máquinas C. D., freno de Prony.
- b) 1 Voltímetro C. D. (150 Volts)
- c) 1 Amperímetro C. D. de línea (50 Ampers)
- d) 1 Arrancador (resistencias)

e) Tacómetro 0-1000 R.P.M.

4.- Control de velocidad de motores de corriente continua.

- a) Grupo motor generador (Motor de Inducción, generador C. D., excitatriz)
- b) 2 máquinas C. D.
- c) 1 Voltímetro (150 Volts)
- d) 1 Amperímetro de Línea y 1 de campo, (0 a 5)
(0 a 150)
- e) Tacómetro 1000 R.P.M.

5.- Conexión de transformadores.

- a) 3 transformadores monofásicos = 3 K.V.A. (220/110 Volts)
- b) Cables para conexiones.

6.- Descripción de sistemas de arranque

- a) Arrancador de C. D.
- b) Arrancador magnético
- c) Arrancador Auto-Starter
- d) 1 Motor C. D.
- e) 1 Motor C. A.

7.- Realización de un circuito en un arrancador

- a) 4 Contactos
- b) 1 Bobina
- c) 1 Interruptor térmico
- d) 2 botones (Arranque y paro)

3.- Sensores.

- a) de nivel ; b) de temperatura ; c) de presión.

Resumen de Equipo:

El tamaño de carátula de los aparatos de medición serán el 6 1/2 pulgadas.

- 1.- Osciloscopio de rayos catódicos.
- 2.- Voltímetros
 - C. A. = 2 de 300 volts
 - C. A. = 2 de 150 volts.
 - C. D. = 1 de 200 volts.
 - C. D. = 1 de 220 volts.
- 3.- Amperímetros
 - C. A. = 1 de 5 Ampers
 - C. A. = 1 de 10 Ampers
 - C. A. = 2 de 20 Ampers
 - C. A. = 1 de 50 Ampers
 - C. D. = 2 de 5 Ampers
 - C. D. = 1 de 10 Ampers
 - C. D. = 1 de 50 Ampers
 - C. D. = 1 de 1 Amper
- 4.- Milivoltímetro C. A. = 500 milivolts
- 5.- Miliamperímetro C. A. = 500 miliampers
- 6.- Tablero con rectificador selector 6 polos
tres tiros y capacitor 100 μ f.

- 7.- Resistencias = 10, 20, 30, 50, 100 Ohms.
- 8.- Bobinas = 20, 40, 100 miliHenrys
- 9.- Capacitores 70, 100, 175, 350, microFarads.
- 10.- Puente de Kelvin
- 11.- Puente Wheanstone
- 12.- Megher
- 13.- 3 wattmetros (5-10 Ampers 60, 120, 240 V.)
- 14.- Banco de resistencias
- 15.- Factorímetro
- 16.- Reóstatos = 2 de 1500 Ohms.
- 17.- Contactos = 21
- 18.- Interruptor térmico
- 19.- Motores de arranque y paro
- 20.- 2 arrancadores C. D.
- 21.- 2 arrancadores magnéticos
- 22.- Arrancador Auto-Starter
- 23.- 2 arrancadores térmicos
- 24.- Interruptor de cuchillas
- 25.- Selector arrancador

- 26.- Selector 3 polos 3 tiros
- 27.- Equipo de Sonido
- 28.- Sensor de nivel
- 29.- Sensor de temperatura
- 30.- Sensor de presión
- 31.- Caja de fusibles
- 32.- Freno de Prony
- 33.- Máquinas.

Las especificaciones de las capacidades de las máquinas estén dadas en las páginas anteriores.

CAPITULO No. 3

Características del Recinto

El local en donde se encontrará el laboratorio debe ser amplio y funcional, enfocado a que la realización de las prácticas sean aprovechadas en su totalidad y permitiendo que los alumnos tengan una amplia visibilidad y mejor captación de la explicación.

Con objeto de simplificar posteriormente la instalación, de reducir el número de componentes y mejorar el control se ha considerado convenientemente distribuir los servicios de energía eléctrica desde un tablero control el cual debe reunir las siguientes especificaciones:

- 1.- Una sección de acometida.
- 2.- Una sección para un tablero de distribución.
- 3.- Un tablero maestro.

Habrá una mesa principal la cual será ocupada por el instructor. Esta mesa estará colocada al frente y deberá contar con dispositivos especiales, con el fin de intercalar los tableros de las prácticas de medición y observación de voltaje alterno, y la de sensores. En estos tableros y en el Tablero maestro se efectuarán las conexiones correspondientes haciéndose las explicaciones referentes por parte del instructor.

Por consiguiente, la mesa principal tendrá dos compartimientos, uno para la colocación de los table-

ros y el otro para la exposición del profesor.

Habré dos grupos de máquinas, las cuales irán - colocadas al centro del recinto y a sus lados estarán las mesas destinadas a ser ocupadas por los alumnos, - las cuales serán un total de 6, distribuidas de manera que sean para 5 alumnos cada una, haciendo un total de 30 alumnos por sesión.

También existirá un banco el cual estará destinado para los transformadores y atrás de este banco - estará un pizarrón para la exposición de la práctica.

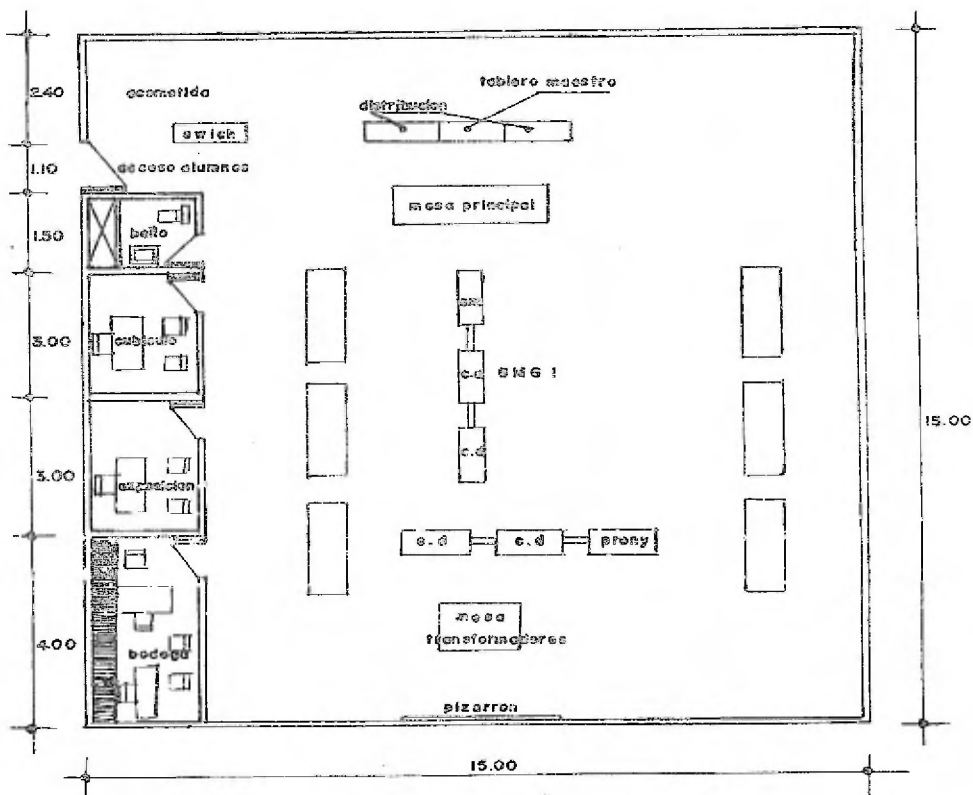
El local del laboratorio deberá contar con un espacio para una bodega, para un salón de exposiciones, un cubículo y un baño.

Tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores, se ilustra a continuación el plano de distribución del Laboratorio.

Las dimensiones del recinto son:

Area total	15 x 15 mts.
Mesa Principal	3 x 0.80 mts.
Mesas Secundarias	2 x 0.80 mts.
Tablero de Control	4 x 0.40 mts.
Grupo M.G.I	1.15 x 0.80 mts.
Grupo M.G.II	1.30 x 0.50 mts.
Banco de transformadores	1.50 x 1 mts.
Pizarrón	3 mts.

Bodega	4 x 4 mts.
Baño	2 x 1.5 mts.
Exposición.	3 x 3 mts.
Cubículo	3 x 3 mts.



CAPITULO No. 4

INSTALACIONES

En este capítulo se tratará sobre la distribución de la carga, basándose en la energía necesaria para el accionamiento de las máquinas así como su repartición en los tableros y lo referente a cimentaciones.

Como consecuencia se llevó a cabo una planificación para determinar la iluminación, el diámetro y tipo de los ductos, así como el número de conductores en cada ducto y su calibre.

Iluminación .- En la actualidad la iluminación se ha convertido en una actividad altamente especializada, en la que sus especializadores se unen en dos sistemas de aplicación general, que son: iluminación interiores e iluminación exteriores.

Se considera iluminación interiores, aquella que se va a efectuar en un local techado y las diferencias de iluminación son propias del trabajo a desarrollar. Precisamente este tipo de iluminación será la que existirá en el laboratorio.

Iluminación:

Dimensiones del recinto = 15 x 15 mts. =

Dimensiones del Recinto = 225 mts.².

Altura Optima = 4.5 mts.

Altura mínima = 3.5 mts.

Se tomó como nivel de iluminación 270 luxes que es el recomendado para este tipo de locales.

Para estimar el número y tipo de lámparas, las cuales darán un nivel que represente un promedio en -- todos los puntos del área de trabajo determinado, se -- utiliza la siguiente expresión:

$$\phi = \frac{A \cdot E}{Cu \cdot Cm}$$

donde:

A = Superficie del piso mts²

E = Cantidad de luxes

Cu = Coeficiente de utilización

Cm = Coeficiente de mantenimiento

ϕ = Cantidad de lúmenes

Relación del local:

$$\frac{A \cdot B}{H (A+B)}$$

donde:

A = ancho

B = largo

H = altura de la fuente luminosa

$$\frac{15 \times 15}{4.5(30)} = \frac{225}{135} = 1.6$$

Con este valor en tablas encontramos el coeficiente de utilización y de mantenimiento y procedemos a determinar la cantidad de lúmenes:

$$\phi = \frac{225 \times 270}{0.75 \times .60} = 157\ 222 \text{ lúmenes}$$

El número de lámparas será la relación de los lúmenes totales que se tienen con los de una lámpara de 40 watts (potencia eléctrica).

Teniendo en cuenta que una lámpara de 40 watts (luz de día) equivale a 1700 lúmenes.

$$N = \frac{157\ 222}{1700} = 92 \text{ lámparas}$$

La distribución de la iluminación deberá ser de una manera uniforme.

Las lámparas consumirán:

$$92 \times 40 = 3680 \text{ watts}$$

Se necesitarán 21 contactos distribuidos de la manera siguiente:

Mesa principal	3 contactos
Máquinas	4 contactos
Mesas alumnos	4 contactos

Banco transformadores	2 contactos
Bodega	2 contactos
Baño	2 contactos
Cubículo	2 contactos
Exposición	2 contactos

Si cada contacto va a utilizar 100 watts tendremos un total de 2100 watts.

Para obtener finalmente toda la carga se tomará en cuenta las características de las máquinas:

	HP	Ampers	Volts	Kw
Motor C. A.	2	6.6	220	1.47
Generador C. D.	2	13.3	125	1.6
Excitatriz C. D.	1	6.6	125	.8
Motor C. D.	1	6.6	125	.8
Motor C. D.	1	6.6	125	.8
Transformadores		25/5	220/110	9.8
Iluminación				3.6
Contactos				<u>2.1</u>
				20.17kwatts

$$I = \frac{VA}{\sqrt{3} V}$$

$$S = VI$$

$$P = \sqrt{3} VI \cos \theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \theta}$$

$$P = 20.17 \text{ Kw}$$

$$= 220 \text{ volts}$$

$$fp = 90$$

sustituyendo:

$$I = \frac{20.17 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 60 \text{ amp.}$$

tomando en consideración un factor de servicio de 1.4

$$I = 60 \times 1.4 = 84 \text{ ampers}$$

Con esta carga admisible, en tablas obtenemos el diametro, calibre y area de la acometida:

$$\text{Calibre Núm. A W G} = 2$$

$$\text{Diámetro} = 6.544 \text{ mm}$$

$$\text{Area} = 33.630 \text{ mm}^2$$

$$\text{Número de conductores } 3 = 1 \frac{1}{4} \text{ pulg.}$$

Obtenida ya esta carga total la cual será distribuida a cada máquina de acuerdo a las características de energía que necesitan y al número de cables necesarios para su funcionamiento, se seleccionará el número de ductos.

Cantidad de ductos:

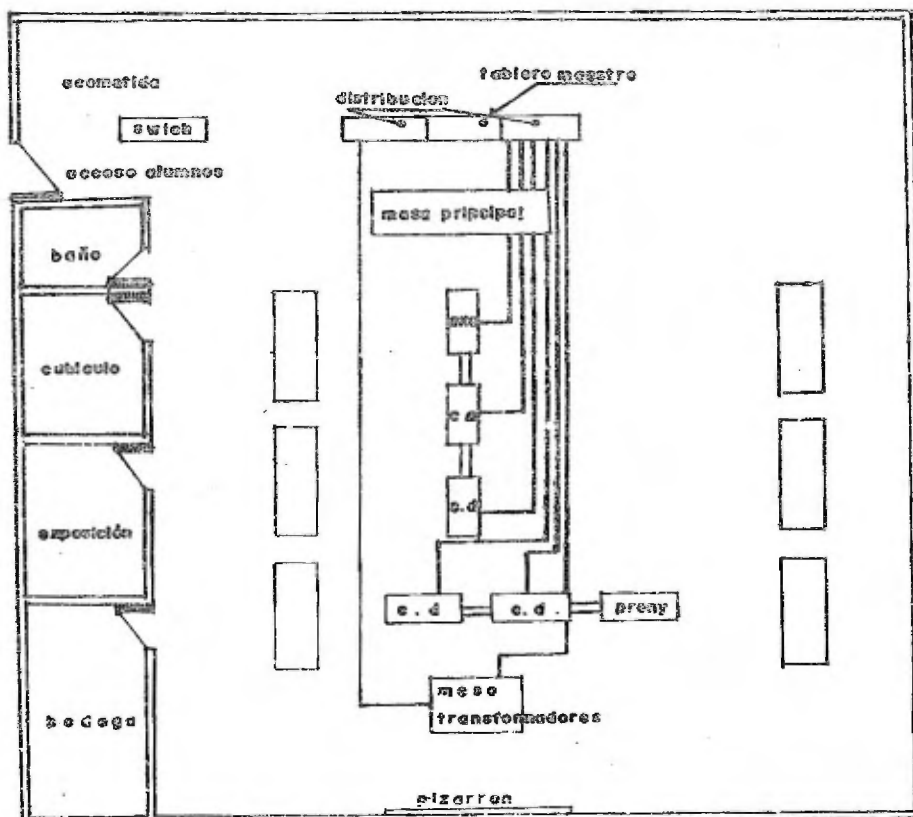
3 cables Switch 2 mts. de gusano de 1/2 in. AWG 2

3 cables Tablero der.-izq. 2 mts de 1/2 in. AWG 2

4 cables excitatriz 3 mts de 3/4 in. AWG 14

3 cables	Motor C. A.	2 HP	3.5 mts. de 1/2 in AWG 14
6 cables	Motor C. D.	2 HP	4 mts. de 1 in AWG 14
4 cables	Motor C. D. serie	6 mts. de 3/4 in AWG 14	
6 cables	Motor C. D. comp.	5.5 mts. 1 in AWG 14	
4 cables	Transformadores	14 mts. de 3/4 in AWG 14	

La instalación de los ductos se ilustra a continuación.



Cimientos de las Máquinas

Para lograr una mejor visibilidad de las máquinas, estas irán montadas en cimientos de concreto, los cuales tendrán una forma rectangular; dentro de estos cimientos irán parte de los ductos donde saldrán las conexiones a las máquinas.

Las características de estos cimientos son:

Para el grupo MGI:

Altura = 1 mt.

Longitud = 1.15 mt.

Ancho = 0.80 mt.

Para el grupo MGII:

Altura = 1 mt.

Longitud = 1.30 mt.

Ancho = 0.50 mt.

Ya que el grupo MGI va ir acoplado por medio de bandas es necesario que esta transmisión esté protegida por una jaula con el fin de proteger a las máquinas y evitar algún accidente personal.

Los transformadores también irán colocados en cimientos. Las características de los cimientos en donde se encontrarán colocados los transformadores son:

Altura = 1 mt

Longitud = 1.50 mt.

Ancho = 1 mt.

Estos transformadores se encontrarán fijos.

Para protección de la coraza de las máquinas y de los transformadores es necesario que haya una conexión a tierra, para ello se introducirá en el piso una varilla a una profundidad de 1 metro.

CAPITULO No. 5

Uno de los puntos esenciales sobre los cuales se basa este anteproyecto es el aspecto económico.

La no realización del laboratorio estribaba en su presupuesto tan elevado, el cual la Escuela no podía cubrir. Se trató de aminorar esta dificultad hasta donde fuera posible, pero sin que sufrieran alteraciones -- las prácticas y se pudieran realizar estas satisfactoriamente.

El equipo de medición se redujo en una forma considerable, ya que sólo se escogió el adecuado y a la vez necesario, en lo referente a las máquinas también se redujo su número, implicando con ello su selección adecuada, a fin de que se pudiese realizar todas las prácticas.

Es conveniente señalar un caso especial, en una de las prácticas se necesitaba un electrodinámometro el cual tenía un costo elevado, tratando de solucionar esto se buscó una máquina que nos viniese a reemplazar aquella de una manera eficaz y sobre todo económica, proponiéndose para ello el Freno de Prony.

En este capítulo se detallará el costo del equipo, la inversión y la operación.

COSTO DEL EQUIPO

Motor C.A. 2 HP \$2,500.00

Máquina C.D. 2 H.P. \$ 9,375.00

Máquina 1 H.P. C.D. 7,750.00

Máquina C.D. 1 H.P. 7,750.00

Máquina C.D. 1 H.P. 7,750.00

Transformador de corriente

(25/5 Amp) *

Transformador de potencial

(220/110) *

Osciloscopio de rayos catódicos

(Philips, PM 3230) 10,000.00

Voltímetros C.A.:

2 de 300 V. 2,040.80

2 de 150 V. 1,993.35

Voltímetros C.D.:

1 de 200 V. 1,100.00

1 de 220 V. 1,100.00

Amperímetros C.A.:

1 de 5 Amp. 421.40

1 de 10 Amp. 421.40

2 de 20 Amp. 842.80

1 de 50 Amp. 421.40

Amperímetros C.D.:

2 de 5 Amp. 863.40

1 de 10 Amp.	431.70
1 de 50 Amp.	431.70
1 de 1 Amp.	431.70
Milivoltímetro C.A. (500 miliVolts)	422.40
Miliamperímetro C.A. (500 miliAmps)	422.40
Resistencias (10,20,30, 50, 100 Ohms)	5.00
Bobinas (20,40,100 mH)	15.00
Capacitores (70,100,175, 350) (F)	164.40
Puente Kelvin	12,000.00
Puente Wheanstone	3,337.15
Megher	6,818.55
Wattmetros (3), 5-10 Amp. 60,120,240 Volts.	20,057.10
21 Contactos (100 W)	105.00
Botones, arranque y paro	170.00
2 Arrancadores C.D.	1,550.00
2 Arrancadores Magnéticos	1,550.00

2 Arrancadores Térmicos	1,550.00
Interruptor de Cuchillas	175.00
Equipo de Sonido	1,150.00
92 Lámparas 40 watts	1,748.00
Caja de Fusibles	5.00
Sensor de nivel *	
Sensor de temperatura ^M	
Sensor de presión *	
Selector Arrancador *	
Interruptor térmico [*]	
Banco de resistencias [*]	
2 Reóstatos *	
T O T A L :	\$107,309.65

=====

Dentro de la inversión tendremos el costo del --
equipo y los gastos imprevistos, tales como tableros, me-
sas, bancos, Obra civil.

Operación:

Sueldos:

Profesor de asignatura A (coordinador de prácticas) -----

\$ 179.40 hora semana mes.

Profesor ayudante \$ 149,50 hora semana mes

Laboratorista O (personal de intendencia) \$ 2,756.25 al mes

NOTA: Los precios del equipo de medición fueron obtenidos en Casas Comerciales, ya que los fabricantes no proporcionaron las cotizaciones por falta de tiempo por consiguiente el precio total del equipo bajaría considerablemente por ser para fines educativos.

* Equipo no cotizado.

CAPITULO No. 6

Conclusiones

Al concluir con nuestro anteproyecto hemos visto que cumple con las exigencias de la enseñanza masiva.

Anteriormente las prácticas las realizábamos en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería con equipo enfocado a otras necesidades, las cuales no cubrían las nuestras, además de que sólo eran 15 los alumnos por práctica de los cuales sólo 4 o 5 podían sacar un mínimo de aprovechamiento, ya que siempre se encontraban amontonados alrededor del instructor y de las máquinas, dificultando con ello la explicación y realización de la práctica por parte del profesor.

Al planificar el recinto hecho exprofeso, vemos que serán 30 los alumnos los cuales estarán sentados en bancos especiales y tendrán mesas para tomar los apuntes necesarios.

La visibilidad será óptima ya que los grupos menores irán colocados al centro del recinto y sobre ci - mientos, además con esto se evitará cualquier accidente por parte del alumno.

El maestro por su parte al contar con un tablero maestro podrá realizar y explicar cada práctica con una gran claridad y rapidez, ya que sólo necesitará cubrir los instrumentos que no necesite, además de que to

das las conexiones necesarias las podrá realizar directamente y en muy poco tiempo.

Con todo esto, el aprovechamiento por parte de todos los alumnos será óptimo. Además de que se contará con un pequeño equipo de sonido, el cual se usará -- cuando las máquinas produzcan bastante ruido.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Tratado de Electricidad
Chester L. Dawes
Tomo 1. Corriente Continua
Tomo 2. Corriente Alterna
Editorial Gustavo Gili, S. A.
1971

- 2.- Apuntes de Ingeniería Eléctrica
Prof. Ing. Victor Pérez Amador
Facultad de Química, U.N.A.M.
1971

- 3.- Programa de Prácticas de Ingeniería Eléctrica
Ing. Roberto Ricalde Velasco
1973

- 4.- Electricidad Práctica Aplicada
COYNE
Editorial U.T.E.R.A.
1961

- 5.- Manual Standard del Ingeniero Electricista
A.E Knowlton
Tomo 1
Editorial Labor, S. A.
1962