

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR UTILIZANDO PIC16F877

Loads and it discharges of a condenser using PIC16F877

RESUMEN

Cómo un aporte más a la complementación de la teoría de la Física, se muestra en este artículo una innovación a la práctica de "Carga y Descarga de un condensador", donde los valores de tiempo se pueden observar en un LCD (Pantalla de cristal líquido), que se adapta desde el punto de vista electrónico a un circuito manejado por un microcontrolador.

De esta manera la práctica de "Carga y descarga de un condensador" que se realiza en los cursos de laboratorio de Física II, se sistematiza de tal forma que los resultados y gráficos obtenidos en esta sean más confiables.

PALABRAS CLAVES: Condensador, carga, descarga, electrónica, física, microcontrolador.

ABSTRACT

How a contribution more to the complementation of the theory of the Physics, it is shown in this article an innovation to the practice of "it Loads and it Discharges of a condenser", where the values of time can be observed in a LCD (Screen of liquid glass) that adapts from the electronic point of view to a circuit managed by a microcontrolador.

This way the practice of " Loads and it discharges of a condenser" that is carried out in the courses of laboratory of Physics II, it is systematized in such a way that the results and graphics obtained in this they are more reliable.

KEYWORDS: Capacitor, loads, it discharges, electronic, physics, microcontrolador.

1. INTRODUCCIÓN

El Dispositivo para la medición de tiempos en los condensadores, es una idea que surgió como fruto de la práctica académica, en la cual se evidencia un vacío entre la teoría y la práctica del tema sobre condensadores, ya que muchos de los conceptos teóricos vistos poseen un grado de abstracción bastante alto, y sólo se puede lograr una apropiación a conciencia de ellos cuando se les observa de manera experimental, cuando se corrobora que las fórmulas planteadas tienen un sustento más que matemático, y cuando se observan resultados reales, tangibles, y medibles.

Por ser el capacitor un componente capaz de almacenar carga eléctrica la cual depende exclusivamente de su capacidad C y de la fem, además este proceso tiene un tiempo de duración dado por los elementos del circuito como son la resistencia y el capacitor. La ecuación para las caídas de voltaje en el circuito serie está dada por

$\varepsilon - IR - \frac{q}{C} = 0$ [1] expresión que luego de un tratamiento

matemático conduce al cálculo de la carga en función como función del tiempo así. $q(t) = \varepsilon C (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$.

HUGO ARMANDO GALLEGO BECERRA

MSc. Profesor asistente
Universidad tecnológica de Pereira
ugo@utp.edu.co
Grupo de investigación Dicoped

HOOVER OROZCO GALLEGO

MSc. Profesor asistente
Universidad tecnológica de Pereira
Hog1084@utp.edu.co
Grupo de investigación Dicoped

CARLOS ALBERTO CORTÉS BERMÚDEZ

Profesor catedrático
Universidad tecnológica de Pereira
cacbing@hotmail.com
Grupo de investigación Dicoped

Para el cálculo de la corriente en función del tiempo la idea es derivar la expresión anterior y se llega a la

ecuación $I(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$. Como se tiene que el tiempo

que transcurre para cargar el capacitor hasta la mitad de su carga máxima se le llama tiempo medio el cual se encuentra relacionado con la constante de tiempo del sistema por medio de la ecuación $t_{0.5} = \tau \ln 2$. De esta expresión se puede entonces calcular el valor del capacitor.

El objetivo principal de éste proyecto es facilitar a los estudiantes de física II el proceso de aprendizaje, por medio de modelos didácticos que propicien la interacción de estos, con el conocimiento.

Por otro lado, cabe resaltar que se han realizado innumerables esfuerzos por llevar estos conceptos a la práctica, mediciones con instrumentos analógicos, cuya principal deficiencia radica en lo dispendiosa que resulta su instalación y el alto grado de error que se puede obtener, atribuible a factores como errores en la toma de datos, datos desviados de los reales como resultado de la resistencia interna de los instrumentos de medida, entre otros.

A pesar de que un dispositivo electrónico también se diseña mediante circuitos, hecho que necesariamente implica la existencia de resistencias internas, pero la ventaja de este tipo de dispositivos radica en la facilidad para la toma de datos.

2. CONTENIDO

2.1 Características generales del dispositivo:

El módulo de ayuda didáctica para el experimento de carga y descarga de un condensador se ha desarrollado alrededor de un Sistema de Adquisición de Datos para Señales Lentas (S.A.D.S.L.) diseñado por DICOPEL. El S.A.D.S.L. Es básicamente un registrador de voltajes D.C. en el rango de 0 a 5v y con intervalos de muestreo seleccionables entre 1 y 65535 segundos. Un resumen de sus características es el siguiente:

- Dos canales análogos con rango de entrada de 0 a 5v.
- Resolución del convertidor análogo-digital 4.88mV.
- Capacidad de almacenamiento: 16384 muestras de 2 bytes.
- Intervalo de muestreo seleccionable entre: 1 y 65535 segundos.
- Vaciado de datos a display LCD o a PC a través del puerto serial.
- Comandos al sistema a través de tres pulsadores.

El S.A.D.S.L. tiene como microcontrolador base el PIC16F877A o el PIC18F452. El almacenamiento de las muestras se realiza en una memoria serial 24LC256. Este chip posee 32kB de memoria flash EEPROM y se comunica con el microcontrolador a través del bus I2C. El S.A.D.S.L. base, ocupa veinte (20) pines de E/S de los treinta y tres (33) disponibles del microcontrolador. Estos pines se usan para fines de señalización y control del sistema en que va a quedar incorporado el S.A.D.S.L. En

esta aplicación se usan un pin para manejar un relevo spdt que inicia la carga o la descarga del condensador.

Un diagrama esquemático del módulo didáctico es el siguiente:

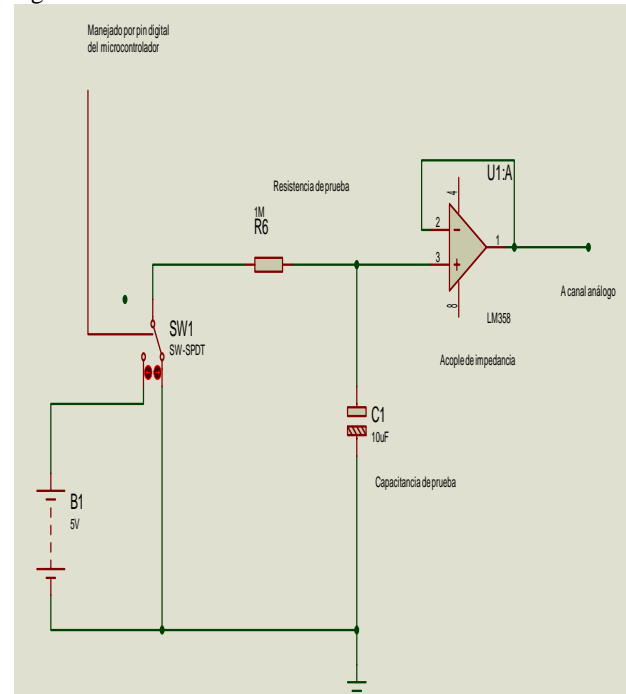


Figura 1. Control de carga y descarga

El interruptor SPDT del esquema es implementado a través del relevo SPDT y un transistor 2N3904 cuya base es manejado por un pin digital del microcontrolador. De esta manera se controla la carga y descarga del condensador.

El esquema del sistema completo se muestra en el diagrama electrónico de la figura 2.

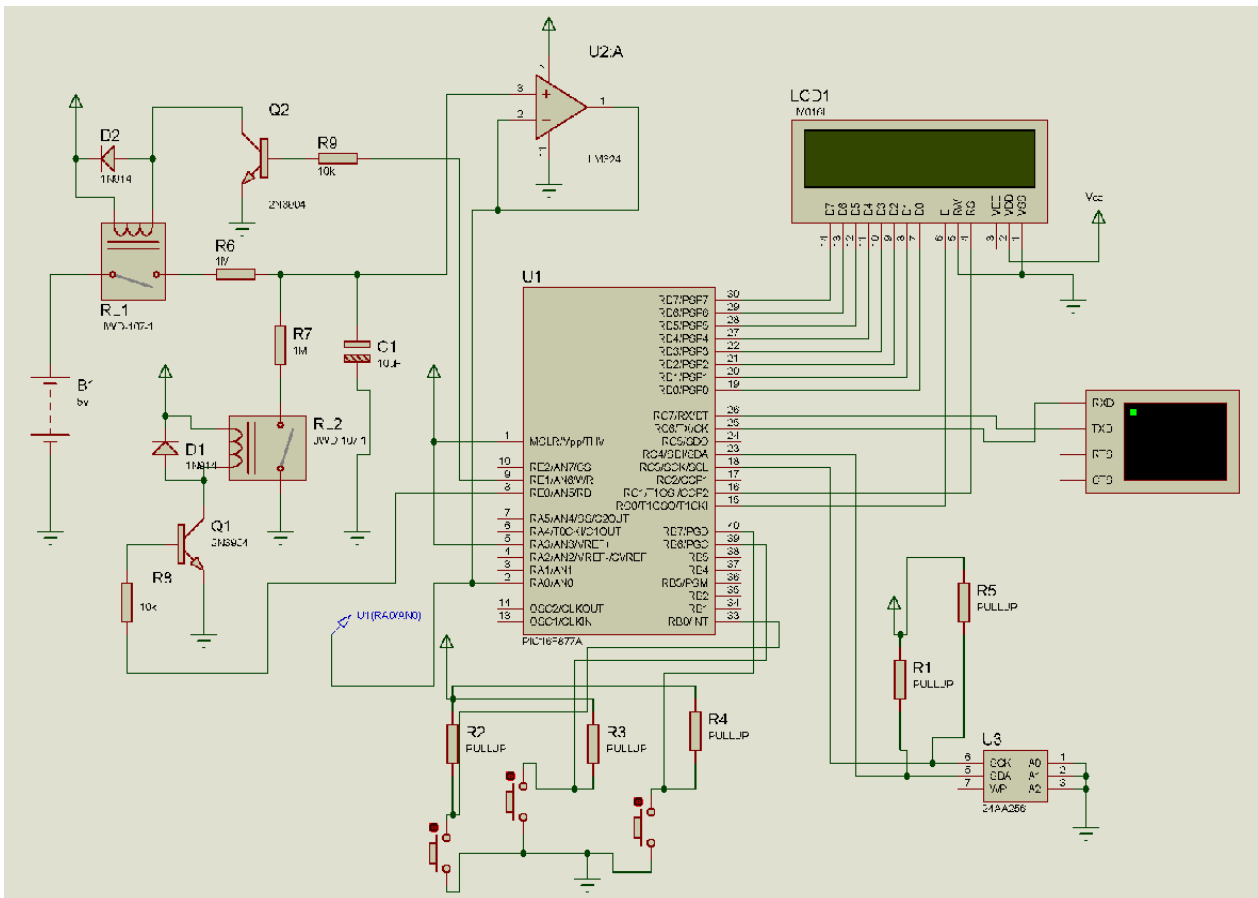


Figura 2. Diagrama electrónico

Para la edición del esquema y su simulación se usó el software PROTEUS Release 7.1 SP2 de Labcenters Electronics.

El firmware del sistema es implementado como una máquina de estados finitos que hace evolucionar el sistema de acuerdo principalmente a los requerimientos del usuario. Los estados del sistema son los siguientes:

- REPOSO (*REPOSO*).
- ADQUIRIENDO DATOS (*ADQ*).
- MOSTRANDO DATOS (*MOSTRANDO*).
- ENVIANDO DATOS (*ENVIANDO*).
- MOSTRANDO ESTADO ACTUAL (*ESTADO*).
- CONFIGURANDO.
- BORRANDO.

Los posibles requerimientos del usuario al sistema se realizan a través de comandos ingresados a través de tres pulsadores llamados: COMANDO/DEC, SELECCIONAR/INC Y SALIR. El pulsador COMANDO/DEC le permite al usuario buscar un comando en la pantalla LCD y luego ejecutarlo a través

del pulsador SELECCIONAR/INC. Por ejemplo en el estado MOSTRANDO el pulsador COMANDO/DEC sirve para ir visualizando en sentido descendente las muestras almacenadas. En este estado, si se pulsa SELECCIONAR/INC, los datos se van mostrando en el sentido ascendente. El pulsador SALIR sirve para salir del estado MOSTRANDO datos al estado ADQ o a REPOSO.

El diagrama que se observa en la figura 3. Muestra las transiciones posibles entre los diferentes estados y las acciones o comandos que las hacen posibles.

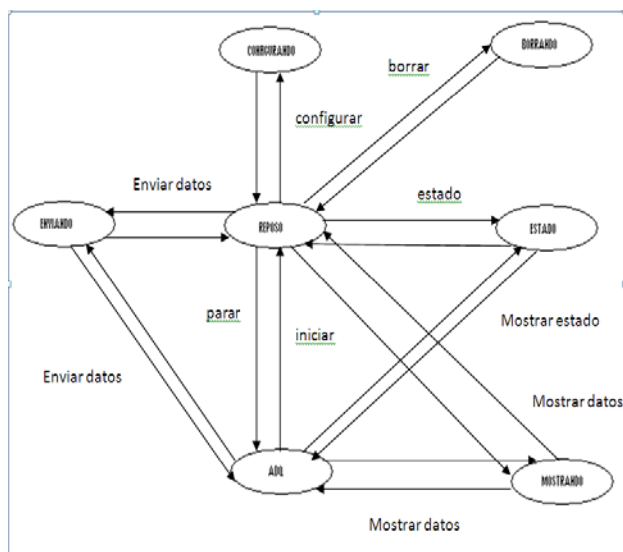


Figura. 3. Diagrama de transiciones posibles

Nótese que los estados fundamentales son REPOSO y ADQ. Los demás son estado temporales de los cuales se salen por voluntad del usuario o por alguna temporización. Por ejemplo, el sistema puede pasar del REPOSO a ESTADO y aquí permanece en un lapso de tiempo de dos segundos, durante los cuales muestra el estado de la memoria (número de datos almacenados) y el intervalo de muestreo actual. Obsérvese que hay transiciones no admitidas, por ejemplo, ir a CONFIGURANDO desde ADQ. Esto significa que no se permite cambiar el intervalo de muestreo si actualmente se está haciendo una adquisición de datos.

Las líneas que unen los estados tienen unas etiquetas que se corresponden con los comandos o acciones de que dispone el usuario para manipular el sistema. Estos comandos son los que se buscan a través del pulsador COMANDO/INC y se ejecutan a través del pulsador SELECCIONAR/DEC.

Esta máquina de estados finitos es de propósito general y se adaptó para la implementación del módulo didáctico en cuestión de tal manera que en un comienzo si se da el comando INICIAR el software pone a cargar el condensador y los datos que se almacenan se corresponden con la evolución de su voltaje en terminales a medida que se carga. Si se selecciona el comando PARAR, se detiene el registro de voltajes. Y si ahora se selecciona de nuevo el comando INICIAR, el sistema inicia el proceso de descarga del condensador y registra estos voltajes hasta que se seleccione de nuevo el comando PARAR. En este momento tendríamos los ciclos de carga y descarga del condensador y los datos se pueden recuperar a través de los comandos MOSTRAR (presenta los datos en el display LCD) o ENVIAR (presenta los datos al computador por ejemplo a través del HIPERTERMINAL de WINDOWS).

La implementación software se realizó con el compilador para microcontroladores PIC **PCWH** versión 4.016 de Custom Compiler Services Inc. (CCS).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El dispositivo electrónico para la medición de tiempos de carga y descarga de condensadores, funciona mediante un microcontrolador programado para entregar datos del voltaje almacenado en un condensador y una resistencia dados, estos serán tomados en intervalos de tiempo, ya sea de carga o descarga, este intervalo de tiempo puede ser modificado para efectos de incrementar o reducir la cantidad de datos obtenidos; el dispositivo ofrece la ventaja de poder intercambiar condensadores y resistencias, para así poder relacionar la incidencia que sobre el proceso de carga tienen la resistencia instalada y la capacitancia del condensador.

El resultado esperado es que el estudiante tenga un conjunto de datos de tiempos y voltajes que le permitan elaborar una gráfica que representará el proceso de carga o descarga del capacitor instalado, y a partir de ella, deducir la constante de tiempo, y las ecuaciones para la carga y descarga, así como relacionar la interacción entre la resistencia instalada y la capacitancia.

A continuación en los gráficos 3 y 4 se pueden observar las curvas características que se obtienen, una vez graficados los datos que se entregan en la pantalla

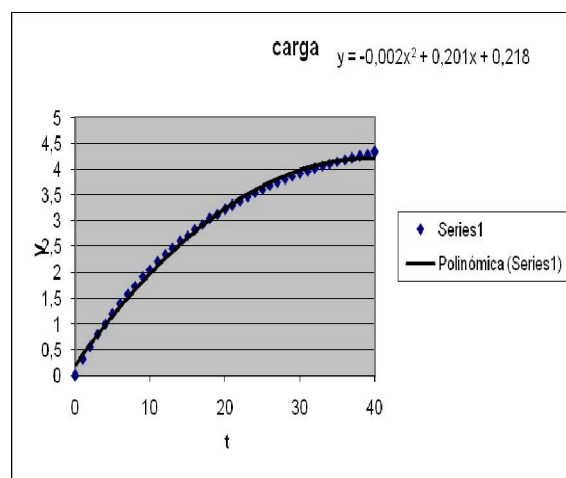


Figura 3. Curva característica de la carga de un condensador

Nótese como en el proceso de carga el gráfico que se obtuvo tiende a un comportamiento exponencial similar al proceso que se tiene en el proceso de llenado del tanque de agua de los baños en nuestros hogares y el cual tiende asintóticamente a un valor final dado por la constante ϵC , que son los valores de la fuente y del capacitor. Es de notar que cuando se inicia el proceso de carga se tiene que en el capacitor está vacío y por lo tanto no hay corriente a través del capacitor y que entonces toda la caída de voltaje aparece en el resistor y por ello se puede decir que cuando la carga es cero *Figura 3* la corriente será máxima a través de la resistencia. Luego de cierto tiempo se tiene que la corriente es cero en el resistor y que por lo tanto la carga es máxima y se

encuentra almacenada en el capacitor. Nótese además que para una constante de tiempo $\tau=RC$ la cual tiene unidades de tiempo, se tiene que la carga en el capacitor es del 63% de εC y por lo tanto el valor de la corriente

es el 37% de $\frac{\varepsilon}{R}$ [2] para ese mismo instante de tiempo.

Lo cual confirma el hecho de que existe conservación de la energía total para el sistema.

Para el proceso de descarga se muestra en la figura 4.

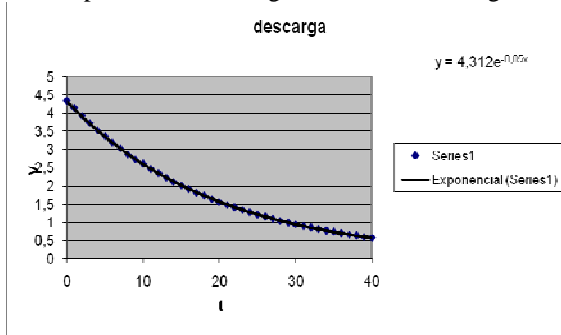


Figura 4. Curva característica de la descarga de un condensador

Obsérvese que para este caso el capacitor actúa como fuente de voltaje con su diferencia de potencial $\frac{Q}{C}$ y una

diferencia de potencial cero a través del resistor ya que la corriente es cero para $t=0$, así la carga es máxima en este instante tiempo, y su valor empieza a decrecer en forma exponencial hasta que tiende asintóticamente a cero para un tiempo $t>0$.

En cierto tiempo durante el proceso de descarga, la corriente en el circuito toma el valor de I y la carga almacenada en el capacitor tiene un valor q , lo cual y de acuerdo con la regla 2 de Kirchhoff la cual permite escribir la expresión para este circuito como

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

lo cual dice que la caída de tensión a través del resistor es igual a la caída de tensión a través del capacitor, que es el principio de conservación de la energía. Finalmente se puede ver en la figura 5 las características físicas del módulo para la práctica de carga y descarga de un condensador.

En él se pueden observar los switches que sirven para activar el dispositivo así como para proceder a leer los datos que han sido capturados tanto en los procesos de carga como de descarga del capacitor colocado en el modulo externo.

Como se puede concluir los datos obtenidos a través de este módulo corrobora los resultados teóricos esperados y contribuye una vez más a la innovación de tecnología en lo que respecta a la implementación de nuevos prototipos para prácticas de laboratorio en el área de la Física, propósito que el grupo **“Diseño y Construcción de Prototipos Para experimentos de demostración”** DICOPED ha pretendido desde su misión, en este caso particular gracias a la participación de los alumnos de

física II Daniela Gómez Ríos y Juan Pablo Molina Cortes quienes aportaron para el logro de este proyecto con este prototipo como prerrequisito para la materia.



Figura 5. Equipo de medición de tiempos

4. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Sears-Zemansky-Young-Freedman, “Física II Universitaria”, undécima edición Volumen I, editorial PEARSON – 2004.
- [2] Jerway-Jewet, “Física II” Tercera edición, volumen II, editorial THOMSON-2004.
- [3] Raymond.A. Serway, “Física II”, cuarta edición TomoII, editorial Mc Graw- Hill – 1999.
- [5] “Curso Práctico sobre Microcontroladores. Primera edición, Editorial CEKIT S.A. 2002
- [6] Curtis, Keith E. Embedded Multitasking with Small Microcontrollers. Elsevier Inc. 2006.
- [7] Wilmshurst, Tim. Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers. Elsevier Inc. 2007.
- [8] Nelson, Victor P. y otros. Análisis y Diseño de Circuitos Lógicos Digitales. Prentice Hall 1996
- [9] Cortés Jimmy Alexander, Murray Knott Andrew, Cháves José andrés. “Diseño de un voltímetro y un frecuencímetro integrados en el microcontrolador PIC 16F877”. Revista Scientia et Technica Año X, No x, Mes 200x. UTP. ISSN 0122-1701.

