

PRÁCTICAS DE LABORATORIO
DE
FUNDAMENTOS DE FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA

ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN.....	3
1. PRÁCTICA 1	4
2. PRÁCTICA 2	7
3. PRÁCTICA 3	10
4. PRÁCTICA 4	14

0. INTRODUCCIÓN

0.1. NORMAS DE LABORATORIO

- Las prácticas se realizarán en grupos de dos alumnos.
- Antes de comenzar la realización de la práctica debe hacerse una detenida lectura de las instrucciones correspondientes, observando en qué consiste el propósito del experimento y cómo ha de ser realizado.
- Se deberá dar una lista completa de las lecturas de los instrumentos, y a ser posible se tabularán.
- Deberá conocerse en todo momento qué unidad se corresponde a cada medida realizada de una magnitud.
- Se observará el máximo cuidado con el manejo de los instrumentos y útiles de las prácticas, dejando el material completamente limpio y ordenado, al finalizar la práctica.
- Al finalizar cada sesión de prácticas, cada grupo deberá entregar la “Hoja de Resultados y Conclusiones”, con las medidas, errores, cálculos y gráficas que se requieran, según el caso. Del mismo modo, se deberán indicar los apellidos y nombre de los alumnos que forman el grupo.

0.2. ESTRUCTURA DE LOS GUIONES DE PRÁCTICAS

TÍTULO: Informa sobre la temática general de la práctica.

OBJETIVOS: Resume qué se quiere probar experimentalmente en el laboratorio.

MATERIAL: Se detallan los elementos y aparatos tecnológicos que se van a utilizar para llevar a cabo los experimentos.

FUNDAMENTOS FÍSICOS: Se explica y razona qué contenidos de la asignatura son necesarios manejar para comprobar que la teoría coincide con la práctica.

METODO OPERATIVO: Se indica cómo operar con el material para llevar a cabo un adecuado montaje del experimento, así como las medidas de las magnitudes que han de ser tomadas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Exposición de las medidas tomadas y resultados obtenidos al aplicar los fundamentos. Tienen un formato basado en tablas de datos.

PRACTICA 1

LEY DE OHM Y CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA CON RESISTENCIAS.

OBJETIVOS

Familiarizarse con el montaje de circuitos eléctricos elementales y poner de manifiesto la relación existente entre la tensión aplicada a un conductor y la intensidad de la corriente que circula por él.

MATERIAL

Cinco resistencias de distintos valores, fuente de alimentación cc, dos polímetros, conexiones y panel de montajes.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Esta práctica está relacionada con los Fundamentos Físicos explicados y desarrollados en el Tema 4 y 5 de la asignatura. Las resistencias son un elemento común en los circuitos que componen el hardware de cualquier equipo informático.

Se denomina corriente continua cc a la que circula en un solo sentido sin dependencia del tiempo (el sentido de la corriente suele ser del ánodo al cátodo). Es producida por pilas, baterías o generadores especiales. Cuando en un circuito circula una corriente continua existe una relación lineal entre la tensión aplicada a los extremos de un conductor y la corriente que por él circula. Esta relación puede describirse mediante el concepto de resistencia y expresarse mediante la ley de Ohm.

$$V = I R$$

METODO OPERATIVO

a) Se identificarán y medirán las cinco resistencias que se proporcionan con el polímetro, no hacer caso de los valores que figuran en las resistencias, completando la tabla que figura en la hoja de resultados. El error es la resolución del aparato.

b) Efectuar el montaje de la Fig.1 con una de las resistencias anteriores, (que previamente se ha medido), conectando un polímetro como amperímetro en la escala de 200 mA, y el otro como voltímetro en la escala de 20 V. Conectar el circuito a la fuente de alimentación en los terminales de corriente continua cc de 0-30 V y ésta a la red del laboratorio.

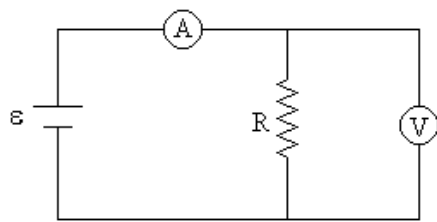


Figura 1

Una vez repasado el montaje se enciende de la fuente. Comenzando desde $V = 2\text{ V}$, ir aumentando progresivamente la tensión y anotar los valores de V e I que indican los polímetros, en la tabla correspondiente, realizando 10 medidas. Una vez obtenidas estas medidas, calcular la resistencia mediante el ajuste lineal de los datos de V (ordenadas) e I (abscisas) con el *programa "R"* que proporcionará el valor y el error de la resistencia. Comparar con el medido directamente.

También con el *programa "R"* hacer un ajuste lineal ahora con los mismos datos pero I (ordenadas) y V (abscisas). Comprobar si se obtiene el mismo valor de R y de su error o no.

c) Repetir el montaje de la Fig.1, con tres resistencias combinadas en serie, en paralelo, en una combinación serie-paralelo, y con las cinco resistencias una combinación libre. Primero se obtendrá el valor de R de cada combinación con los valores medidos inicialmente y según el tipo de asociación (valor teórico). Después, se medirán los valores de V e I para cada caso, anotándolos en la tabla, y mediante la Ley de Ohm se obtendrá el valor de R de las combinaciones, así como, sus errores correspondientes usando el cálculo de errores de medidas indirectas.

RESULTADOS (Práctica 1)

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____
 APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____
 APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

a)

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
valor \pm error (Ω)					

b) *LEY DE OHM Y RESISTENCIA LINEAL*

Medida directa: $R_{\text{directa}} = \pm \Omega$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V (V)										
I (mA)										

Adjuntar la gráfica obtenida con el programa “R” con V versus I
 Valor obtenido mediante ajuste lineal $R = \pm \Omega$

De los dos valores de la resistencia cual consideras más fiable.

c) *RESISTENCIAS LINEALES EN DISTINTAS COMBINACIONES*

	$R_{\text{teórico}}$	V (V)	I (mA)	$R (\Omega)$	Error de R
3 serie					
3 paralelo					
3 serie- paralelo					
5 libre					

Escribir la expresión mediante la cual se han obtenido los errores de las distintas combinaciones

PRACTICA 2

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

OBJETIVOS

Observar el comportamiento de los condensadores en los circuitos de corriente continua.

MATERIAL

Fuente de alimentación, juego de resistencias de 10 kΩ, 47 kΩ, condensador de 1000 μF, polímetro, conexiones y panel de montaje.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Esta práctica está relacionada con los Fundamentos Físicos explicados y desarrollados en los Temas 4 y 5 de la asignatura. Los condensadores son un elemento común en los circuitos que componen el hardware de cualquier equipo informático.

a) CARGA DEL CONDENSADOR

Cuando se intercala un condensador C en serie con una resistencia R, en un circuito de corriente continua, las cargas solamente circulan hasta que el condensador adquiere su carga máxima. La tensión transitoria entre los bornes del condensador viene dada por la expresión:

$$V = V_0 (1 - e^{-t/\tau})$$

siendo $\tau = RC$ la constante de tiempo del circuito. Cuando $t = \infty$, se tiene que $V = V_0$ y la corriente cesa. Esta corriente transitoria circula solamente el tiempo necesario para cargar el condensador, por lo que recibe el nombre de *corriente de carga*.

b) DESCARGA DEL CONDENSADOR

Si los dos extremos de un condensador cargado se unen a través de una resistencia, la carga almacenada por el condensador (y la tensión entre sus bornes) disminuye exponencialmente con el tiempo de acuerdo con la expresión:

$$V = V_0 e^{-t/\tau} \quad (\tau = RC)$$

El significado físico de la constante de tiempo se deduce de la expresión anterior:

$$\tau = t / \ln(V_0/V)$$

Si se toma

$$V = V_0/e \approx 0.37 V_0$$

entonces $\tau = t$. Lo que quiere decir que la constante de tiempo del circuito es el tiempo necesario para que la tensión de un condensador cargado se reduzca al 37% de su valor inicial (si la descarga fuese lineal sería el tiempo necesario para descargar el condensador). De modo análogo, puede demostrarse que es el tiempo necesario para que un condensador descargado adquiera el 63% de la tensión estacionaria.

METODO OPERATIVO

a) CARGA DEL CONDENSADOR

Realizar el montaje de la Figura 3, teniendo la precaución de observar la polaridad del condensador.

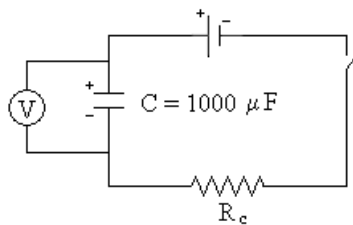


Figura 3



Conectar el polímetro (como voltímetro) en escala 20 V en paralelo con el condensador. Escoger una de las resistencias $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ y $R_C = 47 \text{ k}\Omega$ tanto para la carga como para la descarga.

Conectar a la fuente de alimentación con una salida entre 10 y 14 V de cc a los bornes indicados en la Figura 3 y medir con el voltímetro la tensión de la fuente anotando el valor que aparece en el voltímetro V_0 , calcular $V = 0,63 V_0$ y $V = 0,37 V_0$.

Colocar de nuevo el voltímetro y asegurarse de que está totalmente descargado el condensador. (Si el voltímetro marca un valor no cercano a cero, antes de cerrar el interruptor de la fuente, indica que el condensador no está suficientemente descargado. Para descargarlo hacer el montaje de la Figura 4 para descargarlo previamente hasta que el valor del voltímetro sea cero o muy próximo a cero). Cerrar el interruptor de la fuente de la Figura 3 y, con ayuda de un reloj o cronómetro, medir la constante de tiempo del circuito de carga (esto es, medir el tiempo hasta que V ascienda a $0.63V_0$). Realizar cinco repeticiones de esta constante y, a partir de estos valores, determinar la constante de tiempo y su error. Error del cronometro su resolución. Realizar este proceso con cada resistencia.

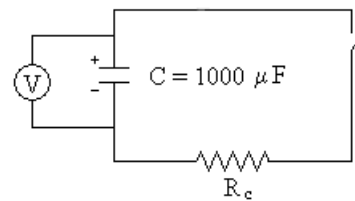


Figura 4

b) DESCARGA DEL CONDENSADOR

Usar el circuito de la Figura 4. Colocar las mismas resistencias que antes. Asegurarse que está cargado el condensador, cuando $V = V_0$. Pulsar el interruptor y medir la constante de tiempo del circuito de descarga (esto es, el tiempo hasta que V descienda a $0.37V_0$). De nuevo, realizar cinco repeticiones de esta constante y estimar el error en la medida. Repetir para la otra resistencia.

RESULTADOS (Práctica 2)

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____
APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____
APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

a) CARGA DEL CONDENSADOR

Rc (k Ω)	V ₀ (V)	V = 0.63 V ₀ (V)	$\tau \pm \text{error (s)}$	media \pm error (s)
10				
47				

b) DESCARGA DEL CONDENSADOR

Rc (k Ω)	V ₀ (V)	V = 0.37 V ₀ (V)	$\tau \pm \text{error (s)}$	media \pm error (s)
10				
47				

Expresiones utilizadas para calcular la media y el error de la media.

PRACTICA 3

AUTOINDUCCIÓN E INDUCCIÓN MUTUA EN CIRCUITOS CA.

OBJETIVOS

Poner de manifiesto los efectos producidos por corrientes eléctricas variables, en particular, la corriente alterna CA sobre una bobina conductora, así como el fenómeno de la inducción mutua y las leyes que la rigen.

MATERIAL

Fuente de alimentación CA, dos polímetros, dos bobinas de $N = 400$ y 2000 espiras, núcleo en U y recto, interruptor, panel de montajes y conexiones.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Esta práctica está relacionada con los Fundamentos Físicos explicados en el Tema 6 y 8. Las bobinas y los transformadores son elementos comunes en los circuitos que componen el hardware de cualquier equipo informático, haciéndolo funcionar de manera adecuada.

Si una corriente que circula por una bobina varía con el tiempo (Fig.1), produce en el interior de ella un campo magnético variable y, por tanto, un flujo magnético ϕ también variable que por la Ley de Faraday-Henry, creará una fem inducida (autoinducida).

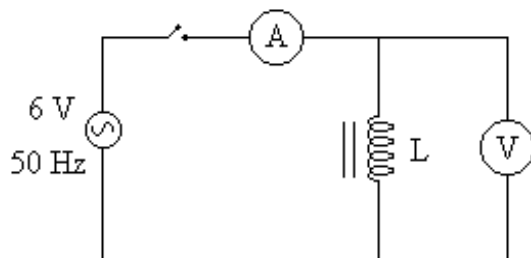


Figura 1

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

siendo L el *coeficiente de autoinducción* y el signo negativo indica que el sentido de la fem inducida es tal, que por sus efectos electromagnéticos se opone a la variación de dicho flujo (Ley de Lenz).

Una bobina en un circuito CA provoca un desfase de $\pi/2$ entre V e I , estando relacionadas la tensión y la corriente por la reactancia inductiva de la bobina que vale $X_L = \omega L = 2\pi fL$, es decir $V_{ef} = X_L I_{ef}$ y, por tanto:

$$L = \frac{V_{ef}}{\omega I_{ef}}$$

Si dos bobinas se colocan acopladas en el núcleo (Fig.2) y por la bobina 1 circula una corriente variable I_1 producirá, como hemos visto anteriormente, un flujo magnético variable que atravesará la bobina 2 e inducirá una fem.

$$\mathcal{E}_2 = -N_2 \frac{d\phi_{21}}{dt}$$

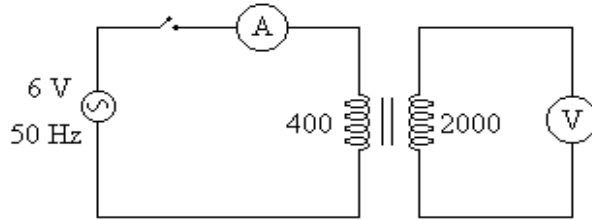


Figura 2

El flujo magnético es proporcional a la corriente que lo produce,

$$N_2 d\phi_2 = M_{21} dI_1$$

con lo cual,

$$\mathcal{E}_2 = -M_{21} \frac{dI_1}{dt}$$

Análogamente se puede escribir:

$$\mathcal{E}_1 = -M_{12} \frac{dI_2}{dt}$$

Se demuestra que $M_{12} = M_{21} = M$, siendo M la *inductancia mutua* que está relacionada con las autoinductancias de ambas bobinas por $M = \sqrt{L_1 L_2}$. En la práctica el *coeficiente de inducción mutua* M_p es algo menor que el valor teórico M . Por eso se introduce un *coeficiente k de acoplamiento*, menor que 1, quedando definido M_p como:

$$M_p = k\sqrt{L_1 L_2}$$

El valor de M_p se puede calcular experimentalmente del mismo modo que el coeficiente de autoinducción:

$$M_p = \frac{V_{ef}}{\omega I_{ef}}$$

siendo V_{ef} la tensión inducida en la bobina 2 y I_{ef} la corriente variable que pasa por la bobina 1. Las dos bobinas acopladas de la Fig.2 son, por otro lado, el fundamento de un transformador cumpliéndose que

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

siendo V_1 la tensión de entrada al transformador y V_2 la de salida, N_1 y N_2 el número de espiras del primario y secundario, respectivamente.

También se producen corrientes inducidas si se conecta una bobina a una corriente continua, pero solo en los instantes de cierre y apertura del circuito.

METODO OPERATIVO

a) Con un polímetro en la escala de 200 mA de corriente alterna (ca), y el otro en 20 V de ca, efectuar el montaje de la Fig.1 para cada una de las bobinas por separado, con el núcleo en U cerrado, cerrar el interruptor de la fuente (a 6V) y anotar los valores de V e I con sus errores. Con los que podremos obtener los coeficientes de autoinducción de cada bobina:

$$L_1 = \frac{V}{\omega I_1} \quad L_2 = \frac{V}{\omega I_2} \quad (\omega = 2\pi f = 100\pi)$$

Como las medidas son diferentes, el alumno deberá variar el fondo de escala de los polímetros, hacia aquel que permita la medida, y elegir el valor más fiable.

Para obtener los errores de L_1 y L_2 se aplicará el cálculo de errores para medidas indirectas.

b) A continuación, con un polímetro en la escala de 200 mA y el otro en 200 V de ca, efectuar el montaje de la Fig.2, cerrar el interruptor de la fuente y después el del circuito y anotar las lecturas de los polímetros con sus errores. Calcular el coeficiente de inducción mutua con su error (cálculo de errores por medidas indirectas):

$$M_p = \frac{V_2}{\omega I_1}$$

Con los valores obtenidos de L_1 y L_2 en el apartado a), determinar la inductancia mutua teórica $M = \sqrt{L_1 L_2}$ con su error (cálculo de errores por medidas indirectas), para poder obtener el coeficiente de acoplamiento k:

$$k = \frac{M_p}{M}$$

RESULTADOS (Práctica 3)

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

$V_1 = V_{\text{entrada}}$ y $V_2 = V_{\text{salida}}$ (Tomar como error la resolución del aparato para los valores de V e I medidos)

a)

$V_1 = \pm \text{ V}$

$L_{400} = \pm \text{ H}$

$I_{400} = \pm \text{ A}$

$L_{2000} = \pm \text{ H}$

$I_{2000} = \pm \text{ A}$

Escribir la ecuación con la que se determina el error de los coeficientes de autoinducción.

b)

$V_2 = \pm \text{ V}$

$M_P = \pm \text{ H}$

$I_1 = \pm \text{ A}$

$M = \pm \text{ H}$

$k =$

Escribir las ecuaciones con la que se determinan los errores de M_P y M .

c)

$$\frac{N_2}{N_1} =$$

$$\frac{V_2}{V_1} =$$

PRÁCTICA 4

4.a. CIRCUITO RLC EN CA. CÁLCULO IMPEDANCIAS Y FACTOR DE POTENCIA.

4.b. RESONANCIA EN SERIE EN CA.

4.a. CIRCUITO RLC. CÁLCULO DE IMPEDANCIAS Y FACTOR DE POTENCIA.

OBJETIVOS

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

MATERIAL

Bobina de $N = 2000$ espiras, cables de conexión, condensador de $C = 1\mu\text{F}$, fuente de alimentación, núcleo en U, núcleo recto cerrado, panel de montajes, polímetro y resistencia de $R = 1.2\text{k}\Omega$.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Esta práctica está relacionada con los Fundamentos Físicos explicados y desarrollados en los Temas 4 y 8 de la asignatura. Un circuito RCL formado por una resistencia, un condensador y una bobina es el tipo de circuito más sencillo de los muchos que componen el hardware de cualquier equipo informático.

En los circuitos RCL no se verifica la relación algebraica:

$$V = V_R + V_L + V_C$$

si no que se cumple,

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

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

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

cuyo diagrama se muestra en la (Fig.1):

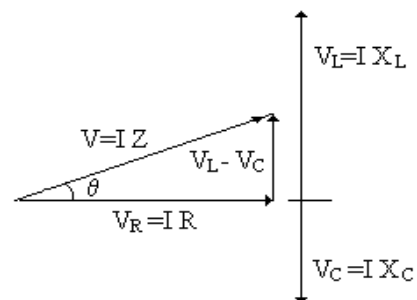


Figura 1

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

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

En un circuito RCL, 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

$$X = \frac{V_{LC}}{I} = X_L - X_C$$

su reactancia.

De la (Fig.1) se deduce que:

$$\cos \theta = \frac{R}{Z}$$

a $\cos \theta$ se le denomina *factor de potencia*.

METODO OPERATIVO

Efectuar el montaje de la (Fig.2), colocando en serie la resistencia $R = 1.2k\Omega$, el condensador de $C = 1\mu F$ y la bobina de $N = 2000$ espiras con núcleo cerrado. Conectar a la salida de 6 V ca de la fuente de alimentación. Cerrar el interruptor.

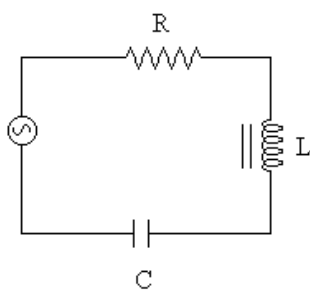


Figura 2

Conectar el voltímetro en paralelo con la fuente de alimentación y anotar el valor. Desconectar el voltímetro de la fuente de alimentación y medir sucesivamente, las tensiones en la resistencia (V_R), el condensador (V_C), la bobina (V_L) y del conjunto condensador-bobina (V_{LC}).

RESULTADOS (Práctica 4.a.)

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____
APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____
APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

a) VALORES DE LAS MEDIDAS DE LAS DISTINTAS TENSIONES

R (Ω)	V (V)	V _R (V)	V _C (V)	V _L (V)	V _{LC} (V)
1200					

b) CÁLCULO DE MAGNITUDES A PARTIR DE LAS MEDIDAS DE LAS TENSIONES

Calcular y completar el siguiente cuadro, **indicando las ecuaciones físicas** utilizadas para calcular cada magnitud:

R (Ω)	I (mA) =	Z (Ω) =	cos θ =	X (Ω) =
1200				

4.b. RESONANCIA EN SERIE EN CA.

OBJETIVOS

Estudiar el comportamiento de un circuito resonante RCL en serie en ca, y comparar los resultados teóricos y experimentales.

MATERIAL

Una bobina de $N = 2000$ espiras, 3 condensadores (dos de $C = 1 \mu\text{F}$ y uno de $C = 0.47 \mu\text{F}$), una resistencia de $R = 47 \Omega$, dos polímetros, núcleo en U abierto, fuente de alimentación CA, panel de montajes y conexiones.

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Esta práctica está relacionada con los Fundamentos Físicos explicados y desarrollados en los Temas 6 y 8 de la asignatura. Un circuito RCL formado por resistencias, condensadores y bobinas es común entre los muchos que componen el hardware de cualquier equipo informático. Se trata de observar cómo y cuándo estos circuitos se hacen resonantes.

En un circuito RLC serie (Fig.3), se cumple que:

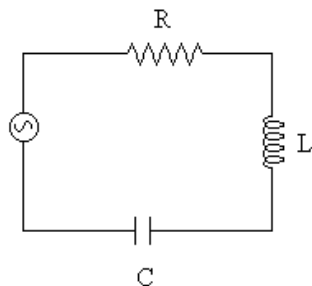


Figura 3

$$V = V_R + V_L + V_C \quad \text{y} \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

siendo

$$X = X_L - X_C = \frac{V_{LC}}{I}$$

En el caso particular en que $V_L = V_C$, la impedancia del circuito Z es mínima y, por consiguiente, la intensidad que circula es máxima. En este caso, se dice que el circuito está *en resonancia* y se cumple que:

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

es decir, las reactancias inductivas y capacitivas son iguales y $\omega = 1/\sqrt{LC}$ es la *frecuencia angular de resonancia*.

METODO OPERATIVO

Conectar un polímetro en los terminales de la fuente de alimentación CA para medir la tensión de salida V y efectuar el montaje de la Fig.5 con $R = 47 \Omega$, dos condensadores de $C = 1 \mu\text{F}$ y un condensador de $C = 0.47 \mu\text{F}$. Situar la bobina en el núcleo abierto del

transformador en U, dejando su armadura sin cerrar. Conectar un polímetro en escala 30 mA (en ca) en serie con RCL y el otro en escala 200 V (también en ca) en paralelo con L.

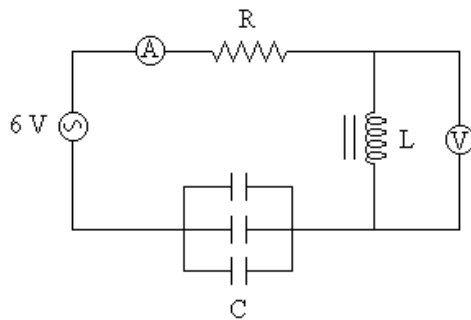


Figura 5

Cerrar el interruptor de la fuente de alimentación y anotar las medidas. Colocar el núcleo recto sobre el núcleo en U y deslizarlo cerrando paulatinamente la armadura hasta que el amperímetro acusase un valor máximo. Anotar las lecturas del voltímetro y el amperímetro.

Dejando el núcleo recto en la posición anterior, desconectar el voltímetro y conectarlo en paralelo con el conjunto de los condensadores. Anotar la tensión que indica. Comprobar que cuando I es máxima $V_C = V_L$ y que ambas tensiones son muy superiores a la tensión de la fuente de alimentación. Calcular el coeficiente de sobretensión $S = V_L/V$. Calcular, además,

$$X_L = \omega L = \frac{V_L}{I} \quad X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{V_C}{I}$$

RESULTADOS (Práctica 4.b.)

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

4.b.1. *DISTINCIÓN ENTRE “NO RESONANCIA” Y “RESONANCIA” EN SERIE*

	V (V)	I (mA)	V _L (V)	V _C (V)
Sin cerrar el núcleo				
Cerrado parcialmente I _{máx} , resonancia				

4.b.2. *CÁLCULO DE DISTINTAS MAGNITUDES A PARTIR DE LA “RESONANCIA”*

Con los datos de “Cerrado parcialmente I_{máx}, resonancia”, completar el siguiente cuadro, indicando las expresiones utilizadas para calcular las magnitudes solicitadas.

ω	S =	X _L (Ω) =	X _C (Ω) =	L (H) =	C (μ F) =
$2\pi f = 100\pi$					

Resultado teórico de la configuración en paralelo C = _____ μ F