

CUADERNO DE PRÁCTICAS

Enero de 2001

ÍNDICE

PRÁCTICA N° 1: MANEJO Y MEDIDAS CON MULTÍMETRO.

1. Objetivos de esta Práctica.

2. Introducción teórica y leyes físicas.

2.1 Diferencia de potencial. Fuerza electromotriz.

2.2 Intensidad de corriente.

2.3 Resistencia eléctrica.

2.3.1. Asociación de Resistencias: Serie y paralelo.

2.3.1.1 Montaje en serie.

- Montaje en paralelo.

3. Metodología experimental, materiales.

3.1 Material Necesario.

3.2 Medida de tensiones continuas.

3.3 Medida de tensiones alternas.

3.4 Medida de resistencias.

4. Resultados.

5. Comentario sobre la práctica.

PRÁCTICA N° 2: CAPACIDAD DE ESFERAS METÁLICAS.

1. Objetivos de esta práctica.

2. Introducción teórica y leyes físicas.

3. Metodología experimental, materiales.

PRÁCTICA N° 3: ESTUDIO DEL TRANSFORMADOR.

- Objetivos de esta práctica.
- Introducción teórica y leyes físicas.

- Metodología experimental, materiales.
- Variación de la tensión del secundario V_s , frente a la del primario, V_p .
- Variación de tensión del secundario, V_s , frente al número de espiras del primario.
- Variación de V_s frente al número de espiras del secundario n_s .

3.4. Variación de I_s frente a I_p .

- Variación de I_s frente a n_p .
- Variación de I_s frente a n_s .

PRÁCTICA Nº 4: CAMPO MAGNÉTICO EN EL EXTERIOR DE UN CONDUCTOR RECTILÍNEO.

- Objetivos de esta Práctica
- Introducción teórica y leyes físicas

2.1. Campo magnético.

2.2. Intensidad del campo magnético y flujo magnético. –

2.3. Inducción magnética.

2.4. Electromagnetismo.

2.5. Campo magnético creado por un conductor rectilíneo.

- Metodología experimental, materiales.

3.1. Determinación del campo magnético de un conductor lineal en función de la intensidad de corriente.

3.2. Determinación del campo magnético de un conductor lineal en función de la distancia.

3.3. Determinación del campo magnético de dos conductores paralelos, en los cuales la corriente fluye en el mismo sentido, en función de la distancia.

3.4. Determinación del campo magnético de dos conductores paralelos, en los cuales la corriente fluye en sentido opuesto, en función de la distancia.

PRÁCTICA Nº 6: ESTUDIO DE MICROONDAS CON DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES.

1. Objetivos de esta Práctica.

2. Introducción teórica y leyes físicas.

3. Metodología experimental, materiales.

3.1. Emisión y detección de microondas.

3.2. Caracterización espacial de la radiación emitida.

3.3 Medida de la longitud de onda de la radiación.

CONCLUSIÓN SOBRE LAS JORNADAS DE PRÁCTICAS.

PRÁCTICA N° 1

MANEJO Y MEDIDAS CON MULTÍMETRO.

• **Objetivos de esta Práctica:**

El objetivo de esta práctica es el de conocer y familiarizarnos con manejo del multímetro o polímetro, aplicándolo a la medición de tensiones tanto de corriente continua como alterna y de resistencias y grupos de resistencias tanto en serie como paralelo. Para el desarrollo de esta práctica emplearemos un multímetro digital, una batería de 9 Voltios, y dos resistencias, una de 1 K y otra de 10 . La medición de corriente alterna la tomaremos directamente de la red eléctrica del laboratorio.

• **Introducción teórica y leyes físicas:**

Para el desarrollo de esta práctica tendremos que considerar algunas leyes y magnitudes físicas como las que a continuación definimos:

2.1 Diferencia de potencial. Fuerza electromotriz.

Fuerza electromotriz es la energía necesaria para cargar un cuerpo, es decir, para crear en él un exceso o un defecto de electrones.

Dos cuerpos cargados distintamente tendrán diferentes energías o potenciales eléctricos, existiendo entre ambos, por tanto, una diferencia de potencial.

Si se unen, mediante un conductor, estos dos cuerpos, habrá una circulación de electrones, tendiendo a igualar los potenciales, con lo que cesaría la circulación de electrones. Para mantener la circulación de electrones hay que mantener la d.d.p. mediante un algún elemento que produzca una f.e.m. como un generador, batería, etc.

A esta d.d.p. se le llama normalmente tensión o voltaje y se representa por la letra V y su unidad es el Voltio. Las medidas de tensión se efectúan mediante un instrumento llamado voltímetro, el cual debe conectarse paralelo al circuito.

Convencionalmente consideramos que un cuerpo con carga positiva tiene mayor potencial que el de carga negativa, y la corriente eléctrica viaja del cuerpo cargado positivamente al cargado negativamente aunque recordemos que el sentido real de la corriente eléctrica es el del cuerpo cargado negativamente al cargado positivamente.

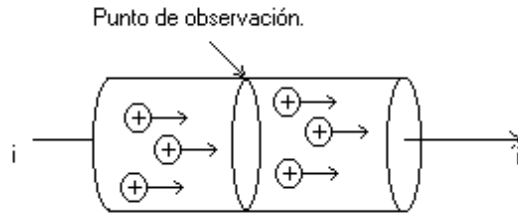
Podemos definir la tensión eléctrica como el trabajo que hay que realizar sobre una unidad (1 C) de carga para trasladarla desde un punto de bajo potencial a otro de alto potencial:

2.2 Intensidad de corriente.

Definimos la corriente eléctrica como la cantidad de corriente que pasa por unidad de tiempo a través de un punto de observación dado, su unidad es el amperios y se representa por la letra I. El instrumento que se utiliza para medir la intensidad eléctrica es el amperímetro y se conecta en serie al circuito.

Fácilmente observamos que si por un conductor eléctrico pasa 1 C por segundo, a través de un punto de

observación decimos que circula una corriente de 1 Amperio. (Figura 1).



2.3 Resistencia eléctrica.

La resistencia eléctrica es la dificultad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica.

La dificultad que presenta cada material dependerá de la constitución atómica del mismo, es decir de la mayor o menor acción atractiva de los núcleos de dichos átomos sobre los electrones que se desplazan.

La resistencia eléctrica se representa por medio de la letra R y se mide en

Ohmios (Ω).

Ley de Ohm.

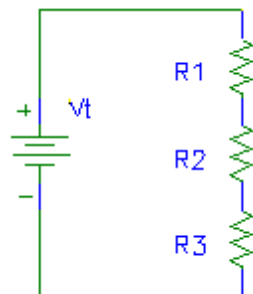
La carga se mueve fácilmente en los buenos conductores, como son la mayoría de los hilos metálicos, pero con dificultad en los malos conductores llamados resistencias. Es decir, no se necesita energía para trasladar una carga de un lugar a otro en un conductor perfecto, es cero. Por otra parte, el paso de una carga eléctrica por una resistencia produce a las moléculas del material resistivo una vibración. Para producir esta vibración se consume energía. Por tanto, cada unidad de carga que pasa por una resistencia suministra cierta energía a la misma. O sea, si circula corriente por una resistencia, aparecerá, a través de ella, una diferencia de potencial eléctrico V.

En realidad se define una resistencia como un elemento en el que el valor de la tensión entre sus terminales es proporcional al valor de la corriente en los mismos:

2.3.1. Asociación de Resistencias: Serie y paralelo.

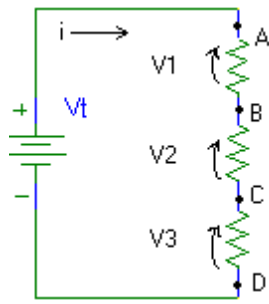
2.3.1.1 Montaje en serie:

Se dice que un conjunto de resistencias está conectado en serie cuando la salida de una resistencia está conectada a la entrada de la siguiente y así sucesivamente hasta tener dos únicos terminales que se conectan a la tensión de alimentación.



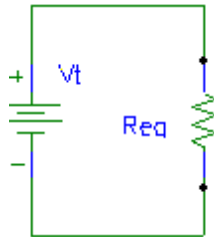
Cálculo de la resistencia serie equivalente:

Aplicando la ley de Ohm en el siguiente circuito obtenemos:



La V_t es igual a la ddp $V_a - V_b$

La resistencia equivalente o total del circuito será aquella que al colocarlo en sustitución de R_1, R_2 y R_3 produzca una corriente I igual a la anterior.



Aplicando la ley de Ohm al circuito será igual a:

Considerando la expresión:

Comparando las dos expresiones:

Obtenemos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Es decir, el valor de resistencia equivalente serie de una agrupación de resistencias es igual a la suma de los valores de todas ellas.

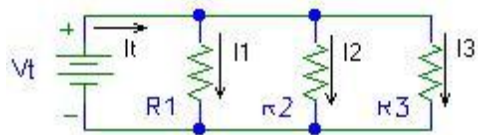
2.3.1.2 Montaje en paralelo:

Se dice que un conjunto de resistencias están conectadas en paralelo o derivación cuando todas las salidas están conectadas a un punto común y todas las entradas a otro.

A estos puntos se les aplica la tensión de alimentación y por tanto todas las resistencias trabajan a la misma tensión, que es la tensión total.

Cálculo de la resistencia paralelo equivalente:

Aplicando la ley de Ohm al siguiente circuito:

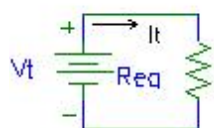


Obtenemos:

La I_t que es la que recorre la pila es:

Sustituyendo valores:

La resistencia equivalente paralelo será aquella que al conectarla en sustitución de R_1 , R_2 y R_3 , produzca sobre la pila una corriente igual a I_t .



Considerando la expresión:

Para el caso particular de dos únicas resistencias conectadas en paralelo:

• Metodología experimental:

Una vez vistos los conceptos teóricos y comprendido el objetivo que tratamos en esta práctica, nos disponemos a realizar la parte experimental.

Para ello primero debemos tener ciertas nociones sobre la utilización y funcionamiento del multímetro y revisar el material necesario. –

Notas importantes sobre la utilización del multímetro:

- Verificar el estado de la batería poniendo el interruptor general ON– OFF en la posición de conexión ON. Si la batería se encuentra en correctas condiciones, en la pantalla del aparato aparece un símbolo representativo de la batería. Si no es éste el caso es preciso cambiar la batería por una nueva.
 - El símbolo de precaución junto a la toma de conexión de medida indica que los valores de tensión o de corriente aplicados no deben superar el límite especificado, para no dañar el aparato.
 - Antes de proceder a las mediciones, es preciso asegurarse que el margen de medida seleccionado en el aparato es el más apropiado.
 - Si no se conoce el valor aproximado de la medida a realizar, conviene seleccionar el margen de medida más alto con el mando de función FUNCTION.
- Si en la pantalla de indicación aparece solamente el carácter "1", expresa que se ha superado el margen de medida, y que es necesario seleccionar un margen superior con el mando de función FUNCTION.

3.1 Material necesario:

Para la realización de esta práctica empleamos el siguiente material:

- Polímetro con puntas de prueba.
- Caja de conexiones.
- Resistencia de 10 Ω .
- Resistencia de 1K Ω .
- Pila.

Una vez verificados estos puntos comenzamos a realizar las siguientes medidas:

3.2 Medida de tensiones continuas.

Para realizar mediciones de tensión continua con el multímetro, en primer lugar debemos conectar las clavijas de las puntas de prueba como sigue: La banana negra en la toma común del aparato (COM) y la roja en la entrada V/ Ω .

A continuación seleccionamos con el selector de funciones FUNCTION la posición de medida de voltios en corriente continua dentro del margen correspondiente al valor que esperábamos obtener, aplicamos las puntas de prueba a la pila cinco veces y se obtuvieron los siguientes resultados:

Nº de medida.	Valor (Voltios)C.C.
1	7,83
2	7,83
3	7,83
4	7,83
5	7,83

3.3 Medida de tensiones alternas.

Para realizar esta medida debemos tener conectadas las puntas de prueba al multímetro de la misma manera que en la experiencia anterior, pero el selector FUNCTION debemos ponerlo en medida de voltajes en corriente alterna ya que es de este tipo la tensión que obtenemos en la red eléctrica convencional.

Al igual que en el anterior ensayo, repetimos cinco veces la medida y obtuve los siguientes resultados:

Nº de medida.	Valor (Voltios)C.A.
1	221
2	221
3	221
4	221
5	221

- Medida de resistencias.

En este apartado mediremos dos resistencias de distinto valor y también mediremos la resistencia equivalente haciendo grupos de dos en configuración serie y paralelo.

En primer lugar debemos tener convenientemente conectadas la puntas de prueba del multímetro al mismo, es decir la punta negra en la entrada común (COM) y la roja en la entrada V/ Ω . A continuación seleccionamos la posición del selector FUNCTION en el margen del valor que esperamos obtener.

La primera medida la realizamos sobre una resistencia de 10 Ω situada correctamente en la caja de conexiones, para la cual realizamos otras cinco medidas y obtuvimos los siguientes resultados:

Nº de medida.	Valor (Ohmios)
1	10,3
2	10,3
3	10,3
4	10,3
5	10,3

A continuación repetimos la experiencia sustituyendo la resistencia de 10 Ω por otra de 1K Ω y repetimos las cinco mediciones, obteniendo estos resultados.

Nº de medida.	Valor (Ohmios)
1	992
2	992
3	992
4	992
5	992

Ahora conectaremos, ambas resistencias en serie en la caja de conexiones y volveremos a realizar la cinco mediciones; para las cuales obtenemos:

Nº de medida.	Valor (Ohmios)
1	1002
2	1002
3	1002
4	1002
5	1002

Ya por último, volvemos a hacer las mediciones para el caso de la conexión en paralelo de ambas resistencias.

Nº de medida.	Valor (Ohmios)
1	10,1
2	10,1
3	10,1
4	10,1
5	10,1

• Resultados.

Los resultados obtenidos en esta experiencia, se ajustan a los que se esperábamos obtener. En el caso de las medidas realizadas a la batería, nos dieron en las cinco medidas el mismo resultado, lo que es normal ya que sobre la batería no influía ningún otro elemento, y además pudimos comprobar que esta batería estaba en fase de descarga, ya que era una batería de 9 Voltios y las mediciones nos dieron 7,83 Voltios.

Lo mismo ocurrió para el caso de las medidas de corriente alterna tomadas sobre la red eléctrica del

laboratorio, donde las cinco medidas nos dieron un valor de tensión de 221 Voltios; con ello comprobamos que la tensión de la red eléctrica era estable.

Con la medición de las resistencias comprobamos la diferencia existente entre el valor proporcionado por el fabricante y el valor real de las mismas ya que para el caso de la resistencia de 10 Ω obtuvimos 10,3 Ω y cuando medimos la de 1 K Ω obtuvimos un valor de 992 Ω ; lo cual es normal teniendo en cuenta la tolerancia proporcionada por el fabricante de un $\pm 5\%$.

Cuando medimos la resistencia equivalente serie y paralelo de ambas resistencias obtuvimos 1002 Ω y 10,1 Ω respectivamente sin embargo teóricamente deberíamos haber obtenido:

Para el montaje en serie:

$$R_{eqs} = R_1 + R_2$$

$$R_{eqs} = 1000 + 10$$

$$R_{eqs} = 1010 \Omega$$

Para el montaje en paralelo:

$$R_{eqp} = 9,90 \Omega$$

Como ya hemos dicho, es debido a la tolerancia de ambos resistores.

• Comentario final sobre la práctica.

Como hemos podido apreciar con los resultados obtenidos en esta práctica todos los valores obtenidos en las distintas experiencias han sido idénticos, por lo que no ha sido necesario indicar el error.

Ha sido una práctica bastante sencilla, pero muy interesante, que nos ha permitido familiarizarnos con el multímetro como aparato de medida y al mismo tiempo descubrir que no son siempre ciertos los valores establecidos para ciertos componentes eléctricos.

PRÁCTICA Nº 2

CAPACIDAD DE ESFERAS METÁLICAS.

• Objetivos de esta práctica.

El objetivo de esta práctica es el de, estudiar la capacidad al realizar mediciones sobre esferas metálicas de distinto tamaño, conocidos los valores de carga y potencial.

• Introducción teórica y leyes físicas:

Antes de comenzar esta práctica, repasaremos algunos conceptos y leyes físicas interesantes y necesarias para la buena comprensión de esta práctica:

Capacidad de un conductor aislado.

En la ecuación siguiente demostramos que el potencial de una esfera aislada es proporcional a la carga q de la esfera.

Si un cuerpo tiene otra forma cualquiera, su potencial sigue siendo proporcional a la carga, pero la constante de proporcionalidad será diferente. Esta proporcionalidad acostumbra a expresarse en función de la capacidad C del cuerpo, definida por:

La capacidad de una esfera es pues:

La capacidad de un cuerpo conductor depende tan sólo de la forma geométrica del mismo. En el sistema Giorgi, la unidad de capacidad es el Culombio por Voltio, que recibe el nombre de Faradio. Esta unidad resulta demasiado grande para el uso corriente, por lo que se utilizan el microfaradio (μF), nanofaradio (nF) y el picofaradio (pF).

Cuando dos condensadores se disponen en paralelo, existe una redistribución de la carga almacenada por cada uno de ellos, de forma que el condensador de mayor capacidad almacena más carga que el de menor capacidad.

Se supone entonces una esfera metálica cargada, que en un determinado momento entra en contacto con un condensador de mucha más capacidad, e inicialmente descargado. Si conocemos el voltaje o ddp U_1 medido en este condensador así cargado, se puede calcular su correspondiente valor de carga Q a partir de:

si

Donde:

C_{co} = Capacidad de la esfera metálica.

C_{ca} = Capacidad del condensador dispuesto en paralelo a la esfera.

U = Voltaje medido.

V = Factor de amplificación.

Por este motivo colocamos en paralelo con la esfera el condensador de 10 nF , para poder calcular el valor de Q en la esfera.

Por otra parte la, la carga Q de la esfera conductora que ha sido transferida al condensador es:

Por lo que a partir de las ecuaciones anteriores:

• Metodología experimental.

Lo que perseguimos con esta práctica es determinar la capacidad de los conductores esféricos, para ello actuaremos de la siguiente manera:

Primero montamos el circuito, como se nos indica en la fotografía de la hoja de prácticas, donde el multímetro lo utilizaremos como voltímetro en la escala de 20 V en C.C. Una vez hemos montado el circuito, verificamos que el multímetro marca 0 V , teniendo encendido únicamente el amplificador.

La primera experiencia la realizamos con la esfera problema de $d = 120\text{ mm}$. Para ello situamos la esfera de $d = 20\text{ mm}$. En contacto con la fuente de potencial (debidamente colocada sobre la varilla y pie aislante). Conectamos la fuente a 1KV y esperamos 10 Segundos . Sin apagar la fuente y cogiendo la esfera de $d = 20\text{mm}$ por el pie aislante, tocamos con ella la esfera problema, apagamos la fuente y después tocamos con el extremo del cable BNC la esfera problema durante 3 segundos aproximadamente y medimos el voltaje.

Repetimos esta operación para diversos valores de potencial comprendidos entre 1KV a 9KV e igualmente repetimos el proceso para las otras dos esferas metálicas de $d = 40$ mm y $d = 20$ mm de diámetro respectivamente, y obtenemos:

Para el caso de la esfera de $d = 120$ mm de diámetro:

Tensión Fuente (KV)	Tensión esfera (V)
1	0,83
2	1,68
3	2,21
4	3,09
5	3,95
6	4,65
7	6,45
8	8,53
9	10,9

Con los datos representados en la tabla anterior, procederemos a realizar un ajuste por mínimos cuadrados y la representación gráfica para la misma. En esta gráfica hay que llevar la recta obtenida por medio del ajuste por mínimos cuadrados. Debemos obtener su pendiente m y su ordenada en el origen n .

El ajuste de mínimos cuadrados lo realizaremos a mano, como se nos exige en el enunciado de la práctica. A continuación detallamos el proceso:

El ajuste por mínimos cuadrados se basa en encontrar una recta en la cual los puntos obtenidos se distribuyan simétricamente a ambas partes de la misma y lo más próximos posible a ella.

Si $y = mx + n$ es la recta que mejor expresa los puntos experimentales y en la que se desea conocer su pendiente m y su ordenada en el origen n . Si se tiene N parejas de valores (X_i, Y_i) , la condición que debe cumplir la recta ajustada es que:

sea mínima.

Si escribimos:

Las ecuaciones obtenidas pasan a ser:

$$P_m + Nn = Q$$

$$R_m + Pn = S$$

Que se pueden resolver aplicando la regla de Cramer:

De aquí obtenemos la pendiente m y la ordenada en el origen n de la recta. Conociendo los valores m y n nos permite dibujar la recta. Para conseguir esta, hay que dar valores a x , obteniéndolos así para la y . Con dos valores del coeficiente de correlación r , podemos ver la calidad del ajuste por mínimos cuadrados.

Su expresión es la siguiente:

Este valor oscila entre -1 y 1 , cuanto más se acerca esté entre estos valores mejor será el ajuste

A continuación se harán los cálculos respecto a los valores obtenidos en la práctica y que ya están representados en la tabla anterior:

$$12 + 22 + 32 + 42 + 52 + 62 + 72 + 82 + 92 = 285$$

$$0,832 + 1,682 + 2,212 + 3,092 + 3,952 + 4,652 + 6,452 + 8,532 + 10,92 = 288,34$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45$$

$$0,83 + 1,68 + 2,21 + 3,09 + 3,95 + 4,65 + 6,45 + 8,53 + 10,9 = 42,29$$

$$1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 9$$

$Y = mx + n$; dando valores a x obtendremos otros valores de y , con esto obtendremos dos puntos para obtener la recta.

$$X = 2 ; Y = 1,159$$

$$X = 6 ; Y = 5,883 \quad Y = 1,181X + (-1,203)$$

$$X = 9 ; Y = 9,426$$

Una vez realizados todos estos pasos y utilizando el coeficiente de correlación r , veremos si el ajuste es bueno:

;

Como el valor obtenido está cerca de 1 quiere decir que el ajuste es de calidad.

A continuación realizaremos la representación gráfica, representando los valores experimentales de la tensión suministrada por la fuente de alimentación, frente a la obtenida en las diferentes esferas; realizando el ajuste por mínimos cuadrados, el cual se representa por medio de la obtención de la recta que lo representa y la cual es correcta, según el coeficiente de correlación.

Para el caso de la esfera de $d = 40$ mm. de diámetro, obtuvimos los siguientes resultados en el laboratorio:

Tensión Fuente (KV)	Tensión esfera (V)
1	0,33
2	0,56
3	0,78
4	1,17
5	1,46
6	1,96
7	2,18
8	3,15
9	4,79

A continuación realizaremos los otros dos pasos propuestos en el enunciado de prácticas, que son la representación gráfica de los valores obtenidos, así como el ajuste por mínimos cuadrados. (Este último paso lo haremos a ordenador, ya que ya se hizo el anterior a mano, como se nos pide en el enunciado).–

Estos son los resultados:

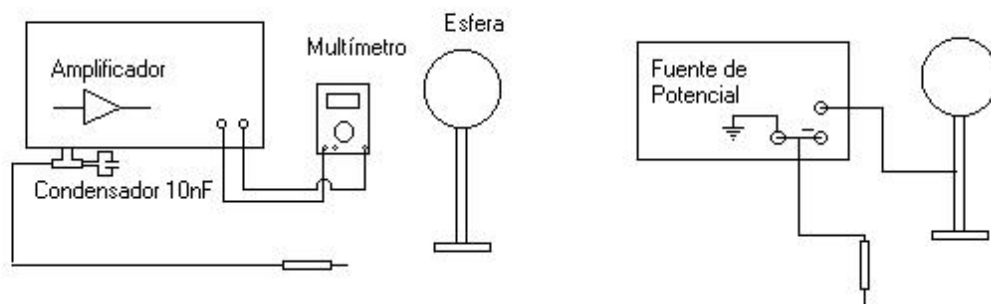
Y ya por último, para el caso de la esfera de $d = 20$ mm de diámetro, obtuvimos las siguientes medidas de tensión en esfera:

Tensión Fuente (KV)	Tensión esfera (V)
1	0,14
2	0,35
3	0,50
4	0,69
5	0,89
6	1,00
7	1,22
8	1,45
9	1,60

A continuación se representan por medio una gráfica, los valores obtenidos y el ajuste por mínimos cuadrados:

Una vez realizadas las gráficas y el ajuste por mínimos cuadrados, continuamos con el desarrollo de esta práctica.

A continuación representaremos mediante un esquema, el circuito que se montó en el laboratorio para tomar las medidas de tensión en las diferentes esferas.



A continuación, realizaremos el cálculo del valor teórico de las capacidades de las distintas esferas problema:

En primer lugar, la capacidad de la esfera de 120 mm, sería:

A continuación calcularemos la capacidad de la esfera de 40 mm.

Y por último veremos la capacidad de la esfera de 20 mm de diámetro:

Los materiales que hemos empleado para el desarrollo de esta experiencia, han sido los siguientes:

- 1 Esfera conductora $d = 40 \text{ mm}$.
- 1 Esfera conductora $d = 120 \text{ mm}$.
- 2 Esferas conductora $d = 20 \text{ mm}$.
- 2 Varillas aislantes.
- 1 Resistencia de 10 M
- 1 Fuente de potencial.
- 1 Condensador de 10 nF .
- 1 Amplificador.
- 1 Multímetro digital.
- 1 Cable BNC.
- 1 Adaptador BNC.
- 1 Conector tipo T BNC.
- 1 Adaptador BNC para cables.
- 2 Bases aislantes.
- 5 Cables de conexión.

PRÁCTICA Nº 3

ESTUDIO DEL TRANSFORMADOR.

• Objetivos de esta Práctica:

Con esta práctica analizaremos los valores de tensión y corriente inducidas en la bobina del secundario de un transformador, así como el estudio de estos parámetros al variar el número de espiras en las bobinas del primario y el secundario en el transformador.

2. Introducción teórica y leyes físicas:

Se puede definir un transformador como una máquina eléctrica estática, que valiéndose de los principios de inducción electromagnética, es capaz de modificar (elevar o reducir) la tensión y la intensidad de un sistema de corriente alterna, sin modificar la frecuencia ni la potencia transferida.

Un transformador posee dos bobinados, uno llamado primario, en el cual se conecta la fuente de entrada y otro denominado secundario, que se arrollan sobre un núcleo de hierro, lo que hace que ambos estén acoplados magnéticamente.

Al aplicar sobre el bobinado primario una tensión alterna V_i , circulará una corriente I_1 que creará un campo magnético variable. Este flujo variable corta los conductores del bobinado secundario por lo que se induce una f.e.m. en el secundario, que dependerá del número de espiras del secundario.

Si se conecta una carga al secundario circulará una corriente I_2 .

Es importante recordar que la tensión a aplicar al primario de un transformador debe ser siempre alterna, para que produzca un flujo magnético variable que, actuando sobre el secundario, induzca en este también una tensión alterna.

Nunca se debe aplicar tensión continua a un transformador porque se corre el riesgo de quemarlo.

El núcleo de hierro sirve para conseguir que el flujo del campo magnético creado por la corriente del primario, atraviese en su totalidad el secundario.

De acuerdo con la ley de Lenz, la f.e.m. inducida en el primario, V_p , es:

Donde:

$N_p = N^\circ$ de espiras del primario.

= Flujo magnético.

Igualmente sucede en el secundario:

Dada estas dos formulas, el flujo magnético es el mismo en el primario y en el secundario, y dividiéndose ambas ecuaciones se obtiene que:

Aplicado la ley de conservación de la energía y admitiendo un rendimiento del 100%, ya que esta máquina, por ser estática carece de pérdidas mecánicas y alcanza rendimientos del 99%, resultará:

Potencia del primario =

Potencia del secundario =

Igualando términos:

=

Resultando:

Así pues:

=

Se puede comprobar que esta relación es constante y se llama relación de transformación (m); así:

Si $n_p > n_s$! $m > 1$! $V_s < V_p$; el transformador será reductor de tensión.

Si $n_p < n_s$! $m < 1$! $V_s > V_p$; el transformador será reductor de tensión.

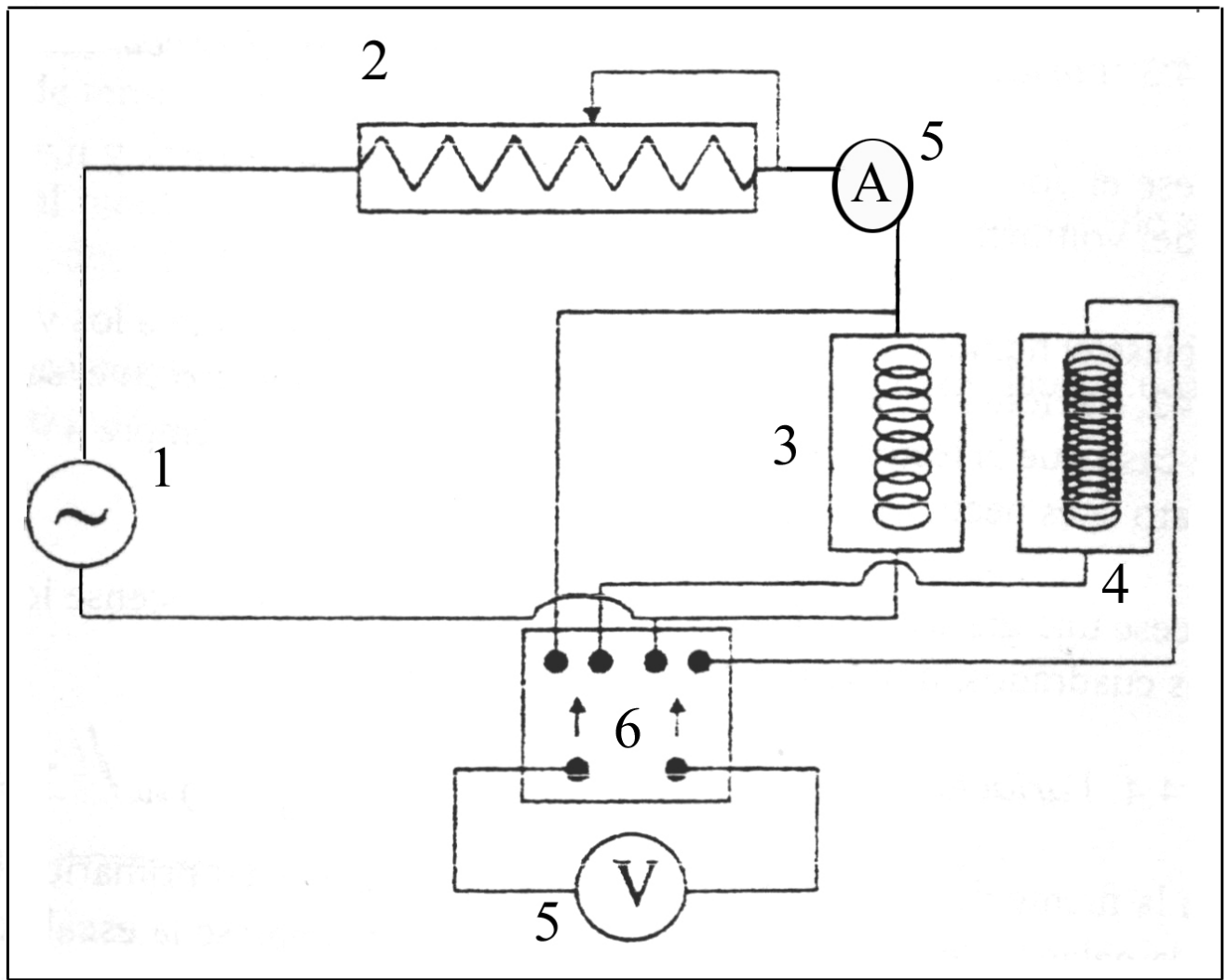
Como el transformador es una máquina reversible, cualquiera de los dos bobinados puede hacer de primario o de secundario.

3. Metodología experimental.

Una vez vistos los concepto teóricos del transformador, pasamos a detallar los datos obtenidos en el laboratorio, reflejándolos en tablas.

Antes de comenzar a tomar medidas montamos el circuito como se muestra en la siguiente figura, para lo cual la fuente debe estar apagada y revisado previamente por el profesor encargado del laboratorio.

Esquema del circuito:



- Fuente de tensión alterna.
- Reostato.
- Primario.
- Secundario.
- Multímetro.
- Conmutador.

Ya que tenemos el esquema detallado, aprovechamos para enumerar el material que compone esta práctica.

- 1 Dispositivo de sujeción.
- 1 Núcleo en U laminado.
- 1 Núcleo de hierro corto laminado.
- 1 Reostato de 10 y 5,7 A.
- 2 Bobinas reductoras de 140 espira.
- 1 Interruptor de palanca bipolar.
- 1 Polímetro.
- 1 Transformador escalonado, 12V ca/ca.
- 9 Cables de conexión.

Una vez vista la introducción teórica, el material necesario y el esquema del circuito a montar, nos disponemos a presentar mediante tablas los valores obtenidos en el laboratorio.

3.1. Variación de la tensión del secundario V_s , frente a la del primario, V_p :

Para poder realizar las mediciones, de esta primera experiencia con el transformador, debemos situar el reostato a la mitad, y la escala del voltímetro en 20 V, situamos la fuente de tensión en 2 V, y ponemos el transformador con 140 espiras en el primario y 70 en el secundario. A continuación encendemos la fuente de tensión, de manera que el conmutador conecte el voltímetro al primario. Medimos la tensión del primario y obtenemos.

Con $n_p = 140$ espiras y $n_s = 70$ espiras ! $V_s = 1,65$ V y $V_p = 0,73$ V.

Posteriormente obtenemos la tensión de primario y secundario, para las siguientes tensiones en la fuente de tensión, manteniendo el número de espiras tanto del primario como del secundario como en el apartado anterior.

Fuente de Tensión. (V)	Tensión en Primario. (V)	Tensión en secundario. (V)
2	1,65	0,73
4	3,41	1,54
6	5,19	2,36
8	6,96	3,19
10	8,75	4,02
12	10,51	4,83
14	12,24	5,63

Una vez vista la tabla en la cual se expresan los valores obtenidos en el laboratorio se realizará la gráfica con los valores V_p y V_s ajustándose a una recta por mínimos cuadrados, donde la pendiente debe ser n_s/n_p .

- Variación de tensión del secundario, V_s , frente al número de espiras del primario.

Situamos el voltaje de la fuente a 4V y regulamos con el reostato la tensión del primario $V_p = 4$ V en el voltímetro. Ponemos tanto en el primario como en el secundario 140 espiras y obtenemos los siguientes valores de V_p y V_s .

$V_p = 4$ V. $V_s = 3,62$ V

A continuación tomamos medidas manteniendo el número de espiras del secundario en 140 espiras y cambiando el número de espiras del primario a los valores siguientes:

Fuente de tensión. (V)	Nº Espiras del Primario.	Tensión del Secundario. (V)
4	140	3,62
4	126	4,02
4	112	4,54
4	98	5,18

4	84	6,08
4	70	7,28
4	42	11,98
4	28	17,32

Una vez obtenida la tabla realizaremos una gráfica en la cual se representan estos valores y se realiza el ajuste por mínimos cuadrados donde la recta a representar tiene una pendiente $V_s \cdot n_p$.

3.3. Variación de V_s frente al número de espiras del secundario n_s .

En este caso se verá la variación de V_s respecto a n_s . Una vez realizados los puntos que se indican en el enunciado obtuvimos la siguiente tabla en la cual se indican los valores de n_s y V_s .

Fuente de tensión. (V)	Nº Espiras del Secundario.	Tensión del Secundario. (V)
4	140	3,62
4	126	3,26
4	112	2,90
4	98	2,55
4	84	2,17
4	70	1,82
4	42	1,09
4	28	0,73

Con los valores obtenidos realizamos una gráfica con las parejas de valores (n_s , V_s) y ajustamos los datos a una recta por mínimos cuadrados, donde la pendiente será V_p/n_p .

3.4. Variación de I_s frente a I_p .

En este caso veremos la variación de I_s frente a I_p .

Para realizar las medidas el transformador estaba formado por un primario de 140 espiras y el secundario con 84 espiras. La tensión con la que alimentamos el transformador era de 2 V.

La tabla en la cual se expresan los diez pares de valores de intensidad de I_s frente a los de I_p es la siguiente:

Intensidad en Primario. (mA)	Intensidad en Secundario. (mA)
187,2	147,6
180,5	143,8
174	140
167,5	135,8
161	131,6
154,5	127,4
148	122,8
141,5	118,3

135	114
128,5	109,2

Una vez obtenida la tabla en la que se expresan los valores de I_p y I_s , se realizará la gráfica en la que se representan estos valores, la cual se ajustará a una recta por mínimos cuadrados, donde la pendiente es n_p/n_s

- Variación de I_s frente a n_p .

En este apartado, llevaremos a cabo el estudio de la variación de I_s frente a n_p .

Para proceder a tomar medidas, previamente actuamos de la siguiente manera. –

Manteniendo el voltaje de la fuente a 2 V, montamos el transformador de manera que el número de espiras del primario eran 140 y en el secundario otras 140 espiras. Ajustamos la corriente del primario con el reostato a 150 mA, y posteriormente tomamos las medidas de las intensidades tanto del primario como del secundario..

A continuación, por medio de una tabla los exponemos.

Nº de espiras en Primario.	Intensidad en Secundario. (mA)
140	130,9
126	128,7
112	127,7
98	127,0
84	128,5
70	134,6
56	146,8
42	171,6
28	203,1
14	257,3

A partir de los datos representados en la tabla, se realizará la gráfica de estos valores, ajustándola a una recta por medio de mínimos cuadrados, donde la pendiente será I_p / n_s .

- Variación de I_s frente a n_s .

Como se puede observar, en este caso se verá la variación de I_s frente a n_s . La tabla que expresa estos dos valores se representará a continuación. Los valores de n_s son datos del enunciado mientras los valores de I_s son datos obtenidos en el laboratorio.

Como datos del enunciado nos dan:

Fuente de alimentación = 2 V

$I_p = 150$ mA.

$n_p = 70$ Espiras.

$n_s = 14$ Espiras

Realizada la tabla en la cual se expresan los valores de I_s e n_s se realizará la gráfica de estos valores, ajustándose a una recta por medio de mínimos cuadrados, donde la pendiente será $I_p \cdot n_p$.

PRÁCTICA N° 4

CAMPO MAGNÉTICO EN EL EXTERIOR DE

UN CONDUCTOR RECTILÍNEO.

• Objetivos de esta Práctica:

El objetivo de esta práctica es el de estudiar la dependencia entre la intensidad por un conductor rectilíneo y el campo magnético creado por ella. Conocer la intensidad del campo magnético en función de la distancia al conductor.

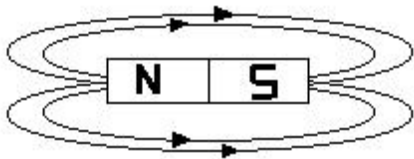
• Introducción teórica y leyes físicas:

2.1. Campo magnético. –

El campo magnético es la región del espacio en que se manifiestan las acciones magnéticas de un imán sobre otros cuerpos.

Para observar el campo magnético creado por imán se espolvorean unas limaduras de hierro sobre una superficie plana y se coloca debajo un imán, de esta manera las limaduras se orientan según unas líneas magnéticas o líneas de fuerza.

Las líneas de fuerza son unas líneas curvas que van del polo *N* al polo *S*, cerrándose por el interior de un imán. (Ver figura).



• Intensidad del campo magnético y flujo magnético. –

La fuerza con que un imán atrae a una aguja suspendida por un hilo, no es la misma en todos los puntos del campo magnético, y cuanto más se aleja la aguja, la fuerza de atracción disminuye.

Pues bien, a esta fuerza con que atrae el imán a un material férreo en un punto, se le denomina intensidad del campo magnético y se representa por la letra *H*.

A la cantidad de línea de fuerza que salen por un polo magnético se le denomina flujo magnético, se representa por la letra griega Φ y sus unidades son el weber (*wb*) en el S.I. y el Maxvelio (*Mx*) en el C.G.S.

La relación entre ambas unidades es $1 \text{ wb} = 10^8 \text{ Mx}$

El flujo magnético es similar a la intensidad de corriente en un circuito eléctrico, cuanto mayor es el flujo, mayor será la cantidad de líneas de fuerza en el circuito magnético.

• Inducción magnética. –

La inducción magnética se define como la cantidad de líneas de fuerza que atraviesan perpendicularmente la unidad de superficie. En cierta forma indica lo concentradas que están las líneas de fuerza en una parte del campo magnético, se representa por la letra griega B , sus unidades son en el S.I. el Tesla (T) y el Gauss (G) en el C.G.S.

La relación existente entre ambas unidades es $1T = 10^4 G$

Se dice que existe una inducción de $1 T$ cuando el flujo de $1wb$ atraviesa perpendicularmente una superficie de $1 m^2$.

; por tanto

2.4.Electromagnetismo.

El electromagnetismo es la parte de la física que estudia las relaciones entre los campos eléctricos y los campos magnéticos.

De igual manera que se produce una corriente eléctrica al mover un conductor en un campo magnético, igualmente si se hace pasar una corriente eléctrica por un conductor se crea un campo magnético en sus inmediaciones.

2.5. Campo magnético creado por un conductor rectilíneo.

Cuando por un hilo conductor circula una corriente eléctrica, se genera a su alrededor un campo magnético. Las líneas de fuerza tienen forma de círculos concéntricos y su sentido de giro viene determinado por la regla de Maxwell.

Variando el sentido de la corriente eléctrica se modifica el sentido de las líneas de fuerza y del campo magnético.

La intensidad del campo magnético (H), en un punto p alejado una distancia r , se hace más grande al aumentar la intensidad de la corriente eléctrica y por el contrario disminuye según nos alejamos del conductor.

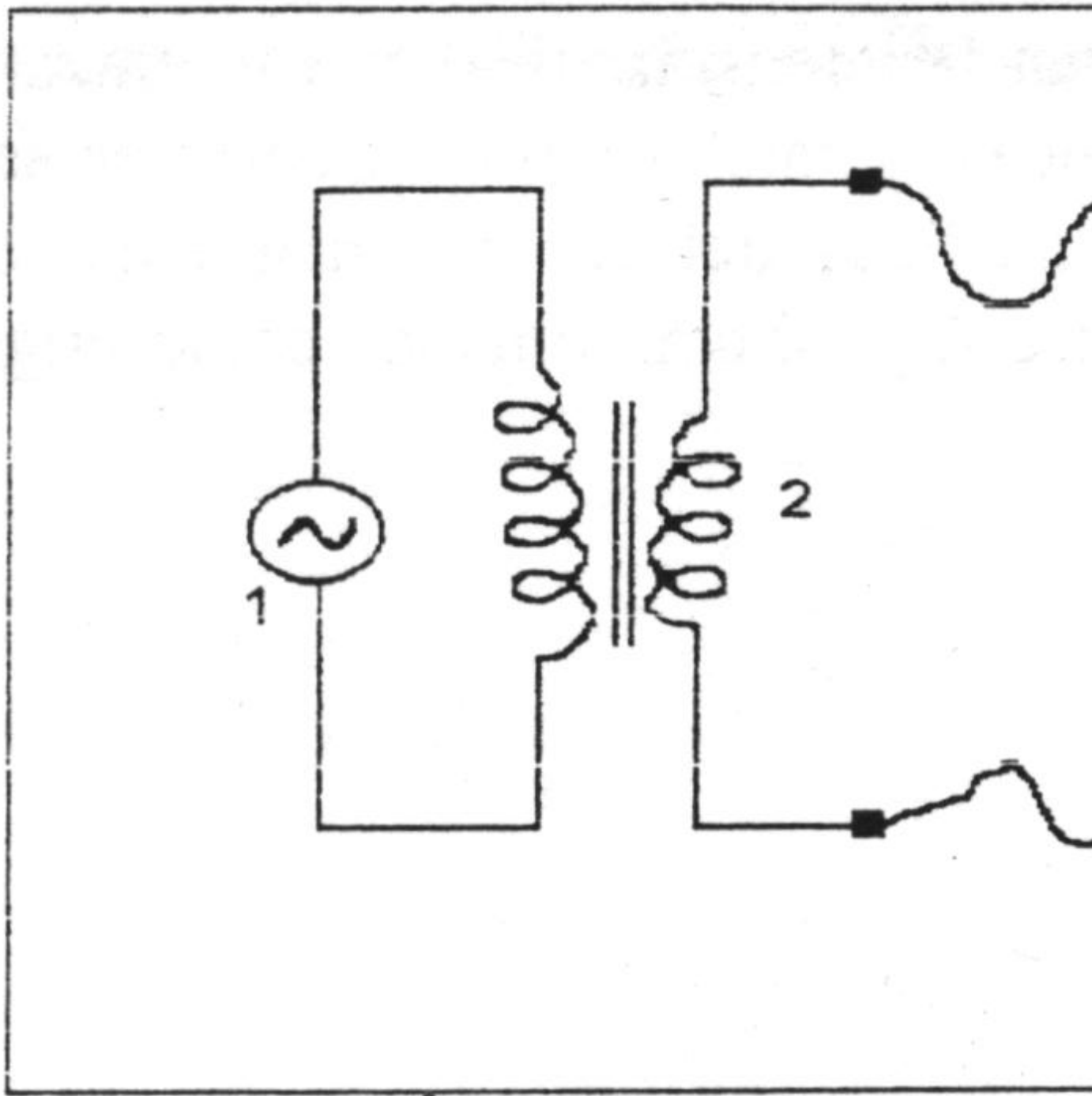
La expresión del campo magnético elemental dH creado por un conductor de longitud dl . Por el que circula una corriente I , en un punto situado a una distancia r viene dado por:

donde $k = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$

Para un conductor rectilíneo el campo magnético total será:

• Metodología experimental:

Para realizar esta práctica, en primer lugar debemos montar el circuito, como se muestra en la siguiente figura:



- Fuente de C.A.
- Transformador.
- Conductor rectilíneo.
- Amperímetro.
- Teslámetro digital.
- Sonda del teslámetro.

Dentro del dispositivo experimental, pueden distinguirse tres partes bien diferenciadas: A) La alimentación variable está formada por los elementos (1) y (2). Permite modificar la intensidad que circula por el conductor rectilíneo. B) El circuito que crea el campo magnético a medir, formado por los elementos (2) y (3). C) Los dispositivos de medida: para medir el campo magnético se usa el teslámetro y su sonda (6) y (7); para medir la

intensidad que circula por el circuito se emplea el transformador de intensidad y el amperímetro a él conectado (4) y (5).

Una vez hemos montado el circuito y antes de realizar ninguna medida avisamos al profesor para que revisara el circuito, quien nos dio permiso para comenzar con las medidas.

En cuanto al material necesario para poner en práctica esta experiencia, es el siguiente:

- ◊ -Nuez doble pass
- ◊ Pie cónico pass
- ◊ Varilla cuadrada pass 400 mm.
- ◊ Regla graduada 1 = 1000 mm.
- ◊ Pinza de mesa pass pequeña
- ◊ Reoforo, juego 3 piezas.
- ◊ Dispositivo de sujeción.
- ◊ Bobina de 6 espiras.
- ◊ Bobina reductora 140 espiras.
- ◊ Multímetro.
- ◊ Cable conexión (4).
- ◊ Núcleo hierro corto laminado.
- ◊ Núcleo en U laminado.

- Transformador de intensidad.
- Transformador, Rect 15V/CA/12V CC/5A E.
- Teslámetro digital.
- Sonda de Hall.

Una vez vistas las leyes físicas y el material necesario, comenzamos con el desarrollo de esta práctica.

3.1. Determinación del campo magnético de un conductor lineal en función de la intensidad de corriente.

Para poder empezar a tomar las medidas, primero es necesario seguir los siguientes pasos: debemos situar el transformador al máximo de espiras en el primario (unas 140) y la sonda del teslámetro la colocamos a 0,5 cm. del conductor. A continuación variamos la intensidad desde 0 hasta 1,1 Amperios en intervalos de 5 mA. A continuación se muestra en una tabla los valores de los campos magnéticos.

Una vez realizada la tabla con los diferentes valores de campo magnético en función de la intensidad de corriente, representaremos estos valores sobre un gráfico, ajustando por mínimos cuadrados, donde obtenemos una recta cuyo valor $(\frac{1}{2})(1/r)$.

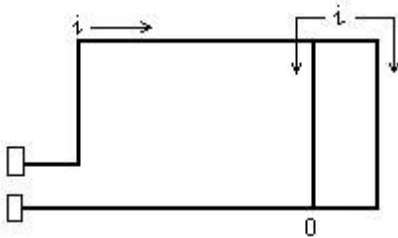
3.2. Determinación del campo magnético de un conductor lineal en función de la distancia.

Para realizar esta experiencia, conectamos el dispositivo como en la experiencia anterior, pero ahora se fija la intensidad a 0,5 A y se realizan medidas del campo magnético con la sonda situada a varias distancias comprendidas entre 0,5 y 5 cm. Anotamos los valores de B frente a $1/r$ en la tabla siguiente.

Una vez vista la tabla, pasaremos a representar la gráfica, ajustando por mínimos cuadrados obtenemos una recta cuya pendiente nos da una ecuación $(\frac{1}{2})I$.

3.3. Determinación del campo magnético de dos conductores paralelos, en los cuales la corriente fluye en el mismo sentido, en función de la distancia.

Para comenzar con esta experiencia, en primer lugar seleccionamos una intensidad de 0,8 A y utilizamos el conductor adecuado para obtener dos corrientes rectilíneas, paralelas y que circulen en el mismo sentido, es decir el conductor que se muestra en la figura:

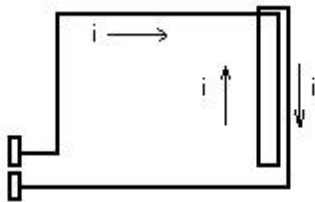


Realizamos las medidas del campo magnético con la sonda situada a varias distancias, comprendidas entre -2 y 10 cm, tomando como origen de coordenadas el conductor central.

Estos son los valores obtenidos:

- Determinación del campo magnético de dos conductores paralelos, en los cuales la corriente fluye en sentido opuesto, en función de la distancia.

Seleccionamos una intensidad de corriente de $I = 0,6$ A y utilizamos el conductor adecuado para obtener dos corrientes rectilíneas, paralelas y que circulen en sentido contrario, como se muestra en la figura siguiente:



Realizamos medidas del campo magnético con la sonda situada a varias distancias comprendidas entre -2 y 10 cm, tomando como origen de coordenadas uno de los conductores, y obtuvimos los valores presentados en la tabla:

PRÁCTICA Nº 6

ESTUDIO DE MICROONDAS CON DISPOSITIVOS

SEMICONDUCTORES.

• Objetivos de esta Práctica:

El objetivo de esta práctica es el reconocimiento y familiarización con un sistema emisor–detector de microondas. Caracterización espacial de la radiación emitida y realizar medidas de la longitud de onda de la radiación mediante la generación de ondas estacionarias.

• Introducción teórica y leyes físicas:

El dispositivo experimental que vamos a utilizar consta de un generador, que alimenta al emisor de microondas, y un equipo receptor. El generador proporciona un potencial de 12 V rectificado por un diodo, y dos condensadores, estabilizando la señal mediante un pequeño circuito integrado. La tensión continua así obtenida alimenta el diodo Jun a su voltaje de trabajo, 7 V. El diodo Gunn es el elemento fundamental del emisor de microondas, que genera la señal a transmitir. Este oscilador es un semiconductor de GaAs montado en una pieza cilíndrica. Su funcionamiento se basa en la disposición de dos uniones de semiconductor que actúan como diodos operando en oposición, resultando una curva característica cíclica, dando lugar a un circuito oscilante en el rango de frecuencias de las microondas. Como receptor se emplea un diodo de alta frecuencia Schottky.

Las microondas generadas por el emisor son ondas electromagnéticas que se sitúan dentro del espectro, entre las ondas de radiofrecuencia y el infrarrojo y sus longitudes de onda están comprendidas entre 1 y 300 mm. La energía producida por el emisor de microondas se repartirá en un lóbulo de radiación cuya distribución dependerá de la geometría de la antena del transmisor y cuya intensidad disminuirá al aumentar la distancia a dicha antena.

Las microondas procedentes del emisor son registrada por el diodo receptor, en el cual se produce un nivel de corriente continua proporcional al campo eléctrico que incide sobre él.

La onda electromagnética producida por el emisor es emitida al exterior por la antena que produce un lóbulo de radiación. Es decir, no se produce un rayo único o un haz de rayos, por el contrario, debido a la simetría de la antena, la energía está bastante concentrada a lo largo de una dirección determinada, es decir, el sistema emisor tiene una buena direccionalidad.

Cualquier movimiento ondulatorio, y las microondas lo son, lo podremos caracterizar por un periodo espacial o longitud de onda. Sin embargo, no es fácil poner de manifiesto la repetición espacial del fenómeno si mantenemos la situación progresiva de la onda. La forma más simple de poner de manifiesto la existencia de la longitud de onda y poderla medir, es provocando la formación de una onda estacionaria. Para ello, colocaremos una placa reflectora metálica perpendicular al eje principal de la antena. En la posición de la placa reflectora el campo eléctrico será siempre nulo y la onda, al reflejarse hacia la antena, formará una onda estacionaria, con lo cual la distancia entre dos mínimos consecutivos será siempre la mitad de la longitud de onda.

- **Metodología experimental:**
- Emisión y detección de microondas.

Para poder realizar esta primera experiencia, sobre el estudio de las microondas, hicimos lo siguiente:

Como el generador-emisor de microondas ya estaba montado no hubo que hacer nada más con él, únicamente tuvimos que colocar el receptor sobre un pie cónico, alineándolo con el emisor sobre una regla graduada que además hacía la función de rail.

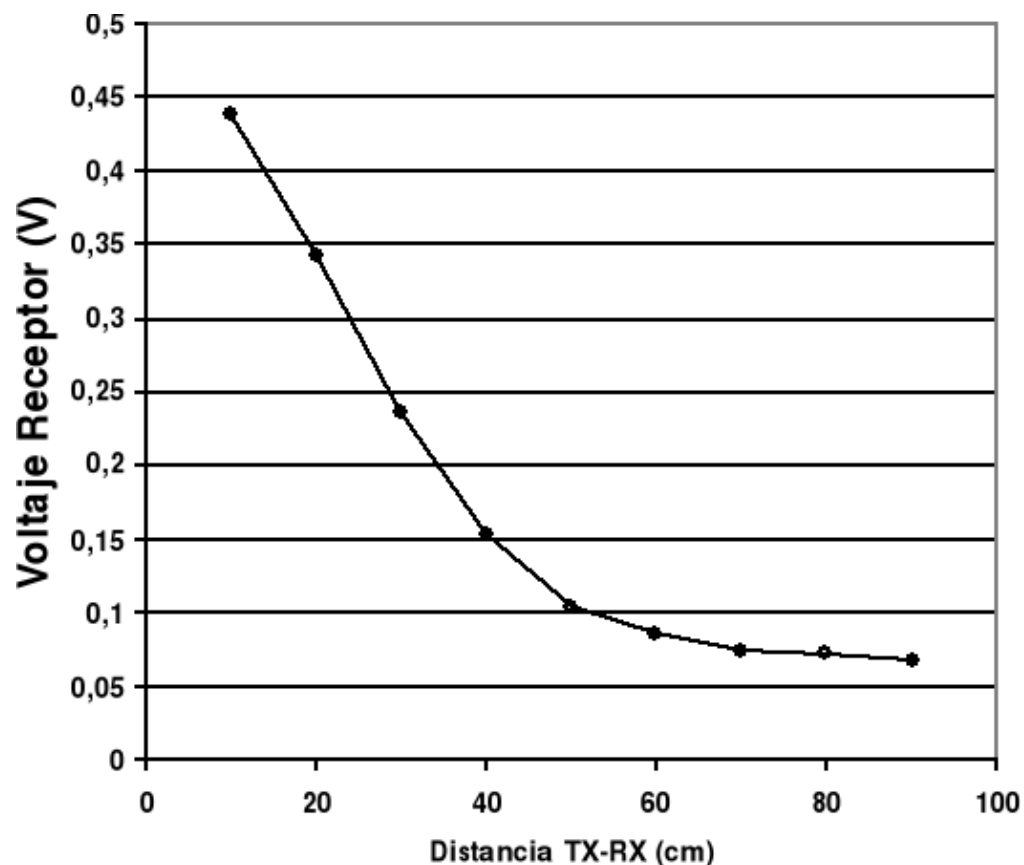
Conectamos el adaptador BNC al receptor y situamos en él sendos cables. Conectamos los cables al multímetro seleccionando la escala adecuada para medir tensiones de corriente continua hasta 2 V. Tuvimos que girar el diodo receptor hasta que obtuvimos la máxima tensión en el multímetro. Posteriormente colocamos el emisor en la marca correspondiente a 10 cm de la regla, y fuimos alargando la distancia ente el emisor (TX) y el receptor (RX) desde 20 hasta 90 cm, de 10 en 10 cm.

A continuación mostramos los valores obtenidos de tensión en el multímetro en relación a la distancia que se separan el emisor del receptor:

Distancia TX – RX	
-------------------	--

(cm)	Voltaje Medio Obtenido. (V)
10	0,438
20	0,343
30	0,237
40	0,153
50	0,104
60	0,086
70	0,074
80	0,072
90	0,068

Mostramos estos resultados mediante una gráfica:



Podemos apreciar que cuanto mayor es la distancia foco-detector, menor tensión medimos en el receptor, esto es debido a que cuanto mayor es la distancia que separa el emisor del receptor con menor intensidad llega la señal al receptor.

- Caracterización espacial de la radiación emitida.

Para caracterizar la señal emitida por la antena, haremos medidas a una distancia determinada de ésta en un plano perpendicular al eje principal de la antena y según las dos direcciones de ese plano. Para ello montaremos el dispositivo experimental como en la experiencia anterior, situando la antena y el receptor de manera que estén alineados, a una distancia de 30 – 40 cm. Manteniendo fijo el emisor, desplazamos el receptor lateralmente, sacando, para ello, el zócalo soporte de la regla-riel.

Para ello, nos ayudamos de otra regla graduada poniéndola perpendicularmente a la anterior y situando sobre ella el pie cónico con el receptor. Tomamos como eje X el principal de la antena y movemos el receptor a lo largo del eje Y (en sentido + y -). Conociendo las coordenadas x e y del receptor, es posible medir el ángulo con respecto al eje del emisor. En la tabla siguiente se muestran los valores de voltaje obtenidos para los distintos desplazamientos sobre el eje y, tomando desplazamientos desde 0 hasta 30 cm de 3 en 3 cm.

	Eje Y +	Eje Y -
Distancia en Eje Y	Voltaje obtenido	Voltaje obtenido (V)
(cm)	(V)	
0	0,438	0,436
3	0,188	0,185
6	0,040	0,041
9	0,035	0,034
12	0,034	0,030
15	0,030	0,031
18	0,011	0,012
21	0,001	0,005
24	0,004	0,004
27	0,002	0,004
30	0,001	0,002

A continuación representamos estos valores por medio de la siguiente gráfica, en ella podemos observar la simetría existente, en el eje vertical, según vamos desplazando el receptor en este eje, con respecto al emisor. Esta gráfica también puede darnos idea de cómo puede ser el lóbulo de la radiación emitida.

Para completar la caracterización de la señal debemos medir también el valor de la señal según el eje vertical (eje Z). Para simular el movimiento vertical, situamos el emisor horizontalmente de forma que ahora los desplazamientos horizontales del detector lo sean según el eje Z del sistema de coordenadas antes definido. Estos son los valores obtenidos:

	Eje Z +	Eje Z -
Distancia en Eje Y	Voltaje obtenido	Voltaje obtenido (V)
(cm)	(V)	
0	0,437	0,438
3	0,390	0,393
6	0,192	0,190
9	0,030	0,030
12	0,027	0,029
15	0,067	0,065
18	0,052	0,052
21	0,025	0,027
24	0,019	0,017
27	0,018	0,015
30	0,004	0,006

Ahora se muestra una gráfica con los valores obtenidos en el eje Z .

Podemos observar que la radiación emitida por el emisor sobre el eje y no es simétrica a la emitida sobre el eje z. En el primer caso la radiación es más colimada, es decir forma un lóbulo .más directivo

- Medida de la longitud de onda de la radiación.

Para realizar esta experiencia, previamente debemos montar el dispositivo experimental como en las anteriores, situando la antena, el receptor y la placa metálica reflectora alineados sobre la regla riel. Situamos la placa metálica reflectora a 60 cm y el diodo receptor a 40 cm del emisor de microondas; a continuación desplazamos el receptor hacia el emisor 10 cm de 0,2 en 0,2 y estos son los resultados obtenidos de los voltajes en función de los desplazamientos. Ver tabla:

Distancia TX – RX (cm)	Voltaje obtenido (V)		Distancia TX – RX (cm)	Voltaje obtenido (V)	
0	0,350			5,2	0,480
0,2	0,350			5,4	0,504
0,4	0,338			5,6	0,532
0,6	0,353			5,8	0,537
0,8	0,372			6	0,550
1	0,371			6,2	0,498
1,2	0,395			6,4	0,479
1,4	0,400			6,6	0,511
1,6	0,397			6,8	0,521
1,8	0,360			7	0,553
2	0,387			7,2	0,572
2,2	0,342			7,4	0,564
2,4	0,395			7,6	0,579
2,6	0,431			7,8	0,553
2,8	0,438			8	0,526
3	0,433			8,2	0,532
3,2	0,389			8,4	0,540
3,4	0,405			8,6	0,554
3,6	0,427			8,8	0,557
3,8	0,460			9	0,595
4	0,486			9,2	0,614
4,2	0,486			9,4	0,608
4,4	0,438			9,6	0,616
4,6	0,474			9,8	0,612
4,8	0,427			10	0,634
5	0,451				

Los valores representados en la tabla en color azul, presentan un mínimo.

Representación gráfica de los valores obtenidos:

A continuación averiguaremos el valor medio de la longitud de onda, para ello obtendremos el valor medio de los mínimos obtenidos en la gráfica:

$$x = (0,4 + 2,2 + 4,8 + 3,2 + 6,4 + 8) / 6 = 4,166 \text{ cm.}$$

Desviación estándar de los valores:

Desviación de cada medida:

Desviación estándar:

Dado que entre la frecuencia (), la velocidad de propagación y la longitud de onda () existe la relación $v = c / \lambda$, podemos calcular la frecuencia de la señal con la que estuvimos trabajando:

La frecuencia en la que estamos trabajando pertenece al segmento de las ondas centimétricas (EHF).

Material utilizado en esta práctica:

El material que hemos empleado para llevar a cabo esta práctica ha sido el siguiente:

- Regla de 1m.
- Pie cónico.
- Diodo receptor.
- Emisor de microondas.
- Generador de microondas.
- Multímetro digital.
- Cables de conexión.
- Adaptador BNC / doble banana.
- Placa metálica.
- Barra metálica 1=25 cm.
- Barra metálica 1=40 cm.
- Nuez doble (2).

Conclusión sobre las jornadas de prácticas:

Podemos decir, en resumen, que con las prácticas de esta asignatura hemos comprobado, experimentado y demostrado muchas leyes físicas, vistas en la parte teórica que de otra manera es posible que no hubieran quedado tan claras, o no nos hubiéramos hecho una idea de qué estábamos tratando en realidad, o qué aplicaciones en la vida real se le podrían dar a estas leyes físicas. Además nos hemos familiarizado con algunos instrumentos de medida, como el multímetro o algunas máquinas tan útiles como el transformador.

Con el empleo de gráficas (aunque es más engorroso) se ven con más claridad y rapidez los valores que estamos tratando, lo que me ha animado a utilizarlas más habitualmente. La experiencia que más me ha gustado de las cinco, ha sido la última, la que trata sobre las microondas, sobre todo la experiencia de las ondas estacionarias, ha sido realmente interesante.

En definitiva me han parecido muy interesantes y educativas las clases en el laboratorio.