



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**AREA DE LA ENERGIA, LAS INDUSTRIAS  
Y LOS RECURSOS NATURALES  
NO RENOVABLES**

**CARRERA**

**TECNOLOGIA EN ELECTRICIDAD**

*Informe Técnico previa  
la Obtención del Título de  
Tecnólogo en Electricidad*

**TEMA**

**CONSTRUCCION DE UN TABLERO DIDACTICO PARA MEDICION  
DE POTENCIAS EN CIRCUITOS MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

**AUTOR**

**SANTIAGO FERNANDO VEGA BACULIMA**

**DIRECTOR**

**ING. JOSE ARCADIO ESPINOZA LEON**

**LOJA - ECUADOR**

**2009**

**CERTIFICACIÓN**

*Ing. José Arcadio Espinoza León, Director del Informe Técnico, certifico haber dirigido, asesorado y corregido el presente trabajo cuyo Tema se basa en la "Construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos Monofásicos de Corriente Alterna", previa la obtención del Título de Tecnólogo a nivel Superior en Electricidad, realizado por el Sr. Santiago Fernando Vega Baculima, el mismo que cumple con los requisitos correspondientes.*

*Para lo que autorizo su presentación y posterior sustentación.*

*Loja, Febrero del 2009*

.....  
*Ing. José Arcadio Espinoza León*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi imperecedero agradecimiento a las personas que  
hicieron posible la realización del presente Informe, al  
Ing. José Arcadio Espinoza León, por la  
orientación brindada que supo guiarme con sus  
conocimientos.*

*El Autor*

**DEDICATORIA**

*El presente Trabajo lo dedico a mis queridos  
padres y a todos aquellos quienes supieron  
apoyarme en todo momento y con su sacrificio  
hacen posible el logro de mi superación y así  
lograr la meta de alcanzar a ser un buen  
profesional.*

**AUTORIA**

*Todos los contenidos expuestos en el presente Informe Técnico sobre el Tema "Construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos Monofásicos de Corriente Alternada", son de exclusiva responsabilidad de su Autor.*

.....  
*Santiago Fernando Vega Baculima.*

**INDICE**

|                             | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------|-------------|
| <b>CERTIFICACION</b> -----  | <b>I</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> ----- | <b>II</b>   |
| <b>DEDICATORIA</b> -----    | <b>III</b>  |
| <b>AUTORIA</b> -----        | <b>IV</b>   |
| <b>INDICE</b> -----         | <b>V</b>    |
| <b>RESUMEN</b> -----        | <b>VIII</b> |

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| <b>1 INTRODUCCION</b> ----- | <b>1</b> |
|-----------------------------|----------|

**CAPITULO II**  
**DESCRIPCION TECNICA Y UTILIDAD**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2 DESCRIPCION TECNICA Y UTILIDAD</b> -----       | <b>2</b>  |
| <b>2.1 Circuitos de Corriente Alterna</b> -----     | <b>3</b>  |
| <b>2.1.1 Circuito RC en Serie</b> -----             | <b>3</b>  |
| <b>2.1.2 Circuito RC en Paralelo</b> -----          | <b>5</b>  |
| <b>2.1.3 Circuito RL en Serie</b> -----             | <b>8</b>  |
| <b>2.1.4 Circuito RL en Paralelo</b> -----          | <b>10</b> |
| <b>2.1.5 Circuito RLC en Serie</b> -----            | <b>12</b> |
| <b>2.1.6 Circuito RLC en Paralelo</b> -----         | <b>15</b> |
| <b>2.2 Instrumento de Medición</b> -----            | <b>17</b> |
| <b>2.2.1 Multímetro Digital Lovato DMK 20</b> ----- | <b>17</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2.3 Dispositivos de Transformación</b> -----    | <b>26</b> |
| <b>2.3.1 Transformador de Voltaje (TV)</b> -----   | <b>26</b> |
| <b>2.3.2 Transformador de Corriente (TC)</b> ----- | <b>27</b> |

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES**

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>3 MATERIALES</b> ----- | <b>29</b> |
|---------------------------|-----------|

### **CAPITULO IV**

#### **PROCESO METODOLOGICO UTILIZADO**

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>4 METODOLOGÍA</b> ----- | <b>30</b> |
|----------------------------|-----------|

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.1 Construcción del Tablero</b> ----- | <b>31</b> |
|---|-----------|

### **CAPITULO V**

#### **RESULTADOS**

#### **5.1 Guía Experimental del Docente**

##### **Orientación de la Práctica # 1**

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>Circuito RC en Serie</b> ----- | <b>37</b> |
|-----------------------------------|-----------|

##### **Orientación de la Práctica # 2**

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Circuito RC en Paralelo</b> ----- | <b>41</b> |
|--------------------------------------|-----------|

##### **Orientación de la Práctica # 3**

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>Circuito RL en Serie</b> ----- | <b>45</b> |
|-----------------------------------|-----------|

##### **Orientación de la Práctica # 4**

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Circuito RL en Paralelo</b> ----- | <b>49</b> |
|--------------------------------------|-----------|

##### **Orientación de la Práctica # 5**

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>Circuito RLC en Serie</b> ----- | <b>53</b> |
|------------------------------------|-----------|

##### **Orientación de la Práctica # 6**

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>Circuito RLC en Paralelo</b> ----- | <b>57</b> |
|---------------------------------------|-----------|

## 5.2 Guía Experimental del Estudiante

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>Orientación de la Práctica # 1</b> |           |
| <b>Circuito RC en Serie</b> -----     | <b>61</b> |
| <b>Orientación de la Práctica # 2</b> |           |
| <b>Circuito RC en Paralelo</b> -----  | <b>64</b> |
| <b>Orientación de la Práctica # 3</b> |           |
| <b>Circuito RL en Serie</b> -----     | <b>67</b> |
| <b>Orientación de la Práctica # 4</b> |           |
| <b>Circuito RL en Paralelo</b> -----  | <b>70</b> |
| <b>Orientación de la Práctica # 5</b> |           |
| <b>Circuito RLC en Serie</b> -----    | <b>73</b> |
| <b>Orientación de la Práctica # 6</b> |           |
| <b>Circuito RLC en Paralelo</b> ----- | <b>76</b> |
| <b>Bibliografía</b> -----             | <b>79</b> |

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>6.1 Conclusiones</b> -----    | <b>80</b> |
| <b>6.2 Recomendaciones</b> ----- | <b>81</b> |

## ANEXOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ANEXO #1</b>                                |           |
| <b>Esquemas de Conexiones del DMK 20</b> ----- | <b>82</b> |
| <b>ANEXO #2</b>                                |           |
| <b>Características Técnicas</b> -----          | <b>83</b> |



**RESUMEN**

*El presente Informe Técnico cuyo Tema es "Construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos Monofásicos de Corriente Alternada", el cual consta de un Tablero con los siguientes elementos:*

*Un Transformador de Voltaje Variable, Tres Transformadores de Corriente, Ocho Resistencias, Ocho Condensadores, Seis Bobinas, Tres Lámparas de Señalización, Tres Multímetros Digitales Marca DT-890B+, Un Multímetro Digital Marca Lovato DMK 20, Elementos de Protección como Breakers y Fusibles.*

*En la Descripción Técnica, se encuentra la Configuración que el Estudiante debe de realizar al Multímetro Digital DMK 20 antes de realizar la medición de los distintos parámetros eléctricos.*

*De la misma forma en el Proceso Metodológico se detalla la Construcción de dicho Tablero y de la Distribución de los elementos antes mencionados.*

*Así mismo en el Presente Informe se encuentra un Capítulo denominado Resultados en el cual existen diseñadas algunas Prácticas tanto para el Docente en su impartición de clases, como para el Estudiante, las cuales se encuentran estructuradas de la siguiente manera:*

1. \_ *Nombre de la Práctica.*

2. \_ *Objetivo.*

3. \_ *Procedimiento.*

*Planteamiento del Problema.*

*Esquema.*

*Resultados Teóricos.*

*Procedimiento Práctico.*

4. \_ *Sistema Categorial.*

5. \_ *Preguntas de Control y Tareas.*

*El Propósito general es el de saber como funciona cada uno de los circuitos de manera de relacionar la Teoría con la Práctica.*

*El Presente Trabajo formará parte del Taller Eléctrico para incrementar el equipo de prácticas y para que los estudiantes tengan un conocimiento más a profundo acerca de los circuitos RLC.*

# *CAPITULO I*

## *INTRODUCCION*

## **1. INTRODUCCION**

El presente Informe tiene como finalidad la Construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos Monofásicos de Corriente Alterna, en el que se incluyen instrumentos de medición, dispositivos eléctricos, dispositivos de transformación, de protección y de señalización.

El objeto de este Tema es debido a que en el Área de Energía las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, existe poca aplicación de conocimientos Prácticos; por el limitado equipo que cuenta el Taller Eléctrico donde se debe poner mayor atención sobre los conocimientos prácticos en la formación del Tecnólogo Eléctrico.

Este problema se lo evidenció a lo largo de la experiencia vivida en las aulas de nuestra Área. El propósito básico de este trabajo es de contribuir al equipamiento del Laboratorio de Electricidad. Con la implementación de este equipo los estudiantes podrán adquirir mejores conocimientos en este campo, es decir en circuitos RLC y analizar su comportamiento y posible explicación.

Mediante la utilización de este Tablero el estudiante conocerá el funcionamiento de cada uno de los elementos armando distintos circuitos y realizando la medición de Voltaje, Corriente y Potencia con los respectivos instrumentos. Este tablero será de gran ayuda al docente para la impartición de clases a los estudiantes de electricidad y carrera afines.

# *CAPITULO II*

*DESCRIPCION TECNICA Y UTILIDAD*

## **2. DESCRIPCION TÉCNICA Y UTILIDAD**

Este Tablero es de mucha importancia ya que estará destinado a incrementar el equipo de prácticas del Taller Eléctrico y por ende para que los estudiantes de la Carrera de Tecnología en Electricidad realicen mediciones de Potencias en circuitos RLC de Corriente Alterna, además se podrán medir parámetros Eléctricos en Motores, y esto es el inicio del proceso de formación profesional, es decir provee las bases generales que debe asumir el estudiante dentro de su preparación.

Está orientado al conocimiento y análisis de las conexiones en Serie y Paralelo de circuitos RLC, esto es básico y fundamental para el estudiante de electricidad. No se puede proceder a la realización de circuitos eléctricos si no se saben determinar valores de Voltaje, Resistencia, Corriente y Potencia, así como las relaciones que existe entre valores de cualquier tipo de conexión eléctrica.

El estudiante aprenderá de forma teórica a determinar valores de Impedancia, Reactancia Capacitiva, Reactancia Inductiva, Voltaje, Corriente, y Potencias en circuitos RLC que se encuentren conectados en serie o en paralelo.

También se realizará la práctica del uso de los Instrumentos de Medición aprendiendo a medir Voltajes, Corrientes, y Potencias de manera experimental; y por último a armar circuitos en serie y paralelo identificando los valores antes mencionados que se dan en cada una de las conexiones.

A continuación se da a conocer una conceptualización acerca de los circuitos que el estudiante va a realizar, del Multímetro Digital DMK 20 y de los dispositivos de transformación.

## 2.1 Circuitos de Corriente Alterna

### 2.1.1 Circuito RC en serie

En un circuito en serie **RC**, fig. 1, una o más resistencias están conectadas en serie con una o más capacitancias, de manera que la corriente total del circuito fluye a través de cada una de las componentes. Cuando fluye corriente en un circuito en serie RC, existirá caída de tensión en la resistencia (**E<sub>R</sub>**) y de la misma forma en el capacitor (**E<sub>C</sub>**).

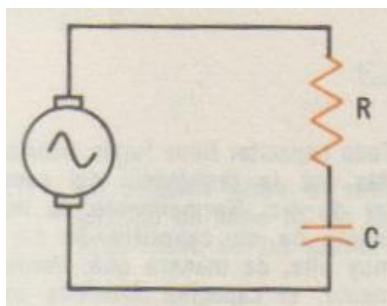


Fig. 1 Circuito en Serie RC

Las dos caídas de tensión se pueden calcular entonces por la siguiente fórmula:

$$E_R = I X R$$

$$E_C = I X X_C$$

La suma vectorial de las caídas de tensión es igual a la tensión aplicada. Expresado en la siguiente fórmula:

$$E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + E_C^2}$$

La ecuación para calcular la impedancia de un circuito serie RC es:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

La amplitud de la corriente en un circuito en serie **RC** se puede calcular a partir de la Ley de Ohm si se conoce la tensión aplicada y la impedancia. Así pues,

$$I = \frac{E_{AP}}{Z}$$

Para el cálculo de las distintas Potencias se puede calcular mediante las siguientes fórmulas:

**Potencia Activa:**  $P = E_R \times I$       En Watios (W)

**Potencia Reactiva:**  $Q_C = E_C \times I$       En Volta Amperios Reactivos (VAR)

**Potencia Aparente:**  $S = E_{AP} \times I$       En Volta Amperios (VA)

$$S = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$$

Y el Factor de Potencia mediante la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Esta fórmula es utilizada para calcular el **Cos  $\varphi$**  en cualquier tipo de circuito eléctrico.



### 2.1.2 Circuito RC en Paralelo

En un circuito en paralelo **RC**, una o más cargas resistivas y una o más cargas capacitivas, se conectan en paralelo a una fuente de tensión, fig.2. Por lo tanto, se tienen ramas resistivas, que sólo tienen resistencia; y ramas capacitivas, que sólo tienen capacitancia. La corriente que sale de la fuente de tensión se divide entre las ramas, de manera que se tienen diferentes corrientes en diferentes ramas. Por lo tanto, la corriente no es una cantidad común.

En un circuito en paralelo **RC** como en cualquier circuito en paralelo, la tensión aplicada llega directamente a cada rama, fig.3.

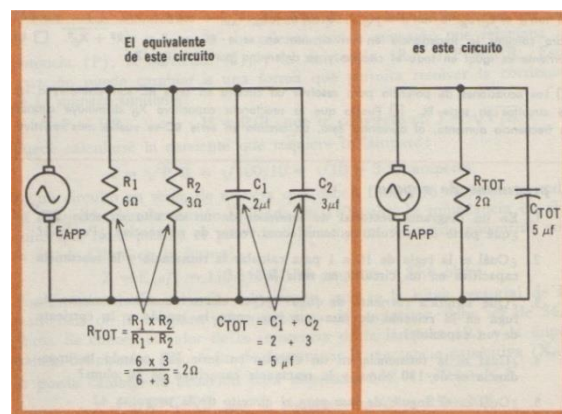


Fig. 2 Circuito en Paralelo RC

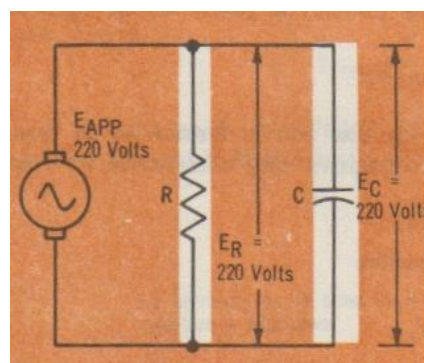


Fig. 3. El voltaje es el mismo en todas las conexiones.

La impedancia de un circuito en paralelo **RC** representa la oposición total al flujo de corriente, la ecuación para calcular la impedancia de un circuito en paralelo es la siguiente:

$$Z = \frac{R \times X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

La impedancia de un circuito en paralelo **RC** siempre es menor que la resistencia o la reactancia capacitiva de cada una de las ramas.

También conociendo la Tensión aplicada y la corriente del circuito, se puede determinar la impedancia con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{E_{AP}}{I}$$

La corriente en la rama resistiva se calcula así por la ecuación:

$$I_R = \frac{E_{AP}}{R}$$

La corriente en la rama capacitiva se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$I_C = \frac{E_{AP}}{X_C}$$

Puesto que las corrientes en las ramas de un circuito en paralelo **RC** están desfasadas entre sí, deben sumarse para determinar la corriente. La ecuación para calcular esta corriente, es:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

El cálculo de las distintas Potencias en un circuito **RC** en paralelo se puede calcular mediante las siguientes fórmulas:

**Potencia Activa:**  $P = E_{AP} \times I_R$       En Watos (W)

**Potencia Reactiva:**  $Q_C = E_{AP} \times I_C$       En Volta Amperios Reactivos (VAR)

**Potencia Aparente:**  $S = E_{AP} \times I$       En Volta Amperios (VA)

$$S = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$$

### 2.1.3 Circuito RL en Serie

Un circuito en serie **RL**, puede constar de uno o más resistores, o cargas resistivas, conectadas en serie con una o más bobinas, fig. 4. Cuando se conectan las componentes resistiva e inductiva de un circuito de tal manera que por cada una de ellas fluye la corriente total del circuito.

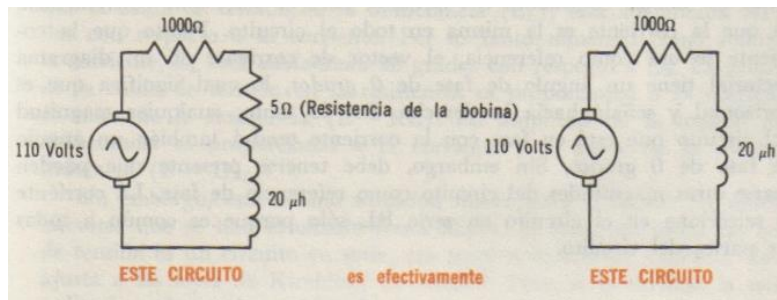


Fig. 4 Circuito RL en Serie

La caída de tensión en la resistencia es proporcional a la corriente y el valor de la resistencia.

$$E_R = I \times R$$

Y la caída de tensión en la bobina es proporcional a la corriente y el valor de la Reactancia de la bobina.

$$E_L = I \times X_L$$

La suma vectorial de las caídas de tensión es igual a la tensión aplicada.

$$E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + E_L^2}$$

En un circuito **RL**, tanto la resistencia como la reactancia inductiva se oponen al flujo de corriente. Su efecto combinado, recibe el nombre de Impedancia (**Z**) del circuito.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Si se conoce la tensión aplicada y la impedancia en un circuito en serie **RL**, se puede calcular la corriente mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{E_{AP}}{Z}$$

Las potencias en un circuito **RL** en serie se calcula mediante las siguientes fórmulas:

**Potencia Activa:**  $P = E_R \times I$       En Watios (W)

**Potencia Reactiva:**  $Q_L = E_L \times I$       En Volta Amperios Reactivos (VAR)

**Potencia Aparente:**  $S = E_{AP} \times I$       En Volta Amperios (VA)

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

Y el Factor de Potencia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

### 2.1.4 Circuito RL en Paralelo

En un circuito en paralelo **RL**, la resistencia y la inductancia están conectadas en paralelo a una fuente de tensión, fig. 5. La corriente del circuito se divide antes de entrar a las ramas. Por lo tanto las corrientes de rama son diferentes.

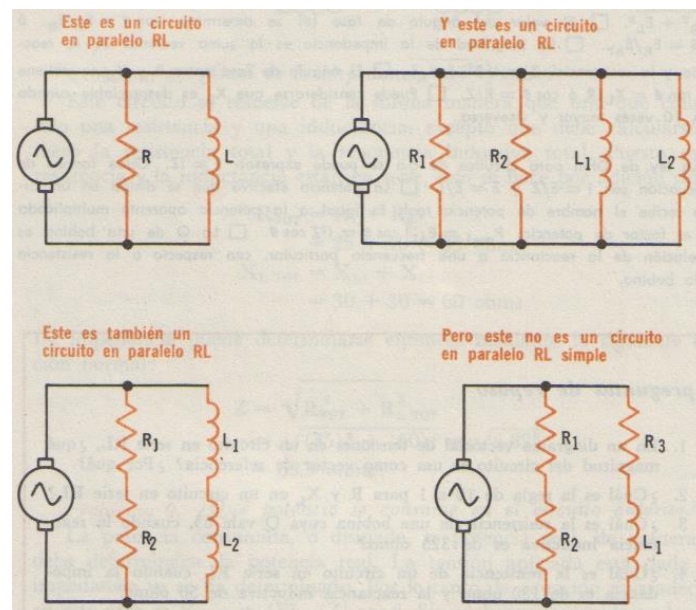


Fig. 5 Circuito RL en Paralelo

En circuitos en paralelo **RL**, la tensión es cantidad común, puesto que la misma tensión está aplicada a las ramas resistivas e inductivas.

$$E_R = E_L = E_{AP}$$

Entonces se utiliza las siguientes ecuaciones para encontrar las corrientes en cada una de las ramas.

$$I_R = \frac{E_{AP}}{R} \quad ; \quad I_L = \frac{E_{AP}}{X_L}$$

La corriente es simplemente la suma aritmética de todas las corrientes de rama.

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

La impedancia **Z** de un circuito en paralelo **RL**, es la oposición total al flujo de corriente la ecuación mediante la cuál se obtiene la impedancia de un circuito en paralelo **RL**, es:

$$Z = \frac{R \times X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

$$Z = \frac{E_{AP}}{I}$$

El cálculo de la potencia en un circuito **RL** en paralelo es igual a:

**Potencia Activa:**  $P = E_{AP} \times I_R$  En Watos (W)

**Potencia Reactiva:**  $Q_L = E_{AP} \times I_L$  En Volta Amperios Reactivos (VAR)

**Potencia Aparente:**  $S = E_{AP} \times I$  En Volta Amperios (VA)

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

### 2.1.5 Circuito RLC en Serie

Los circuitos donde la Inductancia, Capacitancia y Resistencia están conectadas todas en serie se llaman circuitos en serie **RLC**, fig. 6.

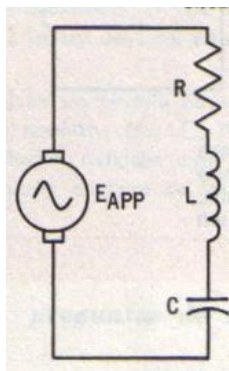


Fig. 6. Circuito RLC en Serie.

En los circuitos **RLC** se pueden presentar tres casos:

$$X_L > X_C$$

$$X_L < X_C$$

Y cuando  $X_L = X_C$

$$\text{La } Z = R \quad ; \quad E_{AP} = U_R \quad ; \quad \cos \varphi = 0$$

Para calcular la impedancia del circuito se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Si } X_L \text{ es mayor que } X_C: \quad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{Si } X_C \text{ es mayor que } X_L: \quad Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

Cuando  $X_L$  es mayor que  $X_C$ , la reactancia neta es Inductiva y el circuito se comporta esencialmente como un circuito **RL** y si  $X_C$  es mayor que  $X_L$ , la reactancia neta es capacitiva y el circuito se comporta como un circuito **RC** y si  $X_L$  es igual a  $X_C$ , el circuito se comporta como un circuito puramente Resistivo.



La misma cantidad de corriente fluye en todas las partes de un circuito en serie **RLC**. Si se conoce la impedancia y la tensión aplicada se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{E_{AP}}{Z}$$

Puesto que hay tres elementos en un circuito serie **RLC**, hay tres caídas de tensión en el circuito. La tensión que existe en la Resistencia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E_R = I X R$$

La tensión en la bobina y en el condensador es proporcional a la corriente y a cada una de las Reactancias que se dan en cada dispositivo.

$$E_L = I X X_L$$

$$E_C = I X X_C$$

La caída de Tensión Reactiva Total es:

$$E_{RT} = E_L - E_C$$

**Cuando  $E_L$  es mayor que  $E_C$**

$$E_{RT} = E_C - E_L$$

**Cuando  $E_C$  es mayor que  $E_L$**

La suma vectorial de las tres caídas de tensión se puede poner en una ecuación, así pues:

$$\text{Cuando } E_L \text{ es mayor} \quad E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2}$$

$$\text{Cuando } E_C \text{ es mayor} \quad E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + (E_C - E_L)^2}$$

El cálculo de la potencia en este circuito se puede calcular de la siguiente forma:

**Potencia Activa:**  $P = E_R \times I$  En Watios (W)

**Potencia Reactiva:**  $Q = (E_L - E_C) \times I$  En Volta Amperios Reactivos (VAR)

**Potencia Aparente:**  $S = E_{AP} \times I$  En Volta Amperios (VA)

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

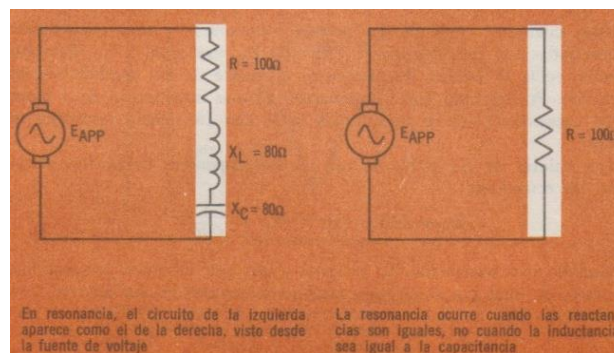
Y el Factor de Potencia mediante la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

La resonancia es un estado que existe cuando la reactancia inductiva y la reactancia capacitiva de un circuito en serie, fig. 7, o paralelo **RLC** son iguales. Cuando esto sucede, ambas reactancias se anulan y la impedancia del circuito es igual a la resistencia. Por lo tanto, la corriente encuentra oposición solamente en la resistencia y si la resistencia es relativamente baja pueden fluir corrientes muy grandes.

Las 2 características por las que se identifica la resonancia en un circuito en serie RLC son baja impedancia y corriente elevada.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



**Fig. 7 Resonancia en Serie**

### 2.1.6 Circuito RLC en Paralelo

Un circuito en paralelo **RLC** es esencialmente un circuito conformado por una resistencia una inductancia y una capacitancia, fig. 8. De esta manera, se tienen tres ramales en el circuito: Una rama exclusivamente inductiva, una rama puramente capacitiva y una rama exclusivamente resistiva.

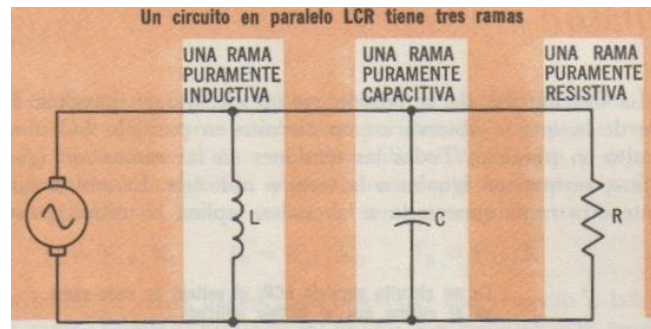


Fig. 8 Circuito RLC en Paralelo

La distribución de la tensión en un circuito en paralelo es iguales a la tensión aplicada. La resistencia es simplemente otra rama conectada a la cual se aplica la misma tensión.

$$E_{AP} = I \times Z$$

Para determinar la impedancia de un circuito paralelo **RLC**, primero debe obtenerse la reactancia neta (**X**) de las ramas inductiva y capacitiva. Luego, usando **X**, se puede determinar la impedancia (**Z**).

$$X = \frac{X_C \times X_L}{X_C + X_L}$$

$$Z = \frac{X \times R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

Las tres corrientes de rama de un circuito en paralelo **RLC** son una Corriente Inductiva (**I<sub>L</sub>**), una corriente Capacitiva (**I<sub>C</sub>**), y una corriente Resistiva (**I<sub>R</sub>**).

$$I_L = \frac{E_{AP}}{X_L} \quad ; \quad I_C = \frac{E_{AP}}{X_C} \quad ; \quad I_R = \frac{E_{AP}}{R}$$

La corriente total existente en la bobina y el condensador se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$I_{LC} = \frac{E_{AP}}{X}$$

Y la corriente del circuito se calcularía mediante la siguiente fórmula:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_{LC}^2}$$

Las potencias en circuitos **RLC** en paralelo se calcula mediante las siguientes fórmulas:

**Potencia Activa:  $P = E_{AP} \times I_R$       En Watios (W)**

**Potencia Reactiva:  $Q = E_{AP} \times I_{LC}$       En Volta Amperios Reactivos (VAR)**

**Potencia Aparente:  $S = E_{AP} \times I$       En Volta Amperios (VA)**

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Y el Factor de Potencia mediante la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

## **2.2 Instrumento de Medición**

### **2.2.1 Multímetro Digital Lovato DMK 20**

Hoy en día la Tecnología avanza más y más por ello en el mercado se pueden encontrar un sin número de instrumentos digitales de medición eléctrica uno de ellos es el Multímetro Digital marca Lovato tipo DMK 20.

Las características de este Multímetro son las siguientes:

- Dimensiones compactas de 96 x 96 mm y modular;
- 4 displays de LED para una visualización optima;
- Simple instalación y configuración;
- Medida del verdadero valor eficaz (TRMS)
- Memorización de máximos y mínimos.

Es un instrumento de versión básica el cuál efectúa y visualiza mediciones de parámetros eléctricos aún en condiciones críticas, tales como tensiones y corrientes con altos contenidos de armónicos y frecuencia variable. El cuenta horas total y parcial le añade una característica muy interesante para cuadros de mando de grupos electrógenos.

La diversidad y precisión de medidas confieren a este multímetro ventajas técnicas y económicas reseñables frente a los tradicionales aparatos de medida analógicos.

Este Multímetro visualiza hasta 47 parámetros eléctricos con funciones de analizador de potencia. Los parámetros eléctricos son:

- Tensiones: valores de fase, de línea y de sistema.
- Corriente: valores de línea
- Potencia: Activa, Reactiva, Aparente de fases y totales
- P.F.: Factor de Potencia de cada fase.

- HIGH/LOW: Valores instantáneos mínimos y máximos de las Tensiones de Fase, Corrientes de Fase, Potencia Activa total ( $\Sigma W$ ), Potencia Reactiva total ( $\Sigma var$ ), Potencia Aparente Total ( $\Sigma VA$ ).
- Frecuencia de tensión medida, etc.

Su peso es de aproximadamente 0.356 Kg.

Una vez que se ha dado una breve descripción de este multímetro se procede a dar una explicación acerca de la configuración que se debe realizar para medir los distintos parámetros eléctricos.

### ❖ **Configuración de Parámetros**

- Para acceder al menú de configuración de parámetros, presione simultáneamente las teclas C y D durante 5 segundos, fig. 9.
- El DISPLAY 1 mostrará P.01 indicando que al Parámetro P.01 ha sido seleccionado, fig. 10.
- Los DISPLAY 2 y 3 mostrarán los valores del parámetro seleccionado.
- Los Botones A y B aumentan o disminuyen respectivamente el valor del parámetro seleccionado.
- Use los botones C y D para seleccionar los parámetros de P.01 a P.10.
- Pulse el botón D durante 2 segundos para memorizar y salir de la configuración.
- Normalmente, para hacer operativo el aparato es necesario ajustar el parámetro P.01, manteniendo los demás parámetros predefinidos ajustados de fábrica.

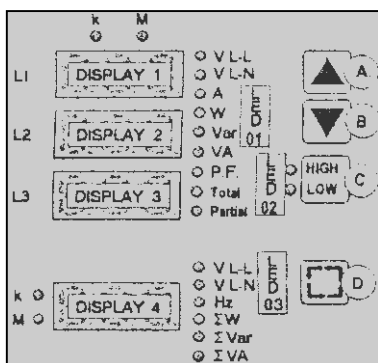
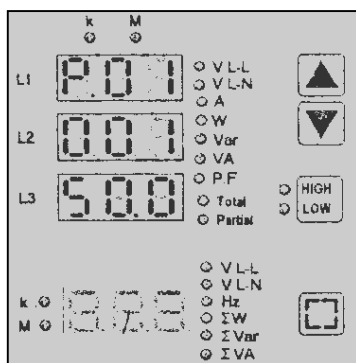
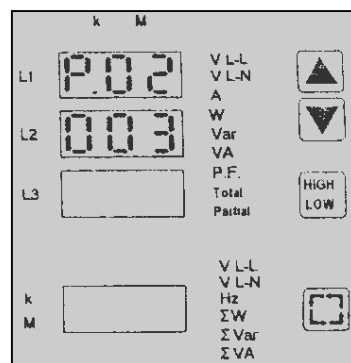


Fig. 9

Fig. 10 Ejemplo programación valores  
en TA a 150 (750/5)Ejemplo impostación tiempo  
filtro integrador 3

### TABLA DE PARÁMETROS

| Par  | Función               |   | Rango                        | Default |
|------|-----------------------|---|------------------------------|---------|
| P.01 | Relación TA           |   | 1.0.....2000                 | 1.0     |
| P.02 | Filtro media          |   | 1....10                      | 3       |
| P.03 | Tipo de<br>Conexión   | 1 Fase<br>2 Fases<br>3 Fases<br>3 Fases<br>equilibradas | 1 ph<br>2 ph<br>3 ph<br>3 bl | 3 ph    |
| P.04 | Frecuencia            |   | Aut – 50 - 60                | Aut     |
| P.05 | Presel. Display 1-2-3 |   | 1...9                        | 1       |
| P.06 | Presel. Display 4     |   | 1...6                        | 1       |
| P.07 | Retardo Presel.       |   | Off...250 seg.               | 60      |
| P.08 | Entrada de Tensión    |   | Off...100.0                  | Off     |
| P.09 | Entrada de Corriente  |   | Off...100.0                  | Off     |
| P.10 | Presel. Parcial       |   | Off...60000                  | Off     |

**Nota!** El sistema de cálculo del DMK es capaz de gestionar valores de potencia de hasta 40 MVA.

- Para ajustar el valor del parámetro P.01 se utilizan los Display 2 e 3 conjuntamente para visualizar un número de 5 dígitos + 1 decimal.

- P.02 Permite modificar la estabilización que la función Promedio aplica a la medida.
- P.03 Debe reflejar la conexión del multímetro (ver esquemas de inserción). Con conexión trifásica balanceada es necesario que se conecte un solo TA en la fase L1. Con excepción de los voltajes, todas las medidas de las fases L2, L3 equivalen a las de la fase L1.
- La fijación de la frecuencia con P.04 a 50 o 60 Hz permite una visualización de las medidas en el display mas frecuente.
- Con P.05 y P.06 se establece la medida a visualizar de default en el display 1 – 2 – 3 – 4.

| <b>Display 1-2-3</b> |                        | <b>Display 4</b> |                                |
|----------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|
| <b>P.05</b>          | <b>Medida</b>          | <b>P.06</b>      | <b>Medida</b>                  |
| <b>1</b>             | <i>V L- L</i>          | <b>1</b>         | <i>V L- L</i>                  |
| <b>2</b>             | <i>V L- N</i>          | <b>2</b>         | <i>V L- N</i>                  |
| <b>3</b>             | <i>A</i>               | <b>3</b>         | <i>Hz</i>                      |
| <b>4</b>             | <i>W</i>               | <b>4</b>         | <i><math>\Sigma W</math></i>   |
| <b>5</b>             | <i>VAR</i>             | <b>5</b>         | <i><math>\Sigma VAR</math></i> |
| <b>6</b>             | <i>VA</i>              | <b>6</b>         | <i><math>\Sigma VA</math></i>  |
| <b>7</b>             | <i>P.F.</i>            |                  |                                |
| <b>8</b>             | <i>Horas Totales</i>   |                  |                                |
| <b>9</b>             | <i>Horas Parciales</i> |                  |                                |

- Con P.07 se ajusta el tiempo de restablecimiento de la configuración efectuada con P.05 y P.06.
- P.08 y P.09 son respectivamente el umbral de tensión de fase y corriente en porcentaje con respecto del campo de medida para sincronizar el punto de partida del cuentahoras total y parcial. Si ambos parámetros son ajustados como OFF. El punto de partida del cuentahoras viene dado a la misma tensión del instrumento.
- P.10 Permite ajustar un número de horas parciales que se irá decrementando hasta cero. Alcanza el valor cero el contador continúa decrementando en negativo (led parcial intermitente).



## ❖ VISUALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS

### ➤ **Función de los Botones A y B**

- Por medio de los botones A y B es posible seleccionar las medidas indicadas en el LED 01.
- Las medidas relativas a las fases L1, L2 e L3 se visualizan respectivamente sobre los display 1,2 e 3.
- Los LED k y M superiores indican, respectivamente, si las medidas se expresan en miles o millones.

**TABLA DE MEDIDAS GRUPO LED 01:**

| <b>LED</b>           | <b>Funciones</b>                         |
|----------------------|--|
| <b>VL – L</b>        | <i>Tensión Concatenada</i>               |
| <b>VL – N</b>        | <i>Tensión de Fase</i>                   |
| <b>A</b>             | <i>Corriente</i>                         |
| <b>W</b>             | <i>Potencia Activa</i>                   |
| <b>VAR</b>           | <i>Potencia Reactiva</i>                 |
| <b>VA</b>            | <i>Potencia Aparente</i>                 |
| <b>PF</b>            | <i>Factor de Potencia Total (T.P.F.)</i> |
| <b>Total Hours</b>   | <i>Horas Totales</i>                     |
| <b>Partial Hours</b> | <i>Horas Parciales</i>                   |

- Sin la conexión del neutro se visualiza la tensión de estrella interna en el DMK.
- Factor de potencia total, calculada teniendo en cuenta la distorsión armónica de la tensión y la corriente.

- Los DISPLAY 1 – 2 – 3 visualizan respectivamente las tensiones concatenadas L1 – L2, L2 – L3 e L3 – L1.
- La visualización del contador parcial está en horas y minutos, separados por un punto. (Ej. 1500.30 son 1500 horas y 30 minutos). El punto intermitente indica que el cuentahoras parcial está activo.

#### ❖ **RESET DEL CUENTAHORAS PARCIAL**

- Mediante el botón A o B, posicionarse sobre la medida Horas parciales sin soltar el botón una vez obtenida la medida deseada, fig. 11.
- Manteniendo presionado 5 segundos consecutivos, se pone a cero el valor de la medida pre-seleccionada.
- La confirmación del borrado sobre el display viene expresado con el mensaje CLr (cleared), fig. 12.

#### ❖ **RESET DEL CUENTAHORAS TOTALES**

- Mediante el botón A o B, posicionarse sobre la medida horas totales y sin soltar el botón una vez obtenida la medida deseada, presionar el botón D.
- Manteniendo presionado 5 segundos consecutivos, se pone a cero el valor de la medida pre-seleccionada.
- La confirmación del borrado sobre el display viene expresado con el mensaje CLr (cleared).

➤ **Funciones del botón C**

El botón C permite activar una de las funciones incluidas en el grupo LED 02, o dejarlas todas desactivadas.

➤ **LED High e Low**

Visualizan respectivamente los valores instantáneos máximos y mínimos registrados en el instrumento para las siguientes medidas:

| <b>Display</b> | <b>Medida</b> | <b>Funciones</b>            |
|----------------|---------------|-----------------------------|
| 1-2-3          | V L- N        | Tensión de fase             |
| 1-2-3          | A             | Corriente                   |
| 4              | $\Sigma W$    | Potencia activa importada   |
| 4              | $\Sigma VAR$  | Potencia reactiva importada |
| 4              | $\Sigma VA$   | Potencia aparente           |

**Nota:** Los valores High son memorizados incluso en ausencia de la tensión de alimentación.

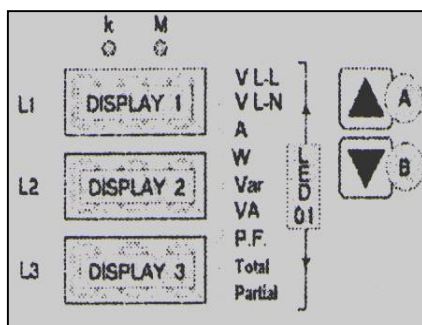


Fig. 11 Posicionamiento sobre Horas Parciales

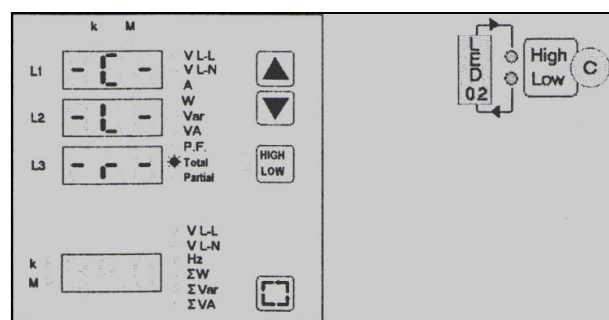


Fig. 12 Confirmación de Borrado

## RESET DE LOS VALORES HIGH, LOW

- Mediante el botón C posicionarse sobre las funciones (High, Low). Sin soltar el botón una vez obtenida la función deseada.
- Manteniendo presionado 5 segundos consecutivos, se pone a 0 el valor de la medida pre-seleccionada.
- La confirmación del borrado sobre el display viene expresado con el mensaje CLR (Cleared), fig. 13.
- Se pone a cero todas las medidas disponibles de la función.
- El reset significa que será registrado como máximo o mínimo el valor medido en ese momento.

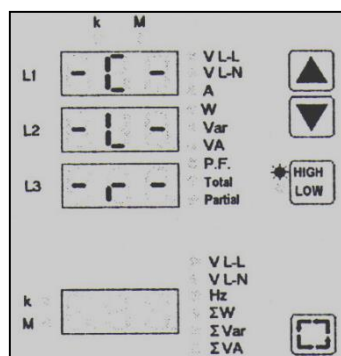


Fig. 13 Confirmación de Borrado

### ➤ Funciones botón D

- Mediante el botón D es posible seleccionar una de las tres funciones del grupo LED 03 y visualizarlas en el DISPLAY 4, fig. 14.
- Estas medidas deben entenderse como el promedio de las tres fases. Para la unidad de medida, el DISPLAY 4 tiene sus propios LED k e M situados a la izquierda.

| <b>LED</b>                     | <b>Funciones</b>                    |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>V L- L</b>                  | <i>Media tensiones concatenadas</i> |
| <b>V L- N</b>                  | <i>Media tensiones de fase</i>      |
| <b>Hz</b>                      | <i>Frecuencia</i>                   |
| <b><math>\Sigma W</math></b>   | <i>Potencia activa total</i>        |
| <b><math>\Sigma VAR</math></b> | <i>Potencia reactiva total</i>      |
| <b><math>\Sigma VA</math></b>  | <i>Potencia aparente total</i>      |

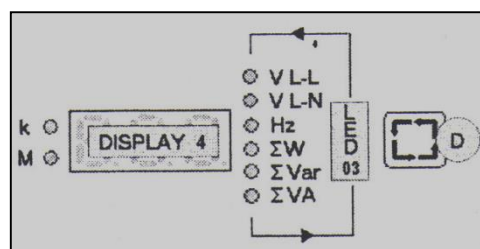


Fig. 14 Visualización de Funciones

## 2.3 Dispositivos de Transformación

### 2.3.1 Transformador de Voltaje (TV)

En la actualidad se pueden encontrar distintos tipos de Transformadores, uno de ellos es el Transformador Variable y se detalla a continuación.

Los Transformadores Variables son ideales para obtener una tensión variable mediante un sistema que sea capaz de ir poniendo en conexión las diferentes espiras que componen el bobinado principal, es decir que este Transformador presenta la particularidad de que su valor puede modificarse a voluntad. Para variar el valor existe un tercer terminal unido a un contacto móvil o un cursor que se desliza sobre el cuerpo del componente, fig. 15, de tal forma que la tensión de salida entre el cursor y uno de los extremos del transformador dependerá de la posición que ocupe dicho cursor. Este tercer terminal puede tener un desplazamiento angular (giratorio) o longitudinal (deslizante).

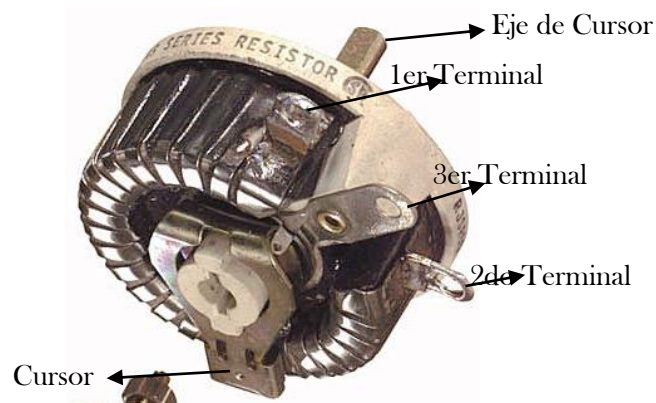


Fig. 15 Estructura del Transformador Variable

### 2.3.2 Transformador de Corriente (TC)

Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control.

Un TC, es aquel en el cual el devanado primario se encuentra en serie con el circuito al cual se quiere medir la corriente. En el devanado secundario se conectan en serie los instrumentos, fig. 16.

Normalmente estos dispositivos tienen una impedancia muy baja que prácticamente mantienen el TC en condiciones de cortocircuito en el secundario.

Los valores nominales de los transformadores de corriente se definen como relaciones de corriente primaria a corriente secundaria. Unas relaciones típicas de un transformador de corriente podrían ser 600 / 5, 800 / 5, 1000 / 5. Los valores nominales de los transformadores de corriente son de 5 A y 1 A.

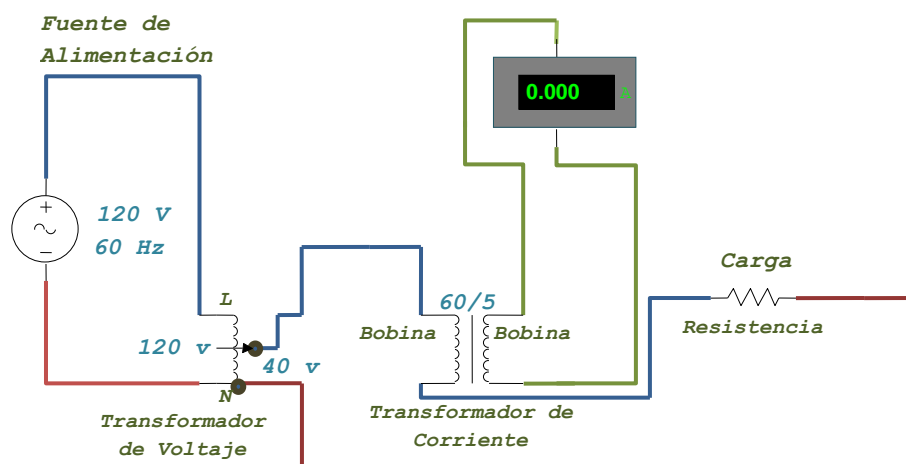
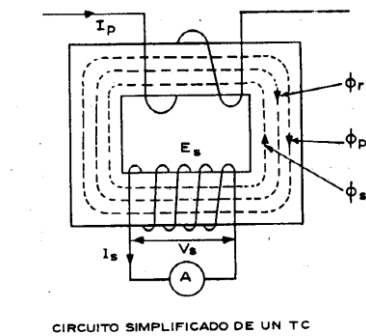


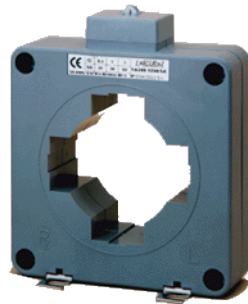
Fig. 16 Esquema de Conexión de un TC

Los múltiples usos de los transformadores de corriente han hecho que se encuentren en aplicaciones en donde se requiera medir corriente a diferentes niveles de corriente, como por ejemplo en líneas de transmisión, etc.

En la figura siguiente, se muestra el esquema interno de un transformador de corriente:



Y físicamente serían de distintas formas pero una de ellas es la siguiente:





# *CAPITULO III*

## *MATERIALES*

### 3. MATERIALES

En el presente tablero se utiliza varios materiales y equipos, los cuales se detallan a continuación:

| <b>Cantidad</b> | <b>Material y/o equipo</b>        | <b>Características</b>                               |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| 1               | Multímetro Digital                | Marca Lovato Tipo DMK 20                             |
| 3               | Multímetros Digitales             | Marca DT- 890B+                                      |
| 8               | Resistencias                      | 27 $\Omega$ , 20 W                                   |
|                 |                                   | 47 $\Omega$ , 20 W                                   |
|                 |                                   | 56 $\Omega$ , 20 W                                   |
|                 |                                   | 60 $\Omega$ , 20 W                                   |
|                 |                                   | 103 $\Omega$ , 20 W                                  |
|                 |                                   | 120 $\Omega$ , 20 W                                  |
|                 |                                   | 150 $\Omega$ , 20 W                                  |
|                 |                                   | 180 $\Omega$ , 20 W                                  |
| 8               | Condensadores                     | 8 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 400 V                        |
|                 |                                   | 10 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 400 V                       |
|                 |                                   | 18 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 450 V                       |
|                 |                                   | 20 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 250 V                       |
|                 |                                   | 25 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 250 V                       |
|                 |                                   | 30 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 250 V                       |
|                 |                                   | 40 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 400 V                       |
|                 |                                   | 50 $\mu F$ , $\pm 5\%$ , 400 V                       |
| 6               | Bobinas                           | 2 x 2 mH, 0.8 $\Omega$ , 300 vueltas, 4 A max.       |
|                 |                                   | 2 x 9 mH, 2.5 $\Omega$ , 600 vueltas, 2 A max.       |
|                 |                                   | 1 x 35 mH, 12 $\Omega$ , 1200 vueltas, 1 A max.      |
|                 |                                   | 1 x 2.6 H, 975 $\Omega$ , 10000 vueltas, 0.11 A max. |
| 1               | Transformador de Voltaje Variable | 1.4 KVA, 10 A  |
| 3               | Transformadores de corriente      | Marca CAMSCO de 60/5                                 |
| 3               | Breackers Monofásicos             | 3 x 30 A   |
| 1               | Breackers Bifásico                | 1 x 40 A   |
| 3               | Fusibles con Portafusibles        | Marca SASSIN, 1 A                                    |
| 3               | Luces de Señalización             |  |
| 71              | Jacks                             |  |
| 60              | Plugs Bananas                     |  |
| 30              | Conectores                        |  |

# *CAPITULO IV*

*PROCESO METODOLOGICO UTILIZADO*

#### **4 METODOLOGÍA**

El presente Tema se enmarca en la Construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos Monofásicos de Corriente Alterna. Para el desarrollo del presente informe he recurrido a la recolección de información en diferentes fuentes bibliográficas, lo que me permitió obtener y ordenar de la forma más adecuada toda la información recopilada en el Presente Informe Técnico.

Igualmente se realizó visitas a otros centros de Educación donde cuentan con laboratorios y talleres, lo que me permitió tener una concepción más real en el diseño y construcción del Tablero Didáctico.

Luego se clasificó la información de acuerdo a los conocimientos científicos como son los circuitos en Serie y en Paralelo de Resistencias, Condensadores y Bobinas, lo que nos servirá como guía para realizar las prácticas en dicho Tablero y comprobar los resultados con las fórmulas respectivas.

Se presentará una Guía de Prácticas Desarrolladas y Propuestas, documento que servirá al docente en la impartición de este tema.

Finalmente se hará constar las respectivas Conclusiones y Recomendaciones de todo el trabajo realizado.

A continuación especificamos la Construcción del Tablero y la distribución de todos los elementos que lo componen.

#### **4.1 Construcción del Tablero**

La construcción del tablero se basó en aspectos como espacio y comodidad, donde los estudiantes puedan realizar las prácticas que se detallan más adelante es decir la conexión de los distintos elementos e instrumentos de medición que existen en dicho tablero.

El tablero tiene las siguientes dimensiones:

Largo: 1.40 m.

Alto: 1.30 m.

Ancho: 0.517 m.

Una vez determinadas las dimensiones se procedió al recorte de la madera para luego realizar el armado de lo que va hacer dicho Tablero.



Terminado con el armado se procedió al forrado del tablero con madera "Cartón prensado de 4 líneas".



En las partes donde están colocados los elementos se dividió en bloques, es decir el Tablero está conformado por 4 puertas con la finalidad de realizar cualquier cambio de los elementos que no estén funcionando correctamente.



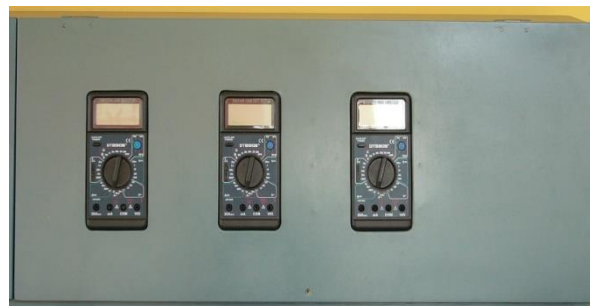
En todos los bloques se realizaron perforaciones para colocar los distintos elementos que se detallan a continuación:



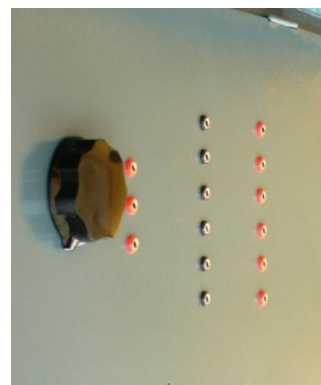
En el bloque # 1, se colocaron los Dispositivos de Protección, señalización y el Multímetro Digital Lovato DMK 20.



En el bloque # 2, se colocaron 3 Multímetros Digitales Marca DT-890 B+.



En el bloque # 3, se ubicó el Transformador Variable y los Transformadores de Corriente.



En el bloque # 4, se colocaron las Resistencias, Condensadores y Bobinas.

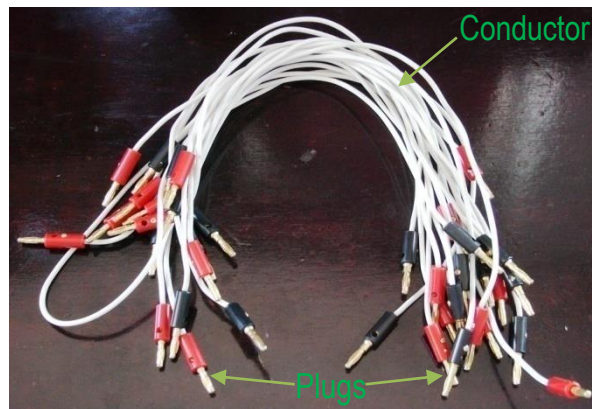


Una vez terminado con la distribución de todos los distintos elementos como son los Instrumentos de Medición, Dispositivos Eléctricos, Elementos de Protección, de Transformación y de Señalización, se procedió a conectar todos los terminales de los elementos antes mencionados a los Jacks con soldadura de estaño, asegurados con una tuerca y arandela para mayor seguridad en el momento de realizar las distintas prácticas.





Para la conexión de los diferentes circuitos se utiliza conectores el cual consiste en un conductor eléctrico cableado # 16, conectados en sus extremos un plug banana.



La alimentación del tablero se la realizó por medio de un Conductor Concéntrico de 4 hilos, el cuál va conectado a un sistema de protección como son los Breackers, además se encuentran conectados luces de señalización, los cuales indicarán si el Tablero se encuentra energizado o no.



Finalmente se colocó las respectivas identificaciones a todos los elementos que se encuentran en el Tablero.



# *CAPITULO V*

## *RESULTADOS*

# *5.1 Guía Experimental del Docente*

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 1

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RC en Serie*

### 2. Objetivo

*Medir el voltaje que existe en cada dispositivo eléctrico.*

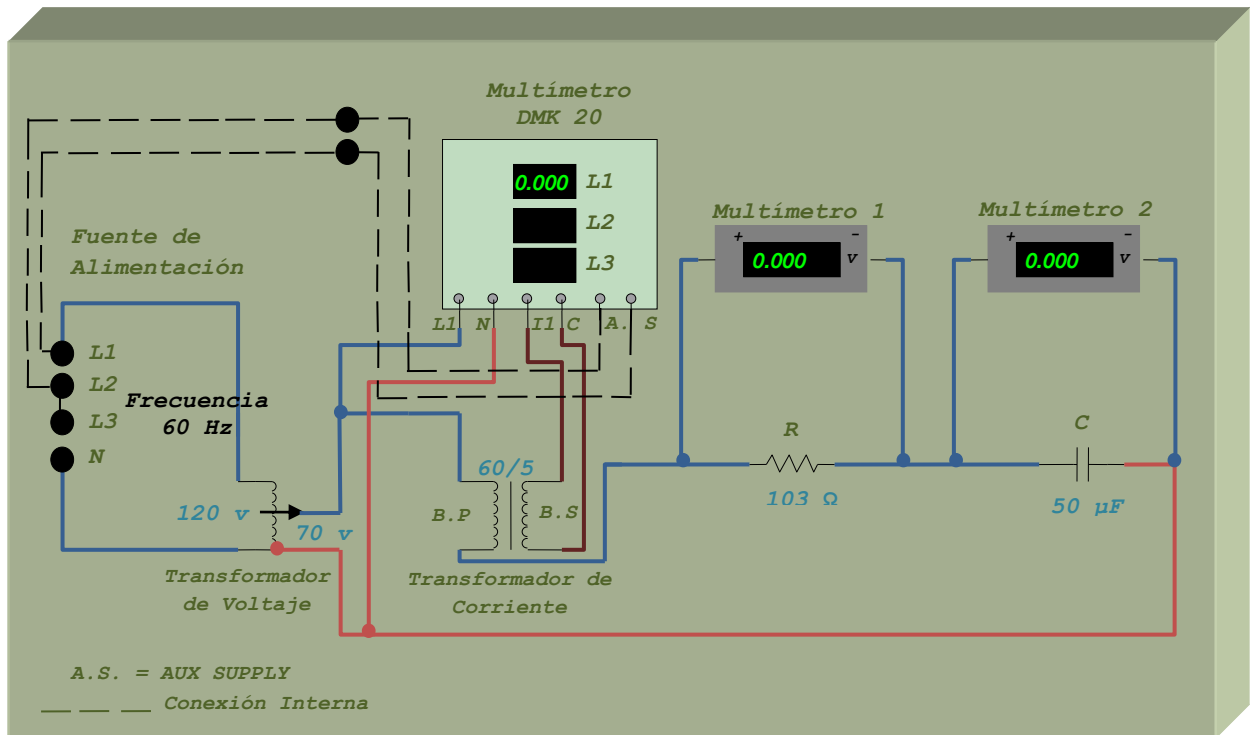
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*Un Circuito en serie RC posee una Resistencia de **103  $\Omega$**  y una Capacitancia de **50  $\mu F$** , conectadas a una fuente de **70 V**, con una frecuencia de **60 Hz**. Calcular:*

- 1) *Reactancia Capacitiva ( $X_c$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 4) *Tensión en R*
- 5) *Tensión en C*
- 6) *Tensión del circuito*
- 7) *Potencia Activa (W)*
- 8) *Potencia Reactiva ( $Q_c$ )*
- 9) *Potencia Aparente (S)*
- 10) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



### Resultados Teóricos

#### 1. Reactancia Capacitiva

$$X_c = \frac{1000000}{2\pi f C}$$

$$= \frac{1000000}{2\pi (60\text{Hz})(50\mu\text{F})}$$

$$X_c = 53.05 \Omega$$

#### 2. Impedancia del Circuito

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$= \sqrt{(103 \Omega)^2 + (53.05 \Omega)^2}$$

$$Z = 115.85 \Omega$$

**3. Corriente del Circuito**

$$I = \frac{E_{AP}}{Z}$$

$$= \frac{70 V}{115.85 \Omega}$$

$$I = 0.6 A$$

**4. Tensión en R**

$$E_R = I \times R$$

$$= 0.6 A \times 103 \Omega$$

$$E_R = 61.8 V$$

**5. Tensión en C**

$$E_C = I \times X_C$$

$$= 0.6 A \times 53.05 \Omega$$

$$E_C = 31.83 V$$

**6. Tensión del Circuito**

$$E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + E_C^2}$$

$$= \sqrt{(61.8 V)^2 + (31.83 V)^2}$$

$$E_{AP} = 69.51 V$$

**7. Potencia Activa**

$$P = E_R \times I$$

$$= 61.8 V \times 0.6 A$$

$$P = 37.08 W$$

**8. Potencia Reactiva**

$$Q_C = E_C \times I$$

$$= 31.83 V \times 0.6 A$$

$$Q_C = 19.1 VAR$$

**9. Potencia Aparente**

$$S = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$$

$$= \sqrt{(37.08 W)^2 + (19.1 VAR)^2}$$

$$S = 41.71 VA$$

**10. Cos  $\phi$** 

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{37.08 W}{41.71 VA}$$

$$\cos \phi = 0.88$$

**Procedimiento Práctico**

1. Armar el circuito como se muestra en el esquema.
2. Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir el voltaje en la Resistencia y el Capacitor.
3. Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.

- 3.1. Como el TC es de 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.
  - 3.2. En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.
  4. Cerramos el Breaker para energizar el Circuito, seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar mediante los multímetros la caída de voltaje que se produce en cada dispositivo.
  5. Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.
- 4. Sistema Categorial**

### **Corriente Alterna, Ley de OHM, Resistencia, Capacitancia**

#### **5. Preguntas de Control y Tareas.**

##### **5.1 ¿Qué sucede al variar el Voltaje?**

*Al variar el Voltaje varía la Intensidad del Circuito, la Tensión en la Resistencia, la Tensión en el Capacitor, la Potencia Activa, la Potencia Reactiva, la Potencia Aparente y excepto el Cos fi.*

##### **5.2 Al cambiar la R de mayor valor ¿Qué sucede con la Corriente?**

*La corriente disminuye debido a que la Resistencia ofrece mayor oposición al paso de los electrones.*



## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 2

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RC en Paralelo*

### 2. Objetivo

*Medir el flujo de Corriente que produce la  $X_c$  en paralelo con la R.*

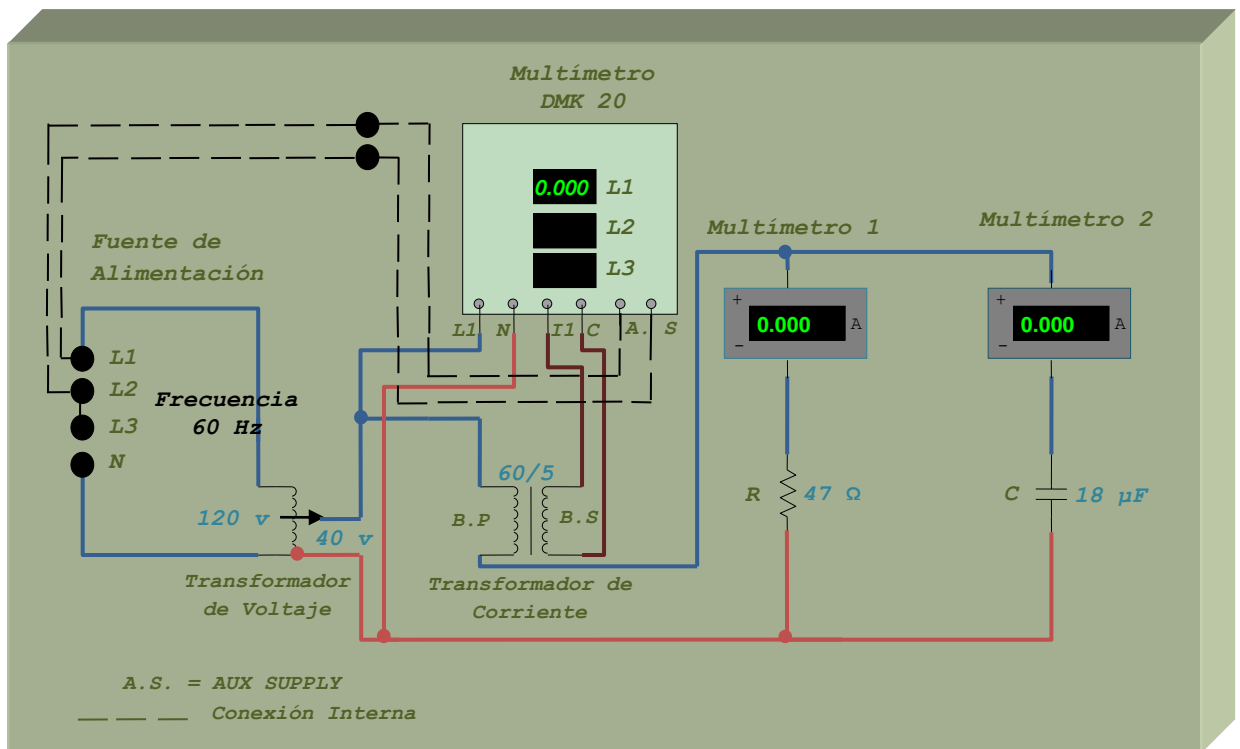
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*Un circuito formado por una Resistencia de  $47 \Omega$  y una Capacitancia de  $18 \mu F$ , están conectadas en paralelo y estas a la vez a una tensión de  $40 V$ , con una frecuencia de  $60 Hz$ . Calcular:*

- 1) *Reactancia Capacitiva ( $X_c$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente en R*
- 4) *Corriente en C*
- 5) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 6) *Potencia Activa ( $W$ )*
- 7) *Potencia Reactiva ( $Q_c$ )*
- 8) *Potencia Aparente ( $S$ )*
- 9) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



## Resultados Teóricos

### 1. Reactancia Capacitiva

$$X_C = \frac{1000000}{2\pi f C}$$

$$= \frac{1000000}{2\pi (60\text{Hz}) (18 \mu\text{f})}$$

$$X_C = 147.37 \Omega$$

### 2. Impedancia del Circuito

$$Z = \frac{R \times X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$= \frac{47 \Omega \times 147.37 \Omega}{\sqrt{(47 \Omega)^2 + (147.37 \Omega)^2}}$$

$$Z = 44.77 \Omega$$

### 3. Corriente en R

$$I_R = \frac{E_{AP}}{R}$$

$$= \frac{40 \text{ V}}{47 \Omega}$$

$$I_R = 0.85 \text{ A}$$

### 4. Corriente en C

$$I_C = \frac{E_{AP}}{X_C}$$

$$= \frac{40 \text{ V}}{147.37 \Omega}$$

$$I_C = 0.27 \text{ A}$$

### 5. Corriente del Circuito

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$= \sqrt{(0.85 \text{ A})^2 + (0.27 \text{ A})^2}$$

$$I = 0.89 \text{ A}$$

### 6. Potencia Activa

$$P = E_{AP} \times I_R$$

$$= 40 \text{ V} \times 0.85 \text{ A}$$

$$P = 34 \text{ W}$$

### 7. Potencia Reactiva

$$Q_C = E_{AP} \times I_C$$

$$= 40 \text{ V} \times 0.27 \text{ A}$$

$$Q_C = 10.8 \text{ VAR}$$

### 8. Potencia Aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q_C^2}$$

$$= \sqrt{(34 \text{ W})^2 + (10.8 \text{ VAR})^2}$$

$$S = 35.67 \text{ VA}$$

### 9. Cos $\phi$

$$\text{Cos } \phi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{34 \text{ W}}{35.67 \text{ VA}}$$

$$\mathbf{Cos \varphi = 0.95}$$

### **Procedimiento Práctico**

1. *Amar el circuito como se muestra en el esquema.*
2. *Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir la corriente en la Resistencia y el Capacitor.*
3. *Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.*
  - 3.1. *Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.*
  - 3.2. *En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.*
4. *Cerramos el Breaker para energizar el Circuito.*
5. *Luego seleccionamos el Voltaje y así observar la corriente que se produce en cada dispositivo mediante los instrumentos de medición.*
6. *Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.*

### **4. Sistema Categorical**

***Impedancia, Reactancia Capacitiva, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente.***

### **5. Preguntas de Control y Tareas**

***5.1 ¿Qué sucede con la Impedancia al colocar una Resistencia de mayor valor?***

*Aumenta la Impedancia del circuito pero la Corriente disminuye y con ello la Potencia Activa, Potencia Aparente y el Factor de Potencia.*

***5.2 ¿Por qué al variar la Frecuencia varia la Reactancia Capacitiva?***

La reactancia capacitiva  $X_c$  es inversamente proporcional a la frecuencia y a la capacitancia, es decir al aumentar cualesquiera de las dos la Reactancia Capacitiva disminuye, y por ende la corriente aumenta dependiendo del voltaje que se le coloque.

### **ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 3**

#### **1. Nombre de la Práctica**

*Circuito RL en Serie*

#### **2. Objetivo**

*Medir el voltaje y la corriente en un circuito RL en serie.*

#### **3. Procedimiento**

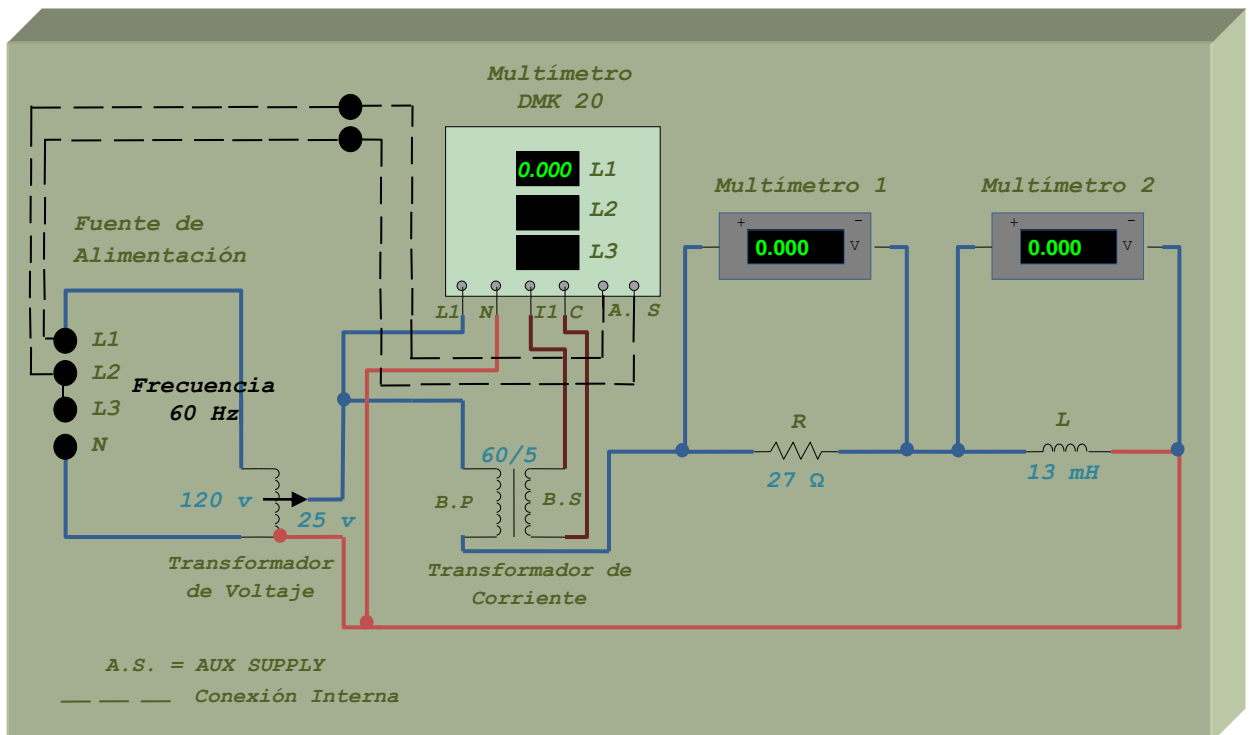
##### **Planteamiento del Problema**

*Un Resistor de  $27 \Omega$ , esta conectado en serie con un Inductor de  $13 \text{ mH}$  a los terminales de una fuente de Tensión de  $25 \text{ V}$  y una frecuencia de  $60 \text{ Hz}$ . Calcular:*

- 1) *Reactancia Inductiva ( $X_L$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente del Circuito ( $I$ )*

- 4) Tensión en  $R$
- 5) Tensión en  $L$
- 6) Tensión del circuito
- 7) Potencia Activa ( $W$ )
- 8) Potencia Reactiva ( $QL$ )
- 9) Potencia Aparente ( $S$ )
- 10)  $\text{Cos } \phi$

### ESQUEMA



## Resultados Teóricos

### 1. Reactancia Inductiva

$$\begin{aligned} X_L &= 2\pi f L \\ &= 2\pi (60 \text{ Hz}) (0.013 \text{ H}) \\ X_L &= 4.9 \Omega \end{aligned}$$

### 3. Corriente del Circuito

$$\begin{aligned} I &= \frac{E_{AP}}{Z} \\ &= \frac{25 \text{ V}}{27.44 \Omega} \\ I &= 0.91 \text{ A} \end{aligned}$$

### 5. Tensión en L

$$\begin{aligned} E_L &= I X L \\ &= 0.91 \text{ A} \times 4.9 \Omega \\ E_L &= 4.46 \text{ V} \end{aligned}$$

### 7. Potencia Activa

$$\begin{aligned} P &= E_R X I \\ &= 24.57 \text{ V} \times 0.91 \text{ A} \\ P &= 22.35 \text{ W} \end{aligned}$$

### 9. Potencia Aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

### 2. Impedancia del Circuito

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} \\ &= \sqrt{(27 \Omega)^2 + (4.9 \Omega)^2} \\ Z &= 27.44 \Omega \end{aligned}$$

### 4. Tensión en R

$$\begin{aligned} E_R &= I X R \\ &= 0.91 \text{ A} \times 27 \Omega \\ E_R &= 24.57 \text{ V} \end{aligned}$$

### 6. Tensión del Circuito

$$\begin{aligned} E_{AP} &= \sqrt{E_R^2 + E_L^2} \\ &= \sqrt{(24.57 \text{ V})^2 + (4.46 \text{ V})^2} \\ E_{AP} &= 24.97 \text{ V} \end{aligned}$$

### 8. Potencia Reactiva

$$\begin{aligned} Q_L &= E_L X I \\ &= 4.46 \text{ V} \times 0.91 \text{ A} \\ Q_L &= 4.06 \text{ VAR} \end{aligned}$$

### 10. Cos $\phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$= \sqrt{(22.35 \text{ W})^2 + (4.06 \text{ VAR})^2} = \frac{22.35 \text{ W}}{22.71 \text{ VA}}$$

$$S = 22.71 \text{ VA} \qquad \cos \varphi = 0.98$$

### **Procedimiento Práctico**

1. Arme el circuito según como se muestra en el esquema y con sus respectivos valores.
  2. Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.
    - 2.1. Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.
    - 2.2. En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.
  3. Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir el voltaje que existe en cada dispositivo.
  4. Energizamos el Circuito.
  5. Seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar la caída de voltaje que se produce en los dispositivos.
  6. Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.
- #### **4. Sistema Categorial**

**Inductancia, Reactancia Inductiva, Cos  $\varphi$ , Voltímetro.**

### **5. Preguntas de Control y Tareas**

#### **5.1 ¿Por qué al variar la Frecuencia varia la Reactancia Inductiva?**

La Reactancia Inductiva es directamente proporcional a la inductancia de la bobina y a la frecuencia de la corriente que fluye a través de ella. Conforme aumenta la frecuencia o la inductancia de la bobina,  $X_L$  también aumenta.



## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 4

### 1. **Nombre de la Práctica**

*Circuito RL en Paralelo*

### 2. **Objetivo**

*Establecer las relaciones entre las corrientes que existen en cada ramal y la corriente total en el circuito en paralelo.*

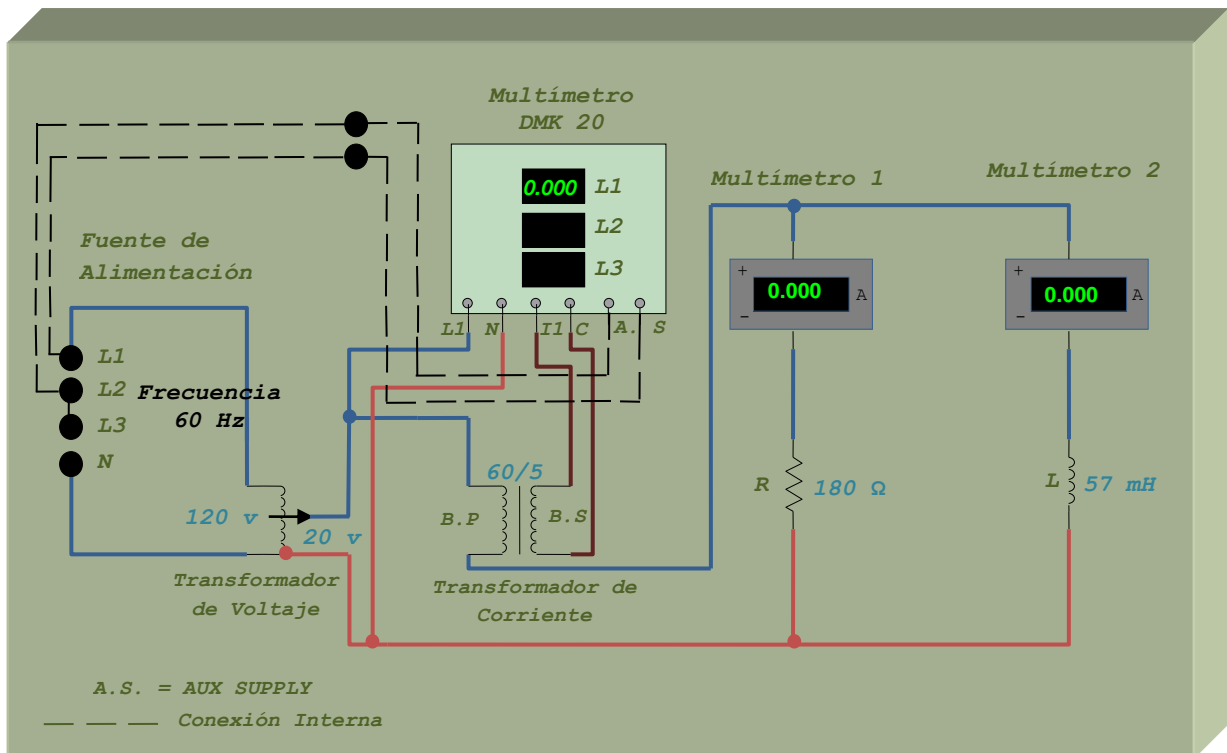
### 3. **Procedimiento**

#### **Planteamiento del Problema**

*Un circuito en paralelo conformados por una Resistencia de **180  $\Omega$**  y una Inductancia de **57 mH**, están alimentadas a una tensión de **20 V** y una frecuencia de **60 Hz**. Determinar:*

- 1) *Reactancia Inductiva ( $X_L$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente en R*
- 4) *Corriente en L*
- 5) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 6) *Potencia Activa ( $W$ )*
- 7) *Potencia Reactiva ( $QL$ )*
- 8) *Potencia Aparente ( $S$ )*
- 9) *Cos  $\phi$*

### **ESQUEMA**



## Resultados Teóricos

### 1. Reactancia Inductiva

$$X_L = 2\pi f L$$

$$= 2\pi (60\text{Hz}) (0.057\text{H})$$

$$X_L = 21.49\ \Omega$$

### 3. Corriente en R

$$I_R = \frac{E_{AP}}{R}$$

$$= \frac{20\text{V}}{180\ \Omega}$$

$$I_R = 0.11\text{A}$$

### 5. Corriente del Circuito

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

### 2. Impedancia del Circuito

$$Z = \frac{R \times X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

$$= \frac{180\ \Omega \times 21.49\ \Omega}{\sqrt{(180\ \Omega)^2 + (21.49\ \Omega)^2}}$$

$$Z = 21.33\ \Omega$$

### 4. Corriente en L

$$I_L = \frac{E_{AP}}{X_L}$$

$$= \frac{20\text{V}}{21.49\ \Omega}$$

$$I_L = 0.93\text{A}$$

### 6. Potencia Activa

$$P = E_{AP} \times I_R$$

$$= \sqrt{(0.11 A)^2 + (0.93 A)^2}$$

$$I = 0.94 A$$

$$= 20 V \times 0.11 A$$

$$P = 2.2 W$$

### 7. Potencia Reactiva

$$Q_L = E_{AP} \times I_L$$

$$= 20 V \times 0.93 A$$

$$Q_L = 18.6 VAR$$

### 8. Potencia Aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

$$= \sqrt{(2.2 W)^2 + (18.6 VAR)^2}$$

$$S = 18.72 VA$$

### 9. Cos $\phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{2.2 W}{18.72 VA}$$

$$\cos \phi = 0.11$$

### Procedimiento Práctico

1. Armamos el circuito según el esquema con sus valores respectivos.
2. Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.
  - 2.1. Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.
  - 2.2. En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.
3. En los Multímetros seleccionamos la opción Amperios porque vamos a medir la corriente en la resistencia y en la bobina.
4. Cerramos el Breaker para energizar el Circuito, seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar mediante los Multímetros la corriente que se produce en cada dispositivo.
5. Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.

### 4. Sistema Categorical

**Amperímetro, Ohmímetro, Watímetro, Varímetro.**

## **5. Preguntas de Control y Tareas.**

### **5.1 ¿Qué es la Inductancia?**

*Es la propiedad de un circuito eléctrico que se opone a cualquier cambio de corriente en el circuito. A partir de esta definición se puede concluir que la conductancia no tiene efecto sobre la corriente directa. Solo se opone a cambios en la corriente. Los conductores embobinados generalmente se usan en circuitos de C.A para introducir deliberadamente inductancia en el circuito.*

## **ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 5**

### **1. Nombre de la Práctica**

### *Circuito RLC en Serie*

## **2. Objetivo**

*Medir la corriente total y las caídas de voltaje en los dispositivos eléctricos.*

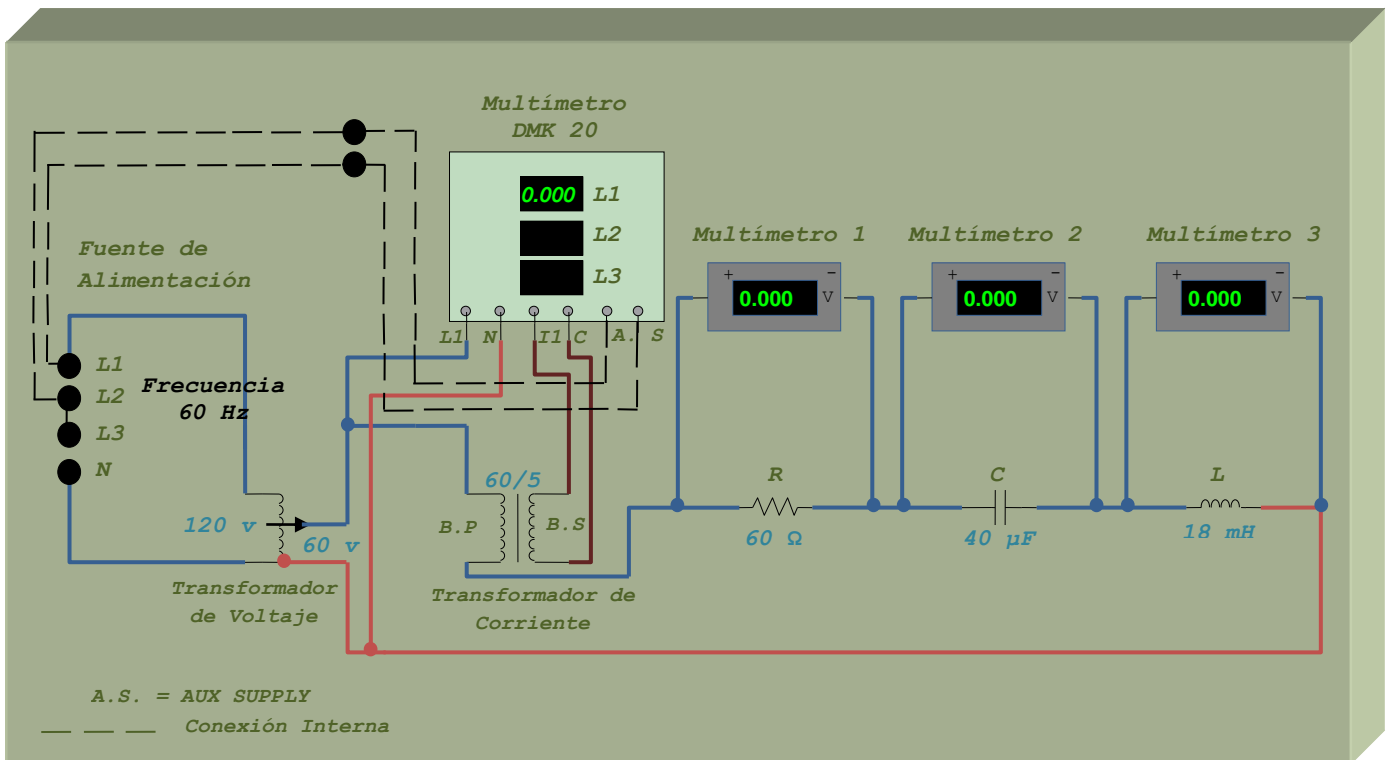
## **3. Procedimiento**

### **Planteamiento del Problema**

*Un circuito en serie RLC está compuesto por un Resistor de **60  $\Omega$** , una Inductancia de **18 mH** y un Capacitor de **40  $\mu F$** , están alimentados a una Tensión de **60 V**, cuya frecuencia es de **60 Hz**. Determinar:*

- 1) *Reactancia Inductiva*
- 2) *Reactancia Capacitiva*
- 3) *Impedancia del Circuito*
- 4) *Intensidad Total*
- 5) *Tensión en R*
- 6) *Tensión en L*
- 7) *Tensión en C*
- 8) *Tensión de circuito*
- 9) *Potencia Activa*
- 10) *Potencia Reactiva*
- 11) *Potencia Aparente*
- 12) *Cos  $\phi$*

**ESQUEMA**



## Resultados Teóricos

### 1. Reactancia Inductiva

$$X_L = 2\pi f L$$

$$= 2\pi (60\text{Hz}) (0.018\text{H})$$

$$X_L = 6.78 \Omega$$

### 2. Reactancia Capacitiva

$$X_C = \frac{1000000}{2\pi f C}$$

$$= \frac{1000000}{2\pi (60\text{Hz}) (40 \mu\text{f})}$$

$$X_C = 66.31 \Omega$$

### 3. Impedancia del Circuito

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$= \sqrt{(60 \Omega)^2 + (66.31 \Omega - 6.78 \Omega)^2}$$

$$Z = 84.52 \Omega$$

### 4. Intensidad Total

$$I = \frac{E_{AP}}{Z}$$

$$= \frac{60\text{V}}{84.52 \Omega}$$

$$I = 0.7\text{A}$$

### 5. Tensión en R

$$E_R = I X R$$

### 6. Tensión en L

$$E_L = I X X_L$$

$$= 0.7 A \times 60 \Omega$$

$$E_R = 42 V$$

$$= 0.7 A \times 6.78 \Omega$$

$$E_L = 4.75 V$$

### 7. Tensión en C

$$E_C = I \times X_C$$

$$= 0.7 A \times 66.31 \Omega$$

$$E_C = 46.41 V$$

### 8. Tensión del circuito

$$E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + (E_C - E_L)^2}$$

$$= \sqrt{(42 V)^2 + (46.41 V - 4.75 V)^2}$$

$$E_{AP} = 59.15 V$$

### 9. Potencia Activa

$$P = E_R \times I$$

$$= 42 V \times 0.7 A$$

$$P = 29.4 W$$

### 10. Potencia Reactiva

$$Q = I \times (E_C - E_L)$$

$$= 0.7 A \times (46.41 V - 4.75 V)$$

$$Q = 29.16 VAR$$

### 11. Potencia Aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$= \sqrt{(29.4 W)^2 + (29.16 VAR)^2}$$

$$S = 41.1 VA$$

### 12. Cos $\phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{29.4 W}{41.1 VA}$$

$$\cos \phi = 0.71$$

## Procedimiento Práctico

1. Armamos el circuito como se muestra en el esquema.



2. *Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir el voltaje en la Resistencia, Capacitor y en la Bobina.*
3. *Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.*
  - 3.1. *Como el TC es de 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.*
  - 3.2. *En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.*
4. *Energizamos el Circuito.*
5. *Seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar la caída de voltaje que se produce en los dispositivos.*
6. *Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.*

#### **4. Sistema Categorial**

***Resonancia, Circuito RLC.***

#### **5. Preguntas de Control y Tareas.**

##### ***5.1 ¿En donde existe mayor caída de tensión? ¿Por qué?***

*Existe mayor caída de tensión en la bobina ya que dicho dispositivo posee mayor reactancia inductiva y que mediante la fórmula  $E_L = I \times X_L$ , se puede observar que al aumentar tanto la corriente como la reactancia aumentará el voltaje.*

### **ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 6**

#### **1. Nombre de la Práctica**

*Circuito RLC en Paralelo*

## **2. Objetivo**

*Determinar en forma teórica y práctica las Potencias que se producen en el circuito.*

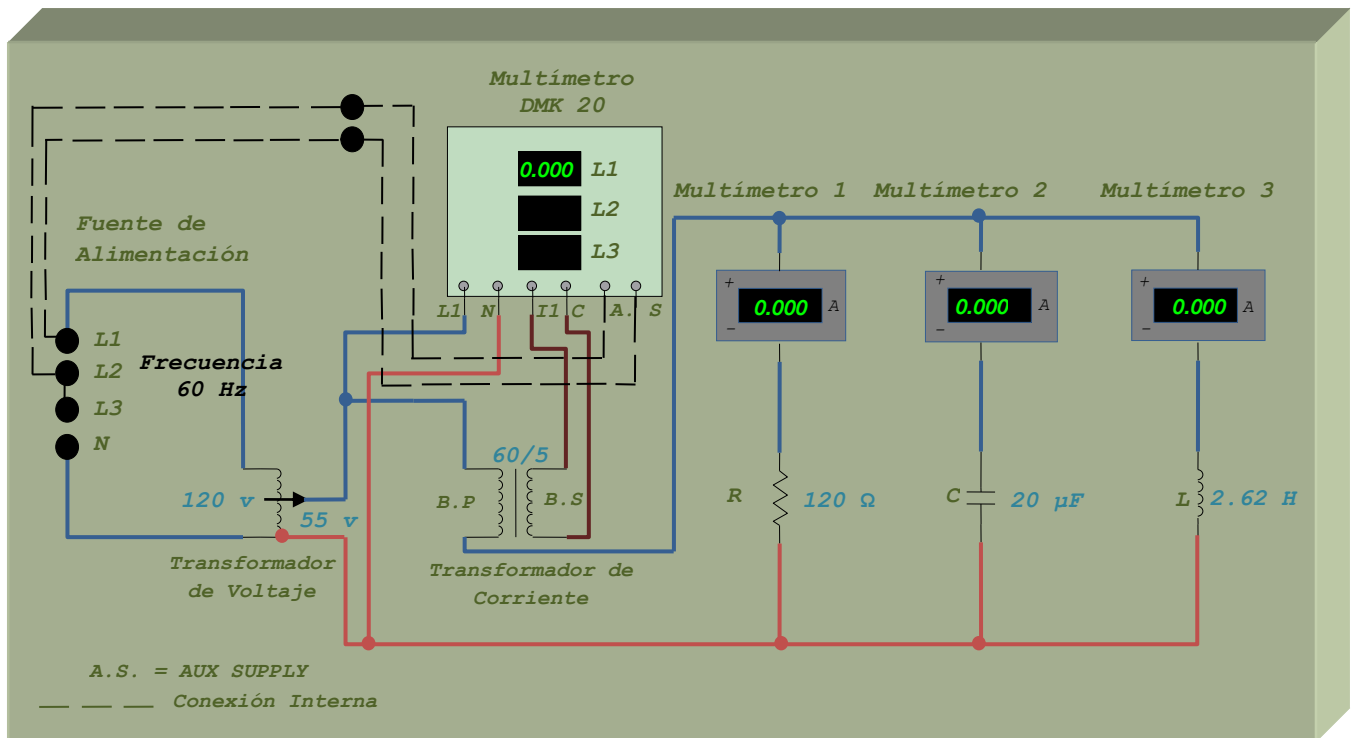
## **3. Procedimiento**

### **Planteamiento del Problema**

*En un circuito en Paralelo RLC, la Resistencia vale **120  $\Omega$** , la Capacitancia **20  $\mu F$**  y la inductancia **2.62 H**, están alimentadas a una Tensión de **55 V** y una frecuencia de **60 Hz**. Determinar:*

- 1) *Reactancia Inductiva*
- 2) *Reactancia Capacitiva*
- 3) *Reactancia Total (X)*
- 4) *Impedancia del Circuito*
- 5) *Intensidad Total*
- 6) *Corriente en R*
- 7) *Corriente en L*
- 8) *Corriente en C*
- 9) *Corriente Total en L y C*
- 10) *Potencia Activa*
- 11) *Potencia Reactiva*
- 12) *Potencia Aparente*
- 13) *Cos  $\phi$*

**ESQUEMA**



## Resultados Teóricos

### 1. Reactancia Inductiva

$$X_L = 2\pi f L$$

$$= 2\pi (60\text{Hz}) (2.62\text{ H})$$

$$X_L = 987.72\ \Omega$$

### 3. Reactancia Total

$$X = \frac{X_L \times X_C}{X_L + X_C}$$

$$= \frac{987.72\ \Omega \times 132.63\ \Omega}{987.72\ \Omega + 132.63\ \Omega}$$

$$X = 116.92\ \Omega$$

### 5. Intensidad Total

### 2. Reactancia Capacitiva

$$X_C = \frac{1000000}{2\pi f C}$$

$$= \frac{1000000}{2\pi (60\text{Hz}) (20\ \mu\text{F})}$$

$$X_C = 132.63\ \Omega$$

### 4. Impedancia del Circuito

$$Z = \frac{R \times X}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

$$= \frac{120\ \Omega \times 116.92\ \Omega}{\sqrt{(120\ \Omega)^2 + (116.92\ \Omega)^2}}$$

$$Z = 83.74\ \Omega$$

### 6. Corriente en R

$$I = \frac{E_{AP}}{Z}$$

$$= \frac{55 V}{83.74 \Omega}$$

$$I = 0.65 A$$

$$I_R = \frac{E_{AP}}{R}$$

$$= \frac{55 V}{120 \Omega}$$

$$I_R = 0.45 A$$

### 7. Corriente en L

$$I_L = \frac{E_{AP}}{X_L}$$

$$= \frac{55 V}{987.72 \Omega}$$

$$I_L = 0.05 A$$

### 8. Corriente en C

$$I_C = \frac{E_{AP}}{X_C}$$

$$= \frac{55 V}{132.63 \Omega}$$

$$I_C = 0.41 A$$

### 9. Corriente Total en L y C

$$I_{LC} = \frac{E_{AP}}{X}$$

$$= \frac{55 V}{116.92 \Omega}$$

$$I_{LC} = 0.47 A$$

### 10. Potencia Activa

$$P = E_{AP} \times I_R$$

$$= 55 V \times 0.45 A$$

$$P = 24.75 W$$

### 11. Potencia Reactiva

$$Q = E_{AP} \times I_{LC}$$

$$= 55 V \times 0.47 A$$

$$Q = 25.85 VAR$$

### 12. Potencia Aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$= \sqrt{(24.75 W)^2 + (25.85 VAR)^2}$$

$$S = 35.78 VA$$

### 13. Cos $\phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{24.75 W}{35.78 VA}$$

$$\cos \phi = 0.69$$

### Procedimiento Práctico

1. Arme el circuito según como se muestra en el esquema y con sus respectivos valores.
2. Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.
  - 2.1. Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.
  - 2.2. En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.
3. En los multímetros seleccionamos la opción Amperios porque vamos a medir la corriente que existe en cada dispositivo.
4. Energizamos el Circuito.
5. Seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar corriente en cada dispositivo.
6. Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.

#### **4. Sistema Categorial**

***Potencia Activa, Potencia reactiva, Potencia Aparente.***

#### **5. Preguntas de Control y Tareas**

##### **5.1 ¿Qué es la Resonancia Eléctrica?**

La resonancia en Electricidad es un fenómeno que se produce en un circuito en el que existen elementos reactivos (bobinas y condensadores) cuando es recorrido por una corriente alterna de una frecuencia tal que hace que la reactancia se anule.

## *5.2 Guía Experimental del Estudiante*

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 1

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RC en Serie*

### 2. Objetivo

*Medir el voltaje que existe en cada dispositivo eléctrico.*

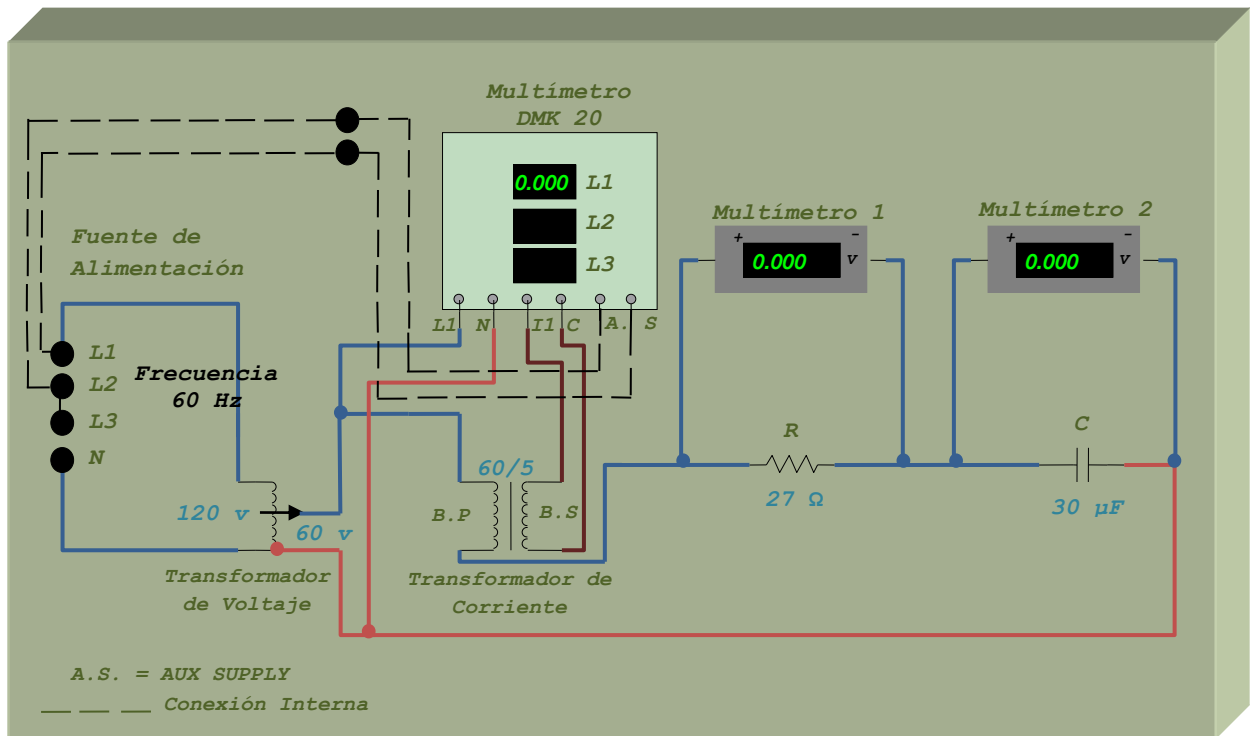
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*Un Circuito en serie RC posee una Resistencia de **27  $\Omega$**  y una Capacitancia de **30  $\mu F$** , conectadas a una fuente de **60 V** con una frecuencia de **60 Hz**. Calcular:*

- 1) *Reactancia Capacitiva ( $X_c$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 4) *Tensión en R*
- 5) *Tensión en C*
- 6) *Tensión del circuito*
- 7) *Potencia Activa ( $W$ )*
- 8) *Potencia Reactiva ( $Q_c$ )*
- 9) *Potencia Aparente ( $S$ )*
- 10) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



## Resultados Teóricos

| 1) $X_C$ | 2) $Z$   | 3) $I$ | 4) $E_R$ | 5) $E_C$ | 6) $E_{AP}$ | 7) $P$ | 8) $Q_C$ | 9) $S$ | 10) $\text{Cos } \phi$ |
|----------|----------|--------|----------|----------|-------------|--------|----------|--------|------------------------|
| $\Omega$ | $\Omega$ | A      | V        | V        | V           | W      | VAR      | VA     |                        |



### **Procedimiento Práctico**

1. *Armamos el circuito como se muestra en el esquema.*
2. *Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir el voltaje en la Resistencia y el Capacitor.*
3. *Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.*
  - 3.1. *Como el TC es de 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.*
  - 3.2. *En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.*
4. *Cerramos el Breaker para energizar el Circuito, seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar mediante los Multímetros la caída de voltaje que se produce en cada dispositivo.*
5. *Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.*

#### **4. Sistema Categorical**

***Corriente Alterna, Ley de OHM, Resistencia, Capacitancia***

#### **5. Preguntas de Control y Tareas.**

***5.1 ¿Que sucede al disminuir el Voltaje?***

***5.2 Al cambiar la R de menor valor ¿Qué sucede con la Corriente?***

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 2

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RC en Paralelo*

### 2. Objetivo

*Medir en el flujo de Corriente que produce la  $X_c$  en paralelo con la R.*

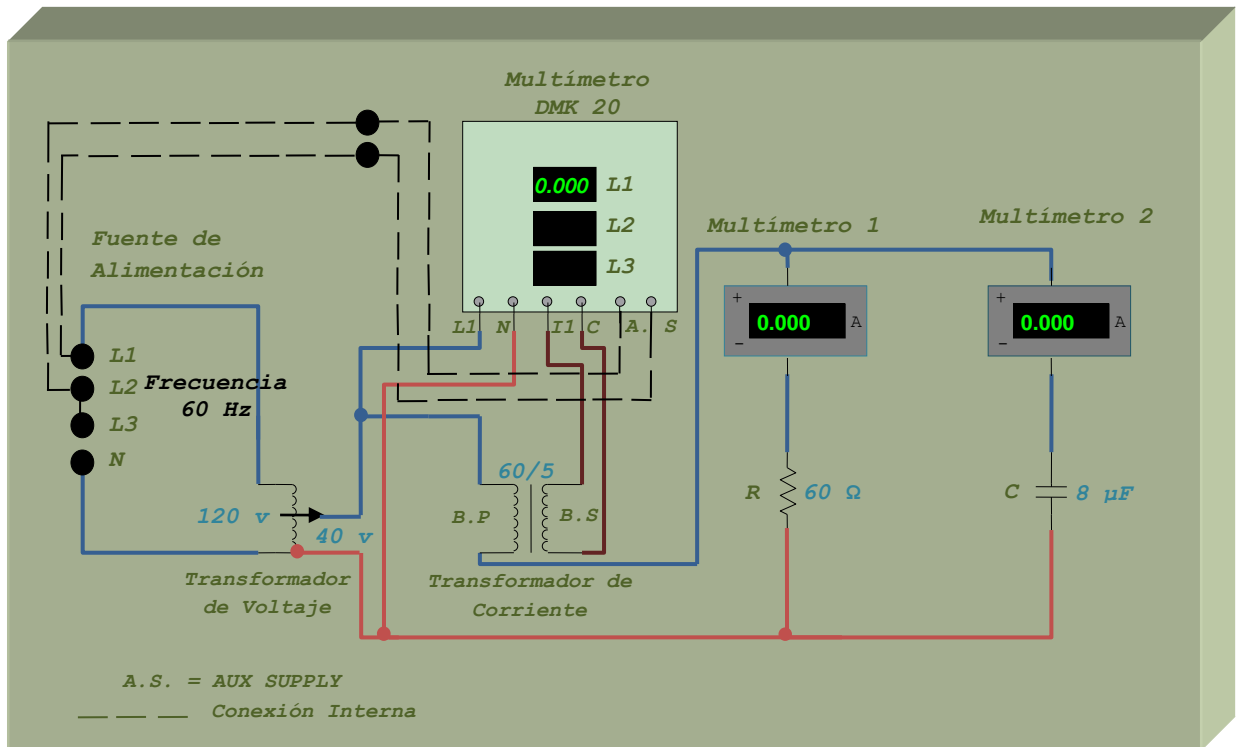
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*Un circuito formado por una Resistencia de  $60 \Omega$  y una Capacitancia de  $8 \mu F$ , están conectadas en paralelo y estas a la vez a una tensión de  $40 V$ , con una frecuencia de  $60 Hz$ . Calcular:*

- 1) *Reactancia Capacitiva ( $X_c$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente en R*
- 4) *Corriente en C*
- 5) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 6) *Potencia Activa ( $W$ )*
- 7) *Potencia Reactiva ( $Q_c$ )*
- 8) *Potencia Aparente ( $S$ )*
- 9) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



## Resultados Teóricos

| 1) $X_c$ | 2) $Z$   | 3) $I_R$ | 4) $I_C$ | 5) $I$ | 6) $P$ | 7) $Q_c$ | 8) $S$ | 9) $\cos \phi$ |
|----------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|--------|----------------|
| $\Omega$ | $\Omega$ | A        | A        | A      | W      | VAR      | VA     |                |

### **Procedimiento Práctico**

1. *Armamos el circuito como se muestra en el esquema.*
2. *Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir la corriente en la Resistencia y el Capacitor.*
3. *Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.*
  - 3.1. *Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.*
  - 3.2. *En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.*
4. *Cerramos el Breaker para energizar el Circuito.*
5. *Luego seleccionamos el Voltaje y así observar la corriente que se produce en cada dispositivo mediante los instrumentos de medición.*
6. *Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.*

#### **4. Sistema Categorical**

***Impedancia, Reactancia Capacitiva, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente***

#### **5. Preguntas de Control y Tareas**

***5.1 ¿Qué sucede con la Impedancia al colocar una Resistencia de menor valor?***

***5.2 ¿Qué sucede con la Reactancia Inductiva al disminuir la frecuencia?***

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 3

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RL en Serie*

### 2. Objetivo

*Medir el voltaje y la corriente en un circuito RL en serie.*

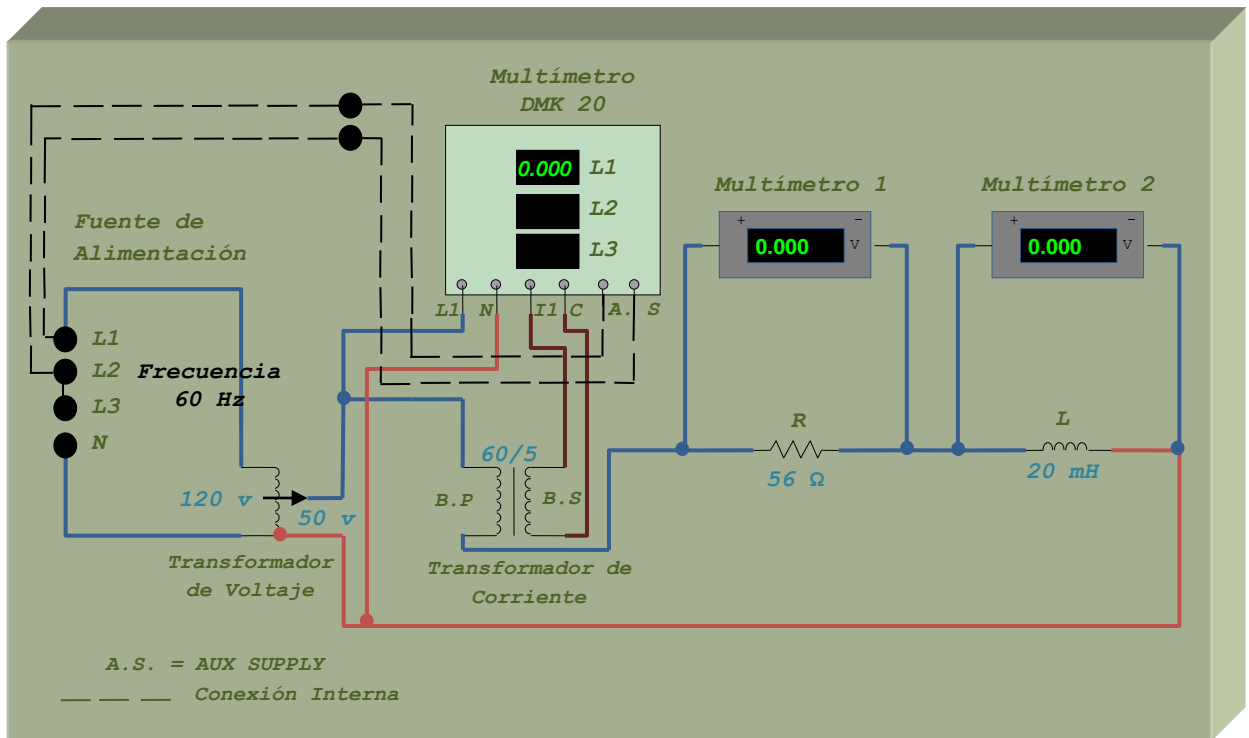
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*Un Resistor de **56  $\Omega$**  esta conectado en serie con un Inductor de **20 mH** a los terminales de una fuente de Tensión de **50 V** y una frecuencia de **60 Hz**. Calcular:*

- 1) *Reactancia Inductiva ( $X_L$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 4) *Tensión en R*
- 5) *Tensión en L*
- 6) *Tensión del circuito*
- 7) *Potencia Activa ( $W$ )*
- 8) *Potencia Reactiva ( $Q_L$ )*
- 9) *Potencia Aparente ( $S$ )*
- 10) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



## Resultados Teóricos

| 1) $X_L$ | 2) $Z$   | 3) $I$ | 4) $E_R$ | 5) $E_L$ | 6) $E_{AP}$ | 7) $P$ | 8) $Q_L$ | 9) $S$ | 10) $\text{Cos } \phi$ |
|----------|----------|--------|----------|----------|-------------|--------|----------|--------|------------------------|
| $\Omega$ | $\Omega$ | A      | V        | V        | V           | W      | VAR      | VA     |                        |

### **Procedimiento Práctico**

1. Arme el circuito según como se muestra en el esquema y con sus respectivos valores.
2. Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.
  - 2.1. Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.
  - 2.2. En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.
3. Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir el voltaje que existe en cada dispositivo.
4. Energizamos el Circuito.
5. Seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar la caída de voltaje que se produce en los dispositivos.
6. Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.

#### **4. Sistema Categorical**

**Inductancia, Reactancia Inductiva, Cos  $\varphi$ , Voltímetro**

#### **5. Preguntas de Control y Tareas**

**5.1 ¿Por qué al aumentar la Frecuencia aumenta la Reactancia Inductiva?**

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 4

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RL en Paralelo*

### 2. Objetivo

*Establecer las relaciones entre las corrientes que existen en cada ramal y la corriente total en el circuito en paralelo.*

### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

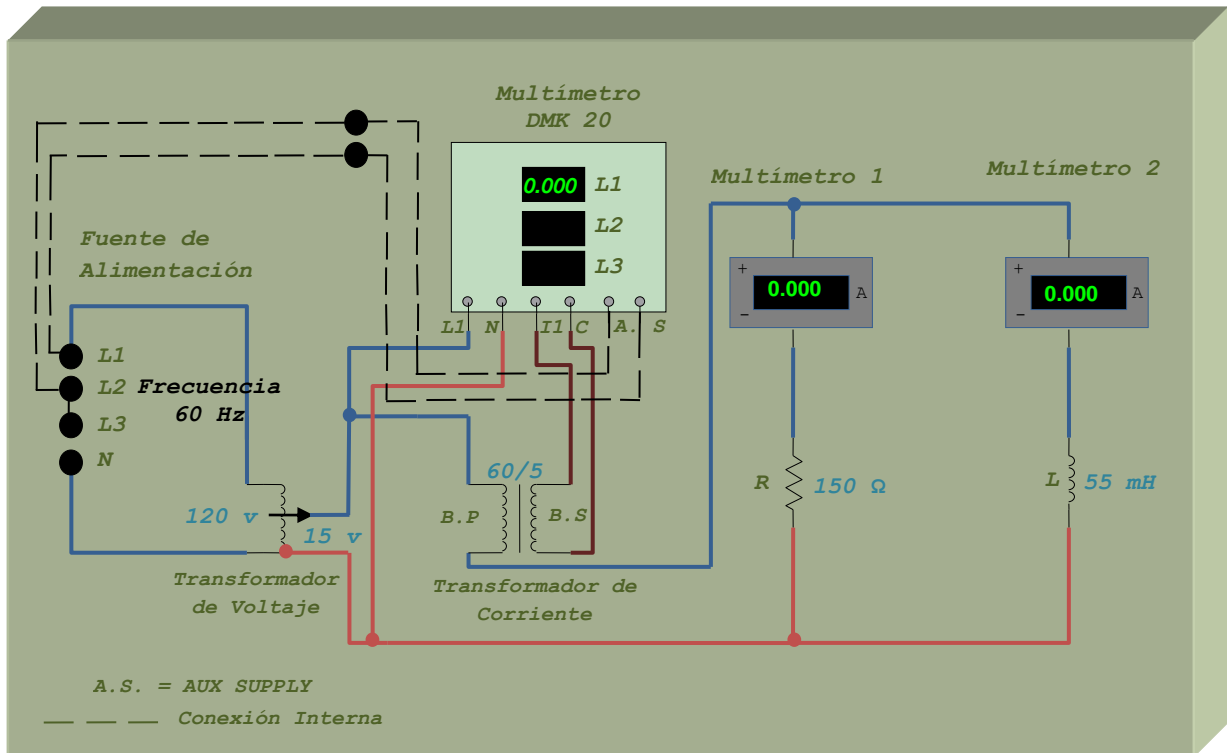
*Un circuito en paralelo conformados por una Resistencia de **150  $\Omega$**  y una Inductancia de **55 mH**, están alimentadas a una tensión de **15 V** y una frecuencia de **60 Hz**.*

*Determinar:*

- 1) *Reactancia Inductiva ( $X_L$ )*
- 2) *Impedancia del Circuito ( $Z$ )*
- 3) *Corriente en R*
- 4) *Corriente en L*
- 5) *Corriente del Circuito ( $I$ )*
- 6) *Potencia Activa ( $W$ )*
- 7) *Potencia Reactiva ( $Q_L$ )*
- 8) *Potencia Aparente ( $S$ )*
- 9) *Cos  $\phi$*



## ESQUEMA



## Resultados Teóricos

| 1) $X_L$ | 2) $Z$   | 3) $I_R$ | 4) $I_L$ | 5) $I$ | 6) $P$ | 7) $Q_L$ | 8) $S$ | 9) $\cos \phi$ |
|----------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|--------|----------------|
| $\Omega$ | $\Omega$ | A        | A        | A      | W      | VAR      | VA     |                |

### **Procedimiento Práctico**

1. *Armamos el circuito según el esquema con sus valores respectivos.*
2. *Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.*
  - 2.1. *Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.*
  - 2.2. *En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.*
3. *En los Multímetros seleccionamos la opción Amperios porque vamos a medir la corriente en la resistencia y en la bobina.*
4. *Cerramos el Breaker para energizar el Circuito, seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar mediante los Multímetros la corriente que se produce en cada dispositivo.*
5. *Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.*

#### **4. Sistema Categorical**

***Amperímetro, Ohmímetro, Watímetro, Varímetro.***

#### **5. Preguntas de Control y Tareas.**

***5.1 Al disminuir el Voltaje, ¿Qué sucederá con las corrientes?***

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 5

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RLC en Serie*

### 2. Objetivo

*Medir la corriente total y las caídas de voltaje en los dispositivos eléctricos.*

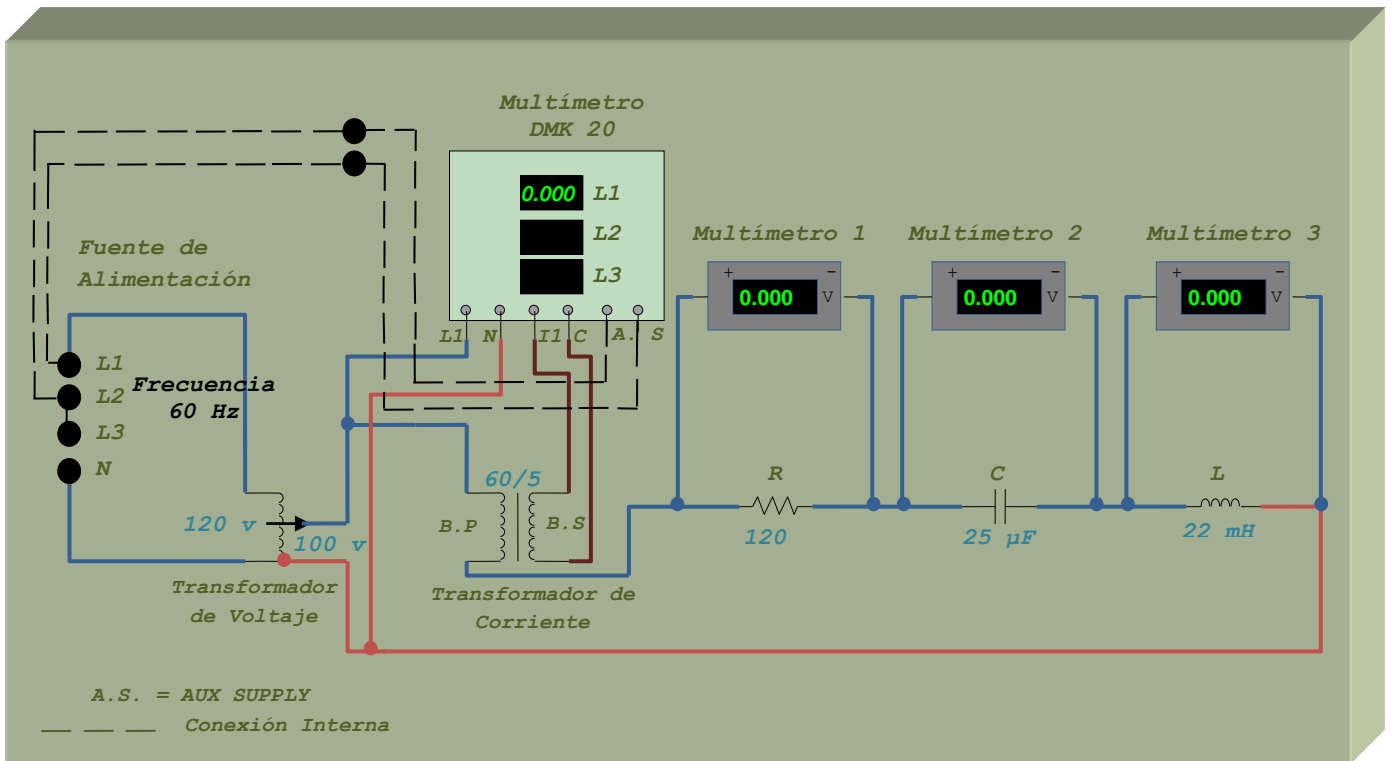
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*Un circuito en serie RLC está compuesto por un Resistor de **120  $\Omega$** , una Inductancia de **22 mH**, y un Capacitor de **25  $\mu F$** , alimentados a una Tensión de **100 V**, cuya frecuencia es de **60 Hz**. Determinar:*

- 1) *Reactancia Inductiva*
- 2) *Reactancia Capacitiva*
- 3) *Impedancia del Circuito*
- 4) *Intensidad Total*
- 5) *Tensión en R*
- 6) *Tensión en L*
- 7) *Tensión en C*
- 8) *Tensión de circuito*
- 9) *Potencia Activa*
- 10) *Potencia Reactiva*
- 11) *Potencia Aparente*
- 12) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



### Resultados Teóricos

| 1) $X_L$ | 2) $X_C$ | 3) $Z$   | 4) $I$ | 5) $E_R$ | 6) $E_L$ |
|----------|----------|----------|--------|----------|----------|
| $\Omega$ | $\Omega$ | $\Omega$ | A      | V        | V        |

| 7) $E_C$ | 8) $E_{AP}$ | 9) $P$ | 10) $Q$ | 11) $S$ | 12) $\cos \phi$ |
|----------|-------------|--------|---------|---------|-----------------|
| V        | V           | W      | VAR     | VA      |                 |

### **Procedimiento Práctico**

1. *Armamos el circuito como se muestra en el esquema.*
2. *Ajuste los instrumentos de medida ya que se va a medir el voltaje en la Resistencia, Capacitor y en la Bobina.*
3. *Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.*
  - 3.1. *Como el TC es de 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.*
  - 3.2. *En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.*
4. *Energizamos el Circuito.*
5. *Seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar la caída de voltaje que se produce en los dispositivos.*
6. *Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.*

#### **4. Sistema Categorical**

***Resonancia, Circuito RLC.***

#### **5. Preguntas de Control y Tareas.**

***5.1 ¿En donde existe menor caída de Tensión? ¿Por qué?***

## ORIENTACION DE LA PRÁCTICA # 6

### 1. Nombre de la Práctica

*Circuito RLC en Paralelo*

### 2. Objetivo

*Determinar en forma teórica y práctica las Potencias que se producen en el circuito.*

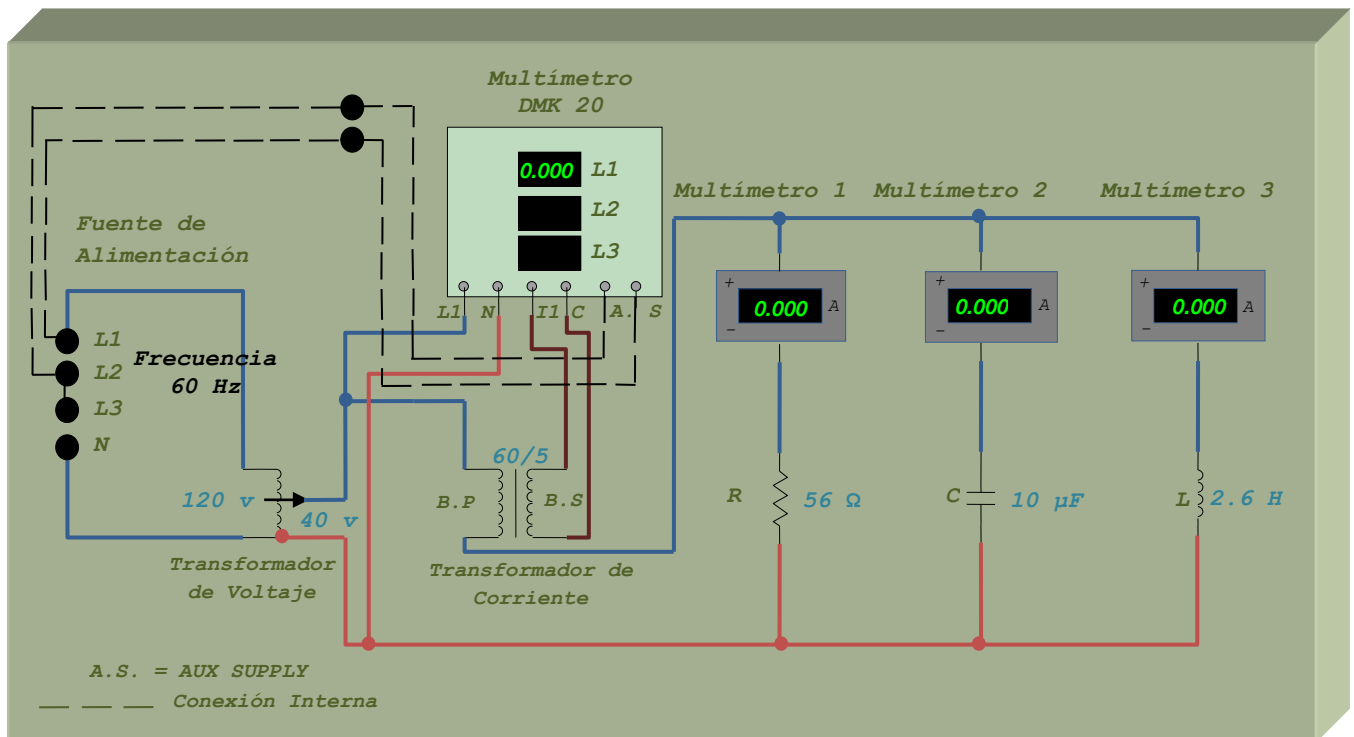
### 3. Procedimiento

#### **Planteamiento del Problema**

*En un circuito en Paralelo RLC, la Resistencia vale **56  $\Omega$** , la Capacitancia **10  $\mu F$** , y la inductancia **2.6 H**, están alimentadas a una Tensión de **40 V** y una frecuencia de **60 Hz**. Determinar:*

- 1) *Reactancia Inductiva*
- 2) *Reactancia Capacitiva*
- 3) *Reactancia Total (X)*
- 4) *Impedancia del Circuito*
- 5) *Intensidad Total*
- 6) *Corriente en R*
- 7) *Corriente en L*
- 8) *Corriente en C*
- 9) *Corriente Total en L y C*
- 10) *Potencia Activa*
- 11) *Potencia Reactiva*
- 12) *Potencia Aparente*
- 13) *Cos  $\phi$*

## ESQUEMA



## Resultados Teóricos

| 1) $X_L$ | 2) $X_C$ | 3) $X$ | 4) $Z$ | 5) $I$ | 6) $I_R$ |
|----------|----------|--------|--------|--------|----------|
| Ω        | Ω        | Ω      | Ω      | A      | A        |

| 7) $I_L$ | 8) $I_C$ | 9) $I_C$ | 10) $W$ | 11) $Q$ | 12) $S$ | 13) $\cos \phi$ |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------------|
| A        | A        | A        | W       | VAR     | VA      |                 |

### **Procedimiento Práctico**

1. Arme el circuito según como se muestra en el esquema y con sus respectivos valores.
2. Encendemos el Multímetro DMK 20 para proceder a configurarlo.
  - 2.1. Como el TC es 60/5, en el parámetro P.01 seleccionamos la relación 12.
  - 2.2. En el parámetro P.03 colocamos 1ph y respetamos los parámetros P.02, P.04.....P.10.
3. En los multímetros seleccionamos la opción Amperios porque vamos a medir la corriente que existe en cada dispositivo.
4. Energizamos el Circuito.
5. Seleccionamos el Voltaje con el cual vamos a trabajar y así observar corriente en cada dispositivo.
6. Comparamos resultados tanto teóricos como prácticos.

#### **4. Sistema Categorial**

**Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente.**

#### **5. Preguntas de Control y Tareas**

##### **5.1 ¿Qué es Capacidad?**



## **BIBLIOGRAFIA**

### **Libros:**

- 1 **ALCALDE SAN MIGUEL, Pablo. 2001. Electrotecnia. 3era ed. AFHA, España, 35p.**
- 2 **AUGE, R. Curso de Electricidad General. 2da ed. España, Paraninfo S.A, 226p**
- 3 **BLANES MONLLOR, Miguel. 1982. 20 Lecciones de Electrónica Digital, 2da ed. Barcelona, Boaxareu, 415p**
- 4 **CAMARENA M, Pedro. Sept. 1981. Manual Práctico para Instaladores y Montadores Eléctricos, México, Continental. 245p.**
- 5 **HARRY, Mileaf. 1986. Curso Práctico de Electricidad. 3ra ed. Limusa, México, 249p**
- 6 **..... . Curso Práctico de Electricidad. 2da ed. Limusa, México, 295p**
- 7 **HURNEMANN, Muller; LARISH PAULY, Jagla. 1986. Electrotecnia de Potencia, Curso Superior. 2da ed. Reverte, S.A, España, 296P**

### **Sitios Web:**

- 1 **[http://es.wikipedia.org/wiki/Factor\\_de\\_potencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_potencia).- Sitio destinado a describir lo que es el Factor de Potencia.**
- 2 **<http://www.fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/resistencia-electrica.htm>.- Es un sitio donde se encuentra teorías acerca de lo que son las Resistencia Eléctrica y de los distintos tipos de Resistencias.**
- 3 **[http://www.sapiensman.com/electrotecnia/transformador\\_electrico2.htm](http://www.sapiensman.com/electrotecnia/transformador_electrico2.htm).- Aquí se puede encontrar lo que es el funcionamiento y estructura del Transformador Eléctrico.**

# *CAPITULO VI*

## *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

## 6.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido con el Informe Técnico se da a conocer las siguientes conclusiones:

- El tablero contiene elementos necesarios para la realización de prácticas de circuitos monofásicos RLC
- Los instrumentos de medición son de fácil interpretación ya que son instrumentos digitales.
- Para la medición de corrientes en el Multímetro Digital DMK 20 se debe colocar un Transformador de Corriente externo.
- Con el Multímetro Digital DMK 20 se podrá demostrar los tres tipos de potencias que se encuentran en Corriente Alterna.
- Es fácil la conexión de los distintos elementos siempre y cuando se respete el esquema que existe en cada una de las prácticas.
- En los resultados tanto calculados como medidos pueden ser ligeramente distintos debido a la tolerancia que existe en los dispositivos ya sean dispositivos eléctricos, instrumentos de medición o en los conectores.

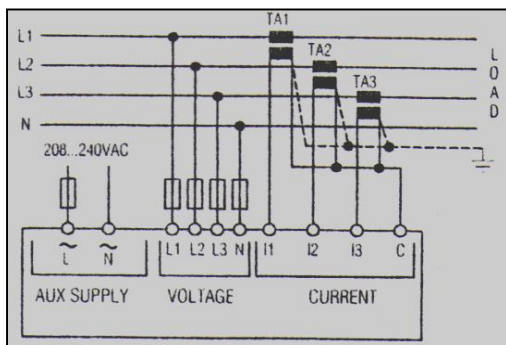
## 6.2 RECOMENDACIONES

Igualmente se dan a conocer las siguientes recomendaciones para que no existan problemas en el manejo de los elementos que existe en el Tablero Didáctico.

- Para la realización de las prácticas el estudiante debe familiarizarse con los Elementos que existen en dicho Tablero.
- Se recomienda que para la realización de cada una de las prácticas el estudiante debe de guiarse mediante el esquema en la conexión de los distintos elementos.
- Alimentar el Transformador de Voltaje con la tensión indicada.
- Seleccionar correctamente la magnitud a medir en los instrumentos.
- Revisar el circuito antes de energizarlo.
- Nunca se debe cortocircuitar los bornes del condensador ya que este puede dañar sus placas.
- Para realizar la descarga de un condensador se debe conectar una resistencia en los bornes de este.

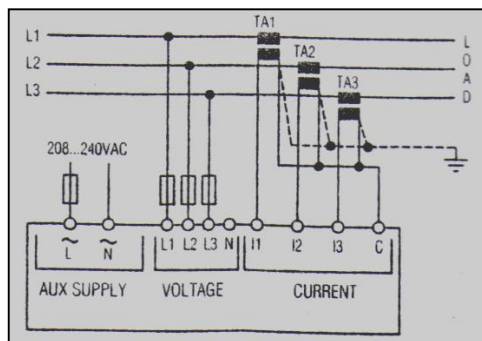
***ANEXOS***

## ANEXO # 1. ESQUEMA DE CONEXIONES DEL DMK 20



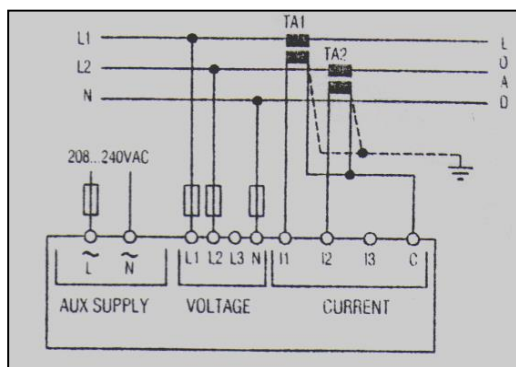
### Trifásico con neutro

Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



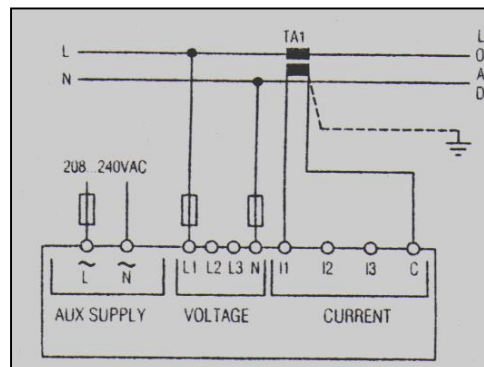
### Trifásico sin neutro

Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



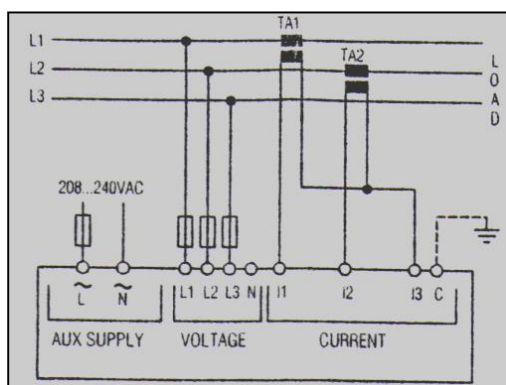
### Bifásico

Parámetro P.03 = 2ph



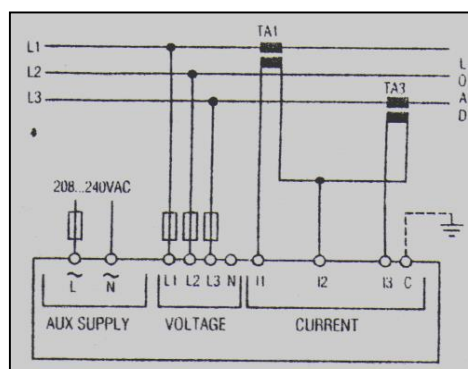
### Monofásico

Parámetro P.03 = 1ph



### Trifásico sin neutro

Medida de corriente configuración Aron  
Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)



### Trifásico sin neutro

Medida de corriente configuración Aron  
Parámetro P.03 = 3ph (ajuste de fábrica)

### NOTA IMPORTANTE SOBRE CONFIGURACIÓN ARON

Con esta configuración, la precisión de la medida de corriente de fase sin TA cambia de +0.25% full escala + 1 dígito a + 0.75% f.e. + 1 dígito.

**Nota:** TA = Transformador de corriente.

## ANEXO #2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| <b>Alimentación Auxiliar</b>        |   |
|-------------------------------------|---|
| Tensión nominal (Us)                | 208 – 240VAC  |
| Límites de empleo                   | 154 – 288VAC  |
| Frecuencia                          | 45 – 65 Hz  |
| Potencia absorbida máxima           | 5.5 VA (Us=240VCA)  |
| Potencia disipada máxima            | 2.5W (Us=240VCA)  |
| Tiempo de incomunidad a microcortes | 20ms  |
| <b>Entradas Voltimétricas</b>       |   |
| Tensión nominal máxima Ue           | 690VCA fase-fase<br>400VCA fase-neutro  |
| Datos de empleo UL                  | 600VCA fase-fase<br>347VCA fase-neutro  |
| Campo de medida                     | 60 – 830VCA fase-fase<br>30 – 480VCA fase-neutro  |
| Campo de frecuencia                 | 45 – 65Hz   |
| Tipo de medida                      | Valor eficaz – True RMS   |
| Impedancia de la entrada de medida  | >1.1 MΩ fase-fase y<br>>570KΩ fase-neutro   |
| Modalidad de conexión               | Monofásico, bifásico, trifásico<br>y trifásico balanceado   |
| <b>Entradas amperométricas</b>      |   |
| Corriente nominal (Ie)              | 5A (1A bajo pedido)   |
| Rango de medidas                    | 0.05....6A  |
| Datos de empleo UL                  | Conexión por medio de un transformador de corriente externo (baja tensión. 5A max.)                 |
| Tipo de medida                      | Valor eficaz – True RMS   |
| Límite térmico permanente           | +20% desde TA externo con secundario 5A   |
| Límite térmico de corta duración    | 50A por 1 segundo   |
| Límite dinámico                     | 125A por 10ms   |
| Autoconsumo                         | <0.6W por fase  |
| <b>Precisión de medidas</b>         |   |
| Condición de medida                 | Temperatura +23°C ±1°C<br>Humedad relativa 45±15%<br>Voltaje 0.2 ÷ 1.2 Ue<br>Corriente 0.2 ÷ 1.2 Ie |
| Voltaje                             | Clase 0.5 ±0.25% f.e. ±1dígito  |
| Corriente                           | Clase 0.5 ±0.25% f.e. ±1dígito  |
| Frecuencia                          | ±1dígito  |
| Potencia aparente                   | ±0.5% f.e. ±1dígito   |
| Potencia activa                     | ±1% f.e. ±1dígito (cosφ 0.7 ÷ 1)<br>±1.25% f.e. ±1dígito (cosφ 0.3 ÷ 0.7)                           |
| Potencia reactiva                   | ±1% f.e. ±1dígito (senφ 0.7 ÷ 1)<br>±1.25% f.e. ±1dígito (senφ 0.3 ÷ 0.7)                           |

| <b>Errores adicionales</b>                                 |  |
|--|--|
| Humedad relativa   | ±1dígito 60% -90% R.H.   |
| Temperatura  | ±1dígito -20...+60°C   |
| <b>Aislamiento</b>   |  |
| Tensión nominal de aislamiento (Ui) segundo IEC/EN 61010-1 | 690V   |
| <b>Condiciones ambientales de funcionamiento</b>           |  |
| Temperatura de empleo                                      | -20...+60°C  |
| Temperatura de almacenamiento                              | -30...+80°C  |
| Humedad relativa   | <90%   |
| Polución ambiental máximo                                  | Grado 2  |
| <b>Conexiones DMK 20</b>                                   |  |
| Tipo de terminales   | Extraíbles   |
| Sección de cable (min. y max.)                             | (24 / 12 AWG)<br>0.2...2.5mm <sup>2</sup>  |
| Par de ajuste  | 0.5 Nm (4.5 lbin)  |
| <b>Caja DMK 20</b>   |  |
| Material   | Noryl SE1-GNF2 nero autobextinguible   |
| Versión  | Empotrable según norma IEC 61554   |
| Dimensiones L x H x A                                      | 96 x 96 x 76mm   |
| Dimensiones plantilla de perforación                       | 91 x 91mm  |
| Grado de protección  | IP54 frontal,<br>IP20 caja y terminales  |
| Peso   | 434g   |
| <b>Homologaciones y conformidad</b>                        |  |
| Homologaciones obtenidas                                   | cULus, GOST.   |
| Conforme a normas  | IEC/EN61010-1,<br>EC/EN 61000-6-2,<br>CISPR 11/EN 55011,<br>IEC/EN 61000-3-2,<br>IEC/EN 61000-3-3,<br>IEC/EN 60068-2-61,<br>IEC/E 60068-2-27,<br>IEC/EN60068-2-6,<br>UL508, C22.2 N° 14-95   |
| UL "Marking"   | Estas unidades deben ser protegidas en las fases de entrada con un fusible marcado UL, tipo uso general, miniaturizado o micro (JDYX) de 15A.<br>Utilizar un cable de cobre (Cu) 60°C/75°C y con sección de 18/12 AWG flexible o rígido.<br>Montajes en superficies planas en caja " Tipo 1" |





# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**AREA DE LA ENERGIA, LAS INDUSTRIAS  
Y LOS RECURSOS NATURALES  
NO RENOVABLES**

**CARRERA**

**TECNOLOGIA EN ELECTRICIDAD**

**TEMA**

**CONSTRUCCION DE UN TABLERO DIDACTICO PARA MEDICION  
DE POTENCIAS EN CIRCUITOS MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

**AUTOR**

**SANTIAGO FERNANDO VEGA BACULIMA**

**LOJA - ECUADOR**

**2007**

## **I. TEMA**

**CONSTRUCCION DE UN TABLERO DIDACTICO PARA MEDICIÓN  
DE POTENCIAS EN CIRCUITOS MONOFASICOS DE CORRIENTE  
ALTERNA.**

## II. INTRODUCCION

El presente proyecto tiene como finalidad la construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos de Corriente Alterna, en el que se incluyen instrumentos de medición y dispositivos eléctricos. De igual manera se elaborara la Revisión Bibliográfica donde existen conceptos que permitirán una fácil consulta y por ende una eficaz comprensión.

El propósito básico de este trabajo es de contribuir al equipamiento del Laboratorio de Electricidad ya que hoy en día la falta de este tipo de Tablero en dicho Laboratorio afecta al estudiante negativamente su desarrollo, expresándose en el poco conocimiento de las funciones que cumplen los circuitos RLC en corriente Alterna. Mediante la utilización de este tablero el estudiante conocerá el funcionamiento de cada uno de los elementos armando distintos circuitos y realizando la medición de Voltaje, Corriente y Potencia con los respectivos Instrumentos.

Finalmente se presentaran algunas conclusiones, recomendaciones y una guía de prácticas desarrolladas y propuestas.

### III. DESCRIPCION TECNICA

Este proyecto es de mucha importancia ya que estará destinado a incrementar el equipo de prácticas del Taller Eléctrico y por ende para que los estudiantes de la Carrera de Tecnología en Electricidad realicen las mediciones de Potencia en circuitos RLC de Corriente Alterna, ya que es el inicio del proceso de formación profesional, es decir provee las bases generales que debe asumir el estudiante dentro de su preparación.

Está orientado al conocimiento y análisis de las conexiones en Serie y Paralelo de circuitos RLC, esto es básico y fundamental para todo estudiante de electricidad. No se puede proceder a la realización de circuitos eléctricos si no se conocen bien estos conceptos y si no se saben determinar valores de Voltaje, Resistencia, Corriente y Potencia, así como las relaciones que existe entre valores de cualquier tipo de conexión eléctrica.

Igualmente se ha planteado un Objetivo Principal en este proyecto el que es de "Aprender de forma teórica y experimental a determinar valores de Resistencia, Capacitancia, Inductancia, Voltaje, Corriente, y Potencia en elementos RLC que se encuentren conectados en serie y paralelo."

Para ello se debe realizar la práctica del uso de los Instrumentos de Medición; Aplicar la Ley de OHM para obtener en forma teórica valores de Voltaje, Resistencia y Corriente; Aprender a medir Voltajes, valores de Resistencias, Corrientes, y Potencia de manera experimental; y por último a armar circuitos en serie y paralelo, identificando valores de Corriente, Voltaje y Potencia que se dan en cada una de las conexiones.

#### IV. METODOLOGÍA

El presente tema se enmarca en la Construcción de un Tablero Didáctico para Medición de Potencias en Circuitos Monofásicos de Corriente Alterna. Para realizar este proyecto se utilizará la Técnica de la Observación con lo cual se ha captado que los estudiantes de dicha carrera no pueden realizar las practicas debido a la falta de dichos tableros; igualmente se utilizara el Método Descriptivo es decir se acudirá a la recolección de información en Internet, folletos y libros.

Luego se clasificará la información de acuerdo a los conocimientos científicos de lo que son los circuitos Serie y Paralelo de Resistencias, Capacitancias e Inductancias, así también lo que es Voltaje, Resistencia, Corriente y Potencia, obteniendo lo que es la Revisión Bibliográfica, lo que nos servirá como guía para realizar las prácticas en dicho Tablero y comprobar los resultados con las fórmulas respectivas.

Para la Construcción del Tablero se utilizará Instrumentos de medición tales como:

- Voltímetro;
- Amperímetro;
- Ohmímetro;
- Watímetro;
- Varímetro;
- Cosenofímetro; y
- Frecuencímetro

Así mismo se utilizará Dispositivos Eléctricos:

- Resistencias;
- Condensadores;
- Bobinas.

Dispositivo de Protección

Transformador

## V. REVISION BIBLIOGRÁFICA

## 1. Corriente Alterna

Se denomina Corriente Alterna al voltaje generado que varía de sentido en función del tiempo es decir, alterna periódicamente de más a menos y que en los conductores los electrones van y vienen comúnmente se dice que es un voltaje CA. El flujo de corriente, puesto que varía al mismo tiempo que el voltaje, también tiene que ser alterno. A este flujo de corriente, se lo denomina corriente alterna. La corriente alterna siempre está asociada con la tensión.

La corriente alterna (C.A.) cambia constantemente de dirección, esta corriente en todo circuito fluye del terminal negativo hacia el positivo, por lo mismo, para que haya flujo de corriente alterna la polaridad debe de cambiar su dirección. A las fuentes con estas características se les llama fuentes de corriente alterna.

### 1.1. Componentes de un Circuito Eléctrico

Circuito Eléctrico es el conjunto de componentes unidos entre sí como indica la fig. 1, formando un camino cerrado que permiten el paso de la corriente eléctrica o electricidad. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos, que incluye una fuente de fuerza electromotriz que transporta la corriente por el circuito. Un circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos, tales como resistencias, inductancias, condensadores y fuentes, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas.

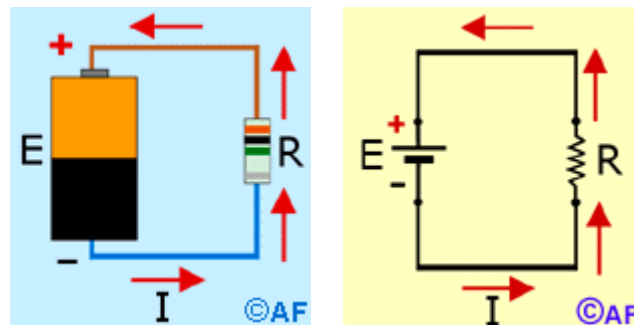
En todo circuito eléctrico observamos los siguientes elementos:

- **Generador:** Es el que genera o produce la electricidad. Para nuestro uso doméstico los generadores que más usamos son la línea doméstica, y las pilas o baterías.
- **Cables y Conectores:** Son los materiales que permiten el paso de la electricidad. El más utilizado es el cable de cobre.
- **Elementos de Control:** Nosotros podemos controlar el paso de la electricidad en nuestros circuitos eléctricos. El elemento de control más conocido y empleado es el interruptor que controla el paso o no de la electricidad.
- **Elementos de Protección:** Son aquellos que protegen al circuito de sobrecargas o cortocircuitos; pero también son aquellos que sirven de protección al usuario. Por ejemplo, un fusible es un elemento de protección al circuito, mientras que el revestimiento de los cables de cobre es un elemento de protección al usuario.

- **Receptor:** Es el artefacto o dispositivo eléctrico que queremos hacer funcionar, en el se transforma la energía eléctrica en algún otro tipo de energía.

El funcionamiento de un circuito eléctrico es siempre el mismo ya sea éste simple o complejo. El voltaje, tensión o diferencia de potencial (V) que suministra la fuente de fuerza electromotriz (FEM) a un circuito se caracteriza por tener normalmente un valor fijo. En dependencia de la mayor o menor resistencia en ohm ( $\Omega$ ) que encuentre el flujo de corriente de electrones al recorrer el circuito, así será su intensidad en ampere (A).

Una vez que la corriente de electrones logra vencer la resistencia (R) que ofrece a su paso el consumidor o carga conectada al circuito, retorna a la fuente de fuerza electromotriz por su polo positivo. El flujo de corriente eléctrica o de electrones se mantendrá circulando por el circuito hasta tanto no se accione el interruptor que permite detenerlo.



**Fig. 1 Izquierda:** circuito eléctrico compuesto por una fuente de fuerza electromotriz (FEM), representada por una pila; un flujo de corriente (I) y una resistencia o carga eléctrica (R). **Derecha:** el mismo circuito eléctrico representado de forma esquemática.

## 2 Magnitudes Eléctricas fundamentales

Ahora hablaremos de lo que son los componentes de Circuitos RLC:

### 2.1 Voltaje

Es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de un conductor para que la corriente sea de 1 amperio y la potencia disipada de 1 voltio. La diferencia de potencial representa el "impulso" que llevan las cargas (los electrones) por el conductor se llama tensión eléctrica o fuerza electromotriz, que se miden en voltios. Para medir la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de un conductor se utiliza el voltímetro, este cuenta con una gran resistencia unida en serie a la bobina. Cuando se conecta un medidor de este tipo a una batería o a dos puntos de un circuito eléctrico entre los que



existe una diferencia de potencial, circula una cantidad reducida de corriente (limitada por la resistencia en serie) a través del medidor.

La corriente es proporcional al voltaje, que se puede medir si el galvanómetro se calibra para ello. Cuando se usa el tipo adecuado de resistencias en serie, un galvanómetro sirve para medir niveles muy distintos de voltajes.

## 2.2 Corriente Eléctrica

Al ponerse en contacto dos cuerpos que tengan potenciales eléctricos desiguales, se establece una corriente eléctrica que va del cuerpo de mayor potencial al de menor potencial observe la fig. 2, hasta que se igualen los potenciales de los cuerpos conductores; a este movimiento de electricidad se lo conoce como corriente eléctrica.

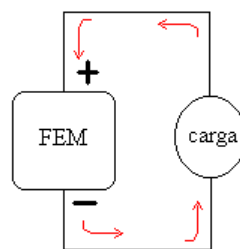


Fig. 2 Sentido de la Corriente Eléctrica

La Intensidad, es la carga eléctrica que pasa a través de una sección o conductor en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en culombios por segundo, unidad que se denomina amperio (A) y su Símbolo es I.

Si la intensidad es constante en el tiempo se dice que la corriente es continua; en caso contrario, se llama variable. Si no se produce almacenamiento ni distribución de carga en ningún punto del conductor, la corriente es estacionaria. Según la Ley de Ohm, la intensidad de la corriente es igual al voltaje dividido por la resistencia que oponen los cuerpos:

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

Esta expresión nos dice que el flujo de electrones en un conductor (**I**) es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada. La constante de proporcionalidad entre las dos cantidades será la resistencia eléctrica del material. En otras palabras, para un conductor metálico, bajo el efecto de una diferencia de potencial, cuanto menor la resistencia eléctrica del material, mayor será la corriente circulando a través del mismo y vice-versa.

La corriente eléctrica se mide con el Amperímetro que es un aparato diseñado para medir la corriente eléctrica en amperios.

## 2.3 Potencia Eléctrica

La potencia es la capacidad de producir o demandar energía de una máquina eléctrica, equipo o instalación por unidad de tiempo. Es el trabajo que realizan los electrones en un conductor. La potencia eléctrica de un circuito se corresponde con el producto de los valores de la tensión existente en sus extremos multiplicado por la intensidad de la corriente que lo recorre. La unidad empleada para su representación es el vatio y se representa por la letra P. Siendo un vatio la potencia que corresponde a un circuito eléctrico en cuyos extremos existe una diferencia de potencial (tensión) de un voltio y es recorrido por una corriente de un amperio de intensidad, cuyo factor de potencia es 1. Por lo tanto:

$$P = E_{AP} \times I \times \cos \varphi$$

### 2.3.1 Tipos de Potencias en CA

En todo circuito eléctrico, para el funcionamiento de los diferentes equipos y máquinas se encuentran presentes las siguientes potencias:

- **Potencia Activa (P) (Resistiva).** La forma más simple de calcular la potencia que consume una carga activa o resistiva conectada a un circuito eléctrico es multiplicando el valor de la tensión en voltios (**V**) aplicada por el valor de la intensidad (**I**) de la corriente que lo recorre, expresada en amperios. La fórmula matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = U_R \times I$$

El resultado de esa operación matemática para un circuito eléctrico monofásico de corriente directa o de corriente alterna estará dado en Watios (**W**).

De Donde:

**P** = Potencia de consumo eléctrico en la R, expresada en watt (**W**)

**I** = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en Amper (**A**)

**U<sub>R</sub>** = Tensión en la Resistencia

El voltaje y la intensidad de la corriente que fluye por un circuito eléctrico, son directamente proporcionales a la potencia, es decir, si uno de ellos aumenta o disminuye su valor, la potencia también aumenta o disminuye de forma proporcional. De ahí se deduce que, **1 watt (W)** es igual a **1 ampere** de corriente (**I**) que fluye por un circuito, multiplicado por **1 volt (V)** de tensión o voltaje aplicado.

- **Potencia Reactiva ( Q<sub>c</sub> ) ( Capacitiva) ó ( Q<sub>L</sub> ) ( Inductiva ).** Al suministrar energía eléctrica a un circuito, parte de la potencia eléctrica es acumulada; si es acumulada en un campo magnético por las inductancias del circuito, se denomina Potencia Reactiva Inductiva, y si es acumulada en un campo eléctrico por los condensadores del circuito es Potencia Reactiva Capacitiva. Esta potencia la consumen los circuitos de corriente alterna que tienen conectadas cargas reactivas, como pueden ser motores, transformadores de voltaje y cualquier otro dispositivo similar que posea bobinas o enrollados. Esos dispositivos no sólo consumen la potencia activa que suministra la fuente de **FEM**, sino también potencia reactiva.

La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan. La unidad de medida de la potencia reactiva es el **volt-amper reactivo (VAR)**.

La fórmula matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente:

| Serie                                       | Paralelo                                    |
|---|---|
| $Q_C = I \times U_C$ ; $Q_L = I \times U_L$ | $Q_C = I_C \times U$ ; $Q_L = I_L \times U$ |

### Potencia Reactiva Total

$$Q = Q_L - Q_C \quad \text{Cuando } Q_L \text{ es mayor a } Q_C$$

$$Q = Q_C - Q_L \quad \text{Cuando } Q_C \text{ es mayor a } Q_L$$

$Q_C$  ó  $Q_L$  = Valor de la carga reactiva capacitaba o inductiva, en volt-amper reactivo (**VAR**).

$Q$  = Potencia Reactiva Total expresado en volt-amper reactivo (**VAR**).

$I$  = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito o componente, en amper (**A**).

$U$  = Tensión del circuito o en cada componente, expresado en Voltios (**V**).

- **Potencia Aparente (S) (Total).** La potencia aparente (**S**), llamada también "potencia total", es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva. Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es decir, sin ningún tipo de carga conectada, mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (**P**).

La potencia aparente se representa con la letra "**S**" y su unidad de medida es el volt-amper (**VA**). La fórmula matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

$$S = V \times I$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

**S** = Potencia aparente o total, expresada en volt-amper (**VA**)

**V** = Voltaje de la corriente, expresado en volt

**I** = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en amper (**A**)

**P** = Potencia de consumo eléctrico en la R, expresada en watt (**W**)

**Q** = Valor de la carga reactiva, en volt-amper reactivo (**VAR**)

## 2.4 Factor de Potencia

Se define factor de potencia, f.d.p., de un circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa,  $P$ , y la potencia aparente,  $S$ , o bien como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje, designándose en este caso como  $\cos\varphi$ , siendo  $\varphi$  el valor de dicho ángulo.

El factor de potencia o coseno de "fi" (**Cos  $\varphi$** ) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (**P**) y la potencia aparente (**S**), fig. 3, es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$



Fig. 3 Triangulo de Potencias

## 2.5 Ley de OHM

Según la ley de Ohm, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la fórmula:

$$I = V / Z$$

Siendo  $I$  la intensidad de corriente en amperios,  $V$  la fuerza electromotriz en voltios y  $Z$  la resistencia en ohmios. La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA), aunque para el análisis de circuitos complejos y circuitos de CA deben emplearse principios adicionales que incluyen inductancias y capacitancias.

### 3 Dispositivos Eléctricos

#### 3.1 Resistencia Eléctrica

Es la dificultad que tiene la corriente eléctrica para circular por un componente resistivo, se mide en ohmios y su letra representativa es la omega  $\Omega$ .

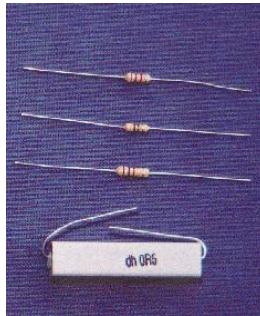


Fig. 4 Resistencias Eléctricas

En definitiva, las resistencias sirven para limitar el flujo de la electricidad según las necesidades de nuestro circuito. La resistencia eléctrica se crea con un material resistivo, este material en electrónica ya viene 'embasado' en forma de lo que conocemos por resistencias, las hay de varios formatos y distintos componentes, unos más estables a las variaciones y otros menos, sobre todo al cambio de temperaturas (las blancas son especiales para el calor, observe la fig. 4 ).

La resistencia eléctrica se mide con el Ohmímetro es un aparato diseñado para medir la resistencia eléctrica en ohmios. Debido a que la resistencia es la diferencia de potencial que existe en un conductor dividida por la intensidad de la corriente que pasa por el mismo, un ohmímetro tiene que medir dos parámetros, y para ello debe tener su propio generador para producir la corriente eléctrica.



### 3.1.1 Código de Colores de las Resistencias

Una de las formas de indicar el valor nominal de una resistencia es mediante un código de colores, tabla. 4, que consta, como norma general, de 3 bandas de valor y una de tolerancia.

El código empleado es el siguiente:

| Color     | 1ª Banda | 2ª Banda | Factor Multiplicador | Tolerancia | Figura  |
|-----------|----------|----------|----------------------|------------|---|
| Negro     |          | 0        | x 1                  |            | <p>1ª banda de color</p> <p>2ª banda de color</p> <p>factor multiplicador</p> <p>tolerancia</p> |
| Marrón    | 1        | 1        | x 10                 | ± 1 %      |   |
| Rojo      | 2        | 2        | x 100                | ± 2 %      |   |
| Naranja   | 3        | 3        | x 1000               |            |   |
| Amarillo  | 4        | 4        | x 10000              |            |   |
| Verde     | 5        | 5        | x 100000             | ± 0.5 %    |   |
| Azul      | 6        | 6        | x 1000000            |            |   |
| Violeta   | 7        | 7        | x 10000000           |            |   |
| Gris      | 8        | 8        | x 100000000          |            |   |
| Blanco    | 9        | 9        | x 1000000000         |            |   |
| Oro       |          |          | : 10                 | ± 5 %      |   |
| Plata     |          |          | : 100                | ± 10 %     |   |
| Sin Color |          |          |                      | ± 20 %     |   |

Tabla. 1 Código de Colores

### 3.2 Condensador Eléctrico

El condensador puede definirse en términos generales como la propiedad de un circuito eléctrico, que le permite almacenar energía eléctrica por medio de un campo electrostático y liberar esta energía posteriormente. Los dispositivos que introducen capacitancia a los circuitos se llama capacitares. Físicamente, existe un capacitor siempre que un material aislante separe a dos conductores que tengan una diferencia de potencial entre si. Los capacitores son aparatos fabricados para añadir deliberadamente capacitancia a un circuito. Sin embargo, la capacitancia también puede ser una capacitancia adicional debida a la disposición y localización de partes en un circuito o sistema eléctrica.

Un condensador es un conjunto de dos o más placas o armaduras metálicas que se encuentra separados por medio de un dieléctrico, el cual bien puede ser papel encerado, aceite, mica, aire, etc.

### 3.2.1 Capacidad

La capacidad es la propiedad de un cuerpo para poder mantener una carga electrostática. Cuando se aplica una diferencia de potencial entre las placas o armaduras de un condensador, se almacena energía eléctrica en él, una de las placas adquiere carga positiva, en tanto que la otra carga negativa, siendo de la misma magnitud que la primera. Condensadores de diversos tamaños y tipos tienen diversas capacidades para almacenar energía eléctrica. Al aplicar diferencias de potencial iguales a condensadores de diferentes capacidades se cargan con iguales cantidades de electricidad, la diferencia de potencial que adquiere sus placas será diferente, el de menor capacidad adquiere una alta diferencia de potencial y el de mayor capacidad tendrá una baja diferencia de potencial.

El potencial al cual se eleva un cuerpo varía directamente con la cantidad de electricidad que se almacena en él e inversamente con la capacidad, y se expresa en la siguiente fórmula:

$$V = Q / C$$

En la cuál, **Q** es la cantidad de electricidad o carga eléctrica almacenada; **C** la capacidad del cuerpo, y **V** es el potencial que adquiere.

La unidad de la capacitancia es el farad, nombre que se ha dado en honor del físico Michael Faraday. Un capacitor tiene una capacitancia de un farad cuando un volt aplicado a sus placas, almacena un coulomb de carga en cada una de ellas.

### 3.2.2 Reactancia Capacitiva

Un capacitor ofrece oposición al flujo de una corriente eléctrica de CA en forma similar a un resistor o a un inductor. La cantidad de corriente alterna que conduzca un capacitor depende de la frecuencia, de la tensión aplicada y de la capacitancia. Naturalmente, la amplitud de la tensión aplicada controla además el valor de la corriente; pero si la amplitud de la tensión se mantuviese constante, la corriente cambiaría siempre que cambiara la frecuencia o la capacitancia.





La oposición que ofrece al flujo de la corriente un capacitor recibe el nombre de reactancia capacitiva y se abrevia **X<sub>c</sub>**. La reactancia capacitiva se puede calcular según la siguiente expresión:

$$\omega = 2\pi f$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

Donde **2 π** es aproximadamente 6.28; **f** es la frecuencia de la tensión aplicada en ciclos por segundo; y **C** es la capacitancia en farads. Obsérvese que cuanto más alta sea la frecuencia o más grande la capacitancia, menor será la reactancia capacitiva.

La reactancia capacitiva es inversamente proporcional a la frecuencia y a la capacitancia. Igual que su contraparte inductiva, la reactancia capacitiva se expresa en ohms, y actúa igual que una resistencia en la limitación del flujo de corriente alterna. Cuando se conoce a reactancia capacitiva, la corriente puede determinarse a partir de la siguiente ecuación:

$$I = E / X_c$$

### 3.2.3 Código de colores para Condensadores

Todos los capacitores están marcados de alguna manera con su valor de capacitancia. Además, algunas veces se indican otras características importantes, como son tensión de trabajo y tolerancia, tabla. 2. Cuando es práctico, esta información se imprime sobre el capacitor. En muchos casos, sin embargo, no es práctico hacerlo y se usa en su lugar un sistema de marcar de color. La interpretación de estas marcas de color constituyen los sistemas de codificación de color de capacitores.

Sin embargo, los códigos de color de capacitores no están perfectamente normalizados, de manera que conviene obtener el código utilizada por los fabricantes específicos.

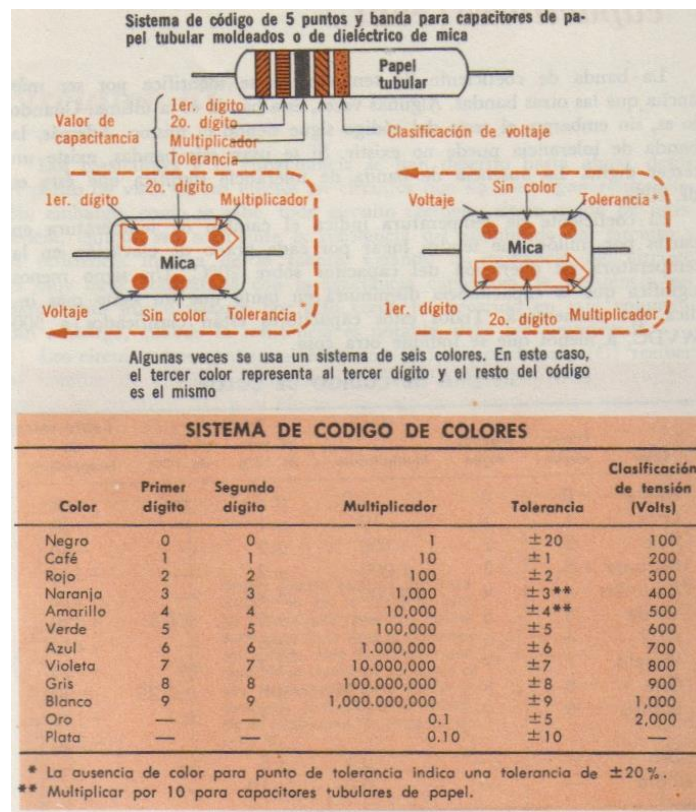


Tabla.2 Código de Colores de Condensadores

### 3.3 Inductancias

Llamaremos inductancia al campo magnético que crea una corriente eléctrica al pasar a través de una bobina de hilo conductor enrollado alrededor de la misma que conforma un inductor. Un inductor puede utilizarse para diferenciar señales cambiantes rápidas o lentas. La inductancia es la propiedad de un circuito eléctrico que se opone a cualquier cambio de corriente en el circuito. A partir de esta definición se puede concluir que la conductancia no tiene ningún efecto sobre una corriente directa. Sólo se opone a cambios en la corriente. Los conductores embobinados generalmente se usan en circuitos de CA para introducir deliberadamente inductancia en el circuito y tal conductor embobinado recibe el nombre de inductor.

Básicamente, todos los inductores se hacen devanando una longitud de conductor alrededor de un núcleo. El conductor suele ser alambre sólido de cobre revestido con aislamiento esmaltado; y su núcleo está formado, ya sea de material magnético, por ejemplo hierro pulverizado, o bien de material aislante. Cuando se devana un inductor alrededor de un núcleo aislante éste funciona sólo como soporte, ya que no tiene propiedades magnéticas. Si se usa alambre grueso y pesado en la fabricación del inductor, generalmente no necesita un núcleo; las espiras rígidas del alambre se mantienen por si solas. Cuando no se usa núcleo magnético, se dice que el inductor tiene núcleo de aire. Los inductores con valores de inductancia fijos que no se pueden cambiar, reciben el nombre de inductores fijos. Los inductores cuya inductancia se puede variar en cierta escala, se llaman inductores variables, fig. 5. Generalmente los inductores variables están hechos de manera que el núcleo se puede mover dentro y fuera del devanado. Entonces la posición del núcleo determina el valor de la inductancia. A los inductores se les llama también frecuentemente chokes o bobinas. Estos tres términos significan lo mismo.

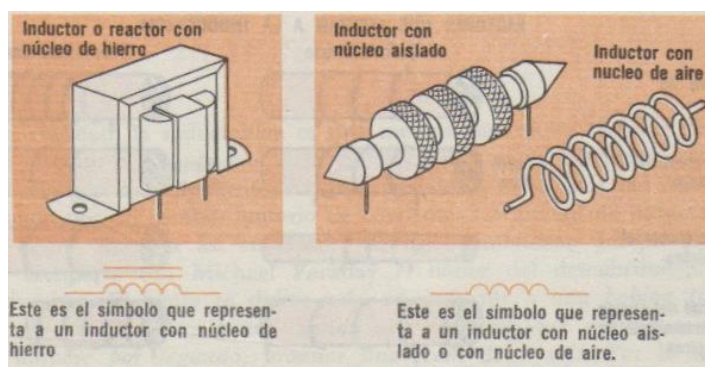
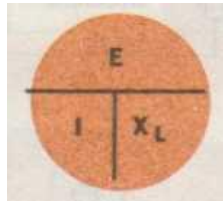


Fig. 5 Tipos de Inductores

### 3.3.1 Reactancia inductiva

En un circuito alterno Inductivo, la cantidad de corriente que fluye es determinada por la fem que al oponerse al flujo de corriente contrarresta a la tensión aplicada. La fem se comporta como resistencia para limitar el flujo de corriente. Pero la fem se expresa en volts, de manera que no se puede usar la ley de Ohm para calcular corriente. Sin embargo, el efecto de la fem se puede expresar en ohms. A este efecto se le llama reactancia inductiva y se abrevia  $X_L$ . Puesto que la fem generada por un inductor es determinada por la inductancia ( $L$ ) de un inductor y la frecuencia ( $f$ ) de la corriente entonces la reactancia inductiva también debe depender de estos elementos. La reactancia inductiva se puede calcular por medio de la siguiente ecuación:



$$X_L = 2\pi fL$$

Donde  $X_L$  es la reactancia inductiva expresada en ohms. El valor de  $2\pi$  es aproximadamente 6.28;  $f$  es la frecuencia de la corriente en ciclos por segundo; y  $L$  es la inductancia expresada en henrys. La cantidad  $2\pi f$  representa la rapidez de cambio de la corriente.

Se puede apreciar en la ecuación que cuanto más alta sea la frecuencia o mayor la inductancia mayor será la reactancia inductiva. Igualmente, cuanto más baja sea la frecuencia o la inductancia, menor será la reactancia inductiva.

En un circuito de CA que sólo tenga inductancia, la reactancia inductiva será lo único que limite al flujo de corriente. El cálculo de estos circuitos se puede hacer mediante la ley de Ohm con sólo usar la reactancia inductiva en lugar de la resistencia. Por lo tanto:

$$I = E / X_L$$

Sin embargo, una diferencia importante es que un valor específico de reactancia inductiva se aplica sólo a una frecuencia específica.

## 4 Circuitos de CA

### 4.1 Circuito RC en serie

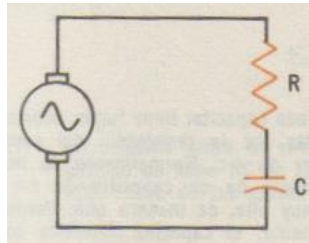


Fig. 6 Circuito en Serie RC

En un circuito en serie RC, fig. 6, una o más resistencias están conectadas en serie con una o más capacitancias, de manera que la corriente total del circuito fluye a través de cada una de las componentes. Cuando fluye corriente en un circuito en serie RC, la caída de tensión en la resistencia (**E<sub>r</sub>**) está en fase con la corriente, en tanto que la caída de tensión en la capacitancia (**E<sub>c</sub>**) está atrasada 90° con respecto a la corriente. Puesto que la corriente en ambos es la misma, **E<sub>r</sub>** estará adelantada 90° con respecto a **E<sub>c</sub>**. Las amplitudes de las dos caídas de tensión se pueden calcular entonces por la siguiente fórmula:

$$E_R = I \times R$$

$$E_C = I \times X_C$$

La suma vectorial de las caídas de tensión es igual a la tensión aplicada. Expresado en forma de ecuación:

$$E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + E_C^2}$$

El ángulo (**φ**) entre la tensión aplicada y **E<sub>r</sub>** es igual al ángulo de fase entre la tensión aplicada y la corriente. Esto se debe a que **E<sub>r</sub>** e **I** están en fase. El valor de **φ** se puede calcular a partir de:

$$\tan \varphi = E_C / E_R$$

$$\cos \varphi = E_R / E_{AP}$$

La impedancia de un circuito en serie **RC** es la oposición total al flujo de corriente que ofrece la resistencia del circuito y la reactancia capacitiva. La ecuación para calcular la impedancia de un circuito serie RC es:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\tan \varphi = X_C / R \quad \text{ó} \quad \cos \varphi = R / Z$$

Puesto que en un circuito en serie RC la corriente del circuito fluye a través tanto de la resistencia como de la capacitancia, se usa dicha corriente como referencia de fase. La amplitud de la corriente en un circuito en serie RC se puede calcular a partir de la Ley de Ohm si se conoce la tensión aplicada y la impedancia. Así pues,

$$I = E_{AP} / Z$$

#### 4.2 Circuito RC en Paralelo

En un circuito en paralelo **RC**, una o más cargas resistivas y una o más cargas capacitivas, se conectan en paralelo a una fuente de tensión, fig. 7. Por lo tanto, se tienen ramas resistivas, que sólo tienen resistencia; y ramas capacitivas, que sólo tienen capacitancia. La corriente que sale de la fuente de tensión se divide entre las ramas, de manera que se tienen diferentes corrientes en diferentes ramas. Por lo tanto, la corriente no es una cantidad común, como lo es en el circuito en serie RC.

Los circuitos que tienen más de una rama resistiva o más de una capacitiva son idénticos, excepto que, al resolver magnitudes generales del circuito, por ejemplo impedancia o corriente de línea, primero deben reducirse las ramas, resistiva o capacitiva a una rama única equivalente, resistiva o capacitiva.

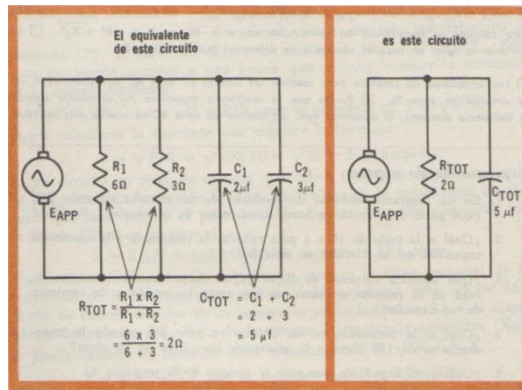


Fig. 7 Circuito RC en Paralelo

En un circuito en paralelo RC como en cualquier circuito en paralelo, la tensión aplicada llega directamente a cada rama, fig. 8. Por lo tanto, las tensiones de rama son iguales entre si, así como con la tensión aplicada; y las tres están en fase.

$$E_R = E_C = E_{AP}$$

De manera que si se conoce cualquiera de las tensiones del circuito, se conocerán todas las demás, puesto que la tensión es común en todo el circuito, sirve como cantidad común en cualquier representación vectorial de circuitos en paralelo. Esto significa que, en cualquier diagrama vectorial, el vector de referencia tendrá la misma dirección, o relación de fase, que la tensión del circuito. La resistencia de circuito y la corriente a través de esa resistencia son las dos magnitudes que tienen esta relación con la tensión del circuito, y cuyos vectores, por lo tanto, tienen dirección de cero grados.

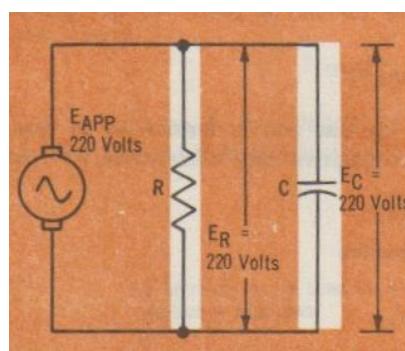


Fig. 8 Tensiones de Rama

La impedancia de un circuito en paralelo **RC** representa la oposición total al flujo de corriente que ofrece la resistencia de la rama resistiva y la reactancia capacitiva de la rama correspondiente. Por lo tanto la ecuación para calcular la impedancia de un circuito en paralelo es la siguiente:

$$Z = \frac{R \times X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$\cos \varphi = Z / R$$

Y conociendo la Tensión aplicada y la corriente de línea del circuito, se puede determinar la impedancia simplemente mediante la Ley de Ohm, en la forma siguiente:

$$Z = E_{AP} / I_{Línea}$$

La impedancia de un circuito en paralelo **RC** siempre es menor que la resistencia o la reactancia capacitiva de cada una de las ramas.

La corriente en cada rama de un circuito en paralelo **RC** es independiente de la corriente en las demás ramas. La corriente en una rama depende sólo de la tensión en la rama y la resistencia o reactancia capacitiva que exista en ella. La corriente en la rama resistiva se calcula así por la ecuación:

$$I_R = E_{AP} / R$$

La corriente en la rama capacitiva se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$I_C = E_{AP} / X_C$$

$$\text{tang } \varphi = I_C / I_R$$

Puesto que las corrientes en las ramas de un circuito en paralelo **RC** están defasados entre sí, deben sumarse para determinar la corriente de línea. La ecuación para calcular esta corriente,  $I_{Línea}$ , es:

$$I_{Línea} = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

Si se conoce la impedancia del circuito y la tensión aplicada puede también calcularse la corriente en la línea a partir de la ley de Ohm:

$$I_{Línea} = E / Z$$



La Potencia transmitida por la fuente es potencia aparente. La potencia consumida efectivamente en el circuito, es Potencia Real. El factor de Potencia determina la porción de la Potencia Aparente que es Potencia Real.

$$P_{\text{Aparente}} = E_{\text{AP}} \times I \quad ; \quad P_{\text{Real}} = E_{\text{AP}} \times I \times \cos \varphi$$

### 4.3 Circuito RL en Serie

Cuando se conectan las componentes resistiva e inductiva de un circuito de tal manera que por cada una de ellas fluye la corriente total del circuito, el circuito está en serie **RL**. Conviene establecer que la corriente es igual en todos los puntos del circuito. Un circuito en serie **RL**, puede constar de uno o más resistores, o cargas resistivas, conectadas en serie con una o más bobinas, fig. 9. O, puesto que el alambre usado en cualquier bobina tiene algo de resistencia, un circuito en serie **RL** puede constar de sólo una o más bobinas, en donde la resistencia de las bobinas, que está efectivamente en serie con la inductancia, constituye la resistencia de circuito.

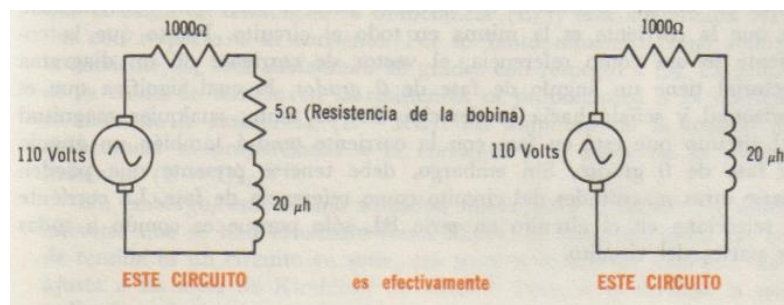


Fig.9 Conexión de dos o más Elementos

Cuando se aplica tensión a un circuito en serie **RL**, la corriente produce una caída de tensión tanto en la resistencia como en la inductancia. La caída de tensión en la resistencia es proporcional a la corriente y el valor de la resistencia.

$$E_R = I \times R$$

Y la caída de tensión en la bobina es proporcional a la corriente y el valor de la bobina.

$$E_L = I \times X_L$$

$$E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + E_L^2}$$

$$\tan \varphi = E_L / E_R$$

$$\cos \varphi = E_R / E_{AP}$$

En un circuito **RL**, tanto la resistencia como la reactancia inductiva se oponen al flujo de corriente. Su efecto combinado, recibe el nombre de Impedancia (**Z**) del circuito.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\tan \varphi = X_L / R \quad \text{ó} \quad \cos \varphi = R / Z$$

Como en cualquier circuito en serie, la corriente de circuito en serie **RL** es la misma en cualquier punto. Si se conoce la tensión aplicada y la impedancia en un circuito en serie **RL**, se puede calcular la corriente de acuerdo con la ley de Ohm:

$$I = E_{AP} / Z$$

En un circuito RL existen dos clases de potencia, una es la Potencia Aparente. La otra es la Potencia Real que se consume efectivamente en el circuito. La Potencia Real se calcula multiplicando la Potencia aparente por el coseno del ángulo de fase entre la tensión y la corriente.

$$P_{\text{Aparente}} = E_{AP} \times I \quad ; \quad P_{\text{Real}} = E_{AP} \times I \times \cos \varphi$$

#### 4.4 Circuito RL en Paralelo

En un circuito en paralelo RL, la resistencia y la inductancia están conectadas en paralelo a una fuente de tensión, fig. 10. Por lo tanto, este circuito tiene una rama resistiva y una rama inductiva. La corriente del circuito se divide antes de entrar a las ramas y una parte de ella fluye a través de la rama resistiva, en tanto que el resto pasa por la rama inductiva. Por lo tanto las corrientes de rama son diferentes. El análisis de circuitos en paralelo RL y los métodos que se usan para resolverlos son diferentes al análisis y solución de circuitos en serie RL. Por lo tanto conviene que se pueda distinguir entre circuitos en serie RL y en paralelo, de manera que se puedan aplicar las técnicas y métodos adecuados para resolverlos.

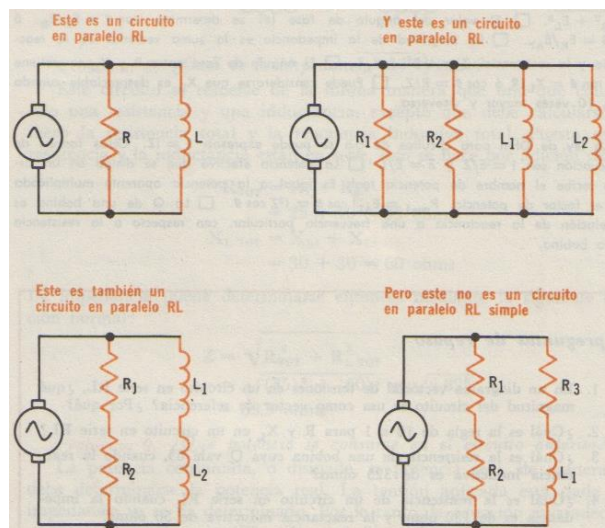


Fig. 10 Circuito RL en Paralelo

En un circuito en paralelo **RL** simple hay una rama resistiva y una rama inductiva. Ambas están conectadas directamente a la fuente de tensión, por lo que reciben la tensión plena de la fuente. Puesto que la tensión de la fuente en ambas ramas es la misma, las tensiones deben estar en fase. Por lo tanto, puede concluirse que si se conoce la tensión aplicada, automáticamente se conoce la tensión en cada rama. Igualmente, si se conoce la tensión en una de las ramas, se conoce también la de la otra, así como la tensión aplicada.

En circuitos en serie **RL**, la corriente era la cantidad común, ya que era la misma tanto en la parte resistiva como en la inductiva del circuito. En circuitos en paralelo **RL**, la tensión es cantidad común, puesto que la misma tensión está aplicada a las ramas resistiva e inductiva. Las corrientes de rama no son iguales.

$$E_R = E_L = E_{AP}$$

Como en todos los circuitos en paralelo, la corriente en cada rama de un circuito en paralelo **RL** es independiente de las corrientes en las demás ramas. Si una de las ramas se abre, no habrá efecto alguno en la corriente de las demás ramas. La corriente en cada una de ellas depende sólo de la tensión en los extremos de las ramas y la oposición al flujo de corriente, ya sea en forma de resistencia o de reactancia inductiva que haya en la rama. Las tensiones en todas las ramas son iguales, de manera que el valor de la resistencia o de la reactancia inductiva es lo que determina la cantidad relativa de corriente en cada una de ellas. Entonces puede usarse la ley de Ohm para encontrar las corrientes en cada una de las ramas.

$$I_R = E_{AP} / R \quad ; \quad I_L = E_{AP} / X_L$$

La corriente de Línea es simplemente la suma aritmética de todas las corrientes de rama.

$$I_{Línea} = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

$$\text{tang } \phi = I_L / I_R$$

Según Ley de Ohm:

$$I_{Línea} = E_{AP} / Z$$

La impedancia **Z** de un circuito en paralelo **RL**, es la oposición total al flujo de corriente presentado por la resistencia y la Reactancia inductiva. Como resultado, la ecuación mediante la cuál se obtiene la impedancia de un circuito en paralelo RL, es:

$$Z = \frac{R \times X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

$$Z = E_{AP} / I_{Línea}$$

El cálculo de la potencia en este circuito es igual a los circuitos antes mencionados.

$$P_{\text{Aparente}} = E_{AP} \times I \quad ; \quad P_{\text{Real}} = E_{AP} \times I \times \cos \phi$$

#### 4.5 Circuito LC en Serie

Un circuito en serie **LC** consta de una inductancia y una capacitancia conectadas en serie con una fuente de tensión. No hay resistencia en el circuito. Desde luego, esto es imposible en la práctica, ya que todo circuito tiene cierto grado de resistencia. Sin embargo, la resistencia del circuito correspondiente al alambrado, el devanado de la bobina y la fuente de tensión suele ser pequeña y, por lo tanto, tiene poco o ningún efecto en la operación del circuito.

Como en todos los circuitos en serie, la corriente en un circuito serie **LC** es la misma en todos los puntos.

$$I_L = I_C$$

Cuando fluye corriente alterna en un circuito en serie **LC**, las caídas de tensión en la inductancia y la capacitancia dependen de la corriente del circuito y de los valores de  $X_L$  y  $X_C$ . Las tensiones se determinan de la siguiente manera:

$$E_L = I \times X_L ; E_C = I \times X_C$$

Una propiedad única de los circuitos en serie **LC** es que una de las caídas de tensión, ya sea  $E_L$ , o  $E_C$ , siempre es mayor que la tensión aplicada, fig. 11. Además, en algunos casos, ambas caídas de tensión son mayores que la tensión aplicada. Esto se debe a que las reactancias de la inductancia y la capacitancia tienen un papel doble en el circuito. Juntas se oponen a la corriente del circuito, en tanto que, independientemente, producen sus caídas de tensión.

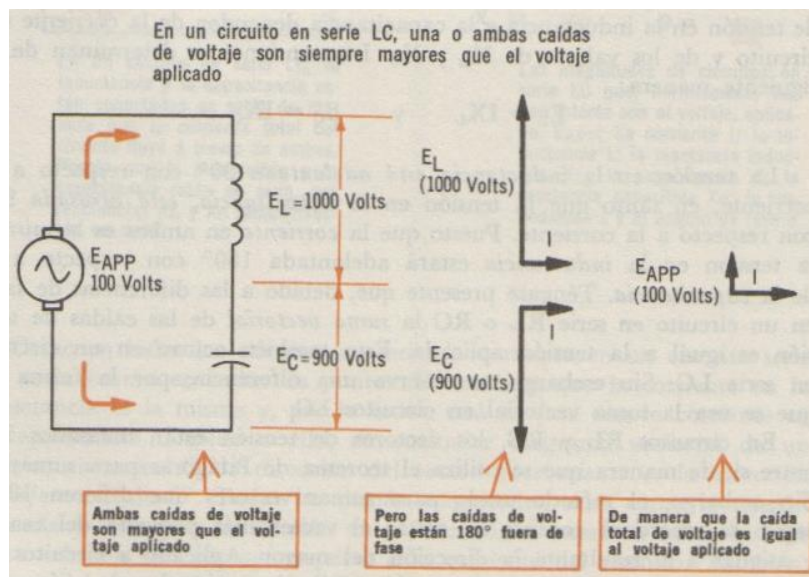


Fig. 11

Al ser ambas caídas de tensión mayores que la tensión aplicada, están defasados 180 grados entre sí. Una de ellas efectivamente anula parte de la otra, de manera que la caída de tensión siempre es igual a la tensión aplicada.

Para calcular la impedancia del circuito se utiliza de acuerdo a los siguientes parámetros:

$$Z = X_L - X_C \quad \text{Cuando } X_L \text{ es mayor}$$

$$Z = X_C - X_L \quad \text{Cuando } X_C \text{ es mayor}$$

En un circuito en serie **LC** fluye la misma corriente a través tanto de la inductancia como de la capacitancia. Si la reactancia inductiva ( **$X_L$** ) es la mayor de las dos reactancias del circuito, la corriente es exclusivamente inductiva, y estará atrasada  $90^\circ$  con respecto a la tensión aplicada. Y si la reactancia capacitiva ( **$X_C$** ) es la mayor, la corriente es solamente capacitiva y estará adelantada  $90^\circ$  con respecto a la tensión aplicada.

$$I = E_{AP} / Z$$

La potencia que se transmite a la inductancia es almacenada en el campo magnético que rodea la inductancia y la que se transmite a la capacitancia es almacenada en el campo electrostático entre las capas del capacitor.

$$P_{\text{Aparente}} = E_{AP} \times I$$

En un circuito en serie **LC**, la Potencia real es cero:  $P_{\text{Real}} = E_{AP} \times I \times \cos \phi$

$$= E_{AP} \times I \times 0$$

$$P_{\text{Real}} = 0$$

#### 4.6 Circuito LC en Paralelo

Un circuito en paralelo **LC** consta de una inductancia y una capacitancia conectadas en paralelo a una fuente de tensión, fig. 12. Por lo tanto, el circuito tiene dos ramas: una rama inductiva y una rama capacitiva en un circuito en paralelo ideal, que se considerará aquí, no hay resistencia en ninguna de las ramas.

Los circuitos en paralelo **LC** pueden tener más de una rama inductiva o capacitiva, o más de una de cada una de ellas. Sin embargo, una vez que estos circuitos se reducen a su equivalente de dos ramas, su análisis es el mismo que el de un circuito en paralelo **LC** simple.

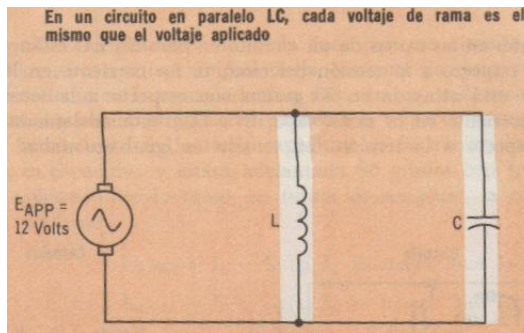


Fig. 12 Circuito en Paralelo LC

Las tensiones en cada una de las ramas de un circuito en paralelo **LC** son iguales a la tensión aplicada, ya que son circuitos en paralelo. Puesto que en realidad es la misma tensión, las tensiones en las ramas y la tensión de la fuente son iguales entre sí y están en Fase. La amplitud de la tensión en un circuito en paralelo **LC** se relaciona con la impedancia del circuito y la corriente en la línea, según la ley de Ohm. Así, pues,

$$E = I_{\text{Línea}} \times Z$$

Las corrientes en las ramas de un circuito en paralelo **LC** están, ambas, defasados con respecto a la tensión del circuito. La corriente en la rama inductiva (**I<sub>L</sub>**) está atrasada en 90 grados con respecto a la tensión, en tanto que la corriente en la rama capacitiva (**I<sub>C</sub>**) está adelantada en 90 grados con respecto a la tensión. La tensión es igual en ambas ramas; por lo tanto las **I<sub>L</sub>** e **I<sub>C</sub>** se pueden determinar a partir de:

$$I_L = E_{AP} / X_L$$

$$I_C = E_{AP} / X_C$$

La corriente de línea tiene características de rama mayor; así pues, si la corriente en la rama inductiva es mayor, la corriente en la línea es inductiva; y si la corriente en la rama capacitiva es la mayor, la corriente en la línea es capacitiva. Por lo tanto en forma de ecuación, la corriente de línea es la siguiente:

$$I_{\text{Línea}} = I_L - I_C \quad (\text{Si } I_L \text{ es mayor a } I_C) \quad ; \quad I_{\text{Línea}} = I_C - I_L \quad (\text{Si } I_C \text{ es mayor a } I_L)$$

La impedancia de un circuito en paralelo **LC** se determina de la manera siguiente:

$$Z = X_L \times X_C / X_L - X_C \quad (\text{Cuando } X_L \text{ es mayor que } X_C)$$

$$Z = X_C \times X_L / X_C - X_L \quad (\text{Cuando } X_C \text{ es mayor que } X_L)$$

#### 4.7 Circuito RLC en Serie

Los circuitos donde la inductancia, capacitancia y resistencia están conectadas todas en serie se llaman circuitos en serie **RLC**. Se verá que la propiedades fundamentales de los circuitos en serie **RLC**. Puesto que hay tres elementos en un circuito serie **RLC**, hay tres caídas de tensión en el circuito; una en la inductancia; una en la capacitancia y la otra en la resistencia. La misma corriente fluye por cada uno de los elementos del circuito. La suma vectorial de las tres caídas de tensión se puede poner en una ecuación, así pues:

$$\text{Cuando } E_L \text{ es mayor} \quad E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2}$$

$$\text{Cuando } E_C \text{ es mayor} \quad E_{AP} = \sqrt{E_R^2 + (E_C - E_L)^2}$$

La caída de Tensión Reactiva Total es:

$$E_{RT} = E_L - E_C \quad \text{Cuando } E_L \text{ es mayor}$$

$$E_{RT} = E_C - E_L \quad \text{Cuando } E_C \text{ es mayor}$$

$$\text{tang } \varphi = E_{RT} / E_R$$

La impedancia de los circuitos en serie **RLC** es la suma de la Reactancia Capacitiva, Reactancia Inductiva y la Resistencia. Por lo tanto:

$$\text{Cuando } X_L \text{ es mayor} \quad X = X_L - X_C$$

$$\text{Cuando } X_C \text{ es mayor} \quad X = X_C - X_L$$



Cuando  $X_L$  es mayor que  $X_C$ , la reactancia neta es Inductiva y el circuito se comporta esencialmente como un circuito **RL** y si  $X_C$  es mayor que  $X_L$ , la reactancia neta es capacitiva y el circuito se comporta como un circuito **RC**.

Para calcular la impedancia del circuito se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Si } X_L \text{ es mayor que } X_C: Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{Si } X_C \text{ es mayor que } X_L: Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$\text{tang } \varphi = X / R$$

La misma cantidad de corriente fluye en todas las partes de un circuito en serie **RLC**. Si se conoce la impedancia y la tensión aplicada se puede calcular la magnitud de la corriente aplicando la ley de Ohm para circuitos de CA.

$$I = E_{AP} / Z$$

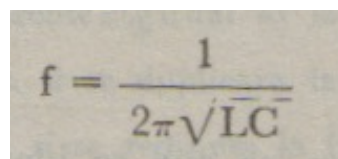
La potencia real en un circuito en serie **RLC** se puede calcular de la ecuación normal de la potencia en circuitos de CA:

$$P_{\text{Real}} = E_{AP} \times I \times \cos \varphi$$

$$P_{\text{Real}} = I^2 Z \times \cos \varphi$$

$$P_{\text{Aparente}} = E_{AP} \times I$$

La resonancia es un estado que existe cuando la reactancia inductiva y la reactancia capacitiva de un circuito en serie **RLC** son iguales, fig13. Cuando esto sucede, ambas reactancias se anulan y la impedancia del circuito es igual a la resistencia.


$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

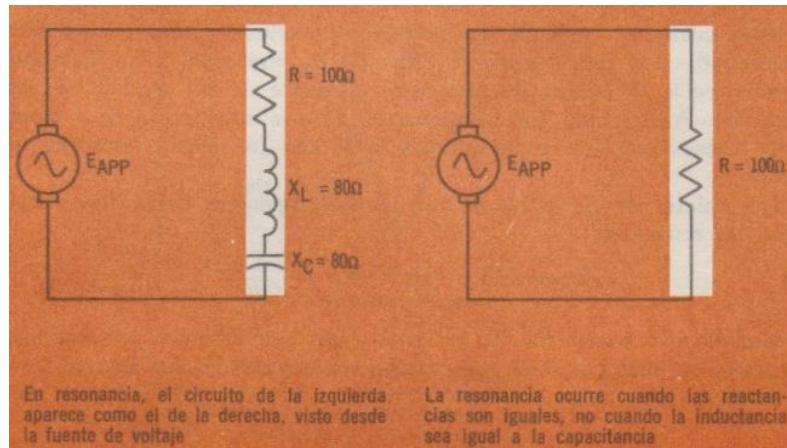


Fig. 13 Resonancia en Serie

#### 4.8 Circuito RLC en Paralelo

Un circuito en paralelo **RLC** es esencialmente un circuito en paralelo **LC** con una resistencia en paralelo con la inductancia y capacitancia, fig.14. De esta manera, se tienen tres ramales en el circuito: Una rama exclusivamente inductiva, una rama puramente capacitiva y una rama exclusivamente resistiva.

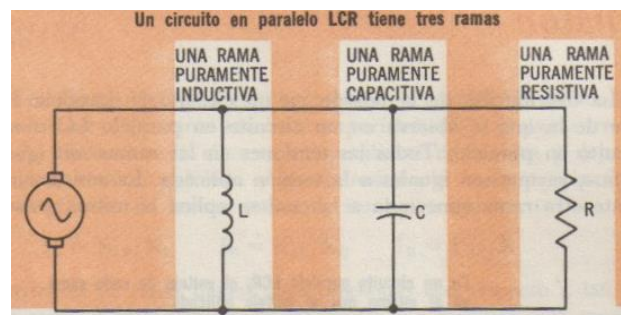


Fig. 14 Circuito RLC en Paralelo

La distribución de la tensión en un circuito en paralelo es iguales a la tensión aplicada. La resistencia es simplemente otra rama conectada a la cual se aplica la misma tensión.

$$E_{AP} = I_{\text{línea}} \times Z$$

Las tres corrientes de rama de un circuito en paralelo **RLC** son una Corriente Inductiva (**I<sub>L</sub>**), una corriente Capacitiva (**I<sub>C</sub>**), y una corriente Resistiva (**I<sub>R</sub>**).

$$I_L = E_{AP} / X_L \quad ; \quad I_C = E_{AP} / X_C \quad ; \quad I_R = E_{AP} / R$$

La corriente en la línea (**I<sub>Línea</sub>**), es la suma vectorial de las tres corrientes de ramas, de manera que puede calcularse sumando **I<sub>L</sub>**, **I<sub>C</sub>** e **I<sub>R</sub>**. Entonces, el total de las corrientes llamada **I<sub>Lc</sub>**, es

$$I_{Lc} = I_L - I_C \quad (\text{Si } I_L \text{ es mayor a } I_C)$$

$$I_{Lc} = I_C - I_L \quad (\text{Si } I_C \text{ es mayor a } I_L)$$

$$I_{LINEA} = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} \quad (\text{si } I_L \text{ es mayor que } I_C)$$

$$I_{LINEA} = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \quad (\text{si } I_C \text{ es mayor que } I_L)$$

Para determinar la impedancia de un circuito paralelo **RLC**, primero debe obtenerse la reactancia neta (**X**) de las ramas inductiva y capacitiva. Luego, usando **X**, se puede determinar la impedancia (**Z**).

$$X = X_C \times X_L / X_L + X_C$$

$$Z = \frac{X \times R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

## 5 Instrumentos de Medición

### 5.1 Voltímetro

Aparato utilizado para medir, directa o indirectamente, diferencias de potencial eléctrico. Esencialmente, un voltímetro está constituido por un galvanómetro sensible que se conecta en serie con una resistencia adicional de valor elevado. Para que en el proceso de medida no se altere la diferencia de potencial, es conveniente que el aparato consuma la menor cantidad posible de corriente. Los voltímetros deben usarse en paralelo con la componente del circuito que se mide, fig. 15, el voltímetro está menos expuesto a ser dañado si se conecta incorrectamente, En los rangos

más altos, la corriente que fluye a través del medidor se reduce considerablemente debido a su alta resistencia total existente.

Cuando se conecta un voltímetro a CC siempre debe observarse que se establezca la polaridad correcta. El terminal negativa del instrumento debe conectarse a la punta negativa o de potencial bajo de la componente y el terminal positiva a la junta positiva o de alto voltaje de la componente.

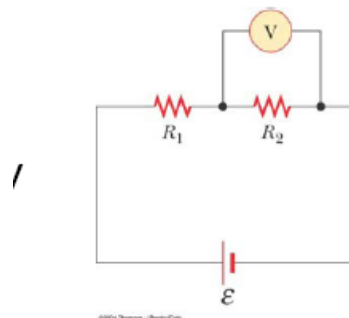


Fig. 15 Conexión de un Voltímetro



## 5.2 Amperímetro

Los medidores de corriente siempre deben conectarse en serie con la fuente de potencia y la carga, fig. 16, nunca en paralelo con ellas. Un medidor de corriente es un dispositivo de muy baja resistencia y la bobina móvil se puede quemar muy fácilmente, conectando el medidor a las terminales de la fuente de potencia, resistor u otra componente de circuito. La mayor parte de las componentes de circuito tienen una resistencia mucho más elevada que el medidor de corriente. Si se conecta un medidor de corriente en paralelo con una de estas componentes, se podría, en efecto, dar origen a un corto circuito lo que resultaría en el flujo de una corriente muy elevada a través del medidor. Esta alta corriente podría dañar al instrumento. Si se usa un medidor de corriente de rango múltiple, el medidor podría dañarse por el exceso de corriente. Por lo tanto, debe tenerse presente que siempre debe conectarse un medidor de corriente en serie con la fuente de potencia y la carga

El segundo punto importante que habrá de tenerse en mente es que se debe considerar la polaridad cuando se mide corriente, en el caso de CC. En otras palabras, debe conectarse la terminal negativa del medidor a la terminal negativa o de potencial más bajo del circuito y conectar la terminal positiva del medidor al punto de potencial alto, o positivo, en el circuito.

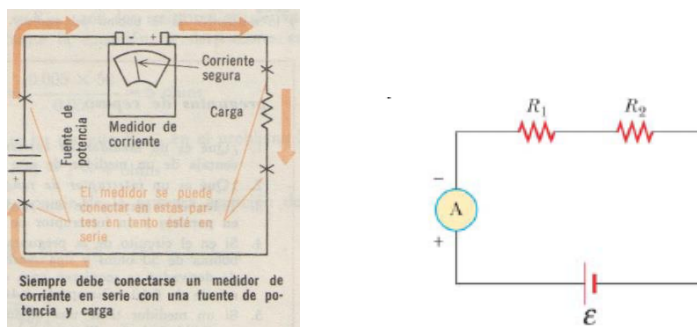


Fig. 16 Conexión de un Amperímetro

Cuando se mide CA, no hay necesidad de considerar la polaridad ya que ésta cambia continuamente a través de los ciclos. Por lo tanto, los medidores diseñados para usarlos solamente en CA no tienen signos más y menos marcados en sus terminales.

### 5.3 Ohmímetro

Un ohmímetro es un instrumento que mide la resistencia de un circuito o de una componente. También sirve para localizar circuitos abiertos o cortos circuitos. Básicamente, un ohmímetro consta de un medidor de corriente continua, una fuente de baja tensión y baja potencia de CC y resistores limitadores de corriente, todos ellos conectados en serie fig. 17. El medidor de bobina móvil es el único aparato de medición de corriente que se usa en los ohmímetros. Como fuente de energía se usa una batería de baja tensión.

Un ohmímetro no sólo puede medir la resistencia de varias partes de un circuito, sino que puede usarse para comprobar partes abiertas o en corto de un circuito y para establecer la continuidad de un circuito. En todo caso, sin embargo, para evitar dañar el ohmímetro hay que asegurarse que no se conecta la fuente de tensión a las puntas del ohmímetro cuando se hace una medición. Las lecturas de resistencia sólo se hacen en circuitos no energizados. Si el circuito estuviese energizado, su tensión podría favorecer el paso de una corriente que dañará al medidor.

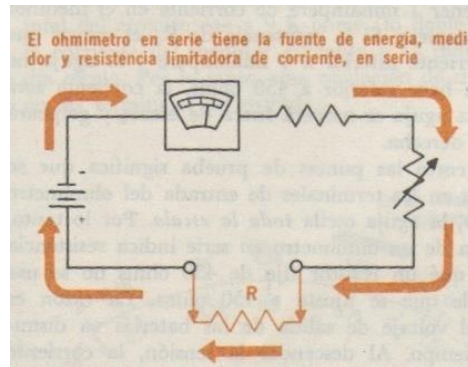


Fig. 17 Constitución de un Ohmímetro

## 5.4 Watímetro

En lugar de efectuar una o dos mediciones y luego calcular la potencia, se puede conectar un medidor para medir la potencia, llamado Watímetro, fig. 18. La potencia disipada se puede leer directamente de la escala de este medidor. El voltaje y la corriente de un circuito de CA no están en fase; a veces, la corriente está adelantada o atrasada con respecto al voltaje (factor de potencia) Ya se ha visto que cuando esto ocurre, la simple multiplicación de voltaje por corriente da como resultado potencia aparente y no potencia real. Por lo tanto, en un circuito de CA, la medición de voltaje y corriente y la multiplicación posterior de una por la otra produce a menudo un valor incorrecto de disipación de potencia. Sin embargo, el Watímetro se hace de modo que queda incluido el factor de potencia del circuito y siempre indica potencia real.

Los voltímetros y los medidores de corriente consumen potencia por si mismos. La cantidad de potencia consumida depende de los niveles de voltaje y corriente del circuito y no pueden preverse con precisión. Por lo tanto no se pueden efectuar mediciones muy precisas de potencia, midiendo voltaje y corriente y luego calculando la potencia Sin embargo, algunos watímetros están compensados por sus propias pérdidas de potencia, de manera que sólo miden la potencia disipada en el circuito.

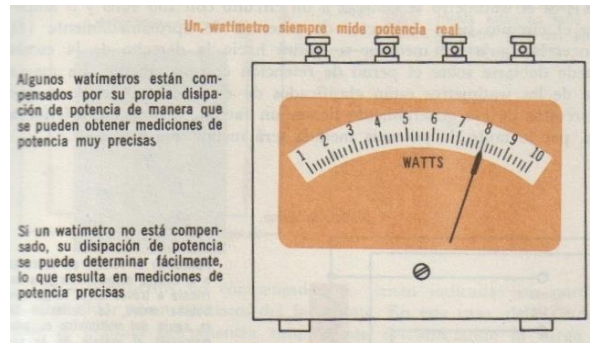


Fig. 18 Watímetro

### 5.5 Varímetro

El Varímetro, fig. 19, es un instrumento que permite medir la Potencia Reactiva tanto de Bobinas como de Condensadores. La escala sobre el instrumento esta fijada en VAR, dependiendo de la relación de corriente y tensión.



Fig. 19 Varímetro

### 5.6 Cosenofímetro

El Cosenofímetro, fig. 20, permite medir el factor de potencia, la medición del coseno  $\phi$  o factor de potencia, da la indicación de la eficiencia eléctrica del sistema por este motivo las compañías electrificadoras penalizan por medio de las tarifas de energía, cuando el factor de potencia esta por debajo de lo normal.



Fig. 20 Cosenofímetro

## 5.7 Frecuencímetro

Es un instrumento que puede ser analógico o digital, utilizado para la medida de frecuencias, fig. 21. Dado que la frecuencia se define como el número de eventos de una clase particular ocurridos en un periodo de tiempo, es generalmente sencilla su medida.

Son también comunes los contadores diseñados para radiofrecuencia (RF), los cuales operan sobre los mismos principios que los contadores para más bajas frecuencias, pero suelen tener un mayor rango de medida para evitar su desbordamiento. Para muy altas frecuencias, muchos diseños suelen utilizar un dispositivo para bajar la frecuencia de la señal a un punto donde los circuitos digitales normales puedan operar. Los displays de estos instrumentos tienen esto en cuenta de tal forma que indican la lectura verdadera.

La precisión de un contador de frecuencia depende en gran medida de la estabilidad de su base de tiempo. Con fines de instrumentación se utilizan generalmente osciladores controlados por cristal de cuarzo, en los que el cristal está encerrado en una cámara de temperatura controlada, conocida como horno del cristal.



Fig. 21 Frecuencímetro



## 6 Dispositivo de Protección

### 6.1 Interruptor Automático o Breaker

Su misión es proteger a los aparatos conectados a la red eléctrica, cuando se producen sobretensiones, o cuando estos se cortocircuitan. Por lo tanto, si un aparato está estropeado y se cortocircuita, puede poner en grave riesgo al resto de aparatos así como producir incendios, pues bien, este aparato desconecta de la red eléctrica el circuito afectado.

El Interruptor basa su funcionamiento en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga, fig. 22.

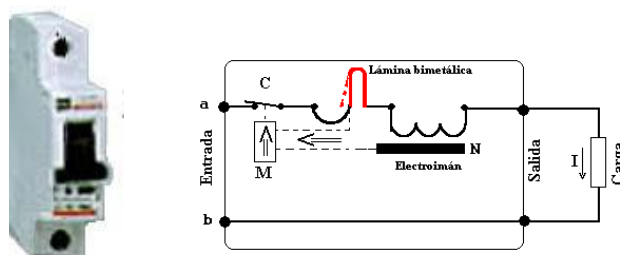


Fig. 22 Esquema de un Breaker

## 7 Transformador

Es un dispositivo eléctrico que consta de dos bobinas sin contacto eléctrico entre ellas, arrolladas a un mismo núcleo de hierro, fig. 23, y que se utiliza para unir dos o más circuitos de corriente alterna (CA) aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas. La bobina conectada a la fuente de energía se llama bobina primaria. Las demás bobinas reciben el nombre de bobinas secundarias. Un transformador cuyo voltaje secundario sea superior al primario se llama transformador elevador. Si el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor. El producto de intensidad de corriente por voltaje es constante en cada juego de bobinas, de forma que en un transformador elevador el aumento de voltaje de la bobina secundaria viene acompañado por la correspondiente disminución de corriente.

Aún transformador se lo puede definir como una máquina eléctrica estática de inducción electromagnética destinada a transformar un sistema de intensidades de CA en uno o más intensidades de CA de igual frecuencia, ocasionando diferentes tensiones e intensidades de corriente entre el primario y el secundario.

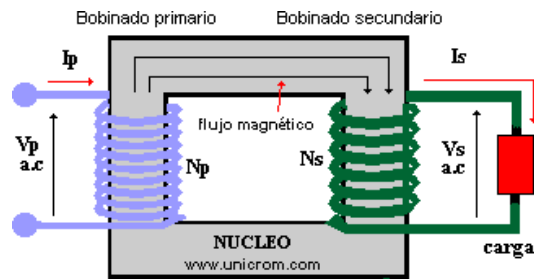


Fig. 23 Estructura de un Transformador

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Libros:**

- 1 ALCALDE SAN MIGUEL, Pablo. 2001. Electrotecnia. 3era ed. AFHA, España, 35p.
- 2 AUGE, R. Curso de Electricidad General. 2da ed. España, Paraninfo S.A, 226p
- 3 BLANES MONLLOR, Miguel. 1982. 20 Lecciones de Electrónica Digital, 2da ed. Barcelona, Boaxareu, 415p
- 4 CAMARENA M, Pedro. Sept. 1981. Manual Práctico para Instaladores y Montadores Eléctricos, México, Continental. 245p.
- 5 HARRY, Mileaf. 1986. Curso Práctico de Electricidad. 3ra ed. Limusa, México, 249p
- 6 ..... . Curso Práctico de Electricidad. 2da ed. Limusa, México, 295p
- 7 HURNEMANN, Muller; LARISH PAULY, Jagla. 1986. Electrotecnia de Potencia, Curso Superior. 2da ed. Reverte, S.A, España, 296P

### **Sitios Web:**

- 1 [http://es.wikipedia.org/wiki/Factor\\_de\\_potencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_potencia).- Sitio destinado a describir lo que es el Factor de Potencia.
- 2 <http://www.fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/resistencia-electrica.htm>.- Es un sitio donde se encuentra teorías acerca de lo que son las Resistencia Eléctrica y de los distintos tipos de Resistencias.
- 3 [http://www.sapiensman.com/electrotecnia/transformador\\_electrico2.htm](http://www.sapiensman.com/electrotecnia/transformador_electrico2.htm).- Aquí se puede encontrar lo que es el funcionamiento y estructura del Transformador Eléctrico.

## VI. CRONOGRAMA

| TIEMPO  | Abril |   |   |   |   | Mayo |   |   |   |   | Junio |   |   |   |   | Julio |   |   |  |  | Agosto |  |  |  |  |
|---|-------|---|---|---|---|------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|---|--|--|--------|--|--|--|--|
| ACTIVIDAD   |       |   |   |   |   |      |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |  |  |        |  |  |  |  |
| Elaboracion del Trabajo de Titulación               | X     | X | X | X | X |      |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |  |  |        |  |  |  |  |
| Aprobacion del Trabajo de Titulación                |       |   |   |   |   | X    | X | X | X | X |       |   |   |   |   |       |   |   |  |  |        |  |  |  |  |
| Desarrollo del Proyecto                             |       |   |   |   |   |      |   |   |   |   | X     | X | X | X | X |       |   |   |  |  |        |  |  |  |  |
| Presentacion y Aprobación del Trabajo de Titulación |       |   |   |   |   |      |   |   |   |   |       |   |   |   |   | X     | X | X |  |  |        |  |  |  |  |
| Sustentación en Público                             |       |   |   |   |   |      |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |  |  | X      |  |  |  |  |

## VII. PRESUPUESTO

| Descripción                  | Cantidad | Precio      | Precio Total |
|------------------------------|----------|-------------|--------------|
|                              |          | Unitario \$ | \$           |
| Resistencias                 | 10       | 0.8         | 8            |
| Condensadores                | 10       | 1.5         | 15           |
| Bobinas                      | 10       | 1           | 10           |
| Voltímetro                   | 1        | 25          | 25           |
| Amperímetro                  | 1        | 33          | 33           |
| Ohmímetro                    | 1        | 25          | 25           |
| Watímetro                    | 1        | 38          | 38           |
| Varímetro                    | 1        | 40          | 40           |
| Frecuencímetro               | 1        | 35          | 35           |
| Cosenofímetro                | 1        | 30          | 30           |
| Conductor Cableado # 14 (m)  | 60       | 0.42        | 25.2         |
| Jack Banana                  | 60       | 0.1         | 6            |
| Lámpara de Señalización      | 1        | 5           | 5            |
| Breaker de 15A               | 1        | 4.5         | 4.5          |
| Elementos para soldar        |          |             | 15           |
| Mueble                       | 1        | 150         | 150          |
| Artículos de Oficina         |          |             | 15           |
| Impresiones                  |          |             | 20           |
| <b>Total del Presupuesto</b> |          |             | <b>499.7</b> |

# INDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| I TEMA.....                                     | I    |
| II INTRODUCCION.....                            | II   |
| III DESCRIPCION TECNICA.....                    | III  |
| IV METODOLOGÍA.....                             | IV   |
| V REVISION BIBLIOGRAFICA.....                   | V    |
| 1 Corriente Alterna.....                        | 1    |
| 1.1 Componentes de un Circuito Eléctrico.....   | 1    |
| 2 Magnitudes Eléctricas Fundamentales           |      |
| 2.1 Voltaje.....                                | 2    |
| 2.2 Corriente Eléctrica.....                    | 3    |
| 2.3 Potencia Eléctrica.....                     | 4    |
| 2.3.1 Tipos de Potencias en CA.....             | 4    |
| 2.4 Factor de Potencia.....                     | 7    |
| 2.5 Ley de OHM.....                             | 7    |
| 3 Dispositivos Eléctricos                       |      |
| 3.1 Resistencia Eléctrica.....                  | 8    |
| 3.1.1 Código de Colores en Resistencias.....    | 9    |
| 3.2 Condensador Eléctrico.....                  | 9    |
| 3.2.1 Capacidad.....                            | 10   |
| 3.2.2 Reactancia Capacitiva ( $X_c$ ).....      | 10   |
| 3.2.3 Código de Colores para Condensadores..... | 11   |
| 3.3 Inductancias.....                           | 12   |
| 3.3.1 Reactancia Inductiva ( $X_L$ ).....       | 13   |
| 4 Circuitos de CA                               |      |
| 4.1 Circuito RC en Serie.....                   | 15   |
| 4.2 Circuito RC en Paralelo.....                | 16   |

|   |            |
|---|------------|
| 4.3 Circuito RL en Serie.....             | 19         |
| 4.4 Circuito RL en Paralelo.....          | 20         |
| 4.5 Circuito LC en Serie.....             | 22         |
| 4.6 Circuito LC en Paralelo.....          | 24         |
| 4.7 Circuito RLC en Serie.....            | 26         |
| 4.8 Circuito RLC en Paralelo.....         | 28         |
| <br>                                      |            |
| <b>5 Instrumentos de Medición</b>         |            |
| 5.1 Voltímetro.....                       | 29         |
| 5.2 Amperímetro.....                      | 30         |
| 5.3 Ohmímetro.....                        | 31         |
| 5.4 Watímetro.....                        | 32         |
| 5.5 Varímetro.....                        | 33         |
| 5.6 Cosenofímetro.....                    | 33         |
| 5.7 Frecuencímetro.....                   | 34         |
| <br>                                      |            |
| <b>6 Dispositivo de Protección</b>        |            |
| 6.1 Interruptor Automático o Breaker..... | 35         |
| <br>                                      |            |
| <b>7 Transformador.....</b>               | <b>35</b>  |
| <br>                                      |            |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                  | <b>37</b>  |
| <br>                                      |            |
| <b>VI CRONOGRAMA.....</b>                 | <b>VI</b>  |
| <b>VII PRESUPUESTO.....</b>               | <b>VII</b> |