

**ELECTROTECNIA**  
**TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO**

**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE**

**OBJETO DE LA PRACTICA**

Armar circuitos de corriente alterna, practicar conexiones y mediciones  
Conocer el funcionamiento y armado del circuito del tubo fluorescente  
Conocer y aplicar la teoría de la corrección del factor de potencia mediante el uso de condensadores.

**ALCANCE**

Se tomará como base de circuito de corriente alterna el del tubo fluorescente, se analizará la funcionalidad de cada uno de los elementos del circuito y se comentará en las conclusiones.

Se medirán las variables eléctricas (intensidad de corriente, diferencia de potencial y potencia activa), se calculará el factor de potencia y se tabularán los resultados.

Se realizará la corrección de factor de potencia para tres valores de capacidad diferente. Se tabularán y graficarán los resultados

Se responderá el cuestionario propuesto.

Se confeccionará un informe de lo actuado incluyendo un resumen para su comprensión rápida.

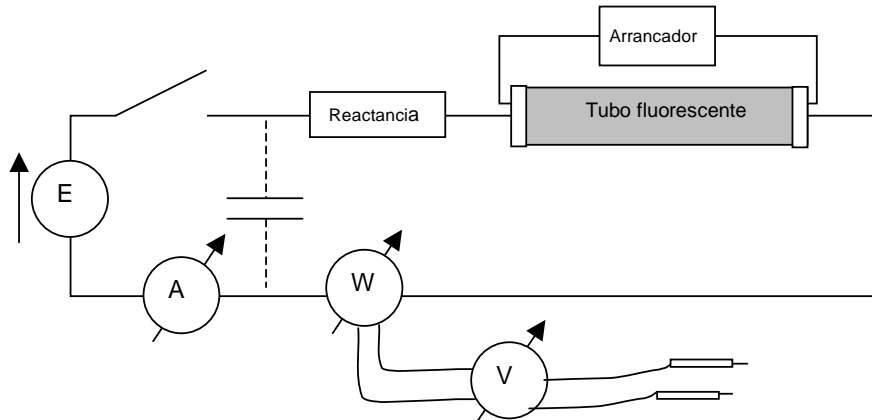
**DESARROLLO DE LA PRACTICA**

1. Reconozca los distintos componentes del circuito y anote sus características
  - a. Tubo
  - b. Reactancia
  - c. Arrancador
  - d. Interruptor
  
2. Reconozca los instrumentos que va a utilizar, anote sus características y determine en que alcances los debe conectar de acuerdo a las características de la fuente y de la carga.
  - a. Voltímetro
  - b. Amperímetro
  - c. Vatímetro
  
3. Arme el circuito de acuerdo al esquema, revíselo antes de cerrar el interruptor.

**ELECTROTECNIA**  
**TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO**

**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE**

**¡ ADVERTENCIA:**  
al armar los circuitos lo último que se conecta es la fuente de tensión  
al desarmar los circuitos lo primero que se desconecta es la fuente de tensión



4. Cierre el interruptor y observe lo que ocurre en el arrancador a lo largo del tiempo. (se le ha quitado la tapa de protección para que pueda verlo).
5. Desconecte el arrancador, ¿que observa? .
6. Abra el interruptor y luego que se haya apagado el tubo vuelva a cerrarlo con el arrancador desconectado, ¿que observa?
7. Vuelva a conectar el arrancador y encienda el tubo.
8. Mida la diferencia de potencial  $V$ , la intensidad de corriente  $I$  y la potencia  $P$  en el tubo ( $t$ ), en la reactancia ( $X$ ) y en la salida de la fuente ( $F$ ).
9. Con los datos recabados en los puntos anteriores calcule el factor de potencia bajo el cual la fuente ve al circuito, el del tubo y el de la reactancia. Utilice la siguiente expresión de cálculo

$$\cos\varphi_i = \frac{P_i}{V_i \times I_i}$$

el subíndice  $i$  corresponde respectivamente al tubo ( $t$ ), a la reactancia ( $X$ ) y a la fuente ( $F$ )

10. A partir de los datos recabados calcule el valor del condensador que debería poner en paralelo a la salida de la fuente para elevar el factor de potencia a la unidad. (ver expresión de cálculo en anexo).

**ELECTROTECNIA**  
**TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO**

**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE**

11. Agregue un condensador en paralelo con la carga, tenga presente que el amperímetro debe medir ahora la corriente que entrega la fuente, mida la diferencia de potencial en la fuente y la corriente y la potencia que la fuente entrega al circuito. Determine el nuevo factor de potencia y la variación de corriente por el hecho de agregar un condensador. Repita esto para tres condensadores distintos tratando de que el factor de potencia sea menor que 1 y en atraso, cercano a 1 y menor que 1 y en adelanto.

**CUESTIONARIO:**

(recopile durante la práctica los datos necesarios para responderlo.)

1. Describa brevemente que función cumple cada uno de los instrumentos de medición empleados y como deben ser conectados. Comente cual es la diferencia entre un watímetro común y uno de bajo  $\cos \phi$  y cuando y porque conviene el empleo de este último.
2. Describa brevemente que ocurre en el arrancador al cerrar el interruptor y que causas y consecuencias tiene.
3. Que ocurre cuando luego de encender el tubo se desconecta el arrancador. Justifique la respuesta
4. Que ocurre cuando con el arrancador desconectado se cierra el interruptor. Justifique la respuesta.
5. ¿Que funciones cumple la reactancia en el circuito?. ¿Podría una resistencia cubrir alguna de estas funciones?. Justifique la respuesta.
6. ¿Por qué hay un consumo de potencia activa en la reactancia tratándose de una bobina ?
7. ¿Qué beneficios trae al proveedor de electricidad y al usuario el mejoramiento del factor de potencia?
8. ¿Por qué resulta necesario cortocircuitar el amperímetro cuando se conecta o desconecta el condensador ?
9. A modo de ejercicio suponga que para obtener un nivel de iluminación igual al del tubo que usó debe emplear una lámpara incandescente de una potencia cinco veces mayor a la potencia del tubo. ¿Qué energía en kW-h consumiría en cada caso si estuvieran encendidos 8 hs/día durante 60 días?. Tenga en cuenta la potencia consumida por la reactancia.

**ELECTROTECNIA**  
**TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO**

**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE**

**Anexos:**

**1. Tabla de valores**

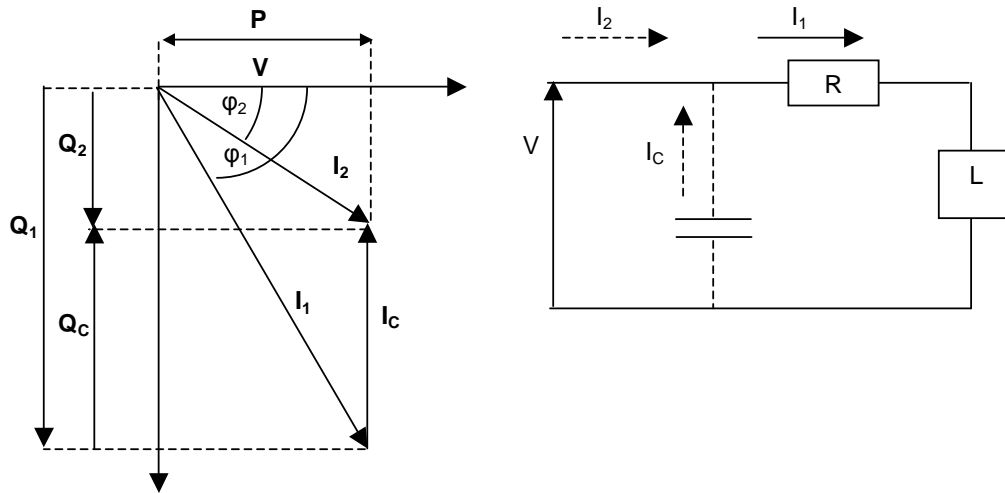
<b>TUBO FLUORESCENTE</b>				
Valores nominales				
Tubo		Reactancia		Arrancador
Mediciones	unidad	Tubo	Reactancia	Conjunto
$V$	V			
$I$	A			
$P$	W			
$S = V \times I$	VA			
$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$	-			
$Q = P \times \operatorname{tg} \varphi$	VAR			
$\varphi$	grados			
		Conjunto sin condensador	Conjunto con condensador	
<i>Capacidad</i>	μF			
$V$	V			
$I$	A			
$P$	W			
$S = V \times I$	VA			
$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$				
$Q = P \times \operatorname{tg} \varphi$	VAR			
$\varphi$	grados			

**ELECTROTECNIA**  
**TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO**

**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE**

**2. Corrección del factor de potencia**

Cálculo de la capacidad necesaria para que el factor de potencia pase de  $\cos \varphi_1$  a  $\cos \varphi_2$



Para aumentar el  $\cos \varphi$  de  $\cos \varphi_1$  a  $\cos \varphi_2$  es necesario agregar al circuito original resistivo inductivo un condensador en paralelo que proporcione al mismo la diferencia de potencia reactiva entre uno y otro caso.

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = \frac{V^2}{X_c} = 2 \times \pi \times f \times C \times V^2 = P \times (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

$$C = \frac{P \times (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)}{2 \times \pi \times f \times V^2}$$

Ejemplo:

Se tiene un circuito de 220V, 50Hz que consume una potencia de 40W con un factor de potencia 0,5 y se quiere elevar el factor de potencia a 0,9.

$$P = 40W \quad f = 50Hz \quad V^2 = 48.400V$$

$$tg \varphi_1 = tg(\arccos(0,5)) = 1,73 \quad tg \varphi_2 = tg(\arccos(0,9)) = 0,48$$

$$C = \frac{40W \times (1,73 - 0,48)}{2 \times \pi \times 50Hz \times 48.400V^2} = 3,29 \times 10^{-6} F = 3,29 \mu F$$

# ELECTROTECNIA

## TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO

### CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE

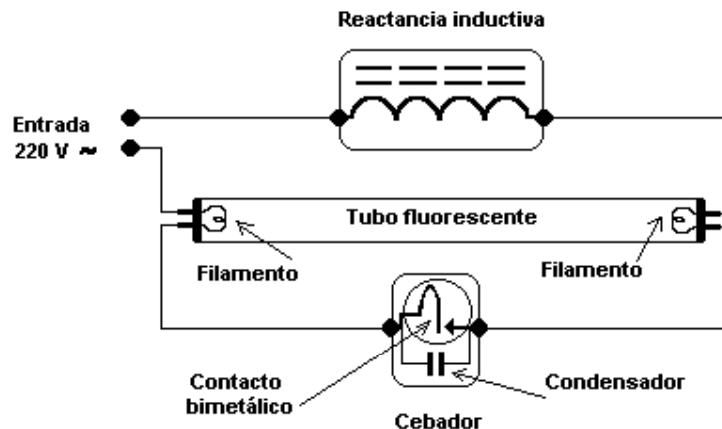
#### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La fluorescencia es una propiedad que presentan ciertas sustancias consistente en emitir luz cuando son expuestas a radiaciones del tipo ultravioleta, rayos catódicos o rayos X. Las radiaciones absorbidas, invisibles al ojo humano, son transformadas en luz visible, es decir se realiza un proceso de conversión de frecuencia.

En el proceso, una molécula absorbe un fotón de alta energía y luego lo emite como un fotón de baja energía (mayor longitud de onda), la diferencia de energía entre la absorción y la emisión, es disipada como calor (vibraciones moleculares).

Se denomina tubo fluorescente a un tipo de lámpara, basada en la fluorescencia, utilizada comúnmente para la iluminación doméstica e industrial que tiene como atractivo un rendimiento lumínico superior al de la lámpara incandescente tradicional y por lo tanto un menor consumo de energía en iguales condiciones.

Una instalación típica de lámpara fluorescente consta de tres elementos: el tubo, el arrancador o cebador y el reactor, balasto o reactancia inductiva.



(esquema obtenido de [www.es.wikipedia.gov](http://www.es.wikipedia.gov))

#### El tubo:

Es un cilindro de vidrio de largo variable al que se le ha quitado el aire, revestido interiormente con un material fluorescente, que contiene en su interior un gas inerte (por lo general argón) a baja presión con pequeñas cantidades de mercurio. En sus extremos está cerrado y provisto de dos filamentos metálicos denominados cátodos que terminan en un par de contactos externos.

#### El arrancador o cebador :

Existen diferentes modelos, acá describiremos uno clásico.

Es una ampolla de vidrio rellena con neón a baja presión en la que se han colocado dos contactos, uno de ellos bimetal. En paralelo con los contactos tiene un condensador para disminuir los efectos de apertura y cierre. (apaga chispas).

#### El reactor, balasto o reactancia inductiva:

# ELECTROTECNIA

## TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO

### CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE

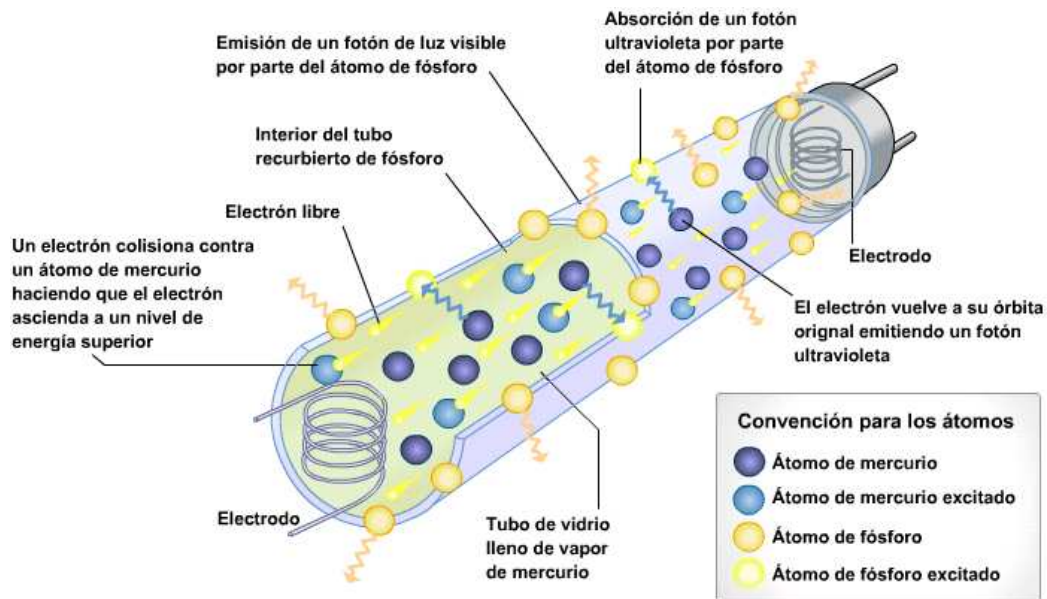
Es una bobina con núcleo de hierro laminado encapsulada en resina aislante.

En cuanto a su **principio de funcionamiento** se puede decir lo siguiente:

Al circular corriente por los filamentos del tubo se desprenden electrones del revestimiento de éstos. Además de estos electrones liberados térmicamente hay electrones desprendidos por la diferencia de potencial entre los filamentos, la cual los hace viajar a altas velocidades desde un electrodo al otro estableciendo una descarga eléctrica. Por ello el gas del tubo se calienta rápidamente aumentando la presión de vapor de mercurio al valor de máxima eficiencia.

El choque entre los electrones de los filamentos y los átomos de mercurio desprende electrones de los átomos de mercurio de su órbita. Estos electrones desplazados retornan casi inmediatamente a su posición normal emitiendo la energía que habían absorbido fundamentalmente como radiación ultravioleta ( $\lambda = 253,7 \text{ nm}$ ).

La radiación ultravioleta es absorbida por el fósforo del cual está revestido el tubo y vuelta a irradiar a longitudes de onda mayores correspondientes a luz visible. El color de la luz emitida depende de la composición química del revestimiento que va dentro del tubo.



#### Como se logra esto

Al energizar el circuito los contactos del arrancador quedan sometidos a la diferencia de potencial aplicada al mismo. Esto hace que el gas de la ampolla se ionice dejando circular corriente por él lo cual produce el calentamiento del contacto bimetálico logrando su cierre. Entonces circula corriente a través de los filamentos del tubo y estos emiten electrones térmicos.

Al cerrarse los contactos del arrancador se anula la diferencia de potencial entre los mismos por lo cual el gas se enfría y los contactos se abren. Este ciclo se repite hasta que

# ELECTROTECNIA

## TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO

### CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA – TUBO FLUORESCENTE

el tubo entra en funcionamiento por lo cual hasta entonces la corriente a través de los filamentos es pulsante.

Como consecuencia de la interrupción brusca de la corriente por parte del arrancador se induce en la reactancia inductiva una f.e.m. importante que logra ionizar el gas del tubo e iniciar la conducción por él.

En estas condiciones la diferencia de potencial entre los contactos del arrancador es baja y por ello los mismos quedan definitivamente separados.

Por otra parte la corriente que circula por la reactancia inductiva produce en ella una caída de potencial de manera tal que limita la diferencia de potencial entre los extremos del tubo y por ende la corriente que circula por el mismo. Si esto no ocurriera la corriente tomaría valores sumamente elevados a consecuencia de la disminución de la resistencia eléctrica del gas con la ionización.

En resumen tanto el arrancador como el reactor cumplen dos importantes y diferentes funciones :

El arrancador:

1. Cierra el circuito a través de él de manera que circule corriente por los filamentos del tubo y estos emitan electrones.
2. Abre el circuito produciendo una variación brusca de la corriente en un tiempo muy breve a consecuencia de lo cual se induce una fem importante en el reactor.

El reactor:

1. Induce una fem elevada a raíz de la brusca variación de corriente producida por la apertura del arrancador, logrando de esta manera la ionización del gas del tubo y la conducción eléctrica en él.
2. Una vez que el tubo está en funcionamiento limita, por la caída inductiva en él, la diferencia de potencial entre los extremos del tubo y la corriente que circula.

El hecho de usar la misma reactancia como “generador” de la fem de inducción necesaria para ionizar el gas del tubo y como posterior limitador de corriente tiene dos ventajas: la primera no es necesario incorporar otro elemento para la segunda función y la segunda es que el consumo de potencia activa es menor que el de una resistencia usada para tal fin. Si bien teóricamente el consumo en una inductancia pura es nulo, en una inductancia real el mismo existe debido a la resistencia interna del conductor y a las pérdidas en el hierro (por histéresis y corrientes parásitas ) y otras adicionales.

Como contrapartida el uso de una inductancia reduce el factor de potencia de la instalación y si se quiere mejorar el mismo es necesario agregar un condensador en paralelo.