



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
fundada en 1947
Santiago de Cuba, República de Cuba



Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Control Automático

Trabajo de Diploma

TÍTULO

Diseño de las prácticas de laboratorio del estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.

AUTOR

Eddy García Carballosa.

TUTORES

Dr. Arquímedes L. Salazar Mustelier.
MSc. Ricardo Nuñez Álvarez.

Curso 2008-2009

Santiago de Cuba

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”



Pensamiento

Pensamiento.

"Cualquier persona que se ha visto seriamente comprometida en el trabajo científico de cualquier tipo se da cuenta de que en las puertas de entrada del templo de la ciencia están escritas las palabras: "debes tener fe". Es una virtud que los científicos no pueden prescindir"

Max Planck,



DeFi

Dedicatoria

Dedicatoria.

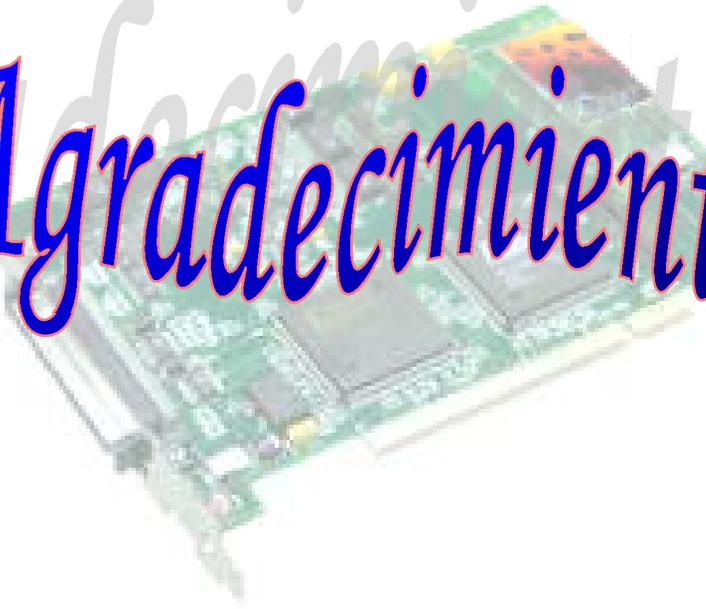
❧ *A mis padres y hermana: Por el apoyo que me han brindado.*

❧ *A mi novia: Por estar siempre en cada paso que doy en la vida.*

❧ *A todos mis profesores.*

❧ *A mis amigos y compañeros.*

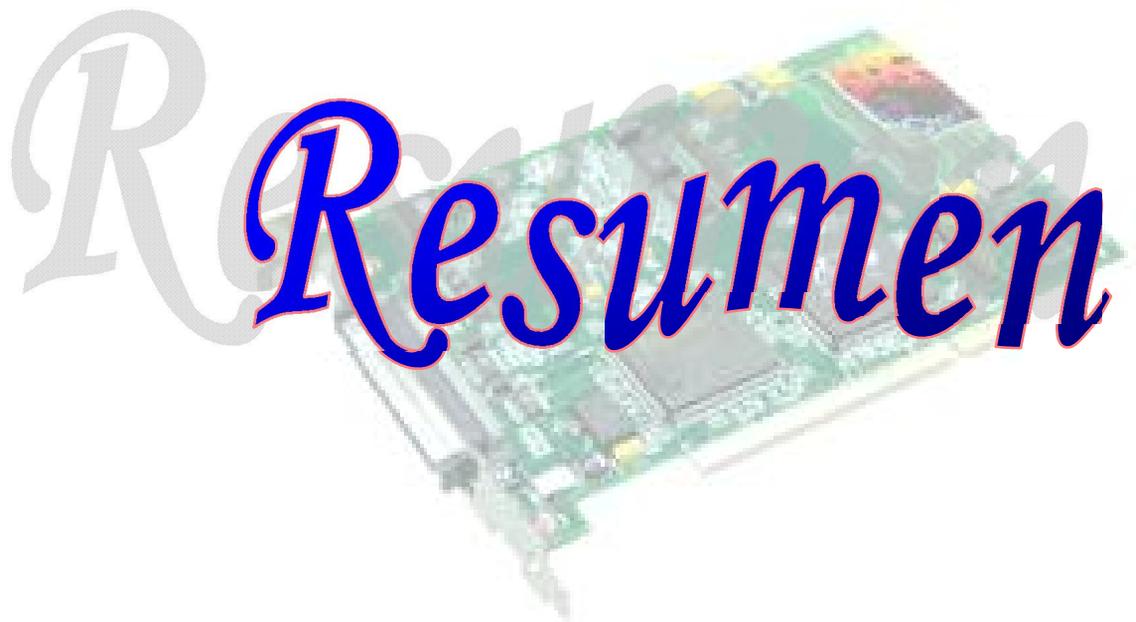
Agradecimientos



Agradecimientos.

- ☞ *A mis padres y hermana. Que han hecho de mí un hombre de bien y por toda la confianza, el apoyo y la fe que me brindaron, para que pudiera alcanzar mis propositos.*
- ☞ *A mi novia. Por tener sus hombros listos para que me apoyase en ellos, por todo su amor, comprensión y confianza.*
- ☞ *A todos mis profesores. Por haberme dado la oportunidad de convertirme en un hombre instruido.*
- ☞ *A mis tutores por su ayuda constante en el desarrollo de este trabajo.*
- ☞ *A mis compañeros que me acompañaron y ayudaron durante toda la carrera.*
- ☞ *A todos aquellos que estuvieron, los que están y continúan a mi lado, mis amistades, mi familia,....etc.*

A todos, muchas gracias.



Resumen.

La situación actual del equipamiento del laboratorio de Circuitos Eléctricos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oriente y la adquisición de nuevas tecnologías para esos fines, ha llevado a que se realice este trabajo cuyo objetivo es presentar el diseño de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa utilizando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 para la medición de voltaje.

En el trabajo se realiza una caracterización de las prácticas de Laboratorio antes mencionadas, se ofrece una información detallada de las características y prestaciones de la tarjeta de adquisición de datos DaqBoard/1000 y una serie de pasos para su configuración a través del software DaqView, así como algunas consideraciones necesarias para lograr un uso eficiente y prolongado de dicha tarjeta.

El aporte de este trabajo radica en que fomenta las bases necesarias para la utilización efectiva del nuevo equipamiento y permite consolidar las habilidades de los estudiantes en la medición de magnitudes eléctricas empleando tecnologías actuales y de talla mundial.

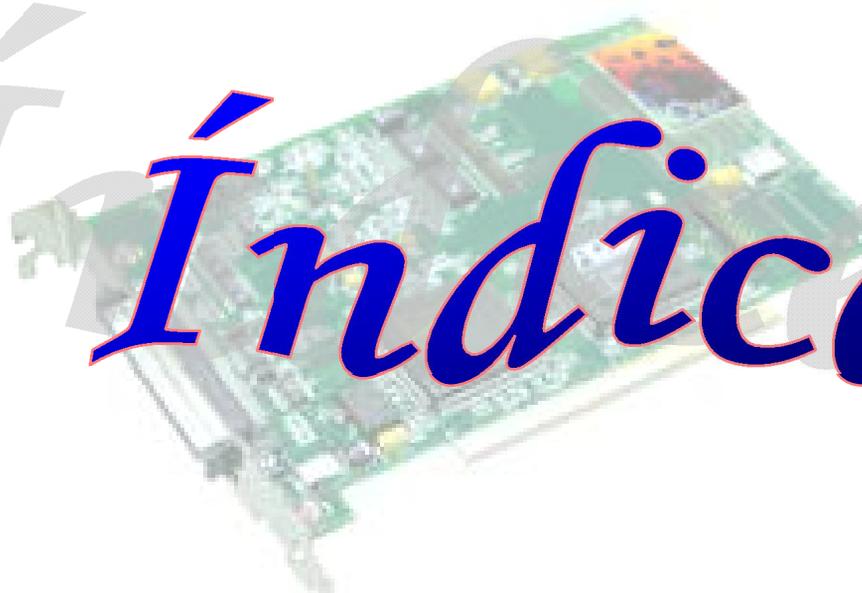


Abstract.

The present-day situation of the equipment of Circuitos Eléctricos's laboratory of Faculty of Electrical Engineering of the University of Orient and the acquisition of new technologies for those ends, has taken to accomplish this work whose objective is to present Circuitos Eléctricos's design of practices of laboratory I related with the study of transitory phenomenon in circuits RC, RL and RLC energized with direct current utilizing the Card of Data Acquisition DaqBoard/1000.

In the work he does a characterization of Laboratorio's practices above-mentioned, he offers information detailed of characteristics and benefits of the card of data acquisition DaqBoard/1000 and a series of steps for his configuration through the software DaqView, as well as some necessary considerations to achieve an efficient and prolonged use of said card.

The contribution of this work establishes in what foment the necessary bases for the effective utilization of the new equipments and it permits consolidating the abilities of the students in the measurement of electrical magnitudes using present and worldwide size technologies.



Índice

Índice General.

<i>Introducción</i>	1
<i>Capítulo 1. Prácticas de Laboratorio sobre fenómenos transitorios en circuitos de Corriente Directa y la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.</i>	5
Introducción	5
1.1: Aspectos básicos del estudio de la Teoría de los Circuitos Eléctricos.	5
1.2: Caracterización de las Prácticas de Laboratorio.	16
1.3: Generalidades de los Sistemas de Adquisición de Datos.	21
1.4: Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 de Iotech.	23
1.4.1: Conector Terminal TB - 100.	25
1.4.2: Características del Software Daqview	¡Error! Marcador no definido.
1.5: Software DaqView.	25
1.5.1: Funciones de las ventanas y los botones fundamentales del Software DaqView	26
1.5.2: Descripción del programa de post-adquisición PostView.	28
Conclusiones del capítulo	31
<i>Capítulo 2: Propuesta de las Prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos I empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.</i>	32
Introducción	32
2.1: Configuración de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 con el DaqView ... 32	
2.1.1 Pasos para la configuración	32
2.2: Consideraciones generales	38
2.3: Descripción de las mediciones experimentales realizadas en el laboratorio	38
2.4: Valoración económica	44
Análisis del costo de aplicación del proyecto:	44
Conclusiones del Capítulo.	44
<i>Conclusiones</i>	45
<i>Recomendaciones</i>	46
<i>Bibliografía</i>	47
<i>Glosario de términos</i>	48
<i>Anexos</i>	51



Introducción

Introducción

Desde los inicios de la humanidad el hombre ha tratado de dar explicación a todos los fenómenos naturales que le rodean, esta capacidad innata que tenemos de explorar lo desconocido, de conocer porque suceden las cosas, ese sentido del descubrimiento, es el que nos ha posibilitado alcanzar este desarrollo científico-técnico con que contamos hoy en día. Fueros muchas las personalidades de la ciencia que dedicaron su vida al descubrimiento de los misterios que esconde el mundo de los fenómenos eléctricos, los cuales poseen gran importancia para nuestra vida cotidiana, pues hoy en día, vivimos en un mundo “conectado por cables eléctricos” en el cual contamos fundamentalmente con el uso y desarrollo de estos fenómenos. En nuestro país, teniendo en cuenta el alto nivel de importancia que posee el desarrollo del conocimiento y el estudio de los aspectos relacionados con los circuitos eléctricos y la electrónica, así como, la necesidad de elevar el nivel de relación entre la teoría y el conocimiento adquirido, con la comprobación experimental de las leyes y teoremas en la formación de los futuros profesionales, el gobierno revolucionario, se ha enmarcado en desarrollar y actualizar la tecnología con que se cuenta en los laboratorios de las diferentes asignaturas de la Enseñanza Universitaria, pues, es de suma importancia, para los profesionales en formación, que adquieran las habilidades que estos aportan, los cuales deberán poner en práctica para resolver los problemas que nos presenta la vida diaria, una vez insertados en el plano laboral.

El equipamiento con que se están impartiendo las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos actualmente en la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) de la Universidad de Oriente es muy limitado, al punto de poder montar sólo un puesto de trabajo, además de que se encuentran en explotación desde la década del 80, sin haber sido nunca reemplazados.

Como parte del esfuerzo de nuestro país por mejorar las condiciones de los laboratorios se otorgó un presupuesto de más de 500 mil CUC para la adquisición en China de equipos de última tecnología, así como el aseguramiento informático para dicho laboratorio. Entre los equipos se encuentran fuentes de corriente directa y de alterna, transformadores, variados instrumentos de medición como amperímetros y voltímetros de CD y CA, osciloscopios analógicos y digitales, multímetros, wáttmetros, cofímetros, entre otros. Todo esto nos ha llevado a realizar un estudio de las condiciones actuales del laboratorio de la facultad para la asimilación de esta nueva tecnología.

La aplicación de un diagnóstico en el ámbito de los laboratorios de Circuitos Eléctricos para corroborar esta situación, que consistió en la observación y la realización de encuestas a los profesores de la asignatura que trabajan en dichos locales, arrojó las siguientes insuficiencias:

- Falta de recursos materiales que dificultan la realización de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos como son: elementos de circuito (Resistencias, Inductores y Capacitores), Amperímetros, Voltímetros, Fuentes de voltaje y de corriente, Osciloscopios, Transformadores, etc., que efectivamente posibilitan montar sólo un puesto de trabajo para la realización de las prácticas.
- Deterioro físico del laboratorio donde se encuentran dichas prácticas de laboratorio, que a pesar de tener excelentes condiciones de conectividad

eléctrica requieren algunas transformaciones de estructura, seguridad y climatización.

- Uso insuficiente de los medios computacionales para la realización de mediciones, debido fundamentalmente a la falta de computadoras para ese fin.
- No se explotan las tarjetas de adquisición de datos como dispositivo de medición de magnitudes eléctricas.
- No se explotan las tarjetas de adquisición de datos como dispositivo de medición de magnitudes eléctricas.

Lo anteriormente expuesto permite corroborar, que a pesar de que se están realizando algunas prácticas de laboratorio de la asignatura de Circuitos Eléctricos no tienen la calidad suficiente para motivar a los estudiantes a realizarlas, no se crean habilidades para la medición de magnitudes eléctricas por la cantidad de estudiantes por práctica y al no utilizarse las tarjetas de adquisición de datos para realizar las mediciones no se aprovechan las ventajas que estas ofrecen. Es por eso que, con el fin de garantizar un apropiado uso del equipamiento adquirido, se pretende realizar una investigación para realizar el diseño de prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.

Para ello se propone como **problema de la investigación:** Ausencia de habilidades en la medición de magnitudes eléctricas con el uso de las TIC en los estudiantes de la FIE.

Se precisa como **Objeto de la investigación:** Metodología de realización de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos sobre el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa.

Se propone como **Objetivo:** Diseñar las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa con el empleo de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 para la medición de voltaje.

El **campo de acción** es: La Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 como instrumento de medición en las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos.

Como **Hipótesis** se plantea que si se diseñan las prácticas de laboratorio sobre el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa en la asignatura de Circuitos Eléctricos I con el empleo de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 para la medición de voltaje, entonces se podrá comenzar a desarrollar las habilidades en la medición de magnitudes eléctricas con el empleo de las TIC en los estudiantes de la FIE, teniendo en cuenta que las TAD son ampliamente empleadas en el mundo con fines docentes, por sus características de fácil manejo, agradable y sencilla interfaz de usuario, entre otras.

Las **Tareas** para desarrollar esta investigación son :

- Caracterización de las prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos relacionadas con el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa .
- Caracterización de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.
- Estudio del software DaqView.
- Realizar las mediciones necesarias con la TAD para la comprobación de las prácticas de laboratorio.

Técnicas y métodos empleados en la investigación:

- Método de Análisis y Síntesis.
- Método histórico lógico.
- Realización de entrevistas.
- Comprobaciones experimentales .

La **significación práctica de la investigación** radica en que el diseño de las prácticas de laboratorio que se proponen en la investigación permitirá a profesores y alumnos apropiarse de los conocimientos necesarios para manejar la nueva tecnología de que se dispone de forma segura y eficiente, además de que elevará la motivación de los estudiantes hacia las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

El **aporte práctico** de esta tesis radica en que el diseño de de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC energizados con corriente directa empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1 000 para la medición de voltaje permitirá crear las habilidades necesarias para la medición de magnitudes eléctricas con el empleo de TIC en los estudiantes de la FIE.

Estructura de la Tesis:

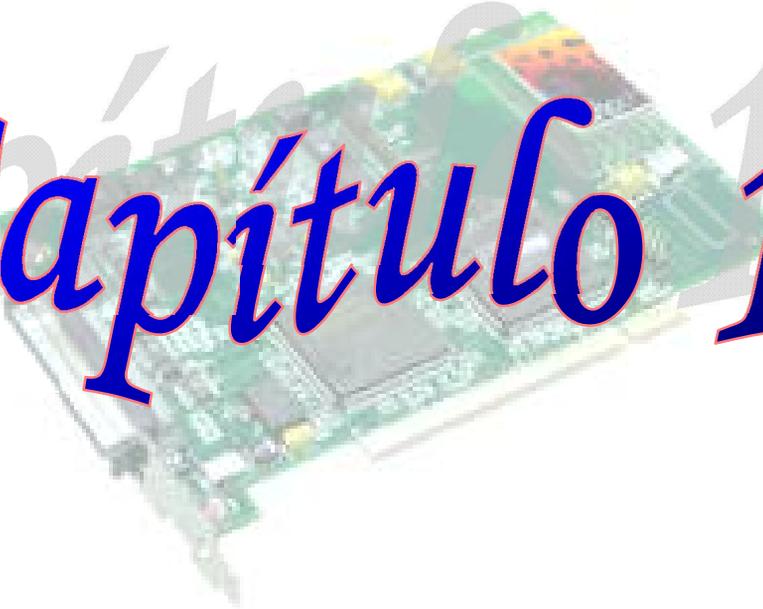
La tesis consta de una introducción general, dos capítulos, conclusiones generales, recomendaciones y anexos. En cada uno de los capítulos se darán solución a las tareas científicas planteadas, cumpliéndose de esta manera el objetivo de la investigación. Quedando estructurada de la siguiente manera:

Capítulo 1: Se presenta un estudio profundo sobre el tema, así como las características y fundamentos teóricos del objeto de estudio, quedando establecido el marco teórico que sustenta la investigación. Se realiza la caracterización de las prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de las soluciones de redes de circuitos de Corriente Directa y los rasgos generales de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 así como de su software de trabajo que demuestran la necesidad de modernizar el equipamiento de dichas prácticas y emplear las TIC.

Capítulo 2: Se presenta la propuesta para el diseño de las prácticas empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 en la medición de Voltaje.

Se realiza además una valoración del costo del equipamiento adquirido por el MES para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos que demuestra cuánto es capaz de invertir nuestro país en la formación de profesionales competentes y de talla mundial.

Capítulo 1



Capítulo 1. Prácticas de Laboratorio sobre fenómenos transitorios en circuitos de Corriente Directa y la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.

Introducción.

En este capítulo, para una mejor comprensión del proceso de medición de voltaje en las prácticas de laboratorio correspondientes al estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC, excitados con corriente directa, se hace referencia, a las diferentes prácticas de laboratorio que se realizaban, las cuales, por el deterioro que presentan, requieren ser renovadas con el objetivo de incrementar la calidad de las mismas así como, el nivel de motivación de los estudiantes y se realiza un estudio detallado de las características fundamentales de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.

1.1: Aspectos básicos del estudio de la Teoría de los Circuitos Eléctricos.

En la asignatura de Circuitos Eléctricos I se estudian las leyes, conceptos y teoremas que le permiten al estudiante, analizar, sintetizar y resolver diversos problemas eléctricos. Antes de comenzar a caracterizar las prácticas de Laboratorio que se venían realizando es preciso definir algunas magnitudes importantes como carga eléctrica, voltaje, corriente eléctrica, entre otras.

La **carga eléctrica** es la unidad fundamental de la energía eléctrica y se postula por definición que es indivisible. Existen dos tipos, una negativa, la cual se denomina electrón, y una positiva que se denomina protón; también existe un elemento neutro llamado neutrón. Una carga eléctrica posee dos características: cantidad y polaridad. La *cantidad* se expresa en **coulombs** (C) y la *polaridad* puede ser **positiva** o **negativa**. Por ejemplo, el electrón es la unidad de carga elemental y tiene un valor de $q_e = 1.602 \times 10^{-19}$ C. Un protón, porta la misma cantidad de carga, pero con polaridad positiva.

La **diferencia de potencial** o **voltaje** es la energía cedida por una carga al ir de un punto de mayor potencial a otro de menor potencial. Por ejemplo, la corriente que fluye por una lámpara, produce luz y calor, porque las cargas en movimiento seden energía y calor a la misma; por consiguiente, existe una diferencia de potencial, pues cada carga experimenta un cambio de energía potencial. La unidad de voltaje es el **volts** (V) y está definido por la siguiente expresión como:

$$v = \frac{dw}{dq}$$



Figura 1.1 Marcas de polaridad en el caso de un voltaje a través de un elemento de dos terminales.

Se conoce como **corriente eléctrica** al movimiento dirigido y ordenado de partículas con carga, desde un punto de mayor potencial a uno de menor potencial. Si a través de la sección de un conductor circula un infinitesimal de carga de dq Coulomb durante un infinitesimal de tiempo de dt segundos, la cantidad de electricidad que pasa a través de dicha sección del conductor durante ese infinitesimal de tiempo se denomina también **corriente eléctrica**, se expresa en **Ampere (A)** y se expresa cuantitativamente como:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

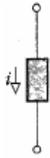


Figura 1.2 Corriente por un elemento de dos terminales.

Debemos decir de el voltaje es una variable “a través” (la diferencia de potencial a través de un elemento), mientras que la corriente, es una variable “por” (la carga que fluye por un conductor o elemento).

La **resistencia eléctrica** es una propiedad inherente a los elementos y no es más que la resistencia que oponen al paso de la corriente por ellos. En un circuito eléctrico la **resistencia** es un elemento pasivo que obedece a la relación voltaje-corriente dada por la ley de Ohm como, $v = R * i$, donde R es la resistencia medida en **ohms** (Ω).

Ley de Ohm.

En 1827 el físico alemán Georg Simon Ohm (1787 -1854), basado en sus experimentos enunció, en un artículo titulado "El circuito galvánico investigado matemáticamente" que "...el voltaje en los terminales de un conductor es directamente proporcional a la corriente que fluye a través del mismo..." [2]

Este enunciado reconocido muchos años después como la Ley de Ohm, constituye la ley fundamental del análisis de los Circuitos Eléctricos y se expresa de la siguiente manera: $v = R * i$.

La **Primera Ley de Kirchhoff** plantea que:"La suma algebraica de las corrientes que entran o salen de un nodo es igual a cero en todo instante".

$$i = 0, \text{ o lo que es lo mismo que:}$$

$$\Sigma \text{ de las corrientes que entran al nodo} = \Sigma \text{ de las corrientes que salen del nodo.}$$

La **Segunda Ley de Kirchhoff** establece que: "La suma algebraica de los voltajes alrededor de cualquier trayectoria cerrado en un circuito, es igual a cero en todo instante".

$$\sum E - \sum I * R = 0$$

$$\sum E = \sum I * R$$

Otro elemento importante en un circuito son las **fuentes**. Estas son elementos activos que suministra energía, por lo tanto una fuente ideal es aquella que es independiente de cualquier otra variable. Una fuente verdaderamente independiente no es físicamente realizable, pero su modelo es de gran utilidad a la hora de analizar los fenómenos que ocurren en los diferentes procesos que se estudian. Las fuentes pueden ser de voltaje o de corriente.

Cuando la magnitud que suministra una fuente depende de otra que aparece en el circuito, entonces esas son **fuentes dependientes**.

El **capacitor** es un elemento capaz de almacenar energía entre sus terminales en un campo eléctrico y luego entregarla. Este dispositivo consta de dos superficies metálicas o placas, separadas por un dieléctrico como se muestra en la **figura 1.3 (a)**. De manera ideal, el dieléctrico se comporta como un aislante perfecto, que impide el flujo de las cargas por el interior del capacitor, por consiguiente la conducción ocurre por los circuitos externos conectados a las placas. El desplazamiento de la carga crea un campo eléctrico entre las placas, como se indica en la **figura 1.3 (b)**, que es capaz de retener la energía suministrada por la fuente.

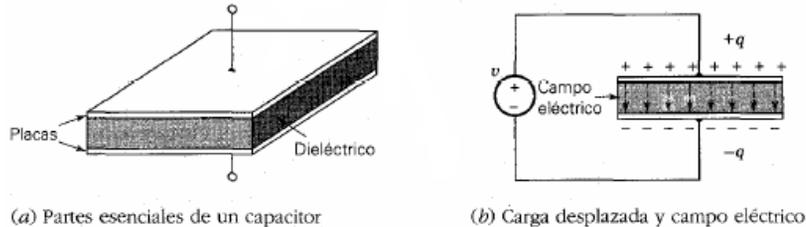


Figura 1.3 Descripción del capacitor.

La teoría y los experimentos indican que q es proporcional al voltaje instantáneo v a través de un capacitor, así que, escribimos que $q = C * v$, donde C , es la constante de proporcionalidad denominada capacitancia y se mide en **Farads (F)**. Considerando que, cuando el voltaje por un capacitor varía con el tiempo, q debe variar del mismo modo en el tiempo. La variación de la carga en cada placa, requiere de una corriente $i = dq/dt$. La relación corriente-voltaje resultante se deduce al derivar $dq/dt = d(Cv)/dt = C (dv)/dt$ y por lo tanto: $i = C \frac{dv}{dt}$.

La energía almacenada en el capacitor es $w = 1/2 C v^2$.

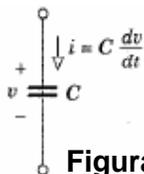


Figura 1.4 Símbolo del capacitor.

La corriente instantánea en el capacitor es proporcional a la rapidez de cambio del voltaje. Pero si el voltaje permanece constante, entonces $dv/dt = 0$ al igual que la corriente. El voltaje constante corresponde a una fuente de voltaje de corriente

directa, por lo que se dice que un capacitor actúa como un **circuito abierto** de cd (corriente directa).

El **inductor** tiene la propiedad de almacenar energía entre sus terminales en un campo magnético, sin transformarla en otro tipo de energía. El campo magnético se crea, pasando corriente por una bobina de alambre, como sucede con los electroimanes, tal como los que se utilizan para levantar chatarra de hierro. La **figura 1.5 (a)** muestra las partes esenciales de un inductor. Este dispositivo de dos terminales se conforma de una bobina de alambre devanado alrededor de un núcleo, el cual puede ser cilíndrico, como se muestra en la figura, o tener forma de dona. La bobina tiene N vueltas asiladas una de otra y del núcleo, en condiciones ideales, no existe resistencia en el alambre que forma la bobina.

Cuando el alambre transporta una corriente i , se crea un campo magnético en el espacio alrededor de la bobina y se concentra en el núcleo, como se ilustra en la **figura 1.5 (b)**. Al igual que un campo eléctrico, el campo magnético retiene la energía proveniente de la fuente, por lo tanto el inductor es capaz de almacenar energía.

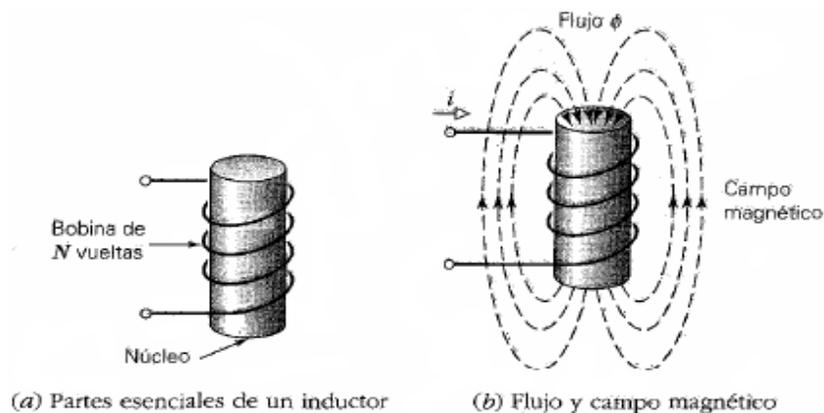


Figura 1.5 Descripción del inductor.

La intensidad del campo se puede expresar en términos del flujo magnético a través del núcleo y el producto de $N \cdot \Phi$, se conoce como eslabonamiento de flujo. Los experimentos y la teoría indican que el eslabonamiento de flujo es directamente proporcional a la corriente y por lo tanto, podemos escribir $N \Phi = L \cdot i$, donde L es la constante de proporcionalidad denominada inductancia y se mide en **Henrys** (H).

Ahora, suponiendo que la corriente que circula por el inductor varía con el tiempo, debe variar del mismo modo en el tiempo. La Ley de Faraday expresa que, el flujo variable en el tiempo, induce un voltaje en la bobina dado por $v = N \frac{d\Phi}{dt}$. Pero $\Phi = (L/N) \cdot i$, teniendo en cuenta que L y N , son constantes, tenemos que $\frac{d\Phi}{dt} = (L/N) \frac{di}{dt}$ y por lo tanto el voltaje inducido es: $v = L \frac{di}{dt}$

La energía almacenada en un inductor es $w = \frac{1}{2} Li^2$.

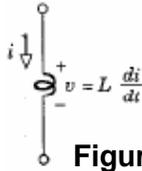


Figura 1.6 Símbolo del inductor.

El voltaje instantáneo en un inductor, es proporcional a la rapidez de cambio de la corriente. Si la corriente permanece constante, en tal caso, $di/dt = 0$ y el voltaje es igual a cero (siempre que la bobina no ofrezca resistencia). Por lo tanto, decimos que el inductor ideal actúa como un **cortocircuito de cd**.

Se denomina **proceso transitorio** al proceso mediante el cual, un CE (Circuito Eléctrico), pasa de un primer estado estable un nuevo estado estable. Este puede producirse por las variaciones de las conexiones entre los elementos o, las variaciones de los parámetros o magnitudes del CE. Siempre que en un circuito donde existan elementos almacenadores de energía ocurra un cambio, ya sea en los valores de sus parámetros o magnitudes o en la interconexión entre sus elementos, se establece un proceso mediante el cual la energía se distribuye hasta lograr nuevamente el equilibrio. Durante este proceso las magnitudes de corriente, voltaje y energía en cada elemento varían hacia nuevos valores, es por esto que se le denomina, proceso transitorio y constituye el régimen de trabajo más violento al que se ven sometidos los CE.

Existen dos leyes muy importantes en el análisis de los PT en CE, relacionadas con el comportamiento del voltaje en los capacitores y la corriente en los inductores, estas son:

1. Ley de la conmutación para ramas capacitivas.

El voltaje en los terminales de un capacitor se mantiene constante en el instante de la conmutación y si varía después, lo hace de forma continua a partir de ese valor inicial.

$$v_c(0^-) = v_c(0^+).$$

$v_c(0^-)$ es el valor del voltaje en el capacitor en el instante anterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee.

$v_c(0^+)$ es el valor del voltaje en el capacitor en el instante posterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee.

2. Ley de la conmutación para ramas inductivas.

La corriente a través de los terminales de un inductor se mantiene constante en el instante de la conmutación y si varía después, lo hace de forma continua a partir de ese valor inicial.

$$i_l(0^-) = i_l(0^+).$$

$i_l(0^-)$ es el valor la corriente en el inductor en el instante anterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee.

$i_l(0^+)$ es el valor la corriente en el inductor en el instante posterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee.

Los **circuitos dinámicos** incluyen, por lo menos, dos tipos de elementos diferentes, por ejemplo, un capacitor y una resistencia. Como las ecuaciones de los inductores y los capacitores implican derivadas con respecto al tiempo, las relaciones $v-i$ (voltaje-corriente) de este tipo de circuitos, adoptan la forma de *ecuaciones diferenciales*. La obtención de las soluciones de dichas ecuaciones, es una parte esencial del análisis de circuitos, pues el comportamiento de los circuitos dinámicos, aparece en un gran número de aplicaciones. Para el estudio de estos circuitos se hace necesario el conocimiento de las leyes de Kirchhoff para la configuración de los circuitos y las ecuaciones de los elementos individuales.

En los circuitos lineales, que solo encontramos un elemento almacenador de energía, estos pueden ser descritos por ecuaciones diferenciales de primer orden y son llamados, circuitos lineales de primer orden y en el caso de que , el circuito tenga más de un elemento almacenador de energía, su comportamiento es descrito por ecuaciones diferenciales de segundo orden y son llamados circuitos lineales de segundo orden.

Métodos de análisis de procesos transitorios.

El estudio de los procesos transitorios en circuitos lineales, podemos realizarlos mediante dos métodos: el método del estudio en el dominio del tiempo y el método de estudio en el dominio de la frecuencia. En este trabajo nos centraremos en explicar el método de estudio en el dominio tiempo, pues mediante este podemos dar solución a los circuitos dinámicos que encontramos en la asignatura CE I.

▣ Método de estudio de PT en el dominio del tiempo.

Este método es aplicado en presencia de circuitos lineales de primer orden, o sea, que la ecuación diferencial que describe su comportamiento, es de primer orden, en este caso se hace más fácil estudiar y dar solución a dichas ecuaciones realizando el análisis en el dominio del tiempo, para el cual se aplica una serie de pasos, descritos a continuación.

Para la descripción de este método, se utilizarán los esquemas mostrados en la **figura 1.7 (a) y (b)**.

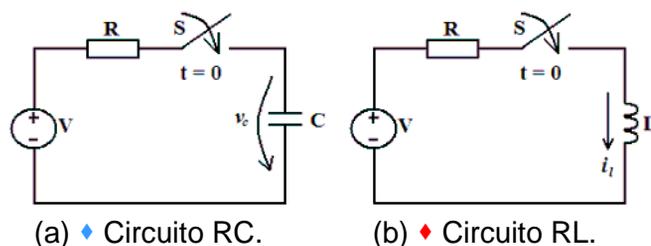


Figura 1.7 Circuitos dinámicos RC y RL.

1. Determinar el elemento almacenador de energía.

- ◆ En caso de ser un capacitor, la ley de la conmutación para ramas capacitivas ($v_c(0^-) = v_c(0^+)$), nos induce a pensar que para realizar el estudio de l circuito necesario tomar la variable de voltaje en el capacitor como variable básica pa ra su estudio, ya que esta tiene que cumplir dicha ley, es decir tiene limitaciones de frontera que no se pueden violar. Es por esta razón que siempre en un circuito RC de 1er orden empleamos el voltaje en el Capacitor como magnitud base para el estudio de los PT.

Es conocido que la respuesta de voltaje en el capacitor en el tiempo o respuesta dinámica del CE tiene dos componentes:

$$v_c = v_{ct} + v_{cf}$$

Donde v_{ct} es la respuesta libre o transitoria y v_{cf} es la respuesta forzada o a régimen estable.

- ◆ En caso de ser un inductor, la ley de la conmutación para ramas inductivas ($i_l(0^-) = i_l(0^+)$), nos induce a pensar que para realizar el estudio de un circuito con inductores es necesario tomar la variable de corriente en el inductor como variable básica para su estudio, ya que esta tiene que cumplir dicha ley, es decir tiene limitaciones de frontera que no se pueden violar. Es por esta razón que siempre en un circuito RL de 1er orden se emplea la corriente en el inductor como magnitud base para el estudio de los PT.

Es conocido que la respuesta de voltaje en el capacitor en el tiempo o respuesta dinámica del CE tiene dos componentes:

$$i_l = i_{lt} + i_{lf}$$

Donde i_{lt} es la respuesta libre o transitoria e i_{lf} es la respuesta forzada o a régimen estable.

2. Calcular la respuesta libre o transitoria.

- ◆ La ecuación diferencial que rige la respuesta libre o transitoria de los CL de primer orden, con capacitor (**figura 1.7 (a)**) es:

$$\frac{dv_c}{dt} + \frac{1}{RC}v_c = 0 \text{ cuya solución tiene la forma } v_{ct} = A * e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Donde la constante de tiempo es $\tau = RC$.

La constante A se denomina constante de integración y depende de las condiciones de frontera del voltaje en el capacitor, es decir de los valores de voltaje en el capacitor en el instante inicial del proceso.

- ◆ La ecuación diferencial que rige la respuesta libre o transitoria e los CL de primer orden, con inductor (**figura 1.7 (b)**) es:

$$\frac{di_l}{dt} + \frac{R}{L}i_l = 0 \text{ cuya solución tiene la forma } i_{lt} = A * e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Donde la constante de tiempo es $\tau = \frac{R}{L}$

La constante A se denomina constante de integración y depende de las condiciones de frontera del corriente en el capacitor, es decir de los valores de voltaje en el capacitor en el instante inicial del proceso.

3. Calcular la respuesta forzada.

La respuesta forzada, es la respuesta a régimen estable, por lo que para calcularla debe analizarse el CE suponiendo que ya se ha alcanzado el régimen estable. Teniendo en cuenta que en CE I, solo se estudian los PT energizados con corriente directa, es decir, constantes en el tiempo, en régimen estable todas las magnitudes de corrientes y voltajes en los elementos del circuito también serán constantes y dependen del elemento que suministrador de energía (la fuente), por eso se le denomina régimen forzado.

- ◆ El voltaje en el capacitor en régimen estable será constante, lo que hace que la corriente sea cero (circuito abierto). $v_{cf} = V$, Donde V es el voltaje de la fuente.
- ◆ La corriente en el inductor en régimen estable será constante, lo que hace que el voltaje en él sea cero (cortocircuito). $i_{lf} = \frac{V}{R}$, Donde V es el voltaje de la fuente.

4. Determinar la respuesta dinámica o en el tiempo .

Puede plantearse que la respuesta dinámica es la suma de las respuestas transitoria y forzada.

- ◆ $v_c = v_{ct} + v_{cf}$ como $v_{ct} = A * e^{-\frac{t}{\tau}}$ y $v_{cf} = V$ entonces:

$$v_c = A * e^{-\frac{t}{\tau}} + V .$$

Hasta es punto aun no podemos saber el valor instantáneo del voltaje en cada momento, ya que no se conoce la constante de integración A . Recordemos que ya se había planteado que esta depende de las condiciones de frontera del v_c y que por otra parte este voltaje no puede variar a saltos, entonces para calcular la constante de integración aplicaremos la ley de la conmutación ya vista: $v_c(0^-) = v_c(0^+)$.

Cálculo de $v_c(0^-)$.

Este es el es el valor del voltaje en el capacitor en el instante anterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee, por lo que para calcularlo debe analizarse el CE antes de la conmutación. En este puede comprobarse que $v_c(0^-) = 0$.

Cálculo de $v_c(0^+)$.

Este es el es el valor del voltaje en el capacitor en el instante posterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee, por lo que para calcularlo debe analizarse el CE después de la conmutación. Luego de la conmutación es que ocurre el proceso transitorio, durante este, podemos calcular el voltaje en el capacitor como:

$$v_c(0+) = v_c(t=0) = \left[A * e^{-\frac{t}{\tau}} + V \right]_{t=0} = A + V$$

Igualando entonces las condiciones de frontera, tendremos:

$$v_c(0+) = 0$$

$$v_c(0+) = A + V \text{ de donde la constante de integración es } A = -V$$

$$0 = A + V$$

Solo falta entonces sustituir la constante A en la expresión instantánea del voltaje en el capacitor

$$v_c = -V * e^{-\frac{t}{\tau}} + V \text{ o lo que es igual } v_c = V \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$$

Ahora se cuenta con una expresión matemática que permite calcular el valor del voltaje en el capacitor en cualquier instante de tiempo igual o posterior al de la conmutación.

♦ $i_l = i_{lt} + i_{lf}$ como $i_{lt} = A * e^{-\frac{t}{\tau}}$ y $i_{lf} = \frac{V}{R}$ entonces:

$$i_l = A * e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{V}{R}$$

Hasta es punto aun no podemos saber el valor instantáneo de la corriente en cada momento, ya que no se conoce la constante de integración A. Recordemos que ya se había planteado que esta depende de las condiciones de frontera de la corriente y que por otra parte este corriente no puede variar a saltos, entonces para calcular la constante de integración aplicaremos la ley de la conmutación ya vista: $i_l(0^-) = i_l(0^+)$.

Cálculo de $i_l(0^-)$.

Este es el es el valor la corriente en el inductor en el instante anterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee, por lo que para calcularlo debe analizarse el CE antes de la conmutación. En este puede comprobarse que $i_l(0^-) = 0$.

Cálculo de $i_l(0^+)$.

Este es el es el valor de la corriente en el inductor en el instante posterior a la conmutación y tan cercano a ella como se desee, por lo que para calcularlo debe analizarse el CE después de la conmutación. Luego de la conmutación, ocurre el proceso transitorio y durante este, la corriente en el inductor puede calcularse como:

$$i_l(0^+) = i_l(t=0) = \left[A * e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{V}{R} \right]_{t=0} = A + \frac{V}{R}$$

Igualando entonces las condiciones de frontera, tendremos:

$$i_l(0^-) = i_l(0^+)$$

$$0 = A + \frac{V}{R}$$

$$A = -\frac{V}{R}$$

Solo falta entonces sustituir la constante A en la expresión instantánea la corriente en el inductor:

$$i_l = -\frac{V}{R} * e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{V}{R} \text{ O lo que es igual a } i_l = \frac{V}{R} \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right].$$

De manera que ahora se cuenta con una expresión matemática que permite calcular el valor la corriente en el inductor en cualquier instante de tiempo igual o posterior al de la conmutación.

En caso de encontrarnos con un circuito dinámico RLC, pero que contenga solamente un capacitor y un inductor, se puede realizar el estudio de su comportamiento mediante el análisis de la ecuación diferencial en el dominio del tiempo, que en este caso, es una ecuación diferencial de segundo orden, debido a que, este circuito cumple con las leyes de conmutación del voltaje y la corriente anteriormente descritas.

◆ Aplicación Teórica.

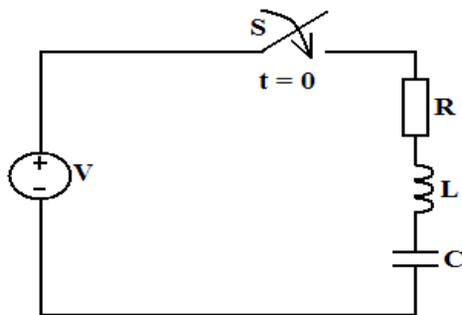


Figura 1.8 Circuito dinámico RLC.

Aplicando la 2da ley de Kirchhoff se obtiene la ecuación diferencial que describe el comportamiento transitorio del circuito RLC mostrado en la **figura 1.8**.

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = V$$

La ecuación característica será:

$$Lp^2 + Rp + \frac{1}{C} = 0$$

Con las raíces:

$$p_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \left(\frac{1}{RC}\right)}$$

$$p_{1,2} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}$$

Donde:

$$\delta = \frac{R}{2L} \quad \text{y} \quad \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

es el coeficiente de amortiguamiento y ω_0 es la frecuencia de resonancia del circuito.

La corriente del circuito será la suma del régimen libre o natural y del régimen forzado:

$$i = i_{\text{libre}} + i_{\text{forz}}$$

$$i = Ae^{p_1 t} + Ae^{p_2 t} + i_{\text{forz}}$$

Como ya sabemos la componente forzada depende de las características de la fuente de alimentación y la libre del signo de la cantidad subradical, es decir de los valores de R, L y C; recordemos que $i_{\text{forz}} = 0$ porque para $t = 0$ el capacitor se ha cargado al voltaje de la fuente. Para calcular A_1 y A_2 necesitamos de otra ecuación que puede ser:

$$\frac{di}{dt} = Ap_1 e^{p_1 t} + Ap_2 e^{p_2 t}$$

Evaluando para $t=0$ la corriente y su derivada:

$$i_{t=0} = i(0) = A_1 + A_2 \quad \text{y} \quad \left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = Ap_1 + Ap_2$$

Para calcular la derivada en $t=0$ recordemos que:

$$\left[Ri + L \frac{di}{dt} + v_c = V \right]$$

Como además $v_c(0^-) = 0$, entonces:

$$\frac{di}{dt} = \frac{V}{L}$$

De donde:

$$0 = A_1 + A_2$$

$$\frac{V}{L} = Ap_1 + Ap_2$$

Entonces:

$$A_1 = -A_2 \text{ y } A_2 = \frac{V}{L(p_2 - p_1)}$$

Sustituyendo el valor de A en la ecuación de la corriente tenemos:

$$i = \frac{V}{2L\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{p_1 t} - e^{p_2 t})$$

Y ahora se cuenta con una expresión con la cual podemos calcular el valor de la corriente, en cualquier instante de tiempo.

Analicemos ahora los tres posibles casos:

- CASO APERIODICO O SOBREAMORTIGUADO.

Se produce cuando

$$\delta > \omega_0 \quad \text{ó} \quad R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

- CASO OSCILATORIO O SUBAMORTIGUADO.

Se produce cuando

$$\delta < \omega_0 \quad \text{ó} \quad R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$p_{1,2} = -\delta \pm j\omega_{\text{libre}} \quad \text{donde } \omega_{\text{libre}} = \sqrt{(\omega_0^2 - \delta^2)}$$

- CASO CRÍTICAMENTE AMORTIGUADO.

Se produce cuando

$$\delta = \omega_0 \quad \text{ó} \quad R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$p_{1,2} = -\delta$$

El método de estudio de los PT en el dominio de la frecuencia es usado cuando en el CE se tiene más de un elemento almacenador de energía, en este caso la ecuación diferencial que describe el circuito es de segundo orden. Para realizar el estudio del circuito mediante el mismo, se haya la imagen de la ecuación diferencial, aplicando la transformada de Laplace. Este método no es aplicado en la asignatura CE I, por lo que no será tratado con mayor profundidad.

1.2: Caracterización de las Prácticas de Laboratorio.

En la asignatura se realizan generalmente tres Prácticas de Laboratorio con el fin de comprobar experimentalmente algunas de estas Leyes y métodos. Las que se

realizan comúnmente son las referidas a l estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC, RL y RLC, energizados con corriente directa.

1. Estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RC , energizados con corriente directa.

Esta práctica consiste en la verificación experimental de los conocimientos teóricos adquiridos sobre los fenómenos transitorios de los circuitos RC, alimentados con fuente de tensión constante y el manejo por parte de los estudiantes de los distintos equipos y componentes de laboratorio utilizados en este experimento .

Para el estudio de estos fenómenos se utiliza el esquema que se muestra en la **figura 1.9**.

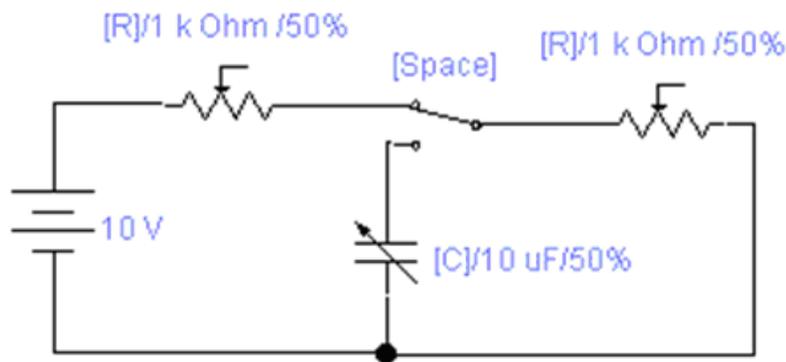


Figura 1.9: Esquema general de proceso transitorio en circuito RC.

Para la comprobación práctica de los fenómenos se llevan a cabo las siguientes tareas:

■ **Tarea 1.**

Instalar el esquema general, con todos los elementos señalados. (No se energizará hasta que el profesor no supervise la conexión).

■ **Tarea 2.**

Se considerará, que la resistencia en la carga y en la descarga, tienen los mismos valores.

- Se seleccionan tres valores de resistencia en la carga y la descarga.
- Se selecciona un valor de capacidad, manteniéndose constante.

■ **Tarea 3.**

Obtener en la pantalla del Osciloscopio, imágenes correspondientes al voltaje en el capacitor y en las resistencias, durante el proceso de carga y descarga.

Valores de resistencias: 10 k , 20 k , 30 k .

Valor de capacidad: C = 1μF .

2. Estudio de los fenómenos transitorios en circuitos R L, energizados con corriente directa.

Esta práctica consiste en la verificación experimental de los conocimientos teóricos adquiridos sobre los fenómenos transitorios de los circuitos R L, alimentados con fuente de tensión constante y el manejo por parte de los estudiantes de los distintos equipos y componentes de laboratorio utilizados en este experimento.

Para la comprobación experimental de los fenómenos transitorios en circuitos RL nos valdremos del esquema que se muestra en la **figura 1.10**.

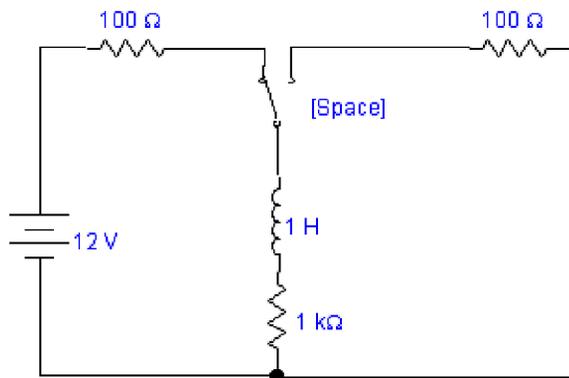


Figura 1.10: Esquema general de proceso transitorio en circuito R L.

Para la comprobación de los objetivos planteados en la práctica, se realizan las siguientes tareas:

■ **Tarea 1.**

Conexión del esquema representado en la figura 1.5. (No se energizará hasta que el profesor no supervise la conexión).

■ **Tarea 2.**

Obtener las características en el osciloscopio de corriente y voltaje.

- A través del resistor variable R1 .
- A través del resistor variable R2 .
- El voltaje a través del inductor L.
- El voltaje a través del resistor R3 para visualizar la forma de onda de la corriente a través del inductor L.

■ **Tarea 3.**

Verificar el cumplimiento de la 2da ley de Kirchhoff (auxiliándose del osciloscopio).

NOTA: Se debe de realizar las mediciones de las constantes de tiempo en los casos anteriores (Circuito de carga y circuito de descarga).

■ **Tarea 4.**

Determinar el valor de la L utilizando los datos del experimento que sean apropiados para ellos determínela para cada medición que usted realice, cuando

mida a través de R2 (esta tarea debe de realizarla con total grado de independencia).

Tarea 5.

Obtenidos los diferentes valores de L para cada valor de τ calcularla aplicando la teoría de los errores.

Para efectuar lo anterior se procede a calcular el valor promedio de L

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^3 L_i}{3}$$

Seguidamente se calcula el valor del valor más probable aplicando

$$\Delta L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (L_i - \bar{L})^2}{(n-1)n}}$$

Por tanto $L = \bar{L} \pm \Delta L$.

Para calcular el error relativo porcentual procedemos de la forma siguiente

$$\delta L = \frac{\Delta L}{\bar{L}} * 100$$

- Estudio de los fenómenos transitorios en circuitos RLC, energizados con corriente directa.

Esta práctica consiste en la verificación experimental de los conocimientos teóricos adquiridos sobre los fenómenos transitorios de los circuitos RLC, alimentados con fuente de tensión constante y el manejo por parte de los estudiantes de los distintos equipos y componentes de laboratorio utilizados en este experimento.

El esquema que se empleará es el mostrado en la **figura 1.11**.

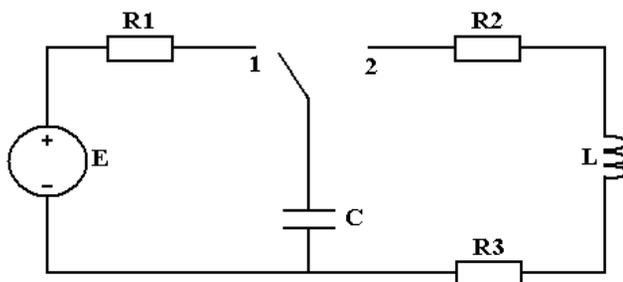


Figura 1.11: Esquema general de proceso transitorio en circuito RLC.

Cuando el interruptor se encuentre en la posición No.1 el circuito será el representado en la **figura 1.12 (a)**.

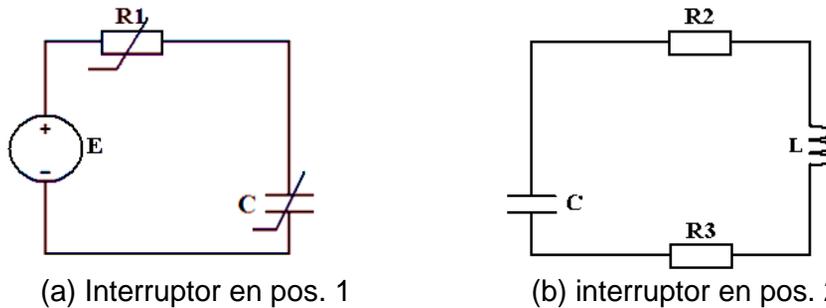


Figura 1.12: Circuito resultantes según la posición de interruptor.

En él, el capacitor se cargará hasta el valor del voltaje de la fuente con una constante de tiempo $\tau = R * C$. Cuando el interruptor esté en la posición 2 (**figura 1.12 (b)**), la energía almacenada en el campo eléctrico del capacitor se descargará a través de la rama RL de la derecha formándose en este caso el circuito RLC cuyo proceso transitorio será objeto de estudio en esta práctica.

Variando los valores de los elementos del circuito RLC podremos investigar cada uno de los casos vistos en la teoría.

Para la comprobación de los objetivos planteados en la práctica, se realizan las siguientes tareas:

■ **Tarea 1.**

Montaje del circuito de la figura 1.5. No proceda a la conexión de la alimentación hasta que su docente haya revisado la conexión.

Sitúe el osciloscopio entre los terminales del capacitor para observar en pantalla la forma de onda del voltaje en él; *la tierra del osciloscopio debe coincidir con la tierra del circuito.*

Varíe el valor del resistor R1 de manera que logre cargar el capacitor hasta el valor del voltaje de la fuente. Esto lo podrá apreciar directamente midiendo el valor del v_c en la pantalla.

■ **Tarea 2.**

Sitúe un valor de R2 que produzca el caso aperiódico. Para esto recuerde la condición del caso aperiódico y observe directamente en pantalla la característica correspondiente a este. Varíe el valor de C de manera que obtenga el mismo caso.

■ **Tarea 3.**

A partir de un valor fijo de C, varíe este hasta lograr el caso crítico. En la pantalla observará que es el último valor de C que produce el caso aperiódico. Varíe también R2 a partir de un valor donde se encuentre sobreamortiguado hasta obtener el crítico.

■ **Tarea 4.**

Coloque los valores iniciales de R2 y C que produjeron sobreamortiguamiento y variando R2 obtenga el caso oscilatorio (obtenga tres regímenes oscilatorios por variación de R). Mida en cada uno:

- Frecuencia de las oscilaciones.
- Constante de tiempo del contorno oscilatorio.

Tarea 5.

Coloque el osciloscopio en los terminales de R3 para observar la forma de onda de corriente en el circuito RLC y realice las mismas mediciones de la tarea anterior.

Para la realización de las prácticas anteriormente descritas se necesitan generalmente los siguientes instrumentos y equipos:

Fuentes de voltaje de corriente directa.

Amperímetros y Voltímetros de rango variable de corriente directa.

Maquetas.

Multímetros.

Resistencias.

Todos estos equipos han sido utilizados por más de veinte años, deteriorándose sin posibilidades de ser renovados o arreglados, dando como resultado que ya no se pueda montar más de un puesto de laboratorio en cada una de las prácticas.

Actualmente se han incorporado nuevas tecnologías e instrumentos de medición para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos de la FIE, entre los que se encuentran fuentes variables de voltaje de corriente directa, multímetros, amperímetros y voltímetros de corriente directa y alterna, cajas decádicas de resistencias, osciloscopios, entre otros, además de las Tarjetas de Adquisición de Datos DaqBoard/1000, cuya tecnología requiere ser asimiladas por profesores y alumnos para ser explotadas al máximo y con seguridad.

1.3: Generalidades de los Sistemas de Adquisición de Datos.

Con el inicio del desarrollo de las telecomunicaciones y la electrónica surge la adquisición de datos como proceso. Más adelante, la necesidad de utilizar datos analógicos en procesadores digitales, le imprimió a los científicos la tarea de buscar alternativas lo suficientemente confiables para este tipo de labor. Normalmente no se tiene en cuenta que el desarrollo del procesamiento digital de señales comenzó a causa del deseo de los diseñadores de sistemas analógicos de simular el comportamiento de éstos antes de llevar a cabo la construcción de costosos prototipos.

Esto implica una serie de *módulos electrónicos* que permitan llevar a cabo una transformación de los datos desde el campo analógico al campo digital, sin que por ello se deban perder aspectos fundamentales de las señales originales. Al conjunto de los diferentes módulos electrónicos que permiten llevar a cabo la transformación anterior se le denomina Sistema de Adquisición de Datos (SAD), siendo su estructura general la mostrada en la **figura 1.13**.

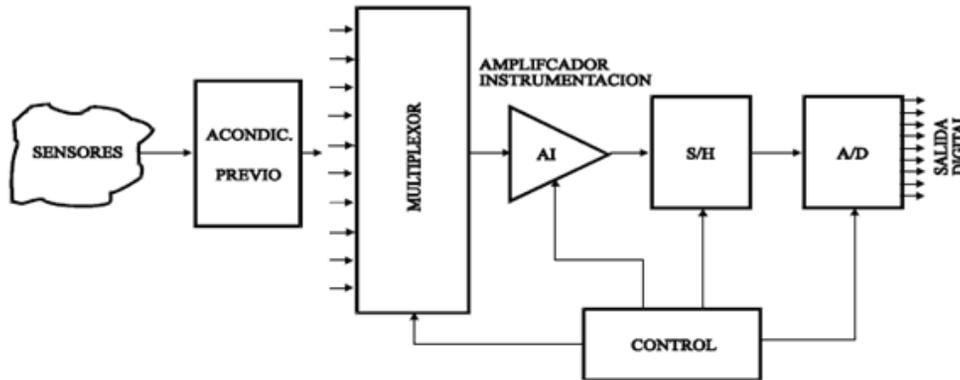


Figura 1.13: Diagrama en bloques de un SAD.

Cada uno de los módulos que conforman los SAD tiene la misma función:

- 
Sensores o transductores: Son los encargados de convertir la variable física a medir (temperatura, humedad, presión, etc.) en señal eléctrica. Esta señal eléctrica suele ser de muy bajo nivel, por lo que generalmente se requiere un *acondicionamiento previo* , consiguiendo así niveles de tensión/corriente adecuados para el resto de los módulos del SAD.
- 
Multiplexor: Este módulo o circuito se encarga de seleccionar la señal de entrada que va a ser tratada en cada momento. En el caso de que solamente deseáramos tratar con una única señal, este circuito no sería necesario.
- 
Amplificador de instrumentación: La función de este bloque es amplificar la señal de entrada del SAD para que su margen dinámico se aproxime lo máximo posible al margen dinámico del convertor A/D (ADC) consiguiéndose de esta forma máxima resolución. En SAD con varios canales de entrada, cada canal tendrá un rango de entrada distinto, con lo que será necesario que este amplificador sea de ganancia programable.
- 
S & H (*Sample & Hold, Muestreo y Retención*): Este circuito es el encargado de tomar la muestra del canal seleccionado (*sample*) y mantenerla (*hold*) durante el tiempo que dura la conversión. Este circuito será necesario siempre que la señal de entrada sufra variaciones apreciables durante el tiempo que dura la conversión. Si el Convertor Analógico Digital posee su propio circuito S & H, no será necesario añadirlo a su entrada.
- 
Convertor Analógico/Digital (A/D): Se encarga de realizar la conversión analógico/digital propiamente dicha, proporcionando un código digital de salida que representa el valor de la muestra adquirida en cada momento. Es uno de los módulos fundamentales en cualquier SAD y sus características pueden condicionar al resto de los módulos/circuitos del sistema.

En muchos casos tiende a identificarse un SAD con las Tarjetas de Adquisición de Datos (TAD), al ser ésta la opción más común por su simplicidad y bajo costo.

Los sistemas basados en TAD son equipos fuertemente acoplados ya que, tanto el proceso de adquisición de datos como el de gestión, se realizan bajo el control del microprocesador de la computadora. Por este motivo, el tipo de microprocesador que tenga la computadora determina esencialmente la velocidad de proceso y, consecuentemente, en las aplicaciones que requieren un procesamiento en tiempo real de señales cuyo ancho de banda es elevado, es aconsejable la utilización de computadoras con microprocesadores de elevadas prestaciones.

1.4: Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 de Iotech.

El sistema Daq y su software forman una modular y flexible familia de productos entre los que se encuentran la Tarjeta DaqBoard/1000, que proporcionan una gran flexibilidad en el diseño del sistema de adquisición de datos. Esta característica permite el desarrollo y optimización de sistemas personalizados que son únicos para cada usuario en función de sus necesidades.

La tarjeta DaqBoard/1000 es un dispositivo que proporciona una importante conversión de datos y enlace de comunicaciones entre la fuente de datos de transductores y acondicionadores de señal y los datos del procesador del host de la computadora.

La amplia difusión de las computadoras personales que se ha alcanzado en la actualidad, unido a las posibilidades que estas ofrecen (capacidad de operación, posibilidad de expansión, interrupciones, acceso directo a memoria (DMA), facilidad de programación, velocidad de trabajo, etc.), hacen que las tarjetas de adquisición de datos sean la forma más generalizada actualmente de construir un sistema de instrumentación o una estación de adquisición de datos.

Son varios los fabricantes de TAD y muchos los modelos de tarjetas que ofrece cada uno. Así, entre los que específicamente se dedican a la fabricación de TAD o estas son su principal campo industrial se encontrarían National Instruments, Intelligent Instrumentation, Iotech, Data Translation y Advantech. Todos estos fabricantes ofrecen tarjetas con enormes posibilidades y muy sofisticadas, así como aquellas que siendo más simples cubren un vasto campo para aplicaciones de laboratorio y enseñanza.

En cualquier caso, algunos de los aspectos que pueden servirnos para clasificar una TAD o valorar sus posibilidades serían:

- Tipo de bus de computadora para el que está diseñada (XT, AT, EISA, NuBUS, PCI, etc.).
- Número de canales analógicos de entrada (modo común y diferencial) y de salida.
- Número de canales digitales de entrada y de salida.
- Velocidad de muestreo (global o por canal).
- Resolución de los conversores Analógico/Digital y Digital/Analógico.
- Ganancia variable para los amplificadores de entrada.
- Contadores y temporizadores.
- Programación a bajo y/o alto nivel.
- Otros circuitos para aplicaciones específicas que faciliten aspectos de uso y explotación.
- Consumo.
- Entorno de programación (Windows, Mac, Linux, etc.).

En la **figura 1.14**, se muestra una imagen de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 de Iotech, que forma parte del equipamiento adquirido para el Laboratorio de Circuitos Eléctricos de la FIE.

Esta tarjeta es de tipo plug-and-play, de alta velocidad, multifunción, para computadoras con conexión PCI. En una PC pueden ser conectadas hasta cuatro tarjetas, aumentando el nivel de trabajo y de procesamiento de datos .



Figura 1.14: Tarjeta DaqBoard/1000.

La tarjeta DaqBoard/1000 complementa todas las señales de entrada y salida con un cable y el Slot PCI. Un conector de 68 pines (SCSI III) proporciona el acceso para todas las señales de entrada y salida y es dividido en tres funciones de manera lógica:

- 16 entradas analógicas simples y 8 entradas analógicas diferenciales con rangos bipolares (de ± 10 V a ± 156 mV escala completa).
- 24 líneas de E/S digital para todo uso. Estas están divididas en tres puertos de 8 bit cada uno.
- 4 entradas de contador, 2 temporizadores de salidas y 2 salidas analógicas.

Otras especificaciones de la tarjeta DaqBoard/1000 (ver **Anexo No.1**) incluyen:

- Cuatro contadores 16-bit. Cada uno puede aceptar frecuencias de entrada de hasta 10 MHz. Los contadores pueden ser dispuestos en cascada, en dos contadores 32-bit.
- 2 temporizadores de salida. Cada uno puede generar señales de onda cuadrada desde 16 Hz hasta 1 MHz.
- Configuración por el software. No hay interruptores o jumpers en la tarjeta DaqBoard/1000.

Estas tarjetas permiten la programación de los intervalos de muestreo entre $5\mu\text{s}$ o $10\mu\text{s}$ por cada canal. Este modo permite que, algunos de los canales que se alteran lentamente pero con un grado de exactitud superior, sea más indicado, que sean muestreados en un intervalo más largo, mientras que, los canales que se alteran más rápidamente sean muestreados usando un intervalo más corto.

Las tarjetas DaqBoard/1000 son solamente bipolares con ganancias 1, 2, 4, 8, 16, 32 y 64, permite el escaneo sincrónico y la adquisición de datos analógicos, digitales y de contador con un rango máximo de escaneo de hasta 200 kHz. Además tiene implementado un convertidor analógico-digital de 16-bits y 200 kHz, calibración

digital, BUS master de ADM (Acceso Directo a Memoria), dos convertidores digitales-analógicos de 16-bit y 100 kHz.

Los dos canales de salida de 16 bit poseen un rango de salida que va desde -10 hasta 10 V. Usando el BUS master de ADM, cada convertidor analógico digital puede generar un señal en forma de onda. (Ver **Anexo No. 1**).

El BUS master permite datos analógicos y digitales de entrada /salida tipo contador a través de la PC y la tarjeta sin consumo de tiempo del CPU.

La tarjeta DaqBoard/1000 soporta modos de disparo (trigger modes) que incluyen:

- Disparo digital o por patrón: Estas tarjetas tienen distintas líneas de disparo digital, permitiendo disparos por niveles TTL y latencias menores a 5 μ s. El disparo puede ser programado por niveles lógicos o por borde de disparo (edge triggering).
- Disparo basado en software: La PC detecta el evento de disparo proveniente de las lecturas analógicas, digitales o señales de conteo. A la tarjeta le son compatibles 6 modos de pre y post-disparo (pre- and post-triggering).

1.4.1: Conector Terminal TB - 100.

El Conector Terminal TB-100 que se muestra en la **figura 1.15** se utiliza para comunicar todas las líneas de señales de entrada y salida que sean asociadas con la tarjeta DaqBoard/1000 (ver **Anexo No. 2**), con los dispositivos externos, o los circuitos sobre los cuales se quiere realizar la medición. El TB-100 se conecta al conector SCSI III de 68 pines de la tarjeta, por medio de un cable conductor de 3 pies (ft).

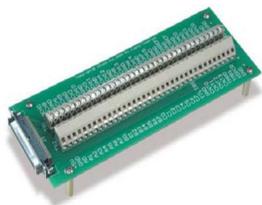


Figura 1.15: Conector Terminal TB-100.

1.5: Software DaqView.

El software DaqView es el que proporciona la interface gráfica de usuario (ver **Anexo No. 3**) que permite configurar la Tarjeta DaqBoard/1000, desde el modo de trabajo, la selección de los canales, etc., hasta el formato que tendrá el fichero de los datos una vez que finalice, pasando por el resto de los parámetros que pueden resultar de interés para la medición.

Es un programa de adquisición de datos de 32 bits basado en Windows y puede operar dispositivos como: DaqBooks, DaqBoards, Personal Daq/3000, y una variada gama de dispositivos de adquisición de datos. La aplicación fue diseñada para operarla con facilidad y no se requieren habilidades de programación para su uso.

Además del software incluido, la tarjeta, puede ser controlada mediante programas realizados por el usuario, haciendo uso de, la Interface de Programas de Aplicación,

en ingles Applications Programs Interface (API). Estos sistemas soportan múltiples lenguajes de programación incluyendo C/C++ y Visual Basic, entre otros.

El uso de este software, nos permite:

- Configurar todos los parámetros del sistema (selección de los canales, la ganancia, tipos de transductores, etc.) para la adquisición de datos.
- Guardar los datos en disco así como, enviar la información de los datos a hojas de cálculo y bases de datos.
- Automáticamente volver a activar la función de disparo y guardar datos en archivos nuevos, en caso de ser necesario o solicitado por el usuario.
- Configurar el contador / temporizador en uno de estos tres modos: Medición de frecuencia, totalizador, o generador de trenes de pulsos.
- Salida analógica de datos, incluyendo generación en forma de onda.
- Pantalla digital I / O.
- Permite que los datos sean mostrados en el osciloscopio, en tiempo real.

Antes usar DaqView se debe tener en cuenta una serie de aspectos como el grado de funcionalidad del software, que está en dependencia del dispositivo de adquisición de datos que este implementado, en este caso es la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000. Por lo tanto, es importante que se comprenda la capacidad del hardware mediante la revisión del manual del usuario que trae el dispositivo de adquisición de datos.

Con la finalidad de hacer más fácil la utilización de DaqView, cuando una característica no es aplicable a su sistema o a su dispositivo, los aspectos de la interface grafica de usuario afectados serán mostrados de color gris u ocultos. En el **Anexo No. 3** se muestra una descripción de la ventana principal del DaqView.

1.5.1: Funciones de las ventanas y los botones fundamentales del Software DaqView.

Channel Setup (Configuración de Canal).

La primera pestaña del software es **Channel Setup** y muestra en forma de hoja de cálculo, la cantidad de canales analógicos, digitales y de tipo contador, por filas y cada columna le permite al usuario realizar la configuración de cada uno de ellos. En cada fila se muestra un canal, por lo que el número de filas dependerá de la cantidad de canales que estén activos o que el usuario desee visualizar. Algunas columnas permiten que los bloques de celdas sean alterados al mismo tiempo (Haciendo clic sobre el encabezado de la columna se puede seleccionar la columna entera) y otras columnas solo permiten cambiar una sola celda. La tabla que resume la funcionalidad de de cada columna se muestra en el **Anexo No.4**, así como una imagen de la ventana.

Acquisition Setup (Configuración de Adquisición).

Al seleccionar la segunda pestaña en la ventana principal, se despliega la ventana **Acquisition Setup**, que tiene tres partes fundamentales, los parámetros de configuración de las condiciones de disparo, del evento de parada y del escaneo de

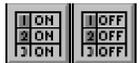
los datos. Estos ajustes serán usados cuando se active el proceso de adquisición. Cuando la condición de disparo se satisface, los datos son recolectados a una frecuencia determinada y almacenados en el fichero previamente seleccionado. En el **Anexo No.5** se muestra la tabla con la funcionalidad de la ventana y una imagen de la misma.

Data Destination (Destino De Los Datos).

Al seleccionar la tercera pestaña de la ventana principal se activa la ventana Data Destination. Las dos partes de esta ventana le permiten al usuario la selección del destino de los ficheros de datos creados en el proceso de adquisición y la selección del formato de los ficheros. (Ver **Anexo No.6**).



Mostrar/Ocultar los Canales: Estos botones aparecen en la pestaña Chanel Setup y permiten visualizar los canales en función de si están activos o no. Con el primero se muestran todos los canales y con el segundo sólo los que están activos. (Ver **Anexo No. 7**).



Activar/Desactivar los canales: Estos botones también aparecen en la pestaña Chanel Setup y permiten activar con el primero (ON), o desactivar con el segundo (OFF), todos los canales de una sola vez. (Ver **Anexo No. 7**).



Channel Readings (Lectura de Los Canales): Al hacer click en este botón se visualiza de forma instantánea el proceso de medición en la columna Reading (Lectura) de la pestaña Chanel Setup. Cuando se activa por segunda vez se detiene la visualización con los datos de la medición realizada en ese instante. Con este botón no se crea ningún fichero de datos.



Acquire (Adquirir): Este botón se encuentra en la barra de herramientas. Al activarlo se inicia el proceso de adquisición de los datos y crea un fichero con la configuración de la medición y otro, u otros si se desea, con los datos obtenidos del proceso. La cantidad y tipo de archivos de datos se selecciona en la pestaña Data Destination. La opción de evento, dentro de la configuración del disparo, si está seleccionada, determinará el inicio la medición.



Post-Adquisition (Post-Adquisición): Este botón es usado para luego de haber sido creado el fichero de datos, lanzar una aplicación, o programa, para visualizar los datos, en osciloscopios. Para una mejor comprensión del uso de esta aplicación, más adelante se hace una explicación más detallada de la función del mismo, pues tiene una gran importancia en el análisis de los datos resultantes de la medición.

El DaqView incluye un conjunto de tres metros (ver **Anexo No. 8**) para la comodidad de la visualización de los datos como son: el metro de gráfico de barras, el analógico, y digital. Los tres tipos de metro se pueden visualizar por separado o simultáneamente.

El DaqView además cuenta con otros botones en la barra de herramientas que permiten iniciar y detener la conversión, ver los archivos de los datos así como configurar las dos salidas analógicas, las digitales, el contador o timer y visualizar la forma de onda de la salida que por no ser de trascendencia en el trabajo no se profundizan.

1.5.2: Descripción del programa de post-adquisición PostView.

Por el grado de importancia que posee el análisis de los datos luego de haber sido realizada la medición, se explica el uso del programa de análisis de datos PostView (figura 1.16). Al mismo se puede acceder haciendo clic en el botón **Post-Adquisition** (Post-Adquisición), del cual ya se ha hecho alusión o mediante la opción **View Data File** (Ver El Fichero De Datos) del menú **Window** (Ventana).

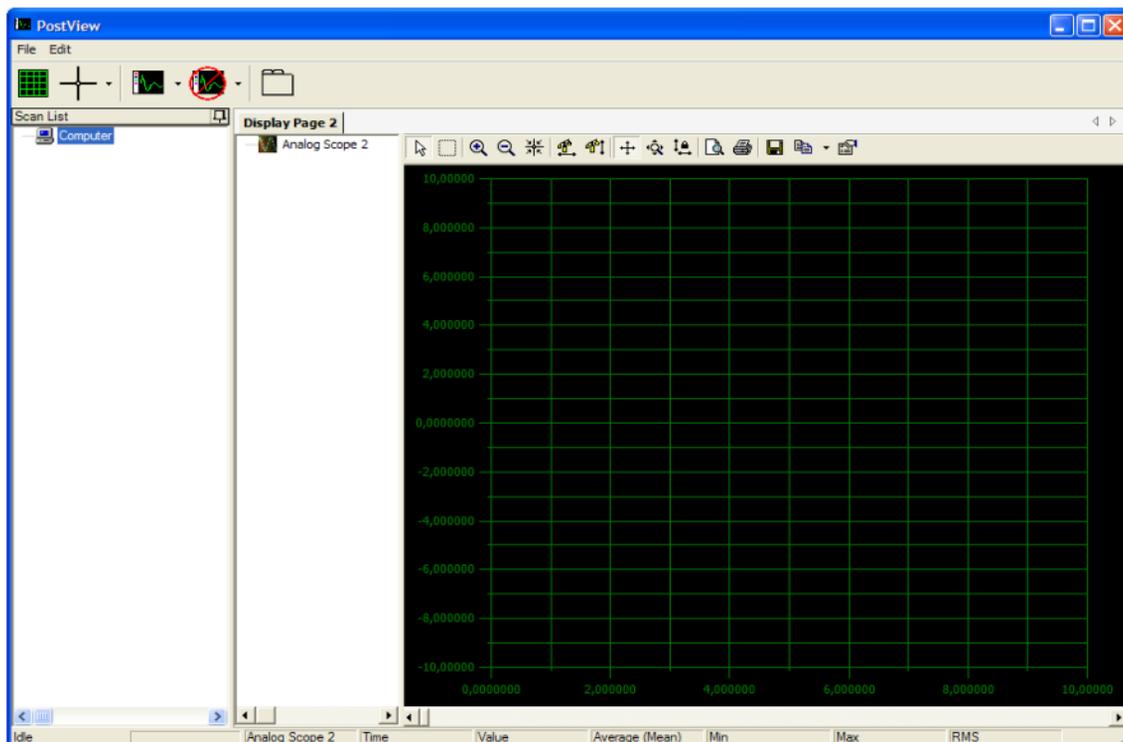


Figura 1.15: Programa de análisis de datos post-adquisición PostView.

Como se muestra en la **figura 1.15** esta herramienta nos permite la visualización de los datos obtenidos en modo de osciloscopio. A continuación se describen las partes fundamentales de la misma.

En la **figura 1.16** se muestra la barra de herramientas globales la cual cuenta con cinco elementos descritos a continuación:

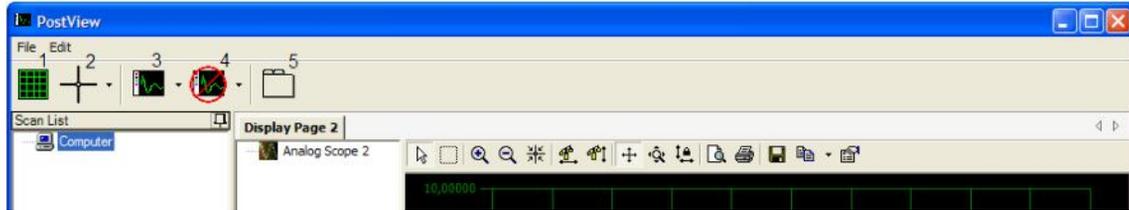


Figura 1.16: Barra de herramientas globales.

1. **Gridlines On/Off** (Rejillas ON/Off): Activa o desactiva las líneas de rejillas.
2. **Cursors** (Cursores): Este botón proporciona habilitar o deshabilitar los cursores, dando clic sobre la flecha adherida a este botón, se puede acceder a la lista de opciones que se muestra en la **figura 1.17**. Para que los cursores se apliquen al display que se desee, hay que dar clic sobre el canal que se esta mostrando en el osciloscopio.



Figura 1.17: Barra de herramientas globales.

- Cursors On/Off:** Activa o desactiva los cursores.
 - Delta On/Off:** Activa o desactiva la anotación delta del cursor siempre que se encuentre el Dual Cursor (Cursor Doble).
 - Single Cursor:** Implementa el modo de simple cursor.
 - Dual Cursor:** Implementa el modo de doble cursor.
3. **Add Display** (Agregar Display): Dando clic sobre este botón, se agrega un osciloscopio analógico en el modo Raw Time (tiempo natural), se puede acceder a otras configuraciones dando clic sobre la flecha adherida, podemos agregar osciloscopios lógicos, de conteo y modos analógicos.
 4. **Delete Scope Display** (Borrar Display Osc): Dando clic sobre este botón se borra el display seleccionado. Si no se ha seleccionado ningún display se borrará el último que fue añadido. Dando clic sobre la flecha adherida, se abre una lista de los displays en uso, así seleccionamos el que deseamos borrar.
 5. **Add Display Page** (Agregar Página de Display): Agrega una página nueva en blanco, en la cual podremos colocar nuevos displays.

Para realizar configuraciones sobre el área de visualización, o sea, sobre la gráfica que se muestra en el osciloscopio, se utiliza la barra de herramientas dedicada al display (**figura 1.18**), con esta se pueden realizar modificaciones que permitan una mejor comprensión de la gráfica, se puede incrementar o decrementar el display en ambos ejes con la opción **Axis Zoom**, moverse en ambos ejes con el icono **Axis**

Scroll, salvar la imagen o los datos obtenidos en el portapapeles mediante la opción **Copy To Clipboard**, entre otras. (Ver **Anexo No. 9**).

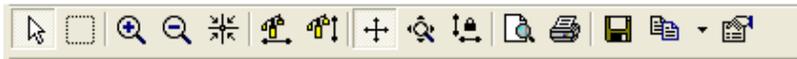


Figura 1.18: Barra de herramientas dedicada al display.

La barra de estado que se encuentra en la parte baja del display (**figura 1.19**), nos da una orientación numérica de los datos en el canal seleccionado que puede ser un osciloscopio simple o de cualquiera de los modos ya vistos. El valor estará en referencia con la posición del cursor en el display y si se han implementado 2 cursores los valores estarán en referencia con el último cursor movido.

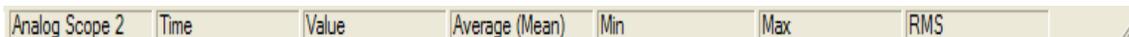


Figura 1.19: Barra de estado.

Ahora se pone a su disposición un ejemplo (**figura 1.20**) referente a las características relacionadas a la barra de estado.

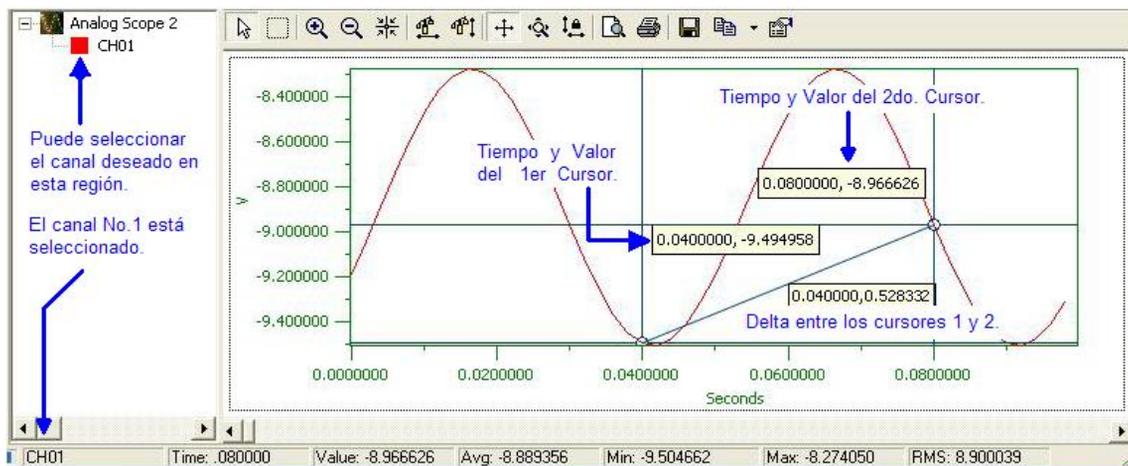


Figura 1.19: Barra de Estado: **Analog Scope** (Osciloscopio Analógico).

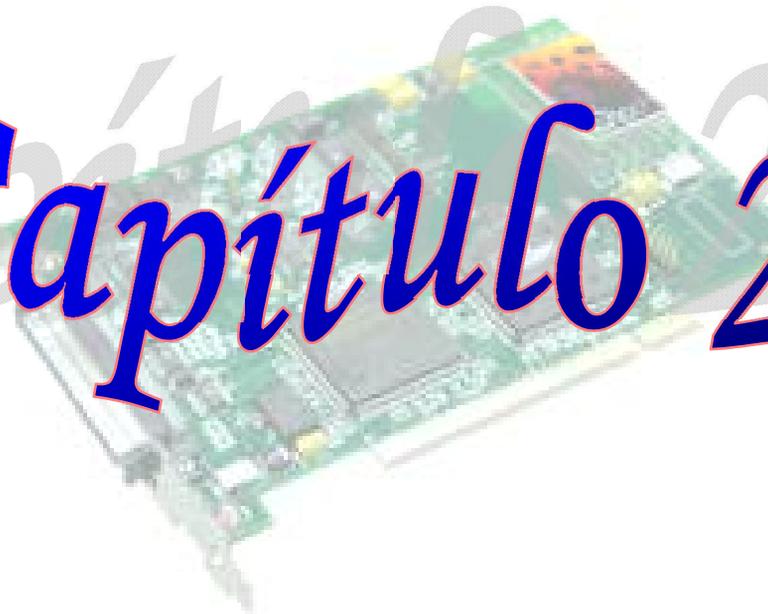
Nota: En esta figura se puede apreciar que el último cursor movido fue el segundo, pues la barra de estado tiene los valores de tiempo del cursor (0.08 segundos en el eje X) y el valor de amplitud de (-8.966626 Volts en el eje Y).

- **Time:** Muestra el valor del tiempo (en el eje X) del último cursor movido.
- **Value:** El valor de la amplitud (en el eje Y) del canal seleccionado en la posición del cursor.
- **Avg:** El promedio entre todos los puntos de datos del canal seleccionado.
- **Min:** El valor más pequeño de todos encontrados en el canal seleccionado.
- **Max:** El valor más grande de todos encontrados en el canal seleccionado.
- **RMS:** El término medio de la raíz cuadrada de todos los datos del canal seleccionado.

Conclusiones del capítulo.

Como se puede apreciar esta TAD resulta de gran utilidad en la medición de voltaje, es de fácil manejo, de alta precisión y de mucha utilidad para realizar las prácticas con mayor calidad y motivación para los estudiantes, que se verán deseosos de asistir a los laboratorios y desarrollarán de forma más eficiente las habilidades de medición necesarias para su formación, uniendo lo útil a lo agradable. Sin embargo resulta de vital importancia rediseñar la metodología para la realización de las mismas, puesto que ahora se cuenta con equipamiento nuevo y especialmente con esta tarjeta.

Capítulo 2



***Capítulo 2:* Propuesta de las Prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos I empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.**

Introducción.

Este capítulo se centra en el diseño de las prácticas de laboratorio de la asignatura Circuitos Eléctricos I, relacionadas con el análisis de los procesos transitorios en circuitos RC, RL y RLC, energizados con corriente directa, en la configuración de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 y el software DaqView, para una correcta adquisición de datos. Por tanto, se dará una descripción general de los pasos necesarios para la realización de las prácticas de laboratorio, detalles relacionados con el sistema de adquisición de datos conformado por la tarjeta DaqBoard/1000 y algunas consideraciones para alargar la vida útil de las tarjetas. Comprender el contenido de este capítulo es un paso importante hacia el desarrollo de una carrera gratificante.

2.1: Configuración de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 con el DaqView.

Una vez que el puesto de trabajo ha sido montado con los equipos que lleva cada una de las prácticas y con la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 debidamente conectada con el dispositivo de comunicación TB -100 se debe realizar la configuración del software de la tarjeta para seleccionar los parámetros correctos y de esta manera obtener el resultado deseado durante la medición. Para ello se proponen una serie de pasos que se relacionan a continuación .

2.1.1 Pasos para la configuración.

1. Inicialización del software DaqView.

En caso de ser la primera vez que se usa la tarjeta y el software, luego de su instalación, al abrir el DaqView, se puede comprobar que el mismo no viene configurado para la tarjeta DaqBoard/1000, viene con la simulación de la tarjeta DaqBoard/3000, por eso se hace preciso agregar la tarjeta para que sea reconocida por el software. Dentro del conjunto de programas que se instala conjuntamente con el DaqView, hay un software llamado DaqXCPL (Daq Configuration), que se encarga de añadir al software DaqView las tarjetas conectadas a la PC. En este, aparece una pestaña nombrada **Add Device** (Agregar Dispositivo), con la cual se puede seleccionar el tipo de tarjeta que se utilizará; en la pestaña hay un conjunto de nombres de dispositivos que pueden ser controlados mediante el software DaqView, aquí se selecciona la DaqBoard/1000 como se muestra en la **figura 2.1** y así, quedará agregada para poder usarla en el software.

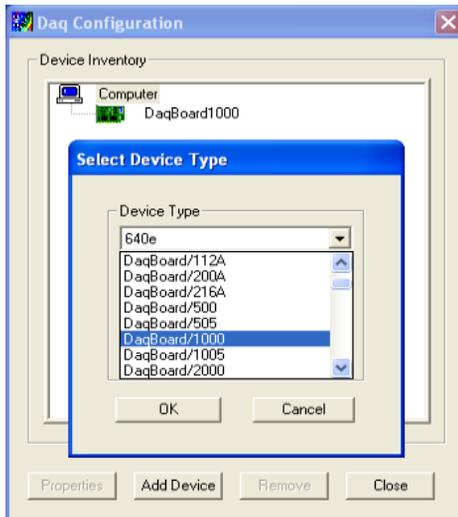


Figura 2.1: Configuración del DaqView para la tarjeta DaqBoard/1000.

Luego, dentro del software DaqView, vamos al menú **Device** (Dispositivo) y mediante la opción **Select Device** (Seleccionar Dispositivo) como se muestra en la **figura 2.2**, seleccionamos la tarjeta DaqBoard/1000 previamente agregada y así, el software que listo para trabajar usando la tarjeta.

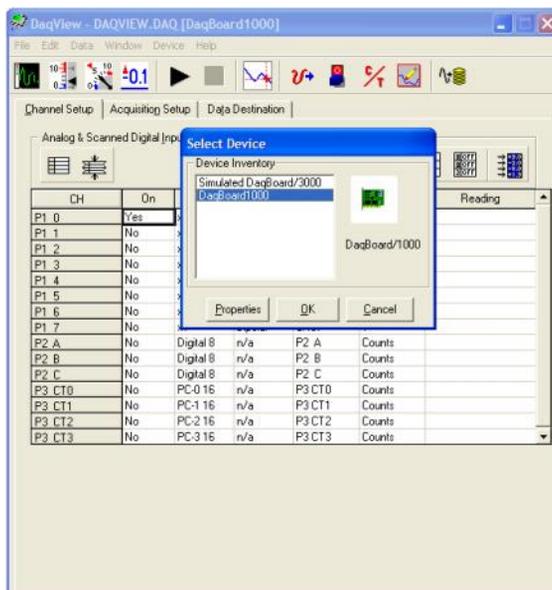


Figura 2.2: Selección de la tarjeta DaqBoard/1000.

2. Configuración del software para cada prueba en específico .

Teniendo en cuenta que cada proceso de adquisición de datos tiene sus características en específico, se debe configurar el software para cada prueba, esto se puede realizar, accediendo al menú **Device** (Dispositivo) y seleccionando la

opción **Configure Hardware Settings** (Configuración del Hardware del Sistema), véase la **figura 2.3**, o mediante la combinación de teclas **Ctrl + H**.



Figura 2.3: Opción **Configure Hardware Settings** (Configuración del Hardware del Sistema).

Esta opción nos brinda la posibilidad de acceder a la ventana **Configure System Hardware** (Configuración de Hardware del Sistema) mostrada en la **figura 2.4**, en la cual podemos realizar una serie de configuraciones como:

- Seleccionar la polaridad de la tarjeta: Debemos recordar que la DaqBoard/1000 es solamente bipolar, por lo que la selección del modo unipolar podría causar anomalías en el funcionamiento de la misma.
- Configurar la señal de referencia A/D: Esta puede ser simple o diferencial.

Para la realización de las prácticas, se toma el modo diferencial como referencia de la señal de los convertidores A/D, como se señala en la **figura 2.4**. En la imagen se puede apreciar que, en la parte izquierda superior de la ventana, las conexiones externas aparecen deshabilitadas, pues la tarjeta DaqBoard/1000 no es compatible con ese tipo de opciones.

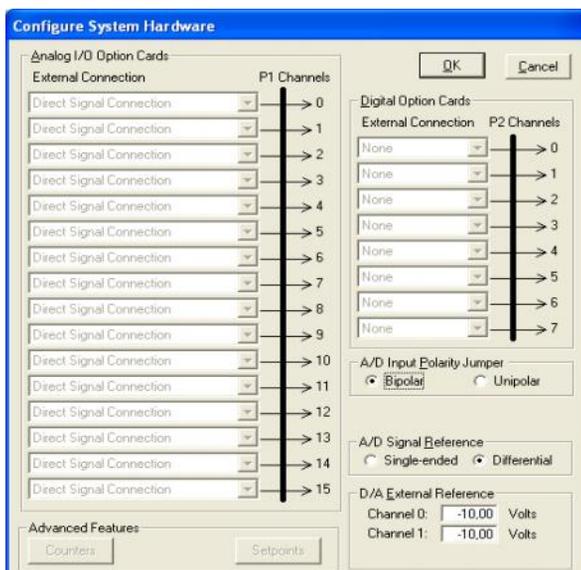


Figura 2.4: Ventana **Configure System Hardware** (Configuración del Hardware del Sistema).

3. Configuración del canal, la adquisición y el destino de los datos.

Luego de haber cumplimentado los requerimientos anteriores solo queda la configuración de los canales, la adquisición y el destino de los datos.

En la ventana principal del DaqView aparece seleccionada por defecto la ventana **Channel Setup** (Configuración Del Canal). Si se ha seleccionado el modo diferencial entonces en esta ventana quedará configurada con los 8 canales diferenciales (P1 0 a P1 7), como se muestra en la **figura 2.5**. Aquí se seleccionan los canales que se toman parte en el proceso de medición.

Para realizar las mediciones en las prácticas de laboratorio se dejó activo solamente el canal 0 (P1 0), pues en cada una de las prácticas se realiza una sola medición.

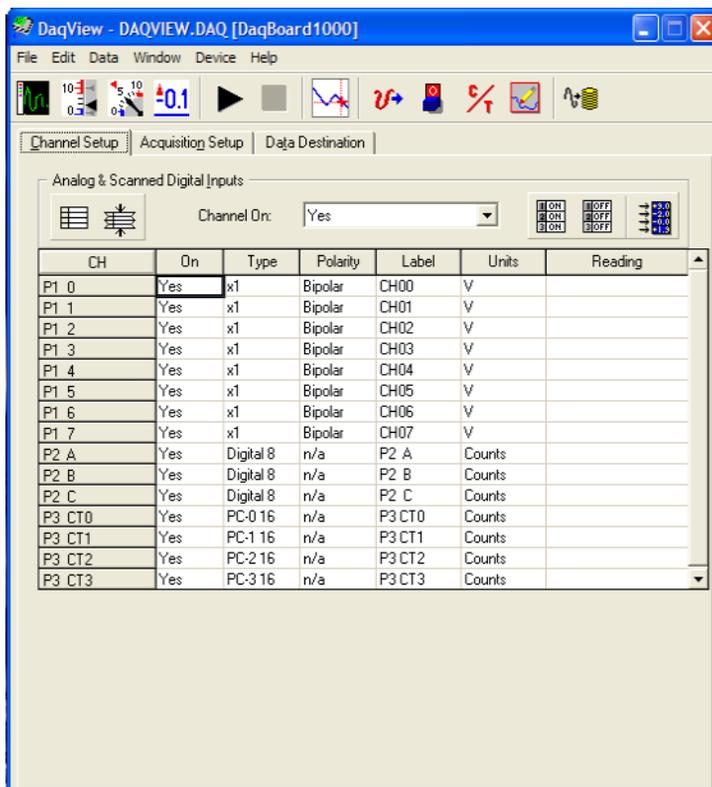


Figura 2.5: Ventana **Channel Setup** (Configuración Del Canal) seleccionada.

Luego de haber configurado los canales que tomarán parte en la medición, se debe configurar el proceso de adquisición, lo cual se hace mediante la pestaña **Acquisition Setup** (Configuración De Adquisición) en la ventana principal (**figura 2.6**). En esta se podrá configurar el evento de disparo, el número de escaneos a realizar así como el evento de parada, se puede seleccionar la velocidad de escaneo y el promedio que son dos opciones muy importantes en el momento de la ostensión de los datos, en el proceso de adquisición.

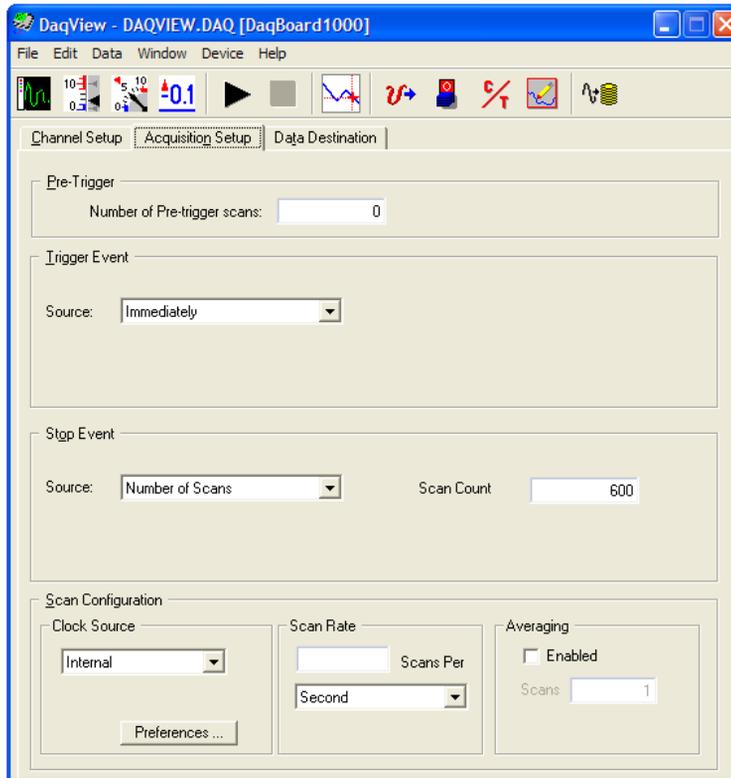


Figura 2.6: Ventana **Acquisition Setup** (Configuración De Adquisición) seleccionada.

Para la realización de las mediciones en las prácticas de laboratorio la pestaña Adquisitio Setup, quedó configurada de la siguiente manera:

- 
Trigger Event (Evento de disparo): Above Level (Sobre el nivel) 0.1 V.
- 
Stop Event (Evento de parada):
 - **Source** (fuente): Number of Scan (Número de escaneos).
 - **Scan Count** (Número de escaneos): 300.
- 
Scan Rate (Velocidad de escaneo): 100000 escaneos por minuto.

Teniendo ambas pestañas configuradas, nos quedaría antes de realizar la adquisición configurar hacia donde serán dirigidos los datos luego de realizada la medición, esto puede configurarse seleccionando la pestaña **Data Destination** (Destino De Los Datos), en la ventana principal. Las dos partes de esta ventana le permiten al usuario, la selección del destino de los ficheros de datos que se crean en cada proceso de adquisición además de la selección del formato de los ficheros como se muestra en la **figura 2.7**.

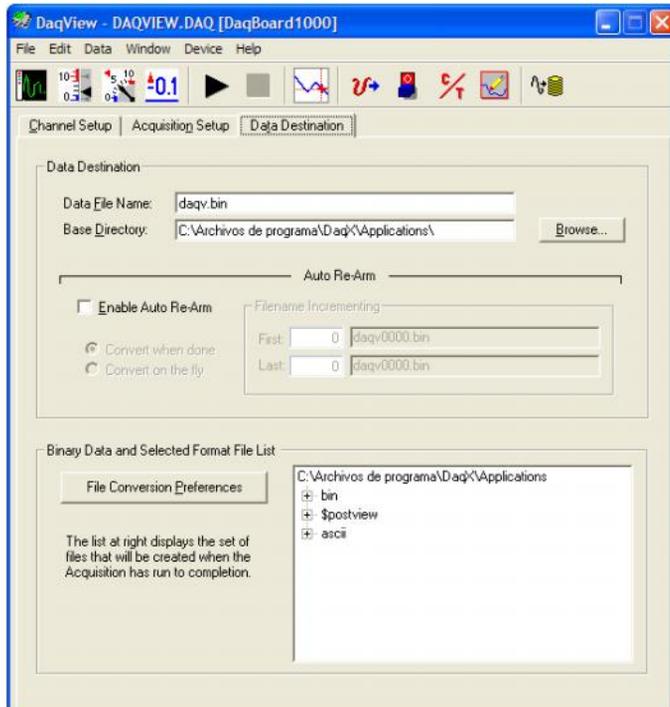


Figura 2.7: Ventana **Data Destination** (Destino De Los Datos) seleccionada.

Para la selección del formato de los ficheros creados durante la adquisición, nos apoyamos en la opción **File Conversion Preferences** (Tipos De Conversión De Ficheros) mostrada en la **figura 2.8**, esta abre una ventana, en la cual encontramos una serie de formatos. Durante la realización de los experimentos se utilizó el formato ASCII y el PostView que es el formato que puede ser mostrado en la ventana Osciloscopio o la ventana PostView en el programa.

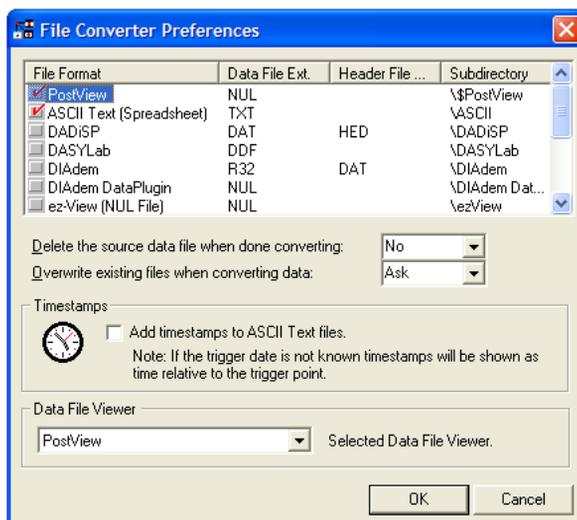


Figura 2.8: Ventana **File Conversion Preferences** (Tipo De Conversión De Ficheros) seleccionada.

2.2: Consideraciones generales.

Antes de comenzar a realizar cualquier práctica, es preciso destacar algunas cuestiones que son importantes en la utilización apropiada de la tarjeta DaqBoard/1000.

- Las Tarjetas de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 admiten un voltaje en la entrada desde -10 hasta +10V, por tanto hay que tomar los cuidados necesarios, porque de sobrepasarse estos valores se produciría un daño irreparable a la tarjeta.
- Antes de energizar los esquemas eléctricos se deben revisar las conexiones que van a la tarjeta, para evitar valores pico de voltaje que puedan superar los 10 V.
- No manipular los nuevos dispositivos sin previa autorización del personal encargado de impartir la práctica de laboratorio en ese momento.
- La fuente de alimentación (en este caso el generador de ondas cuadradas) debe permanecer apagada hasta no tener la seguridad absoluta de un correcto diseño eléctrico.
- Verificar que el cable que va desde el conector TB-100 a la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 este correctamente conectado en ambos terminales, lo que hace posible una adecuada comunicación.

Una vez realizadas todas las configuraciones antes descritas, la tarjeta y el software DaqView quedan listos para el proceso de adquisición, que puede ser activado mediante el botón **Acquire** descrito anteriormente, seleccionando la opción **“Acquire”** del menú **Data** (Datos) o pulsando las teclas **Ctrl + G**.

2.3: Descripción de las mediciones experimentales realizadas en el laboratorio.

A continuación se exponen las mediciones experimentales realizadas con la tarjeta DaqBoard/1000, en la medición de voltaje.

1. Resultados experimentales de la 1ra. Práctica de Laboratorio referida al estudio de los procesos transitorios en circuitos RC energizados con corriente directa.

El esquema eléctrico mostrado en la **figura 2.9**, es el que se implemento en el laboratorio y mediante el cual se explica como se cumplen los requerimientos de medición de voltaje en el circuito RC, así como, el cumplimiento de las leyes que rigen el proceso transitorio que se crea en este circuito eléctrico. En el montaje del mismo se cuenta con un generador de funciones digital (V), modelo XJ1631 el cual se configura para que genere una señal de voltaje en forma de onda cuadrada con una frecuencia de 60 Hz, la que satisface los tiempos de establecimiento del circuito, este se ajusta para que entregue un voltaje a la salida que va de -0.2 V a 1.2 V aproximadamente, asegurando así, estar dentro del rango de voltaje que asimila la tarjeta de adquisición, una caja de resistencias decádicas ($R = 1k$) y una caja de capacitores decádicos ($C = 1\mu F$).

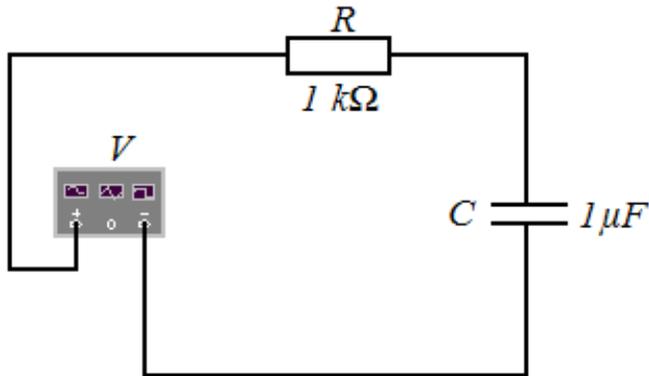


Figura 2.9: Esquema del circuito RC montado en el laboratorio.

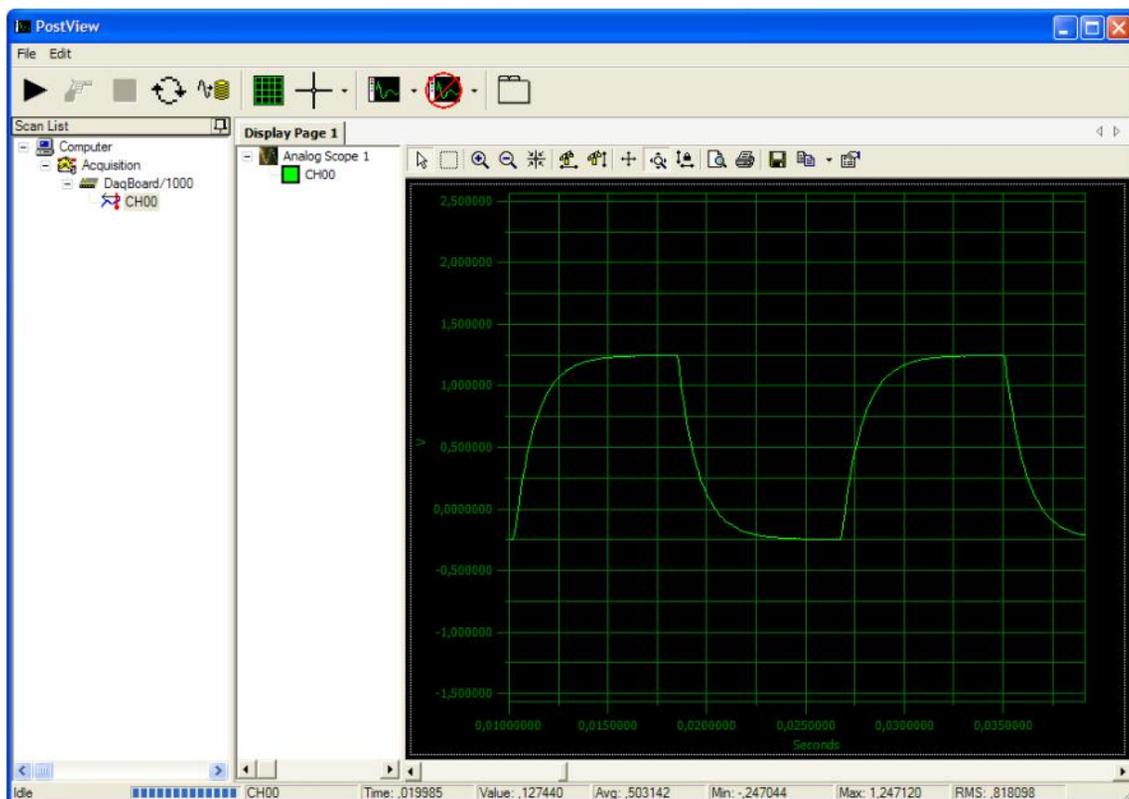


Figura 2.10: Gráfica ($v-t$) obtenida en la medición.

Para realizar la medición, se conectan los bornes de la caja de capacitores decádicos al canal 0 diferencial (ACH 0 y ACH 8) en el conector terminal TB -100 pues como ya se conoce, el voltaje en el capacitor es la variable básica para el estudio de los procesos transitorios en circuitos RC. La medición arrojó los datos apreciados en la gráfica de voltaje contra tiempo (**figura 2.10**) mostrada en el programa de análisis de post-adquisición de datos PostView analizado anteriormente. En la gráfica se aprecia el proceso de carga y descarga del capacitor, moviendo el cursor por la misma, se puede tomar el valor del voltaje en un instante

de tiempo en específico, así como, se puede comprobar el tiempo de establecimiento en la carga y la descarga. Como puede apreciarse el capacitor se carga hacia el valor de 1,2 V entregados por el generador de funciones y se descarga hacia el valor de -0,2 V, con una constante de tiempo $\tau = RC = 1\text{ k}\Omega * 1\mu\text{F} = 1\text{ ms}$.

2. Resultados experimentales de la 2da. Práctica de Laboratorio referida al estudio de los procesos transitorios en circuitos RL energizados con corriente directa.

Para la realización de esta práctica, se implementa el esquema mostrado en la **figura 2.11**, mediante este se puede comprobar el cumplimiento de las leyes y el comportamiento de los procesos transitorios en circuitos RL. En el montaje se cuenta con un generador de funciones digital (V), modelo XJ1631, se configura para que genere una señal de voltaje en forma de onda cuadrada con una frecuencia de 5 kHz, la que satisface la constante de tiempo en el proceso de carga y descarga del inductor, este se ajusta para que entregue un voltaje a la salida que va de -0.3 V a 1.2 V aproximadamente, asegurando así, estar dentro del rango de voltaje que asimila la tarjeta de adquisición, una caja de resistencias decádicas ($R = 3\text{ k}\Omega$) y una caja de inductores decádicos ($L = 50\text{ mH}$).

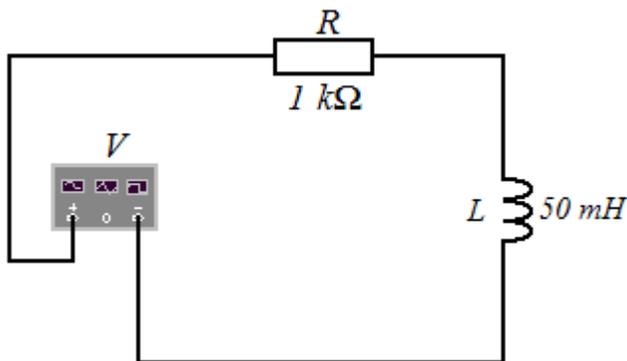


Figura 2.11: Esquema del circuito RL montado en el laboratorio.

La medición se realiza, conectando los bornes de la caja de resistencias decádicas al canal 0 del conector terminal TB-100 para medir el comportamiento del voltaje en la misma. El comportamiento del voltaje en la resistencia debe estar en concordancia con el comportamiento de la corriente en el inductor, de esta forma podemos analizar las características que esta posee, que es la variable básica para el estudio de los procesos transitorios en circuitos RL. En la gráfica mostrada en la **figura 2.21**, se muestran los resultados obtenidos en la medición, en esta se puede analizar el proceso de carga y descarga del inductor, el tiempo de establecimiento, así como se puede determinar el valor de la corriente para cada espacio de tiempo en específico. Como puede apreciarse, la señal está algo distorsionada, esto sucede producto a la inducción de señales parásitas que entorpecen el proceso de medición, como por ejemplo, las señales de radio y televisión que generan los

equipos, el voltaje que se induce en el cableado, etc. Para comprobar el correcto funcionamiento de la tarjeta, se realiza una medición de la misma variable con el osciloscopio digital RIGOL DS1022C y se verifica que las características obtenidas con la tarjeta y el osciloscopio coinciden.

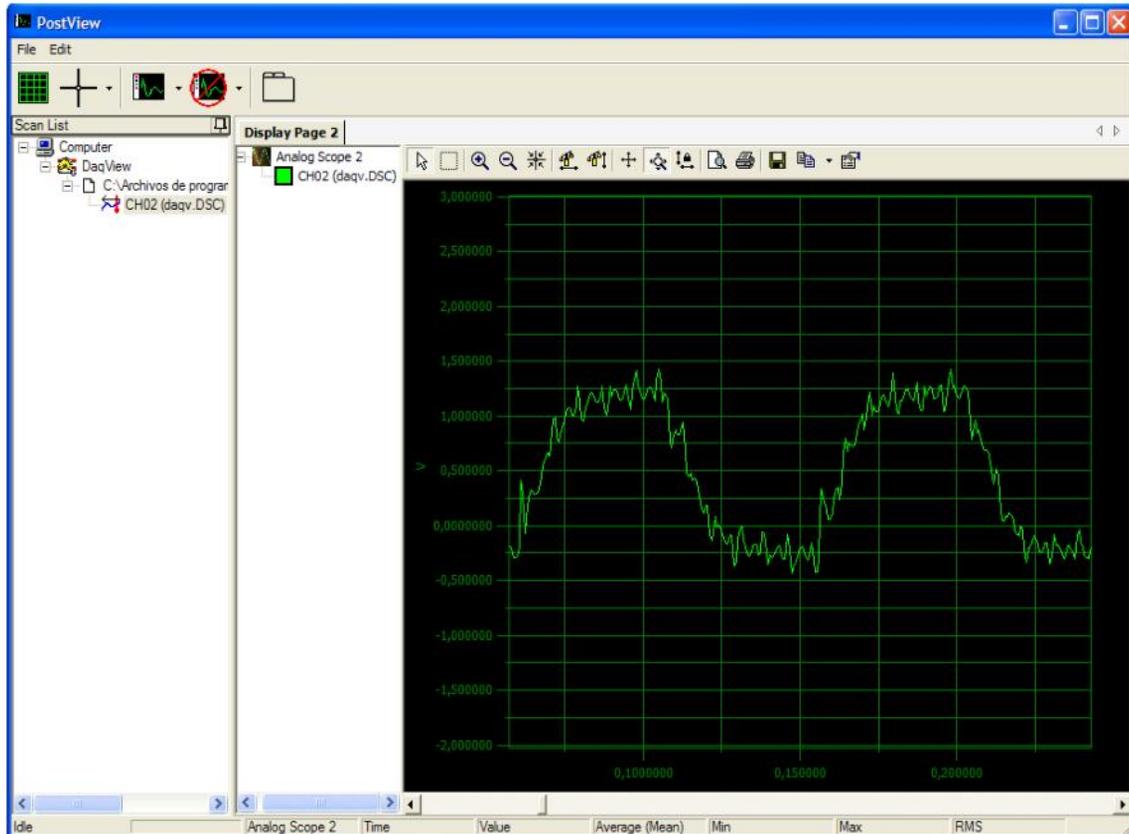


Figura 2.12: Gráfica (v-t) obtenida en la medición.

3. Resultados experimentales de la 3ra. Práctica de Laboratorio referida al estudio de los procesos transitorios en circuitos RLC energizados con corriente directa.

Esta práctica se realiza mediante el esquema mostrado en la figura 2.13, en el mismo se puede analizar el comportamiento y las características de los procesos transitorios que ocurren en los circuitos RLC. En el montaje del esquema, se cuenta con un generador de funciones digital (V), modelo XJ1631, se configura para que genere una señal de voltaje en forma de onda cuadrada con una frecuencia de 5 kHz, la que satisface los tiempos de establecimiento del circuito, este se ajusta para que entregue un voltaje a la salida que va de -1.2 V a 1.2 V aproximadamente, asegurando así, estar dentro del rango de voltaje que asimila la tarjeta de adquisición, una caja de resistencias decádicas ($R = 1k$), una caja de inductores decádicos ($L = 1\text{ mH}$) y una caja de capacitores decádicos ($C = 0.1\mu\text{F}$).

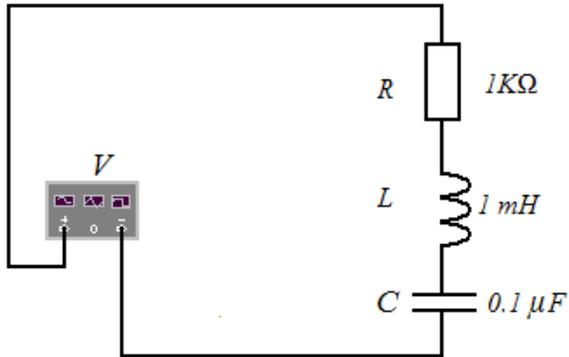


Figura 2.13: Esquema del circuito RL montado en el laboratorio.

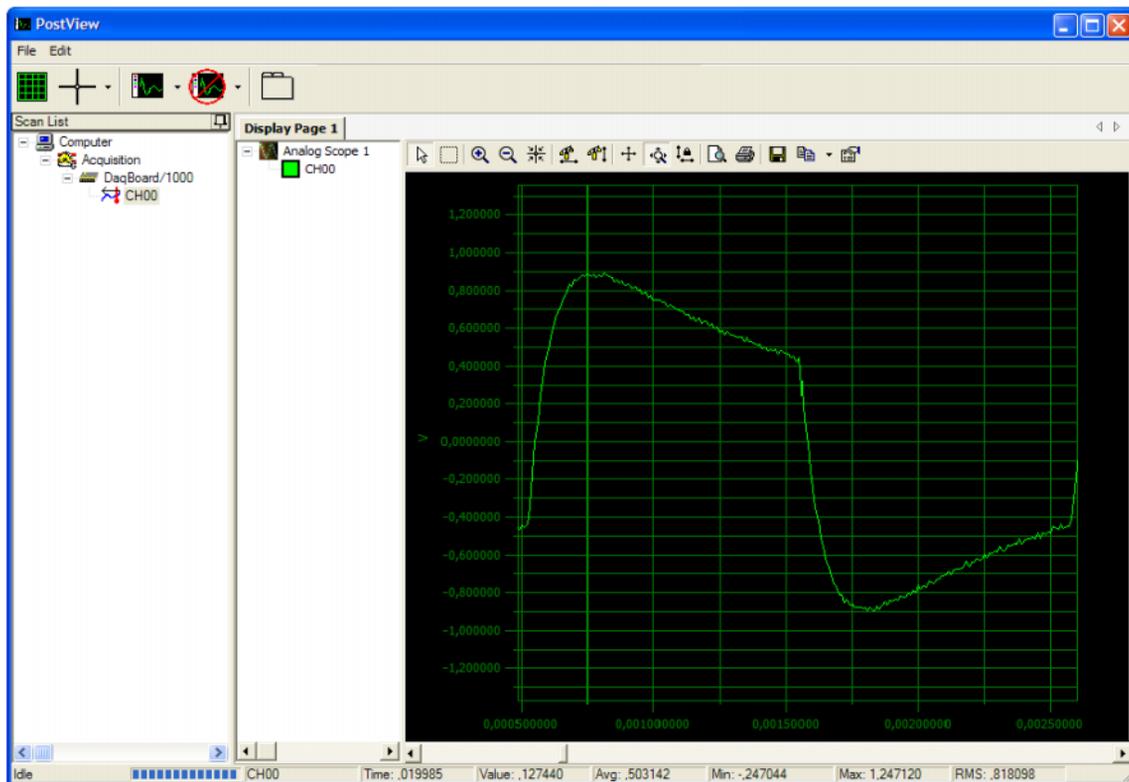


Figura 2.14: Gráfica ($v-t$) obtenida en la resistencia.

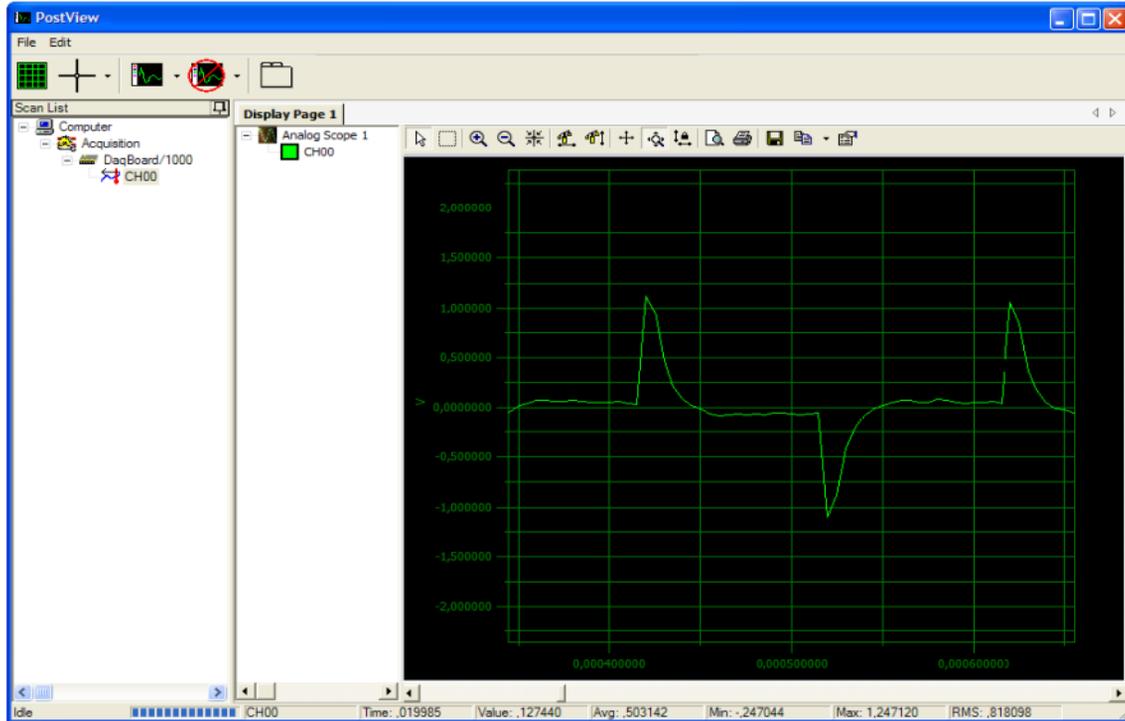


Figura 2.15: Gráfica ($v-t$) obtenida en el inductor.

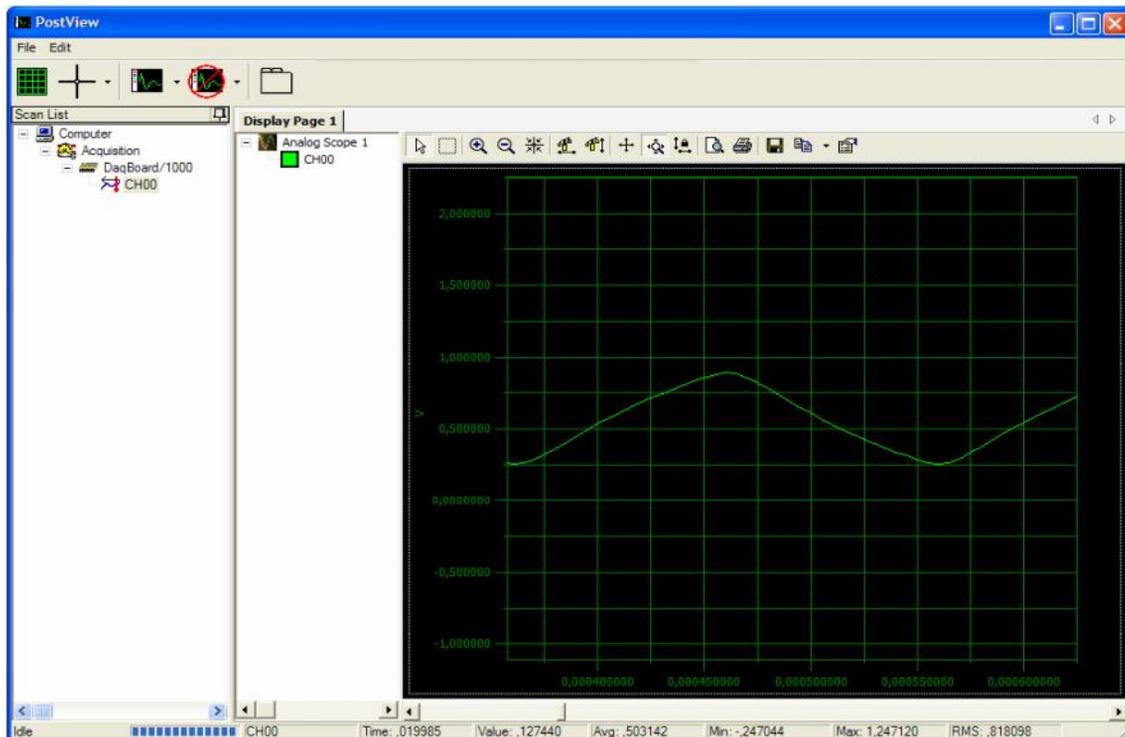


Figura 2.16: Gráfica ($v-t$) obtenida en el capacitor.

Los resultados obtenidos se logran, conectando primeramente los bornes de la caja de resistencias decádicas del esquema al canal 0 del conector terminal TB – 100 y se obtiene la característica del voltaje en la misma (**Figura 2.14**), luego se conectan los bornes de la caja de inductores decádicos al terminal y se obtiene la característica mostrada en la **Figura 2.15** y por último medimos el voltaje en la caja de capacitores decádicos conectando los bornes del mismo al conector terminal . Para comprobar la exactitud de la medición usando la tarjeta, se miden los componentes del esquema con el osciloscopio digital RIGOL DS1022C y se comprueba que, la característica del comportamiento del voltaje obtenida en estos, es el mismo que el que se observa en el osciloscopio, por lo que se verifica el correcto comportamiento de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBorad/1000, para la medición de voltaje.

2.4: Valoración económica.

Análisis del costo de aplicación del proyecto:

No.	Modelo	Descripción	Cantidad	Precio (USD)
1	98	Cajas de resistencias Decádicas	24	12.56
2		Conector Terminal TB-100	10	10.50
3	PC1	Computadora Personal	20	760
4	PC2	monitor 17"	20	108
5	17	Cajas de inductores decádicos	10	715
6	18	Cajas de capacitores decádicos	10	322
7	DS1022C	Osciloscopios Digitales	4	360.40
8	XJ1643	Generador de funciones digitales	15	323.40

Conclusiones del Capítulo.

Esta propuesta de diseño de las prácticas de laboratorio con el uso de la TAD, como se puede apreciar resulta de gran utilidad en la medición de voltaje, comprobándose su perfecto funcionamiento al comprobar los resultados obtenidos en todas las prácticas de laboratorio relacionadas con el estudio de los procesos transitorios en circuitos RC, RL Y RLC con otros instrumentos de medición como es el caso del Osciloscopio Digital RIGOL DS1022C), ofreciendo como principal ventaja la reducción del tiempo de duración de dichas prácticas de laboratorios y la motivación de los estudiantes de la FIE a desarrollar el uso de las TIC..

Conclusiones



Conclusiones.

El empleo de la Tarjeta de adquisición de Datos DaqBoard/1000 en la medición de voltaje para las prácticas de laboratorio de Circuitos I relacionadas con el estudio de los procesos transitorios en circuitos RC, RL, RLC energizados con corriente directa, permitirá que los estudiantes de la FIE desarrollen habilidades de medición con el uso de las TIC.

La utilización de equipos recién adquiridos, de alta tecnología y las condiciones que tendrá el local del Laboratorio de Circuitos Eléctricos aumentará la motivación de los estudiantes hacia la realización de las prácticas.

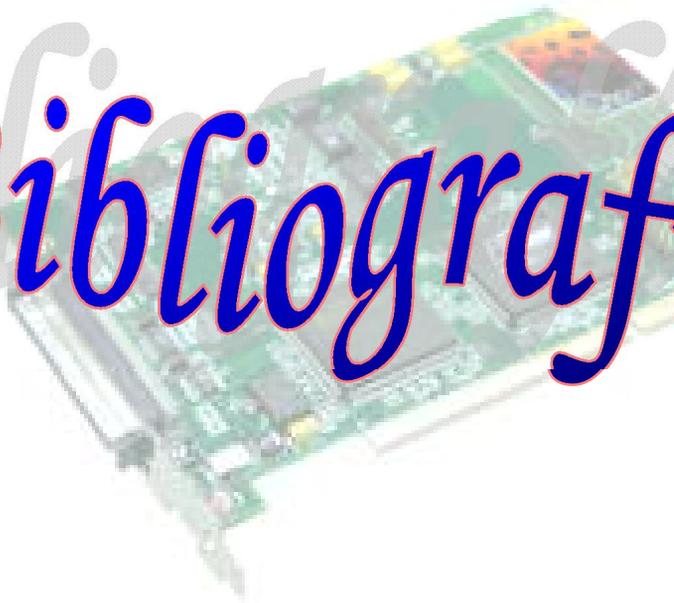
La gran disponibilidad de equipos, que permitirá crear hasta 12 puestos de trabajo, permitirá que los estudiantes interactúen más con los equipos, mejorando así la calidad de las prácticas y que desarrollen de forma más adecuada las habilidades de medición.



Recomendaciones

Recomendaciones.

- Continuar con el estudio de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 y de su software de trabajo DaqView.
- Cuidar el nuevo equipamiento adquirido.
- Calentamiento previo de los dispositivos utilizados en las prácticas de laboratorio por lo menos 1 hora antes de realizarse las prácticas.
- Estudiar la posibilidad de realizar estas prácticas con la utilización del LabView.



Bibliografía

Bibliografía.

1. Hayt and Kemmerly: "Engineering Circuit Analysis". Ediciones del MES, Habana, 1989, 187-314.
2. Boylestad, Robert L.: "Introducción al análisis de circuitos". PEARSON EDUCATION, México, 2004, 375-506.
3. Bruce Carlson, A.: Circuitos. Thompson Learning, México, 2001, 190-233 y 392-436.
4. Montó Olivera, A.: Fundamentos de la teoría de Circuitos Electricos I. La Habana 1984.
5. Zeveke A, P A Ionki. Principio de Electrotecnia. Buenos Aires 1959.
6. Colectivo de autores del ISPJE. Materiales complementarios de Circuitos Eléctricos I.
7. Manual del Usuario de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.
8. Manual del Usuario del software DaqView.
9. Manual de las Prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos I

Glosario



Glosario de términos.

Adquisición: Consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de variables físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo o Tarjeta de Adquisición de Datos.

Aislamiento: Es el acomodamiento o la operación de un circuito a fin de que las señales de otro circuito u otro dispositivo, no afecten el circuito *aislado*.

Con atención a los dispositivos Daq, *el aislamiento* usualmente se aplica a una separación del enlace directo entre la señal y el convertidor A/D. El aislamiento es necesario al medir voltajes altos a modo común.

Bipolar: Es un rango de las señales analógicas con valores positivos y negativos, por ejemplo (-5 V y +5V); ver señales unipolares.

Buffer: Es un dispositivo o circuito, el cual permite que una señal pase, a través de él, proporcionando aislamiento o otra función, sin alterar la señal original. Buffer usualmente es referido a:

- Un dispositivo o circuito el cual proporciona un almacenamiento temporal de datos durante la transferencia, este almacenamiento puede compensar las diferencias en la tasa de flujo de datos. En un Buffer FIFO (First-In First Out), en español, PEPS (Primera Entrada Primera Salida), el dato que es primeramente almacenado, es también el dato que primero abandona el buffer.
- Un seguidor de fase usado para conducir una serie de entradas sin sobrecargar la etapa anterior.
- Un amplificador que acepta altas impedancias de entrada y posee bajas impedancias de salida (un buffer de impedancia).

Buffer Amplificador: Es un amplificador usado primeramente para unir dos puntos de impedancia diferentes y aísla una etapa de la que le sigue, para prevenir una interacción entre ambas etapas. (Ver también Buffer).

Canal: En referencia a los dispositivos Daq, canal, simplemente se refiere a la entidad de entradas o salidas simples.

En un sentido más amplio, un Canal de Entrada es el camino de una señal, entre el transductor en el lugar de la medición y el sistema de adquisición de datos. Un canal puede ir a través de varios estados (buffer, multiplexores, amplificadores acondicionadores de señal y filtros). Los canales de entrada son utilizados para tomar las muestras para las lecturas.

El Canal de Salida de un dispositivo puede ser digital o analógico, las salidas pueden diferir en una forma programada, en respuesta a una señal del canal de entrada.

Convertidor A/D: Dispositivo que convierte valores analógicos a valores digitales como bits binarios, para ser usados para el procesamiento por una computadora.

Convertidor D/A: Dispositivo o circuito que convierte valores digitales (Bits binarios), en señales analógicas.

Disparador: Este, es un evento para iniciar el proceso de escaneo de una señal, o marca un instante durante una adquisición. El evento puede estar definido en formas diversas; ejemplo, Una señal TTL, un nivel especificado de voltaje en un canal monitoreado, un botón manualmente o mecánicamente empleado, una orden del software, etc. Algunas aplicaciones pueden usar pre y posdisparadores para recoger datos alrededor de un instante o, basadas en los conteos de la señal.

Escaneo: No es más que, una serie de mediciones realizadas, a través de una secuencia preseleccionada de canales.

Ganancia: Es el grado con que una magnitud de entrada es amplificada (o atenuada) para garantizar en ella un alto grado de exactitud y resolución, puede ser expresada como x_n o \pm dB.

Linealización: Algunos transductores producen un voltaje lineal, en proporción a la condición medida. Otros transductores (Ejemplo, los Termopares), tienen una respuesta no lineal. Para convertir señales no lineales en lecturas precisas, se requiere del uso de un software específico, para calibrar varios puntos en el rango usado y luego interpolar valores entre estas proposiciones.

Modo Común: El modo común se aplica para las señales que son idénticas en amplitud y duración. También puede ser usado con respecto a componentes de la señal.

Modo Diferencial: El modo diferencial es aplicable cuando, se mide un voltaje entre 2 líneas de señal, por un solo canal. (También vea, modo terminado -simple).

Modo Terminado-Simple: El modo terminado-simple, es aplicable cuando se mide un voltaje entre una señal de un canal y una referencia común, que puede ser compartida con otros canales. (También vea modo diferencial).

Multiplexor (Mux): Es un dispositivo que recolecta señales de varias entradas y las envía por un solo canal de salida.

Muestra (Sample): Es el valor de una señal en un canal en un instante de tiempo. Cuando se le da la señal de disparo al Convertidor A/D, este, lee el canal y convierte el valor *muestreado* en un valor de 12 o 16 bits.

Muestra y Retención (Sample and Hold): Operación mediante la cual se recopilan muestras de diferentes canales en el mismo instante y se mantienen hasta que sean convertidas en sus respectivos valores digitales correspondientes.

Secuenciador: Es un dispositivo programable con el cual se pueden controlar los canales y las configuraciones específicas en estos.

Señal Analógica: Señal Analógica es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente en forma de corriente alterna, incrementando su valor con signo eléctrico positivo (+) durante medio ciclo y disminuyéndolo a continuación con signo eléctrico negativo (-) en el medio ciclo siguiente.

El cambio constante de polaridad de positivo a negativo provoca que se cree un trazado en forma de onda senoidal.

Señal Digital: Una señal digital es una de valor discreto, en contraste a una señal que varía. Un dato digital se representa por la combinación de dígitos binarios (1s y 0s).

TTL: Lógica Transistor-Transistor, es un circuito en el cual, un transistor multiple-emisor, ha reemplazado el cluster múltiple diodo (de la lógica diodo-transistor); es usualmente aplicado para comunicar señales lógicas de 5 V.

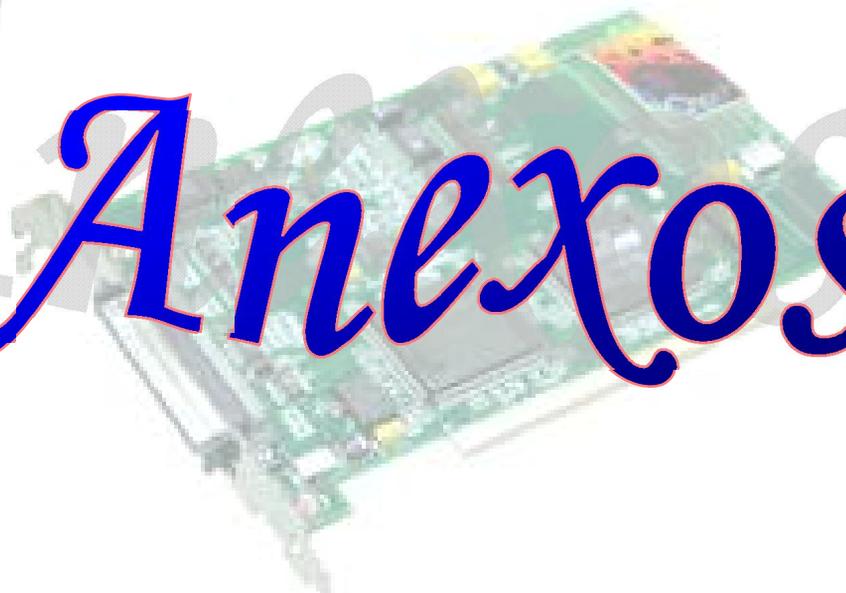
Unipolar: Es un rango de señales analógicas que se encuentran siempre entre cero y valores positivos (ejemplo, rango de 0 a 10 V). Evaluar una señal en el rango correcto permite una mayor resolución usando el alcance del rango máximo de su correspondiente valor digital. (Vea bipolar).

Voltaje a Modo Común: Este se refiere a una magnitud de voltaje (Establecida como un punto de referencia común) que es compartida por dos o más señales. *Ejemplo:* Establecido como referencia común, Señal 1: +5 V, señal 2: +6 V. El voltaje a modo común de estas dos señales es: $5.5 \text{ V} [(6 + 5)/2]$.

Voltaje a Modo Diferencial: Este se refiere a una diferencia de voltaje entre dos señales que tienen como referencia un punto común. *Ejemplo:* Señal 1: +5 V, establecida como referencia común, Señal 2: +6 V, establecida como referencia común.

Si la señal de +5 V es usada como referencia, el voltaje a modo diferencial es +1 V, $(+6 \text{ V} - +5 \text{ V} = +1 \text{ V})$.

Si la señal de +6 V es usada como referencia, el voltaje a modo diferencial es -1 V, $(+5 \text{ V} - +6 \text{ V} = -1 \text{ V})$.



Anexos

Anexos.

Anexo No. 1: Especificaciones de la Tarjeta DaqBoard/1000.

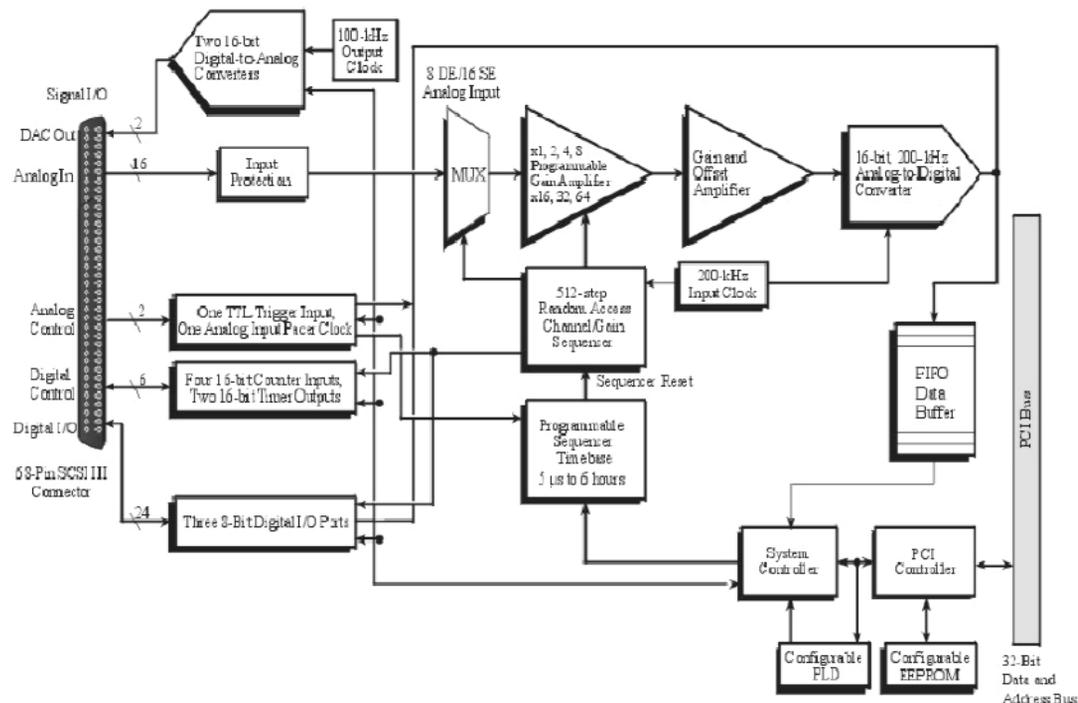


Diagrama en bloques de la tarjeta **DaqBoard/1000**.

Especificaciones Generales.

- Calentamiento: 1 hora para las especificaciones evaluadas.
- Rango de voltaje suministrado: 4.75 V a 5.25 V (conexión PCI).
- Consumo de potencia (por tarjeta): 3.5 W.
- Temperatura de operación: 0 a + 60 ° C.
- Temperatura de almacenamiento: - 40 a + 80 ° C.
- Humedad relativa: 0 a 95 % sin condensar.
- Vibración: MIL STD 810E
- Señal de conectores I/O: SCSI tipo III de 68 pines, soporta todo tipo de señal I/O analógica o digital.
- Dimensiones: 165 mm W x 15 mm D x 108 mm H (6.5 "x 0.6" x 4.2 ").
- Peso: 160 g (0.35 lbs).

Entradas analógicas.

- **Canales:** 16 simples, o 8 diferenciales, pueden ser programables cada canal como simple o diferencial bipolar.
- **Ancho de banda:** 500 kHz.
- **Tiempo de estableciendo:** 5 μs máximos para 1 BIT MENOS SIGNIFICATIVO (LSB) para un escalón completo.

- **Voltaje máximo de entrada:** +11V relativo a analógico común.
- **Protección de sobrevoltaje:** $\pm 35V$.
- **Rangos:** Se pueden configurar mediante software programable por medio de secuenciadores por cada canal.

Rango de Voltaje (Nota No.1)	Precisión (Note No.2) Un año, 0 a 35 °C $\pm(\% \text{ lectura} + \% \text{ rango})$	Ruido de Entrada (Nota No. 3) (LSB rms) 10 Hz a 200 KHz
	Absoluto	Típico
-10 a +10 V	0.015+.005	1
-5 a +5 V	0.015+.005	1
-2.5 a +2.5 V	0.015+.005	1
-1.25 a +1.25 V	0.015+.005	2
-0.625 a +0.625 V	0.015+.008	2
-0.3125 a +0.3125 V	0.015+.008	3
-0.156 a +0.156 V	0.02+.008	3



Notas:

1. Las especificaciones asumen escaneo de los canales de entrada diferencial simple, con una tasa de escaneo de 200 kHz, no filtrados.
2. Las especificaciones de exactitud son exclusivas para señales de ruido. Las mediciones fueron tomadas en P1.
3. Entradas conectadas a tierra.

Especificaciones de los convertidores analógicos/digitales (A/D).

- Tipo: Aproximación sucesiva, el rango de conversión máximo es de 200 kHz.
- Resolución: 16 bits.
- Tiempo de conversión: 5 μs .
- Tasa máxima de muestreo: 200 kHz.
- No linealidad diferencial: ± 2 LSB (BIT MENOS SIGNIFICATIVO).
- No linealidad integral: ± 1 LSB máximo.
- Códigos perdidos: Ninguno, cuando se encuentra en los rangos de temperatura establecidos.

Salidas analógicas.

- Canales: 24, expandibles a 208 con opciones de DBK externas.
- Modos de escaneo de entrada: 2 programables:
 1. Asíncrono, controlado por un programa de control en todo momento, relativo al escaneo de la entrada.
 2. Síncrono, con escaneo de de entrada.
- Puertos: 3 de 8 bits (emulación 82C55). Cada puerto es programable como entrada o salida.
- Características de entrada: series 100 , 20 pF para común.
- Protección de entrada: ± 8 kV ESD diodos conectados en paralelo.

- Niveles de I/O: TTL.
- Tasa de muestreo /actualización: 200 kHz máximo.
- Características de salida: Salida 12 mA por pin, 200 mA en total continuos (por banco de 24 salidas).

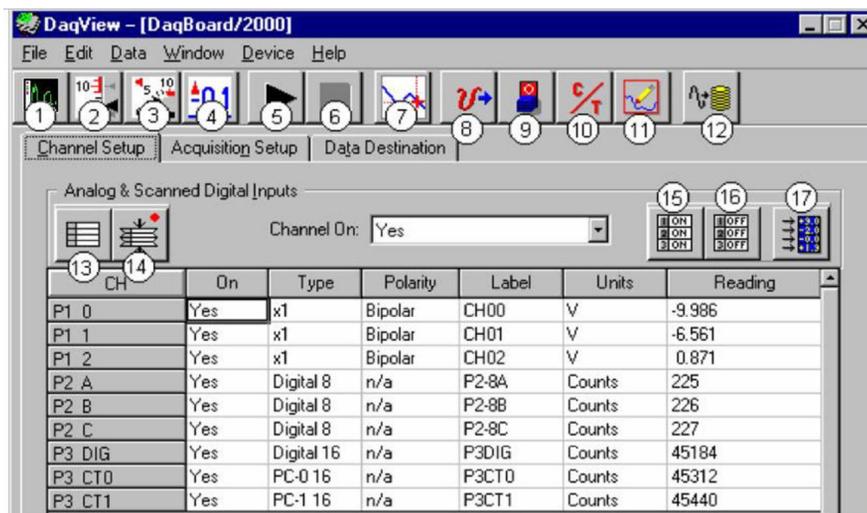
■ Generadores de frecuencia/pulso.

- Canales: 2 de 16 bits.
- Salida en forma de onda: Onda cuadrada.
- Taza de salida: 1 MHz taza base, dividido por 1 hasta 65535 (programable).
- Voltaje de salida nivel alto: 2.0 V mínimo @ -3.75 mA, 3.0 V mínimo @ -2.5 mA.
- Voltaje de salida nivel bajo: 0.4 V máximo @ 2.5 mA.

Anexo No. 2: Descripción de todos los terminales y pines del Conector TB-100.

Pines de Salida del TB-100			La columna "Pin" hace referencia al no. de pin en el conector SCSI III		
Lado 2 Terminal de roscas TB-100		Pin	Lado 1 Terminal de roscas TB-100		Pin
+5V	Vcc (+5 VDC)	19	ACH0	Canal Ent. Analógica 0	68
GND	Común Digital	Nota. 1	ACH8	Canal Ent. Analógica 8	34
A0	Línea digital I/O A0	18	AGND	Analógico común	Note.2
A1	Línea digital I/O A1	52	ACH1	Canal Ent. Analógica 1	33
A2	Línea digital I/O A2	17	ACH9	Canal Ent. Analógica 9	66
A3	Línea digital I/O A3	51	AGND	Analógico común	Note.2
A4	Línea digital I/O A4	16	ACH2	Canal Ent. Analógica 2	65
A5	Línea digital I/O A5	50	ACH10	Canal Ent. Analógica 10	31
A6	Línea digital I/O A6	15	AGND	Analógico común	Note.2
A7	Línea digital I/O A7	49	ACH3	Canal Ent. Analógica 3	30
B0	Línea digital I/O A0	14	ACH11	Canal Ent. Analógica 11	63
B1	Línea digital I/O B1	48	AGND	Analógico común	Note.2
B2	Línea digital I/O B2	13	ACH4	Canal Ent. Analógica 4	28
B3	Línea digital I/O B3	47	ACH12	Canal Ent. Analógica 12	61
B4	Línea digital I/O B4	12	AGND	Analógico común	Note.2
B5	Línea digital I/O B5	46	ACH5	Canal Ent. Analógica 5	60
B6	Línea digital I/O B6	11	ACH13	Canal Ent. Analógica 13	26
B7	Línea digital I/O B7	45	AGND	Analógico común	Note.2
C0	Línea digital I/O C0	10	ACH6	Canal Ent. Analógica 6	25
C1	Línea digital I/O C1	44	ACH14	Canal Ent. Analógica 14	58
C2	Línea digital I/O C2	9	AGND	Analógico común	Note.2
C3	Línea digital I/O C3	43	ACH7	Canal Ent. Analógica 7	57
C4	Línea digital I/O C4	8	ACH15	Canal Ent. Analógica 15	23
C5	Línea digital I/O C5	42	AGND	Analógico común	Note.2
C6	Línea digital I/O C6	7	SGND	Sentido Nivel Bajo Común	62
C7	Línea digital I/O C7	41	REF (+)	+5 VDC Ref. positiva	20
TTLTRG	Entrada de disparo TTL	6	AGND	Analógico común	Note.2
GND	Común digital	Note.1	REF (-)	-5 VDC Ref. Negativa	54
CNT0	Entrada contador CTR0	5	AGND	Analógico común	Note.2
CNT1	Entrada contador CTR1	39	XDAC0	Salida Analógica DAC0	22
CNT2	Entrada contador CTR2	4	AGND	Analógico común	Note.2
CNT3	Entrada contador CTR3	38	XDAC1	Salida Analógica DAC1	21
TMR0	Salida Temporizador 0	3	AGND	Analógico común	Note.2
TMR1	Salida Temporizador 1	37	XAPCR	A/D Reloj de paso I/O	2
XDPCR	DAC Reloj de paso I/O	1	GND	Común digital	Note.1
GND	Común digital	Note.1	EGND	Tierra	N/A

Anexo No. 3: Ventana principal de DaqView.



Ventana principal de DaqView (Vea Nota No.1).

Ventana Principal, Breve descripción de las funciones de los botones de control.		
No.	Botón	Descripción
1	Osciloscopio.	Muestra una ventana, mediante la cual el osciloscopio y/o las imágenes gráficas, pueden ser configuradas y usadas para analizar datos con relación a los ejes x y y.
2	Medidor Gráfico De Barras.	Muestra el medidor gráfico de barras.
3	Medidor Analógico.	Muestra el medidor analógico.
4	Medidor Digital.	Muestra el medidor digital.
5	Iniciar Todos Los Indicadores.	Inicializa el muestreo de los datos en la columna de medición y en cualquier gráfica i medidor de barras abierto.
6	Detener Todos Los Indicadores.	Finaliza el muestreo de los datos en la columna de medición y en cualquier gráfica i medidor de barras abierto.
7	Mostrar Fichero De Datos.	Lanza un programa independiente de post -adquisición de datos, algo semejante a PostView, si está instalado. El CD de adquisición de datos incluye una versión PDF del documento de post-adquisición de datos.
8	Salidas Analógicas.	Muestra la ventana de salidas analógicas del canal D/A disponible.
9	I/O Digitales.	Muestra la ventana de I/O digitales.
10	Cont. /Temp.	Muestra la ventana de Contadores /Temporizadores.
11	Salida por Patrón y Forma De Onda.	Muestra la ventana de forma de onda arbitraria y resultados emanados.

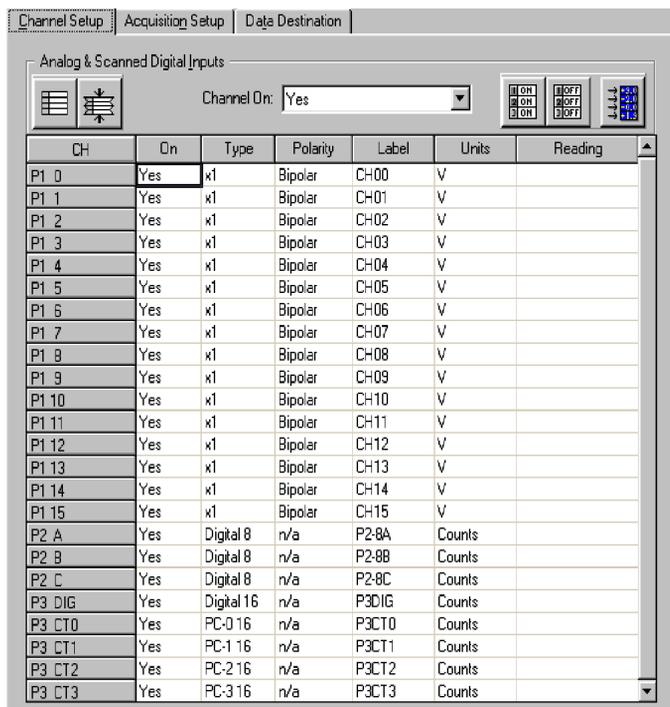
12	Adquirir.	Activa la creación de un fichero con los datos de la adquisición.
13	Mostrar Todos Los Canales.	Despliega todos los canales estando activos o no.
14	Esconder Los Canales Inactivos.	Esconde todos los canales que se encuentre inactivos.
15	Activa Todos Los Canales Visibles.	Activa todos los canales visibles, los que estén ocultos se mantendrán inactivos.
16	Desactiva Todos Los Canales.	Desactiva todos los canales.
17	Lectura De Los Canales.	Mediante este botón, podemos desactivar la columna de lectura. Algunas ventanas requieren que la columna de Lectura sea deshabilitada, en el momento de cambiar algún parámetro. Este comando está también disponible desde el menú de Datos.



Notas:

1. Aunque la interfaz gráfica de usuario que se muestra arriba, pertenece a una aplicación de la tarjeta DaqBoard/2000, esta puede ser usada para el estudio y entendimiento de la funcionalidad de la interfaz gráfica de usuario de otro dispositivo.
2. Hace referencia a la documentación del hardware de cada dispositivo en específico, con relación a la aplicabilidad. Por ejemplo la salida analógica (el botón 8) no se aplica a todos los dispositivos y cuando se aplica, el número de canales del CAD puede diferir de un dispositivo para otro.

Anexo No. 4: Descripción de la pestaña Channel Setup (Configuración de Canal).

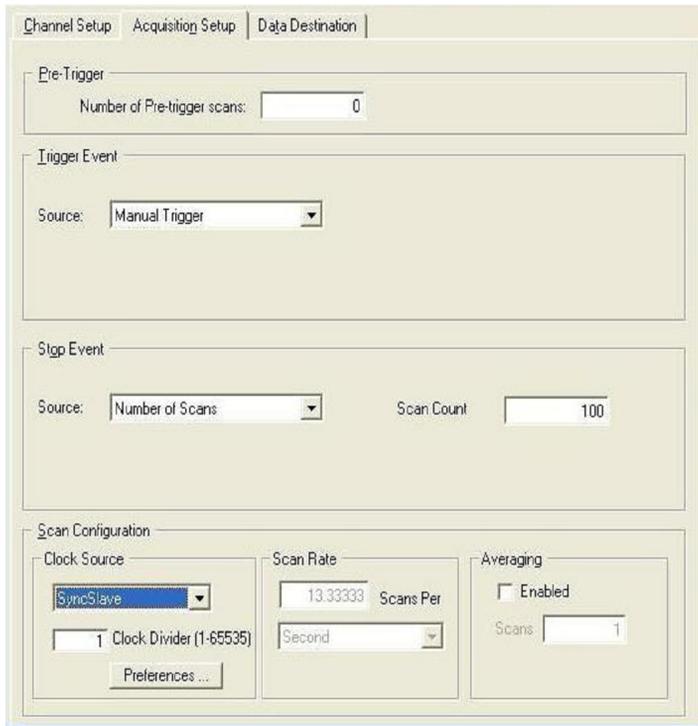


Pestaña **Channel Setup** (Configuración De Canal) seleccionada.

Pestaña Channel Setup (Configuración de Canal).	
Columna.	Descripción.
CH	El número del canal (no puede ser variado desde esta ventana). Este número incluye el número principal del canal y el número de la tarjeta de expansión y el canal (si es usada).
On	Esta columna le permite al usuario la selección de cual canal estará activo en el proceso de adquisición de datos. Cuando en esta columna se selecciona una celda o un bloque de celdas, aparece un bloque de selección que le permite activar (on) o desactivar (off) el canal o los canales seleccionados. Otra manera de cambiar el estado de los canales es dando doble clic sobre una celda. Desde el menú Edición (Edit) se pueden activar o desactivar todos los canales (Make All Channels Active para activarlos, Make All Channels Inactive, para desactivarlos).
Type	Esta columna le permite al usuario, configurar la ganancia o el tipo de entrada de cada canal. La Ganancia (Gaim) y el Tipo (Type) varían en dependencia de las opciones de la tarjeta. Usted puede variar el tipo y la ganancia de un grupo de celdas con opciones similares. Al pulsar doble clic sobre una celda se seleccionara el tipo o ganancia que le precede. <p>◆ Nota: Si uno de los Contadores del puerto 3 está activo en el proceso de</p>

	<p>escaneo y el Tipo (Type) esta configurado para medición de frecuencia, las señales de baja frecuencia necesitarán el ajuste de bajas tasas de escaneo para mediciones precisas. Por ejemplo, para una frecuencia de 200 Hz, se debe fijar la tasa de escaneo (en la ventana Configuración de Adquisición), a 1 por segundo o a 6 por minuto.</p>
Polarity	<p>Esta columna muestra la polaridad del canal, en nuestro caso los canales siempre van a ser bipolares, pues la Tarjeta DaqBoard/1000 es bipolar.</p>
Label	<p>Esta columna muestra el nombre descriptivo de los canales. La etiqueta por defecto, es el número del canal, pero este puede ser cambiado y debe ser único en cada caso.</p>
Units	<p>Esta columna permite la selección de las unidades de medidas, en el caso de la tarjeta que usamos, pues solamente se pueden seleccionar V, mV, o la fórmula $mX+b$, de la cual hablaremos más adelante.</p>
Readings	<p>Esta columna muestra las lecturas de los dispositivos analógicos y entradas analógicas escaneadas. Esta columna no puede ser alterada por el usuario y puede ser activada desde el menú Datos (Data), o seleccionando el botón Arrancar/Detener Todos Los Indicadores (Start/Stop All Indicators), en el menú Windows. Esta columna actualizará las lecturas tan rápido como la computadora se lo permita. Mientras la columna de lectura este activa, la hoja de cálculo no puede ser alterada por el usuario.</p>

Anexo No. 5: Descripción de la pestaña **Acquisition Setup** (Configuración de Adquisición).



Pestaña **Acquisition Setup** (Configuración De Adquisición) seleccionada.

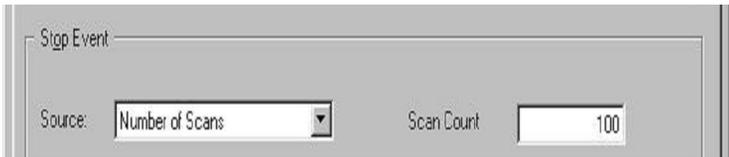


Nota:

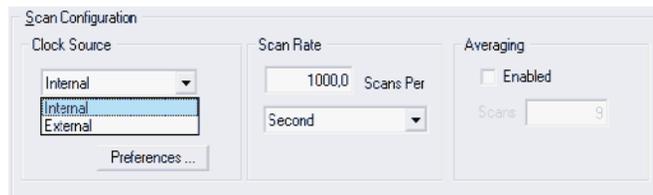
Como la tarjeta que usamos, no posee la opción syncslave, el divisor de reloj que se muestra en la figura no aparece cuando hacemos uso de esta pestaña.

Ventana de Acquisition Setup Window (Configuración De Adquisición).

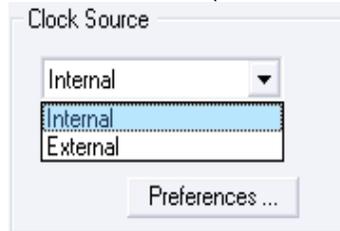
Parámetros.	Descripción.
Pre-Trigger. (Pre-Disparo).	Es el número de escaneos a realizar antes de que se ejecute el evento de disparo.
Trigger Event. (Evento de Disparo).	<p>Seleccione la fuente de disparo, esta depende del dispositivo. Las posibles fuentes de disparo pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Immediately (Inmediatamente): Arma y ejecuta el disparo inmediatamente. <input checked="" type="checkbox"/> Manual Trigger (Disparo Manual): Prepara el proceso de adquisición y espera que el usuario pulse una tecla para comenzar. <input checked="" type="checkbox"/> External TTL High/Low (Alto/Bajo Nivel TTL Externo): Espera por un nivel alto/bajo en la entrada de disparo TTL. <input checked="" type="checkbox"/> External TTL Rising/Falling (Subida/Caída externa TTL): Espera por una subida/caída en el borde de la pendiente de la entrada de disparo TTL. <input checked="" type="checkbox"/> Above/Below Level (Nivel Por Encima/Debajo): Monitorea el valor en el canal seleccionado y dispara cuando se

	<p>alcanza este valor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rising/Falling Edge (Borde Por Encima/Debajo): Monitorea el valor con histéresis en canal seleccionado; Dispara cuando el valor es alcanzado. ■ Inside/Outside Window (Dentro/Fuera De La Ventana): Monitorea valores inferiores/superiores en el canal seleccionado y realiza el disparo cuando se satisface la condición. ■ Digital Pattern (Patrón Digital): Monitorea un patrón de 8 bits en el canal de entrada digital seleccionado y dispara cuando la condición (menor/mayor que, o igual/diferente de) se satisface.
<p>Stop Event. (Evento De Parada).</p>	<div data-bbox="503 717 1232 874" data-label="Image">  </div> <p>El panel Evento De Parada (Stop Event) es usado para configurar el evento que finalizará el proceso de adquisición. Este incluye las posibles fuentes:</p> <p>Source (Fuente):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Number of Scan (Número de Escaneos): Este número puede oscilar desde 1 hasta 100, 000, 000. El proceso de escaneo incluye todos los canales que se encuentran activos (On), en la hoja de cálculo que muestra las entradas analógicas y las de escaneo digital. ■ Manual Stop (Parada Manual): Finaliza el proceso de adquisición cuando el usuario pulse una tecla. ■ Above/Below Level (Nivel Por Encima/Debajo): Monitorea el valor en el canal seleccionado y finaliza el proceso de adquisición cuando se cumple la condición. ■ Rising/Falling Edge (Borde Por Encima/Debajo): Monitorea el valor con histéresis en canal seleccionado; finaliza el proceso de escaneo cuando se los parámetros especificados. ■ Inside/Outside Window (Dentro/Fuera De La Ventana): Monitorea valores inferiores/superiores en el canal seleccionado y realiza finaliza el proceso de escaneo cuando se satisface la condición. ■ Digital Pattern (Patrón Digital): Monitorea un patrón de 8 bits en el canal de entrada digital seleccionado y finaliza cuando la condición (menor/mayor que, o igual/diferente de) se satisface.

Scan Configuration.
(Configuración de Escaneo).

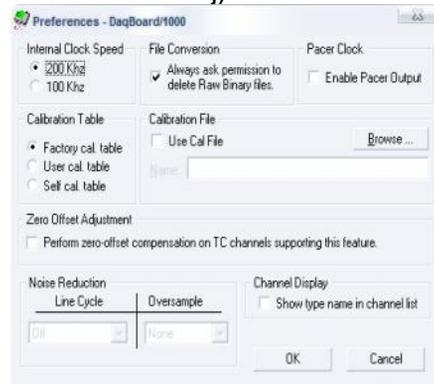


Clock Source (Fuente de Reloj):



- Internal** (Interno): Se configura para usar el dispositivo interno de reloj.
- External** (Externo): configura para el uso de un dispositivo externo de reloj.

Source Clock <Preferences> Button (Botón <Preferencias> Fuente de Reloj):



- Internal Clock Speed** (Velocidad Interna Del Reloj): Muestra la velocidad interna del reloj. En la tarjeta DaqBoard/1000 está puede ser configurada para 200 y 100 KHz.
- File Conversión** (Conversión Del Fichero): Habilita o deshabilita la notificación de borrar los ficheros binarios sin procesar.
- Pacer Clock** (Reloj Medidor De Pazos): Habilita o deshabilita el reloj medidor de pazos.
- Calibration Table** (Tabla De Calibración): Posibilita la configuración de la tabla de calibración manual, de fábrica, o de autocalibración.
- Calibration File** (Fichero De Calibración): Incluido en un disco aparte, el fichero de calibración contiene la

información de la exactitud del dispositivo.


Zero Offset Adjustment (Ajuste Del Desvío Del Cero): Cuando es chequeada esta opción, protege contra el desvío, realizando una compensación del desvio del cero, para los canales con termopares que soporten esta función correctiva.


Nota:

En la tarjeta que usamos la opción Noise Reduction (Reducción De Ruido), aparece desactiva pues esta tarjeta no soporta esta opción.

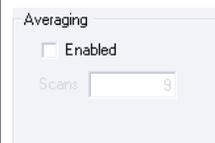
Scan Rate (Taza De Escaneo):



Scan Rate
 1000.0 Scans Per
 Second

La frecuencia de escaneo puede ser configurada en segundos, milisegundos, minutos, u horas, mediante el bloque desplegable. La frecuencia máxima de escaneo, depende de la cantidad de canales que estén activos y si esta activo o no, el Averaging (Promedio). Al habilitar más canales o activando el Averaging, se disminuye la frecuencia máxima de escaneo.

Averaging (Promedio):



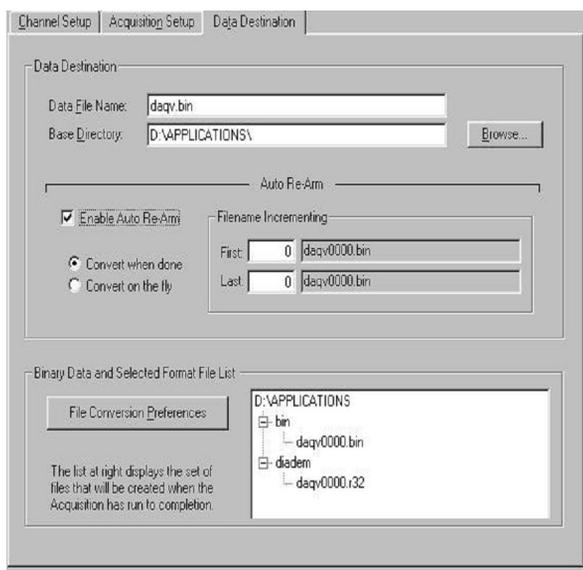
Averaging
 Enabled
 Scans 9

Activando esta opción, se posibilita el promediado de los datos de las entradas analógicas. El Averaging, puede ser usado para aumentar la precisión efectiva en una señal con ruidos. Usando el Averaging, se incrementa la actual frecuencia de escaneo así como, el número de escaneos, pero la frecuencia y el número de escaneos, aplicados por el DaqView, no varían. Los datos promediados no son enviados al Osciloscopio.


Nota:

Los datos promediados no son enviados al osciloscopio, para ver estos datos promediados en el osciloscopio, es preciso usar un osciloscopio analógico de tiempo promediado.

Anexo No. 6: Descripción de la pestaña Data Destination (Destino De Los Datos).



Pestaña **Data Destination** (Destino De Los Datos) seleccionada.

Ventana Data Destination (Destino De Los Datos).	
Parámetros.	Descripción.
Data Destination (Destino De Los Datos).	<p>Data File Name (Nombre Del Fichero De Datos): Es el nombre que recibirá el fichero de datos luego del momento de adquisición de los mismos.</p> <p>Base Directory (Directorio Base): Es el directorio, o la ubicación el la Pc, por defecto, donde serán almacenados los datos recopilados, el usuario también tiene la posibilidad de seleccionar en que ubicación será almacenado este fichero usando el botón <Browse> (Examinar).</p>
Auto Re-Arm (Auto Rearmado).	<p>Cuando esta opción esta activa (enable) da la posibilidad de que se pueda especificar cuando son realizadas las conversiones del archivo y el rango secuencial del incremento de los nombres de los mismos.</p>
Binary Data And Selected File Format List (Datos Binarios Y Lista De Los Formatos De Los Ficheros Seleccionados).	<p>File Conversion Preferences (Preferencias De Conversión De Fichero): Este botón permite la selección del formato del fichero salvado. La selección incluye: DIAdem, ASCII text, DADiSP, DASyLab, MATLAB, PostView Binary, Snap -Master Binary, .Wav, and UFF (Universal File Format). El árbol muestra donde van a ser salvados los ficheros.</p> <p>La pantalla gráfica muestra el directorio y los ficheros creados durante el proceso de adquisición. Pulsando doble clic sobre el nombre del directorio se puede acceder al mismo en el explorador de Windows y con doble clic sobre los ficheros creados se pueden abrir con cualquier herramienta asociada a ellos.</p>

Anexo No. 7: Botones Mostrar/Ocultar todos los canales y Activar/Desactivar todos los canales.



Show All Channel (Mostrar Todos Los Canales), **Hide Inactive Channels** (Ocultar Canales Inactivos).

Estos botones de la barra de herramientas, expanden o colapsan la hoja de cálculo que posee las entradas analógicas y de escaneos digitales, con el primero, se muestran todos los canales estando activos o no y el segundo, da la posibilidad de ocultar lo canales que se encuentren inactivos.

Analog & Scanned Digital Inputs

Channel On:

CH	On	Type
P1 0	Yes	x1
P1 4	Yes	x1
P1 5	Yes	x1
P1 6	Yes	x1

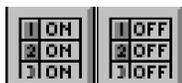
Analog & Scanned Digital Inputs

Channel On:

CH	On	Type
P1 0	Yes	x1
P1 1	No	x1
P1 2	No	x1
P1 3	No	x1

Show All Channels (Mostrar Todos Los Canales). En este ejemplo, los canales 1, 2 y 3, que están inactivos son mostrados.

Hide Inactive Channels (Ocultar Los Canales Inactivos). En este ejemplo, los canales 1, 2 están inactivos y no son mostrados.



Turn All Visible Channels On (Poner Todos Los Canales Visibles Activos), **Turn All Visible Channels Off** (Poner Todos Los Canales Visibles Inactivos).

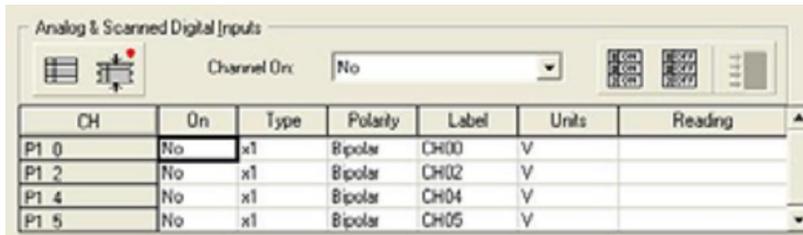
Estos botones no permiten activar o desactivar, todos los canales visibles con solo dar clic sobre los mismos, estos comandos también pueden ser activados desde el menú desplegable **Edit** (Editar).

Analog & Scanned Digital Inputs

Channel On: Yes

CH	On	Type	Polarity	Label	Units	Reading
P1 0	Yes	x1	Bipolar	CH00	V	
P1 2	Yes	x1	Bipolar	CH02	V	
P1 4	Yes	x1	Bipolar	CH04	V	
P1 5	Yes	x1	Bipolar	CH05	V	

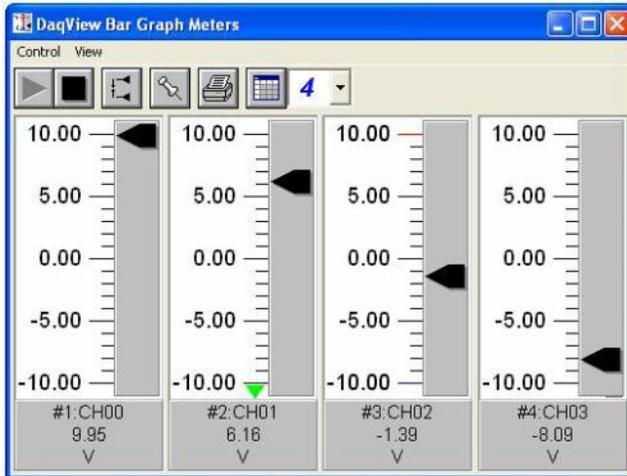
Con todos los canales visibles activos, el botón **Channel Reading** (Lectura del canal), se muestra activo, como se muestra en la figura anterior.



Con todos los canales visibles inactivos, el botón **Channel Reading** (Lectura del canal), se muestra deshabilitado, como se muestra en la figura.

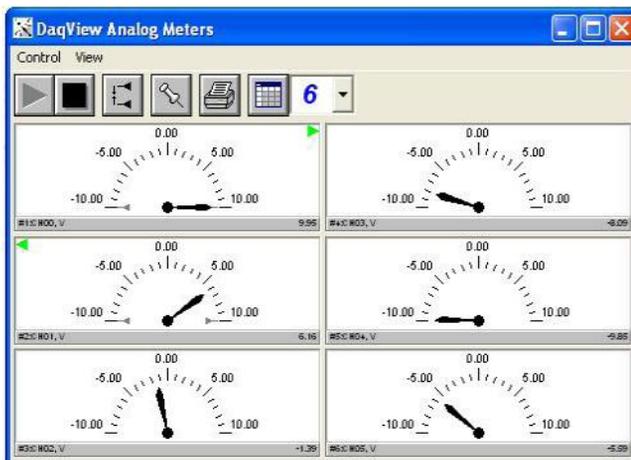
Anexo No. 8: Descripción de los medidores del DaqView.

Medidor Gráfico De Barras (Bar Graph Meters).



Seleccionando el icono **Bar Graph Meters** se muestra la ventana con el medidor de gráfico de barras. El proceso de medición se activa dando clic sobre el botón **Star** de la barra de herramientas, o dando clic sobre el icono de **Star All Indicators** de la ventana principal del **DaqView**. Dando clic derecho sobre el medidor se muestra un menú de opciones en el que podemos configurar una serie de parámetros del medidor.

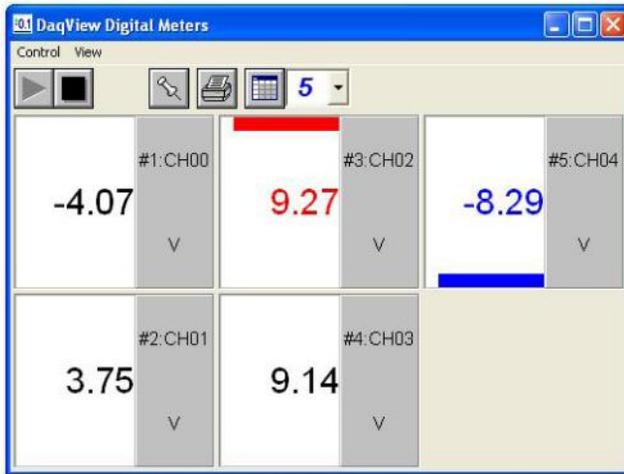
Medidores Analógicos (Analog Meters).



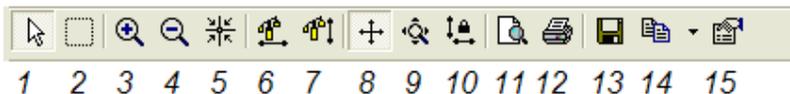
Seleccionando el icono **Analog Meters** se muestra la ventana con el medidor analógico. El proceso de medición se activa dando clic sobre el botón **Star** de la barra de herramientas, o dando clic sobre el icono de **Star All Indicators** de la ventana principal del **DaqView**. Dando clic derecho sobre el medidor se muestra un

menú de opciones en el que podemos configurar una serie de parámetros del medidor.

Medidores Digitales (Digital meters).



Seleccionando el icono **Analog Meters** se muestra la ventana con el medidor analógico. El proceso de medición se activa dando clic sobre el botón **Star** de la barra de herramientas, o dando clic sobre el icono de **Star All Indicators** de la ventana principal del **DaqView**. Dando clic derecho sobre el medidor se muestra un menú de opciones en el que podemos configurar una serie de parámetros del medidor.

Anexo No. 9: Descripción de la barra de herramientas dedicada al display.


Elementos de la Barra Dedicada al Display.		
No.	Elemento.	Descripción.
1	Select (Seleccionar).	Se usa para seleccionar y reposicionar el o los cursores.
2	Zoom-Box (Recuadro De Zoom).	Se usa para dibujar un recuadro sobre el área que desea incrementar.
3	Zoom-In (Incrementar).	Se usa para incrementar, con cada clic, se tiene como resultado una imagen agrandada.
4	Zoom-Out (Decrementar).	Se usa para decrementar, con cada clic, se tiene como resultado una imagen agrandada.
5	Zoom-In On Cursor (Incrementar En El Cursor).	Incrementa el área que se encuentra alrededor del cursor.
6	Auto-Scale X-Axis (Auto-Escala Eje-X).	Ajusta de manera automática el eje de las X.
7	Auto-Scale Y-Axis (Auto-Escala Eje-Y).	Ajusta de manera automática el eje de las Y.
8	Axes Scroll (Desplazamiento De Los Ejes).	Permite el desplazamiento simultáneo del cursor por ambos ejes . haciendo clic, logramos posicionar el cursor en la posición determinada en ambos ejes.
9	Axes Zoom (Zoom Del Los eEes).	Nos permite incrementar o decrementar el display en ambos ejes, presionando clic, logramos realizar esta acción, en ambas direcciones.
10	 Lock Axes (Ejes Bloqueados).	Estando activado este icono, la función de ejes bloqueados, se impone sobre las funciones de auto y ajuste a escala manual. Esto mantiene el eje X y Eje Y, bloqueados en el lugar cuando las nuevas adquisiciones comienzan. Cuando la función (Lock Axes) está inactiva, el auto y ajuste a escala manual funcionan normalmente.
11	Print Preview (Exhibición de la impresión).	Abre una página con una exhibición del display y que nos permite la impresión del mismo .
12	Print (Imprimir).	Imprime el display.
13	Save Plot As (Salvar Trazado Como).	Nos permite salvar una imagen relacionada con la descripción de la curva obtenida en la adquisición.
14	Copy To Clipboard (Copiar Al Portapapeles).	Permite hacer una copia de la imagen o de los datos al portapapeles, que luego se puede

		pegar en un documento de texto o editor de imágenes, por ejemplo.
15	Edit Display (Display De Edición).	Nos permite acceder a la ventana de opción en la cual podemos cambiar las preferencias del display. Este tema será tratado más adelante.