



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO “LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA”
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE FÍSICA



**DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE TIEMPO Y LA SOLUCION DE
LA ECUACION DIFERENCIAL DE PRIMER ORDEN DE UN CIRCUITO
RC**

Barquisimeto, Febrero de 2012



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO “LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA”
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE FÍSICA



**DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE TIEMPO Y LA SOLUCION DE
SU ECUACION DIFERENCIAL DE PRIMER ORDEN DE UN CIRCUITO
RC**

Autor: Gorman Oropeza

Tutores del Proyecto: Prof. Cruz Díaz

Dr. Juan González

Barquisimeto, Febrero de 2012

INDICE GENERAL

LISTA DE GRAFICOS.....	iv
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCION.....	vii
CAPITULOS	
I MARCO TEÓRICO.....	1
II ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	23
III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
ANEXOS.....	48
REFERENCIAS.....	70

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO

1. Comportamiento para la carga de un Condensador.....25
2. Comportamiento para la descarga de un Condensador.....26
3. Comportamiento para la carga y la descarga de un condensador de 4700 micro faradios conectado en serie a una resistencia de 1kOhm.....27
4. Cargas del Condensador de 4700 micro farad variando el valor de R.....28
5. Descarga del Condensador de 4700 micro farad variando el valor de R.....29
6. Curva de la solución de la Ecuación Diferencial para la carga del Condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.....32
7. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.....33
8. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 2kOhm.....34
9. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 3kOhm.....35
10. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 4kOhm.....36
11. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para

la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 5kOhm.....37

12. Curva de la solución de la Ecuación Diferencial del Condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.....39
13. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.....40
14. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 2kOhm.....41
15. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 3kOhm.....42
16. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 4kOhm.....43
17. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 5kOhm.....44



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO “LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA”
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE FÍSICA



**DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE TIEMPO Y LA SOLUCION DE LA
ECUACION DIFERENCIAL DE PRIMER ORDE DE UN CIRCUITO RC**

Autor: Gorman Oropeza

Tutor: Cruz Díaz

Dr. Juan González

Fecha: Febrero de 2012

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Instituto Pedagógico Dr. Luis Beltrán Prieto Figueroa, tomándose como parámetro la medición del voltaje en función del tiempo dentro del laboratorio de física con el propósito de determinar la constante τ para la Carga y Descarga experimentalmente y la solución o función que satisfaga a la ecuación diferencial que origina un circuito RC, para ello se hizo un estudio con los equipos de laboratorio existente en la UPEL-IPB específicamente de instrumentos que permiten explicar fenómenos eléctricos en este caso un sensor Cassy que se utiliza con un software compatible con este dispositivo (Cassy-Lab) útil para digitalizar los resultados obtenidos del montaje de un circuito RC para poder obtener los datos y apreciar las características de este fenómeno físico y al obtener estos datos se pueden graficar en Matlab y a su vez en este mismo Software se halló la función que satisface a la ecuación diferencial obtenida por el mismo circuito RC.

Descriptores: Circuito RC, Ecuaciones Diferenciales, Software, Sensor Cassy, MATLAB.

INTRODUCCIÓN

En el campo de la ciencia se estudian, describen y analizan fenómenos, los cuales de algún modo u otro son aprovechados por la humanidad sea en cualquier campo y aplicaciones. La Física es una de esas ciencias, que gracias a su avance y a los grandes descubrimientos científicos a través de la historia desde la antigüedad la Electricidad (del griego *elektron*, cuyo significado es ámbar) es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros. Se puede observar de forma natural en fenómenos atmosféricos, por ejemplo los rayos, que son descargas eléctricas producidas por la transferencia de energía entre la ionosfera y la superficie terrestre. Otros mecanismos eléctricos naturales los podemos encontrar en procesos biológicos, como el funcionamiento del sistema nervioso. Es la base del funcionamiento de muchas maquinas, desde pequeños electrodomésticos hasta sistemas de gran potencia como los trenes de alta velocidad, y de todos los dispositivos electrónicos. Además es esencial para la producción de sustancias químicas como el aluminio y el cloro.

La electricidad es originada por las cargas eléctricas, en reposo o en movimiento, y las interacciones entre ellas. Cuando varias cargas eléctricas están en reposo relativo se ejercen entre ellas fuerzas electrostáticas. Cuando las cargas eléctricas están en movimiento relativo se ejercen también fuerzas magnéticas. Se conocen dos tipos de cargas eléctricas: positivas y negativas. Los átomos que conforman la materia contienen partículas subatómicas positivas (protones), negativas (electrones) y neutras (neutrones). También hay partículas elementales cargadas que en condiciones normales no son estables, por lo que se manifiestan solo en determinados procesos como los rayos cósmicos y las desintegraciones radiactivas.

La electricidad y el magnetismo son dos aspectos diferentes de un mismo fenómeno físico, denominado electromagnetismo, descrito matemáticamente por las ecuaciones de Maxwell. El movimiento de una carga eléctrica produce un campo

magnético, la variación de un campo magnético produce un campo eléctrico y el movimiento acelerado de cargas eléctricas genera ondas electromagnéticas (como en las descargas de rayos que pueden escucharse en los receptores de radio AM).

Por eso el Electromagnetismo es una rama de la física que estudia y unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría, cuyos fundamentos fueron sentados por Michael Faraday y formulados por primera vez de modo completo por James Clerk Maxwell. La formulación consiste en cuatro ecuaciones diferenciales vectoriales que relacionan el campo eléctrico, el campo magnético y sus respectivas fuentes materiales (corriente eléctrica, polarización eléctrica y polarización magnética), conocidas como ecuaciones de Maxwell.

El electromagnetismo es una teoría de campos; es decir, las explicaciones y predicciones que provee se basan en magnitudes físicas vectoriales o tensoriales dependientes de la posición en el espacio y del tiempo. El electromagnetismo describe los fenómenos físicos macroscópicos en los cuales intervienen cargas eléctricas en reposo y en movimiento, usando para ello campos eléctricos y magnéticos y sus efectos sobre las sustancias solidas, liquidas y gaseosas. Por ser una teoría macroscópica, es decir, aplicable solo a un número muy grande de partículas y a distancias grandes respecto de las dimensiones de estas, el electromagnetismo no describe los fenómenos atómicos y moleculares, para los que es necesario usar la mecánica cuántica. El electromagnetismo considerado como fuerza es una de las cuatro fuerzas fundamentales del universo actualmente conocido.

Desde la antigua Grecia se conocían los fenómenos magnéticos y eléctricos pero no es hasta inicios del siglo XVII donde se comienza a realizar experimentos y a llegar a conclusiones científicas de estos fenómenos. Durante estos dos siglos, XVII y XVIII, grandes hombres de ciencia como William Gilbert, Benjamín Franklin, Alessandro Volta entre otros estuvieron investigando estos dos fenómenos de manera separada y llegando a conclusiones coherentes con sus experimentos.

A principios del siglo XIX Hans Christian Oersted encontró evidencia empírica de que los fenómenos magnéticos y eléctricos estaban relacionados. De ahí es que los trabajos de físicos como André-Marie Ampere, Joseph Henry, Georg Simón Ohm, Michael Faraday en ese siglo, son unificados por James Clerk Maxwell en 1861 con un conjunto de ecuaciones que describían ambos fenómenos como uno solo, como un fenómeno electromagnético.

Las ecuaciones de Maxwell demostraban que los campos eléctricos y los campos magnéticos eran manifestaciones de un solo campo electromagnético. Además describía la naturaleza ondulatoria de la luz, mostrándola como una onda electromagnética. Con una sola teoría consistente que describía estos dos fenómenos antes separados, los físicos pudieron realizar varios experimentos prodigiosos e inventos muy útiles como la bombilla eléctrica por Thomas Edison o el generador de corriente alterna por Nikola Tesla. El éxito predicativo de la teoría de Maxwell y la búsqueda de una interpretación coherente de sus implicaciones, fue lo que llevo a Albert Einstein a formular su teoría de la relatividad que se apoyaba en algunos resultados previos de Hendrik Antoon Lorentz y Henri Poincare.

El aspecto más importante del trabajo de Maxwell en el electromagnetismo es el término que introdujo en la ley de Ampere; la derivada temporal de un campo eléctrico, conocido como corriente de desplazamiento. El trabajo que Maxwell publicó en 1865, *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*, modificaba la versión de la ley de Ampere con lo que se predecía la existencia de ondas electromagnéticas propagándose, dependiendo del medio material, a la velocidad de la luz en dicho medio. De esta forma Maxwell identificó la luz como una onda electromagnética, unificando así la óptica con el electromagnetismo.

CAPITULO I

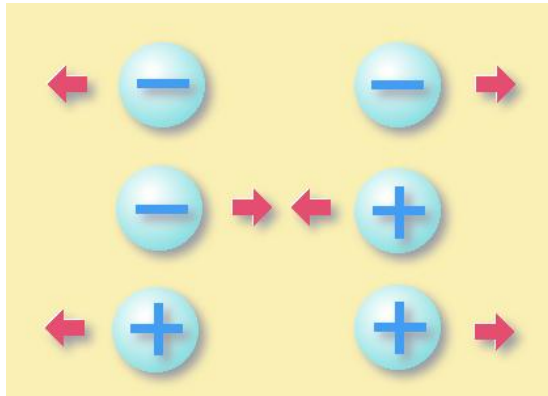
BASES TEÓRICAS

Carga eléctrica

La carga eléctrica es una propiedad que poseen algunas partículas subatómicas y que se manifiesta mediante las fuerzas observadas entre ellas. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnéticos siendo, a su vez, generadora de ellos. La interacción entre carga y campo eléctrico es la fuente de una de las cuatro interacciones fundamentales, la interacción electromagnética. La partícula que transporta la información de estas interacciones es el fotón. Estas fuerzas son de alcance infinito y no se manifiestan de forma inmediata, sino que tardan un tiempo, donde es la velocidad de la luz en el medio en el que se transmite y la distancia entre las cargas.

Las dos partículas elementales cargadas que existen en la materia y que se encuentran de forma natural en la Tierra son el electrón y el protón, aunque pueden encontrarse otras partículas cargadas procedentes del exterior (como los muones o los piones). Todos los hadrones (como el protón y el neutrón) además, están constituidos por partículas cargadas mas pequeñas llamadas quarks, sin embargo estas no pueden encontrarse libres en la naturaleza.

Cuando un átomo gana o pierde un electrón, queda cargado eléctricamente. A estos átomos cargados se les denomina iones. Los trabajos de investigación realizados en la segunda mitad del siglo XIX por el premio Nobel de Física Joseph John Thomson, que le llevaron en 1897 a descubrir el electrón, y de Robert Millikan a medir su carga, determinaron la naturaleza discreta de la carga eléctrica.



Interacciones entre cargas de igual y distinta Naturaleza.

En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga eléctrica se denomina culombio (símbolo C) y se define como la cantidad de carga que pasa por una sección en 1 segundo cuando la corriente eléctrica es de 1 amperio. Se corresponde con la carga de $6,24 \times 10^{18}$ electrones aproximadamente. La carga mas pequeña que se encuentra en la naturaleza es la carga del electrón (que es igual en magnitud a la del protón y, de signo opuesto): $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ (1 eV en unidades naturales).

Campos eléctrico y magnético

Líneas de campo de dos cargas eléctricas de igual valor absoluto y signos opuestos. Los campos eléctrico y magnético, son campos vectoriales caracterizables en cada punto del espacio y cada instante del tiempo por un modulo, una dirección y un sentido. Una propiedad fundamental de estos campos es el principio de superposición, según el cual el campo resultante puede ser calculado como la suma vectorial de los campos creados por cada una de las cargas eléctricas. Se obtiene una descripción sencilla de estos campos dando las líneas de fuerza o de campo, que son curvas tangentes a la dirección de los vectores de campo. En el caso del campo eléctrico, esta línea corresponde a la trayectoria que seguiría una carga sin masa que se encuentre libre en el seno del campo y que se deja mover muy lentamente.

Normalmente la materia es neutra, es decir, su carga eléctrica neta es nula. Sin embargo, en su interior tiene cargas positivas y negativas y se localizan corrientes eléctricas en los átomos y moléculas, lo cual da lugar a campos eléctricos y magnéticos. En el caso de dos cargas opuestas se generan campos dipolares, como el representado en la figura de la derecha, donde las cargas de igual magnitud y signos opuestos están muy cercanas entre sí. Estos campos dipolares son la base para describir casos tan fundamentales como los enlaces iónicos en las moléculas, las características como disolvente del agua, o el funcionamiento de las antenas entre otros. Los campos eléctricos y magnéticos se calculan resolviendo las ecuaciones de Maxwell, siendo magnitudes inseparables en general.

Resistencia Eléctrica

La Resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente. Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual a la fricción en la física mecánica. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio (Ω). Para su medición en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro. Además, su cantidad recíproca es la conductancia, medida en Siemens.

La resistencia de cualquier objeto depende únicamente de su geometría y de su resistividad, por geometría se entiende a la longitud y el área del objeto mientras que la resistividad es un parámetro que depende del material del objeto y de la temperatura a la cual se encuentra sometido. Esto significa que, dada una temperatura y un material, la resistencia es un valor que se mantendrá constante. Además, de acuerdo con la ley de Ohm la resistencia de un material puede definirse como la razón entre la caída de tensión y la corriente en dicha resistencia, así:

$$R = \frac{V}{I}$$

Según sea la magnitud de esta medida, los materiales se pueden clasificar en conductores, aislantes y semiconductor.

Existen además ciertos materiales en los que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.

Asociación de resistencias

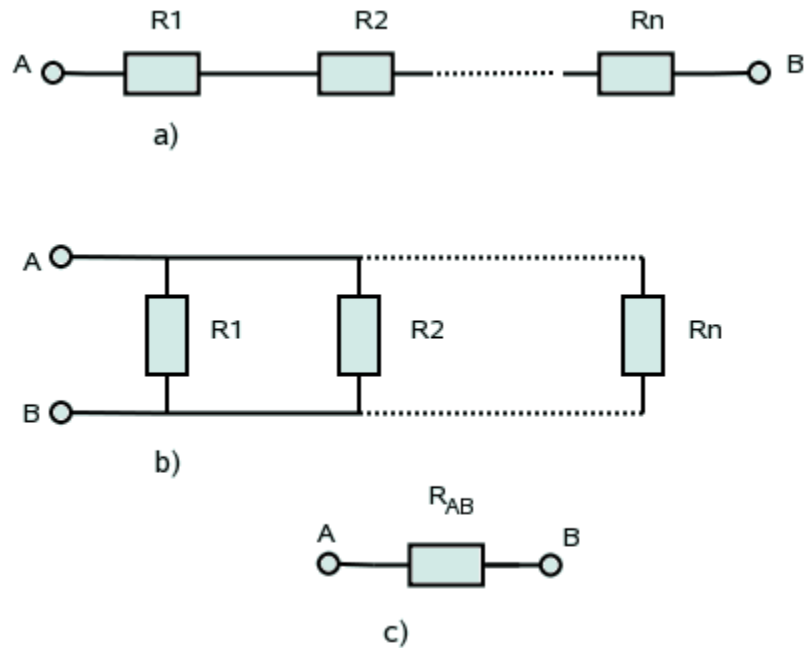
Una resistencia equivalente de una asociación respecto de dos puntos A y B, a aquella que conectada la misma diferencia de potencial, U_{AB} , demanda la misma intensidad, I . Esto significa que ante las mismas condiciones, la asociación y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.

Asociación en serie

Dos o más resistencias se encuentran conectadas en serie cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente. Para determinar la resistencia equivalente de una asociación serie imaginaremos que ambas, figuras a) y c), están conectadas a la misma diferencia de potencial, U_{AB} .

Asociación en paralelo

Dos o más resistencias se encuentran en paralelo cuando tienen dos terminales comunes de modo que al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, U_{AB} , todas las resistencias tienen la misma caída de tensión, U_{AB} . Para determinar la resistencia equivalente de una asociación en paralelo imaginaremos que ambas, figuras b) y c), están conectadas a la misma diferencia de potencial mencionada, U_{AB} , lo que originara una misma demanda de corriente eléctrica, I .



Resistencia de un conductor

Resistividad de algunos materiales a 20 °C

Material	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Cobre	$1,70 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,82 \times 10^{-8}$
Níquel	$6,40 \times 10^{-8}$
Platino	$10,60 \times 10^{-8}$
Acero inoxidable	$72,00 \times 10^{-8}$
Plata	$1,55 \times 10^{-8}$
Oro	$2,22 \times 10^{-8}$
Wolframio	$5,65 \times 10^{-8}$
Hierro	$8,90 \times 10^{-8}$
Estaño	$11,50 \times 10^{-8}$
Grafito	$60,00 \times 10^{-8}$

El conductor es el encargado de unir eléctricamente cada uno de los componentes de un circuito. Dado que tiene resistencia óhmica, puede ser considerado como otro componente más con características similares a las de la resistencia eléctrica.

De este modo, la resistencia de un conductor eléctrico es la medida de la oposición que presenta al movimiento de los electrones en su seno, o sea la oposición que presenta al paso de la corriente eléctrica. Generalmente su valor es muy pequeño y por ello se suele despreciar, esto es, se considera que su resistencia es nula (conductor ideal), pero habrá casos particulares en los que se deberá tener en cuenta su resistencia (conductor real). La resistencia de un conductor depende de la longitud del mismo (l) en m, de su sección (s) en mm², del tipo de material y de la temperatura. Si consideramos la temperatura constante (20°C), la resistencia viene dada por la siguiente expresión:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

En la que ρ es la resistividad (una característica propia de cada material).

Resistor

Se denomina **resistor** al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. En el propio argot eléctrico y electrónico, son conocidos simplemente como **resistencias**.

En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule.

Es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente. La corriente máxima en un resistor viene condicionada por la máxima potencia que puede disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más comunes son 0,25 W, 0,5 W y 1 W.

Existen resistencias de valor variable, que reciben el nombre de potenciómetros.

Sistemas de Codificación o Código de colores

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia. Estos valores se indican normalmente en el encapsulado dependiendo del tipo de este; para el tipo de encapsulado axial, dichos valores van rotulados común código de franjas de colores. Estos valores se indican con un conjunto de rayas de colores sobre el cuerpo del elemento. Son tres, cuatro o cinco rayas; dejando la raya de tolerancia (normalmente plateada o dorada) a la derecha, se leen de izquierda a derecha. La última raya indica la tolerancia (precisión). De las restantes, la última es el multiplicador y las otras indican las cifras significativas del valor de la resistencia. El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo las cifras como un número de una, dos o tres cifras; se multiplica por el multiplicador y se obtiene el resultado en Ohmios (Ω). El coeficiente de temperatura únicamente se aplica en resistencias de alta precisión o tolerancia menor del 1%.

Color de la banda	Valor de la 1ª cifra significativa	Valor de la 2ª cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia	Coefficiente de temperatura
Negro	-	0	1	-	-
Marrón	1	1	10	±1%	100ppm/°C
Rojo	2	2	100	±2%	50ppm/°C
Naranja	3	3	1 000	-	15ppm/°C
Amarillo	4	4	10 000	±4%	25ppm/°C
Verde	5	5	100 000	±0,5%	20ppm/°C
Azul	6	6	1 000 000	±0,25%	10ppm/°C
Violeta	7	7	10000000	±0,1%	5ppm/°C
Gris	8	8	100000000	±0.05%	1ppm/°C
Blanco	9	9	1000000000	-	-
Dorado	-	-	0,1	±5%	-
Plateado	-	-	0,01	±10%	-
Ninguno	-	-	-	±20%	-

Leyes de Kirchhoff

Las **leyes de Kirchhoff** son dos igualdades que se basan en la conservación de la energía y la carga en los circuitos eléctricos. Fueron descritas por primera vez en 1845 por Gustav Kirchhoff. Son ampliamente usadas en ingeniería eléctrica. Ambas leyes de circuitos pueden derivarse directamente de las ecuaciones de Maxwell, pero Kirchhoff precedió a Maxwell y gracias a Georg Ohm su trabajo fue generalizado. Estas leyes son muy utilizadas en ingeniería eléctrica para hallar corrientes y tensiones en cualquier punto de un circuito eléctrico.

Ley de corrientes de Kirchhoff

Esta ley también es llamada ley de nodos o primera ley de Kirchhoff y es común que se use la sigla LCK para referirse a esta ley. La ley de corrientes de Kirchhoff nos dice que:

- En cualquier nodo, y la suma de todos los nodos y la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen. De igual forma, La suma algebraica de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero.

$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 \dots + I_n = 0$$

- La ley se basa en el principio de la conservación de la carga donde la carga en coulombs es el producto de la corriente en amperios y el tiempo en segundos.

Ley de tensiones de Kirchhoff

Esta ley es llamada también **Segunda ley de Kirchhoff, ley de lazos de Kirchhoff o ley de mallas de Kirchhoff** y es común que se use la sigla **LVK** para referirse a esta ley.

- En toda malla la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada. De forma equivalente, En toda malla la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico es igual a cero.

$$\sum_{k=1}^n V_k = V_1 + V_2 + V_3 \dots + V_n = 0$$

Ley de Ohm

La ley de Ohm establece que la intensidad eléctrica que circula entre dos puntos de un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión eléctrica entre dichos puntos, existiendo una constante de proporcionalidad entre estas dos magnitudes.

Dicha constante de proporcionalidad es la conductancia eléctrica, que es inversa a la resistencia eléctrica.

La ecuación matemática que describe esta relación es:

$$I = G \cdot V = \frac{V}{R}$$

Donde, I es la corriente que pasa a través del objeto en amperios, V es la diferencia de potencial de las terminales del objeto en voltios, G es la conductancia en siemens y R es la resistencia en ohmios (Ω). Específicamente, la ley de Ohm dice que la R en esta relación es constante, independientemente de la corriente.

Esta ley tiene el nombre del físico alemán Georg Ohm, que en un tratado publicado en 1827, halló valores de tensión y corriente que pasaba a través de unos circuitos

eléctricos simples que contenían una gran cantidad de cables. El presento una ecuación un poco más compleja que la mencionada anteriormente para explicar sus resultados experimentales. La ecuación de arriba es la forma moderna de la ley de Ohm. Esta ley se cumple para circuitos y tramos de circuitos pasivos que, o bien no tienen cargas inductivas ni capacitivas (únicamente tiene cargas resistivas), o bien han alcanzado un régimen permanente. También debe tenerse en cuenta que el valor de la resistencia de un conductor puede ser influido por la temperatura.

Condensador eléctrico

Un condensador (o llamado en inglés capacitor, nombre por el cual también se le conoce frecuentemente dentro del ámbito de la electrónica y otras ramas de la física aplicada), es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total. Aunque desde el punto de vista físico un condensador no almacena carga ni corriente eléctrica, sino simplemente energía mecánica latente; al ser introducido en un circuito se comporta en la práctica como capaz de almacenar la energía eléctrica que recibe durante la carga, a la vez que la cede de igual forma durante la descarga.

Funcionamiento

La carga almacenada en una de las placas es proporcional a la diferencia de potencial entre esta placa y la otra, siendo la constante de proporcionalidad la llamada capacidad o capacitancia. En el Sistema internacional de unidades se mide en Faradios (F), siendo 1 faradio la capacidad de un condensador en el que, sometidas

sus armaduras a una d.d.p. de 1 voltio, éstas adquieren una carga eléctrica de 1 culombio.

La capacidad de 1 faradio es mucho más grande que la de la mayoría de los condensadores, por lo que en la práctica se suele indicar la capacidad en micro $\mu\text{F} = 10^{-6}$, nano $\text{nF} = 10^{-9}$ o pico $\text{pF} = 10^{-12}$ faradios. Los condensadores obtenidos a partir de supercondensadores (EDLC) son la excepción. Están hechos de carbón activado para conseguir una gran área relativa y tienen una separación molecular entre las "placas". Así se consiguen capacidades del orden de cientos o miles de faradios. Uno de estos condensadores se incorpora en el reloj Kinetic de Seiko, con una capacidad de 1/3 de Faradio, haciendo innecesaria la pila. También se está utilizando en los prototipos de automóviles eléctricos. El valor de la capacidad de un condensador viene definido por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Q_1}{V_1 - V_2} = \frac{Q_2}{V_2 - V_1}$$

En donde:

C: Capacitancia

Q: Carga eléctrica almacenada en la placa 1.

V1-V2: Diferencia de potencial entre la placa 1 y la 2.

Nótese que en la definición de capacidad es indiferente que se considere la carga de la placa positiva o la de la negativa, ya que

$$Q_2 = C(V_2 - V_1) = -C(V_1 - V_2) = -Q_1$$

Aunque por convenio se suele considerar la carga de la placa positiva.

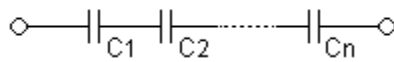
En cuanto al aspecto constructivo, tanto la forma de las placas o armaduras como la naturaleza del material dieléctrico son sumamente variables. Existen condensadores formados por placas, usualmente de aluminio, separadas por aire, materiales

cerámicos, mica, poliéster, papel o por una capa de óxido de aluminio obtenido por medio de la electrólisis.

Asociaciones de condensadores

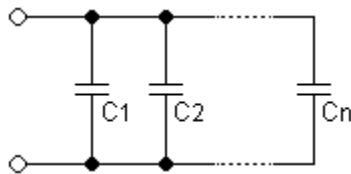
Al igual que las resistencias, los condensadores pueden asociarse en serie y paralelo o de forma mixta. En estos casos, la capacidad equivalente resulta ser para la asociación en serie:

$$\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k}$$



Y para la asociación en paralelo:

$$C_{AB} = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{k=1}^n C_k$$



Es decir, el sumatorio de todas las capacidades de los condensadores conectados en paralelo. Es fácil demostrar estas dos expresiones, para la primera solo hay que tener en cuenta que la carga almacenada en las placas es la misma en ambos condensadores (se tiene que inducir la misma cantidad de carga entre las placas y por tanto cambia la diferencia de potencial para mantener la capacitancia de cada uno), y por otro lado en la asociación en "paralelo", se tiene que la diferencia de potencial entre ambas placas

tiene que ser la misma (debido al modo en el que están conectados), así que cambiará la cantidad de carga. Como esta se encuentra en el numerador

$$C = Q/V$$

La suma de capacidades será simplemente la suma algebraica. Para la asociación mixta se procederá de forma análoga con las resistencias.

Tipos de dieléctrico utilizados en condensadores

- **Condensadores de aire.** Se trata de condensadores, normalmente de placas paralelas, con dieléctrico de aire y encapsulados en vidrio. Como la permitividad eléctrica relativa es la unidad, sólo permite valores de capacidad muy pequeños. Se utilizó en radio y radar, pues carecen de pérdidas y polarización en el dieléctrico, funcionando bien a frecuencias elevadas.
- **Condensadores de mica.** La mica posee varias propiedades que la hacen adecuada para dieléctrico de condensadores: bajas pérdidas, exfoliación en láminas finas, soporta altas temperaturas y no se degrada por oxidación o con la humedad. Sobre una cara de la lámina de mica se deposita aluminio, que forma una armadura. Se apilan varias de estas láminas, soldando los extremos alternativamente a cada uno de los terminales. Estos condensadores funcionan bien en altas frecuencias y soportan tensiones elevadas, pero son caros y se ven gradualmente sustituidos por otros tipos.
- **Condensadores de papel.** El dieléctrico es papel parafinado, bakelizado o sometido a algún otro tratamiento que reduce su higroscopia y aumenta el aislamiento. Se apilan dos cintas de papel, una de aluminio, otras dos de papel y otra de aluminio y se enrollan en espiral. Las cintas de aluminio constituyen las dos armaduras, que se conectan a sendos terminales. Se utilizan dos cintas de papel para evitar los poros que pueden presentar.

- **Condensadores autorregenerables.** Los condensadores de papel tienen aplicaciones en ambientes industriales. Los condensadores autorregenerables son condensadores de papel, pero la armadura se realiza depositando aluminio sobre el papel. Ante una situación de sobrecarga que supere la rigidez dieléctrica del dieléctrico, el papel se rompe en algún punto, produciéndose un cortocircuito entre las armaduras, pero este corto provoca una alta densidad de corriente por las armaduras en la zona de la rotura. Esta corriente funde la fina capa de aluminio que rodea al cortocircuito, restableciendo el aislamiento entre las armaduras.
- **Condensadores electrolíticos.** Es un tipo de condensador que utiliza un electrolito, como su primera armadura, la cual actúa como cátodo. Con la tensión adecuada, el electrolito deposita una capa aislante (la cual es en general una capa muy fina de óxido de aluminio) sobre la segunda armadura o cuba (ánodo), consiguiendo así capacidades muy elevadas. Son inadecuados para funcionar con corriente alterna. La polarización inversa destruye el óxido, produciendo un corto entre el electrolito y la cuba, aumentando la temperatura, y por tanto, arde o estalla el condensador consecuentemente.
- **Condensadores de aluminio.** Es el tipo normal. La cuba es de aluminio y el electrolito una disolución de ácido bórico. Funciona bien a bajas frecuencias, pero presenta pérdidas grandes a frecuencias medias y altas. Se emplea en fuentes de alimentación y equipos de audio. Muy utilizado en fuentes de alimentación conmutadas.
- **Condensadores de tantalio (tántalos).** Es otro condensador electrolítico, pero emplea tantalio en lugar de aluminio. Consigue corrientes de pérdidas bajas, mucho menores que en los condensadores de aluminio. Suelen tener mejor relación capacidad/volumen.

- **Condensadores bipolares (para corriente alterna).** Están formados por dos condensadores electrolíticos en serie inversa, utilizados en caso de que la corriente pueda invertirse. Son inservibles para altas frecuencias.
- **Condensadores de poliéster o Mylar.** Está formado por láminas delgadas de poliéster sobre las que se deposita aluminio, que forma las armaduras. Se apilan estas láminas y se conectan por los extremos. Del mismo modo, también se encuentran condensadores de policarbonato y polipropileno.

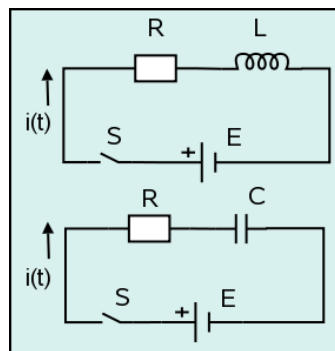
Condensadores de poliestireno también conocidos comúnmente como Styroflex(marca registrada de Siemens). Otro tipo de condensadores de plástico, muy utilizado en radio, por disponer de coeficiente de temperatura inverso a las bobinas de sintonía, logrando de este modo estabilidad en los circuitos resonantes.

- **Condensadores cerámicos.** Utiliza cerámicas de varios tipos para formar el dieléctrico. Existen diferentes tipos formados por una sola lámina de dieléctrico, pero también los hay formados por láminas apiladas. Dependiendo del tipo, funcionan a distintas frecuencias, llegando hasta las microondas.
- **Condensadores síncronos.** Es un motor síncrono que se comporta como un condensador.
- **Dieléctrico variable.** Este tipo de condensador tiene una armadura móvil que gira en torno a un eje, permitiendo que se introduzca más o menos dentro de la otra. El perfil de la armadura suele ser tal que la variación de capacidad es proporcional al logaritmo del ángulo que gira el eje.
- **Condensadores de ajuste.** Son tipos especiales de condensadores variables. Las armaduras son semicirculares, pudiendo girar una de ellas en torno al centro, variando así la capacidad. Otro tipo se basa en acercar las armaduras, mediante un tornillo que las aprieta.

Circuitos de primer orden RL y RC

Los circuitos de primer orden son circuitos que contienen solamente un componente que almacena energía (puede ser un condensador o inductor), y que además pueden describirse usando solamente una ecuación diferencial de primer orden. Los dos posibles tipos de circuitos primer orden:

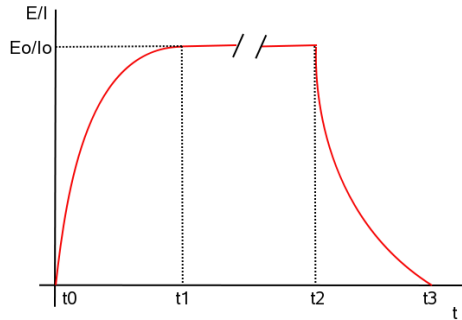
1. Circuito RC (Resistor y Condensador)
2. Circuito RL (Resistor e Inductor)



Circuito RL (arriba) y circuito RC (abajo).

Los circuitos serie RL y RC tienen un comportamiento similar en cuanto a su respuesta en corriente y en tensión, respectivamente. Al cerrar el interruptor S en el circuito serie RL, la bobina crea una fuerza electromotriz (f.e.m.) que se opone a la corriente que circula por el circuito, denominada por ello fuerza contraelectromotriz. Como consecuencia de ello, en el mismo instante de cerrar el interruptor (t_0 en la figura la intensidad será nula e irá aumentando exponencialmente hasta alcanzar su valor máximo, (de t_0 a t_1). Si a continuación, en el mismo instante de abrir S (t_2) se hará corto circuito en la red RL, el valor de no desaparecerá instantáneamente, sino que irá disminuyendo de forma exponencial hasta hacerse cero (de t_2 a t_3). Por otro lado, en el circuito serie RC, al cerrar el interruptor S, el condensador comienza a cargarse, aumentando su tensión exponencialmente hasta alcanzar su valor máximo E_0 (de t_0 a t_1), que coincide con el valor de la f.e.m. E de la fuente. Si a continuación, en el mismo instante de abrir S (t_2) se hará corto circuito en la red RC, el valor de E_0

no desaparecería instantáneamente, sino que iría disminuyendo de forma exponencial hasta hacerse cero (de t2 a t3).



Comportamiento de los circuitos serie RL y RC en CC.

Régimen de Funcionamiento

En ambos circuitos se da por lo tanto dos tipos de régimen de funcionamiento:

- Transitorio: desde t0 a t1 (carga) y desde t2 a t3 (descarga).
- Permanente: desde t1 a t2.

La duración del régimen transitorio depende, en cada circuito, de los valores de la resistencia, R, la capacidad, C, del condensador y de la autoinductancia, L de la bobina. El valor de esta duración se suele tomar como, donde es la denominada constante de tiempo, siendo su valor en cada circuito:

$$\tau = RC$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

Si R está en ohmios, C en faradios y L en henrios, estará en segundos. Matemáticamente se pueden obtener las ecuaciones en régimen transitorio de cada circuito que se muestran en la siguiente tabla:

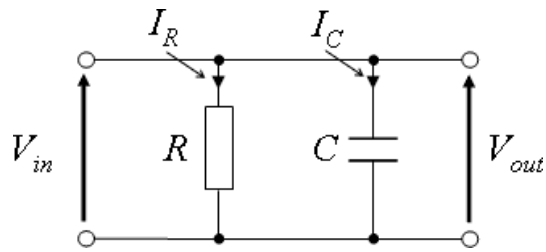
Carga en RL	Descarga en RL	Carga en RC	Descarga en RC
$i(t) = I_o(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ $t = \tau \ln \frac{I_o}{I_o - i(t)}$	$i(t) = I_o e^{-\frac{t}{\tau}}$ $t = \tau \ln \frac{I_o}{i(t)}$	$v_c(t) = E_o(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ $t = \tau \ln \frac{E_o}{E_o - v_c(t)}$	$v_c(t) = E_o e^{-\frac{t}{\tau}}$ $t = \tau \ln \frac{E_o}{v_c(t)}$

Carga y descarga de un Condensador

Al conectar un condensador en un circuito, la corriente empieza a circular por el mismo. A la vez, el condensador va acumulando carga entre sus placas. Cuando el condensador se encuentra totalmente cargado, deja de circular corriente por el circuito. Si se quita la fuente y se coloca el condensador y la resistencia en cortocircuito, la carga empieza a fluir de una de las placas del condensador a la otra a través de la resistencia, hasta que la carga es nula en las dos placas. En este caso, la corriente circulará en sentido contrario al que circulaba mientras el condensador se estaba cargando.

Un Circuito RC es un circuito compuesto de resistores y condensadores alimentados por una fuente eléctrica. Un Circuito RC de primer orden está compuesto de un resistor y un condensador y es la forma más simple de un circuito RC.

Los circuitos RC pueden usarse para filtrar una señal al bloquear ciertas frecuencias y pasar otras. Los filtros RC más comunes son el filtro paso alto, filtro paso bajo, filtro paso banda, y el filtro elimina banda.



Carga: $V(t) = V_0 (1 - e^{-t/RC})$ y $I(t) = V_0/R e^{-t/RC}$

Descarga: $V(t) = V_0 e^{-t/RC}$ y $I(t) = -V_0/R e^{-t/RC}$

En donde:

- $V(t)$ es la tensión en el condensador.
- V_0 es la tensión de la fuente.
- $I(t)$ la intensidad de corriente que circula por el circuito.

Usos

Los condensadores suelen usarse para:

- Baterías, por su cualidad de almacenar energía.
- Memorias, por la misma cualidad.
- Filtros.
- Adaptación de impedancias, haciéndolas resonar a una frecuencia dada con otros componentes.
- Demodular AM, junto con un diodo.
- El flash de las cámaras fotográficas.
- Tubos fluorescentes.
- Mantener corriente en el circuito y evitar caídas de tensión.

Circuito RLC

En electrodinamica, un **circuito RLC** es un circuito lineal que contiene una resistencia electrica, una bobina (inductancia) y un condensador (capacidad). Existen dos tipos de circuitos RLC, en *serie* o en *paralelo*, segun la interconexion de los tres tipos de componentes.

El comportamiento de un circuito RLC se describen generalmente por una ecuacion diferencial de segundo orden (en donde los circuitos RC o RL se comportan como circuitos de primero orden). Con ayuda de un generador de senales, es posible inyectar en el circuito oscilaciones y observar en algunos casos el fenomeno de resonancia, caracterizado por un aumento del corriente (ya que la senal de entrada elegida corresponde a la pulsacion propia del circuito, calculable a partir de la ecuacion diferencia que lo rige).

MatLab

MATLAB es un cálculo numérico medio ambiente y la cuarta generación del lenguaje de programación. Desarrollado por The MathWorks , MATLAB permite que la matriz de las manipulaciones, el trazado de las funciones y los datos, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario y la interfaz con los programas escritos en otros idiomas, incluyendo C C+ + , Java , y Fortran.

A pesar de MATLAB está destinado principalmente para la computación numérica, una caja de herramientas opcional utiliza el MuPAD motor simbólico , lo que permite el acceso a la computación simbólica capacidades. Un paquete adicional, Simulink , añade gráfica multidominio de simulación y diseño basado en modelos para la dinámica y los sistemas incorporados.

En 2004, MATLAB tenía alrededor de un millón de usuarios en toda la industria y la academia. Los usuarios de MATLAB provienen de diferentes ámbitos de la ingeniería, la ciencia y la economía . MATLAB es ampliamente utilizado en las instituciones académicas y de investigación así como las empresas industriales.

MATLAB se adoptó por primera vez por investigadores y profesionales de control de ingeniería, especialidad poco, pero rápidamente se extendió a muchos otros ámbitos. En la actualidad se utiliza también en la educación, en particular la enseñanza de álgebra lineal y análisis numérico, y es popular entre los científicos involucrados en el procesamiento de imágenes.

La aplicación de MATLAB se construye alrededor del lenguaje MATLAB. La forma más sencilla de ejecutar código de MATLAB es que escribirla en la ventana de comandos, que es uno de los elementos del escritorio de MATLAB. Cuando el código se introduce en la ventana de comandos, MATLAB puede ser utilizado como una matemática interactiva shell. Las secuencias de comandos se pueden guardar en un archivo de texto, por lo general mediante el editor de MATLAB, como una secuencia de comandos o encapsulado en una función, que se extiende a los comandos disponibles.

Las variables se definen como el operador de asignación, =. MATLAB es un débilmente tipado dinámico lenguaje de programación. Se trata de un lenguaje débilmente tipificado, porque los tipos se convierten implícitamente. Se trata de un lenguaje de tipos dinámicos porque las variables se pueden asignar sin declarar su tipo, excepto si van a ser tratados como objetos simbólicos, y que su carácter puede cambiar. Los valores pueden venir de constantes, a partir de cómputo que implica valores de otras variables, o desde la salida de una función.

Ecuaciones Diferenciales

Una ecuación diferencial es una ecuación en la que intervienen derivadas de una o más funciones desconocidas. Dependiendo del número de variables independientes respecto de las que se deriva, las ecuaciones diferenciales se dividen en:

- Ecuaciones diferenciales ordinarias: aquellas que contienen derivadas respecto a una sola variable independiente.
- Ecuaciones en derivadas parciales: aquellas que contienen derivadas respecto a dos o más variables.

Una ecuación diferencial es una ecuación que incluye expresiones o términos que involucran a una función matemática incógnita y sus derivadas.

Sensor-CASSY

- El Sensor-CASSY (USB o serie) es una interface para el registro de datos, conectable en cascada
- para conectar al puerto USB o al puerto serie RS232 de un ordenador, a otro módulo CASSY o al CASSY-Display,
- con separación galvánica cuádruple (entradas A y B, relé R, fuente de tensión S),
- conectable en cascada hasta 8 módulos CASSY (de esta manera se multiplican las entradas y las salidas),
- equipable hasta 8 entradas analógicas por Sensor-CASSY mediante unidades sensoras,
- reconocimiento automático de unidades sensoras mediante CASSY Lab (plug and play),
- equipado con microcontrolador para control con el sistema operativo CASSY (fácilmente actualizable en cualquier momento mediante software para ampliar su potencia),
- de implementación variable como instrumento de sobremesa, pupitre o de demostración (también para bastidores de experimentación en los sistemas CPS/TPS),
- alimentación de 12 V CA/CC mediante conector cóncavo o de un módulo CASSY vecino, Información para desarrollar un software propio disponible en Internet. (véase Referencias).

Instrucciones de seguridad

- Por su propia seguridad no conecte el Sensor-CASSY con tensiones mayores de 100 V.
- Transporte varios módulos CASSY conectados en cascada sólo en un bastidor de experimentación o individualmente (la estabilidad mecánica del acoplamiento sin bastidor de experimentación es suficiente para los experimentos pero no para el transporte).
- Para la alimentar con tensión a los módulos CASSY utilice sólo el adaptador de alimentación suministrado (12 V / 1,6 A).
- Un Sensor-CASSY puede alimentar con tensión a un módulo vecino siempre que el consumo de corriente sea siempre menor que 1,6 A (suficiente para un máximo de 2 módulos, en caso de sobrecarga se desconecta). Si dispone de otros Sensor-CASSY entonces aliméntelos con tensión por separado.

(Nota: más información detallada en el manual Cassy-Lab anexo con el proyecto).

CAPITULO III

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El presente estudio se ubica en la modalidad de proyecto especial, los cuales según el Manual para Trabajos de Grado de especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) 2006, conllevan a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados, conjuntamente señala que se debe incluir la demostración de la necesidad de creación. Como es el caso de la comprobación en el laboratorio con apoyo digital.

Desarrollo de la experimentación

Determinación de la constante τ experimentalmente con la ecuación diferencial originada de un circuito RC se realizó en el laboratorio de física moderna ya que en este se encuentra el equipo necesario para la experimentación y así obtener los datos fiables para poder desarrollar la investigación y así poder describir sistemáticamente los resultados que se obtuvieron explicando las características del fenómeno y la comprobación de que este satisfaga a una ecuación diferencial de primer orden.

Los datos de la experimentación se obtuvieron a través de una tarjeta de adquisición de datos un Hardware que se conecta al computador en el computador que se reflejara en un software llamado Cassy Lab.... Esta se conecta al montaje en un protoboard que este es un circuito RC. Este circuito consta de tres elementos un interruptor, una resistencia y el elemento principal a estudiar que es un condensador.

Una vez montado el circuito se hizo cinco pruebas con distintos valores de las resistencias para notar la diferencia de las curvas características en la carga y descarga del condensador, el valor del condensador se mantuvo constante ya que en este se presenta el fenómeno principal de la experimentación. Es decir que al tomar la variación de la tensión o voltaje en la carga y la descarga del condensador con distintos valores de R se obtendrá una curva que refleje una función que satisfaga a la ecuación diferencial para la carga del condensador y una ecuación diferencial para la descarga del condensador.

Luego de obtener los datos de cada uno de los montajes variando R para la carga y la descarga del condensador, estos datos se graficaron en dos software en Microsoft Office Excel 2010 y en Matlab Simulink 7.8 donde se describe gráficamente cada una de las curvas características para la carga y la descarga de un condensador, donde se hace la comparación teórico experimental de este fenómeno físico, luego se comprobó en Matlab Simulink 7.8 que la solución de la ecuación diferencial se satisface con la función correspondiente y la grafica de la solución describe el fenómeno tanto para la carga como para la descarga. Cada uno de los pasos dados en la experimentación se describirá a continuación.

Análisis de los Datos Obtenidos

Los Resultados obtenidos fueron tomados a través del computador con el software CassyLab que conectando un Hardware o mejor conocido como Sensor-Cassy o Tarjeta de adquisición de datos que reconoce este programa se puede obtener los datos de la experimentación. (*Ejemplo como hacer la experimentación en cassy-lab en los anexos*).

Se construyo un circuito RC las características de los elementos fueron muy sencillas: Cinco Resistores de 1 kOhm, Un condensador Electrolítico de 4700 microfaradios (*se escogió este condensador para hacer la experimentación ya que con este se pudo observar de forma más detallada su comportamiento para la carga y la descarga*), cables de protoboard, un protoboard, un interruptor, El Sensor-Cassy, Una Fuente de Poder, un Multímetro Digital.

Para comenzar el análisis se debe establecer como es el comportamiento de la curva característica teórica para la carga y descarga de un condensador para poder hacer comparación con las curvas obtenidas en la experimentación.

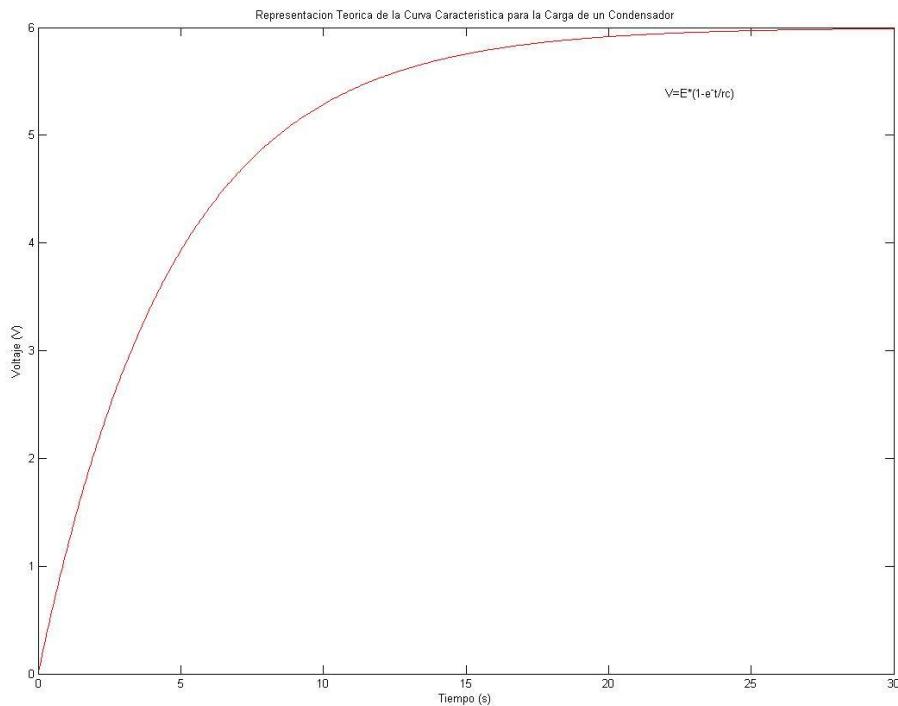


Gráfico 1. Comportamiento para la carga de un Condensador.

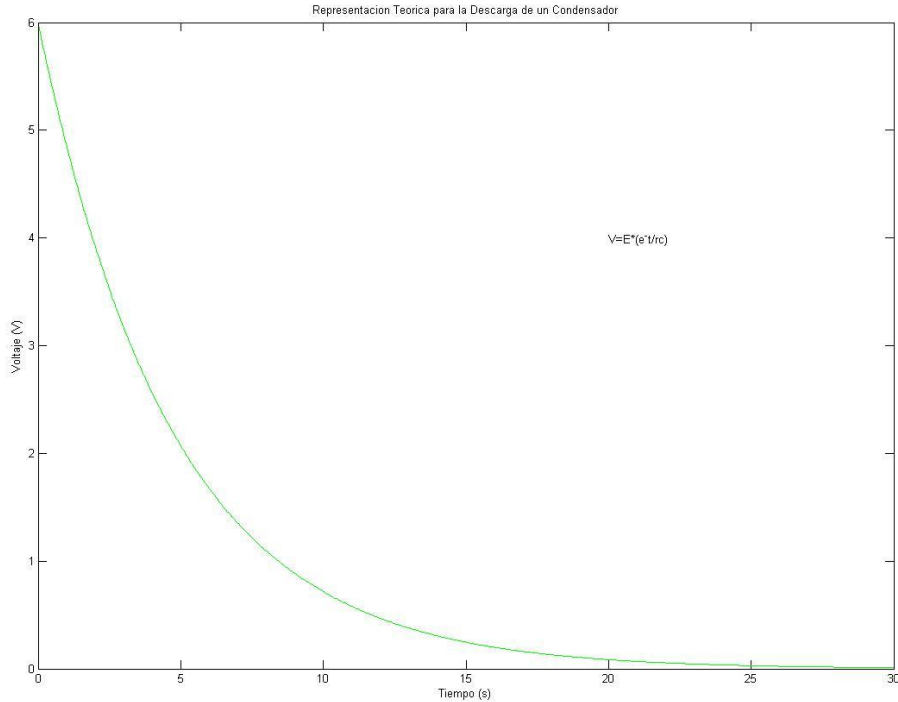


Gráfico 2. Comportamiento para la carga y la descarga de un Condensador.

Para realizar la experimentación y obtener los datos de la carga y descarga del condensador. Se conecto el circuito RC en paralelo a las entradas analógicas del Sensor como si fuera un voltímetro ya que lo que intereso obtener fue el voltaje en función del tiempo. Este proceso se repite cuando se varía el valor de las resistencias de 1 kOhm.

A continuación se mostrara los valores obtenidos reflejados en los siguientes gráficos:

El primer grafico muestra el comportamiento para la carga y la descarga de un condensador de 4700 micro faradios, graficados en Microsoft Office Excel conectado a él en serie una resistencia de 1 kOhm.

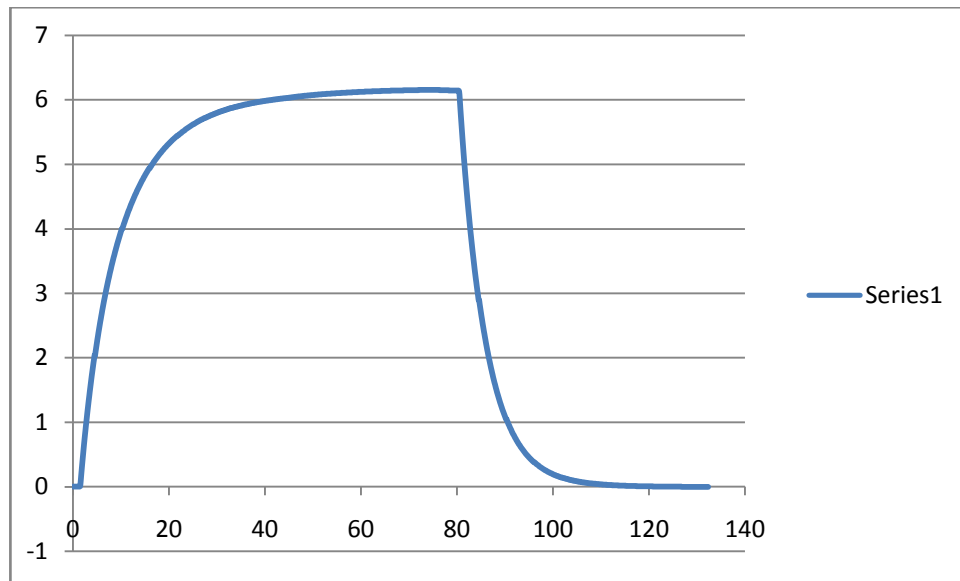


Gráfico 3. Comportamiento para la carga y la descarga de un condensador de 4700 micro faradios conectado en serie a una resistencia de 1 kOhm.

Con los resultados Obtenidos en Cassy-Lab se puede ver que el comportamiento de la curva característica tanto para la carga y la descarga se como teóricamente se describe, creciendo exponencialmente y continua asintóticamente hasta el voltaje máximo del condensador y decrece exponencialmente hasta tender al infinito. Es decir que con los primeros resultados obtenidos se puede apreciar el comportamiento grafico y muy similar al sustento teórico para la carga y descarga de un condensador.

Más adelante se podrá comparar dichos resultados con la solución de la ecuación diferencial hallando la función que satisface a dicha ecuación y a este fenómeno.

El siguiente grafico se obtuvo del Software MatLab. Este software permitió graficar y resolver la ecuación diferencial que corresponde al comportamiento de la carga y la descarga del condensador.

En este software se trabaja a través de un lenguaje informático o especie de construcción de algoritmos que permiten variedad de soluciones que puede hacer dicho software.

Para la carga con los datos obtenidos se grafico:

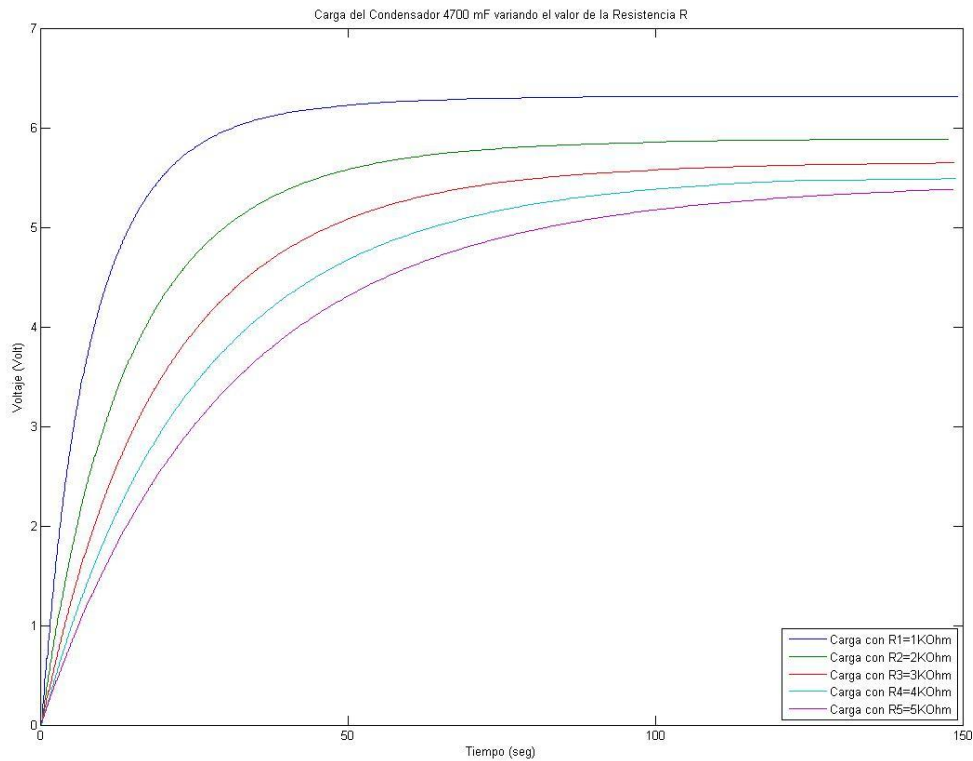


Grafico 4. Cargas del Condensador de 4700 micro farad variando el valor de R.

Aquí se puede notar que a medida que se aumentaba el valor de R en el circuito con el valor del condensador constante con un valor de la corriente I inicial y Carga Q igual a cero, la carga del condensador se hacía más lenta para llegar al máximo voltaje de carga, es decir requería de mayor tiempo para cargar totalmente el condensador, a mayor valor de la resistencia aumenta el tiempo de carga.

En este grafico se mostrara el comportamiento de las descarga también graficado en MatLab con los datos obtenidos en el laboratorio. (*Nota: Material anexo al proyecto: Datos obtenidos*)

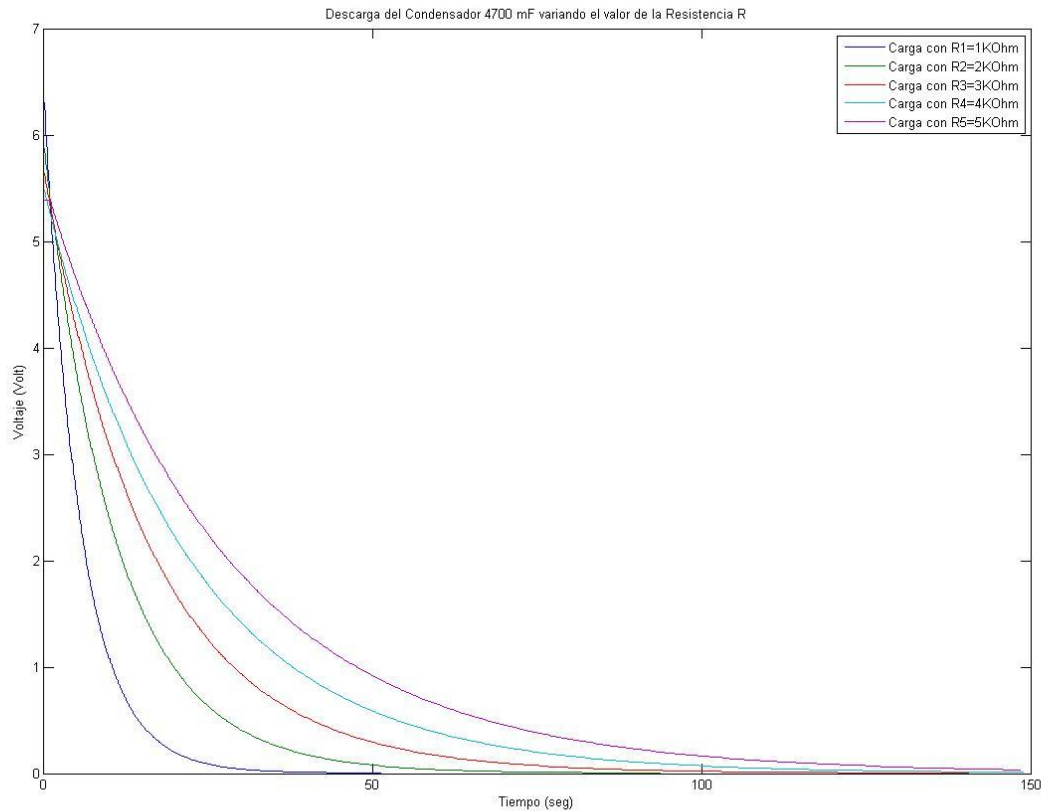


Grafico 5. Descarga del Condensador de 4700 micro farad variando el valor de R.

Aquí se puede notar que el comportamiento de la descarga del condensador variando el valor de la resistencia R en el circuito, con una corriente I igual a cero en el resistor y un valor de Q inicial en el condensador, al cerrar el interruptor comienza a descargarse el condensador y la descarga se hace más lenta a medida que aumenta R ya que la disipación de la energía a través del resistor tardaría mas es decir la carga

del capacitor como la corriente y decae exponencialmente a una tasa caracterizada por $\tau=RC$ la constante de tiempo.

Ahora podemos comparar cada una de las curvas con la curva de la función que satisface a la ecuación diferencial obtenida aplicando Kirchhoff al circuito RC.

La ecuación Obtenida en el circuito para la carga del condensador fue:

$$E - IR - q/c = 0$$

Y luego se llega a la ecuación diferencial.

$$E = R \frac{dq}{dt} + q/c$$

Al resolver nos quedaría

$$Q = CE (1 - e^{-t/Rc})$$

Expresando en términos del voltaje

$$V = E (1 - e^{-t/Rc})$$

La resolución de las Ecuación Diferencial para hallar una función que la satisfaga se procedió de la siguiente manera en MATLAB.

Se copia en el software:

```
u = dsolve('Du = -(47*u/10)', 'u(0) = 6');
```

Luego se oprime enter para ejecutar el comando dsolve y resulta:

```
u =
```

```
6/exp((47*t)/10)
```

Se obtiene la función que satisface a la ecuación diferencial para la carga de un condensador.

También se puede graficar con el comando:

```
>> ezplot(u,[0 5])
```

Los detalles para la grafica están expuestos en los anexos.

Se obtuvo la siguiente grafica de la función que satisface a la solución de una ecuación diferencial que refleja el comportamiento de la carga de un Condensador de 4700 microfaradios con constante $\tau=RC$.

Esta solución o curva de la función que satisface a dicha ecuación será superpuesta con la grafica correspondiente a la constante $\tau=RC$ de los datos obtenidos.

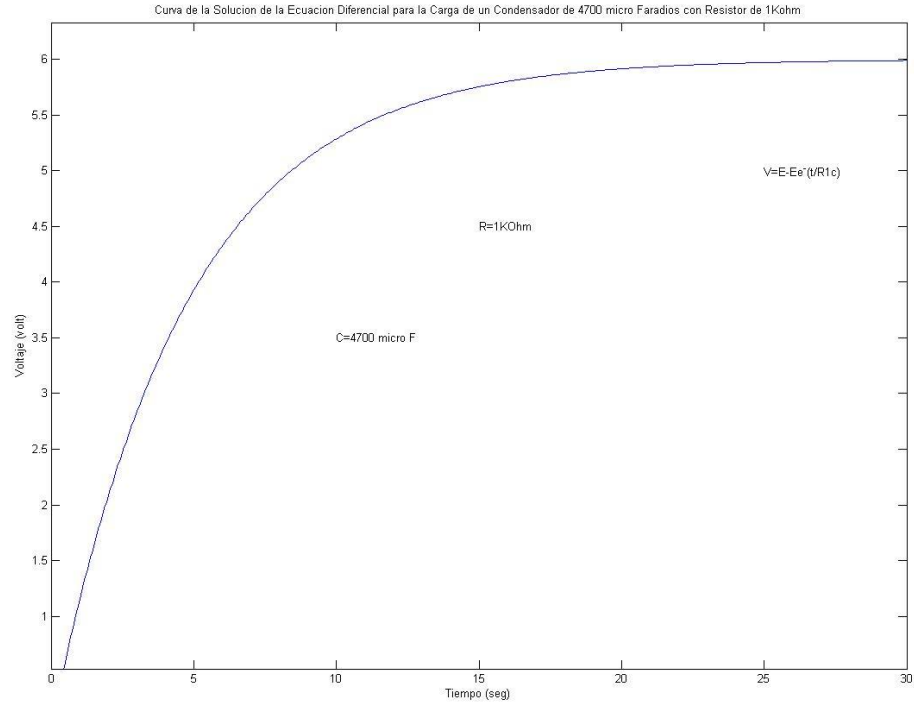


Grafico 6. Curva de la solución de la Ecuación Diferencial para la carga del Condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.

Las superposiciones en las cargas en cada una de las variaciones de R con la constante $\tau=Rc$:

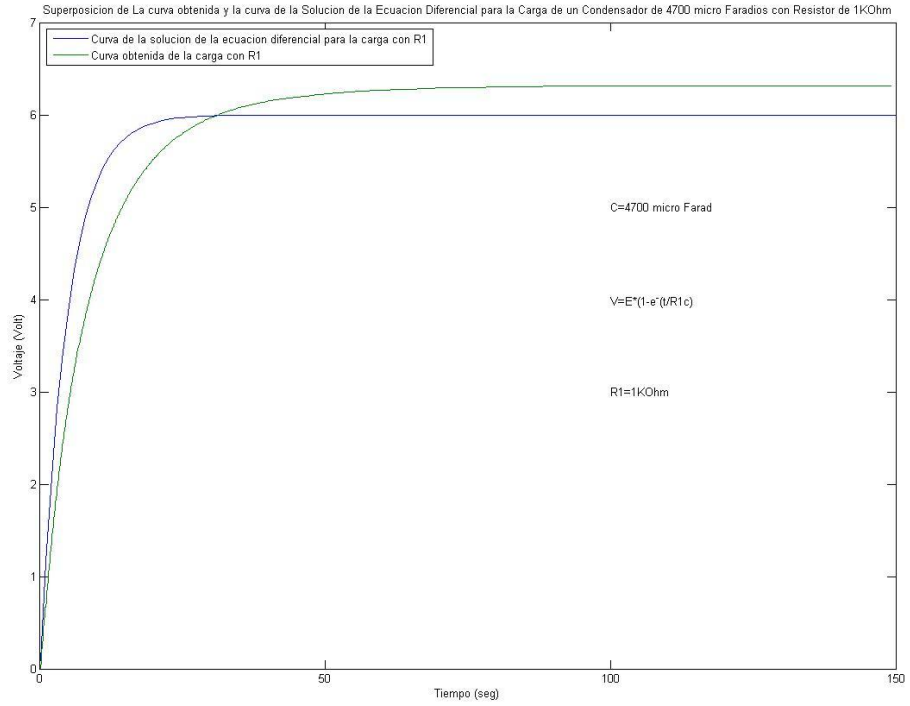


Grafico 7. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.

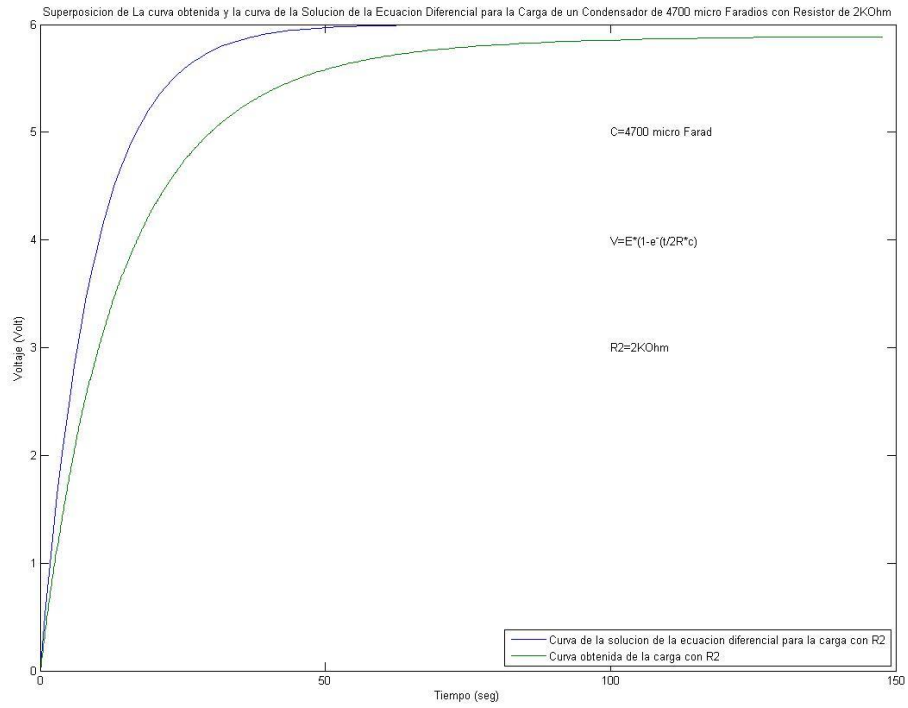


Grafico 8. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 2kOhm.

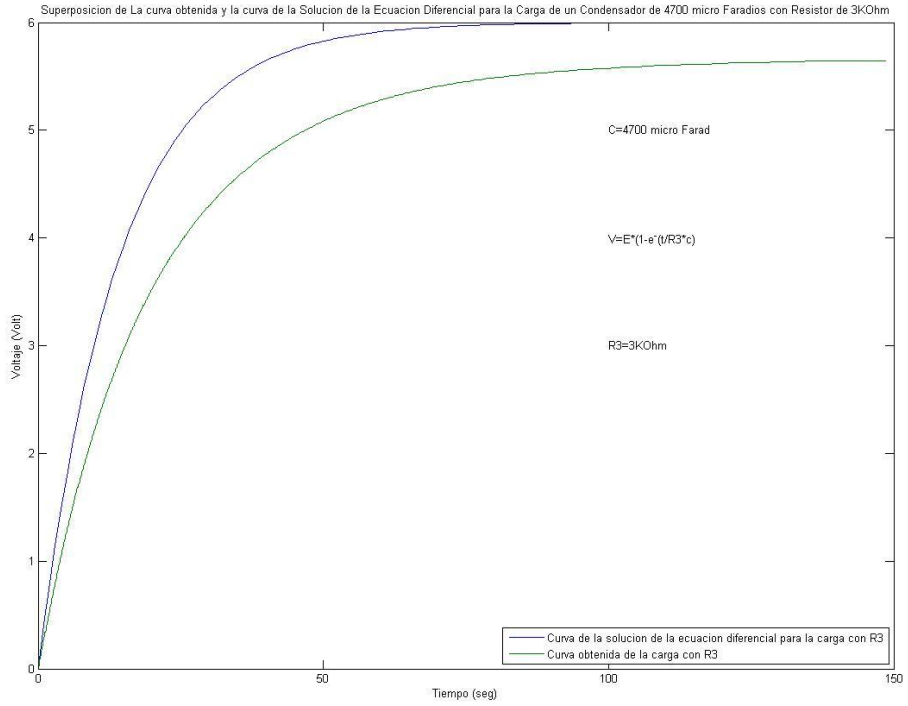


Grafico 9. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 3kOhm.

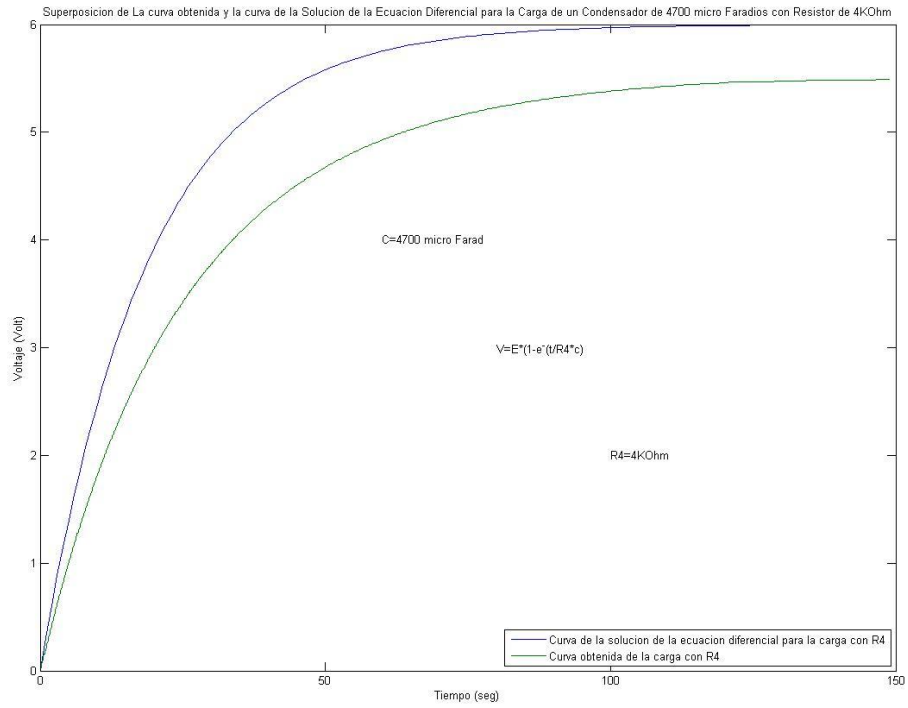


Grafico 10. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 4kOhm.

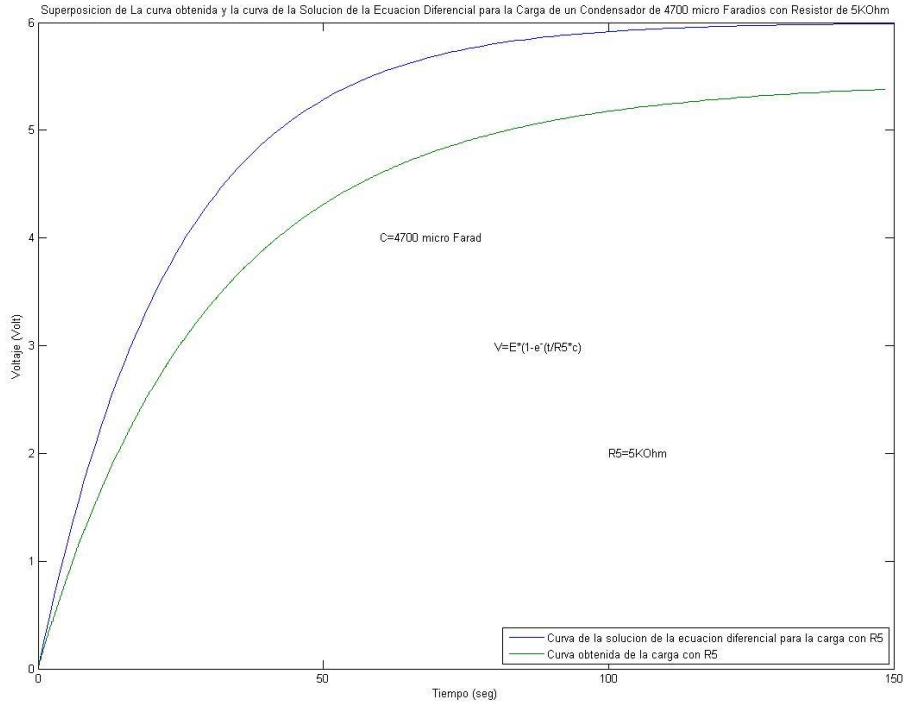


Grafico 11. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la carga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 5kOhm.

Se puede notar que existe un desfase con lo ideal que expresa la curva de la función solución de la ecuación diferencial obtenida del circuito RC de la experiencia, pero la tendencia es similar cada una de estas crecen exponencialmente a medida que la carga llega al máximo y el tiempo tiende al infinito conforme a su constante $\tau=Rc$.

De igual forma podemos hacer el análisis con la descarga, también se obtuvo en MatLab la curva de la solución de la ecuación que se obtuvo del circuito RC para la Descargas del Condensador de 4700 microfaradios solución que aparece en el anexo 2.

Analizando el circuito RC para la Descarga se llega a la ecuación:

$$IR - q/c = 0$$

$$R \, dq/dt - q/c = 0$$

$$RC \, dq/dt - q = 0$$

Resolviendo la ecuación diferencial se obtiene la función que la satisface:

$$Q = q_0 (e^{-t/Rc})$$

$$I = dq/dt = - q/ RC$$

$$I = - E/R (e^{-t/Rc})$$

En términos del Voltaje:

$$V = E (e^{-t/Rc})$$

De igual forma se obtuvo en MATLAB la función que satisface la Ecuación Diferencial para la Descarga de un Condensador.

Se copia en el software:

```
u= dsolve('Du=-(10*u/47)', 'u(0) = 6');
```

Luego se pulsa enter para ejecutar el comando dsolve y se obtiene la función:

$$u = 6/\exp((5*t)/47)$$

Y para graficarlo:
>> ezplot(u,[0 5])

Para obtener (los detalles para la grafica están expuestos en los anexos)

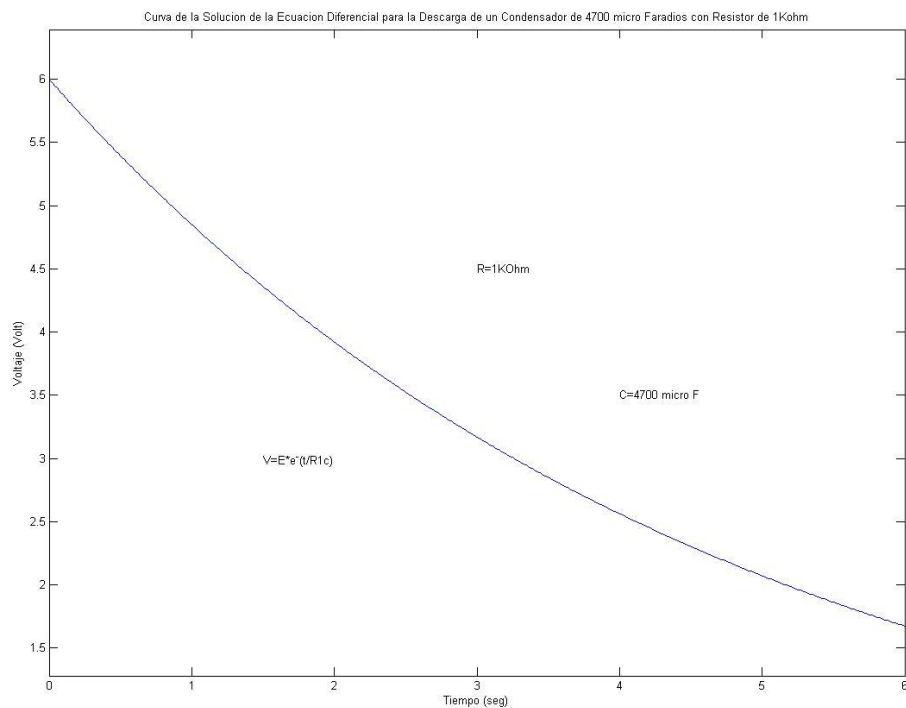


Grafico 12. Curva de la solución de la Ecuación Diferencial del Condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.

Las superposiciones en las cargas en cada una de las variaciones de R con la constante $\tau=Rc$:

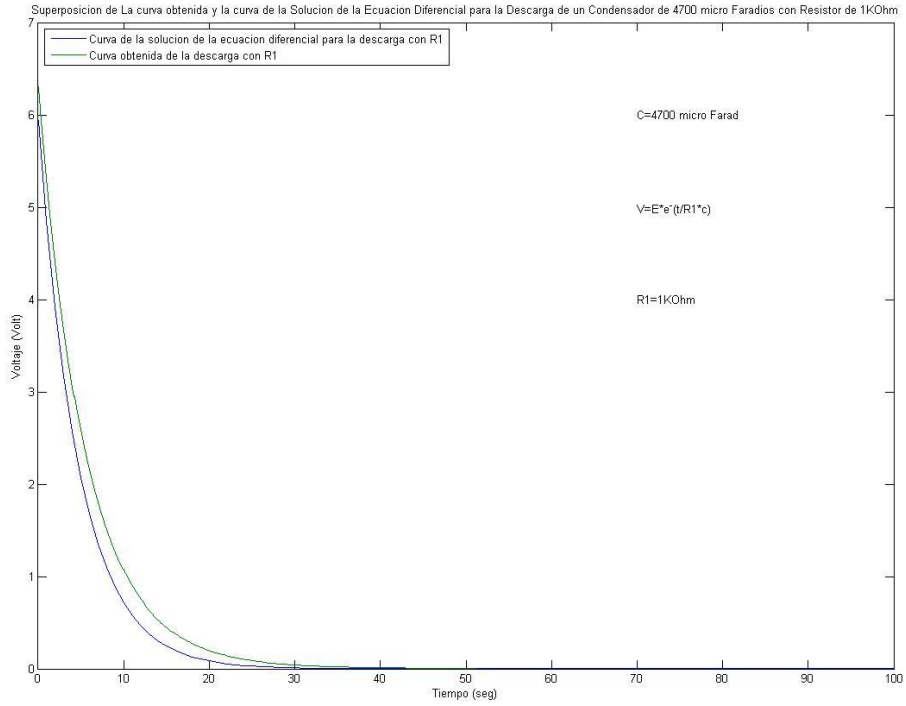


Grafico 13. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1kOhm.

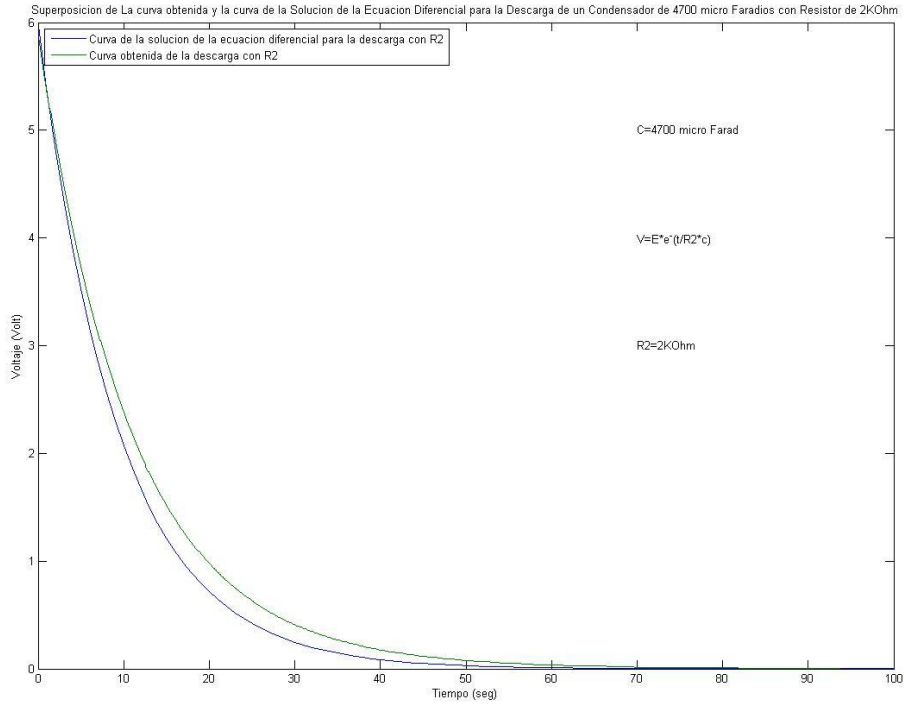


Grafico 14. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 2kOhm.

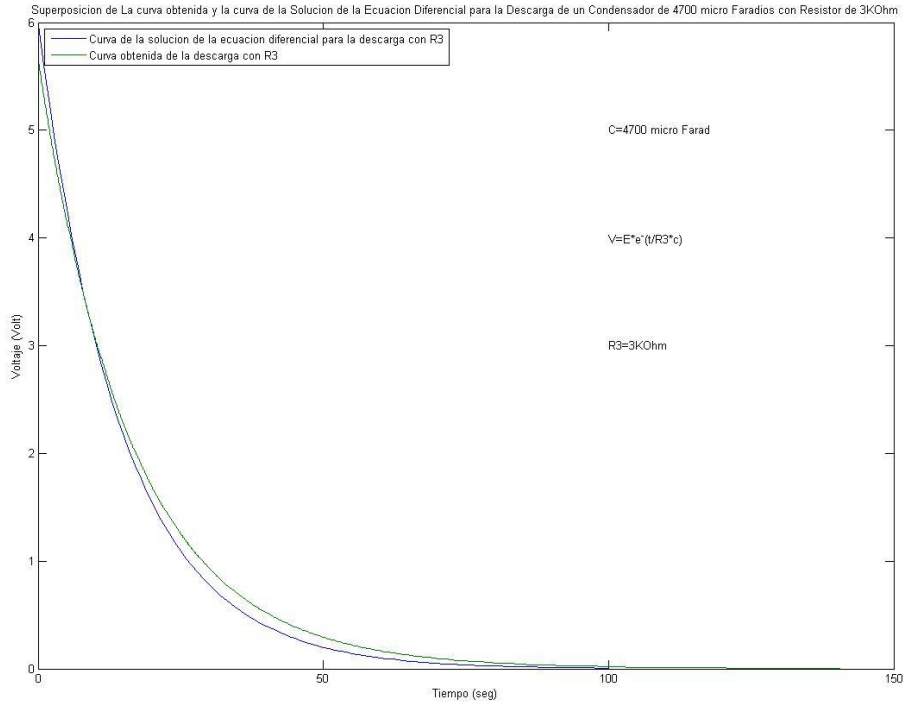


Grafico 15. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 3kOhm.

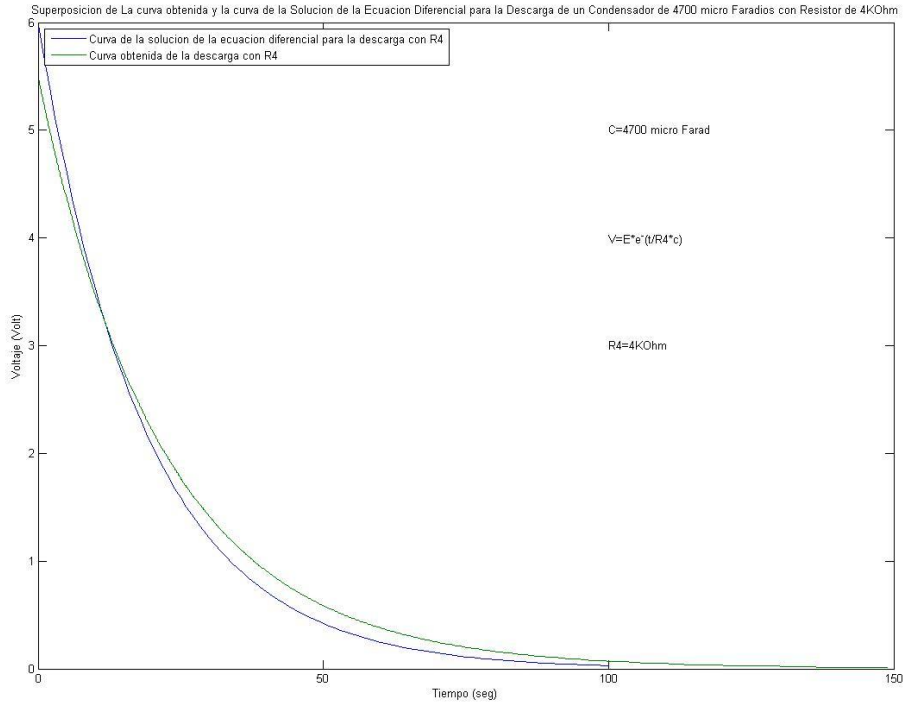


Grafico 16. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 4kOhm.

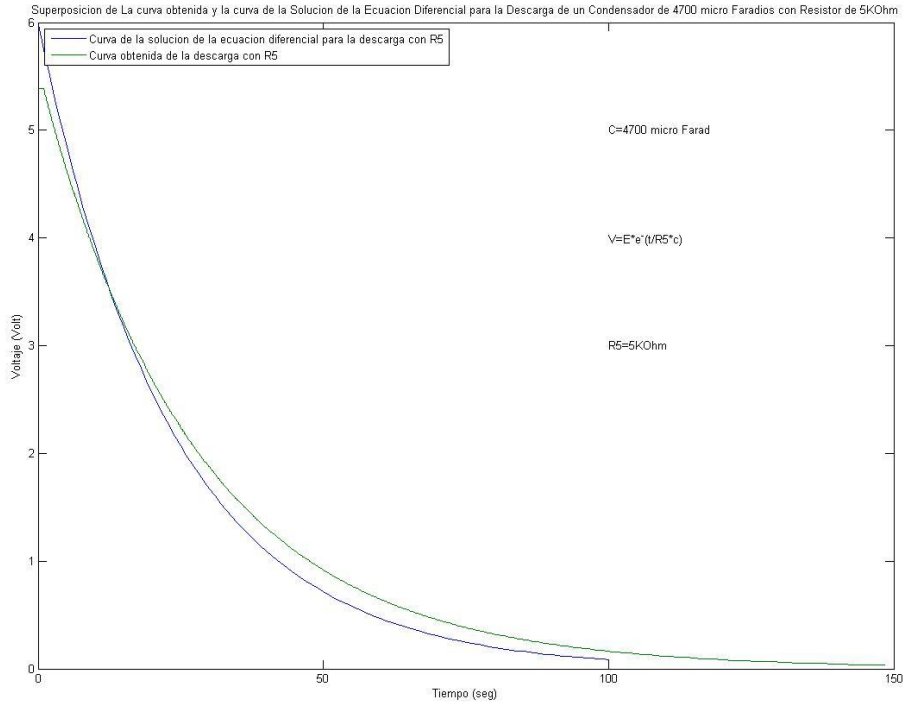


Grafico 17. Superposición de la curva obtenida y la curva de la solución para la Descarga de un condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 5kOhm.

Podemos notar que al igual que las superposiciones de las cargas existe un desfase entre la curva de los datos obtenidos y la curva de la función solución de la ecuación diferencial obtenida de del circuito RC en cada una de las experiencias variando el valor de R. Hay un decaimiento exponencial del voltaje a través del tiempo donde este tiende asintóticamente hacia el infinito. Cada una de las superposiciones muestran que si hay una tendencia similar de las curvas graficadas con los datos obtenidos en la experimentación con las curvas de las funciones que satisface a la ecuación diferencial del circuito para cada descarga la descarga.

Tenemos que después de una constante de tiempo τ la carga es 63.2% del valor máximo, $CE=Q$ y que para cada valor RC conforme al resistor en serie al

condensador colocado en la experiencia se puede ver el porcentaje en las siguientes tablas:

Para la Carga

Valor RC / C=4700microF	R1C	R2C	R3C	R4C	R5C
	4.7	9.4	14.1	18.8	23.5
Q/0.02c	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013
%	60	65	65	65	65

Para la Descarga

Valor RC / C=4700microF	R1C	R2C	R3C	R4C	R5C
	4.7	9.4	14.1	18.8	23.5
Q/0.02c	0.012	0.011	0.011	0.010	0.011
%	60	55	55	50	55

El porcentaje es aproximado al que está determinado teóricamente por eso se comparo cada una de las curvas con los distintos valores de resistencias con una función solución a la ecuación diferencial para cada caso, para ver los comportamientos gráficos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

La física, la matemática y la informática motiva al docente a enfatizar los aspectos conceptuales, es la ilustración de éstos mediante experimentos demostrativos. Precisamente la física más que ninguna otra ciencia, ofrece la posibilidad de demostrar sus principios con experiencias sencillas y objetivas.

El valor de la experimentación como herramienta efectiva en la enseñanza de la física es por todas conocida, es por ello, que se desea que cada actividad experimental en los laboratorio de física, pueda de una manera ser demostrativa comparada Física, por eso la actualización en el uso de software que ayuden en la experimentación es de gran relevancia en la física y en la práctica con las cosas que se puedan presentar en realidad que vemos día a día. Si se puede aplicar el uso de software ya que estos contribuirán al desarrollo en un área sin descuidar la experimentación en los laboratorios más que todo utilizarlos como una comparación con lo obtenido en la experiencia y lo teórico.

- ✓ Si se demuestra experimentalmente la constante τ para un capacitor electrolítico de 4700 microfaradios comparando las curvas obtenidas con los datos de la experimentación y graficando la función que satisface a la Ecuación Diferencial obtenida de un circuito RC con $R=1\text{Kohm}$.
- ✓ Si se puede aplicar el sensor cassy y el software compatible (Cassy-Lab) en el Laboratorio en una forma sencilla para hacer demostraciones físicas y se obtienen datos fiables en la experimentación.

- ✓ El estudiante de la especialidad de física puede documentarse y alcanzar conocimientos que estén fuera de su formación curricular que les sea útil para la enseñanza de la física.
- ✓ La física está presente en todas partes y quien más le saca provecho es la industria tecnológica, esto se evidencia en el uso de las telecomunicaciones, la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, entre otras, es por ello que el de la especialidad de física debe mostrar interés en aprender a manejar cualquier fuente de información que le sea útil para enseñar física ya que esta no solo está en los libros, que se pone en práctica de la vida diaria.

Recomendaciones.

En cuanto a las actividades experimentales.

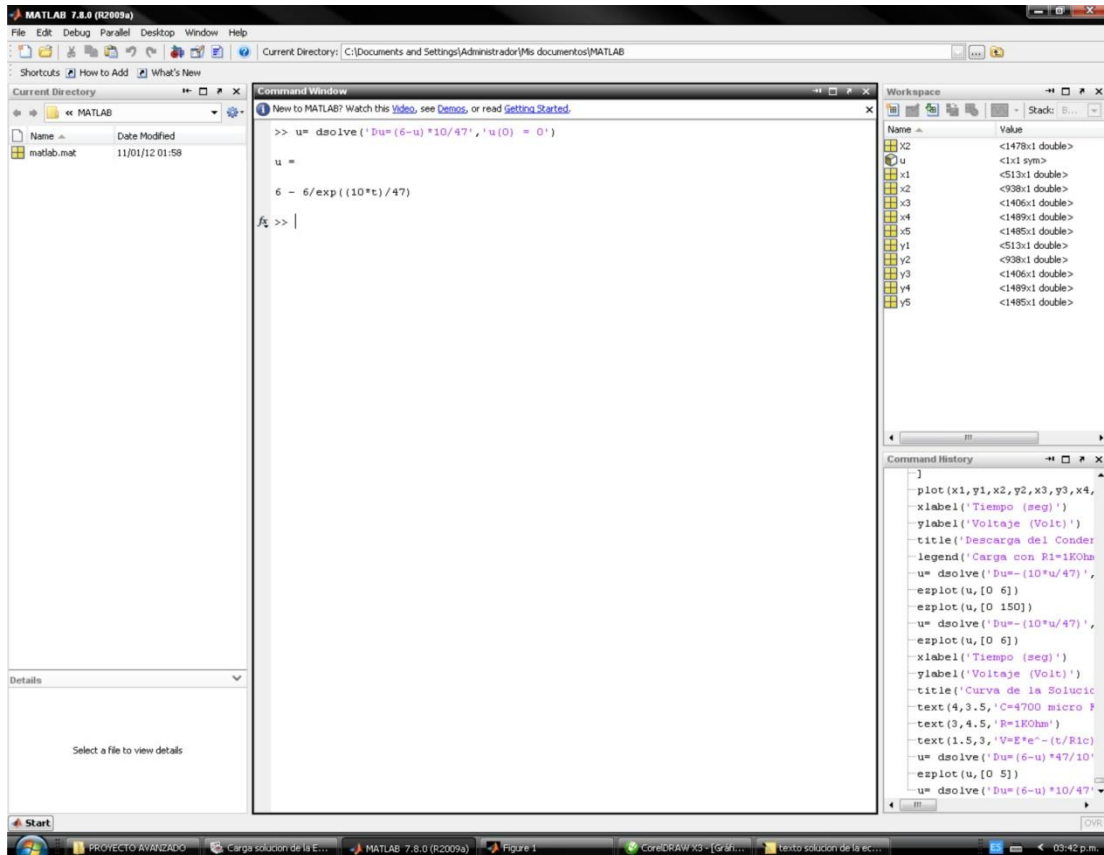
1. Una actividad experimental de verificación, predicción, inductiva y de investigación, sí está obligatoriamente vinculada con el contenido de las ciencias que se trate y con objetivos muy específicos dentro de su contexto, dirigidos a resultados de interés para el aprendizaje de los estudiantes, como pueden ser las leyes, las teorías y la resolución de problemas ya resueltos para la comunidad científica, pero nuevos para estos, reconstruyendo lo que en una ocasión hicieron los científicos. Para este caso, el contenido de la práctica de laboratorio deberá tener en cuenta los siguientes criterios:
 - a) Si el aspecto conceptual seleccionado facilita la formación de los sistemas de habilidades y valores exigidos en el plan de estudio,
 - b) Si el aspecto conceptual es el apropiado para demostrar una concepción científica.
 - c) Si los recursos materiales, humanos e informáticos satisfacen las exigencias del proceso y no falseen el sentido físico de la actividad docente y el de la ciencia misma.

En cuanto al uso de la experimentación con circuitos RC u otros y el uso de MatLab Excel u otros.

1. Realizar las actividades experimentales en un ambiente libre de humedad, para así lograr una mayor efectividad en las demostraciones.
2. Leer el manual del usuario de Cassy-Lab antes de usar el software y el Sensor Cassy o cualquier otro Hardware.
3. Leer e investigar cómo usar el software MatLab antes de usarlo ya que este tiende a ser complejo pero no difícil de manejarlo.
4. Al realizar las experiencias evitar tener contacto físico con los cables cuando este encendida la fuente si están sueltos.
5. Cualquier dudas sobre la experiencia consultar al tutor o un experto en el tema y en el manejo de Cassy-Lab y sus componentes.
6. Se uso un condensador de 4700 microfaradios ya que este permitió observar el comportamiento en cuanto al tiempo para la carga y descarga en forma más detallada.

ANEXOS

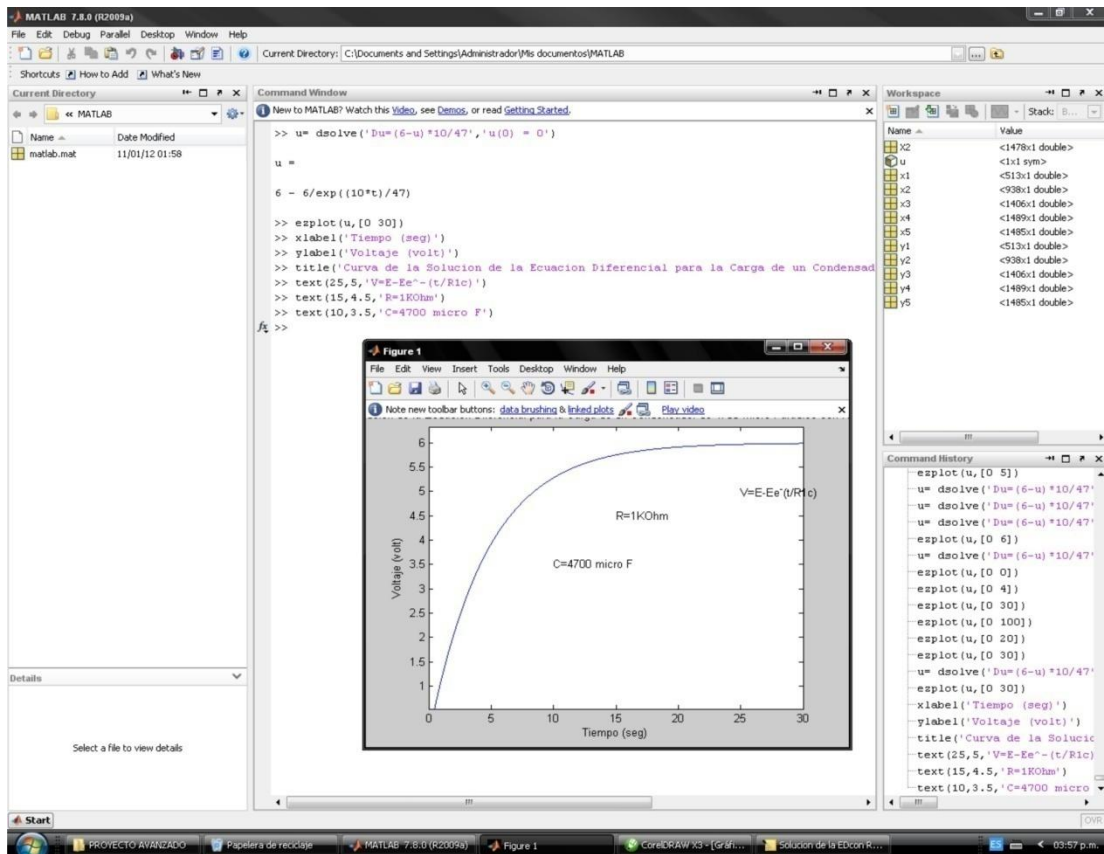
Anexo 1. Solución de la Ecuación Diferencial Para El Circuito RC para la Carga del Condensador 4700 microfaradios en MatLab.



```
>> u= dsolve('Du=(6-u)*10/47','u(0) = 0')
u =
6 - 6/exp((10*t)/47)
f_t >> |
```

Name	Value
x2	<1478x1 double>
u	<1x1 sym>
x1	<513x1 double>
x2	<938x1 double>
x3	<1406x1 double>
x4	<1489x1 double>
x5	<1485x1 double>
y1	<513x1 double>
y2	<938x1 double>
y3	<1406x1 double>
y4	<1489x1 double>
y5	<1485x1 double>

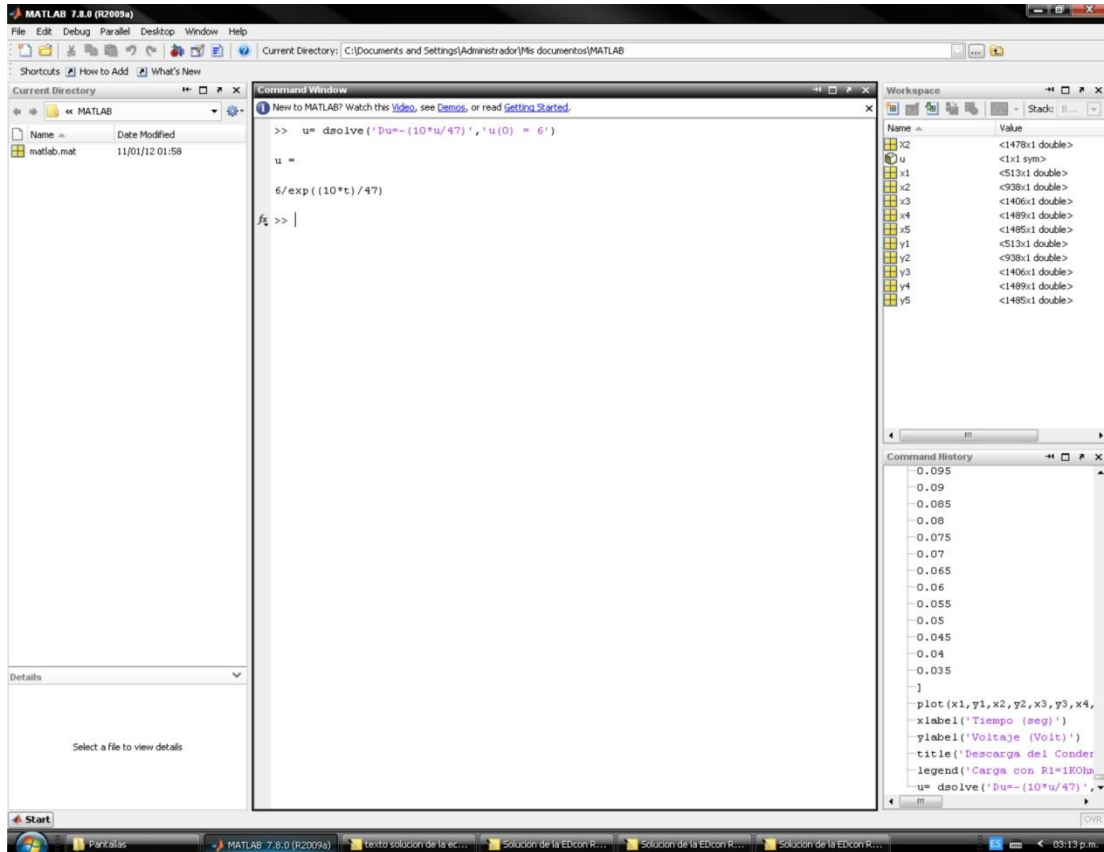
```
]
plot(x1,y1,x2,y2,x3,y3,x4,
xlabel('Tiempo (seg)')
ylabel('Voltaje (Volt)')
title('Descarga del Conder
legend('Carga con R1=1KOhm
u= dsolve('Du=-10*u/47',
esplot(u,[0 6])
esplot(u,[0 150])
u= dsolve('Du=-10*u/47',
esplot(u,[0 6])
xlabel('Tiempo (seg)')
ylabel('Voltaje (Volt)')
title('Curva de la Soluic
text(4,3.5,'C=4700 micro f
text(3,4.5,'R=1KOhm')
text(1.5,3,'V=E*e^-(t/R)C)
u= dsolve('Du=(6-u)*47/10'
esplot(u,[0 5])
u= dsolve('Du=(6-u)*10/47'
```

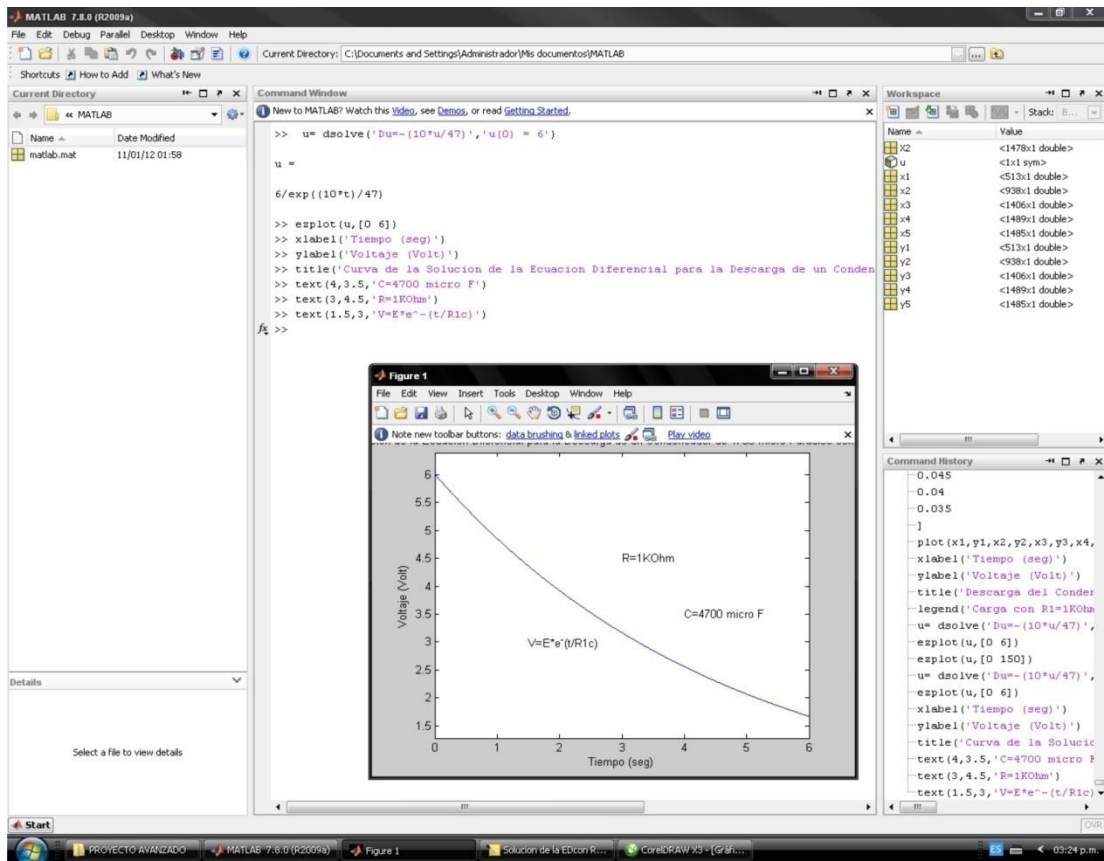


Algoritmo

```
>> u= dsolve('Du=-(10*u/47)','u(0) = 6')
u =
6/exp((10*t)/47)
>> ezplot(u,[0 5])
>> xlabel('Tiempo (seg)')
>> ylabel('Voltaje (Volt)')
>> text(3.5,5.5,'V=E*Ee^-(t/rc)')
>> text(3.5,4.5,'R=1KOhm')
>> text(3.5,4,'C=4700 micro F')
>> title('Curva de la Solucion de la Ecuacion Diferencial para la carga de un Condensador de 4700 micro Faradios con Resistor de 1Kohm')
```

Anexo 2. Solución de la Ecuación Diferencial Para El Circuito RC para la Descarga del Condensador 4700 microfaradios en MatLab.





Algoritmo

```
u= dsolve('Du=-(5*u/47)', 'u(0) = 6')
```

```
u =
```

```
6/exp((5*t)/47)
```

```
>> ezplot(u,[0 5])
```

```
>> xlabel('Tiempo (seg)')
```

```
>> ylabel('Voltaje (Volt)')
```

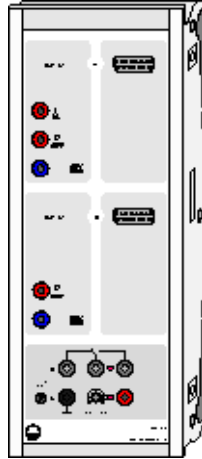
```
>> text(3.5,5.5,'V=E*e^-(t/rc)')
```

```
>> text(3.5,4.5,'R=1KOhm')
```

```
>> text(3.5,4,'C=4700 micro F')
```

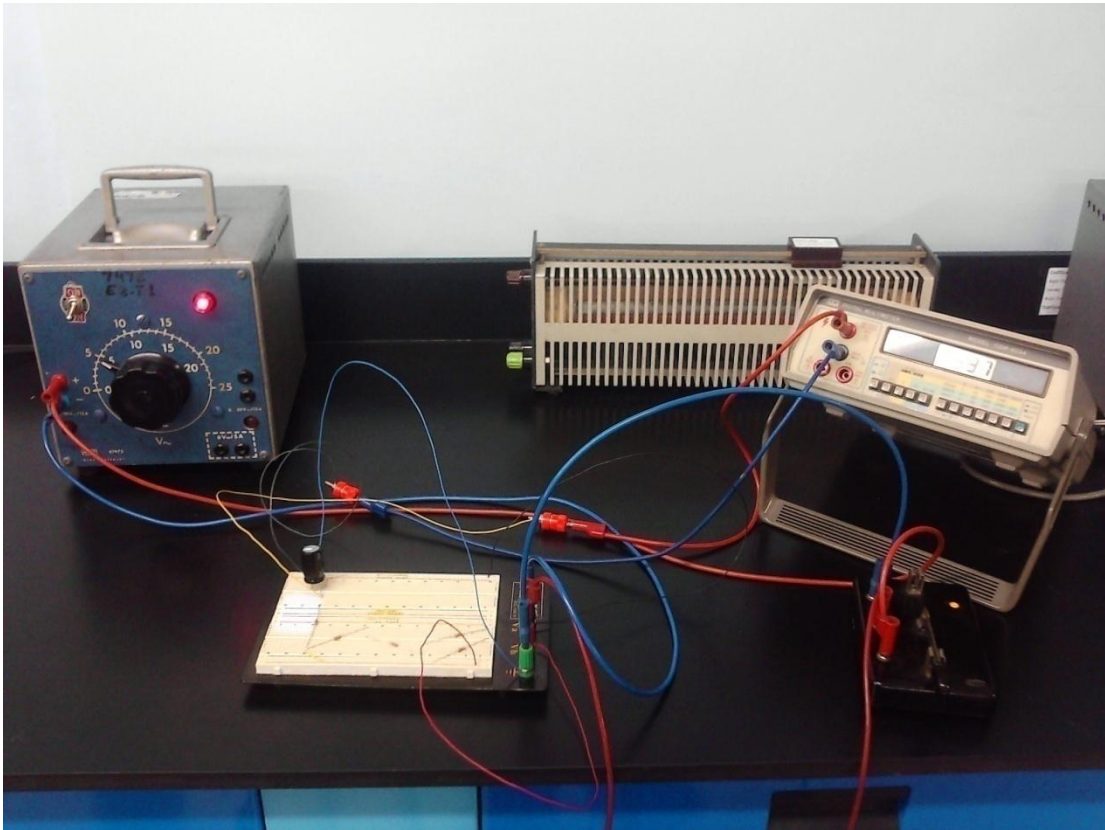
```
>> title('Curva de la Solucion de la Ecuacion Diferencial para la Descarga de un Condensador de 4700 micro Faradios con Resistor de 1Kohm')
```

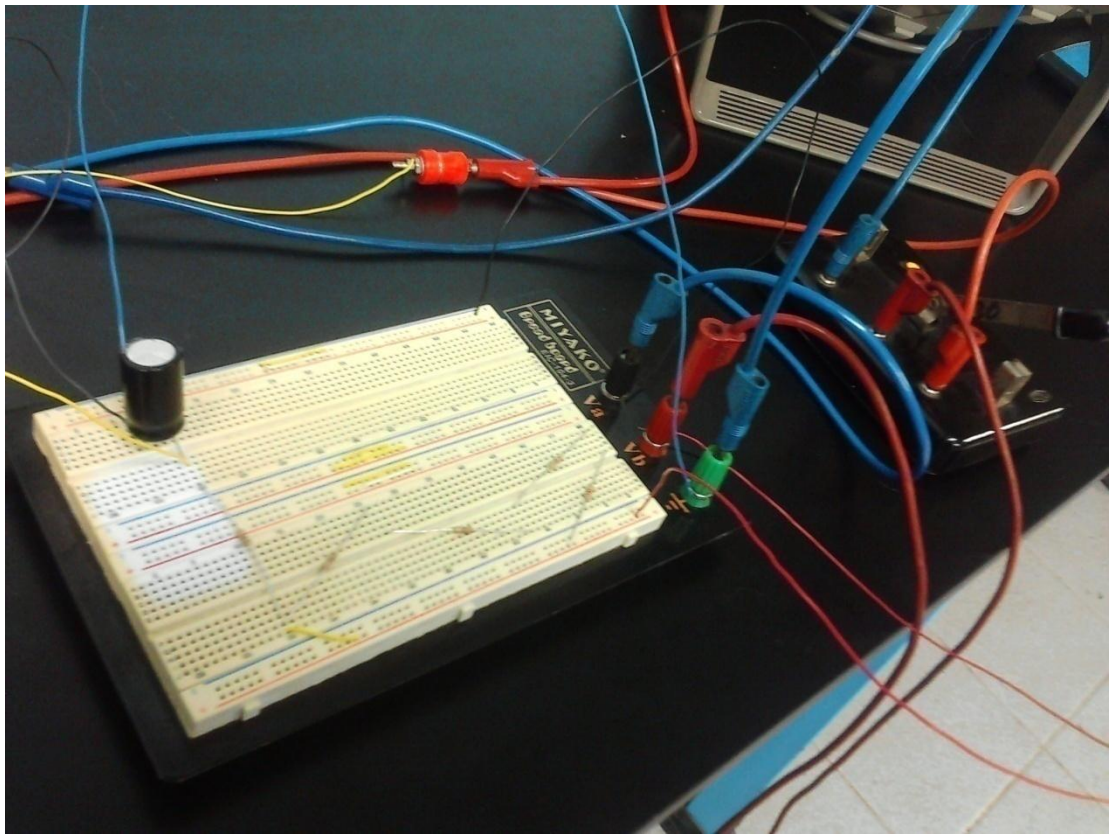
Anexo 3. Senso Cassy.

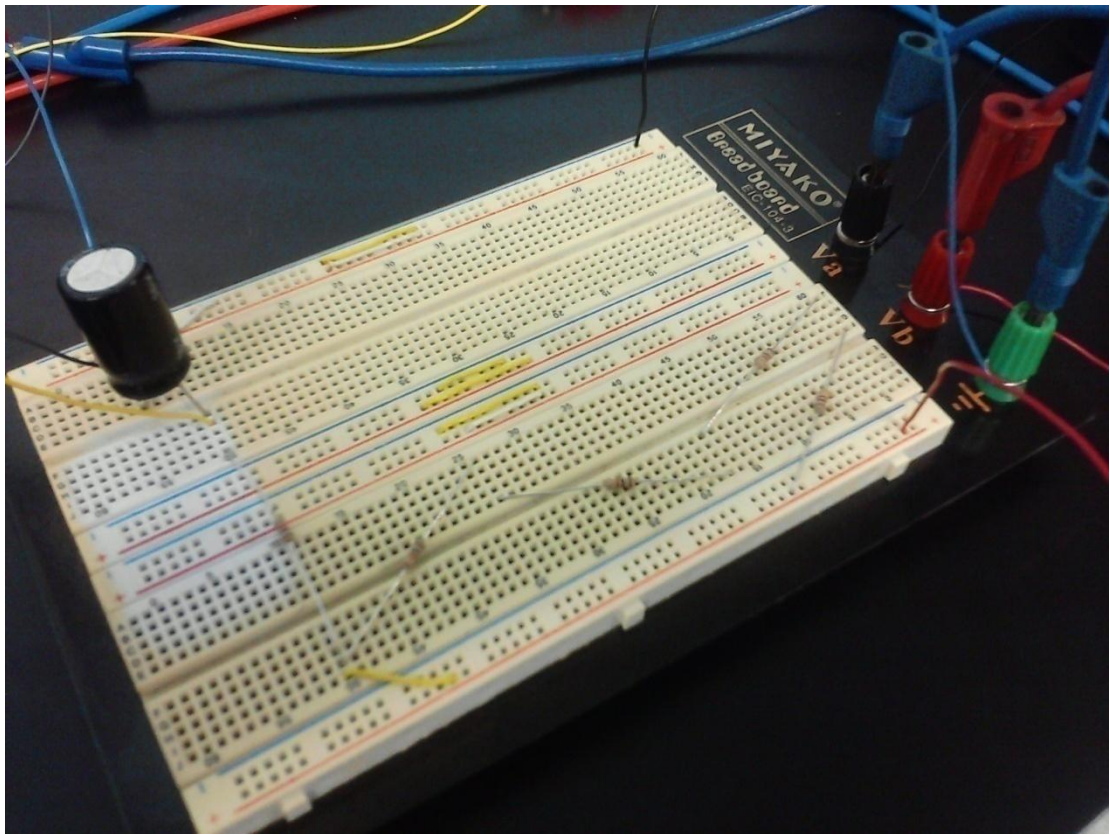


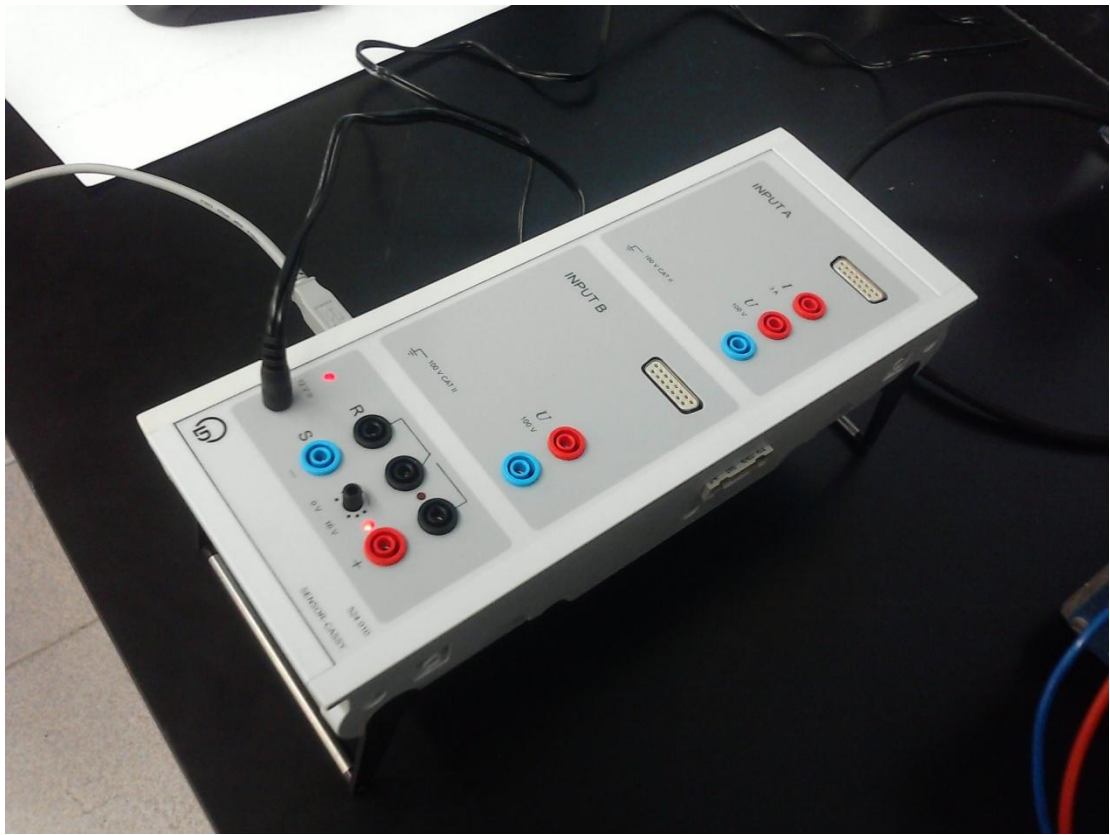


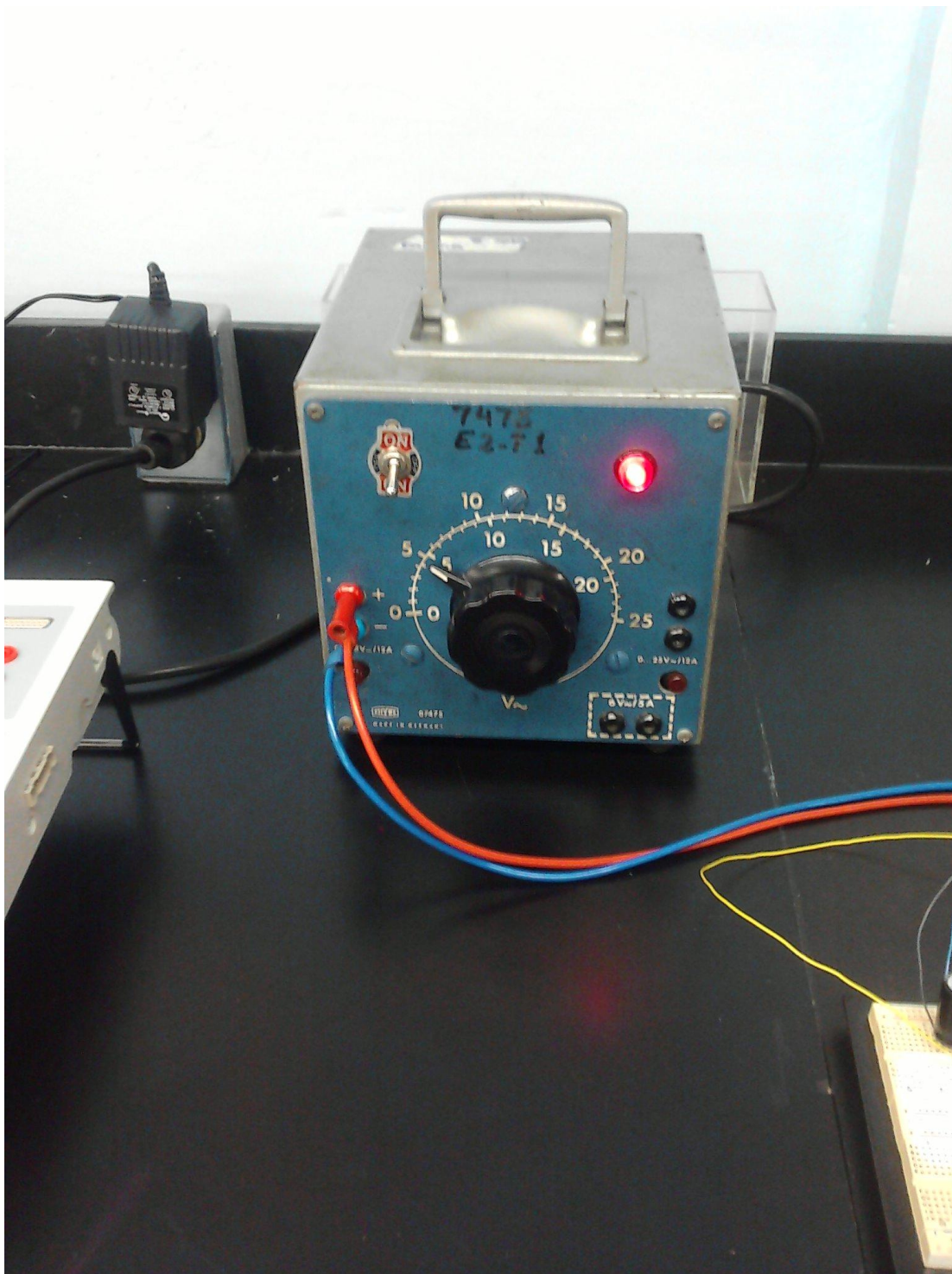
**Anexo 4. Montaje de la experimentacion. Circuito RC conectado al Sensor
Cassy.**

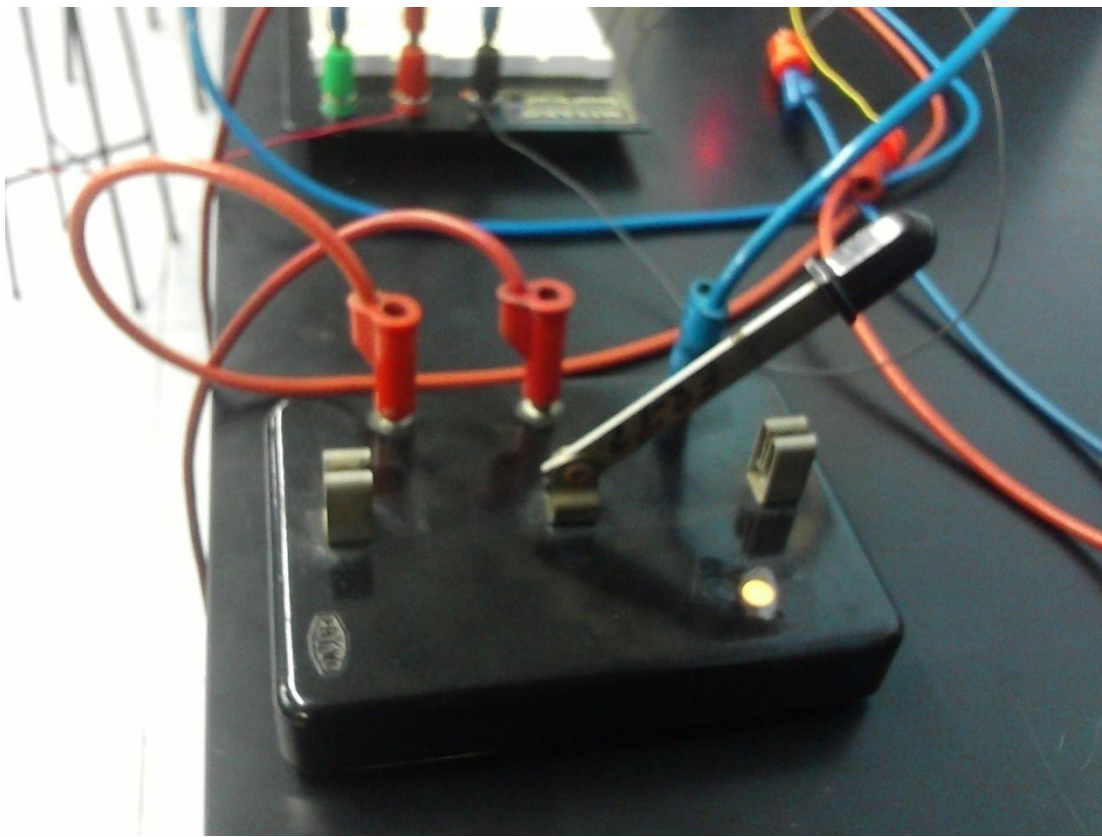


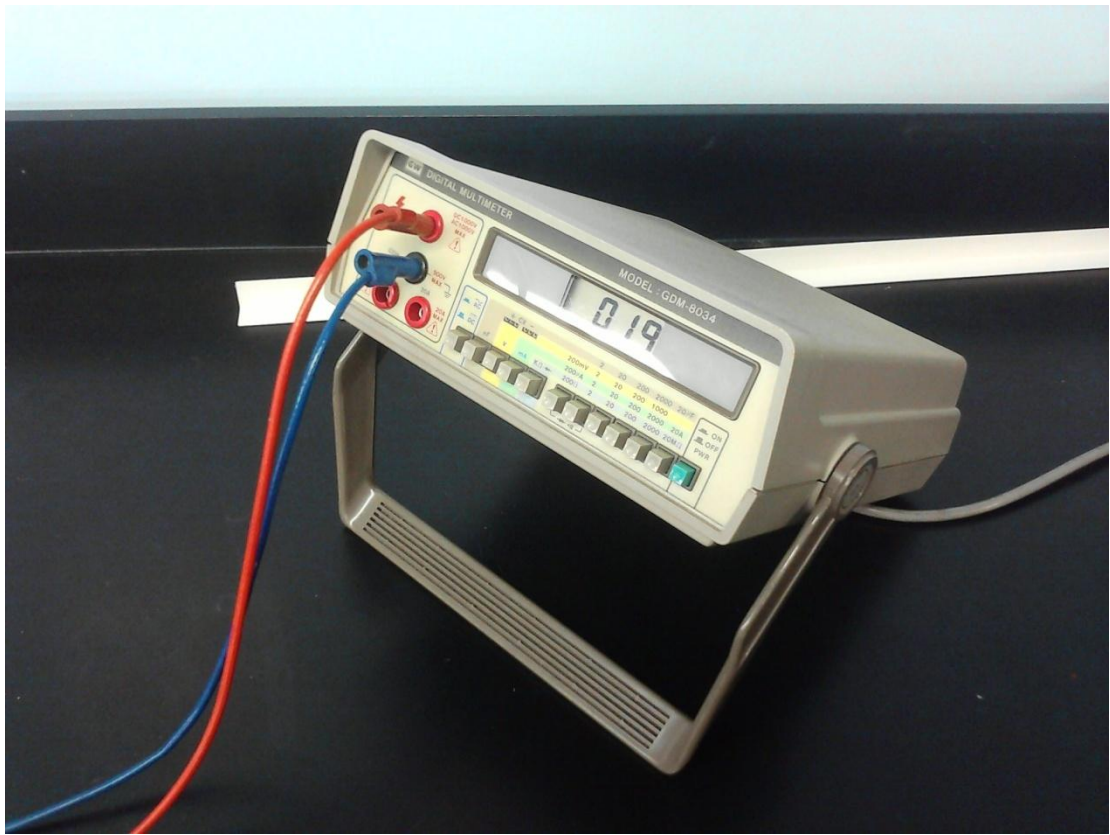


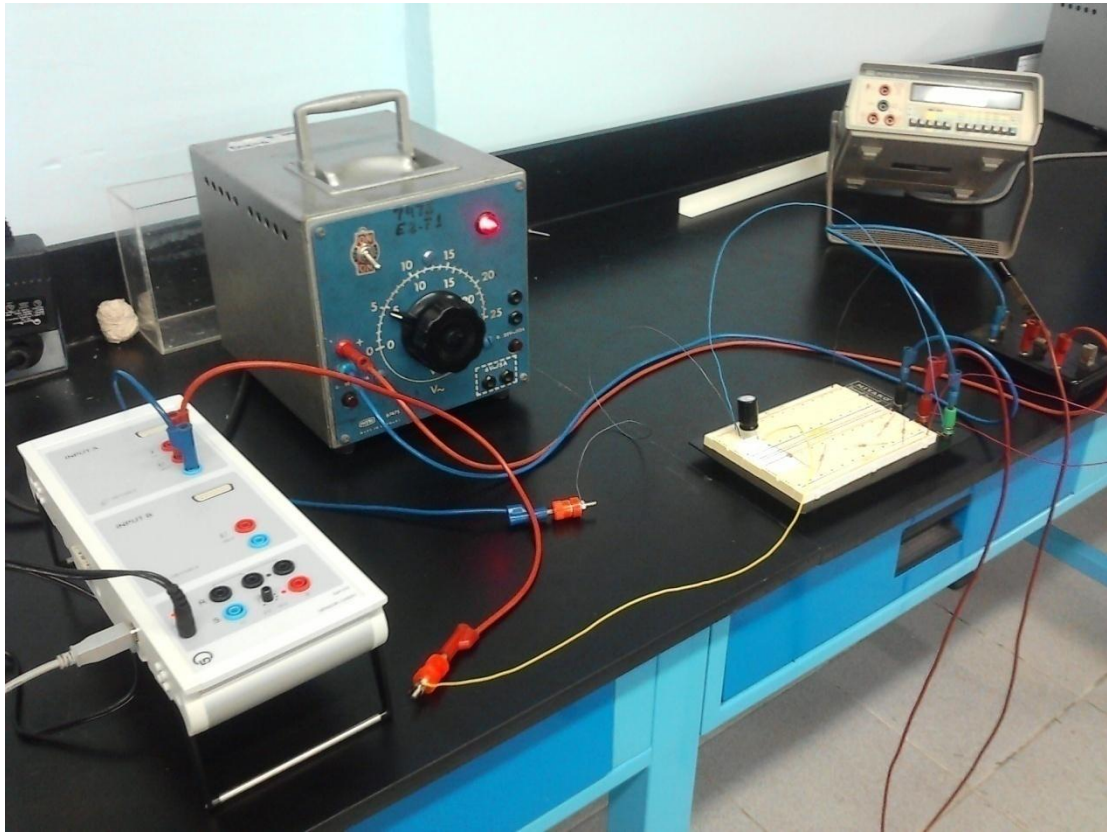






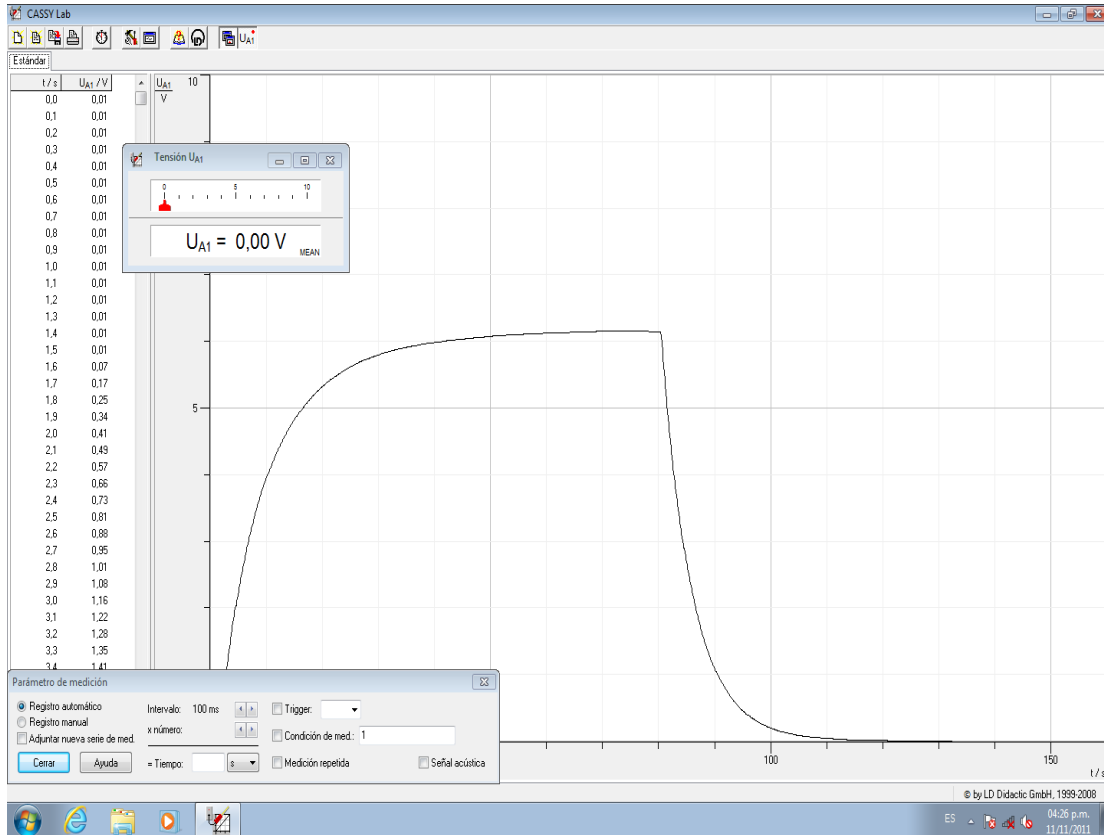




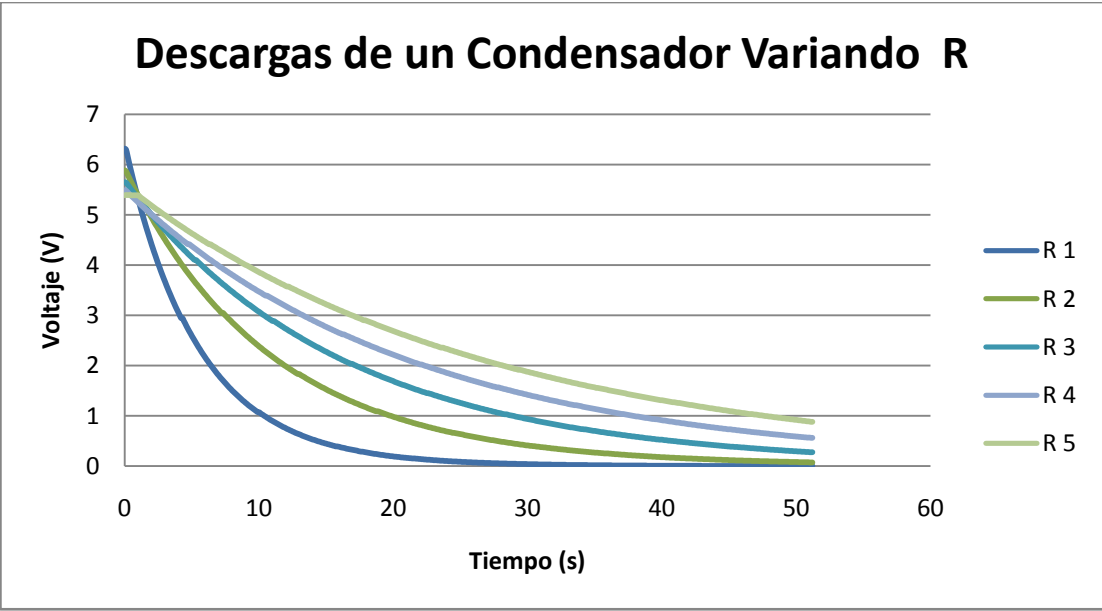
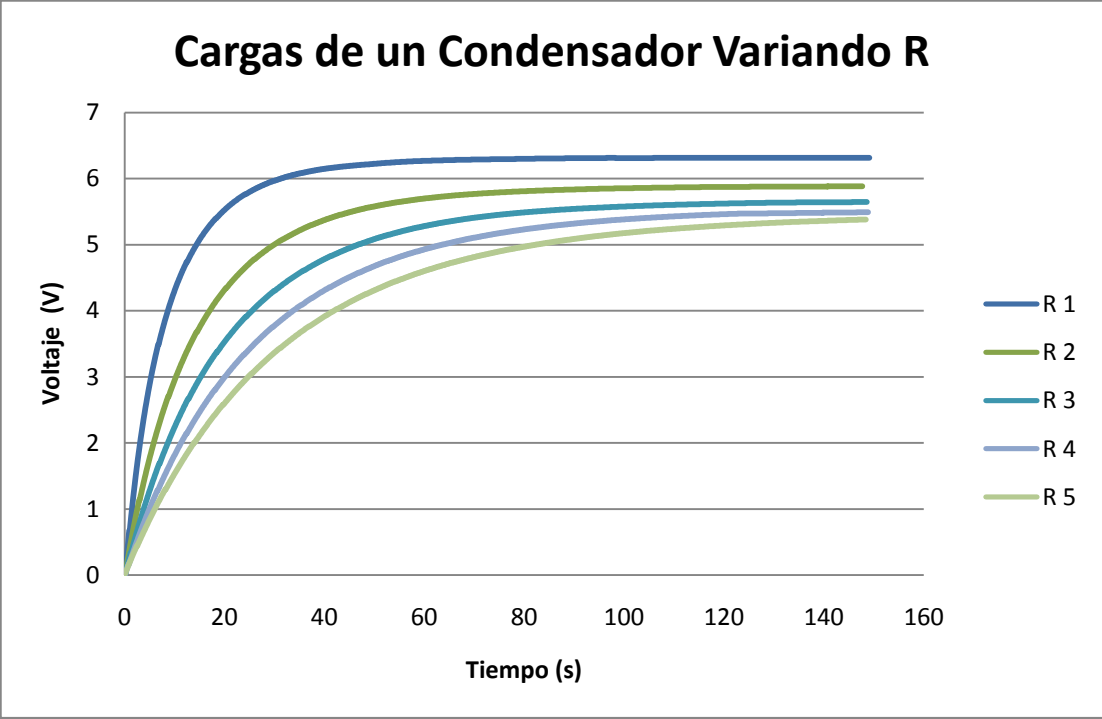




Anexo 5. Pantalla de la Pc en el momento de la aplicación del Software en la experimentación de la Carga y Descarga del Condensador de 4700 microfaradios en serie a un Resistor de 1 kOhm.

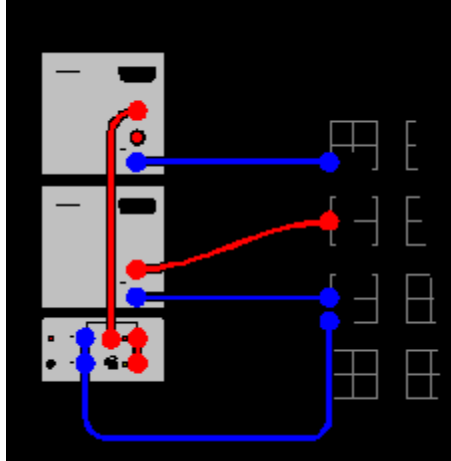


Anexo 6. Graficas en Excel de todas las Cargas y Descargas del Condensador de 47000 microfaradios variando el valor de las Resistencias.



Anexo 6. Ejemplo en Cassy Lab de Carga y Descarga de un Condensador.

Carga y descarga de un condensador pequeño (Capacitancias de cables)



Descripción del ensayo

Un condensador es cargado y descargado a través de una resistencia. Se mide el curso de la tensión $U_B(t)$ en el condensador y la corriente $I_A(t) = (U_A - U_B(t))/R$ de carga y descarga. De estas mediciones se determina la constante de tiempo $t = RC$ y se calcula la energía del condensador.

Como condensador se utilizan pequeños condensadores STE o un cable BNC cuya capacitancia puede ser determinada.

Para la medición altamente óhmica en el condensador se usa la unidad Electrómetro extremadamente.

Equipo requerido

1 <u>Sensor-CASSY</u>	524 010
1 <u>CASSY Lab</u>	524 200
1 <u>Unidad Electrómetro</u>	524 054
1 Resistencia STE, 1 GW	577 02
1 Condensador STE, 47 pF	578 21
1 Condensador STE, 100 pF	578 22

1 Condensador STE, 220 pF	578 23
1 Cable de medición BNC/4 mm, 120 pF	575 24
3 Par de cables, 25 cm, rojo y azul	501 44
1 PC con Windows 98/2000/XP/Vista	

Montaje del ensayo (véase el esquema)

El circuito de carga y descarga se conecta a la entrada A y a la entrada B del Sensor-CASSY según el esquema. El relé R carga al condensador en la posición ON (LED encendido) con la tensión que la fuente de tensión S entrega y descarga el condensador en la posición OFF (LED apagado).

Realización del ensayo

a) Descarga

Cargar ajustes

- Ajuste la tensión de carga U_{B1} en el condensador a aprox. 7,5 V – para ello gire el botón de la fuente de tensión S hasta encontrar ese valor.
- Inicie la descarga con **F9**.
- Repita la descarga con diferentes capacidades (por ej. 100 pF y 220 pF).

b) Carga

- Conmutar el relé manualmente – para ello cambie la fórmula de **1 a 0** en Ajustes Relé R1 y confirme su entrada con la tecla Entrar.
- Inicie la carga con **F9**.
- Repita la carga con diferentes capacidades (por ej. 100 pF y 220 pF).

Evaluación

Para la determinación de las constantes de tiempo $t = RC$ las representaciones **Tensión y Corriente** (seleccionelas con el ratón) deben ser convertidas a logaritmos.

A tal efecto haga un clic sobre el eje Y con la tecla derecha del ratón y conviértalo a logaritmo. Para conseguir una mejor representación al tomar el logaritmo se recomienda prefijar los mínimos manualmente (por ej. -1 para log U ó -3 para log I). La pendiente A resultante del ajuste con recta es en ambos casos $A = -0,4343/RC$.

La constante de tiempo resulta directamente del ajuste exponencial o del ajuste libre de la función $A \cdot \exp(-x/B)$ o $A \cdot (1 - \exp(-x/B))$ con valores iniciales apropiados para la tensión de carga A y la constante de tiempo $B = RC = t$. La constante de tiempo resulta en segundos con la capacidad en nF para $R = 1 \text{ GW}$.

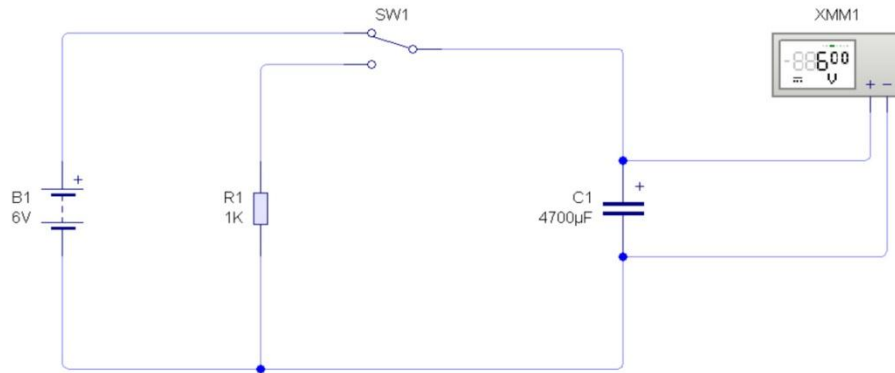
También es posible determinar las capacidades C a partir de la carga Q entregada o tomada. La carga Q resulta de la integral del diagrama I(t) y $Q = CU$ (U es la tensión de carga).

La energía almacenada $E = \frac{1}{2}CU^2$ es la integral del diagrama P(t) en la representación **Potencia**.

Recomendación

Un punto cero definido se consigue en la manera más simple mediante el ajuste de un trigger. Lo más apropiado para ello es la tensión U_{A1} (al carga por ej. 0,5 V, flanco ascendente, al descargar por ej. 0,5 V, flanco descendente).

Anexo 7. Circuito RC.



REFERENCIAS

Sears-Semansky-Young-Freedman. (2005). *Física universitaria con física moderna* (Vol. 2). México. Addison-Wesley Iberoamericana

Serway, R., Jewett J (2004). *Física para ciencias e ingeniería* (vol. 2). McGraw Hill. México.

<http://www.ld-didactic.com/software/cassy-s.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/MATLAB>.

Erwin Kreyszig. (1983). *Matemáticas avanzadas para ingenierías* (vol. 1). México. Limusa.