

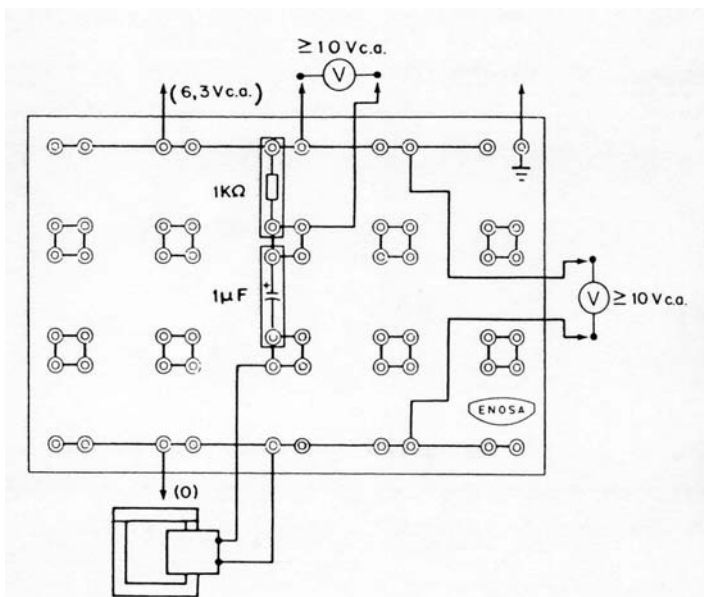


**CENTRO ASOCIADO UNED DE CIUDAD REAL
SEDE DE VALDEPEÑAS**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRACTICAS DE FÍSICA II**

Práctica 1.

CIRCUITO CON R, L Y C EN CORRIENTE ALTERNA. CONCEPTO GENERAL DE IMPEDANCIA.



Objetivo:

Estudiar un circuito con resistencias, inductancias y condensadores en corriente alterna (circuito RLC).

Fundamentos Teóricos:

En los circuitos RLC no se verifica la relación algebraica:

$$V = V_R + V_L + V_C$$

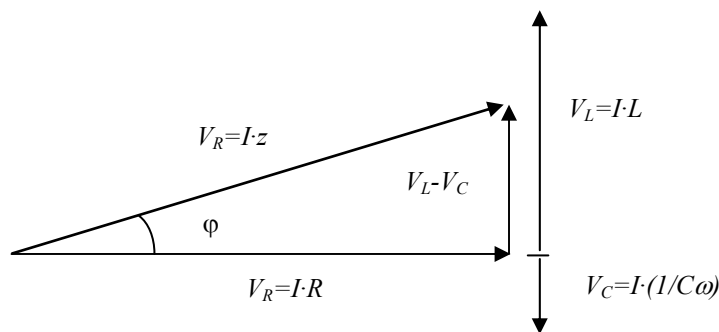
sino que se cumple:

$$V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$$

Esta última expresión sugiere que las tensiones, en un circuito de corriente alterna, están ligadas por la relación vectorial:

$$\vec{V} = \vec{V}_R + \vec{V}_L + \vec{V}_C$$

cuyo diagrama se representa en la siguiente figura



El desfase entre la intensidad que circula y la tensión de la fuente viene dada por:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

En un circuito *RLC*, la Ley de Ohm se expresa por:

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

siendo *Z* la impedancia total del circuito y $X = V_{LC}/I = X_L - X_C$ su reactancia.

Realización:

1. Efectuar el montaje de la figura, colocando en serie la resistencia de 1 kΩ, el condensador de 1 μF y la bobina de 2.000 espiras.
2. Situar la bobina en el núcleo del transformador en U y cerrar su armadura con el núcleo recto.
3. Conectar la salida de 6,3 V c.a. de la fuente de alimentación a los bornes del panel de montajes que se indican
4. Conectar un polímetro en la escala >10 V c.a. en paralelo con la fuente de alimentación y el otro, en la misma escala, en paralelo con la resistencia.
5. Cerrar el interruptor de la fuente de alimentación y anotar los valores de los dos voltímetros.
6. Desconectar el voltímetro de la resistencia y medir, sucesivamente, las tensiones del condensador, de la bobina y del conjunto condensador-bobina.

| $R(k\Omega)$ | $V(v)$ | $V_R(v)$ | $V_C(v)$ | $V_L(v)$ | $V_{CL}(v)$ |
|--------------|--------|----------|----------|----------|-------------|
| | | | | | |

7. Repetir las medidas utilizando sucesivamente las resistencias de 2,2 kΩ, 4,7 kΩ y 10 kΩ.
8. Completar el cuadro siguiente y determinar qué columna es aproximadamente igual a *V* y cuál a V_{CL} . Calcular el ángulo de fase del circuito para cada montaje:

| <i>R</i> | $V_R + V_C + V_L$ | $V_C + V_L$ | $V_C - V_L$ | $\sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ | $\varphi(^{\circ})$ |
|----------|-------------------|-------------|-------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | | | |

9. Calcular la intensidad que circula en cada montaje, y después determinar los valores de la impedancia y reactancia del circuito:

| $R(k\Omega)$ | $I(mA) = V_R / R$ | $Z(k\Omega) = V/I$ | $X(k\Omega) = V_{CL}/I$ |
|--------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| | | | |

Practica 2.

CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA BOBINA PLANA CIRCULAR.

Objetivo.

Estudiar las variables que intervienen en el campo magnético creado por una bobina plana circular y determinar la componente horizontal del campo magnético terrestre.

Fundamentos teóricos.

El campo magnético creado por una espira circular en su centro viene dada por la ecuación:

$$B_o = \frac{\mu_0 I}{2R} \text{ (weber/m}^2\text{)}$$

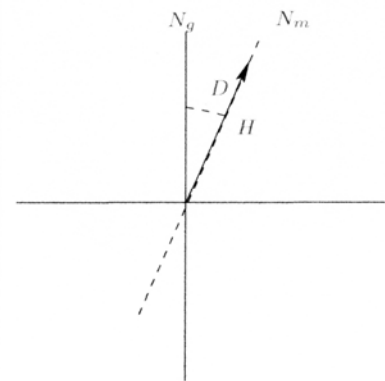
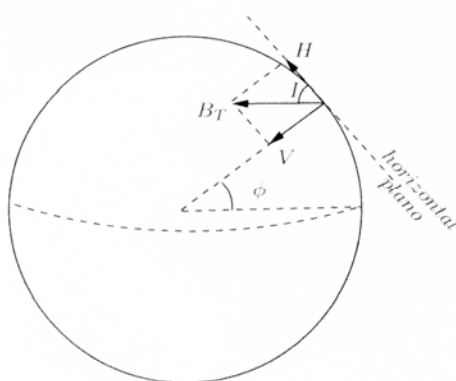
Siendo μ_0 la permeabilidad magnética del medio ($4\pi \times 10^{-7}$ weber/amperio·m)
 I la intensidad de la corriente que circula por ella
 R el radio de la espira.
 $1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ Tesla} = 10^4 \text{ Gauss}$

Si se trata de una bobina plana formada por n espiras, la fórmula anterior se convierte en:

$$B_o = \frac{\mu_0 n I}{2R}$$

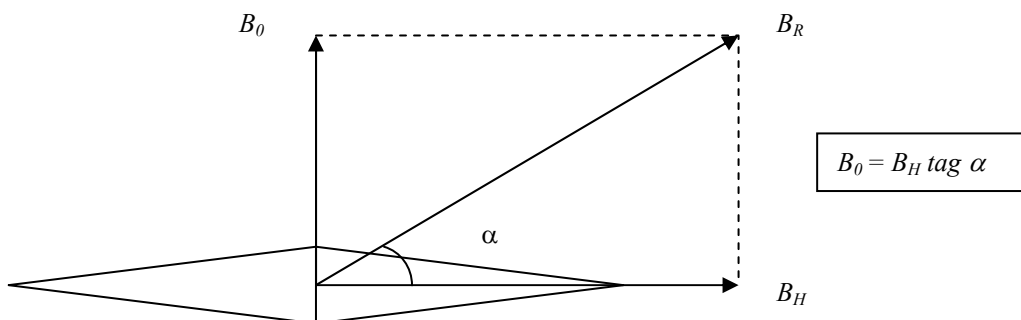
Cuando por la bobina no circula ninguna corriente, la aguja imantada del aparato estará sometida únicamente a la componente horizontal de la inducción terrestre, además de las eventuales inducciones parásitas.

El campo magnético terrestre es aproximadamente igual al campo generado por un dipolo magnético situado en el centro de la Tierra. En un punto P de la superficie terrestre de latitud geográfica φ , el campo magnético B_T se puede descomponer en una componente horizontal B_H dirigida al Norte, y una componente vertical V que en el hemisferio norte está dirigida hacia el centro de la Tierra en sentido contrario en el hemisferio sur. El ángulo I que forma la dirección del vector campo magnético con la horizontal del lugar se denomina ángulo de inclinación, ver figura, de signo positivo cuando V está dirigido hacia el centro de la Tierra, y negativo cuando está dirigido en sentido opuesto. La dirección del campo magnético terrestre varía con el tiempo y en general es tal que el polo norte magnético no coincide con el polo norte geográfico. Se llama desviación magnética al ángulo que forma la dirección de la componente horizontal del campo terrestre, esto es, la dirección de la brújula y la dirección al Polo Norte geográfico. Este ángulo es positivo si la desviación es hacia el Este y negativo hacia el Oeste.



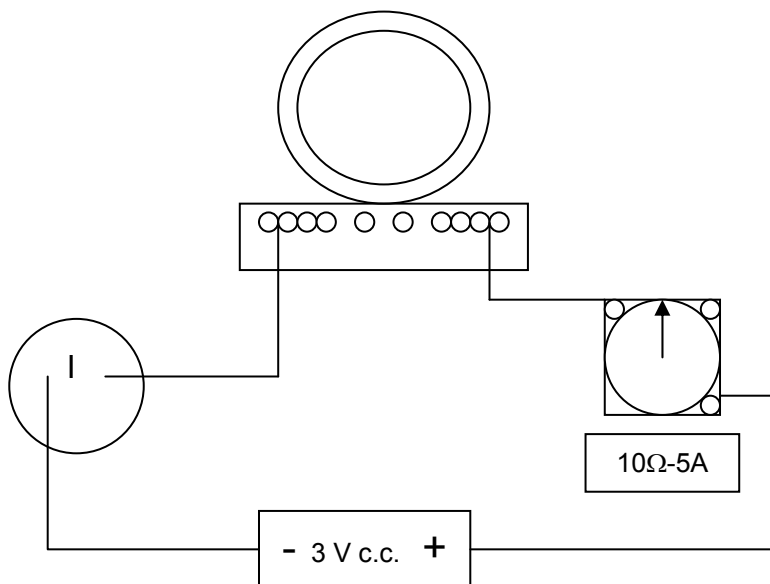
Cuando por la bobina circula una corriente, se crea un campo magnético B_o perpendicular al plano de la bobina y cuyo sentido sigue la regla del sacacorchos. Su valor se puede determinar experimentalmente

por comparación con el campo magnético terrestre. Si se orienta la bobina de forma que ambos campos sean perpendiculares, el campo magnético resultante B_R formará un ángulo α con respecto al meridiano magnético de la tierra B_H , tal que:



Procedimiento experimental.

Realizar el montaje esquematizado a continuación:



Antes de hacer circular la corriente, el aparato debe ser orientado de tal forma que la aguja imantada quede en el mismo plano que el de las espiras. Golpear ligeramente la base con los dedos para asegurar la situación.

Atención: La corriente nominal admisible para las diferentes espiras es de 2A, sin embargo el equipo tolera intensidades de 5A durante 1 minuto.

1. Influencia del número de espiras.

Para un radio constante (12 cm) y una intensidad aproximada de 2 A tomar sucesivamente 2, 3, 4 y 5 espiras anotando α y la intensidad medida por el amperímetro (Dado que varía en cada experimento)

$$B_o = \frac{\mu_0 n I}{2R} = B_H \text{ tg } \alpha \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{\mu_0}{B_H \cdot 2 \cdot R} \cdot n \cdot I$$

Representar gráficamente $\tan \alpha$ en función de $n \cdot I$ y hallar la pendiente y la ordenada en el origen. ¿A qué corresponden estos dos valores?

Calcular $\tan \alpha / n \cdot I$ para cada experimento y hallar la media, la desviación estándar y la desviación estándar relativa del conjunto de medidas. ¿Se puede decir que es una constante?

2. Influencia del radio de las espiras.

Tomar una espira y medir el ángulo de desviación para radios diferentes y la Intensidad.

$$\frac{R \cdot \tan \alpha}{I} = \frac{\mu_0 \cdot n}{2 \cdot B_H} = \text{constante}$$

Calcular $R \cdot \tan \alpha / I$ para cada experimento y hallar la media y desviación estándar del conjunto de medidas. ¿Se puede decir que es una constante?

Representar $\tan \alpha$ (eje y) frente a I/R y hallar la ordenada en el origen y la pendiente. ¿A qué corresponden estos dos valores?

3. Determinación de B_H .

Con todos de los datos obtenidos anteriormente calcular el valor de los campos magnéticos B_0 creados por las espiras. Determinar el valor de la componente horizontal de la inducción terrestre para cada caso, B_H , calcular la media y su error. Comparar el resultado con el valor local del campo en la localidad donde se realiza la práctica, valor que se puede encontrar en (www.ngdc.noaa.gov). Para Valdepeñas está en torno a 26,35 μT o 0,2635 Gauss.

Práctica 3. RESISTENCIAS NO LINEALES. VARIACION DE LA RESISTENCIA DE UN TERMISTOR CON LA TEMPERATURA.

Objetivo:

Comprobar el comportamiento no lineal de ciertas resistencias.

Teoría:

LDR (light dependent resistors), son resistencias que varían en función del grado de iluminación. En la oscuridad no presentan electrones libres y en presencia de luz liberan electrones aumentando su conductividad. Se fabrican a partir de sales de cadmio.

VDR (voltage dependent resistors), son resistencias que varían con la tensión aplicada. Se fabrican a partir de carburo de silicio.

PTC (positive temperature coefficient), son resistencias cuyo coeficiente de temperatura es positivo, es decir, su resistencia aumenta con la temperatura. Se fabrican a partir de carbonato de bario y óxidos de estroncio y titanio.

NTC (negative temperature coefficient), son resistencias cuyo coeficiente de temperatura es negativo, es decir, su resistencia disminuye con la temperatura. Se fabrican a partir de óxidos de Cr, Mn, Fe, Co y Ni. Este último tipo de termistor es un material semiconductor de resistencia extraordinariamente sensible a los cambios de temperatura. Su variación es del tipo:

$$R = r \omega e^{B/T} \quad (1)$$

en donde R es la resistencia del termistor, T la temperatura en °K y $r\omega$ y B constantes que dependen del termistor.

Realización:

1. Situar sobre el panel de montajes la resistencia LDR y conectarla a un polímetro previamente situado en la escala de resistencias. Exponer la LDR a la luz de un foco luminoso (linterna, flexo, etc.) e interponer un objeto opaco entre ambos. Observar lo que sucede y anotar la lectura de los instrumentos. Formular la conclusión correspondiente.
2. Repetir la experiencia anterior situando en el panel de montajes una resistencia PTC y conectarla a un polímetro previamente situado en la escala de resistencias. Anotar la resistencia a temperatura ambiente. A continuación se calienta la resistencia con la mano. Observar lo que sucede y anotar la lectura de los instrumentos. Formular la conclusión correspondiente.
3. Repetir de nuevo el experimento situando en el panel de montajes una resistencia NTC y conectarla a un polímetro previamente situado en la escala de resistencias. Anotar la resistencia a temperatura ambiente. A continuación se calienta la resistencia con la mano. Observar lo que sucede y anotar la lectura de los instrumentos. Formular la conclusión correspondiente.
4. Dependencia de la resistencia con la temperatura. La regleta de prueba consta de 6 resistencias: Película de carbón, película metálica TC 50, PTC, NTC, alambre de cobre y alambre de constantan (CuNi). Se introduce en un baño de agua termostatzado al que se le

añaden unos hielos para conseguir una temperatura inicial de unos 10°C. La regleta de resistencias se conecta a un polímetro en posición de medida de resistencia.

Se empieza a calentar el baño de agua y se toman lecturas de resistencia y temperatura a intervalos aproximados de 6-8° C entre la temperatura inicial y 70°C.

Representar los valores medidos para cada tipo de resistencia (eje Y) frente a la temperatura (eje X) y realizar los comentarios que se puedan derivar.

Además, para los valores obtenidos para la resistencia NTC se harán los siguientes cálculos. Tomando logaritmos en la ecuación (1) resulta:

$$\ln R = \ln r\omega + \frac{B}{T}$$

Represente $\ln R$ (eje Y) en función de $1/T$ (eje X, T en grados Kelvin) que nos dará una línea de pendiente B y cortará al eje en $\ln r\omega$. Calcule dichos parámetros, junto con sus errores y el coeficiente de regresión mediante el método de mínimos cuadrados. Obtenga a partir de ellos las constantes $r\omega$ y B que dependen del termistor.

Práctica 4. DIFRACCIÓN DE FRAUNHOFER PRODUCIDAS POR UNA RENDIJA.

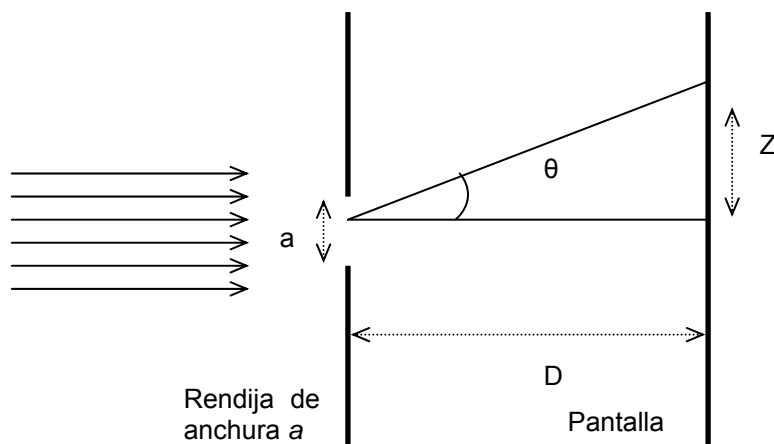
Objetivo:

Observar la difracción de Fraunhofer producida al paso de la luz por una rendija rectangular estrecha.

Buscar una aplicación práctica al fenómeno de la difracción, midiendo la amplitud de las rendijas estrechas que tiene de problema.

Fundamentos Teóricos:

La **difracción** de Fraunhofer se produce cuando el manantial luminoso y la pantalla donde recogemos la imagen de difracción están a distancias teóricamente infinitas del objeto difractante. Utilizando el láser como fuente de luz, los frentes de onda son casi planos y situando la pantalla a una distancia de unos metros del objeto difractante, estamos en condiciones de poder observar esta difracción.



Cuando un haz de luz se encuentra con una abertura, cada punto de la misma se convierte en un foco secundario de radiación, emite ondas elementales —Huygens— que se superponen en la pantalla dando lugar a la imagen de difracción. En la pantalla se observará un *máximo principal* simétrico respecto del eje vertical enfrente de la rendija, puesto que en esta dirección todos los focos secundarios de

la rendija son equidistantes de la pantalla y llegan por tanto en fase. Si nos alejamos de este punto central, la distancia procedente de un lado de la rendija resulta más grande que la procedente de otro lado y se provocan diferencias de fase. Así se observarán otros máximos de menor amplitud e intensidad luminosa, son los llamados máximos secundarios. Entre los máximos hay unas zonas sin luz «negras» conocidas como mínimos nulos que aparecen cuando la interferencia es destructiva total.

La posición de los máximos secundarios y de los mínimos nulos, medidos en la pantalla con origen en el centro del máximo principal, viene dados por las ecuaciones:

$$Z_{\text{máx}} = \left(\frac{2n+1}{2} \right) \frac{D\lambda}{a} \quad (1) \quad Z_{\text{mín}} = n \frac{\lambda D}{a} \quad (2)$$

donde a es la anchura de la rendija, $\lambda = 633 \cdot 10^{-9}$ m, D es la distancia del diafragma con la rendija a la pantalla y $n = 1, 2, 3, \dots$

Material

Láser

Mesa óptica

Soporte p/láser

Diafragma con dos/tres rendijas

Banco óptico

Diafragma c/dos o tres dobles rendijas

Soporte p/diafragmas

Metro metálico

Papel milimetrado

Regla de 0,5 mm

Observaciones:

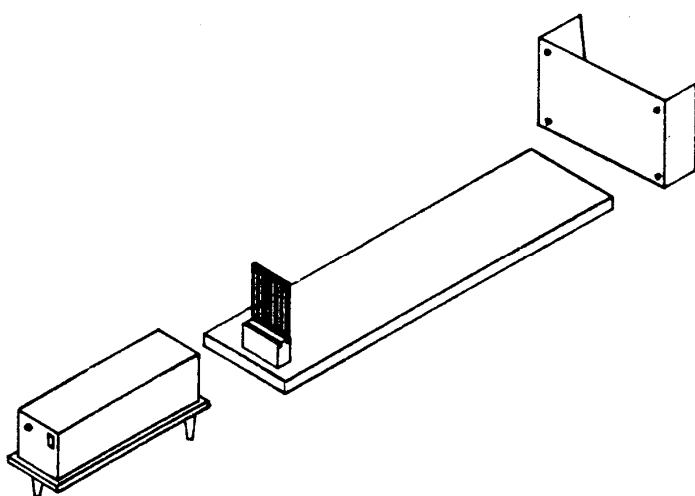
La realización de este experimento requiere que reduzca usted el nivel luminoso ambiental en lo posible.

Le recomendamos el uso de las gafas, para evitarse los reflejos del diafragma metálico, cuando esté usted tratando de iluminar uniformemente las rendijas. Después puede prescindir de ellas.

Realización:

Es necesario dejar mucha distancia entre el diafragma con las rendijas y la pantalla. Entre 5 y 7 m es una distancia aconsejable.

Disponga los elementos como aparecen en la figura y sujete con los imanes un papel milimetrado en la pantalla.



1. Sitúe frente al láser la rendija más ancha y centre bien la luz sobre ella.

2. Observe la imagen de difracción. Haga una descripción de la misma y acompáñela de un dibujo en su cuaderno.

3. Señale en el papel de la pantalla la posición de los mínimos nulos. Observe que tienen simetría respecto de un eje perpendicular que pase por el centro del máximo principal que llamaremos *O*.

Retire el papel, determine el punto *O* y mida la posición de los mínimos nulos Z_{min} . Anote los resultados en la siguiente

tabla y calcule la media aritmética *Z* para la posición de los mínimos nulos.

¿Cuánto vale la amplitud del máximo principal (distancia entre 1 y -1)?

¿Y la de los máximos secundarios ($Z_{2/-2} - Z_{1/-1}$, $Z_{3/-3} - Z_{2/-2}$, $Z_{4/-4} - Z_{3/-3}$)? Halle su media.

| | | | | | | | | |
|------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
| <i>n</i> | 1 | -1 | 2 | -2 | 3 | -3 | 4 | -4 |
| Z_{min}/mm | | | | | | | | |
| <i>Z (media)</i> | | | | | | | | |

4. Sitúe frente al láser una rendija más estrecha y observe la imagen a la misma distancia. ¿Qué diferencia más significativa encuentra? Repita el paso 3 con esta imagen.

5. Como aplicación práctica va a medir la anchura de esta segunda rendija.

Si hacemos $n = 1$ en la ecuación (2) resulta $Z_{min} = \lambda D/a$. Z_{min} es una función lineal de *D*, puesto que λ y *a* son constantes. La pendiente de la recta que resulta de representar Z_{min} (eje *Y*) frente a *D* (eje *X*) valdrá λ/a .

Varíe usted la distancia *D*, trasladando la pantalla y vaya midiendo la posición del primer mínimo nulo en todos los casos (basta con medir la anchura del máximo principal y dividirla por 2). Realice al menos 10 medidas y complete la siguiente tabla.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| D (m) | | | | | | | | | |
| A_{max} (m) | | | | | | | | | |
| Z_{min} (= $A/2$) | | | | | | | | | |

Represente gráficamente Z_{min} (eje Y) frente a D (eje X) y ajústela a una recta por el método de mínimos cuadrados y obtenga la pendiente, la ordenada en el origen, los errores de ambos parámetros y el coeficiente de regresión lineal. La pendiente de la gráfica será igual a λ/a . Despejando debe obtener la anchura a de la rendija ($\lambda = 633 \cdot 10^{-9} \text{ m}$) y compararla con el valor real.

Práctica 5.

PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR.

Objetivo

La práctica tiene por objeto estudiar el comportamiento transitorio de circuitos RC, determinando la constante de tiempo de los mismos e infiriendo, a partir de las mismas, los valores de capacidad empleados.

Introducción.

1. Osciloscopio

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical Y representa el voltaje, mientras que el eje horizontal X representa el tiempo. Con un osciloscopio podemos determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal y de forma indirecta la frecuencia de una señal, así como la fase entre dos señales. Además, el osciloscopio nos permite determinar qué parte de la señal es corriente continua y cuál alterna así como determinar qué parte de la señal es ruido y cómo varía este con el tiempo.

Dada la facilidad del osciloscopio para observar señales variables, se utiliza para mostrar transitorios y señales que varían muy rápidamente, así como para la medida de intervalos de tiempo entre dos valores de un voltaje o el desfase entre dos señales sinusoidales.

El osciloscopio refleja en la pantalla lo que ocurre en el tiempo con la señal eléctrica observada.

Manejo del osciloscopio

Controles externos básicos que posee un osciloscopio:

1. El primero de ellos que se ocupa únicamente del eje X, esto es del eje de tiempos. En ese bloque hay una escala de tiempos que nos permite determinar con mayor o menor fineza el periodo de nuestra señal en la pantalla; además dispone de un mando para desplazar horizontalmente la señal en la pantalla para facilitar dicha medida.
2. En el segundo bloque dedicado al eje vertical (voltajes), admite dos señales de entrada (canales A y B) y dispone de sendas escalas de voltajes y de mandos de control del desplazamiento vertical, todo ello, nuevamente, con el fin de obtener un grado de finura mayor en nuestras medidas. Por ejemplo si el mando está en la posición 2 voltios/div significa que cada una de las divisiones verticales de la pantalla (cuadrados de aproximadamente un 1 cm con 5 subdivisiones) representan 2 voltios y cada subdivisión representa $2 \text{ voltios}/5 = 0,4 \text{ voltios}$ (la misma consideración se hace para la medida de tiempos).

A la hora de medir voltajes debemos recordar que cuando hablamos de voltaje queremos realmente expresar la diferencia de potencial eléctrico, expresado en voltios, entre dos puntos de un circuito. Sin embargo, normalmente uno de los puntos está conectado a masa (0 voltios) simplificando el lenguaje y hablando así del voltaje en el punto A (subyaciendo la idea de

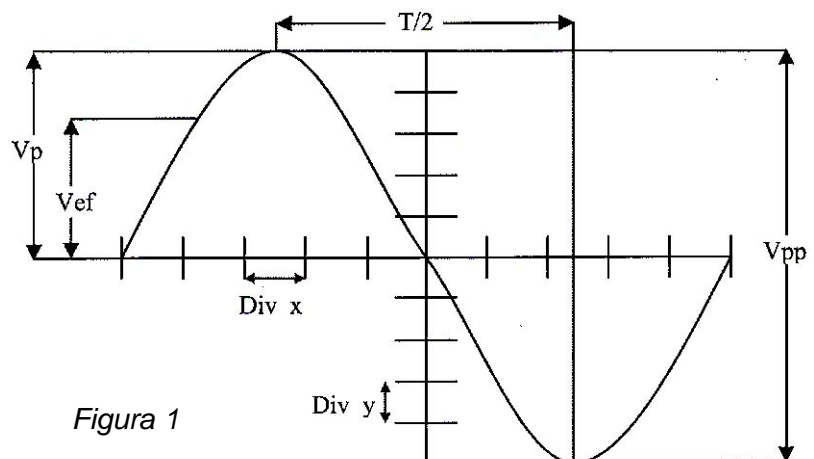


Figura 1

que lo que se mide es la diferencia de potencial entre el punto A y GND). Los voltajes pueden también medirse de pico a pico (entre el valor máximo y mínimo de la señal), conociéndose el resultado como tensión pico a pico, que no es más que la diferencia de potencial entre el máximo y el mínimo de la señal en la pantalla, como se observa en la Figura 1. Es importante que la señal ocupe el máximo espacio posible de la pantalla para realizar medidas fiables lo cual se logrará variando adecuadamente la escala en el eje.

Para realizar medidas de tiempo se utiliza la escala horizontal del osciloscopio. Esto incluye la medida de periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos.

Medidas de voltajes

Para ello es necesario introducir el concepto de valor eficaz (el medido por el polímetro) y valor medio de una función periódica.

$$V_m = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} V(t) dt$$

$$V_{ef} = \left(\frac{2}{T} \int_0^{T/2} V(t) dt \right)^{1/2}$$

Las funciones de las señales sinusoidales y rectangulares vienen dadas por:

$$V(t) = V_o \text{ sen } \omega t$$

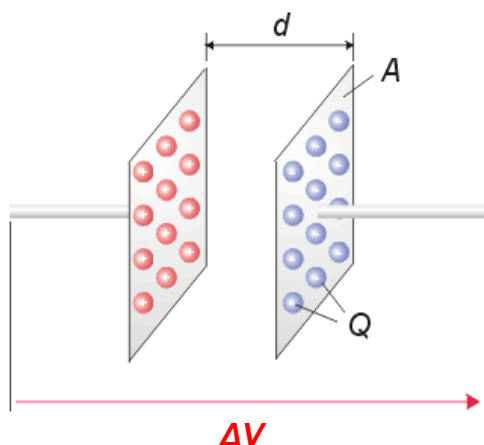
$$V(t) = \begin{cases} V_o \text{ para } 0 \leq t \leq T/2 \\ -V_o \text{ para } T/2 \leq t \leq T \end{cases}$$

Realizando las integraciones correspondientes:

| Señal | V_p | V_{med} | V_{ef} |
|------------|-------|------------|------------------|
| Cuadrada | V_o | $2V_o$ | V_o |
| Sinusoidal | V_o | $2V_o/\pi$ | $V_o / \sqrt{2}$ |

De esta forma podemos comparar las medidas realizadas con el osciloscopio y el polímetro.

2. Capacitancia de un condensador.



Los condensadores son estructuras en las que se pueden almacenar cargas eléctricas en reposo. En su forma básica, constan de dos placas metálicas que representan sus electrodos. Por medio del aislamiento de las cargas se forma una diferencia de potencial eléctrico (tensión) V entre dichos electrodos. La imagen muestra como ejemplo un condensador de placas, en donde se observa la superficie A y la distancia entre placas d , que porta la carga Q . Entre las placas, por lo general, se encuentra un material aislante, es decir, el elemento que se conoce como dieléctrico. Debido al aislamiento de cargas se forma un campo eléctrico entre las placas.

Entre la carga y la tensión existe una relación lineal. Es válida la siguiente relación: $Q = C \cdot U$

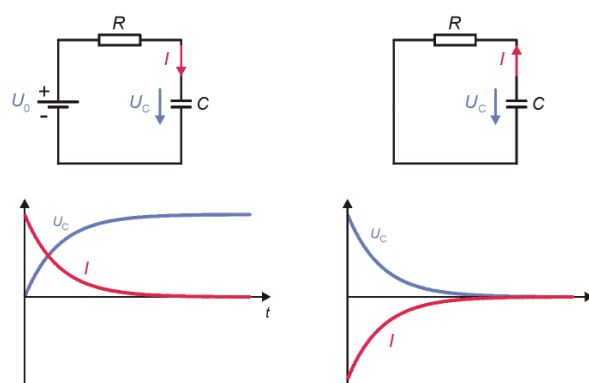
La magnitud C representa la capacitancia del condensador, y se expresa con la unidad denominada *Faradio* (símbolo: F). Mientras mayor sea la capacitancia C de un condensador, se debe aplicar un volumen mayor de carga Q para generar una tensión V determinada entre sus electrodos.

La capacitancia de un condensador se puede asumir como constante y depende únicamente de la estructura geométrica del componente y del dieléctrico empleado. Para un condensador de placas (y, aproximadamente, también para un cilindro concéntrico con escasa distancia entre placas, como es el caso de los capacitores con arrollamientos) es válida la siguiente relación:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

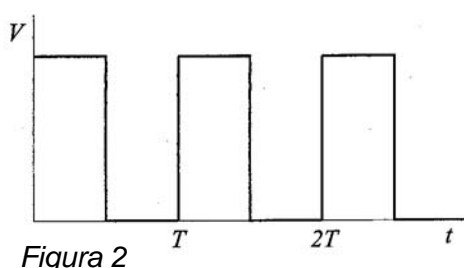
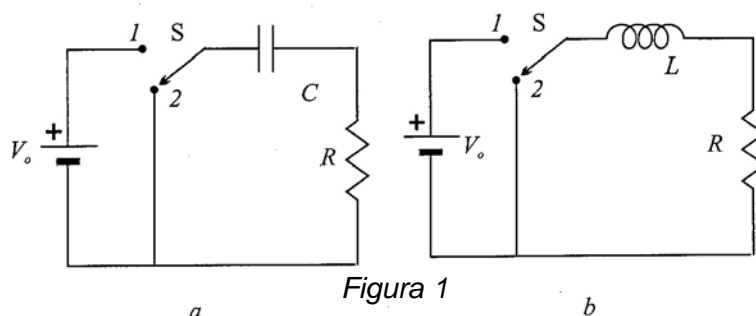
en donde ϵ_0 es la constante eléctrica de campo y posee un valor de $8,8542 \cdot 10^{-12} F m^{-1}$, ϵ_r es el índice dieléctrico (carente de unidad), A la superficie de una placa y d la distancia entre placas.

Si un condensador se conecta a una tensión continua V_0 a través de una resistencia R , se carga debido a la presencia de voltaje, proceso durante el cual la tensión del condensador pasa de $0 V$ a su valor final V_0 de acuerdo con una función exponencial. En un primer momento, la corriente de carga posee su valor máximo y desciende luego exponencialmente hasta alcanzar el valor de cero (véase la curva de carga de un condensador en la imagen, a la izquierda). Si, a continuación, se desconecta el condensador de la fuente de tensión y se lo cortocircuita, se produce un proceso de descarga inverso al de carga (véase la imagen de la derecha).



El comportamiento transitorio en un circuito RC y RL.

El comportamiento transitorio en un circuito RC o RL se produce cuando dichos circuitos se someten a un voltaje en forma de escalón, es decir, en un instante dado se le conecta a una fuente de c.c. Este procedimiento se muestra en las Figuras 1a y b. La aplicación del voltaje se hace pasando el conmutador S a la posición 1. También podemos estudiar el fenómeno de descarga o cortocircuito, que consiste en pasar el conmutador de la posición 1 a la 2, una vez que se ha llegado a una corriente estable, cero en el caso del condensador y V/R en la autoinducción.



Los dos procesos se pueden observar aplicando al circuito un voltaje en forma de onda cuadrada, como la indicada en la Figura 2, cuyo periodo T sea mucho mayor que RC y L/R

La ecuación diferencial o integrodiferencial que gobierna la aplicación de un voltaje como el arriba

indicado, se obtiene aplicando la ley de Kirchhoff para voltajes al circuito correspondiente.

Circuito RC

$$V_0 = R \cdot i + \frac{q}{C} = R \cdot i + \frac{1}{C} \int i dt \quad (1)$$

Circuito RL

$$V_0 = R \cdot i + \frac{q}{C} = L + \frac{di}{dt} \quad (2)$$

En el caso de cortocircuito, se obtendrían las respectivas ecuaciones poniendo $V_0 = 0$ en el primer miembro.

La corriente que circula se obtiene resolviendo las ecuaciones anteriores, teniendo en cuenta que $i = dq/dt$ e imponiendo las condiciones iniciales.

Circuito RC (conexión)

Con las condiciones iniciales: Para $t = 0$, $q = 0$, $i = V_0/R$. La carga máxima, carga para La carga máxima, carga para $t = \infty$, es: $Q_0 = C \cdot V_0$

$$q = Q_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right) \quad (3) \quad i = \frac{V_0}{R} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (4)$$

Si observamos la última ecuación, comprobamos que la intensidad que circula por el circuito durante la carga del condensador decae a $1/e$ de su valor inicial, es decir, se reduce al 36,78% de su valor inicial para un tiempo $t = RC = \tau$.

A este tiempo se le llama constante de tiempo o tiempo de relajación. El conocimiento del factor τ nos da idea de la rapidez con que se carga el condensador.

Circuito RL (conexión)

Con las condiciones iniciales: para $t = 0$, $i = 0$

$$i = \frac{V_0}{R} \left(1 - \exp\left(-\frac{R}{L}t\right) \right) \quad (5)$$

Los valores respectivos en el cortocircuito se obtienen de forma similar, utilizando las ecuaciones 1 y 2 con $V_0 = 0$.

En el caso del circuito *RL*, la constante de tiempo viene definida por la expresión $\tau = L/R$.

Circuito RC (cortocircuito)

Condiciones iniciales: $t = 0$, $q = Q_0 = CV_0$.

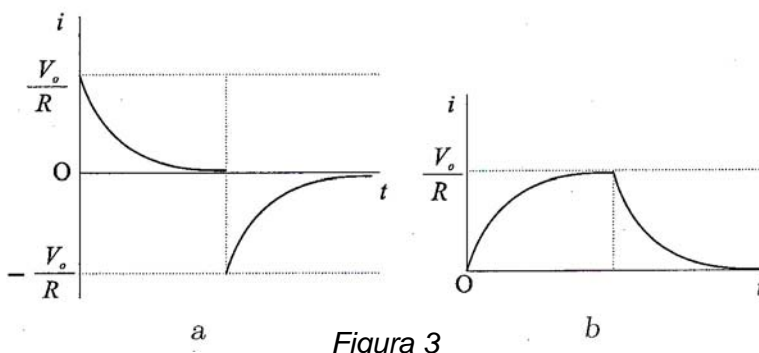
$$q = Q_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (6) \quad i = -\frac{V_0}{R} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (7)$$

Circuito RL (cortocircuito):

Condiciones iniciales : Para $t = 0, i = I_0 = V_0/R$

$$i = \frac{V_0}{R} \exp\left(-\frac{R}{L}t\right) \quad (8)$$

Las Figuras 3a y 3b, muestran las corrientes de conexión y cortocircuito de los circuitos RC y RL respectivamente.

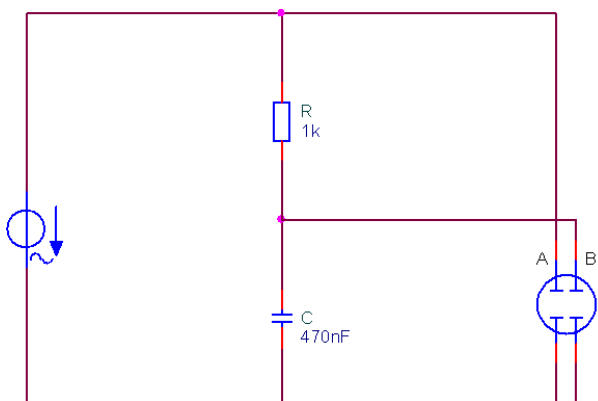


Método

operativo

Circuito RC

Diagrama de circuito:



Para el experimento se necesita el osciloscopio con los ajustes:

| | Canal A | Canal B |
|-------------------|---------|---------|
| Sensibilidad | 5V/DIV | 5V/DIV |
| Acoplamiento | DC | DC |
| Polaridad | Normal | Normal |
| Posición Y | 0 | 0 |
| Barrido | | 1ms/DIV |
| Modo | | X/T |
| Canal de disparo | | A |
| Flanco de disparo | | pos |

Y el generador de funciones:

| | |
|----------------------|--------------|
| Forma de la curva | Rectangular |
| Amplitud | 20Vpp (100%) |
| Factor de frecuencia | 100 |
| Frecuencia | 100Hz |

1. Se disponen los aparatos y los componentes del circuito RC como indica la figura correspondiente al experimento de Condensador con señal de onda rectangular del software *Unitrain*. Sin embargo la alimentación del circuito se realiza en las conexiones de señal y tierra del generador de funciones y no en las salidas descritas en el mismo.

Comprobar previamente con un polímetro que la salida del generador de funciones es de 10 V que se corresponde con 20Vpp medido con el osciloscopio.

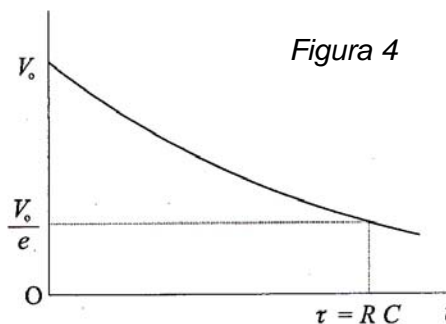
2. Encendemos el generador de funciones y el osciloscopio con los ajustes anteriores y copiamos la pantalla del osciloscopio para su inclusión en el cuaderno de prácticas.

3. En esta pantalla medimos el intervalo de tiempos τ en una forma similar a la indicada en la Figura 4, es decir cuando el voltaje cae un 63% (es decir 6,3 voltios)

4. Con distintos valores de la resistencia R del circuito RC , repetimos la medida de τ en la forma indicada en el párrafo anterior. Hay que variar R de manera que mantengamos siempre la forma exponencial de la curva. Si la resistencia es muy elevada, la constante de tiempo será muy grande y no visualizaremos bien la carga y descarga del condensador.

5. Representar gráficamente $\tau = f(R)$. Comprobar que es una recta cuya pendiente es la capacidad C .

6. Cambiar el condensador C por otro de distinto valor y repetir a partir del punto 2



| Condensador 1 | | $C = (\quad)$ | |
|----------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|
| $R (\quad)$ | $\tau_{teórico} (\quad)$ | $V_0 (\quad)$ | $\tau_{experimental} (\quad)$ |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| <i>Pendiente m =</i> | | | |

| Condensador 2 | | $C = (\quad)$ | |
|----------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|
| $R (\quad)$ | $\tau_{teórico} (\quad)$ | $V_0 (\quad)$ | $\tau_{experimental} (\quad)$ |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| <i>Pendiente m =</i> | | | |