



Practica #3: Condensadores, Inductores y Transformadores.

Ing. Juan Pedro Duarte Martínez.

Ing. Erika Sunshine Jaramillo Quezada

M.C. Ulises Sáenz Trujillo

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)

Morelia, Michoacán México a 6 de Mayo de 2014

<http://lelgr.fie.umich.mx/>

pduarte@fie.umich.mx

ejaramillo@fie.umich.mx

usaenz@fie.umich.mx

Abstract.- En el presente trabajo se realizara la utilización de los condensadores, inductores y transformadores, así como sus conceptos básicos en la clasificación de los mismos (características, tipos, formas, valores etc..).

con cantidades de ca en vez de cd. En efecto, parte de la definición de las propiedades de una inductancia descansa en una condición de cambio de corriente.

I. INTRODUCCIÓN

Objetivo.

Conocer los diferentes tipos de condensadores Inductores y transformadores saber su valor codificado. Saber medir el voltaje de pico y el voltaje eficaz de los transformadores y la relación entre ambos y cómo medir su valor.

los condensadores son los elementos que almacenan energía en su campo eléctrico y sus propiedades difieren drásticamente cuando trabajan con cantidades de ca en vez de cd. Las inductancias son los elementos que también almacenan energía en un campo magnético y tienen propiedades diferentes cuando se excitan

CONDENSADORES Y CAPACITANCIA

Las características eléctricas de un condensador y una inductancia difieren bajo condiciones de operación estática y dinámica. Esto es, los condensadores y las inductancias exhibirán un comportamiento diferente si están sujetos a voltajes y corrientes de CD (estáticos) en vez de CA (dinámicos).

Los cuerpos materiales que poseen cargas eléctricas opuestas se atraen uno hacia el otro con una fuerza cuya intensidad se encuentra a partir de la Ley de Coulomb. Se puede calcular un campo



eléctrico y un voltaje entre los cuerpos para ayudar a representar esta fuerza. Se ha observado, que para cada configuración particular de dos cuerpos cargados en la cual permanece fija la forma de los cuerpos y su separación, la razón de la carga al voltaje que existe entre ellos es una constante, y se expresa matemáticamente como:

$$C = \frac{q}{v}$$

La constante, C es la **capacitancia** de la configuración geométrica particular. Para ponerlo en otra forma, la **capacitancia** se refiere a la cantidad de carga que la configuración puede almacenar por cada voltio de diferencia de potencial que existe entre los cuerpos.

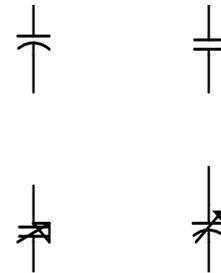
Si un elemento de un circuito se construye de tal forma que posea deliberadamente un valor particular de capacitancia, este elemento se llama un **condensador**. La unidad de capacitancia es el Faradio (F), y se expresa como:

$$1\text{Faradio} = \frac{1 \text{ Coulombio almacenado de carga}}{1 \text{ Voltio}}$$

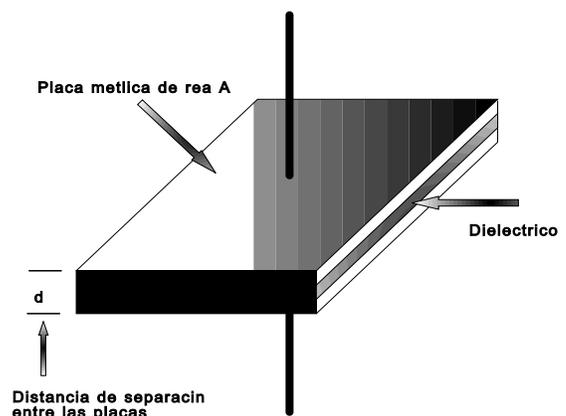
Un coulombio es una cantidad muy grande de carga, y la cantidad que se almacena en la mayoría de los condensadores reales es mucho más pequeña que un coulombio. Por tanto, el faradio es una cantidad demasiado grande para describir la capacitancia de los condensadores actuales. Como resultado es más común ver la capacitancia de los condensadores expresados en picofaradios (1 pF = 10^{-12} F) o en microfaradios (1 $\mu\text{F} = 10^{-6}$ F). Por

ejemplo, los condensadores grandes que se utilizan en las fuentes de alimentación como filtros tienen valores de capacitancia entre 10 y 1000 μF . Los pequeños condensadores utilizados en los radios tienen una capacitancia entre 25 y 500 pF.

El símbolo usado para representar los condensadores es:



La configuración de dos placas metálicas paralelas muy poco espaciadas, se utiliza para construir la mayoría de los condensadores. Estos condensadores se llaman **condensadores de placas paralelas**.



Condensador de placas paralelas

DIELECTRICOS

Un dieléctrico es un material aislante colocado entre las placas de un condensador para incrementar el valor de la capacitancia. Diferentes valores de capacitancia se obtienen a



partir de dos placas paralelas del mismo tamaño y separación utilizando varios dieléctricos.

La constante dieléctrica relativa, es el parámetro que indica que tanto un dieléctrico particular insertado entre las placas de un condensador incrementa el valor de la capacitancia con relación a su valor en el vacío. La tabla siguiente da la constante dieléctrica para varios materiales utilizados en los condensadores.

Dieléctrico	$K=E/E_0$ (Valor promedio)	Rigidez Dieléctrica (V/cm)
Vacío	1.0	
Aire	1.0006	3×10^4
Papel, parafina	2.5	6×10^5
Mica	4.0	5×10^5
Películas de óxido	5 - 25	
Cerámica (bajas pérdidas)	8.0	8×10^4
Cerámica (K alta)	100 - 1.000	
Agua	80	

SEGURIDAD CON LOS CONDENSADORES

Partiendo de que un condensador cargado almacena energía. Si el condensador tiene un valor de capacitancia alto y además se carga a un voltaje alto, la cantidad de energía almacenada puede ser muy grande. Durante la descarga, la energía se libera por medio de la corriente que fluye en la conexión entre las placas. Si esta descarga se hace accidentalmente a través del cuerpo humano el choque eléctrico puede ser molesto, doloroso y hasta fatal. Un condensador cargado representa un peligro disfrazado puesto que no luce diferente a uno descargado. esto significa que si un condensador se cargó durante su uso, se le debe descargar antes de manipularlo o guardarlo.

La descarga de un condensador se debe hacer siempre a través de una resistencia apropiada. Podemos dañar fácilmente un condensador simplemente cortocircuitando sus terminales. Por consiguiente, no es aceptable la práctica acostumbrada de descargar un condensador cortocircuitando sus terminales por medio de un desarmador.

Códigos de valores para capacitores SMD

Código de 3 Dígitos

Este código es similar al usado en las resistencias SMD y los capacitores cerámicos tradicionales, donde los dos primeros dígitos son significativos, mientras que el tercero es el multiplicador, y los valores estarán dados en picofaradios.

Ejemplo:



472 = 4700 pF = 4.7 nF

						y	9.0
--	--	--	--	--	--	---	-----

Código de Capacitores Cerámicos

Los capacitores cerámicos SMD generalmente son marcados con un código que consiste de una o dos letras y un dígito. Si el código tiene dos letras, la primera será el código del fabricante (p. ej. K para la marca Kermet), la segunda letra será la mantisa y el número será el multiplicador; el valor de la capacitancia estará dada en pico Faradios. Para un código de una sola letra y un número, la letra será la mantisa, y el número será el exponente del multiplicador. Consulte la siguiente tabla para los diferentes valores de mantisa.

Letra	Mantisa	Letra	Mantisa	Letra	Mantisa	Letra	Mantisa
A	1.0	J	2.2	S	4.7	a	2.5
B	1.1	K	2.4	T	5.1	b	3.5
C	1.2	L	2.7	U	5.6	d	4.0
D	1.3	M	3.0	V	6.2	e	4.5
E	1.5	N	3.3	W	6.8	f	5.0
F	1.6	P	3.6	X	7.5	m	6.0
G	1.8	Q	3.9	Y	8.2	n	7.0
H	2.0	R	4.3	Z	9.1	t	8.0

Ejemplos:

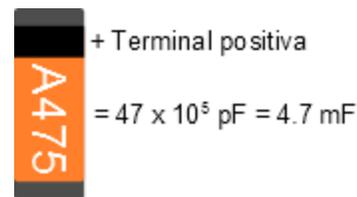
S3 = 4.7×10^3 pF = 4.7 nF sin identificación de fabricante

KA2 = 1.0×10^2 pF = 100 pF fabricado por Kermet

Códigos para Capacitores Electrolíticos SMD

Los capacitores electrolíticos SMD a menudo vienen marcados con su capacitancia en microfaradios y voltaje de trabajo, por ejemplo **10 6V** que significa 10µF a 6Volts. En algunas otras ocasiones se utiliza un código de 4 dígitos consistente de una letra que indica el voltaje de trabajo, 2 dígitos significativos y un multiplicador que da el valor de capacitancia en pico Faradios. Una banda en una de sus terminales indicará la terminal positiva.

Ejemplo:



LOS CONDENSADORES EN LOS CIRCUITOS ELECTRICOS

Las propiedades más importantes de los condensadores en los circuitos eléctricos son



sus características de carga y su impedancia en CA. Estas dos características son los aspectos dinámicos del comportamiento de un condensador.

4. Se utilizan las características transitorias de carga y descarga de los condensadores en la generación de pulsos, circuitos de los computadores análogos y generadores de tiempo.

5. Se utilizan en las fuentes de alimentación de los instrumentos como filtros para reducir la fluctuaciones de las formas de onda de la salida.

Usos comunes de los Condensadores:

1. **Elementos de bloqueo de cd.-** Cuando un condensador se coloca en serie con la rama de un circuito, se evita que las componentes de cd de la corriente en la rama fluyan. Sin embargo, las componentes de ca no se bloquean completamente. Los condensadores de bloque se utilizan en amplificadores, rectificadores y en los circuitos osciladores.

2. **Elemento para desviar cantidades de ca.-** Cuando un condensador se coloca en paralelo con una resistencia de gran valor, el condensador puede formar un camino de baja impedancia para las cantidades de ca. La cd es forzada a utilizar el camino de alta impedancia porque el condensador permanece virtualmente como un circuito abierto para cd. Se utilizan en esta forma en los circuitos de amplificación.

3. **Elementos para almacenar energía.-** Se utilizan en los circuitos que suministran energía a las unidades electrónicas de destello para fotografía, aceleradores de electrones y lámparas laser. La energía se puede almacenar lentamente durante la carga del condensador y liberarse rápidamente por medio de una descarga acelerada.

6. Se utilizan en los osciladores como parte de los circuitos que producen las oscilaciones.

7. **Elementos transductores.-** El cambio de alguna variable física se puede utilizar para cambiar el valor de la capacitancia de una estructura que tiene la forma de un condensador. El cambio de la variable no eléctrica se convierte de esta forma en una variación eléctrica.

8. Incrementa la eficiencia de los sistemas de transmisión de potencia, incrementando su factor de potencia.

TIPOS DE CONDENSADORES

El dieléctrico que separa las placas de un condensador determina principalmente el valor de la capacitancia, la corriente de fuga y el voltaje de perforación del condensador. Como consecuencia, los condensadores se clasifican generalmente de acuerdo con los materiales que se usan como dieléctrico. El objetivo en el diseño de un condensador es tener el mayor valor en el menor volumen posible. Además, la capacitancia no debe tener el mayor valor en el tiempo, el voltaje,



la presión, y debe tener un mínimo de pérdidas.

Para un área y tipo de dieléctrico dados, la capacitancia se puede incrementar únicamente haciendo el dieléctrico tan delgado como sea posible. Desafortunadamente, al adelgazar el dieléctrico se reduce el voltaje máximo que se puede aplicar a través del condensador. Si este voltaje máximo se excede, ocurre la perforación y ruptura del dieléctrico.

El mismo efecto también origina fugas mayores en grandes unidades de capacitancia. Por tanto existe un compromiso esencial entre una capacitancia alta y la habilidad para resistir voltajes altos.

La estructura metal-dieléctrico-metal que forma un condensador fijo se puede enrollar en forma de un tubo, doblar o reducir en alguna forma su tamaño total y hacer un paquete sellado protegido contra las influencias del medio ambiente. A continuación se muestran varios paquetes de condensadores fijos.

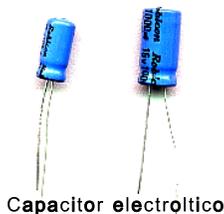


Capacitor de tantalio

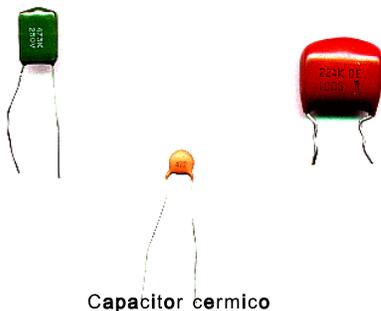
CONDENSADORES VARIABLES

Así como las resistencias, a menudo es necesario variar el valor de un condensador mientras permanece conectado al circuito. Por ejemplo cuando se desea sintonizar el circuito de un radio receptor o un oscilador.

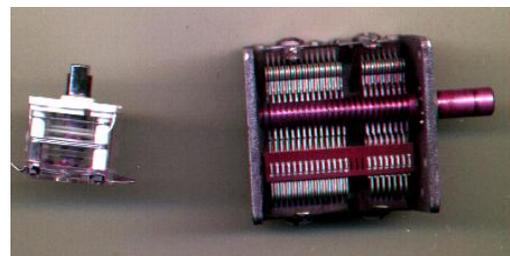
El condensador variable de aire es el tipo más común. Se construye montando un conjunto de placas metálicas (normalmente de aluminio) en un eje mezclándolas con otro conjunto de placas metálicas fijas de forma similar (como se observa en la figura). A medida que el eje rota, se aumenta o disminuye (dependiendo de la dirección de rotación) el área entre placas adyacentes y cargadas opuestamente. Esta variación del área cambia el valor de capacitancia (Entre mayor sea el área entrecruzada, mayor es la capacitancia).



Capacitor electrolítico



Capacitor cerámico





El condensador de pequeña capacidad (trimmer) es también un condensador variable, pero se utiliza principalmente en los circuitos que requieren ajustes de sintonía en una o en muy pocas ocasiones (tal como en el ajuste del rango de frecuencia de un amplificador sintonizador). Este condensador es de mica y tiene un tornillo que ajusta las hojas de mica y metal. Cuando el tornillo se aprieta, la separación entre las placas (y por tanto la capacitancia) se varía. El rango total de ajuste es de alrededor de 15 a 500 pF. Algunos de estos condensadores tienen rangos entre 5 y 40 pF o entre 20 y 100 pF.

DIFERENTES TIPOS DE CONDENSADORES Y SUS CARACTERISTICAS

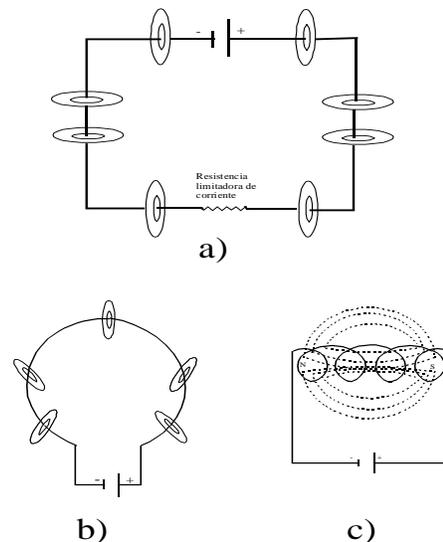
Dieléctrico	Valores de capacitancia	tolerancia (%)	Resistencia de fuga (MΩ)	Rango de máximo voltaje	Rangos de frecuencia util Hz
Cerámica (bajas pérdidas)	1 pF- 50μF	±5 a ±20	1000	6000v	10 ³ -10 ¹⁰
Cerámica (K alto)	100pF - 0.1μF	+100 a -20	30-100	100v	10 ³ -10 ⁸
Electrolítico	1μF- 0.5F	+100 a -20	1	500v	10-10 ⁴

INDUCTANCIAS

Cuando una carga fluye por un conductor, existe un campo magnético asociado con esta corriente en el espacio que rodea al conductor. Cuando la carga cesa de fluir, el campo magnético decrece

hasta desaparecer. Este fenómeno demuestra que la fuente de los campos magnéticos es un flujo de carga o corriente.

Cuando una corriente fluye en un alambre conductor, un campo magnético con una configuración como la mostrada en la figura (a) rodea el alambre. Si el alambre se dobla en forma de una bucla, el campo magnético de la bucla tendrá una forma como la mostrada en la figura (b). Finalmente, si el alambre se devana en forma de una bobina figura (c), los campos magnéticos de la buclas individuales se combinan para formar un solo campo total. (a una bobina se le llama **solenoides**) El campo de la bobina tiene la misma forma que el campo de una barra de imán permanente (con el campo en un extremo que corresponde a un polo norte y en el otro extremo a un polo sur). Las líneas que representan los campos magnéticos en estas ilustraciones se llaman **líneas de flujo**.



- a) Campo magnético alrededor de un alambre que conduce una corriente.
- b) Campo magnético en una bucla circular.



c) Campo magnético en una bobina que conduce una corriente.

La unidad de inductancia es el **henrio** (H). Las inductancias utilizadas en electrónica tienen valores que van desde 30 H hasta valores tan pequeños como 50 μ H.

USOS COMUNES DE LAS INDUCTANCIAS.

Las inductancias se emplean en los circuitos eléctricos como:

1. Elementos que bloquean las señales de alta frecuencia pero que permiten el paso de las señales de baja frecuencia sin una atenuación significativa. Tales bobinas de reactancia o chokes se pueden colocar en serie con las fuentes de potencia de 60 Hz. A cualquier señal de alta frecuencia se le impedirá entrar al circuito de la fuente de potencia.
2. Elementos que se utilizan en combinación con los condensadores para permitir el paso únicamente a determinadas frecuencias (filtros selectivos).
3. Elementos que se utilizan para producir altos voltajes en aplicaciones tales como el encendido de las bujías de los automóviles.
4. Elementos que almacenan energía en los campos magnéticos como parte de los circuitos osciladores.
5. Elementos que actúan como transductores para indicar cantidades no eléctricas como posición y velocidad.
6. Dispositivos que se utilizan para deflectar un haz de electrones en los tubos de rayos catódicos de la televisión.

ESTRUCTURA DE LAS BOBINAS

Las inductancias se construyen devanando alambre en bobinas de varias configuraciones. Esto restringe el campo magnético al espacio físico alrededor de la inductancia y crea un efecto inductivo mayor por unidad de volumen del elemento.

Los principales factores que determinan la magnitud de la inductancia de una bobina son:

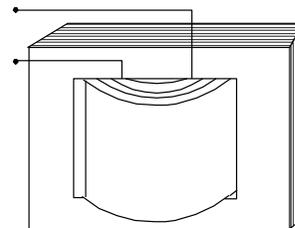
1. El número de vueltas de la bobina.
2. El tipo y forma del material del núcleo y en una extensión menor,
3. El diámetro y espaciamiento de las vueltas.

Las bobinas están devanadas normalmente alrededor de núcleos de materiales ferromagnéticos porque esto hace la densidad de flujo magnético mucho mayor que si el núcleo es aire.

TIPOS DE INDUCTANCIAS

INDUCTANCIAS PARA BAJAS FRECUENCIAS.-

Se usan para bajas frecuencias como filtros y chokes de audiofrecuencia (por consiguiente conducen frecuencias de 20 a 20,000 Hz).



INDUCTANCIAS PARA ALTAS FRECUENCIAS.



Para aplicaciones de alta frecuencia (500 kHz a 100 MHz

o voltaje de ca en sus terminales de salida de los valores aplicados en las terminales de entrada.

INDUCTANCIAS TOROIDALES.- El toroide es una inductancia de una gran eficiencia debido a su forma. Virtualmente todo el flujo producido por la bobina está encerrado por el devanado produciendo un gran valor de inductancia por unidad de volumen. Además, las inductancias toroidales son relativamente inmunes a los campos magnéticos parásitos. La desventaja de las inductancias toroidales es el alto costo de su devanado debido a su forma circular.

La habilidad de los transformadores para elevar o bajar los niveles de los voltajes o corrientes de ca se emplea en los sistemas de distribución de potencia eléctrica y en los medidores de ca. Esta propiedad también se utiliza en los circuitos electrónicos para obtener alto voltaje o para acople de impedancias. La capacidad de transferir energía por medio de un campo magnético permite que se usen para crear conexiones aisladas.



Inductancia toroidal

Los transformadores operan en base al fenómeno eléctrico de la **inductancia mutua**. La inductancia mutua es el efecto que ocurre cuando el campo magnético de un elemento también influencia otros elementos a su alrededor.

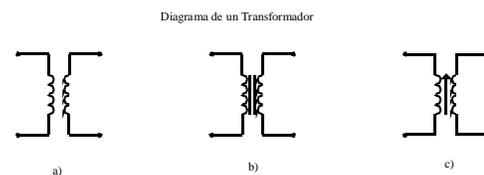
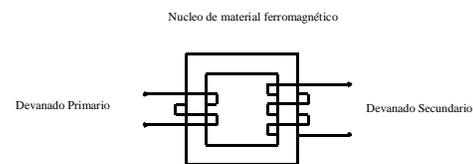
El transformador consiste de dos bobinas (llamadas el primario y el secundario) devanadas alrededor de un núcleo común de material ferromagnético.

INDUCTANCIAS VARIABLES

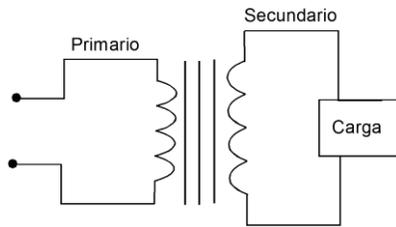
Para algunas aplicaciones se requieren inductancias variables y no fijas tal como sucede en los circuitos de sintonía, desfases, conmutadores.

TRANSFORMADORES

Los transformadores son dispositivos diseñados para transferir energía eléctrica de un circuito a otro. La conexión entre los dos circuitos para lograr esta transferencia se efectúa por medio de un campo magnético. Además de entregar esta transferencia de energía, los transformadores son capaces de entregar valores diferentes de corriente



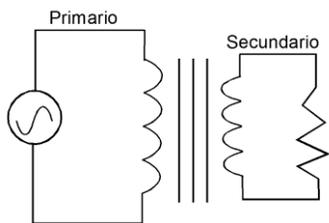
a) Núcleo de aire, b) Núcleo de hierro
b) Transformador variable



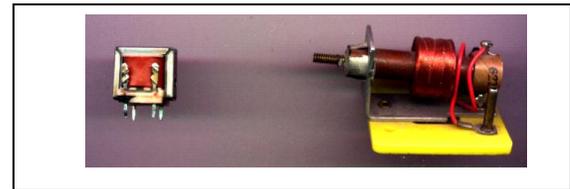
Transformador elevador de voltaje



Transformador de potencia



Transformador reductor de voltaje



Transformador de radio frecuencia y audiofrecuencia

TIPOS DE TRANSFORMADORES

Los transformadores se construyen en muchas formas y tamaños, dependiendo de la aplicación en la cual se van a usar. Sin embargo, la mayoría de los transformadores se devanan sobre un núcleo ferromagnético y poseen un devanado primario y uno o más secundarios. La mayoría de los transformadores se catalogan o por la frecuencia en la cual van a trabajar o por el circuito y el tipo de aplicación en que se van a usar. Las principales categorías son:



II. DESARROLLO DE LA PRACTICA:

$$CT = C1 + C2 + C + + C$$

1.- Llene la siguiente tabla con los condensadores proporcionados:

2.- Utilizando los valores medidos. Calcule y mida C1 y C2 en Paralelo:

Cond. No.	TIPO	NOMENCLATURA (Capacitancia y Voltaje)	VALOR CODIFICADO	VALOR MEDIDO
C1				
C2				
C3				
C4				
C5				

CT (calculado) = _____ CT (medido) = _____

3.- Utilizando los valores medidos. Calcule y mida C1, C2 y C3 en Paralelo:

CT (calculado) = _____ CT (medido) = _____

4.- Datos de placa de los transformadores:

A la mayoría de los transformadores se les coloca una placa en la cual se especifican sus condiciones nominales de operación. Del transformador proporcionado identifique los datos de placa.

Devanado Primario:

Voltaje=_____ Frecuencia=_____

Devanado Secundario:

Voltaje=_____ Corriente =_____

Los condensadores en serie se calculan como

$$Ct = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \dots + \frac{1}{Cn}}$$

5.- Identificación del Primario y Secundario con el Ohmetro. En el primario debe marcar una resistencia alta y el secundario una resistencia baja, menos de 10 ohms.

Resistencia del primario = _____

Resistencia del secundario = _____

1.1.- Utilizando los valores medidos. Calcule y mida C1 y C2 en Serie:

CT (calculado) = _____ CT(medido)= _____

1.2.- Utilizando los valores medidos. Calcule y mida C1, C2 y C3 Serie:

CT (calculado) = _____ CT (medido) = _____

6.- Conecte el transformador a la línea y mida con un volmetro el voltaje del primario y del secundario (voltaje eficaz (V_{rms})).

V_{p (rms)} = _____ V_{s (rms)} = _____

7.- Utilizando el osciloscopio observe la forma de onda del secundario y mida el voltaje de pico. Compruebe que V_{rms} = 0.707 V_p ó V_{rms} = V_p / √2.

Los condensadores en paralelo se calculan como:

V_{pico} = _____ V_{rms} = _____



III. Requisitos.

1. Definición de un henrio
2. Cuáles son los transformadores para instrumentos
3. De los transformadores de potencia:
 - a) Que se entiende por derivación central o tap central
 - b) Capacidad de potencia

IV. REPORTAR.

V. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.

VI. MATERIALES.

- | | |
|---|---|
| 5 | Capacitores varios valores |
| 3 | Bobinas diferentes |
| 1 | Transformador de 12 v (que contenga los datos de placa) |
| 1 | Clavija |
| 1 | Osciloscopio |
| 1 | Voltímetro |

VII. REFERENCIAS.