

## **Práctica 1. Introducción a la programación en Labview™**

### **1. Resumen**

Esta es una práctica introductoria, en la que el profesor expondrá los conceptos más básicos de la programación en LabVIEW™.

### **2. Trabajo Previo**

**Recuerde que el pre-informe es de naturaleza individual, personal e intransferible. Se recomienda NO trabajar en grupo para evitar similitudes y que su pre-informe sea anulado por copia. Debe ser presentado en formato IEEE y toda la redacción de sus respuestas, así como las figuras y tablas deben ser 100% originales y legibles.**

**Para evitar que su pre-informe se anule por copia de internet, usted debe consultar varias fuentes bibliográficas, estudiarlas y comprenderlas, para luego redactar sus respuestas con sus propias palabras, sin olvidar citar adecuadamente las fuentes utilizadas.**

**Al programar, usted debe hacer sus propias implementaciones desde cero, aún cuando se le pida replicar un programa del texto guía.**

Para el trabajo previo de esta práctica, dé respuesta a las siguientes preguntas:

1. Lea detenidamente las normas de seguridad en el laboratorio y prepárese para contestar preguntas verbales sobre estas normas.
  2. ¿Qué es LabVIEW™? ¿Qué significa la sigla LabVIEW en inglés y cuál sería una traducción adecuada al español?
  3. ¿Qué compañía produce LabVIEW™ y que otros productos importantes en instrumentación y medidas ofrecen?
  4. ¿Con qué extensión se guardan los programas de LabVIEW™ y por qué se llama así?
  5. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre el esquema de programación en LabVIEW™ y los esquemas de los demás lenguajes de programación, como C/C++ por ejemplo?
  6. ¿Qué limitaciones tiene la versión de demostración de LabVIEW™?
  7. ¿De dónde se descarga la versión de demostración de LabVIEW™?
- Pruebe descargar una versión de demostración adecuada e instalarla en su PC.

### **3. Desarrollo de la práctica**

El profesor presentará los conceptos básicos de LabVIEW™ en la primera hora de clase, a partir del capítulo 1 del texto guía [1].

3.1. Desarrolle el mismo procedimiento descrito en el ejercicio 1.1 (página 55) del texto guía [1], pero utilizando en cambio el siguiente circuito

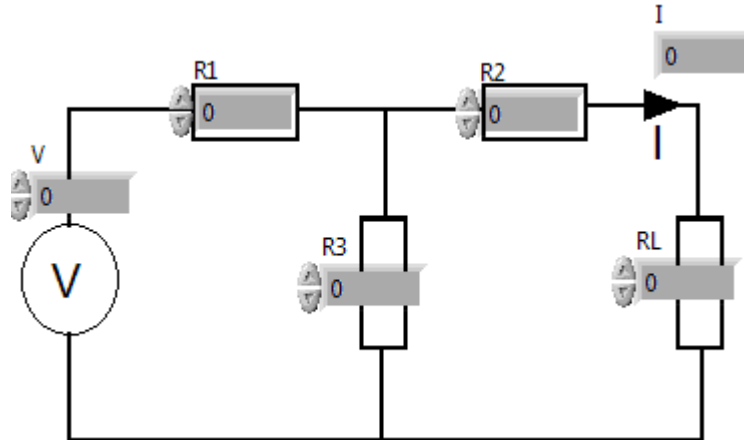


Figura 1. Circuito a implementar.

Demuestre que la corriente  $I$  en este circuito DC está dada por la expresión

$$I = \frac{V R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_L + R_3 R_L}$$

y que se puede implementar en LabVIEW™ según

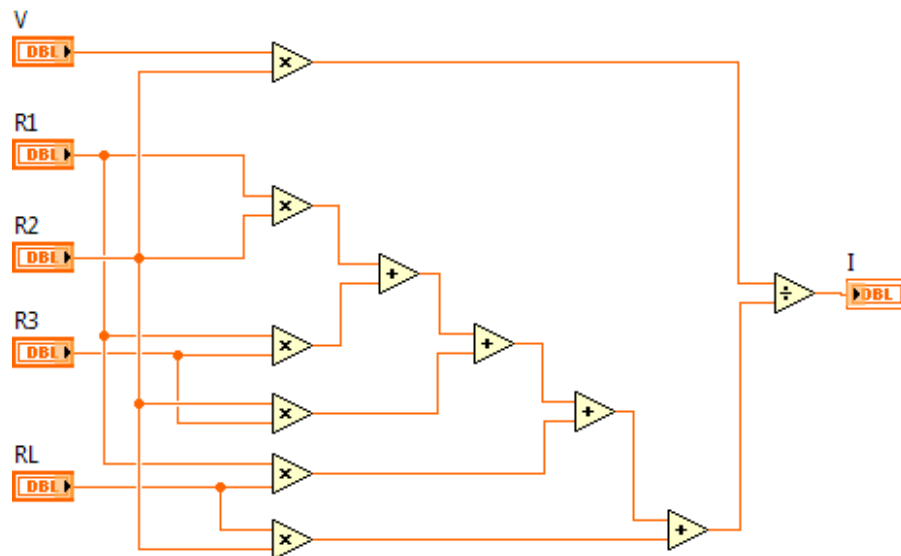


Figura 2. Codificación en G de la función  $I$  (Corriente).

Modifique este programa de tal forma que ahora la fuente de voltaje pueda ser alterna, y en lugar de resistencias, sea posible especificar impedancias. La corriente resultante debe ser por supuesto alterna también.

3.2. Cree un panel de control idéntico al de la figura 2.

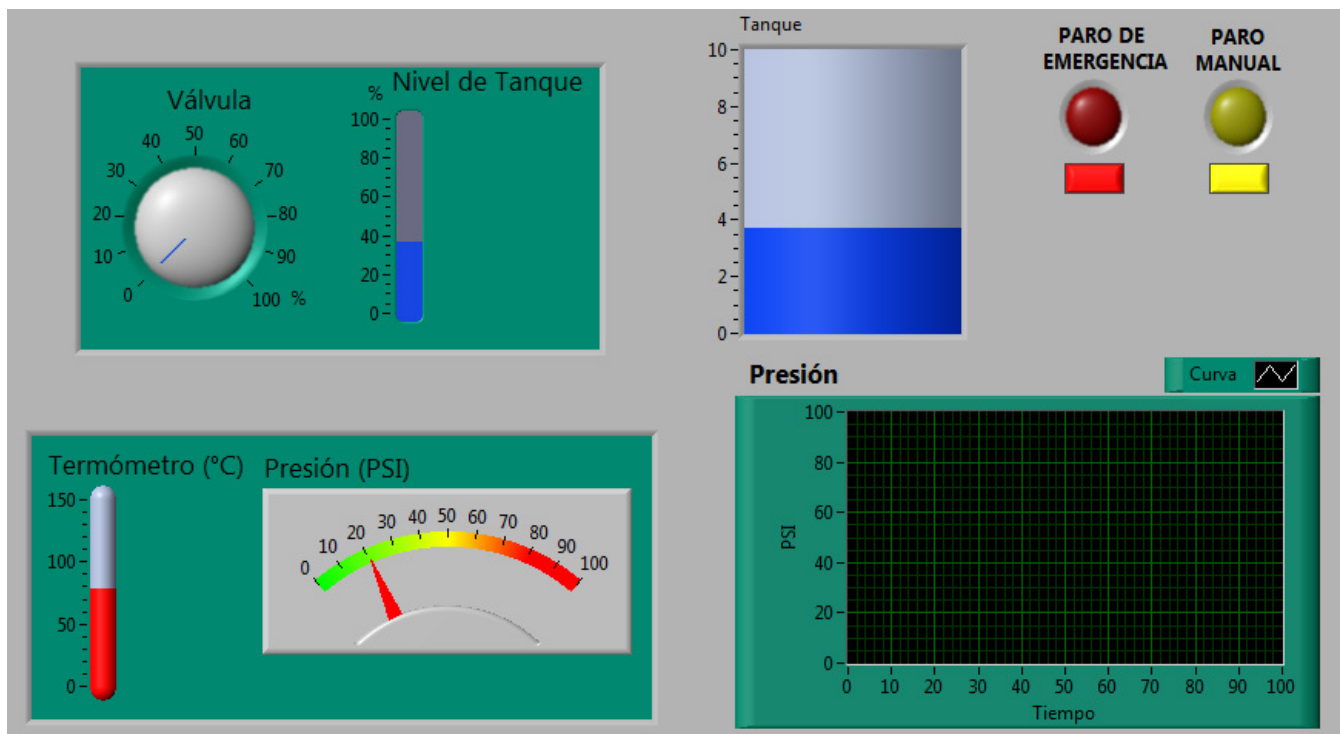


Figura 2. Panel frontal a implementar.

3.3. Desarrolle un programa en LabVIEW™ que evalúe la función

$$y = 3 + \frac{\sqrt{x^2 + 5}}{8}$$

para cualquier valor real de x.

3.4. Codifique en G la expresión booleana

$$S = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$$

## 4 Informe

**Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo. Dicho informe también debe ser presentado en formato IEEE.**

**Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.**

1. Responda las siguientes las preguntas, de forma clara, completa y concisa.
  - a. A partir de su experiencia, ¿en qué se diferencian LabVIEW y otras herramientas software de simulación, como por ejemplo, SIMULINK?
  - b. ¿Para qué sirven las paletas de controles y funciones de LabVIEW y en qué se diferencian?

- c. Explique la función de cada uno de los botones que se encuentran en la barra de herramientas del diagrama de bloques.
- d. ¿Cuáles son los tipos de datos más importantes que puede manejar LabVIEW™, y cuáles son los rangos máximos y mínimos de los datos que pueden contener?
- e. ¿Cómo se puede encontrar la ruta de navegación de los controles, las funciones o de los VIs que usted no conoce?

2. Anexe el **reporte\*** sobre el desarrollo de los cuatro ejercicios propuestos en la práctica.

**\*Por reporte**, se entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

## Referencias

[1] Germán A Holguín L, Alvaro A Orozco G, Sandra M Pérez L. CURSO BÁSICO DE LabVIEW 6i. Editorial Publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira, 2002.

## **Práctica 2. Programación estructurada en Labview™**

### **1. Resumen**

Esta práctica busca desarrollar los conceptos básicos de la programación estructurada en LabVIEW™. El estudiante quedará en capacidad de implementar programas que utilicen estructuras para el control del flujo de datos.

### **2. Trabajo Previo**

**Recuerde que el pre-informe es de naturaleza individual, personal e intransferible. Se recomienda NO trabajar en grupo para evitar similitudes y que su pre-informe sea anulado por copia. Debe ser presentado en formato IEEE y toda la redacción de sus respuestas, así como las figuras y tablas deben ser 100% originales y legibles.**

**Para evitar que su pre-informe se anule por copia de internet, usted debe consultar varias fuentes bibliográficas, estudiarlas y comprenderlas, para luego redactar sus respuestas con sus propias palabras, sin olvidar citar adecuadamente las fuentes utilizadas.**

**Al programar, usted debe hacer sus propias implementaciones desde cero, aún cuando se le pida replicar un programa del texto guía.**

1. Elabore sobre los siguientes conceptos básicos. Sea concreto, pero completo en sus respuestas
  - a. ¿Cuáles son los tipos de datos escalares más comunes en C/C++?
  - b. ¿Cuáles son los tipos de datos escalares más comunes en Matlab?
  - c. ¿Cuál es el rango de valores admitidos máximos y mínimos para cada uno de los tipos de datos mencionados?
  - d. ¿En qué consiste el formato de codificación de caracteres UTF-8?
2. Elabore sobre los siguientes conceptos de programación
  - a. ¿Qué es la programación estructurada?
  - b. ¿Cómo sería un programa no estructurado?
  - c. ¿Qué es una secuencia, o bloque de código?
  - d. ¿Qué es una estructura iterativa? Tipos, Sintaxis, Ejemplos.
  - e. ¿Qué es una estructura de decisión? Tipos, Sintaxis, Ejemplos.
3. Escriba un script de Matlab mediante el cual pueda obtener el resultado correcto para cada una de las siguientes expresiones matemáticas:

a. 
$$f(x) = \begin{cases} x - 7 & -15 < x < -12 \\ \sqrt{25 - x^2} & -3 \leq x < 8 \end{cases}$$

b. 
$$f(x) = \frac{15}{11 - x^2}$$

$$c. \quad s = \sum_{i=-10}^{50} \frac{i}{2} (5 + i)$$

### 3 Desarrollo de la práctica

Para el desarrollo de la práctica anterior, usted debió haber leído el capítulo 1 de la guía. Para esta práctica, lea el capítulo 2 del texto guía [1]. El profesor presentará los conceptos básicos de la programación estructurada en LabVIEW™ en la primera hora. Luego, usted deberá implementar los siguientes ejercicios en LabVIEW™

3.1. Calcule el valor de  $V$ , para un  $f$  y un  $V_{dc}$  dados, utilizando una estructura *while-loop*.

$$V = V_{dc} + \sum_{i=1}^{N=10} 2w \cos(wi)$$

Donde

$$w = 2\pi f$$

3.2. Realice el punto anterior con una estructura *for-loop*.

3.3. Realice los ejercicios 2 y 4 de la sección 2.9 (página 117) del texto guía [1].

3.4. Desarrolle un VI en LabVIEW™ que muestre el resultado de la siguiente expresión:

$$x = \sum_{k=1}^{30} \frac{4(k+1)(-1)^{k-1}}{(2k!+1)(2k!+3)}$$

3.5. Implemente el ejercicio 3.1, de la sección “Desarrollo de la práctica” de la guía de la práctica 1, (la del circuito), pero utilizando un nodo de fórmula para el cálculo de la corriente.

### 4. Informe

**Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo. Dicho informe también debe ser presentado en formato IEEE.**

**Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.**

1. Responda las siguientes las preguntas, de forma clara, completa y concisa.
  - a. Explique cómo se adicionan uno o más registros de desplazamiento en las estructuras *While* y *For*. ¿Para qué sirven?
  - b. ¿Cuáles son las acciones mecánicas que se pueden aplicar a un control booleano? Explique cada una de ellas.
  - c. ¿Para qué sirve la estructura *sequence* de LabVIEW™?
  - d. ¿Cuáles son los tipos de datos que se pueden representar en LabVIEW™ y cuáles son sus rangos de valores máximos y mínimos?

- e. ¿Qué función de LabVIEW<sup>TM</sup> permite realizar estructuras tipo *if*?
2. Anexe el **reporte**\* sobre el desarrollo de los cinco ejercicios propuestos en la práctica.

**\*Por reporte**, se entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

## Referencias

[1] Germán A Holguín L, Alvaro A Orozco G, Sandra M Pérez L. CURSO BÁSICO DE LabVIEW 6i. Editorial Publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira, 2002.

### **Práctica 3. Arreglos y clusters en Labview**

#### **1. Resumen**

Esta práctica busca diseñar programas en LabVIEW™ utilizando estructuras de control de ejecución de programa e incluyendo arreglos de datos y estructuras de datos conocidos en LabVIEW™ como “clusters”.

#### **2. Trabajo Previo**

**Recuerde que el pre-informe es de naturaleza individual, personal e intransferible. Se recomienda **NO trabajar en grupo** para evitar similitudes y que su pre-informe sea anulado por copia. Debe ser presentado en formato IEEE y toda la redacción de sus respuestas, así como las figuras y tablas deben ser 100% originales y legibles.**

**Para evitar que su pre-informe se anule por copia de internet, usted debe consultar varias fuentes bibliográficas, estudiarlas y comprenderlas, para luego redactar sus respuestas con sus propias palabras, sin olvidar citar adecuadamente las fuentes utilizadas.**

**Al programar, usted debe hacer sus propias implementaciones desde cero, aún cuando se le pida replicar un programa del texto guía.**

2.1 Elabore sobre los siguientes conceptos básicos. Sea concreto, pero completo en sus respuestas

- a. ¿Qué es un arreglo de datos?
  - i. ¿Cuál es la diferencia entre un arreglo estático y un arreglo dinámico?
  - ii. ¿Cuál es la sintaxis de declaración en C/C++ de un arreglo estático?
  - iii. ¿Cuál es la sintaxis de declaración en C/C++ de un arreglo dinámico?
- b. ¿Cómo se indexa un elemento de un arreglo uni-dimensional en C/C++?
- c. ¿Cómo se indexa un elemento de un arreglo bi-dimensional en C/C++?
- d. ¿Qué es en C/C++ una estructura de datos y cómo se declara?
- e. ¿Cuál es la diferencia de las estructuras de C/C++ con las estructuras de datos que se manejan en Matlab?

2.2 Realice un programa completo en el lenguaje de programación de su elección (p.ej.: Matlab, C, python) para el siguiente pseudocódigo, manejando arreglos de datos. Tenga en cuenta que debe simularlo en su computador el día de la práctica, así que debe llevar instalado y preparado el compilador o intérprete con el que vaya a trabajar.

Imprimir en pantalla “Ingrese las coordenadas [  $x_a$ ,  $y_a$ ,  $z_a$  ] del Punto A:”

Punto A,  $\leftarrow$  [  $x_a$      $y_a$      $z_a$  ]



Imprimir en pantalla "Ingrese las coordenadas [  $x_b$ ,  $y_b$ ,  $z_b$  ] del punto B:"

Punto B,  $\leftarrow$  [  $x_b$   $y_b$   $z_b$  ]

Calcule la distancia euclideana entre ambos puntos (A y B) empleando la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2 + (z_a - z_b)^2}$$

Imprimir en pantalla "la distancia euclideana entre los Puntos A y B es: d"

2.3 Lea en su totalidad el capítulo 3 del libro guía [1].

a. ¿Cuál es la diferencia entre un arreglo y un cluster en LabVIEW?

b. Implemente su propia versión de los ejercicios:

i. 3.1 (página 132),

ii. 3.2 (página 135)

iii. 3.3 (página 143)

### 3. Desarrollo de la práctica

El profesor presentará los conceptos básicos de arreglos y estructuras de datos en LabVIEW en la primera hora. Luego, usted deberá implementar los siguientes ejercicios en LabVIEW.

3.1 Se conocen los siguientes valores de resistencia y corriente DC tomados en intervalos de tiempo constantes:

$$R = [ 2000 \ 700 \ 500 \ 250 \ 400 ] \Omega \quad I = [ 1.8 \ 2.4 \ 3.9 \ 4.2 \ 6.5 ] A$$

a. Determine el voltaje y la potencia para cada uno de los instantes de tiempo donde fueron dados valores.

b. Determine el promedio de ambas medidas (voltaje y potencia).

3.2 Cree el siguiente arreglo unidimensional en LabVIEW

$$N = [ 3 \ 5 \ 7 \ 11 \ 10 \ 13 \ 6 \ 4 \ 9 \ 7 \ 5 \ 17 \ 10 \ 11 \ 15 \ 23 \ 6 ]$$

Determine otro arreglo M, tal que

$$m_i = \begin{cases} n_i & n_i \text{ es par} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

3.3 Construya un VI que genere un arreglo N de 50 números aleatorios entre 1 y 40.

a. Extraiga dos subarreglos de 1D (A y B), donde A se forma con las posiciones 0 a 24 de N, y B se forma con las posiciones 25 a 49 de N.

b. Utilice luego A y B para hallar:

- i. Suma
- ii. Resta
- iii. Multiplicación
- iv. División

3.4 Desarrolle un VI que posea una estructura de datos que contenga la información básica de un estudiante en una asignatura, esto es (Nombre, Código, Asignatura, Nota1, Nota2, Nota3, Promedio)

a. El usuario debe poder digitar las tres notas de la asignatura.

b. Debe existir un botón que actualice el valor del promedio.

#### 4. Informe

**Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo y que debe ser entregado por todos los integrantes en la plataforma Classroom. Dicho informe debe ser presentado en formato IEEE.**

**Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.**

4.1 Responda las siguientes las preguntas, de forma clara, completa y concisa.

- a. ¿Qué diferencia hay entre las funciones *Insert Into Array* y *Replace Array Subset*?
- b. ¿Cuál es la diferencia entre *Unbundle* y *Bundle*?
- c. ¿Qué condición se debe cumplir para convertir un cluster en un arreglo 1D?

4.2 Anexe el **reporte\*** sobre el desarrollo de los cuatro ejercicios propuestos en la práctica.

**\*Por reporte**, se entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

#### Referencias

[1] Germán A Holguín L, Alvaro A Orozco G, Sandra M Pérez L. CURSO BÁSICO DE LabVIEW 6i. Editorial Publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira, 2002.

## **Práctica 4. Graficadores, sub-VIs y análisis de señales en LabView**

### **1. Objetivos**

- Diseñar programas en LabVIEW™ utilizando las diferentes herramientas para graficar necesarias en la presentación de actividades de registro, monitoreo y seguimiento.
- Desarrollar las competencias básicas para diseño de software modular en LabVIEW™. Los módulos que se desarrollen en esta práctica hacen parte de un sistema de procesamiento de señales que tiene como objetivo modular una señal portadora en función de una señal de información.
- Desarrollar las competencias necesarias para la simulación y adquisición de señales en forma discreta, y su posterior procesamiento tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, utilizando para ello, las herramientas proporcionadas por LabVIEW.

### **2. Trabajo Previo**

**Este pre-informe puede ser elaborado de forma grupal. Todos los integrantes de cada subgrupo deberán subir a la plataforma el pre-informe. Debe ser presentado en formato IEEE y toda la redacción de sus respuestas, así como las figuras y tablas deben ser 100% originales y legibles. Para evitar que su pre-informe se anule por copia de internet, ustedes deberán consultar varias fuentes bibliográficas, estudiarlas y comprenderlas, para luego redactar sus respuestas con sus propias palabras, sin olvidar citar adecuadamente las fuentes utilizadas. Al programar, usted debe hacer sus propias implementaciones desde cero, aun cuando se le pida replicar un programa del texto guía.**

NOTA IMPORTANTE: Esta práctica es relativamente extensa, pero puede desarrollarse en una sesión de laboratorio (trabajando de forma juiciosa y ordenada). Se recomienda que lean previamente las actividades que van a realizar durante el desarrollo de la práctica y adelanten algunas si lo ven posible. No se dará tiempo adicional para el desarrollo de esta práctica.

2.1 Lea en su totalidad el capítulo 4 del libro guía [1] y responda las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué es un graficador?
- b) ¿Qué tipos de graficadores tiene LabVIEW™, explique para qué sirve cada uno y en qué se diferencian?
- c) ¿Qué tipos de datos contiene un registro WDT?
- d) Implemente su propia versión de los ejercicios:
  - i. 4.1 (página 151),
  - ii. 4.2 (página 155),
  - iii. 4.3 (página 161),
  - iv. 4.6 (página 169),
  - v. 4.8 (página 173).

2.2 Lea en su totalidad el capítulo 5 del libro guía [1] y responda de forma concisa.

- a) ¿En qué consiste el concepto de programación modular en general?
- b) ¿Qué es un SubVI en LabVIEW<sup>TM</sup>?
- c) ¿Qué es modulación AM?
- d) ¿Cómo se define la señal moduladora, portadora, y modulada?
- e) ¿Cómo se define el índice de modulación?

2.3 Responda de forma concisa.

- a) ¿Qué es análisis tiempo-frecuencia de una señal?
- b) ¿Qué es la transformada de Fourier? y ¿qué es la FFT?
- c) ¿En qué consiste el Teorema de Nyquist?
- d) ¿Qué es el fenómeno de Aliasing y cuándo aparece?
- e) ¿Qué es una ventana de muestreo en señales?
  - ¿Cómo son las ventanas más básicas como Hanning y Hamming?
  - ¿Qué otras ventanas más comunes existen?

2.4 Implemente un script en Matlab (también puede hacerlo en Simulink u Octave si lo prefiere) en el cual se genere una señal senoidal con componentes en 30Hz, 90Hz y 1850Hz. Calcule el espectro de esa señal y gráfiquelo. La gráfica tiene que mostrar, en un eje, las frecuencias; y en el otro, la magnitud de la transformada de Fourier de la señal. Ajuste la visualización de los ejes para que sea vea claramente que las componentes ocurren en las frecuencias anteriormente mencionadas.

a) Repita el ejercicio anterior añadiendo una componente de ruido blanco de muy baja potencia.

b) Repita el ejercicio 2 empleando la función `spectrogram` de Matlab. Haga uso de distintas ventanas de análisis. Concluya al respecto.

**NOTA:** Para el desarrollo de la práctica ustedes necesitarán el micrófono interno de su PC, o uno externo conectado a la entrada de audio. Utilicen alguna aplicación del sistema operativo para comprobar que su micrófono funciona correctamente.

### 3. Desarrollo de la práctica

#### ---- Sección graficadores ----

Lea el documento <Engranajes.pdf> que se adjunta con esta guía. Luego diseñe un VI que permita simular el modelo mecánico mostrado en la Figura 1. En el VI los parámetros físicos de los engranajes deben poder ser variados (diámetros, número de dientes, etc.), al igual que la velocidad angular aplicada al engranaje 1. El VI debe tener además un graficador en donde se visualice la velocidad angular de ambos engranajes e indicadores donde se presente la relación de transmisión y el valor del momento de salida.

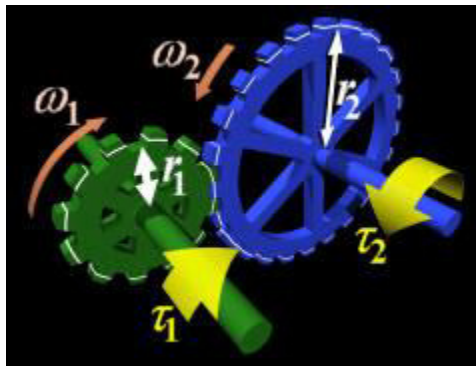


Fig. 1 Modelo mecánico a simular

[Imagen tomada de Wikipedia [https://es.wikipedia.org/wiki/Relación\\_de\\_transmisión](https://es.wikipedia.org/wiki/Relación_de_transmisión)]

#### ---- Sección módulos (Sub Vis) ----

Construya un SubVI para modular en amplitud una señal dada  $x(t)$  utilizando una portadora sinusoidal, de acuerdo con la ecuación

$$y(t) = V_p \sin(\omega_p t) [1 + mx(t)]$$

Donde

- $y(t)$ : Señal modulada en amplitud
- $V_p \sin(\omega_p t)$ : Señal portadora (sinusoidal)
- $m = \frac{V_m}{V_p}$ : índice de modulación
- $x(t)$ : Señal moduladora. Para efectos de esta práctica, supondremos que esta señal tiene la forma  $V_m \sin(\omega_m t)$

#### ---- Sección análisis de señales ----

##### Espectro de frecuencia de una señal modulada

En este ejercicio se determinará el espectro de frecuencia de una señal modulada, para lo cual necesitará de los SubVIs que realizó en la sección anterior.

- a) Utilice el SubVI para modular señales creado en la sección anterior, y genere una señal modulada  $x(t)$ .
- b) Calcule la FFT de  $x(t)$ , y grafique la magnitud y la fase de este espectro de frecuencia. Para calcular FFT utilice la función **FFT Spectrum (Mag-Phase)** que se encuentra en el menú **Programming >> Waveform >> Analog Waveform >> Waveform Measurements**
- c) Analice qué pasa con el espectro cuando el índice de modulación ( $m$ ) es
  - i.  $m < 1$
  - ii.  $m = 1$
  - iii.  $m > 1$

### Adquisición de señales utilizando la entrada de sonido.

En este ejercicio se utilizarán las herramientas de LabVIEW Express para adquirir la señal de voz desde la entrada de audio del PC. De la paleta de funciones utilice el bloque **Acquire Sound** que se encuentra en el menú **Programming>>Graphics & Sound>>Sound>>Input**. Configure:

- La frecuencia de muestreo  $f_s=48000$  muestras por segundo.
- La resolución de 16 bits.
- Seleccione el dispositivo que va a utilizar para adquirir la señal de voz.
- La duración **D** debe poderse variar durante la ejecución en segundos (Control).
- El número de canales (depende de su hardware, típicamente es 2).



Figura 2. Función Acquire Sound.

De la paleta de funciones utilice el bloque **Spectral Measurements** que se encuentra en el menú **Express>>Signal Analysis>>Sound**. Configure:

- Seleccione **Magnitude (Peak)** de **Selected Measurement**.
- Escoja **Linear** de **Result**.
- Seleccione la ventana **Hanning** de **Window**.

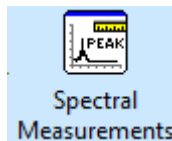


Figura 3. Función Spectral Measurements.

Muestre en una gráfica “Graph” la magnitud pico del espectro de la señal en frecuencia. **NOTA:** Para convertir de un tipo de dato dinámico (como el que sale de esta función) a dato tipo “double” utilice la función **To DDT** que se encuentra en el menú **Express>>Signal Manipulation**, y seleccione la conversión **2D array of scalars-columns are channels**



Figura 4. To DDT.

- Muestre en un indicador el número de muestras que se están adquiriendo (**N**).
- Calcule el  $\Delta f$ . Recuerde que:

$$\Delta f = \frac{f_s}{N}$$
$$f_s = \frac{1}{\Delta t}$$

- Grafique en un “Graph” este espectro de frecuencia FFT pico ajustando la escala del eje X desde 0 hasta  $F_{max}$  en pasos de  $\Delta f$ .

$$F_{max} = F_{Nyquist}$$

Para ello utilice un bundle de la misma forma que en el ejercicio 4.7 de la página 172 del libro guía [1].  
**NOTA:** No apague el AutoScale de ninguno de los ejes en estas gráficas.

La figura 5, muestra una guía de este proceso ya implementado. Utilícelo como guía.

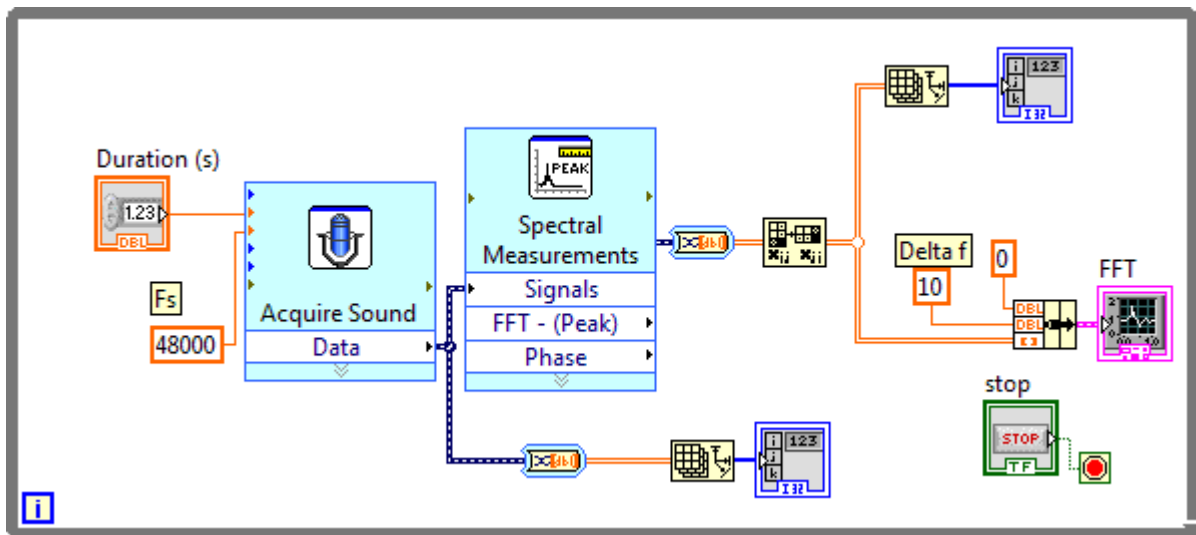


Figura 5. Adquisición de una señal de audio.

Haga pruebas con diferentes combinaciones de frecuencia de muestreo y duración.

#### 4. Informe

**Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo. Dicho informe también debe ser presentado en formato IEEE.**

**Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.**

1. Responda las siguientes las preguntas, de forma clara, completa y concisa.
  - a) ¿Explique para qué sirve el *Chart History Length* del *Waveform Chart* y cuál es su valor por defecto?
  - b) ¿En qué se diferencia *Strip Chart*, *Scope Chart* y *Sweep Chart*?
  - c) ¿Para qué sirve la opción *Common Plots*?
  - d) ¿Qué es una variable global y cuándo debe utilizarse?
  - e) ¿Qué es una variable local y cuando debe utilizarse?
  - f) ¿Qué es un SubVI re-entrante, y para qué sirve?
  - g) ¿Por qué el máximo rango de frecuencia que se muestra en las gráficas es de 24 kHz?
  - h) ¿Qué sucede si se cambia la frecuencia de muestreo?, ¿Cuál sería el valor de la frecuencia máxima ( $F_{\max}$ ) y  $\Delta f$ ?
  - i) ¿Cómo se determina el valor de  $N$  a partir de la duración y la frecuencia de muestreo?
  - j) ¿Qué pasa en el espectro de frecuencias cuando se varía la duración en el bloque *Acquire Sound*? ¿Por qué sucede esto?

2. Anexe el **reporte\*** sobre el desarrollo de los cuatro ejercicios propuestos en la práctica.

**\*Por reporte**, se entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

### Referencias

[1] Germán A Holguín L, Alvaro A Orozco G, Sandra M Pérez L. CURSO BÁSICO DE LabVIEW 6i. Editorial Publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira, 2002.



## **Práctica 5. Preparación para el proyecto final - adquisición de datos en LabVIEW**

### **1. Resumen**

Esta práctica busca dar pautas para el desarrollo del proyecto final y a la vez desarrollar las competencias necesarias para realizar la adquisición de datos, la simulación y adquisición de señales en forma discreta, y su posterior procesamiento, utilizando para ello, las herramientas proporcionadas por LabVIEW™.

### **2. Trabajo Previo**

**Este pre-informe puede ser elaborado de forma grupal. Todos los integrantes de cada subgrupo deberán subir a la plataforma el pre-informe. Debe ser presentado en formato IEEE y toda la redacción de sus respuestas, así como las figuras y tablas deben ser 100% originales y legibles. Para evitar que su pre-informe se anule por copia de internet, ustedes deberán consultar varias fuentes bibliográficas, estudiarlas y comprenderlas, para luego redactar sus respuestas con sus propias palabras, sin olvidar citar adecuadamente las fuentes utilizadas. Al programar, usted debe hacer sus propias implementaciones desde cero, aun cuando se le pida replicar un programa del texto guía.**

**NOTA 1:** Para el desarrollo de la práctica usted deberá tener instalado el [NI DAQmx](#) y el [NI-VISA](#) para simular la adquisición de datos con las tarjetas de adquisición de NI. Estos paquetes se pueden descargar del sitio web de NI, o haciendo clic sobre los enlaces adjuntos.

**NOTA 2:** La práctica está diseñada para ser desarrollada usando tarjetas de adquisición que se encuentran en el almacén o pueden ser simuladas con el software antes nombrado, sin embargo, si su grupo tiene a disposición una tarjeta como Arduino o Raspberry, usted puede desarrollar la práctica de una mejor manera.

Investigue las hojas de especificaciones de las tarjetas de adquisición de datos DAQ NI USB-6009 y NI USB-6211. Responda las siguientes preguntas:

1. Para la conexión de señales análogas.
  - a. En qué consisten los modos de conexión RSE, NRSE y DIFF
  - b. ¿Cuál es el valor máximo de la frecuencia de muestreo?
    - ¿Cómo afecta a la frecuencia de muestreo, el número de canales seleccionados?
  - c. Especifique la máxima corriente y voltaje permitidos en los canales análogos.

## 2. Para las señales digitales

a. Describa los modos de conexión FUENTE (source) y SUMIDERO (sink) de señales digitales.

- Especifique la máxima corriente y voltaje permitidos en los canales digitales de salida.
- Especifique la máxima corriente y voltaje permitidos en los canales digitales de entrada.

## 3. Desarrollo de la práctica

Antes de dar inicio formal a la práctica se pide que se familiaricen con la tarjeta elegida y con la interfaz de control. Para ello, hagan un montaje sencillo: en una protoboard, conecten dos entradas de un DIP switch (deberán determinar si con resistencias en configuración *pull-down* o *pull-up*) a dos entradas de la DAQ. Lean esas entradas en un VI y realicen operaciones lógicas con ellas. Lleven la salida de la operación lógica a una salida de la DAQ y conecten esta salida a un LED (recuerden emplear resistencias limitadoras de corriente). Este sencillo montaje les dará una idea de cómo se leen y se escriben señales a la DAQ.

(Este procedimiento NO se debe realizar si no cuentan con tarjeta para adquirir las señales)

**DURANTE ESTA PRÁCTICA SE DARÁ SOLUCIÓN AL SIGUIENTE PROBLEMA:** Para cierta aplicación se requiere medir cinco variables físicas (ver Figura 1).

| Variable                            | Señal de Salida  |
|-------------------------------------|--|
| Velocidad de un motor (V)           | Señal de 0 a 5VDC (utilizar potenciómetro de 20k)      |
| Estado de la válvula del motor (D0) | Digital. 0 = cerrada, 1 = Abierta                      |
| Estado válvula de descarga (D1)     | Digital. 0 = cerrada, 1 = Abierta                      |
| Indicador de bolsa (D2)             | Digital. 1 = Bolsa en posición. 0 = Bolsa no presente. |
| Nivel de llenado (NL)               | Señal de 0 a 5VDC (utilizar potenciómetro de 20k)      |

Tabla 1. Variables de entrada.

El sistema se habilita para su funcionamiento cuando se detecta una bolsa (D2):

- Inicialmente está encendido el indicador de nivel vacío de la tolva (D3).
- La válvula del motor (D0) y la válvula de descarga (D1) están cerradas.
- Se establece el nivel de llenado de la tolva (NL) con la perilla que varía de 0 a 20 cm cúbicos.
- Cuando se abre la válvula del motor (D0) se empieza a llenar la tolva con el producto y se apaga el indicador de nivel vacío (D3). El tiempo de llenado de la tolva se puede variar cambiando la velocidad del motor (V, aumentar o disminuir la frecuencia), una vez que se llene la tolva al nivel establecido (NL) se enciende el indicador de nivel de lleno (D4) y se debe cerrar la válvula del motor (D0).
- Para descargar el producto en la bolsa se abre la válvula de descarga (D1).
- Cuando la tolva esté vacía se enciende de nuevo el indicador nivel vacío (D3) y se retira la bolsa (D2).

Tenga en cuenta que el volumen de la tolva es de 20 cm cúbicos.

Para visualizar los indicadores, utilice dos LEDs de diferente color.

| Variable                      | Señal de Salida   |
|-------------------------------|---|
| Indicador de nivel vacío (D3) | Digital. 1 = vacío, 0 = hay contenido en la tolva.              |
| Indicador de nivel lleno (D4) | Digital. 1 = lleno, 0 = hay contenido en la tolva o está vacía. |

Tabla 2. Variables de salida.

En la siguiente figura se muestra el sistema a implementar.

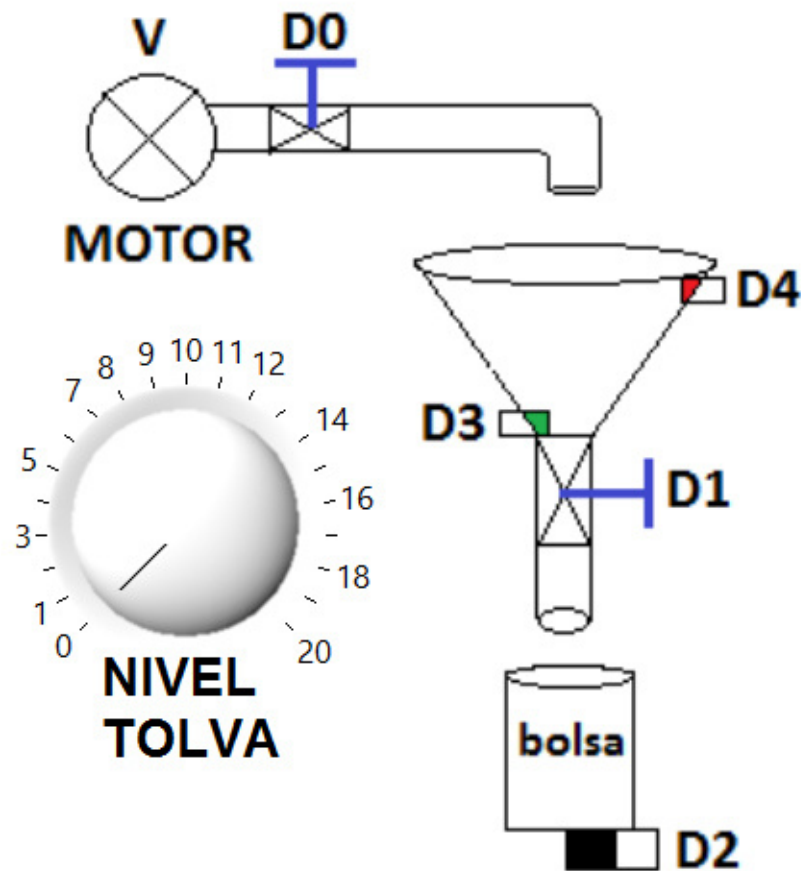


Figura 1. Sistema de llenado de bolsa.

La figura 2 muestra un prototipo de panel frontal a implementar, utilícelo como guía.

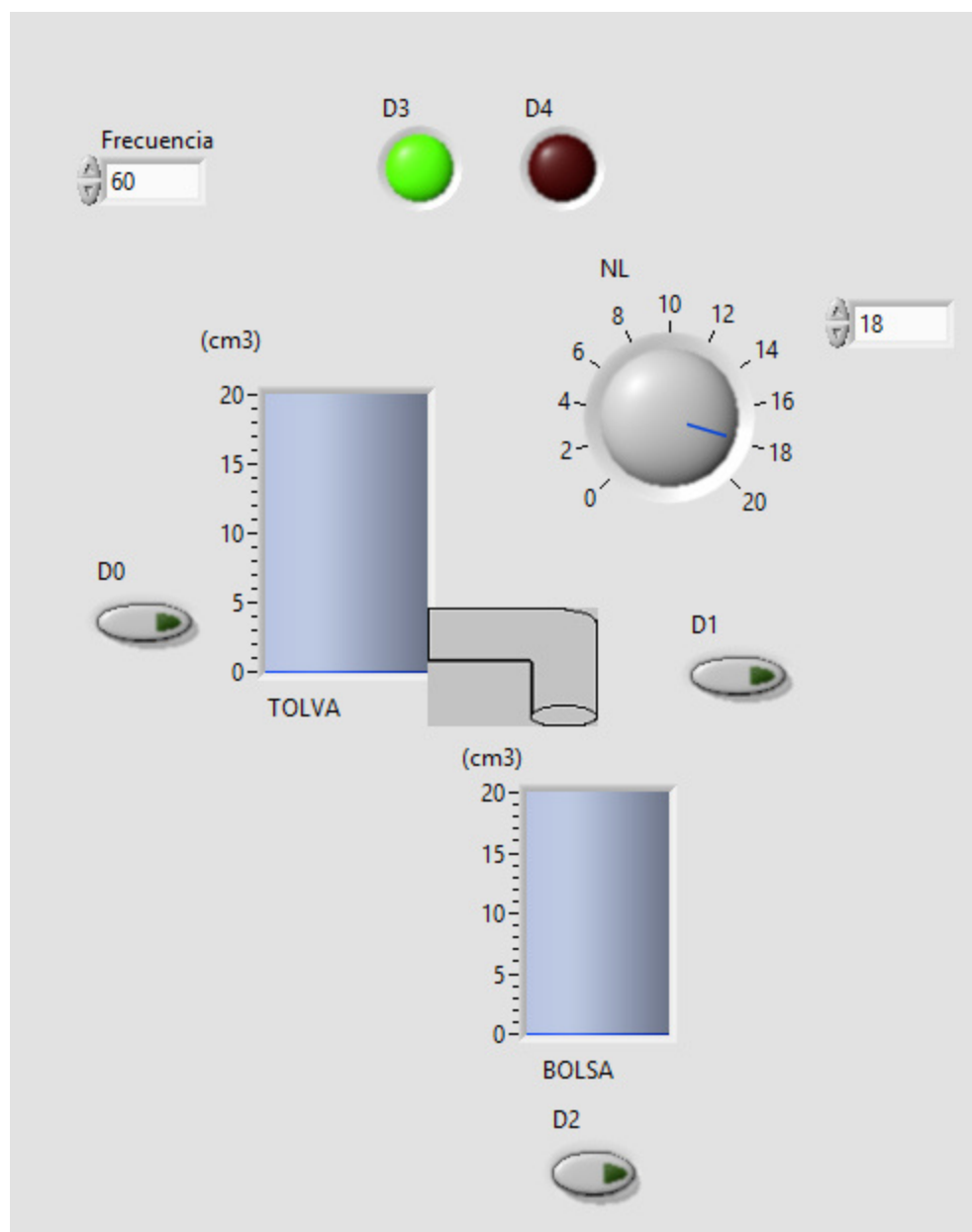


Figura 2. Prototipo panel frontal.

Las figuras 3 y 4, muestran una guía de este proceso ya implementado. Utilícelas como guía. Tenga en cuenta que las variables que se van a medir y a visualizar se implementarán como entradas y salidas utilizando la DAQ.

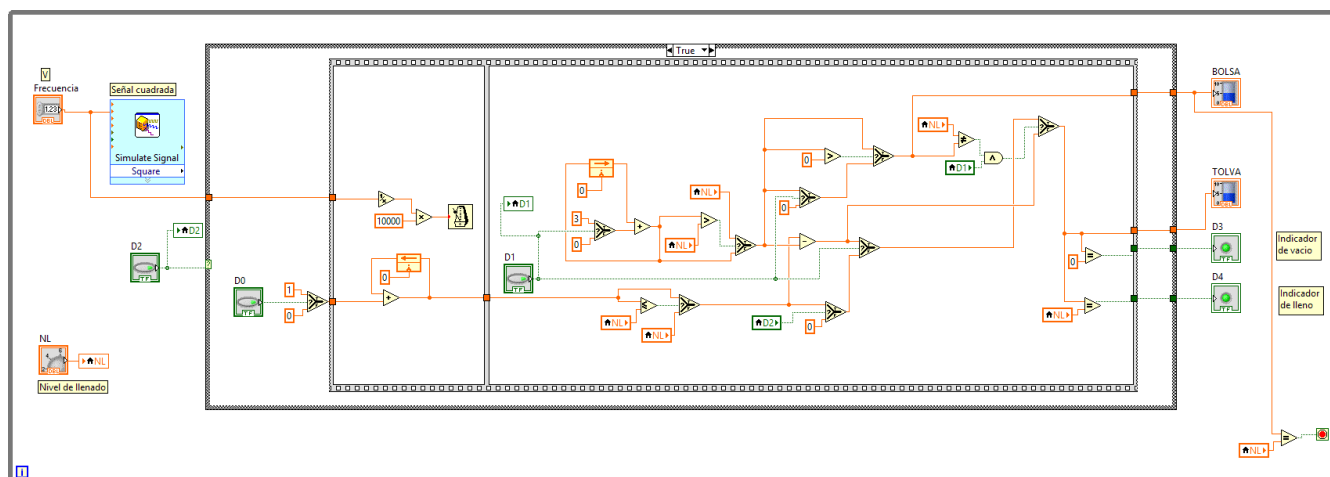



Figura 3. Código del sistema de llenado parte 1.



Figura 4. Código del sistema de llenado parte 2.

Para simular la conexión física de una DAQ, usted debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Abra el programa **NI MAX** (para buscarlo en Windows puede presionar la tecla  y luego escribir NI MAX)
2. En la parte izquierda de la ventana, hacer clic derecho sobre **Devices and interfaces>>create new>>Simulated NI-DAQmx...**
3. Se abrirá una ventana con las referencias disponibles para simular. Debe elegir una de las que investigó en el trabajo previo (USB DAQ).

Para adquirir y mostrar señales análogas y digitales con la DAQ utilice el DAQ Assist que se encuentra en la paleta de funciones (**Measurement I/O>> NI-DAQmx>>DAQ Assist**). Usted debe cambiar cada una de las variables de entrada (Tabla 1) por entradas de voltaje de la DAQ simulada (usando un DAQ assist) y las variables de salida (Tabla 2) por salidas de la DAQ (usando otro DAQ assist).

Tenga en cuenta que al ser una DAQ simulada, usted no podrá tener control sobre las entradas, por lo tanto, no podrá verificar el funcionamiento del programa, sin embargo, no deberá salir ningún error en su ejecución. Este procedimiento se realiza para ilustrar como se realiza la programación de una DAQ física en el laboratorio.

#### 4. Informe

**Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo. Dicho informe también debe ser presentado en formato IEEE.**

**Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.**

1. Describa el procedimiento realizado en la práctica y haga un diagrama de flujo que muestre el funcionamiento del sistema, además realice una tabla exhaustiva de las pruebas realizadas al programa diseñado.
2. Busque qué sensores se pueden utilizar para lo siguiente:
  - a. Medir la velocidad de un motor.
  - b. Indicar la presencia de un objeto.
  - c. Indicar el nivel de un tanque.
  - d. Estado de una válvula (abierta o cerrada)

Además, consulte dónde se pueden comprar y cuánto cuestan.

3. Anexe el **reporte\*** sobre el desarrollo del ejercicio propuesto en la práctica.

**\*Por reporte**, se entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

#### Referencias

[1] Germán A Holguín L, Alvaro A Orozco G, Sandra M Pérez L. CURSO BÁSICO DE LabVIEW 6i. Editorial Publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira, 2002.

## **Práctica 6. Caracterización estática de sensores y acondicionamiento de señales**

### **1. Resumen**

Esta práctica busca desarrollar las competencias necesarias para:

- Realizar el acondicionamiento de un sensor.
- Realizar la calibración de los parámetros intrínsecos de un sensor.

*Lean toda la guía cuidadosamente antes de realizar el pre-informe. Si surgen dudas, pregúntelas antes de iniciar con la práctica.*

### **2. Trabajo Previo**

Este pre-informe **puede ser elaborado de forma grupal**. Todos los integrantes de cada subgrupo deberán subir a la plataforma el pre-informe. Debe ser presentado en formato IEEE y toda la redacción de sus respuestas, así como las figuras y tablas deben ser 100% originales y legibles. Para evitar que su pre-informe se anule por copia de internet, ustedes deberán consultar varias fuentes bibliográficas, estudiarlas y comprenderlas, para luego redactar sus respuestas con sus propias palabras, sin olvidar citar adecuadamente las fuentes utilizadas. Al programar, usted debe hacer sus propias implementaciones desde cero, aun cuando se le pida replicar un programa del texto guía.

Respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipos de potenciómetros existen?
  - 1.1 ¿La respuesta de todos ellos es lineal?
  - 1.2 ¿Qué implicaciones tiene el uso de un sensor si su respuesta es no lineal?
2. ¿En qué consiste la caracterización de sensores?
  - 2.1 ¿Qué características estáticas y dinámicas tienen los sensores?
3. Cree una cuenta en la página web <https://www.tinkercad.com/> y a continuación vaya al menú “Circuits”, “Create new circuit”. En este simulador construya un circuito amplificador no inversor y un sumador no inversor usando el OPAMP disponible (741). Realice las pruebas necesarias para demostrar que su implementación funciona correctamente usando los medidores disponibles.

4. En esta práctica ustedes tendrán una señal que varía de 0.5 a 5 V (la señal de salida del potenciómetro). El objetivo es transformar esa señal de forma que varíe de -2.25 V a 2.25 V y luego amplificarla para que cubra todo el rango desde -10 V a 10 V (el rango dinámico que acepta la tarjeta de adquisición para sus entradas análogas). Diseñen empleando amplificadores operacionales y simulen en un software de su elección el circuito que se encargará de realizar esas operaciones.

#### **Sugerencia:**

- La primera operación, es decir, aquella en la que hay que llevar la señal de [0.5, 5]V a un rango de [-2.25, 2.25]V se puede conseguir fácilmente con un circuito sumador restador.
- La segunda operación, es decir amplificar esa señal para llevarla al rango de [-10, 10]V se consigue fácilmente con un circuito amplificador (inversor o no inversor).

### **3. Introducción**

En esta práctica, se realizarán dos procedimientos principales: primero, se hará el acondicionamiento electrónico de un goniómetro (medidor de ángulos), y posteriormente se hará la caracterización estática de este sensor.

El goniómetro se construirá utilizando un transportador sexagesimal como referencia y un potenciómetro radial como sensor de posición angular. El acondicionamiento de señales, como bien saben, consiste en manipular las características eléctricas de una señal proveniente de un sensor, en aras de ajustarlas a las características eléctricas requeridas por el sistema de captura de datos.

Por otro lado, la caracterización estática de sensores es el proceso por el cual se determina la relación entre la variable medida y la salida, en este caso eléctrica, del sensor. Para esta práctica, se caracterizará un sistema de medición de ángulos que utiliza un sensor resistivo. El objetivo de esta parte de la práctica es determinar la relación (en este caso lineal) que hay entre la entrada (una variable física de posición angular) y la salida (una variable eléctrica).

Una vez se obtenga la función característica del sensor, ésta podrá usarse tanto para estimar el ángulo a partir de la medición eléctrica, como para determinar la tensión necesaria para ubicar el sensor a cierto ángulo determinado.

### **4. Desarrollo de la práctica**

a) Dado un potenciómetro que está polarizado con +5 Vdc, diseñe el acondicionamiento para conectar su salida, a un canal análogo en modo RSE con rango máximo de entrada de  $\pm 10$  Voltios, pero considerando un factor de holgura del 10%.

- \* Dibuje el diagrama esquemático completo desde la conexión del potenciómetro hasta que se llega al canal análogo de la DAQ.
- \* Todos los valores de las resistencias deben ser corregidos a valores de resistencias disponibles en el almacén del laboratorio.
- \* Muestre todas las polarizaciones de los OPAMP utilizados en su diagrama.
- \* NO UTILICE LA ALIMENTACIÓN DE LA DAQ. Muestre cómo conseguirá todos los voltajes necesarios a partir de la fuente triple del banco de trabajo.



**Nota:** Dado que no se cuenta con los elementos necesarios para realizar la implementación física, utilice la página web Tinkercad para realizar el diseño y verifique que su funcionamiento es correcto. Adjunte en el informe imágenes que lo demuestren. Tenga en cuenta el rango de voltajes que su diseño entrega, ya que se necesitará para realizar la implementación del sistema de medición en LabView.

b) Después de realizar la simulación anterior, se procederá a la implementación del goniómetro en LabView.

- i) Cree el control numérico con forma de medidor “*Gauge*”.
- ii) Modifique las propiedades del control para que la escala sea logarítmica e invertida.
- iii) Cambie el valor mínimo del rango a 0.5. El valor máximo fíjelo en 5.
- iv) Simule el acondicionamiento implementado usando las funciones numéricas de LabView (suma y multiplicación). Buscando indicar el voltaje de salida en el mismo rango obtenido en el punto a).
- iv) Descargue de Internet una imagen de un transportador completo para importarla al VI y construir algo similar a la Figura 2.

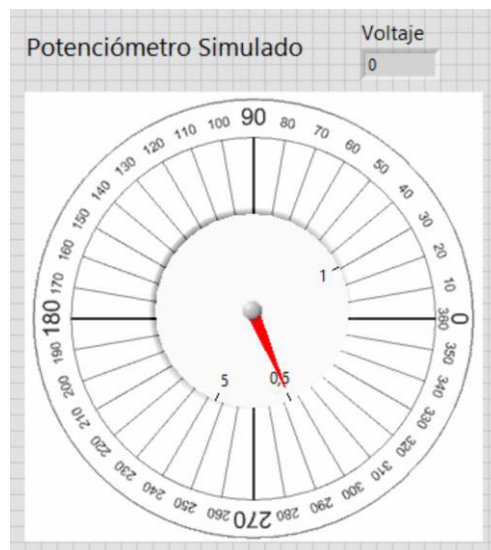


Figura 2. Panel frontal del VI usado para tomar las medidas.

b) Una vez simulado el acondicionamiento, se va a proceder a la caracterización. Para esto, se van a tomar varias mediciones de Voltaje vs ángulo observado (20 como mínimo) que correspondan a distintas posiciones del goniómetro divididas en todo el rango de operación de este. Realice una gráfica inicial de las mediciones capturadas y elija un rango de al menos 180 grados donde según su percepción la curva sea más lineal.

c) Dentro del rango de funcionamiento más lineal definido para su sensor, proceda a tomar nuevamente medidas de Voltaje vs ángulo observado. El objetivo de esto es generar una tabla que les permita, a partir de múltiples datos, aproximar la función lineal característica del sensor por medio de mínimos cuadrados.

c) A partir de los datos obtenidos en el punto anterior, diseñe un programa que, utilizando mínimos cuadrados, obtenga los parámetros  $m$  y  $b$  para un modelo lineal de la forma

$$y = mx + b$$

Dicho programa lo puede realizar en cualquier lenguaje (matlab, C, python, incluso en hojas de cálculo) o en su misma calculadora. Donde “ $y$ ” es la posición angular del goniómetro y “ $x$ ” la tensión a la salida del acondicionamiento del potenciómetro.

Muestre en una misma gráfica los puntos usados para encontrar el modelo lineal, preferiblemente con sus incertidumbres, y la línea recta del modelo ajustado con mínimos cuadrados.

d) Construya un VI, en cuyo panel frontal se visualicen ángulos de **-60° a 240° (el rango en la Figura 3 izquierda está diferente)**, y que, una vez capturada la señal del potenciómetro, muestre numérica y gráficamente el ángulo seleccionado. Para ello, el VI debe utilizar el modelo  $y=mx+b$  determinado previamente. Tome como guía la Figura 3. Tenga en cuenta que el indicador “Goniómetro” está en escala lineal y no logarítmica.

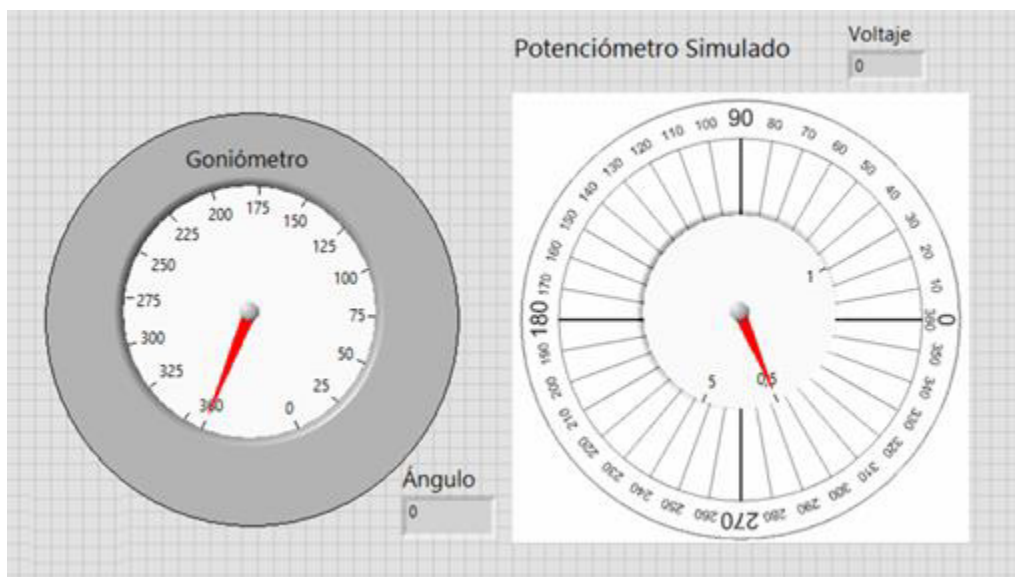


Figura 3. Panel frontal del VI final.

e) Construya una tabla para distintos valores de ángulo que incluyan todo el rango de su sensor (-60° a 240°) indicando el valor real, valor medido y el error para cada medición.

#### **4. Informe**

Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo. Dicho informe también debe ser presentado en formato IEEE.

Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.

1. ¿Este experimento podría funcionar para cualquier sensor?, ¿En qué condiciones?
2. ¿Sería conveniente en las especificaciones de su sensor limitar el rango de medición para aumentar la efectividad de este?
3. ¿Qué cambios se pueden hacer a la caracterización del sensor para mejorar los resultados?
2. Anexe el reporte\* sobre el desarrollo del ejercicio propuesto en la práctica. Incluya imágenes donde se observe cada paso del procedimiento desarrollado.

\*Por reporte, se entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

# **Laboratorio de Medidas e Instrumentación Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de Pereira**

## **Práctica 7. Manejo de archivos y registro de datos**

### **1. Resumen**

En esta práctica se busca que el estudiante aprenda a desarrollar los conceptos básicos relacionados con el manejo de archivos (lectura, escritura) y con el registro, en archivos de texto, de los datos adquiridos en un experimento de medidas e instrumentación.

### **2. Introducción**

El manejo de archivos bien sea para la escritura o la lectura de estos, es una parte fundamental de las interfaces persona-máquina. Prácticamente, se puede decir que todo lenguaje de programación incluye, dentro de su estructura básica, funciones que permiten a los usuarios interactuar con archivos. Esta interacción puede darse de diversas formas, e.g.: para la lectura de parámetros de configuración, la escritura y registro de sesiones, para la generación automática de reportes, entre muchas otras formas.

En esta práctica se realizará la lectura de un archivo de texto para extraer de él parámetros de configuración. Se realizará un experimento de adquisición de datos simulado y se procesarán estos datos de acuerdo con los parámetros de configuración extraídos del archivo de texto. Finalmente, se hará la escritura de un archivo en el que se almacenen los datos que han sido resultado del experimento y del procesamiento de la información.

### **3. Trabajo previo**

**EN ESTA PRÁCTICA EL PRE-INFORME SE DESARROLLARÁ EN GRUPO. ES NECESARIO QUE TODOS LOS MIEMBROS DEL GRUPO PARTICIPEN ACTIVAMENTE DEL DESARROLLO DEL PRE-INFORME Y DE LA PRÁCTICA. COMO SIEMPRE, SE ESPERA EL MÁS ALTO ESTÁNDAR DE HONESTIDAD ACADÉMICA PARA ESTE TRABAJO.**

**GRUPOS CON PRE-INFORME INCOMPLETO NO SERÁN ADMITIDOS EN LA PRÁCTICA**

**3.1 Lea la totalidad del capítulo 6 del Libro Guía (Curso LabVIEW6i.pdf – disponible en la página del curso)**

## PROCEDIMIENTO DEL PRE-INFORME

3.2. Investigue sobre los siguientes aspectos e incluya en el pre-informe las conclusiones más relevantes a las que haya llegado sobre cada uno de ellos.

3.2.1. ¿Cuáles son las funciones que se emplean para el manejo de archivos en algunos de los lenguajes de programación más comunes en ingeniería? (Por ejemplo: en MATLAB se usan funciones como *fopen*, *fgetl*, *fclose*, entre muchas otras). Investigue por lo menos 4 lenguajes de programación y sus respectivas funciones para el manejo de archivos, explique para qué sirve cada función y dé ejemplos del uso de cada una de ellas.

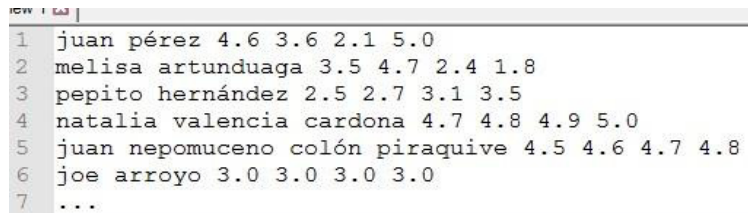
3.2.2. ¿Qué es la codificación de archivos?

- ¿Qué significa la codificación UTF8 de archivos?
- ¿En qué se diferencia UTF8 de la codificación ANSI?

3.3. Cree un archivo de texto (*lectura.txt*) que contenga al menos 10 registros (cada registro debe ocupar una línea del fichero de texto). Cada registro debe contener:

- Nombres y apellidos de una persona (todo en letra minúscula)
- Las notas de 4 exámenes parciales

En la figura 1 se muestra un ejemplo del contenido del fichero de texto de entrada (fichero de lectura).



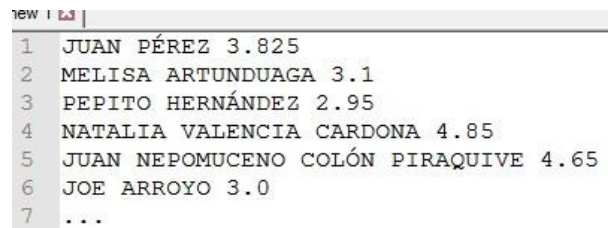
```
1 juan pérez 4.6 3.6 2.1 5.0
2 melisa artunduaga 3.5 4.7 2.4 1.8
3 pepito hernández 2.5 2.7 3.1 3.5
4 natalia valencia cardona 4.7 4.8 4.9 5.0
5 juan nepomuceno col  n piraquive 4.5 4.6 4.7 4.8
6 joe arroyo 3.0 3.0 3.0 3.0
7 ...
```

Figura 1. Ejemplo del fichero de lectura

Para generar el fichero de texto puede usar programas como el Bloc de notas o Notepad++ (<https://notepad-plus-plus.org/>). Tenga en cuenta la codificación que use para generar el archivo. Recuerde que, dependiendo de la codificación, el archivo puede o no mostrar distintos caracteres especiales, tales como tildes o la letra   .

Una vez generado el archivo de texto, escriba un script en MATLAB que abra y lea ese archivo de texto y que se encargue de convertir las letras minúsculas en mayúsculas y de calcular el promedio de las 4 notas de los exámenes parciales. El resultado de este proceso debe almacenarse en otro archivo (*escritura.txt*).

En la figura 2 se muestra un ejemplo del fichero de texto de salida (fichero de escritura).



```
1 JUAN PÉREZ 3.825
2 MELISA ARTUNDUAGA 3.1
3 PEPITO HERNÁNDEZ 2.95
4 NATALIA VALENCIA CARDONA 4.85
5 JUAN NEPOMUCENO COL  N PIRAQUIVE 4.65
6 JOE ARROYO 3.0
7 ...
```

Figura 2. Ejemplo del fichero de escritura

2.4 Implemente en LABVIEW su propia versión de los ejercicios 6.3 y 6.5 del Libro Guía. Lea la información sobre cada bloque usado, ya que los necesitarán para el desarrollo de la práctica.

**A continuación, se explicarán las actividades que se deben desarrollar durante el ejercicio de la práctica. Sin embargo, tenga en cuenta que muchas de esas actividades pueden adelantarse como parte del trabajo previo. Determine cuáles actividades pueden adelantarse y optimice el tiempo que invierte durante la práctica. Esto le puede ayudar a emplear de forma óptima y eficiente los recursos durante la sesión de laboratorio.**

#### 4. Desarrollo de la práctica.

Cada grupo debe elegir un fenómeno físico que desee observar y medir. Por ejemplo, un grupo puede elegir medir la temperatura mediante un termistor LM35, otro grupo podría elegir medir un ángulo mediante un goniómetro, otro grupo podría elegir medir la tensión variable a la salida de una foto-resistencia. Los anteriores **son sólo algunos ejemplos**.

**Cada grupo tiene total libertad a la hora de elegir el fenómeno que desea medir.**

Para ello tengan en cuenta:

- Que el fenómeno sea susceptible de ser medido con elementos disponibles en el laboratorio.
- Que la naturaleza del fenómeno permita una medición basada en variables eléctricas, tales como tensión o corriente.

**Debido a la contingencia actual se le recomienda que para el desarrollo de esta práctica utilice el VI realizado para simular el goniómetro. El archivo de lectura debe contener al menos los datos obtenidos en la caracterización de este sensor ( $m$  y  $b$ ). Adicionalmente puede incluir los valores máximos y mínimos que éste puede medir sin afectar la precisión de este o también puede existir una caracterización variable con diferentes valores de  $m$  y  $b$  que se seleccionen automáticamente según el ángulo que se vaya a medir. Estos últimos parámetros o los que crean convenientes, pueden ser elegidos por cada grupo.**

##### 4.1. Desarrolle en LABVIEW un VI que permita hacer lo siguiente:

- Capturar las mediciones de la simulación.
- Leer un archivo de entrada con parámetros de configuración.
- Generar un archivo de salida con el resultado del procesamiento de dichas mediciones.

Un ejemplo de los parámetros de configuración que puede contener el archivo de entrada son:

- Pendiente de la recta de caracterización ( $m$ )
- Corte de la recta con el eje  $y$  ( $b$ )
- Valor de saturación superior

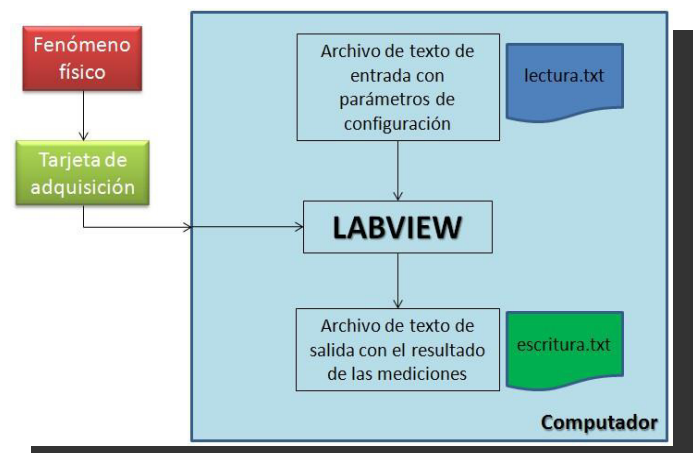


Figura 3. Flujo de información del sistema

El **objetivo de la práctica**, y específicamente, el objetivo de este VI es el desarrollo de un sistema que permita hacer una medición, procesar los datos medidos y luego llevarlos a un archivo. De esta forma se podrán registrar, no sólo las mediciones realizadas experimentalmente, sino también los datos procesados.

El flujo de información debe seguir el flujo mostrado en la figura 3.

A continuación, se **presenta un ejemplo del funcionamiento del sistema**. Tome este ejemplo solamente como una guía, no se limite a lo que aquí se presenta a la hora de hacer su diseño.

- Suponga que se está midiendo un fenómeno cualquiera y que el valor de tensión en la entrada de la tarjeta de adquisición (para esas condiciones particulares del fenómeno) es de 1.6V.
- Suponga también que los parámetros de configuración que aparecen en el archivo de entrada son los mostrados en la figura 4. Estos parámetros pueden ser de cualquier valor (de hecho, en el transcurso de la práctica se pedirá que estos valores cambien).

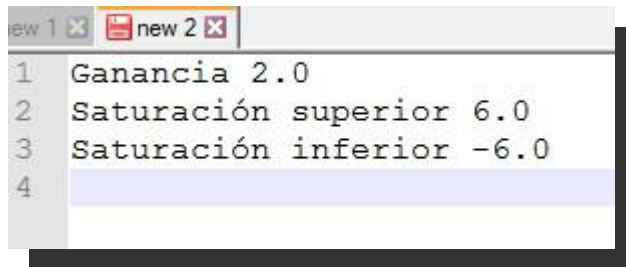


Figura 4. Parámetros de configuración del ejemplo

- El sistema debe tomar el valor de entrada (ya se dijo que era de 1.6V) y aplicarle la ganancia que aparece en el archivo de configuración. En este caso, para este ejemplo, el resultado de dicha operación será  $1.6V \times 2.0 = 3.2V$ . Este valor debe escribirse en el archivo de salida. Si al aplicar la ganancia, el valor sobrepasa los límites de saturación, entonces el valor que debe escribirse es el valor de saturación (bien sea superior o inferior).

- Tenga en cuenta que se deben realizar múltiples mediciones (tantas como el usuario quiera) y que todas estas deben aparecer en el archivo de salida.

- Suponiendo entonces, para este ejemplo, que se realizaron 5 mediciones, las cuales se muestran a continuación

- 1) 1.6V
- 2) 0.5V
- 3) 4.5V
- 4) -3.5V
- 5) -1.4V

el archivo de salida deberá tener los datos mostrados en la figura 5.

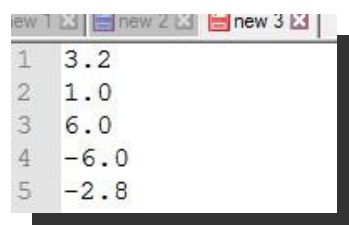


Figura 5. Ejemplo del archivo de salida

## **Práctica 7. Acondicionamiento de Señales de Potencia**

### **1. Resumen**

Esta práctica busca desarrollar las competencias necesarias para realizar la instrumentación de un sistema eléctrico de potencia y medir el voltaje en una carga RL o RC.

### **2. Procedimiento**

**En esta práctica no es necesario desarrollar pre-informe. Es necesario que todos los miembros del grupo participen activamente del desarrollo del informe y de la práctica. Como siempre, se espera el más alto estándar de honestidad académica para este trabajo.**

Para esta práctica, se realizará el acondicionamiento de un circuito RL o RC para visualizar el diagrama fasorial del circuito, utilizando una tarjeta de adquisición para medir los voltajes en cada uno de sus elementos. Utilice como referencia el documento Instrumentación de Sistemas Eléctricos de Potencia [2] que se encuentra disponible en el sitio web del laboratorio.

#### **2.1 Circuito RL v RC serie**

En la figura 1 y 2 se muestra un circuito RL y uno RC alimentado con una fuente de voltaje AC. Escojan sólo uno de los dos circuitos. Tenga en cuenta que la fuente AC corresponde a la red doméstica.

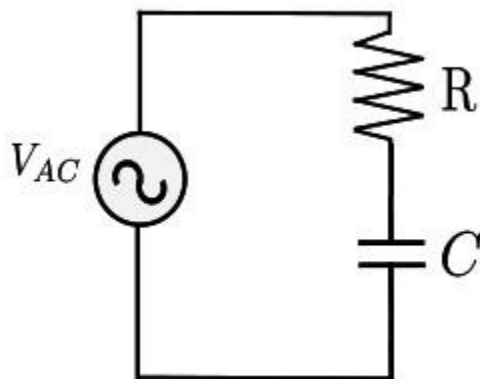


Figura 1. Circuito RC.



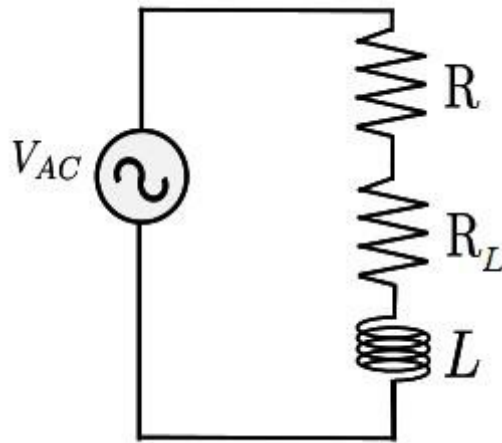


Figura 2. Circuito RL.

- Seleccione los valores de  $R$ ,  $L$  y  $C$  de acuerdo con los valores disponibles en el almacén.
- Calcule la caída de tensión en cada elemento, en estado estable.
- Calcule la corriente que circula por el circuito, en estado estable.
- Realice un diagrama fasorial del circuito.
- Simular el comportamiento del circuito seleccionado. Se recomiendan TINA PRO, Proteus, Circuit Maker, entre otros.

## **2.2 Acondicionamiento**

- Diseñe el acondicionamiento necesario para medir el voltaje en cada uno de los elementos del circuito seleccionado, incluida la fuente, utilizando los canales análogos de la DAQ.
- Defina, de forma explícita, el modo de conexión de los canales análogos de la DAQ.
- Tenga en cuenta el rango máximo de voltaje y corriente permitidos por la tarjeta de adquisición, y seleccione un factor de holgura para su diseño.
- Utilice los transformadores de potencial PT's disponibles en el almacén.
- Asegúrese de utilizar el correcto aislamiento galvánico.
- Dibuje el diagrama esquemático completo desde el circuito seleccionado hasta que se llega a los canales análogos de la DAQ.
  - Identifique en el circuito las tierras de potencia y de adquisición.
  - Identifique en el circuito el aislamiento de las tierras.

## **2.3 Implementación**

Cree un VI que:

- Simule las señales de acuerdo con los valores obtenidos en la solución teórica y/o simulación.
- Tenga en cuenta el modelo del circuito de acondicionamiento.
- Reporte los voltajes medidos (magnitud y fase) con su respectiva incertidumbre.
- Dibuje un diagrama fasorial del circuito.
- Compare las señales vistas en la interfaz gráfica con las obtenidas por el osciloscopio y las simuladas en el pre-informe.
- Reemplace en el VI la simulación de señales por la adquisición de estas usando el DAQ Assistant.

## 4. Informe

**Recuerde que se debe presentar sólo un informe por cada grupo de trabajo. Dicho informe también ser presentado en formato IEEE.**

**Para evitar que su informe sea anulado por copia (de otro grupo, de otro semestre, o de internet), tenga en cuenta los mismos estándares definidos para la presentación del pre-informe.**

1. Responda las siguientes las preguntas, de forma concisa.
  - a. ¿Qué frecuencia de muestreo se debe utilizar en este sistema de instrumentación? Justifique su respuesta.
  - b. ¿Qué categoría de aislamiento debe tener este sistema de instrumentación? Justifique su respuesta.
  - c. Si se utilizara un multímetro del laboratorio para realizar la medida, ¿qué categoría de aislamiento debe tener el instrumento? Justifique su respuesta.
2. Describa el procedimiento realizado en la práctica.
3. Anexe el **reporte\*** sobre el desarrollo de los cuatro ejercicios propuestos en la práctica.

**\*Por reporte, se** entiende una descripción simple de los procedimientos ejecutados, las dificultades encontradas, las soluciones a dichas dificultades, la descripción de las pruebas exhaustivas realizadas para determinar el funcionamiento correcto de su aplicación y los resultados de dichas pruebas.

## Referencias

- [1] Germán A Holguín L, Álvaro A Orozco G, Sandra M Pérez L. CURSO BÁSICO DE LabVIEW 6i. Editorial Publicaciones Universidad Tecnológica de Pereira, 2002.
- [2] Andrés F. Calvo, Germán A Holguín L. INSTRUMENTACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA. Universidad Tecnológica de Pereira. 2014. Disponible en el sitio web del Laboratorio.