**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**

****

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE TEORÍA DE CIRCUITOS II**

RECOPILADO Y EDITADO POR:

* Prof. Ing. Antonio Jesús Bogado
* Prof. Ing. Juan Francisco Godoy

CITEC - 2018

**ÍNDICE**

Experiencia 1: Mediciones de CA con el osciloscopio pág. 3

Experiencia 2: La Reactancia pág. 9

Experiencia 3: La Impedancia pág. 15

Experiencia 4: Circuitos Resonantes pág. 23

Experiencia 5: Circuitos Acoplados pág. 29

Experiencia 6: El Transformador pág. 35

Experiencia 7: Filtros pág. 40

Experiencia 8: Atenuadores pág. 46

**MEDICIONES DE C.A. CON EL OSCILOSCOPIO**

**Objetivos**

Representación de formas de onda mediante el Osciloscopio.

Familiarización con los conceptos de frecuencia, período y sus mediciones mediante el osciloscopio.

Familiarización con los parámetros que caracterizan a la señal de CA y el método para su medición.

Familiarización con las figuras de Lissajous.

Medición de diferencia de fase mediante el Osciloscopio.

**Instrumental necesario**

Tablero Nº 1 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

Osciloscopio.

Multímetro CA o voltímetro CA electrónico.

Generador de señal de audio.

Generador de señal de audio con tensión de salida igual a 6.3 V (o transformador para reducir la tensión de red a éste valor).

**Desarrollo**

1. Determinación de la frecuencia mediante la medición del periodo
   1. Ajuste la señal del generador de audio a 1000 Hz y a una tensión de salida de 5 V (tensión eficaz).
   2. Conecte la señal de salida del generador a la entrada del eje “Y” del osciloscopio.
   3. Utilice el osciloscopio para medir el período. Anote el resultado en la tabla 1.1.
   4. Repita la medición anterior para frecuencias de 2 KHz, 3 KHz, 4 KHz y 5 KHz.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Magnitud*  *medida*  *Frecuencia*  *de entrada [Hz]* | *Período*  *[ms]* | *Frecuencia calculada*  *[Hz]* |
| 1000 |  |  |
| 2000 |  |  |
| 3000 |  |  |
| 4000 |  |  |
| 5000 |  |  |

*Tabla 1.1: Determinación de la frecuenta mediante la medición del período.*

1. Medición de ondas de CA
   1. Ajuste la señal del generador a una frecuencia de 1000 Hz y 1 V (tensión eficaz) de salida.
   2. Ajuste la sensibilidad del eje “Y” a 1 voltio por centímetro.
   3. Conecte la señal de salida del generador a la entrada “Y”.
   4. Ajuste la base de tiempo del osciloscopio de manera que aparezcan varios ciclos en la pantalla.
   5. Mida los valores de pico y de pico a pico. Anote los resultados en la tabla 1.2.
   6. Repita la medición anterior para los siguientes niveles de la señal de salida: 2, 3, 4 y 5 V (tensión eficaz).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud*  *medida*  *Nivel de*  *señal de entrada*  *(valor eficaz) [V]* | *Valor pico*  *[VP]* | *Valor pico a pico*  *[VPP]* | *Valor eficaz calculado*  *[V]* |
| 1000 |  |  |  |
| 2000 |  |  |  |
| 3000 |  |  |  |
| 4000 |  |  |  |
| 5000 |  |  |  |

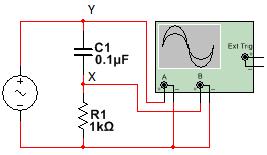
*Tabla 1.2: Medición de tensión eficaz de C.A.*

1. Medición de frecuencia en base a las figuras de Lissajous
   1. Conecte el circuito como se indica en la figura 1.5. El transformador disminuye la tensión de la red de 220 V CA. a 6.3 V CA.
   2. Ajuste la sensibilidad del amplificador vertical para obtener una deflexión simétrica de varios pares de divisiones en la pantalla.
   3. Desconecte el generador de señal de la entrada vertical. Conecte otro generador de señal con una frecuencia de 50 Hz a la entrada del amplificador horizontal. Ajuste la amplitud de salida del generador para obtener una deflexión horizontal igual a la obtenida en el párrafo 3.2.
   4. Vuelva a conectar el primer generador de señal a la entrada vertical. Dibuje la figura que aparece en la pantalla del osciloscopio en la tabla 1.3.
   5. Repita las mediciones anteriores para las siguientes frecuencias del generador de señal: 100, 150, 200 y 250 Hz.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida* | | *Forma de la figura que aparece en la pantalla del osciloscopio* | *Frecuencia horizontal calculada*  *[Hz]* |
| *Frecuencia en la entrada vertical*  *[Hz]* | *Frecuencia en la entrada horizontal*  *[Hz]* |
| 50 | 50 |  |  |
| 50 | 100 |  |  |
| 50 | 150 |  |  |
| 50 | 200 |  |  |
| 50 | 250 |  |  |

*Tabla 1.3: Medida de frecuencias mediante las figuras de Lissajous.*

1. Medida de la diferencia de fase
   1. Conecte el circuito como se indica en la figura 1.11. Ármelo en el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II)



*Figura 1.11: Medida de diferencia de fase*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señal a 500 Hz y a un nivel de salida de 5 VPP.
  2. Calibre el osciloscopio para obtener una deflexión igual en ambos ejes (como se ha descrito en el párrafo 3).
  3. Mida las magnitudes de “a” y de “b” (ver figura 1.8) y anótelas en la tabla 1.4.
  4. Repita las mediciones anteriores para las siguientes frecuencias del generador: 1 KHz, 2 KHz, 3 KHz, 4 KHz y 5 KHz.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida*  *Frecuencia de*  *entrada [Hz]* | *a*  *[cm]* | *b*  *[cm]* | *sen φ* | *Ángulo de fase φ* |
| 500 |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |
| 2000 |  |  |  |  |
| 3000 |  |  |  |  |
| 4000 |  |  |  |  |
| 5000 |  |  |  |  |

*Tabla 1.4: Medición del ángulo de fase*

**Análisis de resultados**

1. Calcule la frecuencia en base a las medidas anotadas en la tabla 1.1. Anote los resultados en la misma tabla.
2. Calculo los valores eficaces de las tensiones obtenidas en las mediciones anotadas en la tabla 1.2. Anote los resultados en la misma tabla.
3. Calcule las frecuencias de las señales en la entrada horizontal con las mediciones de la tabla 1.3. Anote los resultados en la misma tabla.
4. Calcule los ángulos de desfasaje en base a las mediciones realizadas anotadas en la tabla 1.4. Anote los resultados en la misma tabla.

**Cuestionario**

1. *Describa las posiciones de los selectores del osciloscopio cuando se mide la amplitud de una señal.*
2. *Describa las posiciones de los selectores del osciloscopio durante las mediciones de frecuencia y de diferencia de fase mediante las figuras de Lissajous.*
3. *Explique el significado de valor eficaz, valor de pico y valor pico a pico de una onda sinusoidal. ¿Qué relaciones hay entre estos parámetros?*
4. *¿Qué relación hay entre el valor eficaz de una tensión de CA y el valor de una tensión de CC?*
5. *Describa el método para la medición de la diferencia de fase con el osciloscopio.*
6. *Describa el método para la medición de frecuencia empleando las figuras de Lissajous. Dé un ejemplo.*
7. *¿Qué es la diferencia de fase? ¿Cuándo se produce?*
8. *¿Cuándo es conveniente emplear la frecuencia de la red como referencia para la medición de frecuencia mediante las figuras de Lissajous?*
9. *¿Es posible utilizar el método de las figuras de Lissajous cuando la frecuencia de referencia está conectada a la entrada horizontal? Justifique su respuesta.*
10. *¿Qué es una tensión de CA? Dibuje varias formas posibles.*

**Conclusión**

**LA REACTANCIA**

**Objetivos**

Familiarización con el comportamiento del resistor, del capacitor y bobina en un circuito de CA.

Familiarización con el concepto de la reactancia de una bobina y de un capacitor.

Familiarización con el método indirecto para la medición de la reactancia, y la medición del ángulo de fase de la bobina y del capacitor.

**Instrumental necesario**

Tablero n° 1 y caja de componentes del sistema Basic – 2.

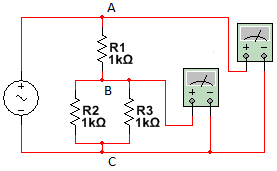
Voltímetro de CA.

Generador de señales.

Osciloscopio.

**Desarrollo**

1. Resistor en un circuito de C.A.
   1. Conecte el circuito de la figura 2.7 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



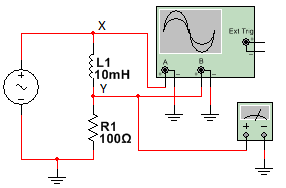
*Figura 2.7: El resistor en un circuito de C.A.*

* 1. Ajuste la frecuencia del generador de señales de audio a 200 Hz y a un nivel de salida de 5 V (tensión eficaz).
  2. Mida la tensión entre los puntos “B” y “C” y luego entre los puntos “A” y “C”. Anote los resultados en la tabla 2.1.
  3. Repita las mediciones del párrafo anterior para las frecuencias indicadas en la tabla 2.1. Anote los resultados en la misma tabla.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud*  *medida*  *Frecuencia [Hz]* | *VAC medida*  *[V]* | *VBC medida*  *[V]* | *VAB calculada*  *[V]* | *IR1 calculada*  *[mA]* | *IR2 calculada*  *[mA]* | *IR3 calculada*  *[mA]* |
| 200 |  |  |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  |  |  |  |
| 600 |  |  |  |  |  |  |
| 800 |  |  |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 2.1: Resistores en un circuito de C.A.*

1. La bobina en un circuito de C.A.
   1. Conecte el circuito de la figura 2.8 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 2.8: La bobina en un circuito de C.A.*

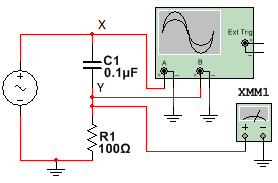
* 1. Fije la frecuencia del generador de señales de audio a 1.6 kHz y a un nivel de salida de 6 VPP.
  2. Mida la caída de tensión sobre el resistor y anote los resultados en la tabla 2.2
  3. Repita la medición anterior para cada una de las frecuencias indicadas en la tabla 2.2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida*  *Frecuencia [kHz]* | *Tensión medida sobre el resistor*  *[mV]* | *Corriente calculada*  *[mA]* | *Reactancia en base a las mediciones*  *[kΩ]* | *Reactancia calculada*  *[kΩ]* |
| 1.6 |  |  |  |  |
| 3.2 |  |  |  |  |
| 4.8 |  |  |  |  |
| 6.4 |  |  |  |  |
| 8.0 |  |  |  |  |
| 9.6 |  |  |  |  |
| 11.2 |  |  |  |  |
| 12.8 |  |  |  |  |
| 14.4 |  |  |  |  |
| 16.0 |  |  |  |  |

*Tabla 2.2: La bobina en un circuito de C.A.*

* 1. Conecte las entradas de los amplificadores X e Y del osciloscopio a los puntos “X” e “Y” de la figura 2.8. Conectar a tierra. Ajuste los amplificadores del osciloscopio para obtener la misma sensibilidad en ambos ejes. Determine el ángulo de desfasaje en base a la forma de la figura que aparece en la pantalla (a la frecuencia de 16 kHz). Anote los resultados a continuación:

1. El condensador en un circuito de C.A.
   1. Conecte el circuito de la figura 2.9 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 2.9: El condensador en un circuito de C.A.*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales de audio a 1600 Hz y a un nivel de salida de 6 VPP.
  2. Mida la tensión sobre el resistor R1 y anótela en la tabla 2.3.
  3. Repita la medición anterior para cada una de las frecuencias indicadas en la tabla 2.3. Anote los resultados en la misma tabla.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud*  *medida*  *Frecuencia*  *(Hz)* | *Tensión medida sobre el resistor*  *(mV)* | *Corriente calculada*  *(mA)* | *Reactancia en base a las mediciones*  *(kΩ)* | *Reactancia calculada*  *(kΩ)* |
| 1600 |  |  |  |  |
| 800 |  |  |  |  |
| 530 |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  |  |
| 320 |  |  |  |  |
| 265 |  |  |  |  |
| 225 |  |  |  |  |
| 200 |  |  |  |  |
| 180 |  |  |  |  |
| 160 |  |  |  |  |

*Tabla 2.3: El condensador en un circuito de C.A.*

* 1. Conecte las entradas de los amplificadores X e Y del osciloscopio a los puntos “X” e “Y” de la figura 2.9. Conecte a tierra y determine el ángulo de desfasaje como se ha descrito en el párrafo 2.5, a la frecuencia de 1600 Hz. Anote los resultados a continuación:

**Análisis de resultados**

1. Calcule el valor de la tensión VAB en base a los valores de los componentes de la figura 2.7 y a los resultados anotados en la tabla 2.1. Anotar los resultados en la tabla 2.1.
2. Calcule la corriente en cada uno de los resistores de la figura 2.7 y con los mismos resultados anotados en la tabla 2.1. Anote los resultados en la misma tabla.
3. Calcule la corriente y la reactancia para cada frecuencia indicada en la tabla 2.2 en base a los resultados anotados en la misma y a los valores de los componentes de la figura 2.8. Anote los resultados en la tabla 2.2.
4. Repita el párrafo 3 para el circuito de la figura 2.9 y los resultados anotados en la tabla 2.3.
5. Dibuje los gráficos de la reactancia en función de la frecuencia, en base a los resultados anotados en las tablas 2.2 y 2.3.

**Cuestionario**

1. *¿Hay diferencias en el comportamiento de un resistor en un circuito de C.C. y en uno de C.A.? Justifique su respuesta.*
2. *¿Qué es una reactancia inductiva?*
3. *¿Qué es una reactancia capacitiva?*
4. *Explique por qué la reactancia es una función de la frecuencia.*
5. *¿Qué es una inductancia “pura” y una capacitancia “pura”?*
6. *¿Hay disipación de potencia en una bobina o un condensador cuando están conectados en un circuito de C.A.? ¿Cuál es la razón de ello?*
7. *¿Cómo explica el hecho que la corriente a través de un condensador se adelanta a la tensión del mismo?*
8. *¿Qué es el ángulo de fase?*
9. *¿Bajo qué circunstancias será la reactancia capacitiva igual a cero?*
10. *¿Qué método se emplea para medir corriente alterna? ¿Qué factor obliga a usar este método?*

**Conclusión**

# LA IMPEDANCIA

**Objetivos**

Familiarización con los métodos matemáticos para el análisis de circuitos de CA.

Familiarización con los principios de representación mediante vectores y cálculo vectorial.

Estudio del comportamiento en CA de circuitos R-C serie y paralelo.

Estudio del comportamiento en CA de circuitos R-L serie y paralelo.

**Instrumental necesario**

Tablero Nº 1 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

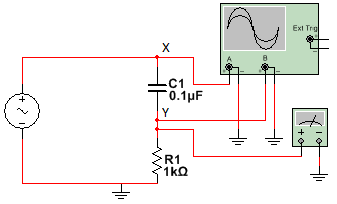
Osciloscopio.

Voltímetro electrónico.

Generador de señal de audio, con salida hasta 10 V.

**Desarrollo**

1. El circuito RC serie
   1. Conecte el circuito de la figura 3.12 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



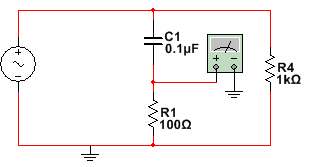
*Figura 3.12: Circuito RC serie*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 16 kHz y a un nivel de salida igual a 5 VPP. Mida las tensiones sobre el resistor y sobre el condensador. Anote los resultados en la tabla 3.1.
  2. Mida el seno del ángulo de fase. Anote el resultado en la tabla 3.1.
  3. Repita las mediciones anteriores para todas las frecuencias de la tabla 3.1. Asegúrese de mantener la tensión de salda constante en 5 VPP en todas las frecuencias.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud*  *medida*  *Frecuencia*  *[kHz]* | *VC1 [Vrms]* | | *VR1 [Vrms]* | | *sen φ* | *φ* | | *i [mA]* | | *P*  *[mW]* |
| *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* |
| 16.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.53 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.32 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 3.1: Circuito RC serie*

1. El circuito RC paralelo
   1. Conecte el circuito de la figura 3.13 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



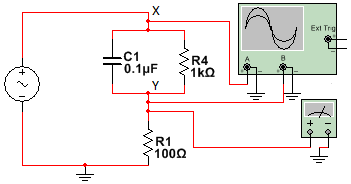
*Figura 3.13: Circuito RC paralelo*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 1.6 kHz. Mida la tensión sobre R1 (se utiliza este resistor para medir indirectamente la corriente del condensador). Anote el resultado en la tabla 3.2.
  2. Repita la medición para cada frecuencia anotada en la tabla 3.2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida*  *Frecuencia [kHz]* | *VR1*  *[mV]* | *iC1*  *[mA]* | | *iR4*  *[mA]*  *calculada* | *VR3*  *m[V]* | *i*  *[mA]* | | *sen φ* | *φ* | | P [mW] |
| Medida | Calculada | Medida | Calculada | Medida | Calculada |
| 1.600 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.800 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.530 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.400 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.320 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.265 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.225 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.180 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.160 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 3.2: Circuito RC paralelo*

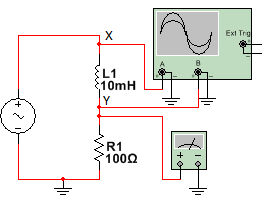
* 1. Conecte el circuito de la figura 3.14 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 3.14: Circuito RC paralelo*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 1.6 kHz. Mida la tensión sobre R3 (se utiliza este resistor para medir indirectamente la corriente total). Mida el seno del ángulo de fase mediante el osciloscopio. Anote los resultados en la tabla 3.2.
  2. Repita la medición para cada una de las frecuencias de la tabla 3.2.

1. El circuito RL serie
   1. Conecte el circuito de la figura 3.15 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



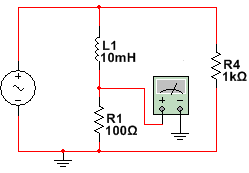
*Figura 3.15: Circuito RL serie*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 1.6 kHz. Mida la tensión sobre el resistor y luego sobre la bobina. Mida el seno del ángulo de fase. Anote los resultados en la tabla 3.3.
  2. Repita las mediciones para cada una de las frecuencias de la tabla 3.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud*  *medida*  *Frecuencia*  *[kHz]* | *VL1 [Vrms]* | | *VR1 [Vrms]* | | *sen φ* | *φ* | | *i [mA]* | | *P*  *[mW]* |
| *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* |
| 16.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.53 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.32 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 3.3: El circuito RL serie*

1. El circuito RL paralelo
   1. Conecte el circuito de la figura 3.16 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 3.16: Circuito RL paralelo*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 1.6 kHz. Mida la tensión sobre R1 (se utiliza este resistor para medir indirectamente la corriente de la bobina). Anote los resultados en la tabla 3.4.
  2. Repita la medición para cada frecuencia de la tabla 3.4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida*  *Frecuencia [kHz]* | *VR1*  *[V]* | *IL1*  *[mA]* | | *iR4*  *[mA]*  *calculada* | *VR3*  *[V]* | *i*  *[mA]* | | *sen φ* | *φ* | | P [mW] |
| Medida | Calculada | Medida | Calculada | Medida | Calculada |
| 1.600 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.800 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.530 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.400 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.320 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.265 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.225 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.180 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.160 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tabla 3.4: Circuito RL paralelo.

* 1. Conecte el circuito de la figura 3.17 sobre el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).
  2. Fije la frecuencia del generador de señales a 1.6 kHz y nivel de salida de 5 VPP. Mida la tensión sobre R3 y el seno del ángulo de fase. Anote los resultados en la tabla 3.4.



*Figura 3.17: Circuito RL paralelo*

* 1. Repita las mediciones para cada frecuencia de la tabla 3.4 y anote los resultados en la misma.

**Análisis de resultados**

1. En base a los resultados de la tabla 3.1 y de los valores de los componentes de la figura 3.12 calculo los siguientes valores y anótelos en la tabla 3.1:
   1. La tensión sobre el condensador para cada frecuencia.
   2. La tensión sobre el resistor para cada frecuencia.
   3. El ángulo de fase a cada frecuencia (en base al seno medido).
   4. El ángulo de fase a cada frecuencia (calculado solamente).
   5. La corriente a cada frecuencia (en base a las caídas de tensión sobre el resistor).
   6. La corriente a cada frecuencia (calculada solamente).
   7. La disipación de potencia del circuito a cada frecuencia.
2. En base a los resultados de la tabla 3.2 y de los valores de los componentes de las figuras 3.13 y 3.14, calcule los siguientes valores y anótelos en la tabla 3.2:
   1. La corriente total a cada frecuencia (en base a la caída de tensión medida sobre R3).
   2. La corriente total a cada frecuencia (en base a los valores de la figura 3.14 sin tomar en cuenta la influencia de R3).
   3. El ángulo de fase a cada frecuencia (en base al seno medido).
   4. El ángulo de fase a cada frecuencia (por cálculo, sin tomar en cuenta R3).
   5. La disipación de potencia a cada frecuencia (en base a los resultados medidos).
3. Repita el párrafo 1 de A a G para el circuito de la figura 3.15, y la tabla 3.3.
4. Repita el párrafo 2 de A a E para los circuitos de las figuras 3.16, 3.17 y la tabla 3.4.

**Cuestionario**

1. *Explique por qué es importante la representación vectorial para la descripción de los parámetros de los circuitos de CA. ¿Por qué no es necesaria la representación vectorial en los circuitos de CC?*
2. *¿Qué son números imaginarios y números complejos?*
3. *¿Qué representa un número complejo en el plano complejo?*
4. *¿Qué es un complejo conjugado?*
5. *¿Se puede emplear a las leyes de Kirchhoff en los circuitos de CA? Justifique la respuesta.*
6. *Escriba la expresión para la impedancia de un resistor y un condensador en serie con una fuente de CA:*
7. *Anote la relación funcional entre la corriente y la frecuencia en un circuito RC serie y en uno paralelo.*
8. *¿Cómo influye la frecuencia en el ángulo de fase en un circuito RL serie y en uno paralelo?*
9. *Dibuje las representaciones vectoriales de un circuito RC serie y uno paralelo.*
10. *Explique cómo se emplea un resistor auxiliar para realizar mediciones indirectas. ¿Tiene importancia el valor del resistor?*

**Conclusión**

**CIRCUITOS RESONANTES**

**Objetivos**

Familiarización con las características del circuito resonante serie y paralelo.

Investigación de la influencia de una bobina real sobre las características de los circuitos resonantes.

Familiarización con métodos de medición en los circuitos resonantes.

**Instrumental Necesario**

Tablero No 1 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

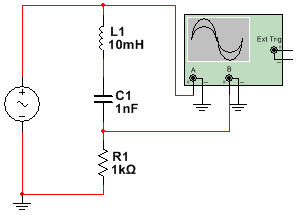
Osciloscopio.

Voltímetro.

Generador de señales de audio.

**Desarrollo**

1. El circuito resonante serie
   1. Conecte el circuito de la figura 4.8 sobre el circuito Nº 1 en el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 4.8: Circuito resonante serie*

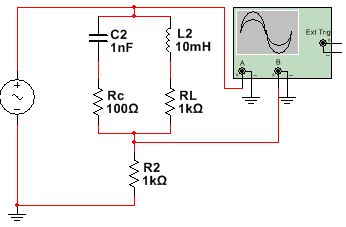
* 1. Varíe la frecuencia de la fuente hasta obtener una caída de tensión máxima sobre el resistor R1. Anote la frecuencia de resonancia en la tabla 4.1. Mida la tensión sobre el resistor cuando hay resonancia mediante un voltímetro a válvula con baja capacidad de entrada. Anote los resultados en la tabla 4.1.
  2. Mida la tensión sobre la bobina y el condensador en resonancia. Anote los resultados en la tabla 4.1.
  3. Conecte el voltímetro a válvula sobre el resistor R1. Disminuya la frecuencia de la fuente hasta que la lectura del voltímetro sea igual a 0.707 veces el valor que el de la frecuencia de resonancia. Anote la frecuencia de media potencia en la tabla 4.1.
  4. Bajo esta condición mida la tensión sobre la bobina y el condensador. Anote los resultados en la tabla 4.1.
  5. Repita los párrafos 1.4 y 1.5 para la frecuencia superior de media potencia. Anote los resultados en la tabla 4.1.
  6. Mida el ángulo de fase a la frecuencia de resonancia y a las frecuencias de media potencia. Anote el seno de cada ángulo de fase en la tabla 4.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida*  *Frecuencia* | | *f1*  *[kHz]* | | *fo*  *[kHz]* | | *f2*  *[kHz]* | |
| *R1=1K* | *R1=2.2K* | *R1=1K* | *R1=2.2K* | *R1=1K* | *R1=2.2K* |
| *f*  *[kHz]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *VR1*  *[V]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *iR1*  *[mA]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *VL1*  *[V]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *VC1*  *[V]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *sin φ* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *φ* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *Q* | *Medida* |  | | |  | | |
| *Calculada* |  | | |  | | |
| *Δf*  *[kHz]* | *Medida* |  | | |  | | |
| *Calculada* |  | | |  | | |

*Tabla 4.1: Circuito resonante serie*

* 1. Repita las mediciones luego de sustituir R1 por un resistor de 2.2K. Anote los resultados en la tabla 4.1.

1. El circuito resonante paralelo
   1. Conecte el circuito de la figura 4.9 sobre el circuito Nº 2 en el tablero Nº 1 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 4.9: Circuito resonante paralelo*

* 1. Varíe la frecuencia de la fuente hasta obtener tensión mínima sobre el resistor R. Anote la frecuencia de resonancia en la tabla 4.2.
  2. Mida las corrientes a través de la bobina, del condensador y la corriente total, en resonancia. Anote los resultados en la tabla 4.2. Las corrientes se miden indirectamente dividiendo la tensión sobre cada resistor por la resistencia correspondiente. Mida el seno del ángulo de fase. Anote los resultados en la tabla 4.2.
  3. Aumente la frecuencia de la fuente hasta que la tensión sobre R2 sea 1.414 veces mayor que la tensión de resonancia. Anote la frecuencia superior de media potencia en la tabla 4.2.
  4. Mida las corrientes, a través del condensador, de la bobina y total, a la frecuencia superior de media potencia. Anote los resultados en la tabla 4.1. Mida el seno del ángulo de fase y anote el resultado en la tabla 4.2. Asegúrese de mantener la tensión de la fuente constante a 5 VPP con cada cambio de frecuencia.
  5. Repita los párrafos 2.4 y 2.5 para la frecuencia inferior de media potencia.
  6. Repita las mediciones luego de haber sustituido al resistor R1 por uno de 2.2K.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Magnitud medida*  *Frecuencia* | | *f1*  *[kHz]* | | *f2*  *[kHz]* | | *f3*  *[kHz]* | |
| *RL=1K* | *RL=2.2K* | *RL=1K* | *RL=2.2K* | *RL=1K* | *RL=2.2K* |
| *f*  *[kHz]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *ic*  *[mA]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *iL*  *[mA]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *iT*  *[mA]* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *sin φ* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *φ* | *Medida* |  |  |  |  |  |  |
| *Calculada* |  |  |  |  |  |  |
| *Q* | *Medida* |  | | |  | | |
| *Calculada* |  | | |  | | |
| *Δf*  *[kHz]* | *Medida* |  | | |  | | |
| *Calculada* |  | | |  | | |

*Tabla 4.2: Circuito resonante paralelo*

**Análisis de resultados**

1. Calcule la frecuencia de resonancia en base a los valores de los componentes de la figura 4.8. Anote los resultados en la tabla 4.1.
2. Calcule las tensiones sobre el resistor, la bobina y el condensador en el circuito de la figura 4.8 en resonancia. Anote los resultados en la tabla 4.1.
3. Calcule la corriente de resonancia en base a los cálculos anteriores. Anote los resultados en la tabla 4.1.
4. Calcule el ángulo de fase para el circuito de la figura 4.8 en resonancia. Anote los resultados en la tabla 4.1.
5. Calcule el valor del factor de mérito y el ancho de banda en base a los componentes del circuito de la figura 4.8. Anote los resultados en la tabla 4.1.
6. Repita los párrafos anteriores para las frecuencias de media potencia. Anote los resultados en la tabla 4.1.
7. Repita los párrafos anteriores para el circuito de la figura 4.9. Anote los resultados en la tabla 4.2.

**Cuestionario**

1. *Describa el comportamiento de los circuitos resonantes serie y paralelo en resonancia.*
2. *¿Cómo influye el factor de mérito en los circuitos resonantes?*
3. *¿Cuál es el principio para el desarrollo de las ecuaciones de los circuitos resonantes serie y paralelo?*
4. *Explique cómo influye la resistencia de la bobina en un circuito resonante paralelo, sobre la frecuencia de resonancia. Utilice un diagrama vectorial para aclarar su explicación.*
5. *Describa usos posibles de los circuitos resonantes serie y paralelo.*
6. *Bajo qué circunstancias el valor calculado del factor de mérito será exacto en las mediciones de un circuito serie:*
7. *¿Cuáles son los métodos prácticos para la medición del ancho de banda en un circuito resonante serie y en uno paralelo?*

**Conclusión**

**CIRCUITOS ACOPLADOS**

**Objetivos**

Familiarización con el concepto y la medida de inductancia mutua.

Familiarización con el concepto de circuitos acoplados.

Familiarización con el concepto y la medida del coeficiente de acoplamiento.

Familiarización con el circuito acoplado no sintonizado.

Familiarización con varios tipos de circuitos acoplados.

Familiarización con el coeficiente de acoplamiento crítico.

Familiarización con el comportamiento de circuitos acoplados sintonizados en función de diferentes factores.

**Instrumental Necesario**

Tablero Nº 2 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

Osciloscopio.

Voltímetro.

Generador de señales de audio (preferiblemente con una impedancia de salida de 600Ω).

**Desarrollo**

1. Medición de los parámetros del circuito acoplado
   1. Emplee un óhmetro para medir la resistencia de las bobinas L1 y L2 en el tablero Nº 2 del sistema BASIC-2. Anote los resultados en la tabla 5.1.
   2. Conecte el circuito de la figura 5.9 en el tablero Nº 2 del sistema BASIC-2.



*Figura 5.9: Circuito para la medición de la inductancia del primario y del secundario*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 3.2 kHz y a un nivel de salida igual a 1 V (estando el circuito cargado).
  2. Mida la caída de tensión sobre R1. Anote el resultado en la tabla 5.1.
  3. Mida la caída de tensión sobre R2. Anote el resultado en la tabla 5.1.
  4. Conecte el circuito de la figura 5.10.



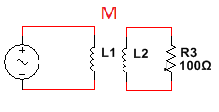
*Figura 5.10: Circuito para la medición de la inductancia mutua*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 3.2 kHz y a un nivel de salida igual a 1 V (cargado).
  2. Mida la tensión sobre R3 y anote el resultado en la tabla 5.1 (para la conexión 1).
  3. Repita el párrafo 1.8 permutando los terminales de la bobina L2. Anote el resultado en la tabla 5.1. Quite el cortocircuito de los puntos 17 y 18 y conéctelo entre los puntos 15 y 16. Quite el cortocircuito de los puntos 26 y 27 y conéctelo entre los puntos 28 y 29.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *RL1*  *[Ω]* | *RL2*  *[Ω]* | *VR1*  *[V]* | *L1*  *[H]* | *VR2*  *[V]* | *L2*  *[H]* | *VR3*  *Conexión 1 de L2* | *VR3*  *Conexión 2 de L2* | *M*  *[H]* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 5.1: Parámetros del circuito acoplado*

1. El circuito acoplado no sintonizado
   1. Conecte el circuito de la figura 5.11:



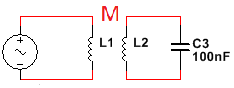
*Figura 5.11: Circuito acoplado no sintonizado*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 3.2 kHz y a un nivel de salida igual a 5 V (sin carga). Conecte el generador al circuito.
  2. Mida la tensión ei sobre L1 y anote el resultado en la tabla 5.2.
  3. Mida la tensión eo sobre R3 y anote el resultado en la tabla 5.2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ei [Vpp]* | | *I1 [mAPP]* | | *eo [VPP]* | |
| *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* |
|  |  |  |  |  |  |

*Tabla 5.2: Circuito acoplado no sintonizado*

1. El circuito acoplado con secundario sintonizado
   1. Conecte el circuito de la figura 5.12. Fije la frecuencia del generador de señales a 2.5 kHz y a un nivel de salida igual a 5 V (sin carga). Conecte el generador al circuito.



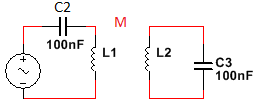
*Figura 5.12: Circuito acoplado con secundario sintonizado*

* 1. Conecte el voltímetro electrónico de CA al circuito de salida, en paralelo a C3. Ajuste la frecuencia del generador de señales hasta obtener máxima tensión de salida eo (en esta condición el circuito secundario está en resonancia). Mantenga la tensión de entrada constante. Anote la frecuencia de resonancia en la tabla 5.3.
  2. Desconecte el generador de señales del circuito y ajuste la salida a 5 V. Vuelva a conectarlo al circuito con la frecuencia antes fijada. Mida la tensión de entrada ei. Anote el resultado en la tabla 5.3.
  3. Mida la tensión de salida eo. Anote el resultado en la tabla 5.3.
  4. Varíe la frecuencia del generador de señales para determinar las frecuencias de media potencia. Anote el ancho de banda en la tabla 5.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *fo [kHz]* | | *ei [VPP]* | | *I1 [mA]* | | *eo [V]* | | *Δf [kHz]* | |
| *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 5.3: Circuito acoplado con secundario sintonizado*

1. El circuito acoplado sintonizado (primario y secundario resonante en serie)
   1. Conecte el circuito de la figura 5.13:



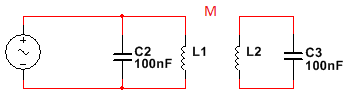
*Figura 5.13: Circuito acoplado sintonizado*

* 1. Ajuste la salida del generador de señales a 5 V (sin carga). Conecte el generador de señales al circuito y ajuste la frecuencia hasta máxima tensión de salida en el secundario. Mantenga la tensión de entrada, e, constante. Anote la frecuencia de resonancia en la tabla 5.4.
  2. Desconecte el generador de señales del circuito y ajuste su salida a 5 V. Vuelva a conectar el generador al circuito.
  3. Mida la tensión de entrada, ei. Anote el resultado en la tabla 5.4.
  4. Mida la tensión de salida, eo. Anote el resultado en la tabla 5.4.
  5. Mida el ancho de banda, manteniendo la tensión de entrada constante. Anote el resultado en la tabla 5.4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *fo [kHz]* | | *ei [VPP]* | | *Ii [mA]* | | *eo [V]* | | *Δf [kHz]* | |
| *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 5.4: Circuito acoplado sintonizado*

1. El circuito acoplado sintonizado (primario resonante en paralelo)
   1. Conecte el circuito de la figura 5.14:



*Figura 5.14: Circuito acoplado sintonizado*

* 1. Varíe la frecuencia del generador de señales hasta obtener una tensión de salida máxima en el secundario. Mantenga la tensión de entrada constante.
  2. Desconecte el generador de señales del circuito y fije su salida a 5 V. Vuelva a conectar el generador al circuito.
  3. Mida la tensión de entrada ei. Anote el resultado en la tabla 5.5.
  4. Mida la tensión de salida eo. Anote el resultado en la tabla 5.5.
  5. Mida el ancho de banda manteniendo la tensión de entrada constante. Anote el resultado en la tabla 5.5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *fo [kHz]* | | *ei [VPP]* | | *Ii [mA]* | | *eo [V]* | | *Δf [kHz]* | |
| *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* | *Medida* | *Calculado* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 5.5: Circuito acoplado sintonizado*

***Análisis de resultados***

1. Calcule L1 y L2 en base a las mediciones anotadas en la tabla 5.1.
2. Calcule M de los valores anotados en la tabla 5.1 mediante las siguientes ecuaciones:

donde:

Calcule LT1 y LT2 con las mediciones de VR3 para las dos conexiones de L. Anote los resultados en la tabla 5.1.

1. En base a los valores de los componentes de la figura 5.11 y a las mediciones anotadas en la tabla 5.2, calcule ei, i1 y eo. Anote los resultados en la tabla 5.2.
2. En base a los valores de los componentes de la figura 5.12 y las mediciones anotadas en la tabla 5.3, calcule fo, ei, i1, eo y ∆f.
3. Repita los cálculos del párrafo 4 para
   * + 1. Figura 5.13 y tabla 5.4.
       2. Figura 5.14 y tabla 5.5.

**Cuestionario**

1. *Explique el método utilizado en este experimento para medir la inductancia del primario y del secundario.*
2. *Explique el método utilizado en este experimento para medir la inductancia mutua M.*
3. *¿Cuáles son las razones posibles de las diferencias entre los valores medidos y calculados en este experimento?*
4. *¿Qué ventajas tienen los circuitos acoplados sintonizados sobre los filtros pasa-banda?*

***Conclusión***

**EL TRANSFORMADOR**

**Objetivos**

Familiarización con el transformador.

Familiarización con el uso del transformador para adaptación de tensión.

Familiarización con la relación de corrientes en el transformador.

Familiarización con la respuesta en frecuencia del transformador.

**Instrumental Necesario**

Tablero Nº 3 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

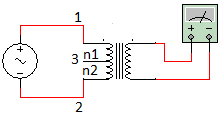
Década de resistencias.

Voltímetro electrónico de CA.

Generador de señales de audio.

**Desarrollo**

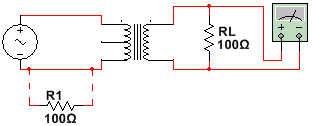
1. El transformador en circuito abierto
   1. Conecte el circuito de la figura 6.5 en el tablero Nº 3 del sistema BASIC-2.

**

*Figura 6.5: El transformador en circuito abierto*

* 1. Fije la frecuencia del generador de señales a 1 kHz y el nivel de salida a 5 V (con la carga conectada).
  2. Mida la tensión sobre el arrollamiento del secundario. Anote el resultado en la tabla 6.1.
  3. Conecte el generador de señales a los terminales Nº 2, los cuales están señalados con los puntos 2 y 3 en la figura 6.5. Con el nivel de salida del generador fijo en 5 V, repita la medición de la tensión sobre el arrollamiento del secundario. Anote el resultado en la tabla 6.1.
  4. Conecte en serie con el primario un resistor R1 de 1000 Ω con el nivel de salida del generador de señales fijo en 5 V, vuelva a conectar el generador entre los puntos 1 y 2.
  5. Mida la caída de tensión sobre R1. Anote el resultado en la tabla 6.1. Esta tensión es proporcional a la corriente del primario.

1. El transformador en carga
   1. Conecte el circuito de la figura 6.6.



*Figura 6.6: El transformador con carga*

* 1. Mida la tensión sobre el arrollamiento del secundario en carga. Anote el resultado en la tabla 6.1. Conecte una década de resistencias en lugar de RL.
  2. Refiérase a la figura 6.6. Abra el circuito del primario (desconectando los cortocircuitos) en los puntos marcados “a” y “b”. Mida la caída de tensión sobre R1. Anote los resultados en la tabla 6.1.
  3. Repita el ensayo con el generador de señales conectando a los terminales de n2 (puntos 2 y 3).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Puntos en que se conecta el generador* | *eo*  *Cto. abierto*  *[V]* | *T* | *VR1 circuito abierto*  *[V]* | *I1 circuito abierto [mA]* | *eo en carga [V]* | *I2 en carga [mA]* | | *VR1*  *en carga [V]* | *I1 en carga [mA]* | |
| *Medida* | *Calculada* | *Medida* | *Calculada* |
| 1-2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2-3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 6.1: El transformador en circuito abierto y con carga*

1. El transformador adaptador de impedancias
   1. Conecte el circuito de la figura 6.6. En lugar de R1 conecte la década de resistencias (se debe desconectar el cortocircuito de R1).
   2. Fije la década de resistencias a cero y mida la tensión de la carga. Aumente la resistencia de la década hasta que la tensión de la carga tenga la mitad del valor anterior. Anote este valor de la resistencia de la década.
   3. Repita el ensayo con el generador de señales conectado a los terminales de n2 (puntos 2 y 3).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Puntos en que se conecta el generador* | *Medida* | *Resistencia reflejada (Ω) calculada* |
|
|
| *1 y 2* |  |  |
| *2 y 3* |  |  |

*Tabla 6.2: El transformador adaptador de impedancia*

1. Respuesta en frecuencia del transformador
   1. Conecte el circuito de la figura 6.6 pero en lugar de R1 debe conectarse un cortocircuito.
   2. Fije la frecuencia del generador de señales a 50 Hz y el nivel de salida a 5 V. Mida la tensión del secundario Anote el resultado en la tabla 6.3.
   3. Repita el ensayo para cada una de las frecuencias de la tabla 6.3. Asegúrese que la salida del generador de señales se mantenga a 5 V para cada frecuencia.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Frecuencia*  *[Hz]* | *50* | *100* | *200* | *400* | *600* | *800* | *1000* | *2000* | *4000* | *5000* | *6000* | *7000* | *8000* | *9000* | *10000* | *12000* | *14000* | *16000* | *18000* | *20000* |
| *eo*  *[V]* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 6.3: Respuesta en frecuencia del transformador*

**Análisis de resultados**

1. En base a las mediciones anotadas en la tabla 6.1 calcule la relación de espiras. Anote los resultados en la misma tabla.
2. Con las caídas de tensión sobre R1 cuando el circuito del secundario está abierto, calcule la corriente del primario de circuito abierto. Anote los resultados en la tabla 6.1.
3. Con los valores de e0 medidos con el secundario cargado, calcule la corriente del secundario i2. Anote los resultados en la tabla 6.1.
4. Con los valores de los componentes del circuito, calcule los valores de i2. Anote los resultados en la tabla 6.1.
5. Con los valores de los componentes del circuito calcule el valor de i2. Anote el resultado en la tabla 6.1.
6. Con las caídas de tensión sobre R1, calcule los valores de i1 cuando el secundario está cargado. Anote los resultados en la tabla 6.1.
7. Con los valores de los componentes del circuito descrito en el párrafo 3 de la sección “Desarrollo del experimento” y utilizando la relación de espiras anteriormente calculada, determine la resistencia reflejada. Anote el resultado en la tabla 6.2.
8. Con los resultados medidos de la tabla 6.3, dibuje la curva de respuesta del transformador.

**Cuestionario**

1. *Explique el principio de funcionamiento del transformador.*
2. *Explique el comportamiento en frecuencia del transformador. Refiérase al circuito equivalente.*
3. *¿Puede ser usado el transformador de este experimento como transformador de audio? Justifique su respuesta.*
4. *Explique la diferencia entre los resultados calculados y los resultados obtenidos en este experimento.*

**Conclusión**

**FILTROS**

**Objetivos**

Familiarización con los parámetros y cálculos del filtro.

Familiarización con el filtro pasa bajos.

Familiarización con el filtro pasa altos.

Familiarización con el filtro pasa banda.

Familiarización con el filtro rechaza banda.

**Instrumental Necesario**

Tablero Nº 4 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

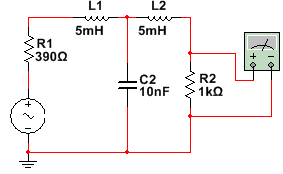
Multímetro.

Voltímetro electrónico de CA.

Generador de señales de audio.

**Desarrollo**

1. **Filtro pasa bajos**
   1. Conecte el circuito de la figura 7.7 sobre el tablero Nº 4 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



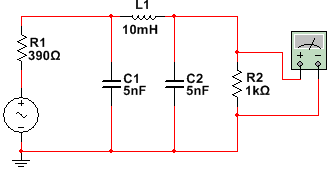
*Figura 7.7: Filtro pasabajos T*

* 1. Varíe la frecuencia del generador de señales manteniendo el nivel de salida constante a 5 V como se indica en la tabla 7.1 y mida la tensión de salida sobre R2. Anote los resultados en la tabla 7.1. Grafique en un eje de coordenadas cartesianas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Frecuencia de trabajo*  *[kHz]*  *Tensión de salida*  *[V]* | *1* | *2* | *5* | *6* | *8* | *10* | *15* | *20* | *30* | *35* | *40* | *45* | *50* |
| *Filtro T* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Filtro π* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

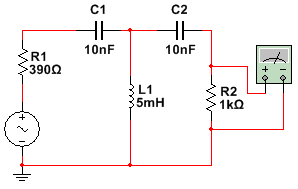
*Tabla 7.1: Filtros pasabajos*

* 1. Conecte el circuito de la figura 7.8. Repita el párrafo 1.2 y anote los resultados en la tabla 7.1. Grafique en un eje de coordenadas cartesianas.



*Figura 7.8: Filtro pasabajos π*

1. **Filtro pasa altos**
   1. Conecte el circuito de la figura 7.9:



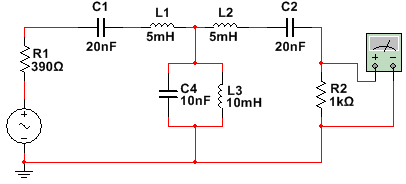
*Figura 7.9 Filtro pasa-altos T*

* 1. Varíe la frecuencia del generador de señales como se indica en la tabla 7.2, manteniendo el nivel de salida constante a 5 V. Mida la tensión de salida sobre el resistor R2. Anote los resultados en la tabla 7.2. Grafique en un eje de coordenadas cartesianas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Frecuencia*  *de trabajo*  *[kHz]* | *5* | *6* | *7* | *9* | *10* | *12* | *14* | *16* | *18* | *20* | *30* | *40* | *50* | *60* |
| *Tensión de salida [V]* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 7.2: Filtro pasa altos*

1. **Filtro pasa-banda**
   1. Conecte el circuito de la figura 7.10:



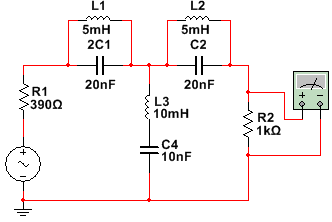
*Figura 7.10: Filtro pasa-banda*

* 1. Varíe la frecuencia del generador de señales como se indica en la tabla 7.3, manteniendo el nivel de salida constante a 5 V. Mida la tensión de salida sobre el resistor R2. Anote los resultados en la tabla 7.3. Grafique en un eje de coordenadas cartesianas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Frecuencia*  *de trabajo*  *[kHz]* | *3* | *4* | *6* | *8* | *10* | *12* | *15* | *18* | *20* | *26* | *30* | *35* | *40* | *45* | *50* | *60* | *70* | *80* |
| *Tensión de salida [V]* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 7.3: Filtro pasa-banda*

1. **Filtro rechaza banda**
   1. Conecte el circuito de la figura 7.11:



*Figura 7.11: Filtro rechaza-banda*

* 1. Varíe la frecuencia del generador de señales como se indica en la tabla 7.4, manteniendo constante el nivel de salida a 5 V. Mida la tensión de salida sobre R2. Anote los resultados en la tabla 7.4. Grafique en un eje de coordenadas cartesianas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Frecuencia*  *de trabajo*  *[kHz]* | *3* | *4* | *6* | *8* | *10* | *12* | *13* | *14* | *15* | *17* | *18* | *20* | *22* | *24* | *26* | *30* | *40* | *50* |
| *Tensión de salida [V]* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 7.4: Filtro rechaza-banda*

**Análisis de resultados**

1. Calcule la frecuencia de corte del circuito de la figura 7.7. Anote el resultado en la tabla 7.1.
2. Repita el párrafo anterior para el circuito de la figura 7.8.
3. En base a los resultados anotados en la tabla 7.1 dibuje los gráficos de la tensión de salida en función de la frecuencia.
4. Determina la frecuencia de corte del filtro en base a la curva característica que ha dibujado en la figura 7.12. Anote los resultados en la tabla 7.1.
5. Calcule la frecuencia de corte del circuito en la figura 7.9. Anote el resultado en la tabla 7.2.
6. En base a los resultados anotados en la tabla 7.2, dibuje el gráfico de la tensión de salida en función de la frecuencia.
7. Determine la frecuencia de corte del filtro en base a la curva característica que ha dibujado. Anote el resultado en la tabla 7.2.
8. En base a los resultados anotados en la tabla 7.3, dibuje la curva de respuesta en frecuencia para el filtro pasa-banda.
9. Determine la frecuencia de corte del filtro en base a la curva característica que ha dibujado. Anote los resultados en la tabla 7.3.
10. En base a los resultados anotados en la tabla 7.4, dibuje la curva de respuesta en frecuencia para el filtro rechaza-banda.
11. Determine la frecuencia de corte del filtro en base a la curva característica que ha dibujado. Anote los resultados en la tabla 7.4.

**Cuestionario**

* 1. *¿Qué es el decibel?*
  2. *¿Qué es la frecuencia de corte de un filtro?*
  3. *Describa el funcionamiento de los cuatro tipos de filtros mediante gráficos.*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

* 1. *Indique las diferencias entre un filtro ideal y uno práctico en base a los resultados de las mediciones en este experimento.*
  2. *Analice los circuitos eléctricos de los filtros y explique su modo de funcionamiento.*
  3. *¿Por qué tienen que ser iguales las impedancias de la fuente, de la carga y la impedancia característica?*
  4. *¿Cómo influye la resistencia de la bobina en el funcionamiento de los distintos filtros?*

**Conclusión**

**ATENUADORES**

**Objetivos**

Familiarización con las redes de cuatro terminales (cuadripolos).

Definición de la impedancia de entrada e impedancia de salida de una red.

Definición de la impedancia característica.

Familiarización con las características de redes conectadas en serie.

Familiarización con el atenuador y sus características.

Familiarización con el método de diseño de redes.

**Instrumental Necesario**

Tablero Nº 5 y la caja de componentes del sistema BASIC-2.

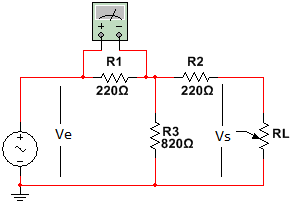
Década de resistencias.

Voltímetro electrónico de CA.

Generador de señales de audio.

**Desarrollo**

1. La impedancia característica
   1. Conecto el circuito de la figura 3.7 sobre el tablero Nº 5 del sistema BASIC-2. (o eventualmente en el ELVIS II).



*Figura 8.7: Circuito para la medición de la impedancia característica*

* 1. Varíe la década de resistencias como se indica en la tabla 8.1, manteniendo al generador de señales constante en 5 V. Mida en cada caso la tensión sobre el resistor R1 izquierdo. Anote los resultados en la tabla 8.1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *RL*  *[Ω]* | *Vin*  *[V]* | *VR1*  *[V]* | *Rin*  *[Ω]* | |
| *Medida* | *Calculada* |
| *330* |  |  |  |  |
| *390* |  |  |  |  |
| *470* |  |  |  |  |
| *560* |  |  |  |  |
| *680* |  |  |  |  |
| *1000* |  |  |  |  |

*Tabla 8.1: Resistencia de entrada e impedancia característica*

* 1. En base a los valores de los componentes de la figura 8.7 calcule la impedancia característica. Anote el resultado a continuación:

1. Coeficiente de atenuación
   1. Cargue al circuito dado en la figura 8.7 con una resistencia igual a la de Zo calculada en el párrafo anterior.
   2. Fije la tensión de salida del generador en 5 V. Mida la tensión de salida. Anote el resultado en la tabla 8.2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ven[V]* | *Vsal [V]* | *α Medida* | *α Calculada* |
| *5* |  |  |  |

*Tabla 8.2: Factor de atenuación*

1. La impedancia de entrada de dos redes conectadas en serie
   1. Conecte el circuito de la figura 8.8

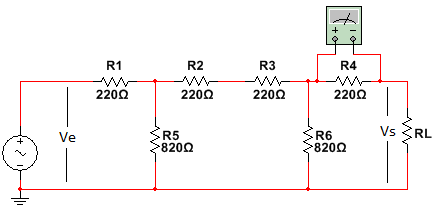


Figura 8.8: Conexión de dos redes iguales en serie

* 1. Mida la caída de tensión sobre el resistor R1 que está más a la derecha.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ven [V]* | *VR1 [V]* | *Ren [Ω] Medida* | *Ren [Ω] Calculada* |
| *5* |  |  |  |

*Tabla 8.3: Impedancia de entrada de dos redes iguales conectadas en serie*

1. Atenuación de dos redes iguales conectadas en serie
   1. Mida la tensión de salida del circuito. de la figura 8.8. Anote los resultados en la tabla 8.4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Ven [V]* | *Vsal [V]* | *α Medida* | *α Calculada* |
| *5* |  |  |  |

*Tabla 8.4: Atenuación de dos redes iguales conectadas en serie*

**Análisis de resultados**

1. Calcule la resistencia de entrada en base a las mediciones anotadas en la tabla 8.1. Anote los resultados en la columna correspondiente a “Ren medida” de la tabla 8.1.
2. Calcule la resistencia de entrada en base a los valores de los componentes de la figura 8.7. Anote los resultados en la tabla 8.1.
3. Calcule la impedancia característica en base a las mediciones anotadas en la tabla 8.1. Anote el resultado a continuación:
4. Calcule el coeficiente de atenuación en base a los resultados anotados en la tabla 8.2. Anote el resultado en la columna correspondiente a “α medido” de la tabla 8.2.
5. Calcule el coeficiente de atenuación en base a los valores de los componentes de la figura 8.7. Anote los resultados en la tabla 8.2.
6. Calcule la resistencia de entrada en base a las mediciones anotadas en la tabla 8.3. Anote el resultado en la misma tabla.
7. Calcule la resistencia de entrada en base a los valores de los componentes de la figura 8.8. Anote el resultado en la tabla 8.3.
8. Calcule el coeficiente de atenuación en base a los resultados anotados en la tabla 8.4. Anote el resultado en la misma.
9. Calcule el coeficiente de atenuación en base a los valores de los componentes de la figura 8.8. Anote el resultado en la tabla 8.4.

**Cuestionario**

1. *¿Por qué razón hay diferencia entre los resultados esperados y los medidos?*
2. *Explique el método empleado en este experimento para la medición de la impedancia de entrada de una red.*
3. *Calcule los componentes de un atenuador T si la impedancia característica es igual a 1KΩ y α = 3 dB.*

**Conclusión**