



Universidad de Oriente
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Ingeniería en Automática

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Diseño de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de soluciones de redes de corriente directa empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.

Autor: Umberto Pantoja Milán

Tutores: Dr. Arquímedes L. Salazar Mustelier
Ing. Leydys M. Del Pino Caro

Santiago de Cuba
Junio del 2009
“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

Dedicatoria

A toda mi familia, muy especialmente a mi madre Noraima Milán Cala, que aunque no este presente físicamente, ha sido y será el lucero que ilumine mi camino, a mi incansable padre Justo A. Pantoja y a mi divina abuela Belkis Cala, quienes han sido los líderes y guías indiscutibles de todos mis logros y sacrificios, en todos los pasos dados a lo largo de mi vida,

A mi hermana, a mis sobrinos y a mi cuñado, del cual estoy muy agradecido por formar parte de mi formación como hombre y futuro profesional.

A mis tíos, mis primos, a mi novia y suegros, puntales de esa obra sagrada que es el crecimiento personal de los hombres.

A todos mis amigos, por estar siempre conmigo.

En general a todas las personas que de una forma u otra han confiado en mi y me han ofrecido todo su apoyo en todos los momentos.

A todos de corazón,

¡Muchas gracias!

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de realizar mis sueños.

Agradezco profundamente a todas las personas que me han apoyado a lo largo de todos estos años y que han contribuido con la realización de este trabajo, especialmente a:

- ✚ Mis padres Noraima Milán Cala y a Justo A. Pantoja Rodríguez, a mis abuelas en especial a Belkis Cala Aguilar, quienes siempre han sido para mí un ejemplo a seguir.*
- ✚ A mi hermana, mi cuñado, a mis queridos sobrinos y a todos mis tíos y primos por estar siempre conmigo.*
- ✚ A mi querida novia Adalis Muñoz Montoya y a mis suegros.*
- ✚ A mi profesor y tutor Dr. Arquímedes L. Salazar Mustelíer y a la Ing. Leydys M del Pino Caro quienes me guiaron con sus amplios conocimientos a través de este trabajo.*
- ✚ A todos los profesores del Departamento de Control Automático, especialmente a los profesores José A Pullés y a Ricardo Núñez.*
- ✚ A todos mis amigos del cuarto, a Carlos D. Torres Rodríguez y a sus padres.*

A todos muchas gracias por su comprensión y ayuda.

Pensamiento

“Son vanas y están plagadas de errores las ciencias que no han nacido del experimento, madre de toda certidumbre.”

Leonardo Da Vinci

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 diseñar las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de las soluciones de redes de 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 current situation of the equipment of the laboratory of Electrical Circuits in the Faculty of Electrical Engineering and the acquisition of new technologies for these purposes, has led to undertake this work which aims to present a proposal for the design of Laboratory Practice of Electrical Circuits I related to the study of network solutions using the direct current data acquisition board DaqBoard/1000.

At work is a characterization of laboratory practice referred to above, provides a detailed account of the characteristics and performance of the data acquisition board DaqBoard/1000 and a series of steps for setting up using the software DaqView and some considerations needed to achieve an efficient and time of this card. The contribution of this work is that it promotes the necessary foundations for effective use of the new equipment and to consolidate students' skills in the measurement of electrical quantities using current technologies and world class.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I Y LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DAQBOARD/1000.	4
1.1: ASPECTOS BÁSICOS DEL ESTUDIO DE LA TEORÍA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	4
1.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	9
1.3 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS	13
1.4 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DAQBOARD/1000 DE IOTECH.....	14
1.4.1 Conector Terminal TB-100.....	16
1.4.2 Software DaqView.....	17
1.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO	19
CAPITULO 2: DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EMPLEANDO LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DAQBOARD/1000 PARA LA MEDICIÓN DE VOLTAJE.....	20
2.1 CONFIGURACIÓN DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DAQBOARD/1000 CON EL DAQVIEW.....	20
• PASOS PARA LA CONFIGURACIÓN.....	20
DURANTE LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS TODOS LOS FICHEROS DE DATOS OBTENIDOS EN LAS MEDICIONES SE CONVIRTIERON EN FORMATO TXT COMO SE SEÑALA EN LA FIGURA ANTERIOR. ...	24
UNA VEZ QUE SE TERMINE CON LA CONFIGURACIÓN DE LA TARJETA SE DEBE TENER EN CUENTA LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES:	24
2.2 CONSIDERACIONES GENERALES.....	24
2.3 DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO UTILIZANDO LA TARJETA DAQBOARD/1000 Y EL SOFTWARE DAQVIEW.....	25
• PRÁCTICA DE LABORATORIO 2: COMPROBACIÓN EXPERIMENTAL DEL MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN DE LOS EFECTOS.....	31
• PRÁCTICA DE LABORATORIO 3: COMPROBACIÓN DEL TEOREMA DE THEVENIN.....	33
2.4 VALORACIÓN ECONÓMICA.....	36
2.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	36
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES.....	38

Introducción

Vivimos en un mundo “conectado por cables eléctricos” en el que la calidad de la vida diaria depende en gran medida de las aplicaciones de los fenómenos eléctricos. Es clave en la formación de los profesionales desde el estudio de las leyes y conceptos básicos hasta los métodos de ingeniería modernos de análisis de circuitos, ya que luego tendrán que usar todo su ingenio para resolver los problemas que nos presenta la vida. Para poder adquirir estas habilidades, será preciso trabajar con equipamiento moderno desde las primeras fases de la formación de un ingeniero.

En la actualidad el gobierno revolucionario de nuestro país ha puesto todo su empeño en actualizar la tecnología con que se cuenta en los laboratorios de las diferentes asignaturas de la Enseñanza Universitaria por el enorme significado que tiene la comprobación experimental de las leyes y teoremas para su mejor asimilación por parte de los estudiantes.

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 por práctica, además de que se encuentran en explotación desde la década del 80, sin haber sido nunca reparados ni 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 para el aseguramiento informático de dicho laboratorio. Entre los equipos se encuentran fuentes de corriente directa y de alterna, transformadores, instrumentos de medición como amperímetros y voltímetros de CD y CA, osciloscopios analógicos y digitales, multímetros, wáttmetros y cofímetros, entre otros, así como elementos de circuito y Tarjetas de Adquisición de Datos. 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 entrevistas 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.

Lo anteriormente expuesto permite comprobar, 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 de forma adecuada para la medición de magnitudes eléctricas por la cantidad de estudiantes por práctica y como no se utilizan las tarjetas de adquisición de datos para realizar las mediciones no se fomenta el uso de las TIC. Es por eso que, con el fin de garantizar un apropiado uso del equipamiento adquirido, se realizó el diseño de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de soluciones de redes de 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 soluciones de redes de Corriente Directa.

Se propone como **Objetivo**: Diseñar las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de las soluciones de redes de circuitos de 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 las soluciones de redes de circuitos de 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 interface de usuario, entre otras.

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

- ✚ Caracterizar las prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos relacionadas con el estudio de soluciones de redes de Corriente Directa.
- ✚ Caracterizar la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 y el software DaqView.
- ✚ Realizar el diseño de dichas prácticas con el uso de la TAD.
- ✚ Realizar las mediciones necesarias con la TAD para la comprobación de las prácticas de laboratorio.

Las **Técnicas y métodos** empleados en la investigación fueron:

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

La **significación práctica de la investigación** radica en que la implementación 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 esta propuesta de implementación de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con el estudio de las soluciones de redes de circuitos de Corriente Directa empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 para la medición de voltaje permitirá crear las habilidades en la medición de magnitudes eléctricas con el empleo de las TIC en los estudiantes de la FIE.

Estructura de la Tesis

La tesis consta de una introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones y anexos. En cada uno de los capítulos se dará solución a las tareas 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 la implementación 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. Las Prácticas de Laboratorio de Circuitos Eléctricos I y la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000.

Para una mejor comprensión del proceso de medición de las magnitudes de voltaje y corriente en las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I correspondientes al análisis de las redes de corriente directa, en este capítulo se brinda una descripción de las diferentes prácticas de laboratorio que se realizan, que requieren ser renovadas para mejorar su calidad y aumentar la motivación de los estudiantes hacia estas. Se brinda además una explicación de los aspectos más significativos a considerar de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 y su software de trabajo, el DaqView, ya que es esta la base de la propuesta para las nuevas prácticas de Laboratorio.

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 les permiten 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.

La **carga eléctrica** (q): La carga es la unidad fundamental de la energía eléctrica y se postula por definición que es indivisible. Posee dos características: cantidad y polaridad. La cantidad se expresa en coulombs (C) y la polaridad de la carga puede ser positiva o negativa.

Por ejemplo, la carga que porta un electrón es $q_e = -1.60 \cdot 10^{-19} C$, 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. La unidad de voltaje es el volts (V) y está definido por la siguiente expresión como:

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

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 pondera en Ampere y se expresa cuantitativamente como:

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

La resistencia eléctrica es una propiedad inherente a los elementos y no es más que la oposición que experimentan al paso de la corriente. En un circuito eléctrico la

resistencia R es un elemento pasivo que obedece a la relación voltaje-corriente dada por la ley de Ohm como $v = R * i$, que es medida en ohm (Ω).

Las resistencias se interconectan para formar los circuitos, ya sea en serie, en paralelo o sus combinaciones. Si la conexión se produce entre dos elementos, entonces están en serie, si es entre más de dos entonces están en paralelo. A cualquier punto de conexión de tres o más elementos de un circuito eléctrico se le llama **Nodo eléctrico** y la trayectoria seguida desde un nodo hasta el otro es una **rama eléctrica**.

Para que circule corriente al realizarse esas conexiones se debe describir una trayectoria cerrada que se denomina **Malla eléctrica**.

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 para 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**.

Usualmente, para facilitar el análisis de circuitos complejos, se dividen en unidades más pequeñas llamadas **redes**. Estas pueden incluir varios elementos, pero lo que las caracteriza es que disponen de un par de terminales libres para conectarse a fuentes o a otras redes.

🔧 Métodos de análisis de Circuitos:

1. 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. 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:

$$v = R * i$$

2. Métodos de la Resistencia Equivalente:

Otro método importante y sencillo es el teorema de la **resistencia equivalente** que establece que cuando una red de carga, que es una se compone por completo de resistencias o resistencias y fuentes controladas, el voltaje y la corriente terminales están relacionados mediante la Ley de Ohm de forma tal que $v = R_{eq} * i$, donde R_{eq} es una constante que se obtiene a partir de sumar las resistencias que se encuentran en serie y sumar las conductancias de las que se encuentran en paralelo. La

conductancia es la magnitud inversa a la resistencia ($G = \frac{1}{R}$) y se expresa en Siemens (S)

3. Divisores de Corriente y de Voltaje

En el cálculo de los circuitos eléctricos es frecuente encontrar configuraciones típicas de las cuales es muy útil obtener magnitudes en forma rápida. Es el caso del divisor de corriente y el de voltaje.

Cuando en un circuito aparece una determinada cantidad de resistencias conectadas en paralelo, estamos en presencia de un **divisor de corriente** como se muestra en la figura 1, donde la corriente por cualquier rama se calcula a través de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{\frac{1}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} * I_t \quad \text{que es igual a} \quad I_n = \frac{G_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} * I_t$$

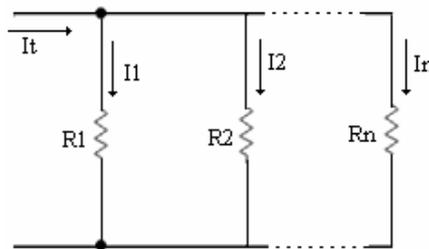


Figura 1: Esquema de un divisor de corriente

Si estamos en presencia de dos resistencias en paralelo, o sea R1 y R2 de la figura anterior, entonces la corriente se calcula de la siguiente forma:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * I_t$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * I_t$$

Cuando en un circuito existe una determinada cantidad de resistencias conectadas en serie, se dice que estamos en presencia de un **divisor de voltaje** como se muestra en la figura 2, donde el voltaje en cualquier resistor se calcula como se muestra en la expresión siguiente:

$$V_n = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n} * V_t$$

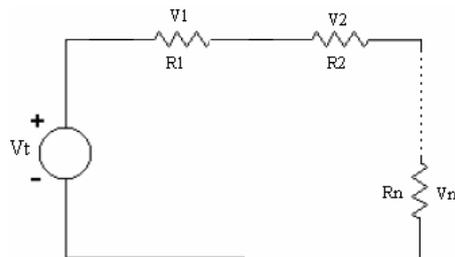


Figura 2: Esquema de un divisor de voltaje

4. Método de las Leyes de Kirchhoff

Las redes de resistencias que no forman agrupaciones sencillas (serie, paralelo o sus combinaciones), o en las cuales hay fuentes de voltaje o de corriente, no puede resolverse en general, por el método de la resistencia equivalente. Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) enunció por primera vez en 1845 las dos leyes que permiten resolver tales problemas. Estas son la **Ley de los nodos** o ley de las corrientes (LKC) y la **Ley de las "mallas"** o ley de los voltajes (LKV), que son muy utilizadas en los circuitos eléctricos para obtener los valores de intensidad de corriente y la diferencia de potencial en cada punto de un circuito eléctrico.

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 de tiempo".

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

$$\sum \text{Corrientes que entran al nodo} = \sum \text{Corrientes que salen del nodo.}$$

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

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

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

El método de las Leyes de Kirchhoff consiste en determinar el número máximo de ecuaciones de corriente y de voltaje necesarias para calcular las magnitudes del circuito y se hace a través de las fórmulas:

$$\text{LKC} = n - 1$$

$$\text{LKV} = r - (n - 1) - \text{FC}$$

Donde:

n: número de nodos del circuito.

r: Número de ramas del circuito.

FC: Número de Fuentes Independientes de Corriente del circuito

5. Método de los Teoremas de Thévenin y Norton

Este método consiste en sustituir el circuito dado por una red de fuente equivalente con base en el **Teorema de Thevenin**, que plantea que cualquier red fuente resistiva lineal actúa en sus terminales como una fuente de voltaje ideal de valor V_{OC} conectada en serie con un resistor de resistencia R_t , véase figura 3.

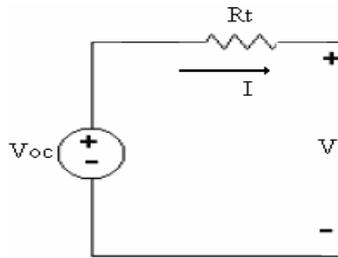


Figura 3: Red equivalente de Thévenin

Esta red equivalente se puede utilizar en diversas tareas de análisis de circuitos. Además, la equivalencia de Thevenin conduce a conversiones de fuente que simplifican muchos problemas de análisis y diseño. El teorema de Thevenin se refiere al comportamiento terminal de redes que contienen fuentes independientes.

Medio siglo después de Thévenin, el ingeniero estadounidense Edward L. Norton (1889-1983) señaló otra red terminal equivalente que definió en un teorema conocido como **Teorema de Norton** que plantea que cualquier red de fuente resistiva lineal actúa en sus terminales como una fuente de corriente ideal de valor I_{SC} en paralelo con un resistor de resistencia R_t , véase figura 4.

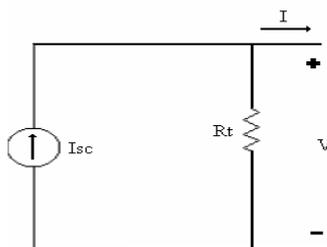


Figura 4: Red equivalente de Norton

Ambos teoremas son ampliamente utilizados en la actualidad en la simplificación de redes complejas para resolver diferentes problemas prácticos.

6. Método del Teorema de Superposición de los efectos:

Para circuitos excitados con fuentes múltiples, la superposición a menudo agiliza el análisis. El **teorema de superposición** plantea que en cualquier circuito resistivo lineal que contenga dos o más fuentes independientes, cualquier voltaje o corriente del circuito puede calcularse como la suma algebraica de todos los voltajes o corrientes individuales originados por cada fuente independiente actuando por sí sola, es decir, con todas las demás fuentes eliminadas. El término eliminar las fuentes se usa cuando se quiere expresar que las fuentes son iguales a cero o que no producen ningún efecto. Para ello, cada fuente se sustituye por su resistencia interna con excepción de la que va a ser analizada, quedando sustituidas por un cortocircuito las fuentes de voltaje y por un circuito abierto las de corriente.

La expresión con que se puede definir el teorema es:

$$i_1 = i_{1-1} + i_{1-2} + \dots + i_{1-n}$$

Lo que significa que i_1 será igual a la suma de las corrientes i_1 producidas por las n fuentes por separado.

Un aspecto importante en el que se debe tener especial cuidado es cuando en el circuito también se incluyen fuentes controladas. En general, una fuente controlada afecta la contribución individual de cada fuente independiente, por consiguiente, las fuentes controladas no se suprimen, o sea no se eliminan durante el análisis mediante superposición. Por esta razón, la superposición puede requerir un poco más de esfuerzo cuando se incluyen fuentes controladas.

Todos estos métodos son aplicables para analizar un circuito eléctrico, solamente queda seleccionar cuál es el método más adecuado en dependencia de la situación particular.

1.2 Caracterización de las Prácticas de Laboratorio.

En la asignatura Circuitos I se realizan generalmente cuatro Prácticas de Laboratorio con el fin de comprobar experimentalmente algunas de estas Leyes y métodos. Las que se realizan comúnmente son las referidas a la comprobación experimental de las Leyes de Kirchhoff, del Teorema de Thevenin y del de Superposición, entre otras.

1. Comprobación experimental de las Leyes de Kirchhoff

Esta práctica consiste en comprobar las Leyes de Kirchhoff mediante las maquetas diseñadas para los efectos y que se muestran en las figuras 5, 6, 7 y 8.

Para comprobar la Primera Ley de Kirchhoff se emplea la maqueta mostrada en la figura 5.

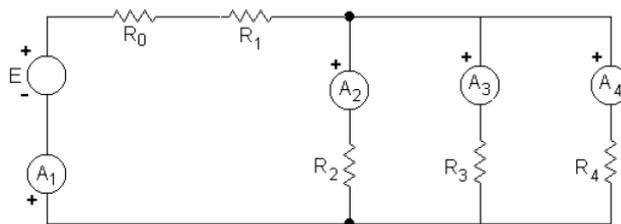


Figura 5: Esquema para comprobar la LKC

Para la comprobación práctica de la ley se sitúan los amperímetros (A1, A2, A3 y A4) en la posición que ocupan en el esquema de la figura 5, se toman las lecturas de cada uno de ellos y se comprueba que la suma de las corrientes que llegan al nodo es igual a la suma de las que salen de él.

Para realizar la comprobación teórica de la LKC se calculan las corrientes que circulan por R1, R2, R3 y R4 a partir de los valores medidos de las resistencias y del voltaje que entrega la fuente. Luego se compara con los resultados prácticos obtenidos comprobándose la validez de la ley.

Para comprobar la Segunda Ley se emplea el esquema de la figura 6.

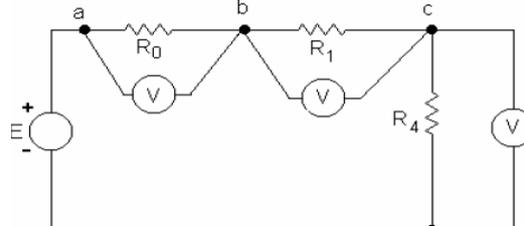


Figura 6: Esquema para comprobar la LKV

Para la comprobación práctica se sitúan los voltímetros (V_{ab} , V_{bc} , V_{cd}) en la posición indicada en el esquema anterior, se toman las lecturas de los voltajes en cada una de las resistencias para demostrar que la suma de estos tres voltajes es igual al valor del voltaje de la fuente E .

Para la comprobación teórica de la LKV se calculan los valores de las caídas de voltaje en cada una de las resistencias del circuito y se suman estos valores. Finalmente se compara con los resultados obtenidos en las mediciones comprobando que $E = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd}$

La validez de los divisores de corriente y voltaje también son comprobados en esta práctica.

Para comprobar el divisor de voltaje se usa el esquema de la figura 7.

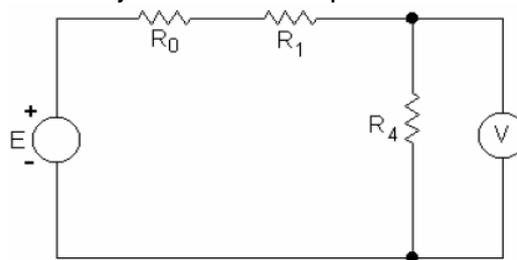


Figura 7: Esquema para el estudio del divisor de voltaje

En el esquema serie de la prueba anterior se tomó con el voltímetro la caída de voltaje en R_4 (colocando el mismo entre los puntos c y d). Esa lectura debe ser igual a:

$$V_{cd} = \frac{R_4}{R_0 + R_1 + R_4} * E$$

La comprobación teórica se realiza determinando ese mismo voltaje aplicando la Ley de Ohm al elemento R_4 ya que la corriente fue calculada en la prueba anterior.

Para comprobar el divisor de corriente se usa el esquema que aparece en la figura 8.

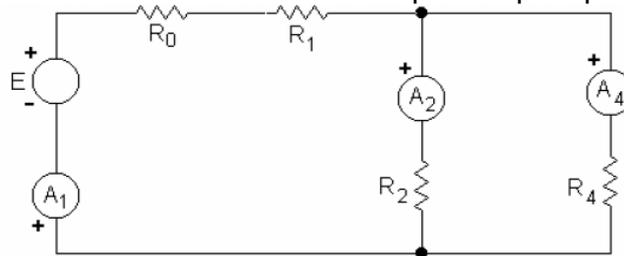


Figura 8: Esquema para el estudio del divisor de corriente

Después de montado el esquema de la figura 8 se toman las lecturas en cada los amperímetros y se comprueba que la lectura de A_2 sea igual ala lectura de A_1 multiplicada por un factor determinado por $\frac{R_4}{R_4 + R_2}$.

Para la comprobación teórica se calculan las 3 corrientes en el circuito partiendo de los valores E, R0, R1, R2 y R4 y estableciendo las relaciones correspondientes. (No se considera la rama donde se encuentra R3).

2. Comprobación del Teorema de Thevenin:

Para la realización de esta práctica se emplea la maqueta que se muestra en la figura 9, se efectúa el corte de Thevenin en la rama que contiene a R5.

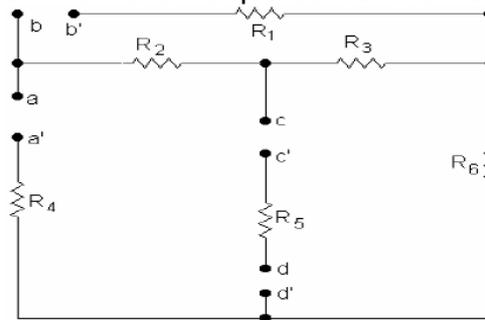


Figura 9: Esquema para el estudio del Teorema de Thevenin.

En esta práctica figuran tres tareas fundamentales.

Tarea 1: Obtener los datos experimentales.

Para obtener estos valores se realizan tres procedimientos: Primeramente se conectan dos fuentes de voltaje entre los terminales a-a* y b-b*, tomando a y b como positivos, se coloca un amperímetro entre los terminales c-c*, se cortocircuitan d-d* y se mide la corriente que circula por la rama en estudio (I_5). Luego se retira el amperímetro y con un voltímetro se realiza la medición del voltaje entre los terminales c y d*, que será el voltaje de Thevenin (V_{Th}). Finalmente abrimos los terminales d-d* y se mide la resistencia vista entre los terminales c y d* sustituyendo las fuentes de voltaje por su resistencia interna. Para medir la resistencia se puede colocar entre los terminales c y d* un instrumento que nos permita medirla directamente o en su defecto se puede colocar una fuente de voltaje en serie con un amperímetro y en paralelo con un voltímetro y se calcula la resistencia vista entre los terminales por la Ley de Ohm.

Tarea 2: Cálculo de la corriente con el esquema equivalente de Thevenin.

Como una primera comprobación en el laboratorio, se sustituyen los valores de voltaje y resistencia obtenidos con las mediciones en el esquema equivalente de Thevenin que se muestra en la figura 10 y se realiza el cálculo de la corriente empleando la Ley de Ohm como se muestra en la expresión (1):

$$I_5 = \frac{V_{c-d^*}}{R_{c-d^*} + R_5} = \frac{V_{Th}}{R_{th} + R_5} \quad (1)$$

Este valor de corriente calculado debe ser igual al medido en la primera tarea.

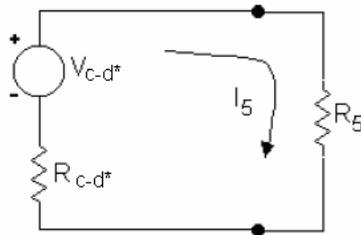


Figura 10: Esquema del circuito equivalente de Thevenin.

Tarea 3: Comprobación teórica del teorema.

Para la comprobación del teorema se calcula, en el circuito representado en la maqueta y después de retirar la resistencia R_5 , el voltaje visto entre los terminales de R_5 (V_{Th}), la resistencia equivalente vista en la rama de estudio sustituyendo las fuentes de voltaje por sus resistencias internas (R_{Th}) y se sustituyen los valores de V_{th} y R_{th} en el circuito equivalente de Thevenin mostrado en la figura 10 para calcular la corriente I_5 mediante la Ley de Ohm con la ecuación (1). Los valores de V_{th} , R_{th} e I_5 deben coincidir con los obtenidos durante la medición para demostrar la validez del Teorema de Thevenin. En el informe de laboratorio el estudiante debe establecer una valoración de los resultados prácticos con los teóricos.

3. Comprobación experimental del Teorema de Superposición de los efectos.

Para esta práctica es necesario utilizar el esquema de la maqueta que se muestra en la figura 11. Se debe además medir el valor de cada resistencia del circuito y fijar el valor de las fuentes de voltaje V_{a-a^*} y V_{b-b^*} en 10 y 5 V respectivamente.

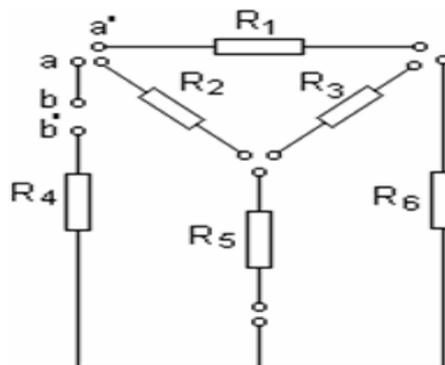


Figura 11: Esquema para el estudio del Teorema de Superposición

Para realizar la comprobación práctica primeramente se conecta un miliamperímetro en la rama de R_5 y se mide la corriente debida al aporte la fuente V_{aa^*} ($I_{R5(a-a^*)}$), para lo cual es necesario sustituir la fuente V_{b-b^*} por su resistencia interna. Luego, en las mismas condiciones, se mide la corriente debida al aporte de la fuente V_{b-b^*} ($I_{R5(b-b^*)}$), sustituyendo ahora la fuente V_{a-a^*} por su resistencia interna y finalmente, con el miliamperímetro conectado en la rama de R_5 se mide la corriente debida a ambas fuentes. En este momento se debe comprobar que la última corriente calculada sea igual a la suma de las dos primeras.

Para la comprobación teórica se realiza el mismo procedimiento, sólo que ahora se deberán calcular las tres corrientes y comparar con los resultados obtenidos en la práctica.

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 DaqBoard1000, 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 impuso 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 12.

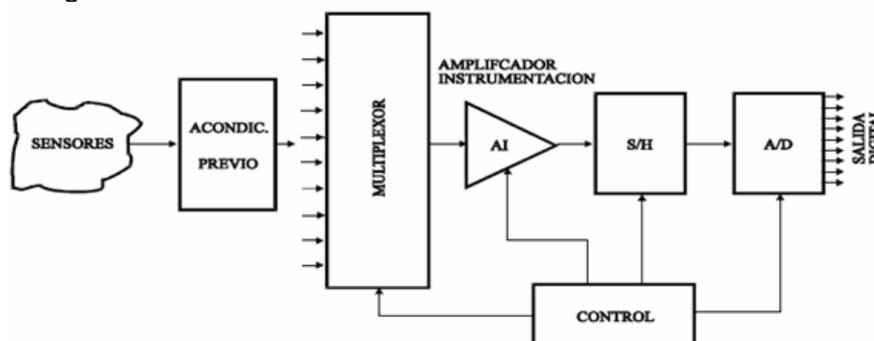


Figura 12: Diagrama en bloques de un SAD

✚ Módulos que conforman un SAD

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 conversor 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 Conversor Analógico Digital posee su propio circuito S & H, no será necesario añadirlo a su entrada.

Conversor 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 una computadora. Por este motivo, el tipo de microprocesador que tenga la computadora determina esencialmente la velocidad del 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.
- ◆ 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 13, se muestra una imagen de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 de la Iotech, que forma parte del equipamiento recibido 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 13: Tarjeta DaqBoard/1000

La tarjeta DaqBoard/1000 complementa todas las señales de entrada y salida con un cable y un 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 o 8 entradas analógicas diferenciales con, rangos bipolares (de ± 10 V a ± 156 mV escala completa).
- ◆ 24 líneas de E/S digital para todo uso.
- ◆ 4 entradas de contador, 2 temporizadores de salidas y 2 salidas analógicas.

Esta tarjeta permite 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. Cada intervalo de $5\mu\text{s}$ o $10\mu\text{s}$ reduce la tasa máxima de adquisición para el escaneo completo por esa cantidad. 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 una tasa de escaneo de hasta 200 kHz. Además tiene implementados 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.

El BUS master permite datos analógicos y digitales de entrada tipo contador y de salida 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 $5\mu\text{s}$. 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 14 se usa como interface de comunicación de las señales externas producto de las mediciones con la tarjeta DaqBoard/1000, así como de las salidas analógicas o digitales que ofrece la tarjeta con el exterior. El TB-100 se acopla al conector SCSI III de 68 pines de la tarjeta, por medio de un cable p/n CA-G56.

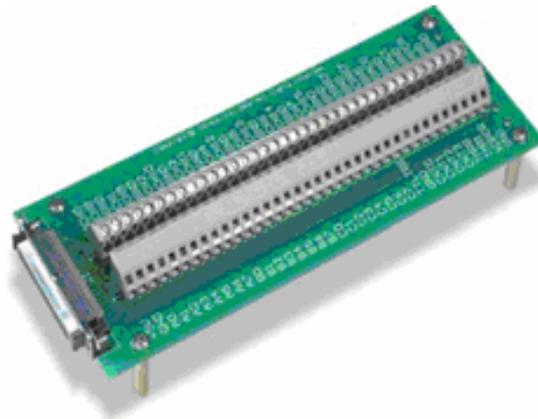


Figura 14: Conector Terminal TB-100

En el Anexo 1 se muestra una tabla con la descripción de todos los terminales y pines del Conector TB-100.

1.4.2 Software DaqView.

El software DaqView es el que proporciona la interface gráfica de usuario 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 inglés 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.

🔧 Funciones de las ventanas y botones fundamentales del Software DaqView.

El software DaqView cuenta con una ventana principal en la que aparecen las pestañas **Channel Setup (Configuración de Canal)**, **Acquisition Setup (Configuración de Adquisición)** y **Data Destination (Destino de los Datos)** para la configuración de los parámetros de la adquisición y una barra de herramientas con los botones que permiten realizar las mediciones y la visualización de los datos.

La función de estas ventanas y de algunos botones se describe brevemente a continuación.

Channel Setup

La ventana principal del software es **Channel Setup** es la principal del software 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 2, así como una imagen de la ventana.

Acquisition Setup.

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 3 se muestra la tabla con la funcionalidad de la ventana y una imagen de la misma.

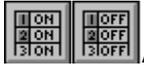
Data Destination (Destino De Los Datos).

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 4)



Mostrar todos los Canales, Ocultar todos los Canales Inactivos.

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 5.



Activar todos los canales (YES), Desactivar todos los canales (NO).

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 6.



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.



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.

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.

Por otro lado, el software también permite visualizar las mediciones a través de gráficos de barras, con voltímetros analógicos, digitales y con una carta de valores, que se pueden emplear por separado o simultáneamente.

1.5 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: Diseño de las Prácticas de Laboratorio empleando la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 para la medición de voltaje.

El capítulo se centra en el diseño de las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos I relacionadas con las soluciones de redes de corriente directa empleando la tarjeta DaqBoard/1000, haciendo énfasis en la configuración de los parámetros de la medición mediante el software Daqview. Por tanto, se explicará el proceso de configuración de la tarjeta, se dará una descripción general de los pasos necesarios para la realización de las prácticas de laboratorio y algunas consideraciones para alargar la vida útil de la tarjeta. 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.

Antes de realizar cualquier práctica de laboratorio empleando la TAD Daqboard/1000 se impone la configuración de la tarjeta, para lo que se emplea, como ya se ha anotado, el software DaqView, seleccionando de esta forma los parámetros y condiciones de trabajo adecuados para obtener los resultados deseados durante la medición. Para ello es necesario realizar una serie de pasos, que les permitirán a los profesores y estudiantes trabajar en un ambiente más agradable y fácil de comprender.

🔧 Pasos para la configuración.

1. Inicialización del software DaqView.

Si al abrir el programa no está configurado para la tarjeta DaqBoard/1000, que por defecto trabaja con la DaqBoard/3000, se debe de ir al icono de Daq Configuration (DaqXCPL), donde aparece la pestaña Agregar Dispositivo (Add Device) y seleccionar la tarjeta DaqBoard/1000 entre las familias de las tarjetas que soporta el software, como se muestra en la figura 15.

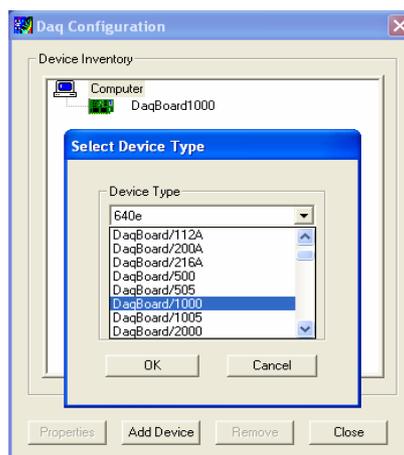


Figura 15: Selección de la tarjeta DaqBoard/1000.

2. Configuración del software para cada prueba.

Primeramente en el menú **Device** (Dispositivo), se selecciona, la opción **Configure Hardware Settings** (Configuración del Hardware del Sistema), véase la figura 16.

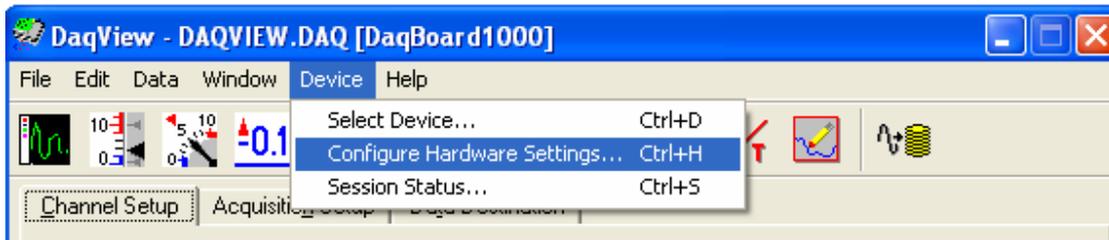


Figura 16: Pestaña de Configuración del Hardware del Sistema.

A continuación aparece la ventana **Configure System Hardware** (Configuración del Hardware del Sistema), donde se brinda la opción de configurar los canales de la tarjeta para que trabajen a modo simple o diferencial y a modo bipolar o unipolar. Para los intereses del trabajo se selecciona el modo diferencial como se señala en la figura 17 y se recuerda que esta tarjeta solo trabaja de forma bipolar.

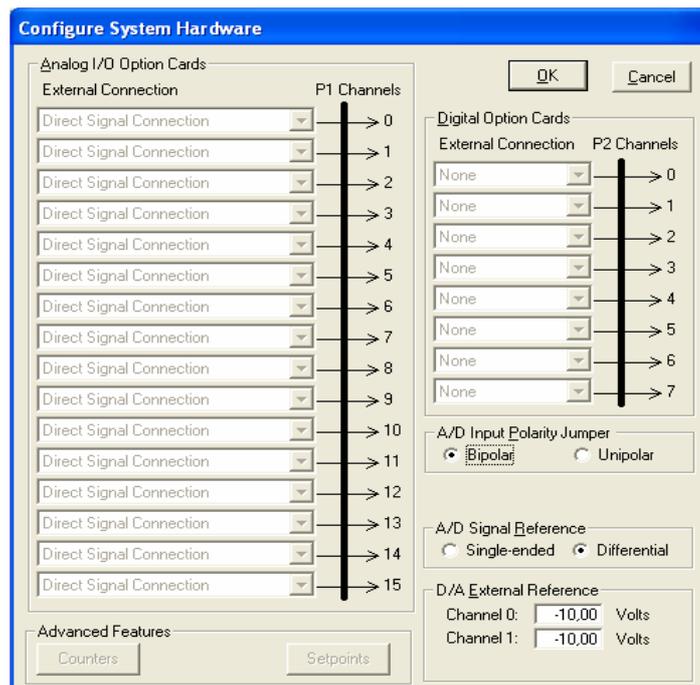


Figura 17: Ventana de configuración de los canales en modo diferencial.

En la parte izquierda de esta ventana, se puede seleccionar cualquiera de los recuadros desplegables que corresponden a cada canal, para utilizar las opciones de conexiones externas. En este caso, esta sección se muestra deshabilitada pues la tarjeta DaqBoard/1000 no admite conexiones externas.

3. Configuración del canal.

En la ventana principal del DaqView se accede a la pestaña de configuración de canales (Channel Setup), donde aparece una hoja de cálculo en la cual se muestra y se da al usuario la posibilidad de seleccionar si los canales de entrada serán analógicos o digitales, ver figura 18.



Figura 18: Pestaña Channel Setup (Configuración del Canal)

Para los intereses del trabajo las mediciones en las prácticas de laboratorio se realizaron a través de la configuración de los canales desde el 0 hasta el 3, como se muestra en la figura anterior.

4. Adquisición de los Datos.

Seleccionados los canales para realizar las mediciones pasamos a la selección de la pestaña (Acquisition Setup) de la ventana principal, donde aparecerá la configuración de los parámetros presentes en esta ventana, como son: la condición de disparo y la configuración del escaneo, estos parámetros son usados cuando se inicia el proceso de adquisición, ver figura 19

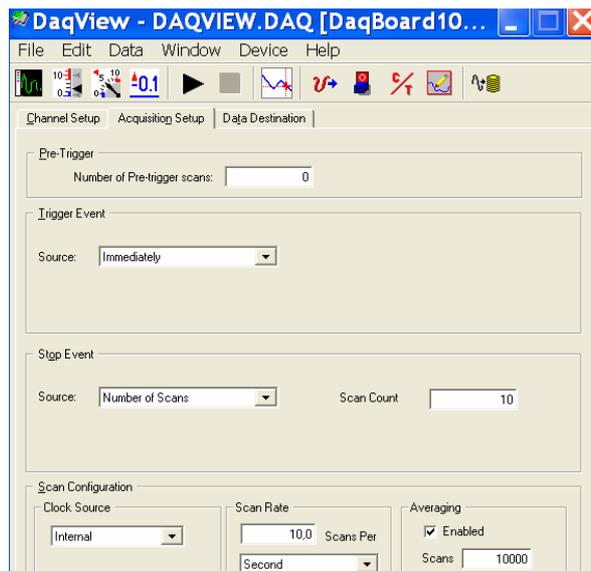


Figura 19: Pestaña Acquisition Setup (Configuración De Adquisición).

Producto de la interferencia de tipo normal provocada por la red industrial, las ondas de radio y televisión, teléfonos celulares, etc., los resultados de las mediciones presentan dispersión. Esto se demostró repitiendo la medición en las mismas condiciones diez veces. Para aumentar la precisión de las mediciones disminuyendo la dispersión se implementó un filtro de valor medio, el que consiste en repetir la medición en las mismas condiciones durante un número entero de periodos de la red industrial. En este caso se tomaron 10 000 mediciones a razón 100 000 med/s, lo que equivale a medir durante 0,1 s o sea seis periodos. En el Anexo 7 se muestra una tabla comparativa con los resultados de una medición realizada sin filtro y la misma medición con el filtro implementado.

5. Destino de los Datos.

Al seleccionar la tercera pestaña de la ventana principal, se activa la ventana Destino de los Datos (Data Destination), las dos partes de esta ventana le permiten al usuario, la selección del nombre y la dirección del fichero de datos, además de la selección del formato de los ficheros como se muestra en la figura 20.

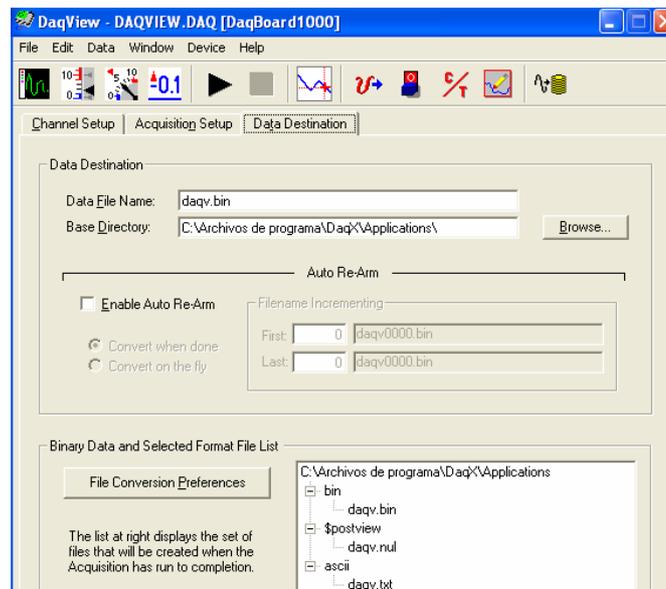


Figura 20: Configuración de la pestaña Data Destination (Destino De Los Datos).

Una vez seleccionado el destino del fichero de datos, es necesario convertirlo en formato adecuado en el que no existan problemas para mostrar los resultados en pantalla. Para ello se selecciona el formato de los ficheros al hacer clic en (File Conversión Preferences) de la pestaña Data Destination, ver figura 21.

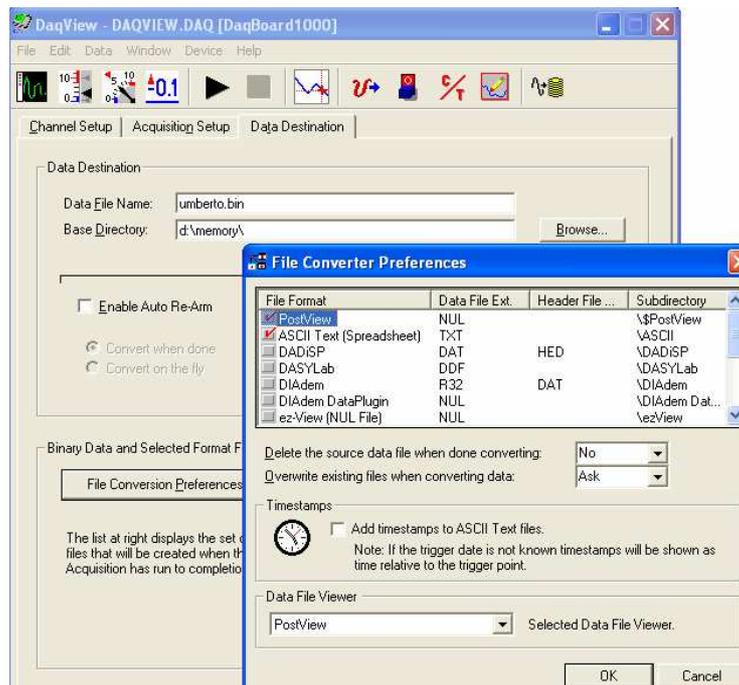


Figura 21: Ventana de Conversión de los Datos.

Durante la realización de las prácticas todos los ficheros de datos obtenidos en las mediciones se convirtieron en formato TXT como se señala en la figura anterior. Una vez que se termine con la configuración de la tarjeta se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

2.2 Consideraciones generales.

Antes de comenzar a realizar cualquier práctica es preciso destacar algunas cuestiones que son de vital importancia en la utilización apropiada de la tarjeta DaqBoard/1000 durante su utilización en las prácticas de laboratorios de Circuitos Eléctricos I relacionadas con las soluciones de redes de corriente continua.

1. 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.
2. 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.
3. No manipular los nuevos dispositivos sin previa autorización del personal encargado de impartir la práctica de laboratorio en ese momento.
4. La fuente de alimentación debe permanecer apagada hasta no tener la seguridad absoluta de un correcto diseño eléctrico.
5. 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 que todo lo expuesto anteriormente se haya cumplido, tanto la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 como el software de trabajo DaqView quedan configurados y listos para la realización de las mediciones.

2.3 Diseño de las prácticas de laboratorio utilizando la tarjeta DaqBoard/1000 y el software DaqView.

- Práctica de laboratorio 1: Comprobación experimental de las leyes de Kirchhoff utilizando la tarjeta DaqBoard/1000.

El objetivo que se persigue con la realización de esta práctica de laboratorio es que los estudiantes comprueben experimentalmente las leyes de Kirchhoff y los divisores de corriente y voltaje, que se familiaricen con el uso de la tarjeta DaqBoard/1000 para la medición de voltaje y que realicen las conexiones eléctricas necesarias para la realización de la práctica.

Para ello primeramente el estudiante debe dominar los enunciados de las leyes y cómo aplicar los divisores de voltaje y de corriente.

🔧 Comprobación experimental de la Primera Ley de Kirchhoff:

Para la comprobación experimental de la Primera Ley de Kirchhoff (LKC), los estudiantes deberán comprobar que en cada instante de tiempo la suma algebraica de las corrientes en un nodo es igual a cero.

$$\sum i = 0$$

\sum Corrientes que entran al nodo = \sum Corrientes que salen del nodo

Para ello se hace necesario seguir las orientaciones que se brindan a través de las siguientes tareas.

Tarea 1. Montar el circuito.

El esquema eléctrico diseñado en el laboratorio se muestra en la figura 22

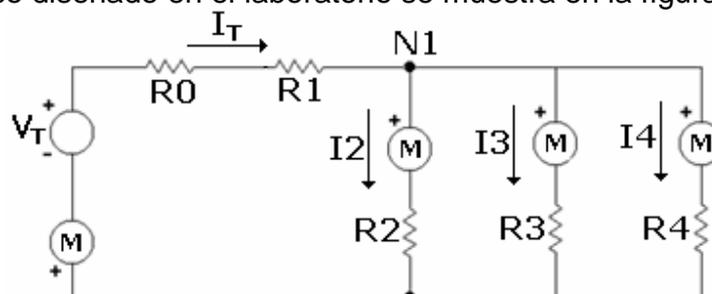


Figura 22: Esquema eléctrico utilizado para la comprobación de la LKC.

Tarea 2. Determinar la corriente que circula por cada rama del circuito.

Los valores de las resistencias empleadas para la realización de la práctica se fijaron en: $R_0=830\Omega$, $R_1=680\Omega$, $R_2=910\Omega$, $R_3=470\Omega$ y $R_4=430\Omega$.

Analizando el nodo 1 y teniendo en cuenta lo planteado por la Primera Ley de Kirchhoff obtenemos la siguiente expresión:

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \tag{2.1}$$

Teniendo en cuenta que la tarjeta DaqBoard/1000 solamente permite medir voltaje, para realizar la comprobación teórica de la LKC, se debe medir la caída de voltaje en cada una

de las resistencias, conectando los bornes de las mismas a los canales de entrada diferencial de la tarjeta por medio del conector Terminal TB-100 y valiéndonos de los valores de las resistencias aplicar la Ley de Ohm, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1.

Ley de Ohm:	$I_1 = \frac{V_T}{R_0 + R_1}$	$I_2 = \frac{V_2}{R_2}$	$I_3 = \frac{V_3}{R_3}$	$I_4 = \frac{V_4}{R_4}$
$V_{TAD}(V)$	3.5964	0.42943	0.42934	0.43046
$R(\Omega)$	(830+680)	910	470	430
$I(mA)$	2.382	0.472	0.910	1,00

V_{TAD} : Caída de voltaje obtenida con la TAD

Tarea 3. Medición de las corrientes del circuito con el multímetro digital. Conectando el multímetro digital en serie en cada rama se obtiene la corriente que circula por cada resistencia. Las lecturas obtenidas en la medición se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.

	(R_0+R_1)	R_2	R_3	R_4
$I(mA)$	2.376	0.475	0.906	0.995

Tarea 4. Comprobación de los resultados.



Con los resultados obtenidos en ambos casos se demuestra que, tanto por el método de cálculo como por el de la medición directa, se obtienen los mismos valores de corriente, demostrándose así el perfecto funcionamiento de la tarjeta y la efectiva adquisición de los datos. Aquí fácilmente se puede notar como la sumatoria de las corrientes en el nodo en estudio es igual a 0 empleando la ecuación 2.1

 Comprobación experimental de la Segunda Ley de Kirchhoff.

Para la comprobación experimental de esta ley (LKV), se deberá comprobar que la suma algebraica de los voltajes alrededor de cualquier trayectoria cerrada en un circuito es igual a cero en todo instante de tiempo, que matemáticamente se plantea de la siguiente forma:

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

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

Para ello se deben cumplir las tareas que se relacionan a continuación.

Tarea 1: Montar el esquema eléctrico para la comprobación de la LKV.

El esquema eléctrico diseñado en el laboratorio se muestra en la figura 23.

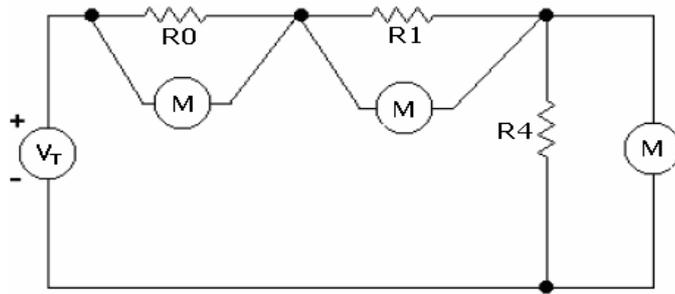


Figura 23: Esquema eléctrico utilizado para la comprobación de la LKV.

Tarea 2: Medir las caídas de voltaje en cada una de las resistencias R_0 , R_1 , R_2 y R_4 con la tarjeta DaqBoard/1000.

Los valores de las resistencias empleadas para la realización de la práctica se fijaron en: $R_0=830\Omega$, $R_1=680\Omega$ y $R_4=430\Omega$.

Analizando el circuito y teniendo en cuenta lo que plantea la Segunda Ley de Kirchhoff obtenemos la siguiente expresión:

$$V_T = V_{R_0} + V_{R_1} + V_{R_4} \quad (2.2)$$

Donde $V_{R_0}, V_{R_1}, V_{R_4}$ son las caídas de voltaje en cada una de las resistencias del circuito y V_T es el voltaje de la fuente que se prefijó en 4V.

Los valores de voltaje obtenidos en esta medición se muestran en la tabla 3.

Tarea 3: Medir con el multímetro digital la caída de voltaje en cada resistencia.

En el mismo esquema de la figura 2.9 se conecta el multímetro digital en paralelo con cada una de las resistencias para medir la caída de voltaje que provocan. Los resultados de la medición también se exponen en la Tabla 3.

Tarea 4: Comparar los resultados obtenidos por cada dispositivo de medición.



Como se muestra en la tabla 3, los resultados obtenidos en ambos casos son prácticamente iguales con diferencias de centésimas de unidad, lo que demuestra una vez más la precisión de la tarjeta.

Tabla 3.

	$R_0(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_4(\Omega)$
$V_{MUL}(V)$	1.7135	1.4041	0.8876
$V_{TAD}(V)$	1.7131	1.4034	0.8873

V_{MUL} : Voltaje obtenido con el multímetro digital.

V_{TAD} : Voltaje obtenido con la TAD

También en este caso se puede notar como los valores obtenidos durante la medición con la tarjeta y con el multímetro satisfacen la ecuación 2.2

🚦 Comprobación experimental del Divisor de Voltaje.

Para la comprobación del divisor de voltaje hay que tener presente que este método solo se usa cuando en un circuito existe una determinada cantidad de resistencias conectados en serie, donde el voltaje en cualquier resistor se calcula como se muestra en la expresión siguiente:

$$V_n = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n} * V_t \quad (2.3)$$

Para ello los estudiantes realizarán las siguientes tareas.

Tarea 1: Montar el esquema para la comprobación del Divisor de Voltaje
El esquema eléctrico diseñado en el laboratorio se muestra en la figura 24.

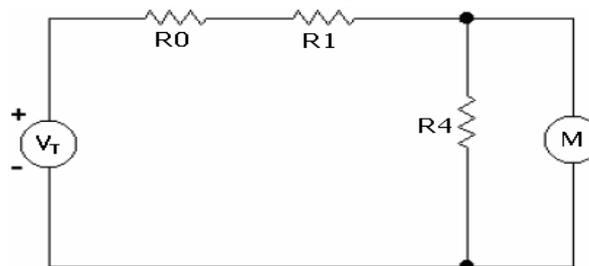


Figura 24: Esquema para la comprobación del Divisor de Voltaje.

En este esquema se utilizan los mismos valores de resistencia que en las configuraciones anteriores, tanto de resistencia como del voltaje de la fuente.

Tarea 2: Medir el voltaje en la resistencia R_4 con la TAD y con el multímetro digital. Conectando en paralelo con la resistencia R_4 primero los cables que llevan a la tarjeta y luego el multímetro digital se obtuvieron las mediciones se muestran en la tabla 4. El valor de la resistencia R_4 es el mismo que el usado para las comprobaciones anteriores.

Tabla 4.

Caídas de Voltajes	Resistencia(R_4)
$V_{MUL}(V)$	0.8876
$V_{TAD}(V)$	0.8873

Tarea 3: Comprobación de los resultados.

Para la comprobación teórica del divisor de voltaje se calcula el valor de la caída de voltaje en la resistencia R_4 a través de la ecuación 2.3 con la que se obtiene que:

$$V_{R_4} = 0,8865V$$



Al observar la tabla 4 se puede apreciar que todos los resultados mostrados están en el mismo orden, por lo que se puede demostrar la validez del Divisor de Voltaje.

🚦 Comprobación experimental del Divisor de Corriente.

Para la comprobación del Divisor de Corriente hay que tener presente que este método solo se usa cuando en un circuito existe una determinada cantidad de resistores conectados en paralelo, donde la corriente que circula por cualquier resistencia se calcula como se muestra en la expresión siguiente:

$$I_n = \frac{\frac{1}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} * I_t \quad (2.4)$$

Si solamente se tienen dos resistencias en paralelo, entonces la corriente que circula por la resistencia R_n se calcula:

$$I_n = \frac{R}{R + R_n} * I_t \quad (2.5)$$

Donde I_t es la corriente que entra al paralelo.

Una vez más los estudiantes deberán cumplir las tareas que se relacionan a continuación para desarrollar la práctica.

Tarea 1: Montar el esquema de trabajo

El esquema que se debe montar en el laboratorio se muestra en la figura 25.

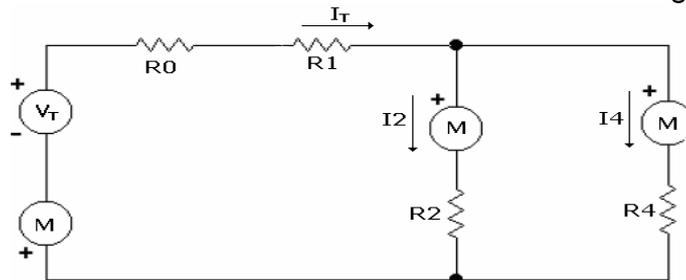


Figura 25: Esquema utilizado para el Divisor de Corriente.

Nuevamente se emplean los mismos valores de resistencia y de voltaje de la fuente.

Tarea 2: Obtener la corriente que circula por las ramas de R_2 y R_4 .

Para determinar la corriente que circula por esas ramas se debe medir la caída de voltaje con la tarjeta y luego calcular la corriente a través de la Ley de Ohm. Ver Tabla 5

Tabla 5.

Ley de Ohm:

	$I_2 = \frac{V_2}{R_2}$	$I_4 = \frac{V_4}{R_4}$
$V_{TAD}(V)$	0,64775	0,64714
$R(\Omega)$	910	430
$I(mA)$	0,711	1,504

La corriente I_1 se calcula aplicando la primera Ley de Kirchhoff, dando como resultado que $I_T = 2,215mA$.

Tarea3: Medición de las corrientes con el multímetro digital.

En el mismo esquema eléctrico se toman las lecturas de la corriente que circula por cada una de las ramas conectando el multímetro en serie con las resistencias. Los resultados obtenidos durante la medición se presentan en la tabla 6.

Tabla 6.

	Rama de R_0, R_1	Rama de R_2	Rama de R_4
I_1 (mA)	2,211	—	—
I_2 (mA)	—	0,710	—
I_4 (mA)	—	—	1,500

Tarea 4: Comprobación de los resultados

Para la comprobación teórica de este divisor se calcula la corriente que circula por R_4 utilizando la expresión 2.5, obteniéndose que:

$$I_4 = 1.5015$$



Con la observación de los resultados obtenidos durante el cálculo de la corriente empleando la tarjeta, el multímetro y la expresión matemática del divisor de corriente queda claro que los valores son muy aproximados, de manera que una vez más se demuestra la eficiencia del trabajo de la Tarjeta de Adquisición de Datos y del propio método.

Las diferencias, aunque mínimas, obtenidas en el cálculo del divisor de corriente y de voltaje respecto a los valores medidos con la TAD y el multímetro, se deben a que la fuente V_T solamente tiene una cifra significativa después del punto, por lo que puede oscilar entre 3,95 y 4,04 lo que representa un error de 1% en la medición.

🔧 Instrumentos y accesorios utilizados en la práctica.

Para la realización de la práctica se emplearon los siguientes instrumentos y equipos:

- ◆ Fuente doble regulable de Voltaje de DC (XJ17332L).
- ◆ Multímetro Digital de rango variable de corriente directa (UT804)
- ◆ Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000
- ◆ Cajas decádicas de resistencias (5).
- ◆ Conector Terminal TB-100.
- ◆ Cables de conexión.

🔧 Conclusiones de la práctica

Con la realización de esta práctica de laboratorio se puede comprobar experimentalmente dos de los métodos de análisis de circuitos más utilizados. La validez tanto de las leyes de Kirchhoff como de los divisores de corriente y de voltaje ha quedado probada de manera contundente a partir del análisis de los resultados obtenidos experimentales y analíticos, demostrando la marcha unida de los aspectos teóricos y sus aplicaciones en la práctica.

- Práctica de Laboratorio 2: Comprobación experimental del método de Superposición de los Efectos.

El objetivo que se persigue con la realización de esta práctica de laboratorio es que los estudiantes comprueben experimentalmente el Teorema de Superposición de los Efectos, que comiencen a desarrollar habilidades en el uso de la tarjeta DaqBoard/1000 para la medición de voltaje y que realicen las conexiones eléctricas necesarias para la realización de la práctica.

Para ello primeramente el estudiante debe dominar el enunciado de dicho teorema que para las condiciones de esta práctica puede describirse mediante la ecuación que plantea que:

$$I_{R5} = I_{R5(aa^*)} + I_{R5(bb^*)} \quad (2.6)$$

Donde $I_{R5(aa^*)}$ es la corriente debido al aporte de la fuente E_{aa^*} y la corriente $I_{R5(bb^*)}$ es la corriente debido al aporte de la fuente E_{bb^*} .

Para la comprobación experimental del teorema se implementó en el laboratorio una maqueta cuyo esquema eléctrico se muestra en la figura 26.

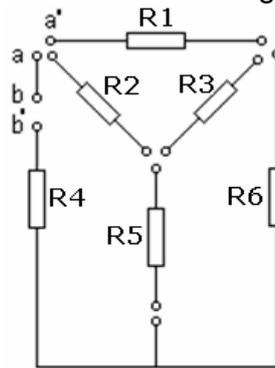


Figura 26: Esquema utilizado en el método de Superposición de los Efectos.

En esta maqueta se tienen dos pares de bornes a los que se conectan las fuentes E_{aa^*} y E_{bb^*} respectivamente y 6 resistores denotados R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 y R_6 .

Tarea 1: Medición de las resistencias de la maqueta con el multímetro digital.

Conectando el multímetro digital en paralelo con cada una de las resistencias presentes en la maqueta se obtiene el valor de las mismas, las lecturas obtenidas en la medición se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
830 Ω	910 Ω	680 Ω	470 Ω	6800 Ω	430 Ω

Tarea 2: Fijar los valores de la fuente doble regulable de voltaje de CD.

Obtenidos todos los valores de resistencia se fijan los valores de la fuente doble regulable de voltaje de CD en $E_{aa^*}=4V$ y $E_{bb^*}=2V$, teniendo en cuenta que la TAD solo admite desde $-10V$ a $10V$.

Tarea 3: Medición de la corriente $I_{R5(aa^*)}$ debido al aporte de E_{aa^*} , de $I_{R5(bb^*)}$ debido al aporte de E_{bb^*} y de I_{R5} debido al aporte de ambas fuentes con el multímetro digital. Para ello primeramente se debe conectar la fuente E_{aa^*} en los bornes a-a* y cortocircuitar los bornes b-b* y con el multímetro digital en serie en la rama de la resistencia R5 se obtiene la corriente $I_{R5(aa^*)}$ que circula debido al aporte de E_{aa^*} , Luego se debe conectar la fuente E_{bb^*} en los bornes b-b* y cortocircuitar los bornes a-a*, para medir la corriente que circula por $I_{R5(bb^*)}$ con el multímetro una vez más y finalmente medir con el multímetro la corriente que circula por R5 debido al aporte de las dos fuentes. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10. Estas mediciones se deben realizar en el campo de 400 μ A del multímetro

Tabla 10.

Aporte de E_{aa^*}	Aporte de E_{bb^*}	Aporte de E_{aa^*} y E_{bb^*}
$I_{R5(aa^*)}= 228,31\mu A$	$I_{R5(bb^*)}=-6,90\mu A$	$I_{R5}=221,32\mu A$

Para demostrar la validez del Teorema de Superposición de los Efectos se debe realizar la comprobación experimental utilizando la expresión (2.6), obteniéndose que: $I_{R5}=221,41\mu A$.

Tarea 4: Medir la caída de voltaje en la resistencia R5 con la tarjeta DaqBoard/1000 debido al aporte de E_{aa^*} , E_{bb^*} y de ambas.

Para determinar la corriente I_{R5} que circula por la rama de R_5 se debe medir con la tarjeta la caída de voltaje en dicha resistencia y aplicar la ley de Ohm, primeramente teniendo en cuenta el aporte de la fuente E_{aa^*} cortocircuitando los terminales b-b*, luego el aporte de la fuente E_{bb^*} cortocircuitando ahora los terminales a-a* y por último el aporte de ambas fuentes. Los resultados que se muestran en la tabla 11.

Tabla 11.

Aporte de E_{aa^*}	Aporte de E_{bb^*}	Aporte de E_{aa^*} y E_{bb^*}
$V_{TAD(aa^*)}=1,6558V$	$V_{TAD(bb^*)}=-0,0503V$	$V_{TAD(R5)}=1,6050V$
$I_{R5(aa^*)}=243,5\mu A$	$I_{R5(bb^*)}=-7,39\mu A$	$I_{R5}=236,09\mu A$

Mediante la medición con la Tarjeta ha quedado una vez más demostrada la validez del Teorema.

Tarea 5: Comparación de los resultados.

Con la observación de los resultados obtenidos durante el cálculo de la corriente empleando la tarjeta y el multímetro se puede comprobar la validez del Teorema de Superposición de los Efectos y una vez más la precisión de la medición con la Tarjeta de Adquisición de Datos.



El pequeño error que se aprecia se debe a que las fuente $E_{aa^*}=4V$ puede estar entre 3.95 y 4.04 lo que representa hasta un 1%, y en caso de la fuente $E_{bb^*}=2V$ puede estar

entre los 1.95 y 2.04 lo que representa hasta un 2%, lo que quiere decir que puede haber un error hasta de un 3% en la medición con ambas fuentes conectadas.

🔧 Instrumentos y accesorios utilizados en la práctica.

Para la realización de la práctica se emplearon los siguientes instrumentos y equipos:

- ◆ Fuente doble regulable de Voltaje de DC. (XJ17332L)
- ◆ Multímetro Digital de rango variable de corriente directa. (UT804)
- ◆ Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000
- ◆ Maqueta de laboratorio.
- ◆ Conector Terminal TB-100.
- ◆ Cables de conexión.

🔧 Conclusiones de la práctica

Con la realización de esta práctica de laboratorio se puede comprobar experimentalmente uno de los teoremas de análisis de circuitos más utilizados. La validez del Teorema de Superposición de los Efectos ha quedado probada de manera contundente a partir del análisis de los resultados obtenidos experimentales y analíticos, demostrando la marcha unida de los aspectos teóricos y sus aplicaciones en la práctica.

• Práctica de Laboratorio 3: Comprobación del Teorema de Thevenin.

El objetivo que se persigue con la realización de esta práctica de laboratorio es que los estudiantes comprueben experimentalmente el Teorema de Thevenin, que continúen con el desarrollo de habilidades en el uso de la tarjeta DaqBoard/1000 para la medición de voltaje y que realicen las conexiones eléctricas necesarias para la realización de la práctica.

Para ello primeramente el estudiante debe dominar el enunciado de dicho teorema que plantea que cualquier red fuente resistiva lineal actúa en sus terminales como una fuente de voltaje ideal de valor E_{Th} conectada en serie con una resistencia vista entre esos terminales, de valor R_{Th} . La corriente en la rama de interés se calcula por medio de la expresión:

$$I_{R5} = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R5} \quad (2.7)$$

Donde: E_{Th} es el voltaje a circuito abierto o el voltaje de Thevenin, R_{Th} es el valor de la resistencia de Thevenin visto entre los puntos c y d' y R5 es la resistencia conectada entre los bornes c y d'.

Para la comprobación experimental del teorema se utilizó la misma maqueta que en la práctica anterior como se muestra en la figura 27, ahora con la fuente de voltaje $E_{aa^*}=2V$ conectada entre los bornes a-a*.

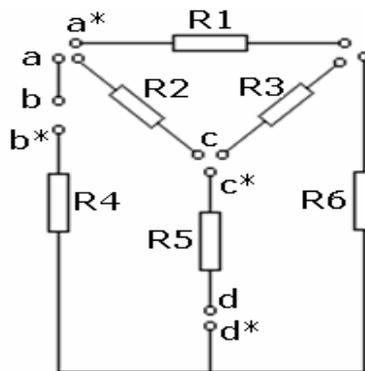


Figura 27: Esquema utilizado en el método de Thevenin.

Tarea 1: Medición de la corriente que circula por la rama R5 con el multímetro digital. Se conecta el multímetro digital en serie con la resistencia R5, o sea entre los terminales c y c' y cortocircuitando los bornes b-b* y d-d* obtenemos el valor de la corriente, como se muestra a continuación.

$$I_{R5}=0,118\text{mA}$$

Tarea 2: Efectuar el corte de Thévenin en la resistencia R5.

Después de haber obtenido el valor de la corriente se debe realizar el corte de la rama de la resistencia R5 para obtener los valores de voltaje y resistencia de Thevenin visto entre los bornes c y d*.

Tarea 3: Medir el voltaje visto entre los puntos c y d' con la TAD y con el multímetro digital.

Una vez que en la maqueta se haya aislado la resistencia R5, se pasa a obtener mediante la utilización del multímetro digital y la TAD el voltaje visto entre los puntos c y d', los resultados obtenidos se muestran en la tabla 12.

Tabla 12

	Voltaje de Thevenin (E_{Th})
$V_{TAD}(V)$	0,88762
$V_{MUL}(V)$	0,8876

Tarea 4: Medición con el multímetro digital de la resistencia R_{Th} .

Para la medición de la resistencia de Thevenin (R_{Th}) se conecta el multímetro digital entre los terminales c y d' y sustituyendo la fuente de voltaje E_{aa^*} por su resistencia interna, se obtiene como resultado el siguiente: $R_{Th}=0,629\text{K}\Omega=629\Omega$

Tarea 5: Diseño del circuito equivalente de Thevenin.

Teniendo el voltaje y la resistencia de Thevenin (R_{Th}) obtenidos en las tareas anteriores queda todo listo para diseñar el circuito equivalente de Thevenin como se muestra en la figura 28.

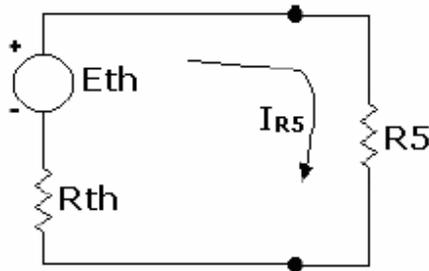


Figura 28: Circuito equivalente de Thevenin.



Con la fuente de voltaje regulable de CD utilizada no se puede fijar el voltaje de Thevenin medido a través de la tarjeta, por lo que se recomienda que para fijar el voltaje de Thevenin se debe utilizar un voltímetro de mayor precisión, como puede ser el ZVA-1.

Tarea 6: Comprobación del Teorema de Thevenin:

Para la comprobación teórica del teorema se calcula la corriente I_{R5} que circula por el circuito de la figura anterior utilizando la expresión 2.7, obteniéndose que:

$$I_{R5} = \frac{0,88762V}{(629 + 6800)\Omega} = 0,119mA$$

Al observar los resultados obtenidos tanto de forma experimental como teórica como se muestra en la tabla 13 una vez más se demuestra la validez del Teorema así como la precisión de las mediciones realizadas con la Tarjeta de Adquisición de Datos.

Tabla 13.

Resultados experimentales
 $I_{R5}=0,118mA$

Resultados analíticos
 $I_{R5}=0,119mA$

🔧 Instrumentos y accesorios utilizados en la práctica.

Para la realización de la práctica se emplearon los siguientes instrumentos y equipos:

- ◆ Fuente doble regulable de Voltaje de DC.
- ◆ Multímetro Digital de rango variable de corriente directa.
- ◆ Maqueta del laboratorio.
- ◆ PC con Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000
- ◆ Conector Terminal TB-100.
- ◆ Cables de conexión.

🔧 Conclusiones de la práctica

Con la realización de esta práctica de laboratorio se puede comprobar experimentalmente uno de los teoremas de análisis de circuitos eléctricos más utilizados. La validez del Teorema de Thevenin ha quedado probada de manera contundente a partir del análisis de los resultados obtenidos experimentales y analíticos, demostrando la marcha unida de los aspectos teóricos y sus aplicaciones en la práctica.

2.4 Valoración económica

Análisis del costo de aplicación del proyecto:

N ⁰	Modelo	Descripción	Cantidad	Precio Base USD/U
1	98	Cajas Decádicas de Resistencias:	24	12.56
2	Ut804	Multímetro Digital	24	260
3	12	TAD DaqBoard/1000	10	1732,50
4	11	Conector Terminal TB-100	10	10,50
5	XJ17332L	Fuente de DC regulable	24	189,80
6	PC1	Computadora Personal	20	760
7	PC2	Monitor 17"	20	108

2.5 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 las leyes de Kirchhoff, el divisor de voltaje y de corriente, el teorema de Superposición de los Efectos y el de Thevenin con otros instrumentos de medición como es el caso del multímetro digital (UT804), 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

- ✚ 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.
- ✚ 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 las soluciones de redes de corriente directa, permitirá que los estudiantes de la FIE desarrollen habilidades de medición con el uso de las TIC.

Recomendaciones

- ✚ Disponer de al menos 1 hora antes de realizarse las prácticas para el calentamiento de los equipos.
- ✚ Investigar cuál es el método más adecuado para limitar hasta ± 10 V el voltaje que entra a la TAD.
- ✚ Continuar con el estudio de la Tarjeta de Adquisición de Datos DaqBoard/1000 y su software para el trabajo con circuitos excitados con corriente alterna.
- ✚ Estudiar la posibilidad de implementar las prácticas con el LabView.

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 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 (**DAQ**).

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:

1. 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.
2. Un seguidor de fase usado para conducir una serie de entradas sin sobrecargar la etapa anterior.
3. 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

condicionadores 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 $\times n$ o $\pm \text{dB}$.

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 sinusoidal.

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 múltiple-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

Anexo 1: Descripción de 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	POSREF	+5 VDC Ref. positiva	20
TTLTRG	Entrada de disparo TTL	6	AGND	Analógico común	Note.2
GND	Común digital	Note.1	NEGREF	-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

Tabla 1: Descripción de los terminales y pines del conector TB-100



1. Los pines digitales comunes en el conector SCSI III, son: 35, 36 y en 40.
2. Los pines analógicos comunes en el conector SCSI III, son: 24, 27, 29, 32, 56, 59, 64 y 67.

Anexo 2: Imagen y descripción de la pestaña Chanel Setup.

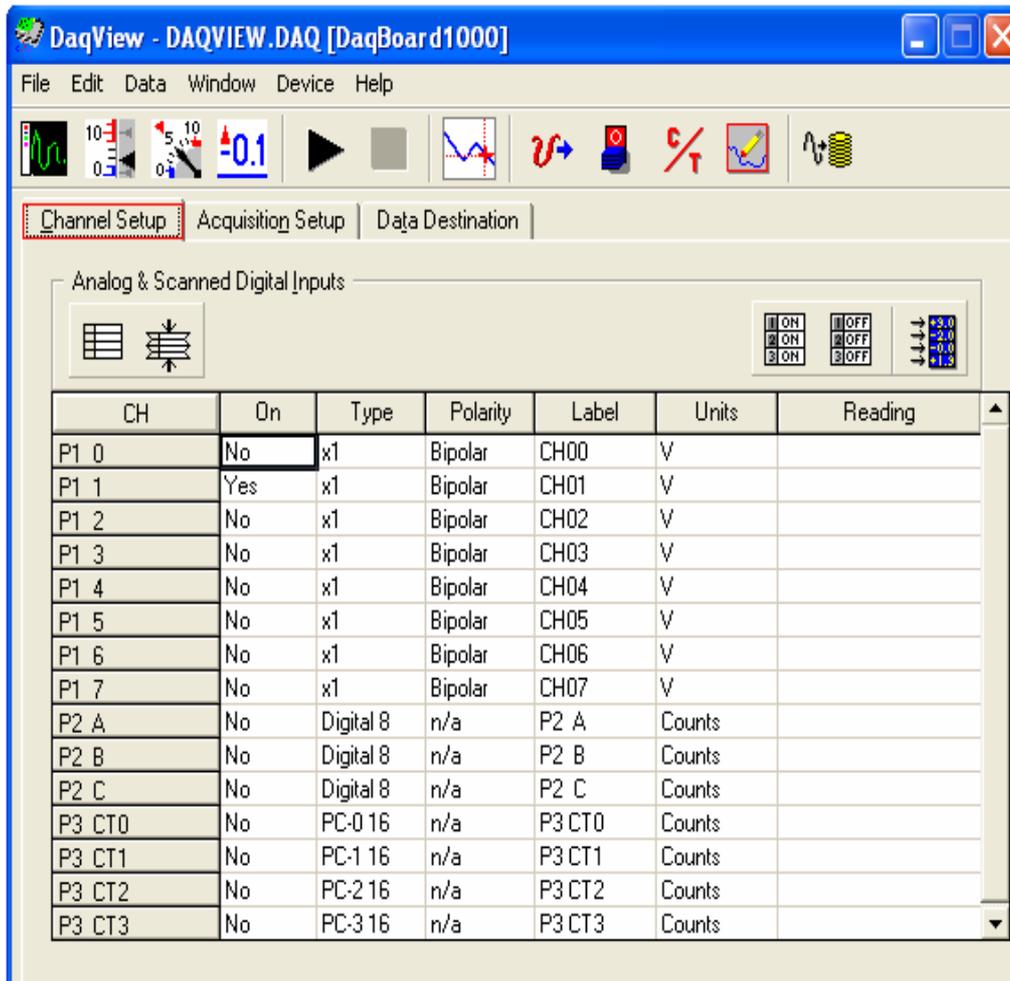


Figura 1: Pestaña Channel Setup (Configuración De Canal) seleccionada.

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	<p>Esta columna le permite al usuario, configurar la ganancia o el tipo de entrada de cada canal. La Ganancia (Gain) 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> <p>◆ Nota: Si uno de los Contadores del puerto 3 está activo en el proceso de 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	Esta columna muestra la polaridad del canal, en nuestro caso los canales siempre van a ser bipolares, pues la Tarjeta DaqBoard/1000 es bipolar.
Label	Esta columna muestra el nombre descriptivo del los canales. La etiqueta por defecto, es el número del canal, pero este puede ser cambiado y debe ser único en cada caso.
Units	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.
Readings	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.

Tabla 2: Columnas de la ventana Configuración de Canal.

Anexo 3: Imagen y descripción de la pestaña Acquisition Setup.

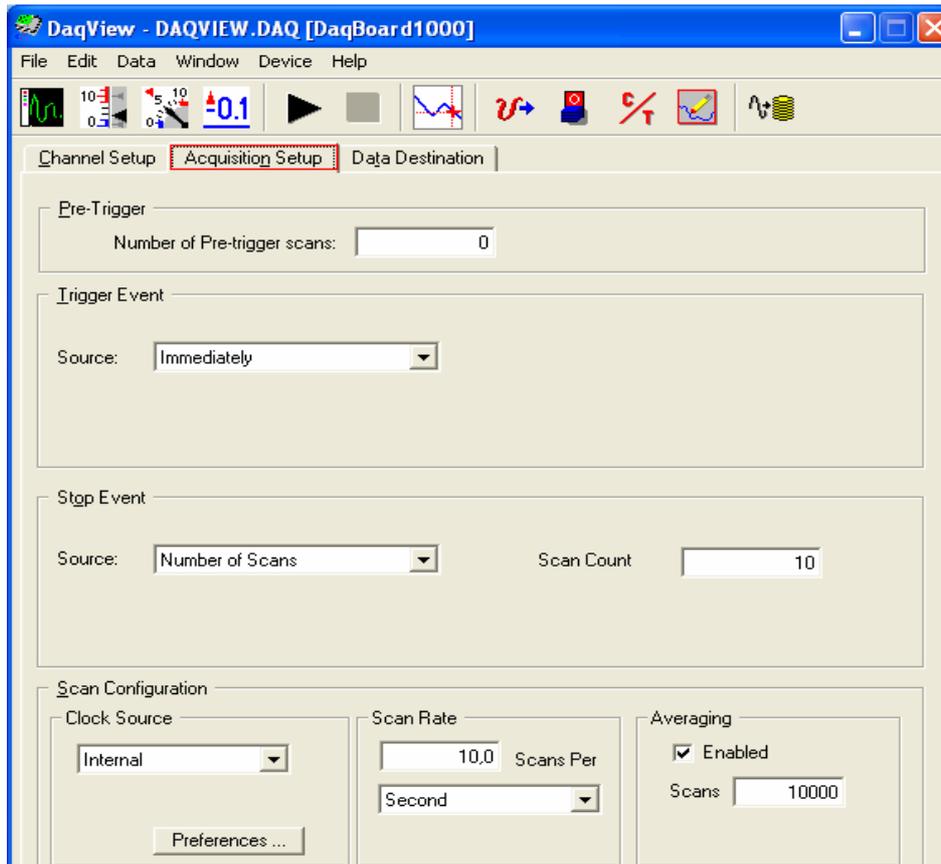


Figura2: Pestaña Acquisition Setup

Ventana de Acquisition Setup Window (Configuración De Adquisición).

Parámetros.	Descripción.
Pre-Trigger. (Pre-Disparo).	Es el número de escaneo a realizar antes de que se ejecute el evento de disparo.

Trigger Event.
(Evento de Disparo).

Seleccione la fuente de disparo, esta depende del dispositivo. Las posibles fuentes de disparo pueden ser:

Immediately (Inmediatamente): Arma y ejecuta el disparo inmediatamente.

Manual Trigger (Disparo Manual): Prepara el proceso de adquisición y espera que el usuario pulse una tecla para comenzar.

External TTL High/Low (Alto/Bajo Nivel TTL Externo): Espera por un nivel alto/bajo en la entrada de disparo TTL.

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.

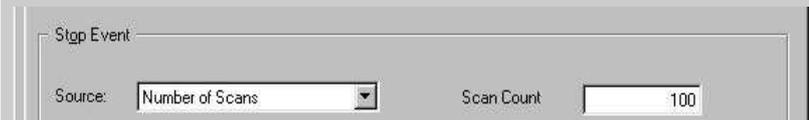
Above/Below Level (Nivel Por Encima/Debajo): Monitorea el valor en el canal seleccionado y dispara cuando se alcanza este valor.

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.

Stop Event.
(Evento De Parada).



El panel Evento De Parada (**Stop Event**) es usado para configurar el evento que finalizará el proceso de adquisición. Este incluye las posibles fuentes:

Source (Fuente):

 **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.

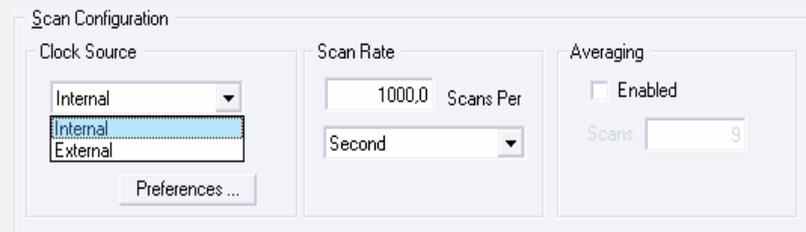
 **Rising/Falling Edge** (Borde Por Encima/Debajo): Monitorea el valor

Stop Event.
(Evento De Parada).

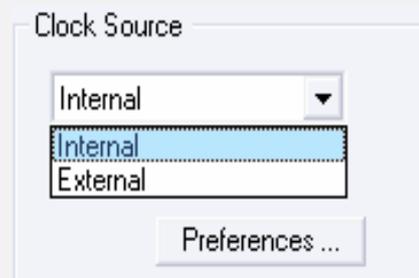
con histéresis en canal seleccionado; finaliza el proceso de escaneo cuando se los parámetros especificados.

- **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).



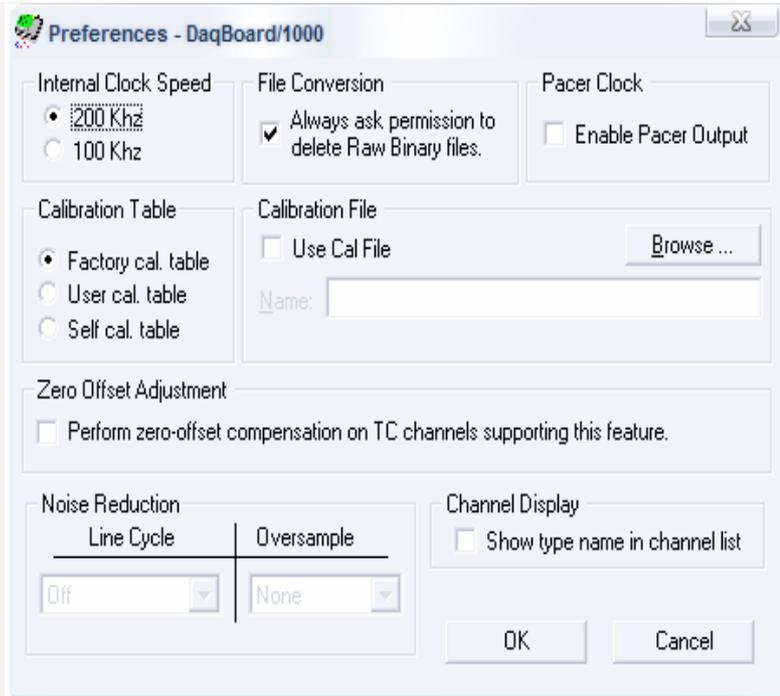
Clock Source (Fuente de Reloj):



- **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):



Scan Configuration.
(Configuración Escaneo).

de

-  **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 desvío del cero, para los canales con termopares que soporten esta función correctiva.

-  **Nota:**
 En la tarjeta que usamos la opción Noice Reduction (Reducción De Ruido), aparece desactiva pues esta tarjeta no soporta esta opción.

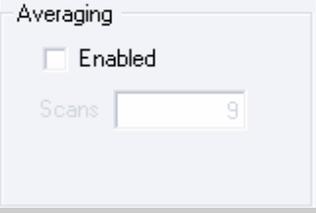
Scan Configuration. (Configuración de Escaneo).	<p>Scan Rate (Taza De Escaneo):</p>  <p>La frecuencia de escaneo puede ser configurada en segundos, milisegundos, minutos, u horas, mediante el bloque desplegable. La frecuencia máxima de escaneo, depende de la cantidad de canales que estén activos y si esta activo o no, el Averaging (Promedio). Al habilitar más canales o activando el Averaging, se disminuye la frecuencia máxima de escaneo.</p>
	<p>Averaging (Promedio):</p>  <p>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 escaneo, pero la frecuencia y el número de escaneo, aplicados por el DaqView, no varían. Los datos promediados no son enviados al Osciloscopio.</p> <p>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.</p>

Tabla 3: Descripción de las funciones de la pestaña Acquisition Setup.

Anexo 4: Imagen y descripción de la pestaña Data Destination

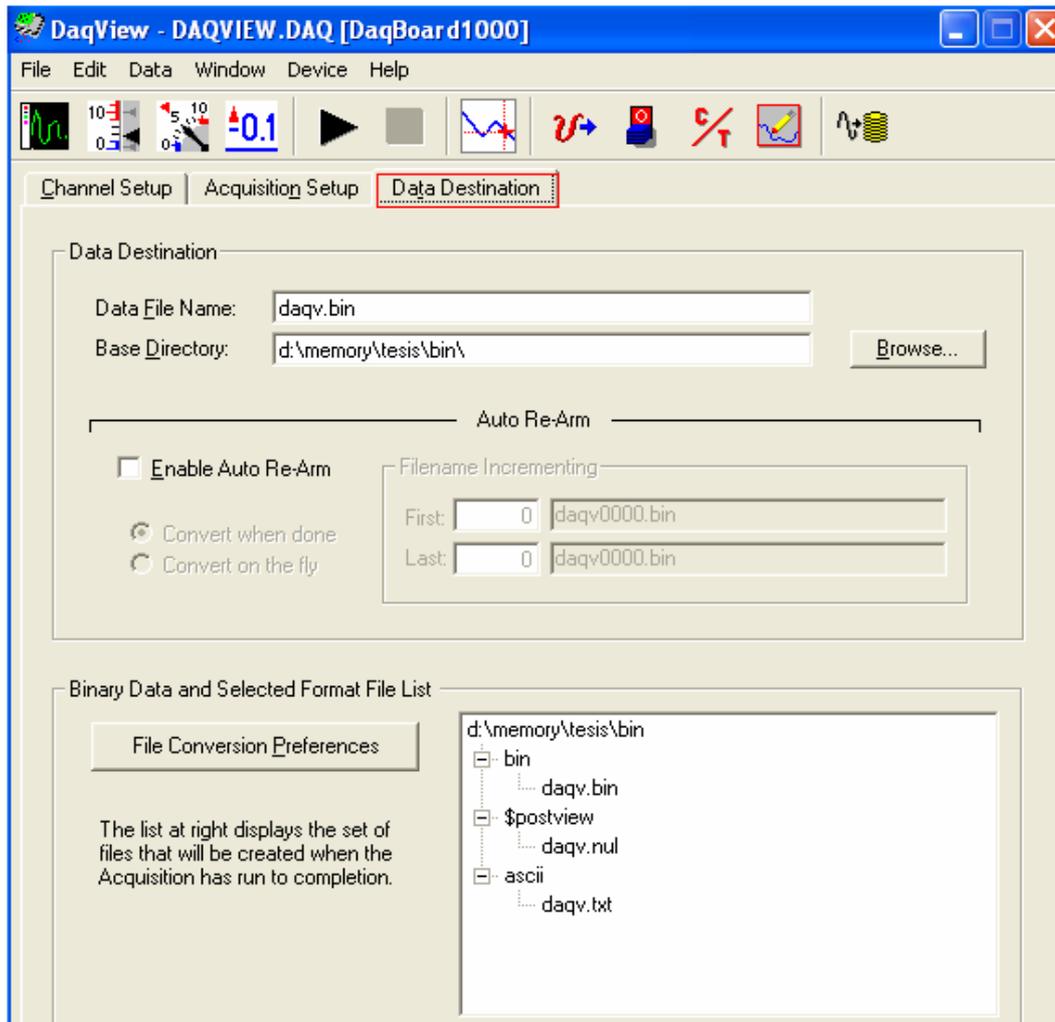


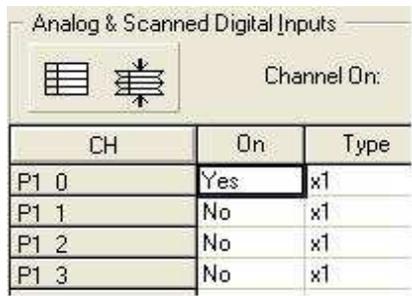
Figura 3: Pestaña Data Destination.

Ventana Data Destination (Destino De Los Datos).	
Parámetros.	Descripción.
Data Destination (Destino De Los Datos).	<ul style="list-style-type: none">  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.  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>	<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>
<p>Binary Data And Selected File Format List (Datos Binarios Y Lista De Los Formatos De Los Ficheros Seleccionados)</p>	<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. 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>

Tabla 4: Descripción de las funciones de la pestaña Data Destination.

Anexo 5: Función de los botones para mostrar todos los canales o sólo los activos.



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

(a)



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

(b)

Figura 4: (a) Muestra todos los canales, (b) Muestra los canales activos

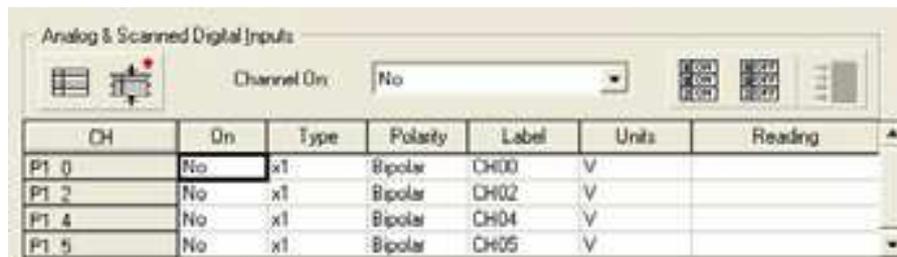
Anexo 6: Función de los botones Activar/Desactivar canales



The screenshot shows the 'Analog & Scanned Digital Inputs' window. At the top, there is a 'Channel On' dropdown menu set to 'Yes'. Below this is a table with the following data:

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	

Figura 5a): Muestra todos los canales de lectura activados (YES).



The screenshot shows the 'Analog & Scanned Digital Inputs' window. At the top, there is a 'Channel On' dropdown menu set to 'No'. Below this is a table with the following data:

CH	On	Type	Polarity	Label	Units	Reading
P1_0	No	x1	Bipolar	CH00	V	
P1_2	No	x1	Bipolar	CH02	V	
P1_4	No	x1	Bipolar	CH04	V	
P1_5	No	x1	Bipolar	CH05	V	

Figura 5(b): Muestra todos los canales de lectura desactivados (NO).

Anexo 7: Tabla comparativa de una medición realizada primero sin filtro y luego con filtro.

Con filtro	Sin filtro
-1,5259e-004	7,6295e-004
-1,5259e-004	1,3733e-003
-1,5259e-004	1,3733e-003
-1,5259e-004	1,3733e-003
-1,5259e-004	7,6295e-004
-1,5259e-004	7,6295e-004
-1,5259e-004	1,0681e-003
-1,5259e-004	1,3733e-003
-1,5259e-004	7,6295e-004
-1,5259e-004	1,3733e-003

Anexo 8: Dispositivos utilizados en las prácticas de laboratorio diseñadas y sus especificaciones:

Dispositivos:

- ◆ TAD DaqBoard/1000.
- ◆ Conector Terminal TB-100.
- ◆ 5 Cajas decádicas de resistencias.
- ◆ Un multímetro digital.
- ◆ Una Fuente doble de tensión directa.

Especificaciones:

◆ **Caja decádica de resistencia:**

Modelo J2361-2

Paso de exactitud: 0.2 pasos

Margen ajustable del valor de la resistencia: 0 – 9999 Ω

Posición cero de resistencia: $R_0 < 0.04 \Omega$

Temperatura disponible: 0 – 40 °C

Resistencia de aislamiento entre el circuito y la parte metálica del exterior: $> 5M \Omega$.

Humedad Relativa: $< 80\%$.

Dimensión: 175mm x 125mm x 82mm.

◆ **Fuente doble de tensión directa:**

Modelo XJ17332L

Alimentación de línea: 110V/60Hz.

Voltaje de salida: 0 – 30V.

Corriente de salida: 0 – 2A.

Temperatura ambiente de operación: 0 ~ +40 C° .

Humedad Relativa: $< 90\%$.

Dimensión: 375mm x 260mm x 170mm.

Tiempo de operación: 12h continuamente.

◆ **Multímetro Digital:**

Modelo UT804

Voltaje de DC: 0 – 1000V

Precisión básica: voltaje de DC 0.025%, voltaje de AC 0.4%

Corriente de DC: 0 – 10A (5~10A para ≤ 10 segundos, intervalos ≥ 15 min.).

Resistencia: 0 – 40M Ω .

Capacitancia: 0 – 40mF.

Frecuencia: 0 ~ 400MHz.

Temperatura: -40 C° ~ 1000 C° (-40° F ~ 1832° F).