



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"**



**PRACTICAS**

**DE**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACIÓN**

**Adrián Paredes**  
**Juan Gastaldi**  
**Julio Bernal**  
**Ramón Patiño**

**Agosto de 2005**

## Indice

|    | Práctica  | Página |
|----|---|--------|
| 1  | Características de los instrumentos de medición                         | 4      |
| 2  | Mediciones dimensionales  | 7      |
| 3  | Mediciones de corriente alterna   | 13     |
| 4  | Puentes para medir resistencias   | 17     |
| 5  | Puentes para medir impedancias  | 24     |
| 6  | Mediciones con osciloscopio   | 31     |
| 7  | Simulación de circuitos digitales<br>(Construcción de circuitos)        | 36     |
| 8  | Simulación de circuitos digitales<br>(Instrumentos digitales)           | 41     |
| 9  | Simulación de circuitos digitales<br>(Diseño con el convertidor lógico) | 48     |
| 10 | Mediciones de sonido  | 53     |
| 11 | Mediciones de iluminación   | 57     |

## Introducción

El ingeniero siempre esta involucrado en la aplicación de los avances de la ciencia para beneficio del hombre. Para lograr esto se requiere que dentro del perfil del estudiante de ingeniería se den todos aquellos conocimientos y técnicas necesarios para dicho fin.

Así pues, siendo las mediciones una herramienta indispensable para la preparación del estudiante de Ingeniería, se presenta el siguiente compendio de prácticas para el Laboratorio de Medición e Instrumentación, esperando se logre complementar los conocimientos teóricos que se plantean en el aula.

Agradeceremos cualquier aportación que alumnos y profesores puedan hacernos, a fin de enriquecer nuestro quehacer académico.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES “ARAGÓN”**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACIÓN**

**PRACTICA N° 1**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

**OBJETIVO:**

- a) Obtener las características generales de los instrumentos de medición, tomando como muestras algunos aparatos que se utilizarán en prácticas posteriores.
- b) Familiarizar al alumno con la terminología empleada en los procesos de medición y también el manejo de los instructivos de los instrumentos

**INTRODUCCIÓN:**

Medir es una de las actividades primordiales para el ingeniero, consiste en comparar cuantitativamente una magnitud de valor desconocido con una determinada unidad de medida previamente establecida; esta operación se efectúa mediante un experimento físico. El procedimiento de medición puede llevarse a cabo por comparación directa con un objeto que contenga la unidad de medida ó, también, mediante un instrumento graduado previamente con los instrumentos patrones correspondientes, de tal manera que una escala indique el valor buscado. Un ejemplo de los métodos sería el de la determinación del peso de un cuerpo mediante una balanza clásica y utilizando pesas patrones ó empleando un dinamómetro con escala graduada.

En términos generales podemos considerar a un instrumento de medición como un

dispositivo que proporciona, al experimentar, información sobre una o más variables físicas con mayor exactitud que el de los sentidos humanos. De ahí la importancia que tiene el hecho de conocer, las características del equipo de medición, pues esto permite extraer el máximo provecho de este equipo, así como lograr una aplicación adecuada en cada uno de los procesos de medición que se presenten.

Para la realización adecuada de esta práctica es recomendable que se familiarice con las definiciones básicas relacionadas con la metrología como son: Exactitud, Precisión, Rango, Función, Escala, Sensibilidad, Resolución, etc.

### **DESARROLLO:**

El alumno desarrollará las siguientes actividades:

1.- Dispondrá de cuatro instrumentos de medición diferentes, así como la información idónea que el fabricante proporcione acerca del equipo, como son los manuales ó instructivos de operación.

2.- Tomará nota de los datos básicos de los instrumentos como lo son: Marca, Modelo, Tipo.

3.- Elaborará una lista que contenga los rangos y funciones de cada instrumento.

4.- Bosquejará un croquis de la parte frontal de cada instrumento explicando el uso de cada perilla o terminal con que cuente el instrumento y si hay dudas se consultará al instructor.

5.- Hará un listado conteniendo las exactitudes de cada instrumento para cada rango y función.

6.- Especificará los anchos de banda para cada instrumento y las funciones que requieren.

7.- En los instrumentos de carátula, especificará la sensibilidad como relación de desplazamiento lineal de la aguja en centímetros sobre magnitud de medida para cada rango y función. En los digitales, junto con el instructor, comentará la manera de determinar la sensibilidad.

8.- Mencionar la resolución de cada instrumento, para cada función.

### **CUESTIONARIO:**

1.- En el lenguaje de las mediciones ¿Qué significan los términos: Precisión, Histéresis, Legibilidad?

2.- ¿Qué nombre recibe un instrumento destinado a medir:

- a) Presión neumática
- b) Temperatura
- c) Frecuencia
- d) Vibraciones mecánicas
- e) Potencia eléctrica
- f) Angulo de defasamiento
- g) Secuencia de fase en una línea trifásica
- h) Estados lógicos en una computadora

3.- ¿Qué diferencias pueden establecerse entre los términos exactitud y precisión?

4.- ¿Qué diferencia existe entre los términos sensibilidad y resolución?

### **TRABAJO DE CASA:**

1.-Investigar sobre el concepto "Calibración de un instrumento" y los métodos para lograrlo.

Ejemplifique.

2.-Investigar el nombre de los instrumentos de medición más usados en procesos industriales de:

- a) Maquinado de piezas metálicas
- b) Obtención de derivados del petróleo
- c) Fabricación de motores y transformadores eléctricos.

3.- ¿qué es y para que sirve?

- a) un multímetro.
- b) un osciloscopio
- c) un generador de funciones

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES “ARAGÓN”**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACIÓN**

**PRACTICA N° 2**

**MEDICIONES DIMENSIONALES**

**OBJETIVO:**

- a) Aprender a manejar correctamente los instrumentos medidores de desplazamiento.
- b) Determinar la exactitud que nos proporciona cada uno de ellos.
- c) Emplear los conocimientos de Análisis Estadístico para obtener las características de una muestra de medidas.

**INTRODUCCIÓN:**

Las mediciones involucran la utilización de un instrumento como un medio físico para determinar la magnitud de una variable. El instrumento de medición sirve como una extensión de las facultades humanas y habilita a una persona para determinar el valor de una cantidad desconocida.

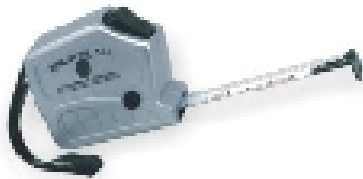
A medida que la tecnología se ha desarrollado, la demanda de instrumentos más exactos y elaborados se ha incrementado y se han producido nuevos diseños en el desarrollo y aplicaciones

de estos dispositivos.

Medir es obtener una relación de correspondencia entre lo que se quiere conocer y ciertas unidades convencionales.

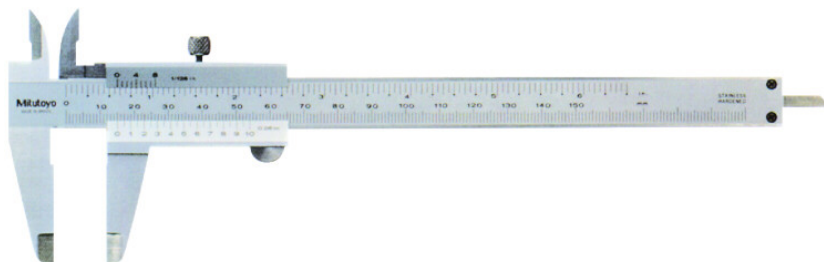
Si pensamos que el grado centígrado, el gramo, el decibel, el amperio, etc., no existen en la naturaleza, si no que han sido inventados, propuestos y aceptados por los hombres para poder entenderse en cuanto a medidas, tendremos una idea clara de que por que llamamos convencionales a dichas unidades. Y si podemos precisar en que medida corresponden éstas a algunas características que deseamos conocer, estaremos midiendo.

Las mediciones dimensionales simples con una exactitud de  $\pm 0.01$  pulgadas (0.25 mm) pueden hacerse con escalas metálicas graduadas, o reglas de madera que tienen marcas grabadas con exactitud; para mediciones dimensionales grandes, las cintas metálicas son más convenientes. Por lo general los errores principales de dichos dispositivos de medición además de los errores de lectura, resultan de la expansión o contracción térmica de la escala.

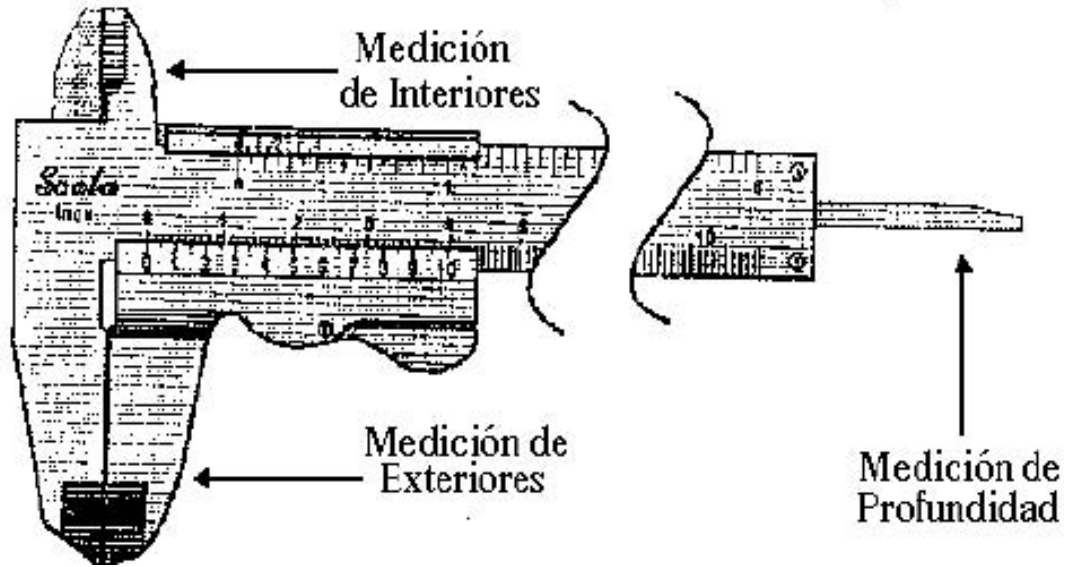


#### Calibrador con vernier.

Los calibradores con vernier son una modificación práctica de la escala metálica, para mejorar la lectura de este instrumento. El calibrador se coloca en el objeto que se va a medir y se desliza la parte móvil hasta que las quijadas hagan contacto con la pieza de trabajo. Los incrementos a lo largo de la escala primaria están en  $1/16$  in. La escala vernier se usa para medir incrementos de  $1/128$  in (0,025 mm). En consecuencia, la escala vernier no se alinea exactamente con la escala primaria, y la razón del último número coincidente en el vernier a la longitud total de este es igual a la fracción de una división completa de la escala primaria indicada por la posición del índice.





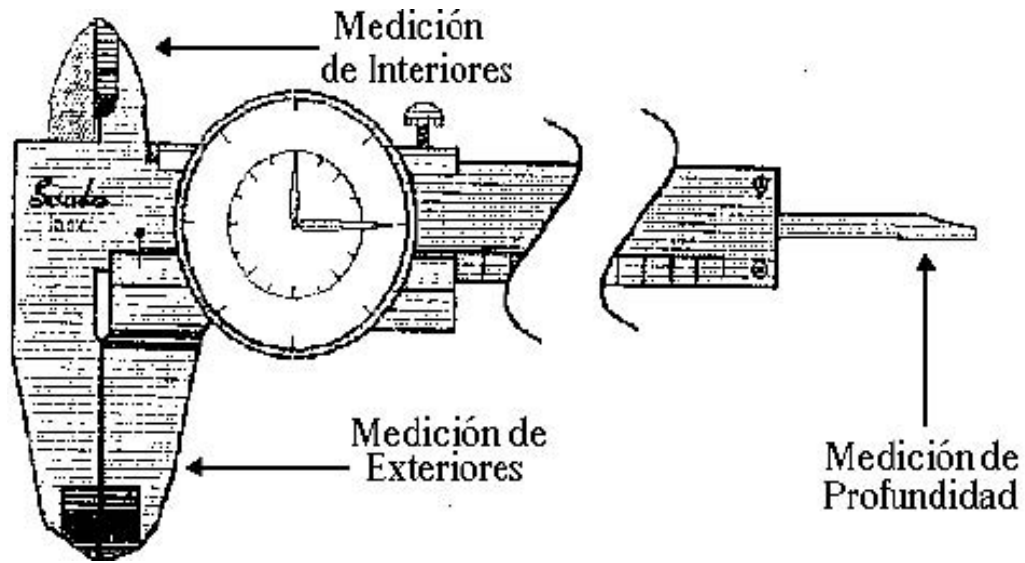


Calibrador con carátula:

Este tipo de calibrador proporciona una mayor confiabilidad, los indicadores de carátula son dispositivos que realizan una amplificación mecánica del desplazamiento de una manecilla o seguidor con objeto de medir desplazamientos cercanos a 0.001 in. Dichos indicadores contienen una cremallera de engrane, conectada a un eje sensor de desplazamiento; esta cremallera engrana con un piñón que se usa para amplificar el movimiento mediante un tren de engranes. La lectura de salida se efectúa en una carátula circular.

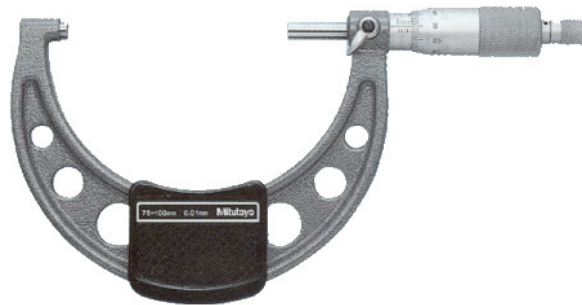
El objeto que se va a medir se fija entre las quijadas del calibrador de vernier y se lee el número de pulgadas en la escala pequeña de la carátula, a este valor se le suma el número de centésimas y milésimas de pulgadas señaladas por la manecilla en la escala grande del instrumento.

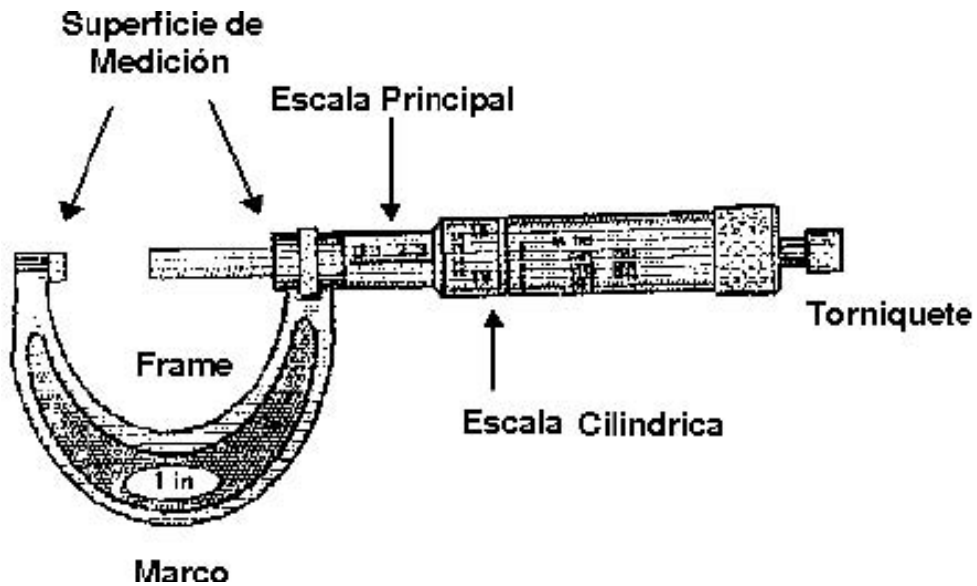




#### Calibrador micrométrico:

El calibrador micrométrico es un dispositivo de medición más preciso que los calibradores de vernier. En lugar del arreglo de la escala vernier, se usa la rosca de un tornillo calibrador con divisiones en la escala circunferencial, que indica la parte fraccionaria de las divisiones en la escala primaria. Con objeto de obtener la máxima efectividad del micrómetro, debe tenerse cuidado de mantener una presión consistente en la pieza de trabajo. El dispositivo de trinquete con resorte en el maneral hace posible que el operador mantenga dicha condición





Cuando se usa en forma apropiada, el micrómetro puede emplearse para la medición de dimensiones hasta de 0.0001 in (0.0025 mm) de resolución.

**DESARROLLO:**

Mediciones de desplazamiento.

Elabore una tabla que contenga la dimensión de los objetos a medir y el equipo con que se realice. Utilice cada uno de los siguientes instrumentos de medición:

- a) flexómetro (o regla graduada)
- b) calibrador con vernier
- c) calibrador de carátula
- d) micrómetro de 1"
- e) micrómetro de 4"
- f) calibrador digital

Presente sus resultados de la siguiente manera:

1.- Una tabla que contenga en los renglones la dimensión y en la columna el equipo con el que se realizó la medición.

| <b>INSTRUMENTOS</b> |                               |                               |                         |                          |                           |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>REGLA</b>        | <b>CALIBRADOR con VERNIER</b> | <b>CALIBRADOR DE CARATULA</b> | <b>MICROMETRO DE 1”</b> | <b>MICROMETRO DE 4 “</b> | <b>CALIBRADOR DIGITAL</b> |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |
|                     |                               |                               |                         |                          |                           |

2.- Un dibujo del objeto en estudio, donde se indiquen las dimensiones que se consideraron.

3.- Calcule la exactitud de los demás instrumentos con respecto al que usted considere como su medidor patrón. Justifique .

4.- Medir con calibrador de carátula 10 objetos que deben tener las mismas dimensiones y anotar las lecturas obtenidas, posteriormente, calcular la media aritmética, la desviación estándar; obtener la moda, la mediana así como un diagrama de barras para visualizar las frecuencias de las observaciones.

**TAREA DE CASA:**

1.- Investigar y explicar el principio de operación del calibrador.

2.-¿qué se entiende como bloque patrón?

3.-Un flexómetro de 3m., de longitud a 15°C indica una lectura de 2.45m cuando mide una pieza metálica en un ambiente a 45°C. ¿Cuál será la variación por temperatura si el coeficiente de dilatación del material del flexómetro es de  $(11.65 \cdot 10^{-4})$  a 1°C?

4.-Determinar las resoluciones y rangos de cada uno de los instrumentos usados en la práctica realizada.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES “ARAGÓN”**  
**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACIÓN**  
**PRACTICA N<sup>o</sup> 3**

**MEDICIONES DE CORRIENTE ALTERNA**

**OBJETIVO:**

- a) Manejar correctamente los diferentes tipos de mediciones de C.A.
- b) Tener conocimiento de algunos tipos de instrumentos de medición eléctrica alterna, así como las aplicaciones de los mismos.

**INTRODUCCION:**

El problema de medir tensiones y corrientes alternas no resulta tan sencillo como parece, dada la gama de frecuencias con las que comúnmente se trabaja y lo variado del instrumental que utiliza, como son: medidores de hierro móvil, medidor dinamométrico, medidores con elementos térmicos, medidores electrónicos, etc.

Para algunos casos donde nos encontramos con frecuencias muy altas es necesario medir las corrientes y las tensiones valiéndose de métodos indirectos, los cuales entran en función de la potencia desarrollada en resistencias adecuadas y de un valor conocido.

**a) Aparatos de Hierro Móvil.-**

Son de gran utilidad en mediciones de corriente y tensiones industriales, son económicos de precisión aceptable a frecuencias hasta de 2Khz con una sensibilidad del orden de 10 mA o sea 100  $\Omega/V$ .

**b) Elementos de tipo Electrodinamométrico.-**

Son más precisos en mediciones que los anteriores, se les puede obtener con sensibilidades máximas de 10mA, su alcance de frecuencias es similar al anterior.

**b) Instrumentos que usan elementos rectificadores incorporados.-**

Como los multímetros comunes para C.A., Y C.D., por medio de rectificadores de óxido de cobre de onda completa para medir el valor RMS

**EMPLEO DEL MULTIMETRO COMO MEDIDOR DE VOLTAJE A SEÑALES ALTERNAS**

La perilla selectora de función debe de coincidir con el símbolo de la señal alterna o números rojos, estos números nos indican el rango del instrumento.

Los voltímetros electrónicos para C.A., están dotados de rectificadores o válvulas y son bastante sensibles ya que no toman la energía de la tensión que se mide, funcionan generalmente mediante la operación de interruptores o teclas que indican el tipo de corriente y el rango.

Se puede lograr sensibilidad a deflexiones máximas menores de un volt y puede haber mediciones de tensión a varios Kilovolts. Sin dificultad estos aparatos son capaces de cubrir frecuencias hasta de 100 Mhz. (Se recomienda consultar manual del instrumento).

**Reactancia Capacitiva.**

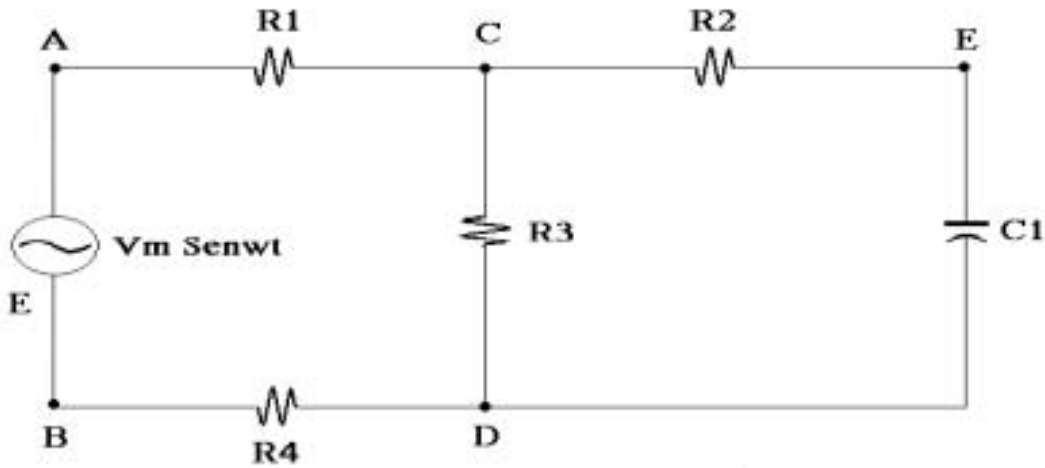
Se define como la oposición que ofrece un capacitor a determinada frecuencia, al paso de la corriente. Matemáticamente se define:

$$X_c = \frac{1}{j\omega C} \quad \text{con} \quad \omega = 2\pi f \quad \text{y} \quad f = 60 \text{ Hz}$$

Como se puede observar  $X_c$  variará en función inversa con la frecuencia, por lo tanto a frecuencias bajas se comportamiento será diferente que a altas frecuencias.

**DESARROLLO:**

a) Considere el circuito de la figura 1 y llene la tabla que sigue:



**FIGURA 1**

| V línea | Voltajes | Digital | Analógico | Rangos Digital-Analógico |
|---------|----------|---------|-----------|--------------------------|
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |
|         |          |         |           |                          |

### CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO

| N° | Equipo | Rango | Clase / Tipo | Otros |
|----|--------|-------|--------------|-------|
|    |        |       |              |       |
|    |        |       |              |       |
|    |        |       |              |       |
|    |        |       |              |       |

### CUESTIONARIO:

- 1.- Explique que entiende por valor eficaz, valor pico y valor pico a pico.
- 2.- ¿Cuál debe de ser el circuito para construir un voltmetro con rectificación de onda completa?
- 3.- Una onda de tensión alterna tiene una frecuencia de 150 Hz.
  - a) ¿Qué tiempo tarda en suceder un ciclo?
  - b) ¿Cuál es la frecuencia de  $\omega$  de esta tensión?
- 4.- Si la máxima amplitud de una tensión alterna es de 622 V. ¿Cuál es el valor eficaz?
- 5.- Como se comporta un capacitor en función de su impedancia: a) a bajas frecuencias b) a altas frecuencias.
- 6.- Argumentar o comentar la siguiente expresión:  $V_{CD} = V_{CE} + V_{ED}$
- 7.- Localizar las lecturas dentro de la zona de incertidumbre

### TRABAJO DE CASA

- 1.- En el circuito de la figura 1 calcular la reactancia capacitiva  $X_c$
- 2.- Calcular los voltajes teóricos de cada uno de los puntos del circuito anotando los valores en una columna que agregará a la tabla para entregarla en su reporte.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACION.**

**PRACTICA No 4**

**PUNTES PARA MEDIR RESISTENCIAS**

**OBJETIVO:**

- a) Conocer los principios de manejo de diferentes "puentes" que hay para medir resistencias.
- b) Diferenciar las características de cada uno de estos puentes para darles la aplicación conveniente.

**INTRODUCCION:**

En el campo de las mediciones experimentales la medición de resistencias es importante. Entre los métodos utilizados para medidas precisas de resistencias (además de ohmetro, método voltímetro y amperímetro) se encuentran los circuitos puente.

Los circuitos puente tiene gran variedad de aplicaciones debido a la máxima exactitud que presentan, al medir un amplio rango de valores resistivos.

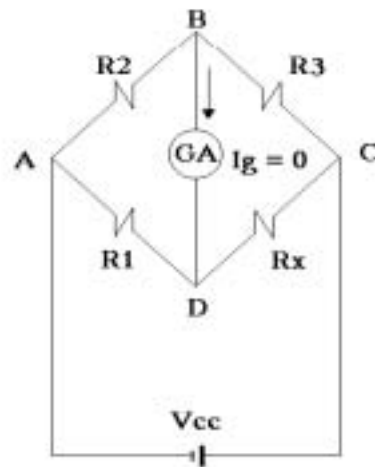
A continuación se describen los circuitos puente normalmente utilizados:

- 1). Puente de Wheatstone.
- 2). Puente le Kelvin.

3). Puente Universal.

### 1) PUENTE DE WHEATSTONE.

El puente de Wheatstone es utilizado para la medición de resistencias de rango de  $1\Omega$  a  $1M\Omega$ . El principio de funcionamiento se basa en establecer un equilibrio de potencial entre los puntos B y D, ajustando las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , de manera que el galvanómetro no acuse el paso de la corriente, como se describe en el diagrama de la figura 1.



**FIGURA 1 PUENTE DE WHEASTONE**

La ecuación del circuito es la siguiente:

$$R_x = \left( \frac{R_1}{R_2} \right) (R_3)$$

## 2) PUENTE DE KELVIN.

Este puente es utilizado para la medición de resistencias de un rango de  $0.1 \text{ m}\Omega$  A  $110\Omega$ . El diagrama de la figura 2 muestra un puente doble:

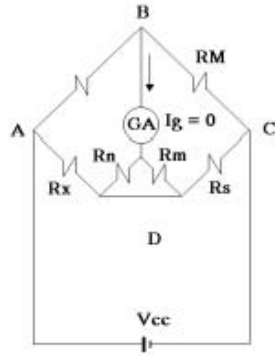


Figura 2

$$\text{PUENTE DE KELVIN } R_x = (R_N / R_M)(R_S)$$

El funcionamiento consiste en ajustar las resistencias N y M de manera que el galvanómetro registre una corriente  $I_g=0$ , el diagrama de la fig. 2 utiliza el mismo principio del puente de Wheatstone, donde el potencial de los puntos B y D debe de ser 0.

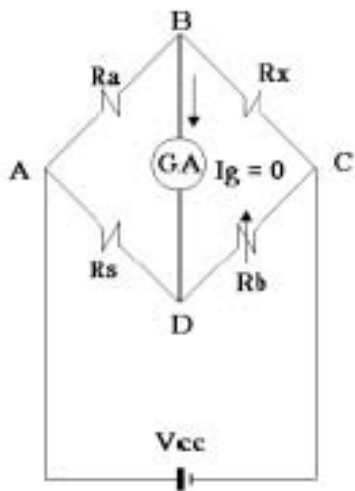
La ecuación de equilibrio es:

$$R_x = (R_N / R_M)(R_S)$$

Se recomienda que "I" sea valor de resistencia lo más bajo posible, con el fin de que la exactitud medida en la resistencia  $R_x$  sea correcta.

## 3). PUENTE UNIVERSAL.

Los valores medibles de resistencias son desde  $100\Omega$  hasta  $10\text{M}\Omega$ .



**FIGURA 3 PUENTE UNIVERSAL**

El puente universal es aplicable para la medición de resistencias (R), capacitancias (C), inductancias (L), factor de disipación (D), factor de calidad (Q), etc.

En esta práctica, solo se medirán resistencias. La fig. 3 nos representa un diagrama de un circuito puente básico para la medición de resistencias donde se aplica un voltaje de C.D. en los puntos A y C,

La resistencia Rb es variable y sirve para balancear el puente; Ra y Rs se ajustan para que exista una caída igual a cero.

La relación básica para encontrar el valor Rx es:  $R_x = (R_a / R_s) (R_b)$

### DESARROLLO:

Con los instrumentos de laboratorio, puente de Wheatstone, puente de Kelvin, puente Universal, mida seis valores diferentes de resistencias, siguiendo el procedimiento abajo descrito.

#### **1) PUENTE DE WHEATSTONE**

- 1.a) Verifique que las terminales EXT. GA del instrumento estén corto-circuitadas.
- 1.b) Verifique que el galvanómetro indique cero, sin conectar la resistencia Rx. Presione el interruptor BA sin presionar el interruptor GA. Si el galvanómetro no indica cero, ajuste la

aguja al punto cero, con el tomillo (abajo de la carátula).

1.c) Conecte la resistencia desconocida Rx a las terminales Rx.

1.d) Coloque la perilla del factor multiplicativo en un rango apropiado de acuerdo a la tabla

| Valor de Rx                | Factor Multiplicativo |
|----------------------------|-----------------------|
| Menos de $10\Omega$        | 0.001                 |
| $10\Omega$ - $100\Omega$   | 0.01                  |
| $100\Omega$ - $1K\Omega$   | 0.1                   |
| $1K\Omega$ - $10K\Omega$   | 1.0                   |
| $10k\Omega$ - $100K\Omega$ | 10.0                  |
| $100K\Omega$ - $1M\Omega$  | 100.0                 |
| $1M\Omega$ - $10M\Omega$   | 1000.0                |

1.e) Coloque las perillas de medición a 1999 y presione el interruptor BA, enseguida presione el interruptor GA por un instante y observe la deflexión en el galvanómetro.

1.f) Cuando la aguja se deflexione hacia el lado + incremente las perillas de medición y cuando se deflexione hacia el lado - disminuya el valor de dichas perillas hasta que la aguja del galvanómetro indique cero. Entonces el valor de resistencia desconocida estará dado por la siguiente ecuación.

$$\underline{Rx = (\text{Factor multiplicativo}) \times (\text{Valor total de las perillas de medición}) \text{ en } \Omega}$$

1 g) Anote los valores en la tabla 3

## 2) PUENTE DE KELVIN

2.a) Ver que el interruptor BA este desconectado y abiertas las terminales Rx.

2.b) Ponga la perilla GA en la posición CH, la aguja debe de deflexionarse hacia la parte azul para que la batería se encuentre bien.

2.c) Ponga la perilla GA en G2 y cheque que el galvanómetro indique cero, si no es así ajústelo cuidadosamente a cero.

2,d) Conecte la resistencia desconocida en las terminales Rx (este puente tiene dos entradas que se ponen en corto y son C 1 con P 1 y C2 con P2)

2.e) Seleccione el factor multiplicativo usando el plug en un rango apropiado de acuerdo la tabla 2

TABLA 2

| VALOR DE Rx     | FACTOR MULTIPLICATIVO |
|-----------------|-----------------------|
| 0.1 mΩ - 1.1 mΩ | 0.0001                |
| 1 mΩ - 11 mΩ    | 0.001                 |
| 10 mΩ - 110 mΩ  | 0.01                  |
| 0.1 Ω - 1.1 Ω   | 0.1                   |
| 1 Ω - 11 Ω      | 1.0                   |
| 10 Ω - 110 Ω    | 10.0                  |

2.f) Conecte el interruptor BA.

2.g) Ponga la perilla con la escala de medición en el centro y apriete el botón GA momentáneamente y observe el galvanómetro. Si se deflexiona hacia el lado + incremente el valor de la perilla graduada hasta obtener cero en galvanómetro si indica el lado - reduzca el valor de la perilla graduada y obtenga *el cero* del galvanómetro

2.h) Si desea mayor sensibilidad ponga GA en G1 primero o G0 después.

2. i) Cuando el galvanómetro indique cero, el valor de la resistencia Rx está dado por la siguiente ecuación

$$\underline{Rx = (\text{Factor Multiplicativo}) \times (\text{Indicación de la perilla graduada}) \text{ en Ohms}}$$

2.j) Cuando termine la medición, primero suelte el interruptor GA entonces apague BA y gire a la posición OFF

2.k) Anote los valores en la tabla 3.

### 3) PUENTE UNIVERSAL (GR 1657)

3.a) Conecte el puente digital a la línea de alimentación. NOTA: Este instrumento trabaja en 50 ó 60 Hz con una tensión de 120 ó 220V C.A.

3.b) Coloque la Resistencia a medir en el dispositivo “probador”

3.c) Para el encendido, presione el botón POWER

- 3.d) Seleccione la función a medir, presionando solo uno de los botones para resistencias presiones el botón R
- 3.e) Ajuste el rango. Presione el botón indicando (RANGE) y vea la luz indicadora; si la señal aparece del lado derecho presione el botón de la derecha y si aparece del lado izquierdo presione el botón de la izquierda
- 3.f) Finalmente la lectura se indica en la pantalla donde se muestra el punto decimal y las unidades de la variable que se está midiendo (M $\Omega$ , K $\Omega$ ,  $\Omega$ )
- 3.g) Anote los valores en la tabla 3.

TABLA 3

| PUENTE          | R1( $\Omega$ ) | R2( $\Omega$ ) | R3( $\Omega$ ) | R4( $\Omega$ ) | R5( $\Omega$ ) | R6( $\Omega$ ) |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| WHEASTSTON<br>E |                |                |                |                |                |                |
| KELVIN          |                |                |                |                |                |                |
| UNIVERSAL       |                |                |                |                |                |                |

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO

| EQUIPO | RANGO | EXACTITUD | OTROS |
|--------|-------|-----------|-------|
|        |       |           |       |
|        |       |           |       |
|        |       |           |       |
|        |       |           |       |

**CUESTIONARIO**

- 1.- Explicar brevemente las diferencias de los equipos que se utilizaron.
- 2.- Hallar los errores absolutos y relativos de los elementos que se estudiaron, tome como valor real las lecturas del instrumento que convenga; explique porque eligió dicho instrumento.
- 3.- Mencione tres aplicaciones de los circuitos puente utilizados

**TRABAJO DE CASA**

- 1.- Exponer la teoría básica del puente de Wheaststone
- 2.- Exponer la teoría básica del puente doble.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**"ARAGÓN"**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACION.**

**PRACTICA N° 5**

**PUENTES PARA MEDIR IMPEDANCIAS.**

**OBJETIVO:**

- a) Conocer los principios básicos del funcionamiento de los diferentes puentes para medir impedancias.
- c) Conocer las características y manejar adecuadamente estos puentes para darles una aplicación adecuada.

**INTRODUCCION:**

**1) PUENTE UNIVERSAL ANALOGICO**

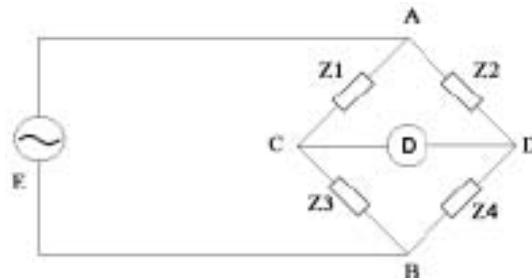
Los circuitos puente analógicos para medir impedancias tienen una configuración semejante al puente de Wheatstone que se utilizó en la práctica para la medición de resistencias, con la diferencia de que aquí se emplean capacitores y/o impedancias para lograr el equilibrio.

El circuito de la figura 1 muestra la forma general de un puente para la medición de impedancias en condiciones de equilibrio; se expresa mediante la siguiente expresión:

$$Z_x = (Z_2 / Z_1 ) (Z_3) \dots (1)$$



**Fig 1. PUENTE BASICO PARA MEDICION DE IMPEDANCIAS**



El circuito se compone de una fuente de voltaje de C.A. cuatro ramas representado por impedancias cuyos elementos son: resistencias (R), inductancias (L) y capacitancias (C); un detector de cero, que se conecta a los bornes C y D, con el que se logra sensar la corriente.

Los circuitos puente de C.A. se clasifican principalmente dos categorías:

**1.a) PUENTE COCIENTE DE BRAZOS**

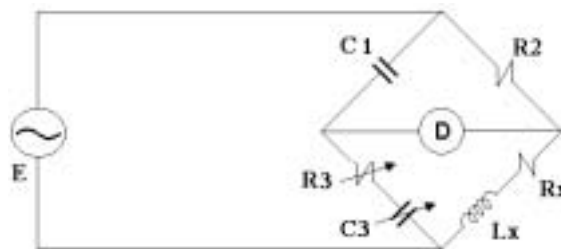
**1.b) PUENTE PRODUCTO DE BRAZOS**

A continuación se explican brevemente ambos casos:

**1.a) PUENTE COCIENTE DE BRAZOS:**

En la fig. 2 se muestra el puente de Owen que es un ejemplo del tipo cociente de brazos comúnmente usado en la medida de inductancias.

**FIGURA 2 “PUENTE DE OWEN”**



El diagrama nos representa dos elementos de circuito ajustables, conectados en serie (brazo 3), adyacente al brazo desconocido (brazo x), el cociente de las impedancias situadas en los brazos 2 y 1 será puramente real o puramente imaginario. Luego considerando el brazo 3 doblemente ajustable  $Z_3 = R_3 + j X_3$  y considerando a  $Z_x$  de la ecuación 1 quedará de la siguiente forma:

$$Z_x = (Z_2 / Z_1) (R_3 + jX_3) \dots (2)$$

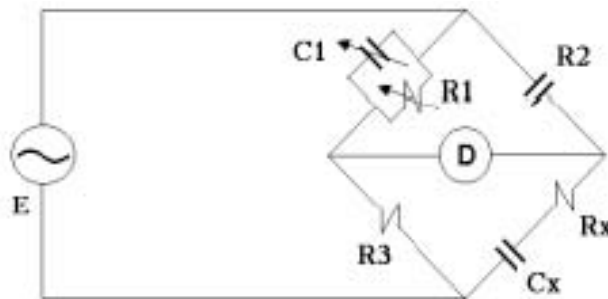
Cumpliendo las dos condiciones de equilibrio de la fig.2 y utilizando la ec. (2), luego igualando partes reales e imaginarias obtenemos las dos condiciones de equilibrio.

$$R_x = (C_1 * R_2) / C_3 ; L_x = C_1 * R_2 * R_3$$

### 1.b) PUENTE PRODUCTO DE BRAZOS

Un ejemplo de este tipo de puente, se muestra en la fig. 3 usado para medir capacitancias.

**FIGURA 3 "PUENTE DE SCHERING"**



El diagrama contiene dos elementos ajustables conectados en paralelo (brazo 1), en el brazo opuesto, la impedancia desconocida  $Z_x$ . Luego el producto de las impedancias de los brazos 2 y 3 serán valores reales o imaginarios. Expresando as variables del brazo 1 en forma de admitancia quedará  $Y_1 = G_1 + jB_1 \dots (5)$

Considerando el equilibrio del puente, de acuerdo a la fig. 1 se tendrá la siguiente ecuación:

$$Z_1 Z_x = Z_2 Z_3 \dots (6)$$

Luego sustituimos 5 en 6

$$Z_x = Z_2 Z_3 (G_1 + jB_1) \dots (7)$$

Donde:

**Z<sub>x</sub>** Impedancia desconocida.

**Z<sub>2</sub>Z<sub>3</sub>**: Cantidad fija y desconocida.

**G<sub>1</sub> y JB<sub>1</sub>** : valores que se ajustan independientemente, reales e imaginarios.

Finalmente de la ec. 7 e igualando la parte real e imaginaria obtenemos las dos condiciones de equilibrio.

$$R_x = (R_3 * C_1) / C_2 ; C_x = C_2 / (R_3 * G_1)$$

## 2) PUENTE UNIVERSAL DIGITAL

Este instrumento utiliza un método de medición diferente a los demás puentes para la medición de impedancias, construido con circuitos en estado "sólido" como son: Amplificadores, microprocesadores, circuitos integrados, etc.

La utilidad del aparato es variada y versátil. donde los errores de lectura por parte del observador no se presentan, debido a que la medición la lleva a cabo mediante su propio microprocesador, que es el que controla el proceso de medición de variables apareciendo solo en la pantalla de los valores R, C o L con un máximo de 5 dígitos y los valores de C o L con 4 dígitos. Este puente no requiere calibración debido a la técnica utilizada para medir.

La fig. 4 muestra el funcionamiento básico que utiliza el puente universal digital para la medición de impedancias.

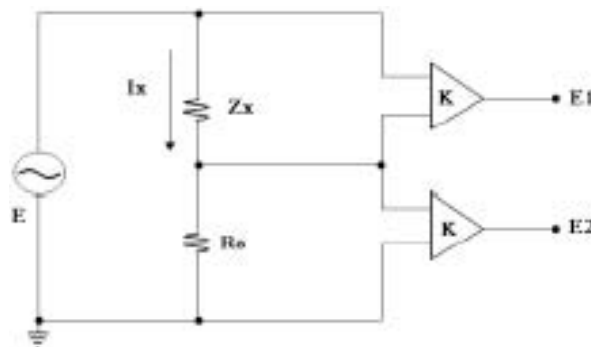


FIGURA 4

## CIRCUITO BASICO DE UN PUENTE UNIVERSAL DIGITAL

El circuito representa un generador de onda senoidal que produce una corriente  $I_x$  a través de la impedancia  $Z_x$  y la resistencia  $R_s$  conectados en serie. Dos amplificadores diferenciales actúan con la misma ganancia  $K$  produciendo el voltaje  $E_1$  y  $E_2$ ; donde  $E_1$  esta dado por la relación:

$$E_1 = K * Z_x * I_x \quad E_2 = K * R_s * I_x$$

Como la corriente  $I_x$  y la ganancia  $K$  es la misma, luego dividiendo  $E_1$  entre  $E_2$  queda:

$$E_1 / E_2 = Z_x / R_s$$

Despejando  $Z_x$ , finalmente la ec. será:

$$Z_x = R_s ( E_1 / E_2 )$$

### DESARROLLO:

Los puentes son instrumentos sensibles y delicados por lo que se recomienda tener especial cuidado en su manejo.

Se proporciona al alumno un transformador y 3 capacitores. Lleve a cabo 6 mediciones con los siguientes puentes: Universal analógico HP 4260A y el Universal digital GR 1657 siguiendo los siguientes pasos:

#### **1) PUENTE UNIVERSAL ANALOGICO**

##### ***Medición de Capacitancias.***

- 1.a) Seleccione la función  $C_p$  auto.
- 1.b) Coloque el capacitor en las terminales.
- 1.c) El valor de la variable se muestra en el contador CRL donde la dirección de la señal nos indica la dirección de giro, es decir, si el indicador CRL prende hacia el lado derecho gire el control a favor de las manecillas del reloj. Es importante cuidar que la lectura no debe de sobrepasar el valor de 1040.
- 1.d) Si prende el lado izquierdo, gírelo en contra de las manecillas del reloj.
- 1.e) Si CRL esta totalmente girado y la luz derecha prendida, gire el rango en contra de las manecillas del reloj, seleccionando el mayor rango de manera que la lectura indique varias cifras decimales.

- 1.f) Ponga toda la sensibilidad, ajuste CRL hasta que la aguja del galvanómetro indique cero. Anote los valores en la tabla 1. Después que el puente este balanceado, o sea el galvanómetro indique cero, realice la siguiente medición.
- 1.g) Mida el factor D, coloque la perilla en función Cp HIGH D, ajuste el control DQ a la mínima escala, gire la perilla hasta encontrar D.
- 1.h) Si no es posible en esta posición cambie la función Cs LOW D y encuentre el punto más próximo a cero. Anote el valor en la tabla 1.

### **Medición de inductancias:**

- 1.i) Coloque la función en LS AUTO y repita los pasos 1c, 1.d, 1.e, 1.f
- 1.j) Mida el factor Q, coloque la perilla de función LS LOW Q, ajuste el control DQ a la mínima escala.
- 1.k) Si en esta posición no es posible la lectura de Q, cambie a la función Lp HIGH Q para encontrar un valor cercano a cero. Anote los valores en la tabla 1.
- 1.m) De la fig.5 hacer la conexión serie indicada y mida la inductancia equivalente (Leq.) L1, L2.

### **2) PUENTE UNIVERSAL DIGITAL**

- 2.a) Conecte el puente digital a la línea de alimentación. NOTA: Este instrumento trabaja en 50 ó 60 Hz con una tensión de 120 ó 220V C.A.
- 2.b) Coloque la variable a medir en el dispositivo "probador".
- 2.c) Para el encendido, presione el botón, dejándolo en la posición "ON".
- 2.d) Seleccione la función a medir, presionando solo uno de los botones. Para resistencias presione el botón R, para inductancia presione el botón L/Q. y para capacitancia presione el botón C/D.
- 2.e) El puente digital 1657 RLC opera en dos frecuencias que son 120 Hz y 1khz. Para medir en 120 Hz oprima el botón de frecuencia y aparecerá una señal roja en la pantalla indicando la frecuencia de prueba. Libere el botón de frecuencia para medir en 1khz.
- 2.f) Seleccione el circuito equivalente oprimiendo el botón paralelo/serie, donde la señal roja aparecerá en la pantalla indicando el tipo de conexión, serie o paralelo.
- 2.g) Ajuste el rango. Presione el botón indicado (RANGE 2) y vea la luz indicadora; si la señal aparece del lado derecho, presione el botón de la derecha, y si aparece del lado izquierdo presione el botón de la izquierda.
- 2.h) Finalmente la lectura se indicara en la pantalla, donde se muestra el punto decimal y las unidades de la variable que se esta midiendo, las unidades son M $\Omega$ , K $\Omega$ ,  $\Omega$ , H, mH, mf, nf,  $\mu$ f.

Anote los valores en la tabla 1

**TABLA1**

| <b>PUENTE</b>            | <b>Z1</b>  | <b>Z2</b>  | <b>Z3</b>  | <b>Z4</b>  | <b>Z5</b>  | <b>Z6</b>  |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>DIGITAL</b>           | <b>L1=</b> | <b>L2=</b> | <b>L3=</b> | <b>C1=</b> | <b>C2=</b> | <b>C3=</b> |
|                          | <b>Q1=</b> | <b>Q2=</b> | <b>A3=</b> | <b>D1=</b> | <b>D2=</b> | <b>D3=</b> |
| <b>CIRC EQUIVALENT E</b> |            |            |            |            |            |            |
| <b>ANALÓGICO</b>         | <b>L1=</b> | <b>L2=</b> | <b>L3=</b> | <b>C1=</b> | <b>C2=</b> | <b>C3=</b> |
|                          | <b>Q1=</b> | <b>Q2=</b> | <b>Q3=</b> | <b>D1=</b> | <b>D2=</b> | <b>D3=</b> |
| <b>CIRC EQUIVALENTE</b>  |            |            |            |            |            |            |

Anote las características del equipo utilizado en la tabla 2.

| <b>EQUIPO</b> | <b>RANGO</b> | <b>EXACTITUD</b> | <b>OTROS</b> |
|---------------|--------------|------------------|--------------|
|               |              |                  |              |
|               |              |                  |              |

**CUESTIONARIO:**

- 1.- Explique el desarrollo de las ecuaciones del puente de Owen y, el puente de Shering respectivamente, mencionado en la introducción.
- 2.- Hallar los errores absolutos y relativos de los elementos que se estudiaron. Tome como valor real las lecturas del instrumento que usted convenga explique porque eligió dicho instrumento.
- 3.- Mencione dos aplicaciones de los puentes estudiados.

**TRABAJO DE CASA:**

- 1 - Explique que es el factor "D" y el factor "Q".
- 2.- Calcule las impedancias Z1, Z2, Z3, Z5, Z6 empleando la frecuencia de 1khz del instrumento y tabule los resultados.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACION.**

## **PRACTICA N° 6**

### **MEDICIONES CON OSCILOSCOPIO**

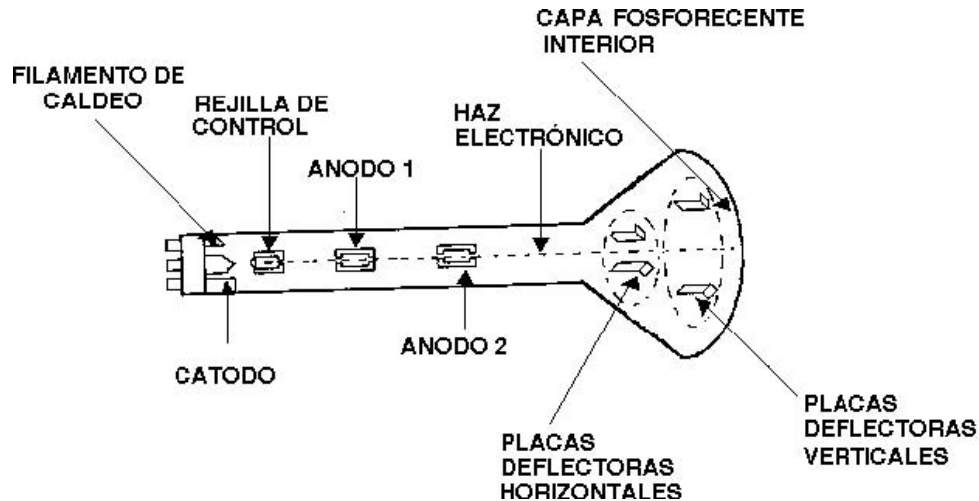
#### **OBJETIVO:**

- a) Familiarizar al alumno con el principio de funcionamiento y la operación del osciloscopio
- b) Aplicar el osciloscopio para la determinación de parámetros de circuitos.

#### **INTRODUCCIÓN**

El osciloscopio de rayos catódicos (ORC) es un instrumento rápido y versátil de gran aplicación en el análisis de muchos fenómenos relacionados de circuitos eléctricos y electrónicos como son la frecuencia, las tensiones, los defasamientos, etc. De hecho el ORC es un graficador que en aparatos modernos maneja los ejes X,Y y Z con la ventaja que no contiene partes móviles, ya que el electrón trazador es un haz de electrones que incide sobre la pantalla fluorescente, la cual retiene por algún tiempo la imagen. Todos los circuitos del osciloscopio están dispuestos alrededor de un tubo de rayos catódicos (TRC) como el que se muestra en la siguiente figura.

Este dispositivo consiste en un tubo de vacío dentro del cual existe un cátodo que mediante un filamento calefactor, este alcanza una temperatura de emisión y libera electrones. La rejilla controla el flujo de electrones y consiste en un cilindro con una abertura circular muy pequeña que mantiene la corriente de electrones.



Si el trazo que aparece en la pantalla no está en posición horizontal, puede ajustarse por medio del tornillo que para el efecto está en el costado izquierdo del instrumento (empleando un desarmador no metálico)

### **APLICACIÓN DE SEÑAL**

Una vez llevados a cabo los pasos anteriores es posible entonces introducir la señal al canal seleccionado por precaución 10 Volts/Div.

### **MEDICIONES**

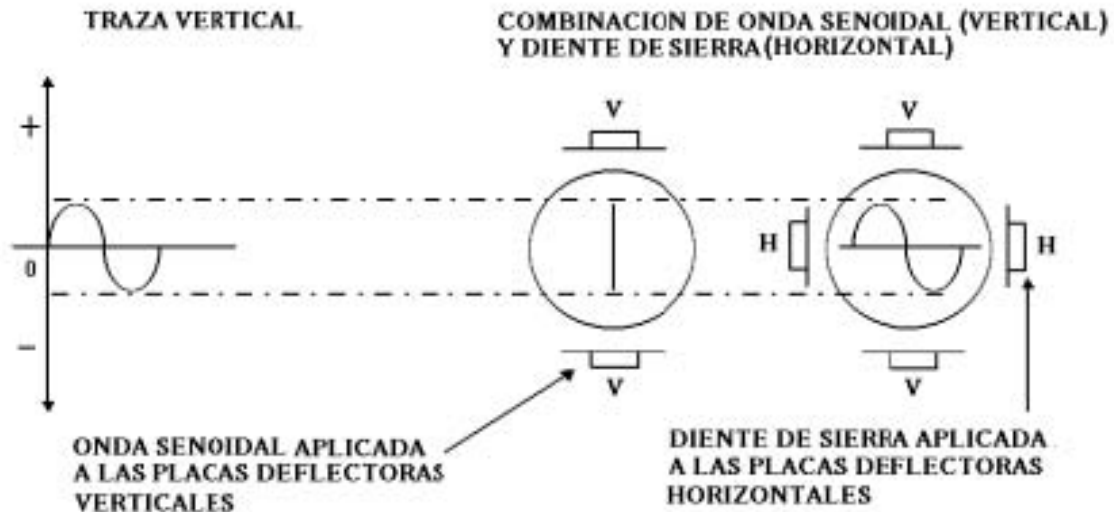
Con ayuda de un generador de funciones, conecte los circuitos que se muestran a continuación y efectúe las mediciones pertinentes para llenar las tablas que se indican, aclarando que la frecuencia y la amplitud de la señal aplicada puede variarse a criterio del alumno para que los ángulos de defasamiento sean medibles y puedan calcular los parámetros L y C de los circuitos conectados.

El haz se enfoca formando una aguja muy fina variando la tensión del primer ánodo, los ánodos del tubo de rayos catódicos, se pueden comparar a un sistema de lentes ópticas que enfocan el haz y también acelera a los electrones, esta función se logra por medio del ánodo 2 de la figura anterior. Según el tipo de osciloscopio pueden existir más de dos ánodos. La sección del tubo que da forma al haz electrónico recibe el nombre de cañón electrónico.

La cara interior del tubo, está cubierta por una capa de material fosforescente para que al incidir sobre ella el haz electrónico, emita luz. La composición química de esta capa debe de ser tal que la luz persista durante cierto tiempo, pudiéndose observar. Al mismo tiempo, la



persistencia de la capa fosforescente debe de ser lo suficientemente corta para que al suprimir el haz electrónico desaparezca rápidamente el dibujo formado por la traza. El sistema de deflexión del haz consiste en dos pares de placas situadas a continuación del 2o. ánodo. Estas placas por medio de un proceso de desviación electrostática posicionan el punto de incidencia del haz sobre la pantalla. En la siguiente figura se observa el resultado de aplicar una señal senoidal a las placas de deflexión vertical y una señal del tipo de diente de sierra a las placas de deflexión horizontal.



Los osciloscopios modernos constan de circuitos variados como son los de atenuación de entrada con amplificación de entrada vertical y horizontal, generación de señales de barrido, desincronización, de borrado, etc. Es difícil mostrar un diagrama de bloques que describa en general el funcionamiento del instrumento por lo que se deja al alumno que elija y explique algún diagrama que se encuentre a su disposición.

### **DESARROLLO:**

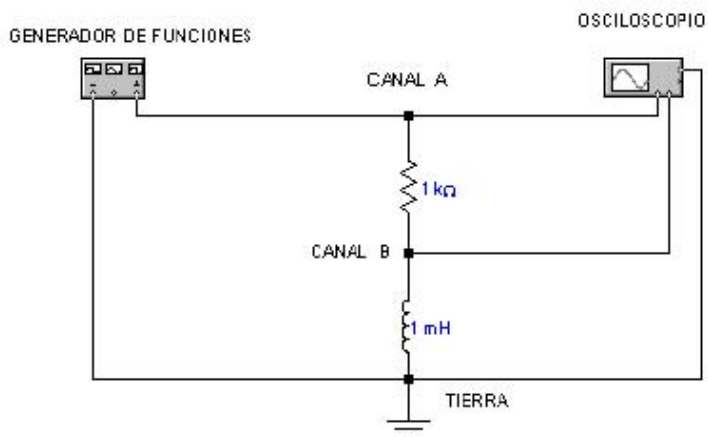
En esta práctica se utilizará un osciloscopio AGILENT 54621A. Este aparato es de gran confiabilidad y al momento de encenderlo realiza un escaneo de los sistemas que lo componen y después de esto ya se puede manipular, pero debe operarse con cuidado para evitar daños al mismo ya que una operación inapropiada de los controles puede ocasionar desde una aparente falla común hasta una descalibración total del mismo; debido a esto es necesario que la **operación** se lleve a cabo junto con las indicaciones de su instructor y del manual de operación **del fabricante**.

### CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

| N° | Equipo | Rangos | Resolución | Otros |
|----|--------|--------|------------|-------|
|    |        |        |            |       |
|    |        |        |            |       |
|    |        |        |            |       |

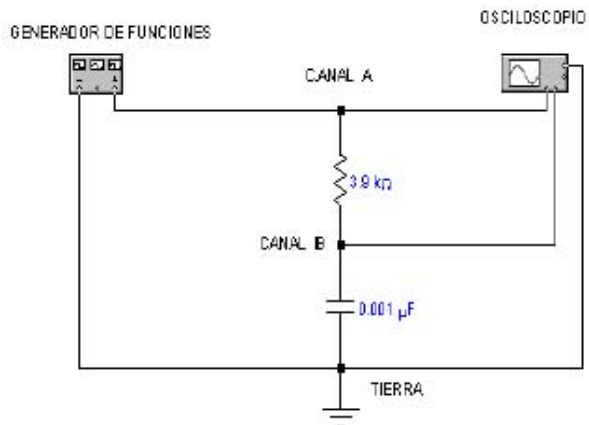
### CUESTIONARIO:

- 1.- ¿Qué significa los términos: fluorescencia, fosforescente y persistencia?
- 2.- ¿Puede considerarse un osciloscopio similar a un frecuencímetro, a un fasímetro, a un voltímetro?



|        | V <sub>13</sub> | V <sub>23</sub> |
|--------|-----------------|-----------------|
| V pico |                 |                 |
| Hz     |                 |                 |
| $\rho$ |                 |                 |

$\rho$  = ángulo de defasamiento. indicar cual esta adelantado respecto al otro



|        |                 |                 |
|--------|-----------------|-----------------|
|        | V <sub>13</sub> | V <sub>23</sub> |
| V pico |                 |                 |
| Hz     |                 |                 |
| $\rho$ |                 |                 |

Las resistencias en ambos circuitos serán de 3.9 Kohms y el capacitor de 0.001 microfaradios y de 33 micros

3.-¿Cuál sería la expresión matemática de una señal medida en el osciloscopio, si la onda tiene 5 divisiones de pico a pico, estando el selector en un milivolt/div y correspondiendo a 6 divisiones horizontales, estando el control en 5 milisegundos/div

### **TRABAJO DE CASA:**

- 1.- Explique el funcionamiento de cada una de las perillas de las que consta el control del osciloscopio utilizado
- 2.-Desarrollar el diagrama de bloques de los circuitos de un osciloscopio y explicarlo.
- 3.- Explique en el reporte como se llegó a los valores de los parámetros L y C de los circuitos conectados

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

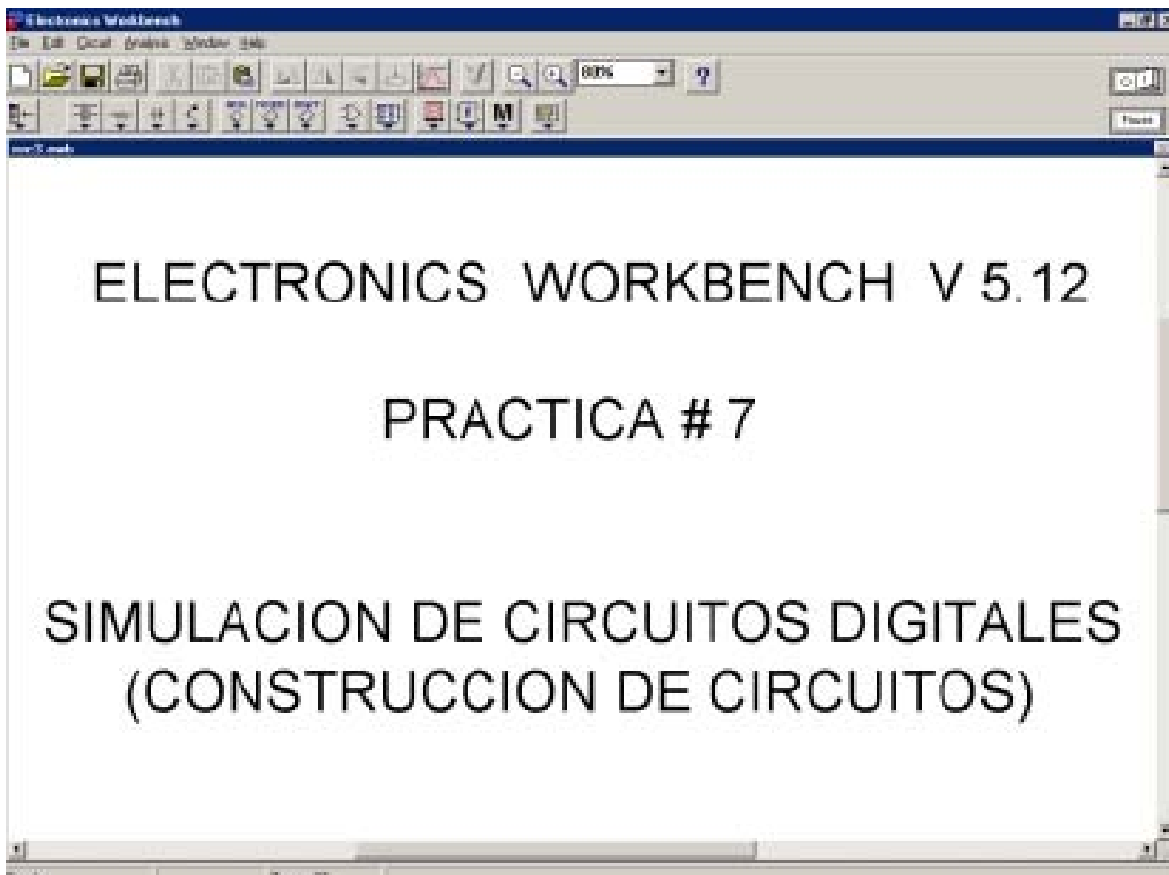
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"

LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN

PRACTICA N<sup>o</sup> 7

SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DIGITALES

(CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS)



## **OBJETIVO:**

- a) Familiarizar al alumno con el uso del Laboratorio Virtual Electronic WorkBench.
- b) Realizar y simular circuitos digitales para la optimización de tiempos antes de su aplicación física.

## **INTRODUCCION:**

El avance tecnológico permite contar con herramientas de **Simulación** permitiendo optimizar tiempos. Décadas atrás, si se requería realizar algún circuito electrónico el diseño tenía que realizarse en papel y posteriormente llevarse a cabo de manera física siendo en ocasiones contraproducente por el hecho de haber cometido algún error en el diseño y observar que su funcionamiento no era el esperado; llevando nuevamente a revisar el trabajo en papel corregir el error cometido, desoldar y nuevamente soldar.

Esto en cuestión académica en ocasiones nos llevaba mucho tiempo o días dependiendo nuestra actividad escolar, por consiguiente un retraso en la entrega de los proyectos programados y cubrir un requisito; con este tipo de software y demás paquetería que hay en el mercado podemos realizar el diseño en papel, comprobarlo con el Laboratorio Virtual y llevando a cabo la simulación de nuestros diseños para corroborar que efectivamente funcione de manera correcta, ahorrando con ello tiempo en todo el proceso.

Para la construcción de un circuito se deben de seleccionar, primero los componentes del mismo.

El Electronics Workbench, entre los varios elementos de simulación con que cuenta se tienen los siguientes circuitos lógicos:

- . • Compuerta AND
- . • Compuerta OR
- . • Compuerta OR EXCLUSIVA
- . • Compuerta INVERSORA
- . • Compuerta NAND
- . • Compuerta NOR
- . •NODO Conector
- . •LED
- . •FUENTE, de 5V de CD.
- . •TIERRA
- . •Flip-Flop RS
- . •Flip-Flop JK con reloj
- . •Flip-Flop D con reloj
- . •MEDIO SUMADOR BINARIO
- . •DISPLAY

Un componente se selecciona de la siguiente manera: En la parte superior de la pantalla

se tiene la Barra de Herramientas, en ella se encuentra la barra de elementos y en esta tenemos los iconos de los componentes (fuentes, elementos básicos, diodos, transistores, CI's, secuenciales, etc.), se selecciona el icono de los componentes a utilizar y después de oprimir el icono aparecerá una barra (ventana) debajo del mismo que contiene los elementos correspondientes, ahora se selecciona con el mouse el elemento, se oprime el botón izquierdo y sin dejar de presionarlo se arrastra el elemento hacia el área de trabajo, se suelta el botón cuando se haya colocado el elemento en el lugar deseado.

Si se requiere **ROTAR** el elemento seleccione con el prompt una vez que haya cambiado a color rojo el componente, presionar **CONTROL R**, también se puede hacer cambiar la posición, presionando el botón **DERECHO** del mouse, el componente se hará **ROJO** y entonces se elige la opción **ROTAR**, la otra opción es utilizar el icono donde se tiene un triángulo en vertical y uno de color rojo en horizontal de la Barra de Herramientas.

Los componentes del circuito son conectados por medio de líneas que representan el alambrado, realizando el siguiente procedimiento:

Posicionar el cursor en el extremo o terminal del componente del cual se va a iniciar la línea.

Cuando en la punta de la flecha aparezca un círculo negro

Oprimir el botón izquierdo del mouse.

Sin soltar el botón, arrastrar la línea hasta la terminal o extremo del otro componente hasta el que va a ser conectado.

Sin soltar el botón del mouse, sólo hasta que en la punta de la flecha aparezca el círculo negro.

Es necesario aclarar que el paquete acomoda la línea de conexión, no es necesario marcar o indicar la forma que seguirá la línea

En ocasiones se requiere de que una terminal concurren dos o más líneas en este caso se debe usar un conector o nodo, este componente nos permite conectar de 1 a 4 líneas y es la misma que para los demás componentes e incluso para los instrumentos. Hay dos formas de utilizarlo, una seleccionándolo de la Barra de Herramientas y la otra, se obtiene realizando los pasos 1,2,3 y 4.

**ES OBLIGACIÓN DEL INSTRUCTOR DAR UNA EXPLICACIÓN GENERAL DEL USO Y MANEJO DEL ELECTRONICS WORKBENCH V 5.12 PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA PRACTICA.**

## DESARROLLO

- 1.- Arme el siguiente circuito, es un decodificador de 2 a 4 líneas como se muestra en la figura 1 utilizando compuertas and, indicadores rojos y el generador de palabra,
- 2.- Arme un contador de 0 a 9 con flip flops JK como se muestra en la figura 2
- 3.- Arme el decodificador del punto 1 del desarrollo con otro tipo de compuertas
- 4.- Arme el contador del punto 2 del desarrollo con otro tipo de flip-flops

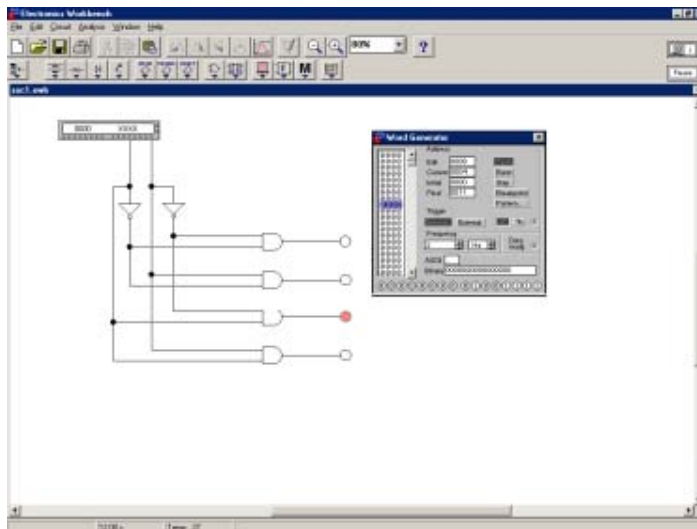


FIGURA 1  
(DECODIFICADOR 2-4  
LINEAS)

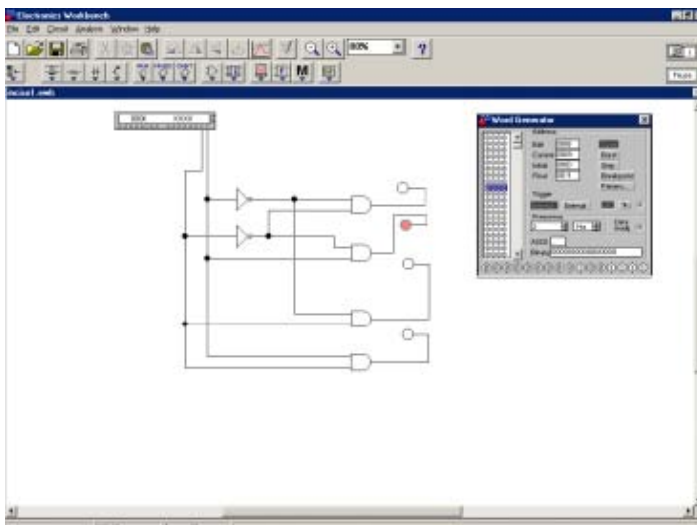


FIGURA 1  
(DECODIFICADOR 2-4  
LINEAS)

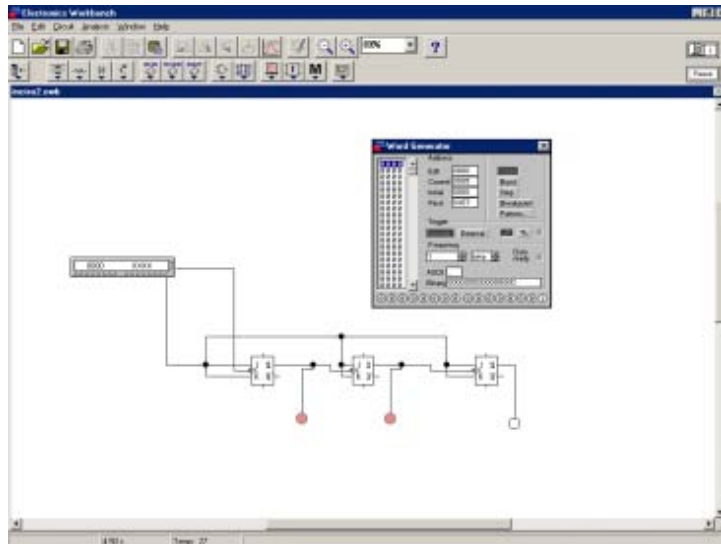


FIGURA 2  
(FLIP-FLOPS JK)

## TRABAJO DE CASA

- 1.- Explicar detalladamente el funcionamiento de un codificador, decodificador, contador.
- 2.- Explicar la diferencia entre los flip-flops JK, RS y D
- 3.- Mostrar los circuitos de los puntos 3 y 4 del desarrollo en la pantalla y/o entregar en forma impresa, incluyendo también el GENERADOR DE PALABRAS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

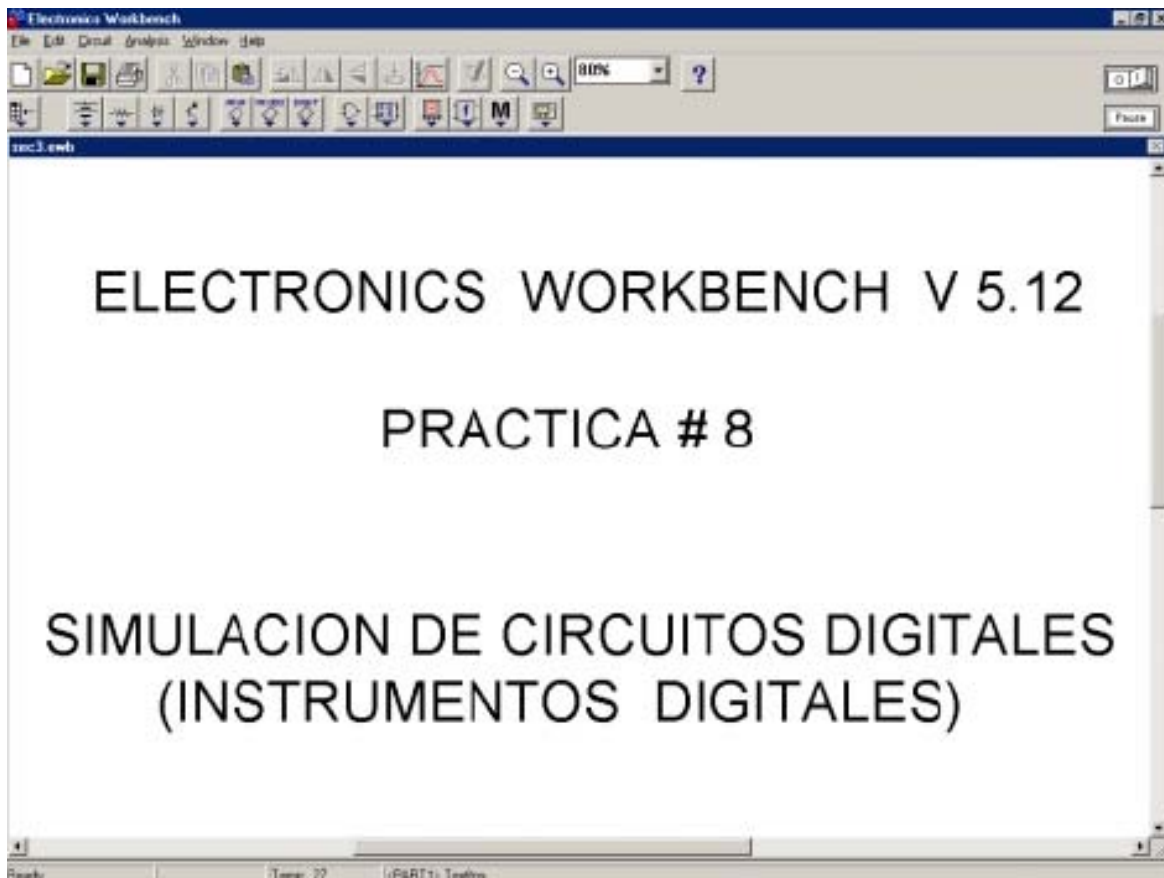
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"

LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN

PRACTICA N<sup>o</sup> 8

SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DIGITALES

(INSTRUMENTOS DIGITALES)



## **OBJETIVO:**

- a) Utilizar los instrumentos y los elementos o componentes del Laboratorio Virtual "ELECTRONICS WORKBENCH".
- b) Construir y conocer el comportamiento de un circuito digital.

## **INTRODUCCIÓN**

La aparición de la computadora ha permitido que ciencias como las matemáticas, sobre todo las matemáticas aplicadas, hayan experimentado notables avances. La práctica de la ingeniería ha estado relacionada con la evolución de nuevas herramientas y tecnologías, por ello la ciencia de la computación apoya a esta rama con programas de simulación.

En el área de la Electrónica el desarrollo de programas que ayudan a conocer el funcionamiento de un circuito, antes de su realización física es de gran ayuda, sobre todo para aquellas personas que se dedican al diseño e implementación de grandes circuitos, los cuales pueden resultar demasiado costosos en su realización.

EL LABORATORIO VIRTUAL ELECTRONICS WORKBENCH (EWB) es un programa que nos ayuda a realizar la simulación de circuitos tanto digitales como analógicos. En esta práctica utilizaremos este programa para la realización de circuitos digitales.

Entre los diferentes instrumentos que nos proporciona El EWB vamos a mencionar brevemente los 4 siguientes:

### **MULTIMETRO DIGITAL**

Este instrumento nos permite realizar mediciones de corriente directa y corriente alterna, entre las funciones que podemos medir tenemos el voltaje, corriente, resistencia y decibeles; es usado comúnmente para determinar el nivel de voltaje del circuito en un sólo punto en donde se localiza la terminal de un componente o un conector (nodo). Un nivel alto (1 lógico) tiene una lectura de 5 volts y un nivel bajo (0 lógico) una lectura de 0 volts, que son los niveles de voltaje en los circuitos integrados TTL.

El multímetro tiene dos terminales con el signo (+) para conectar en el punto donde se medirá la lectura a y con el signo (-) para su conexión a tierra.

## GENERADOR DE PALABRAS

### TEXTO MODIFICADO:

El generador de palabras es usado para determinar el patrón de bits (ceros y unos) que entrarán al componente lógico del circuito para que este realice su operación.

Del lado izquierdo del instrumento se tiene un buffer de 4 caracteres por renglón de valor hexadecimal cada carácter, su rango de operación va de 0000 hasta FFFF (de 0 hasta 65,535 en valor decimal). Cada dígito hexadecimal equivale a una palabra binaria de 16 bits. Cuando el Generador es activado, el renglón de datos hexadecimal es enviado en paralelo a las correspondientes terminales de salida del Generador de Palabras.

También se puede agregar los bits en Código hexadecimal en el buffer del Generador de la siguiente manera:

Se selecciona la caja de datos etiquetada con la etiqueta “binario” (Binary) que esta compuesta por 16 bits, al introducir el valor en binario inmediatamente se introducirá el dato en el renglón correspondiente del buffer hexadecimal con el valor correspondiente al dato en binario agregado, para agregar un nuevo valor hexadecimal por medio de código Binario se debe seleccionar del buffer hexadecimal el renglón siguiente (en forma descendente) y seguir los pasos anteriormente mencionados.

También se puede cambiar el valor del buffer hexadecimal por medio de la caja de datos etiquetada con “ASCII”, introduciendo valores de Código ASCII, para asignar por medio de este valor el dato correspondiente al renglón del buffer hexadecimal, se selecciona después el siguiente renglón buffer hexadecimal para asignar el siguiente valor por medio de la caja de datos en Código ASCII, y así hasta introducir los valores que se requieren para realizar la simulación.

Una vez que se ha agregado el valor correspondiente en el buffer hexadecimal, sea por el proceso antes descrito que se utilice, dicho valor se tendrá directamente en las salidas correspondientes representadas por los Círculos que están en la parte inferior de dicho instrumento.

El generador, también tiene una salida de reloj (pulso cuadrado), localizada en la esquina inferior derecha. Además una salida **TRIGGER**, localizada en la parte derecha media del instrumento, esta terminal es una entrada para un manejador del generador de palabra. El generador avanzará un bit de la palabra cuando el pulso de reloj cambie a un nivel bajo a un alto, o bien, pase de un nivel alto a uno bajo, según se seleccione. El cuadro resaltado en amarillo es la forma de transición seleccionada. También se selecciona si el manejador es interno o externo, en el caso interno esta terminal no se conecta, cuando el manejador es externo la terminal se conecta a un circuito u otro instrumento.

En la parte superior central del Instrumento tenemos la sección que dice **Dirección (Address)**:

**EDIT**.- Permite observar que renglón del buffer de código Hexadecimal se está modificando.

**CURRENT**.- Nos permite ir observando que renglón está haciendo la transferencia de datos a las correspondientes salidas en código binario.

**INITIAL.**- En esta caja de Datos nosotros podemos elegir desde que localidad queremos que el buffer comience a realizar el despliegue de valores, por de faul, el despliegue de datos comienza desde la dirección 0000.

**FINAL.**- Esta caja nos permite elegir hasta que renglón queremos que el buffer de Datos Hexadecimal queremos que nos proporcione los datos, es importante que se edite el final del buffer pues si no se hace este proceso el buffer iniciara desde 0000 y concluirá hasta FFFF y nuevamente partirá desde el primer renglón para seguir con la transferencia de datos; si queremos que el Generador de Palabra solo transfiera lo que tenemos en cuatro renglones, hay que esperar tiempo hasta que regrese al renglón principal y nos proporcione los datos que se están utilizando.

Las tres opciones siguientes, se refieren a la forma en como se realizará la lectura de las palabras:

**STEP:** Realiza la lectura de una columna cada vez que el circuito se active.

**BURST:** Realiza una vez la lectura de la secuencia.

**CYCLE:** Realiza la lectura de la secuencia, en forma repetitiva, se detiene al desactivar el circuito.

### ANALIZADOR LÓGICO

El analizador lógico muestra una señal como onda cuadrada en forma binaria y además una equivalencia hexadecimal que toma dividiendo las 16 entradas correspondientes al número de salidas que tiene el Generador de palabra, es decir que se tiene cuatro dígitos en código hexadecimal. Este Instrumento despliega los niveles de las diferentes señales digitales a utilizar y nos permite la rápida adquisición de los niveles de los datos lógicos y su análisis de tiempo.

The logic analyzer displays the levels of up to 16 digital signals in a circuit. It is used for fast data acquisition of logic states and advanced timing analysis

En la parte derecha del analizador lógico se tienen alineados en columna las entradas para conectar los datos a graficar y en la parte inferior la sección de los controles del Instrumento, en la parte gráfica se muestra el estado (alto o bajo) de la señal recibida en cada canal de entrada. El analizador lógico cuenta con 16 canales de entrada, los cuales corresponden respectivamente a un renglón del display, cada canal (circuito) muestra el valor binario de cada bit de entrada un "1" corresponde a un segmento alto y un "0" se representa con un segmento bajo.

### CONVERTIDOR LÓGICO

El Convertidor Lógico es in Instrumento que nos permite optimizar tiempos y obtener el diagrama eléctrico, la base de este dispositivo es **La tabla de verdad**, es utilizada para convertir en diferentes formas: Tabla de verdad del circuito Expresión booleana, Circuito equivalente (Diagrama) El instrumento tiene 8 entradas y una salida (en realidad entrada, out, en donde se conecta la salida del circuito) Se puede realizar las siguientes tareas

- 1.- Convertir de un circuito a su tabla de verdad
- 2.- Convertir la tabla de verdad a una expresión booleana
- 3.- Convertir la tabla de verdad a una expresión booleana en forma simplificada.
- 4.- Convertir una expresión booleana, capturada en la caja de diálogo, a su tabla de verdad.
- 5.- Generar un circuito a partir de una expresión booleana.
- 6.- Generar un circuito con compuertas NAND a partir de una expresión booleana.

La caja de diálogo se localiza en la parte inferior del instrumento, para capturar la expresión booleana sólo basta con hacer click en la parte inferior del instrumento

**NOTA:** todos los instrumentos son maximizados haciendo doble clic en ellos con el botón izquierdo del mouse, o presionando F7, cuando el prompt apunte en ellos.

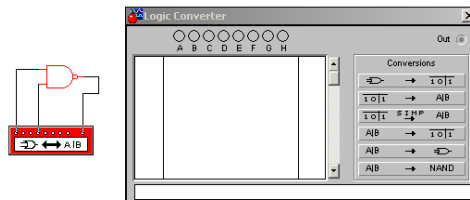
### DESARROLLO:

- 1 - Seleccione el generador de palabras, desplace este instrumento al área de trabajo.
- 2.- Seleccione el analizador lógico, desplácelo al área de trabajo.
- 3.- Seleccione una compuerta AND
- 4.- Conecte las entradas de la compuerta a las entradas del analizador, conecte también al generador de palabras, haga lo mismo con la salida de la compuerta.
- 5.- En el generador de palabras, se debe obtener la siguiente secuencia en las salidas correspondientes a las entradas de la compuerta AND.

|   |   |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |
| 1 | 1 |
| 0 | 0 |
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |
| 1 | 1 |

- 6.- Dibuje las gráficas, obtenidas en el analizador lógico, tanto para las entradas como para la salida.
- 7.- Observe el funcionamiento de la compuerta AND (multiplicación lógica). Recuerde que para que la salida sea 1 es necesario que las dos entradas sean 1.
- 8.- Ahora cambie el generador de palabras y el analizador lógico por la tabla de verdad.
- 9.- Conecte las 2 terminales de entrada a las de la compuerta y la salida de ésta, a la entrada OUT, (Ver Fig. 2).

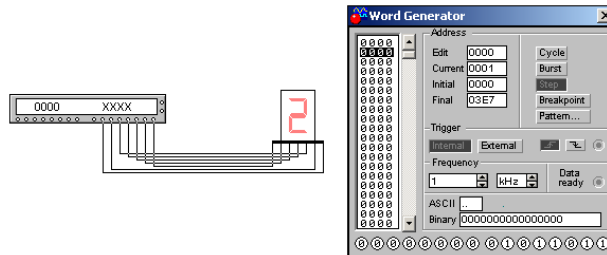
Fig. 2



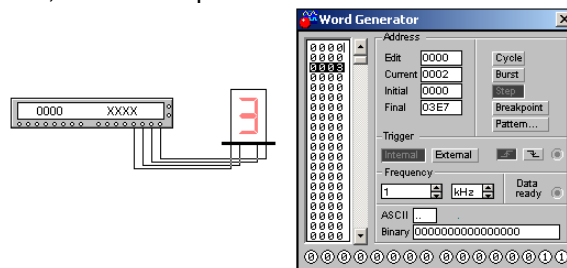
- 10.- Obtenga la tabla de verdad para esta compuerta.
- 11.- Obtenga su expresión booleana
- 12.- Dibuje el circuito equivalente con compuertas NAND. Como sabemos los circuitos integrados, que contiene compuertas lógicas, son construidos con una lógica básica, esto es, la utilización de una compuerta básica, NAND o NOR, para construir las demás compuertas lógicas.
- 13.- Ahora seleccionas una compuerta OR y repita los pasos del 4 al 12.
- 14.- Ahora seleccione una compuerta NAND y repite los pasos del 4 al 12 15.- Ahora seleccione una compuerta NOR y repita los pasos del 4 al 12.
- 16.- Ahora seleccione una compuerta INVERSORA y repita los pasos del 4 al 12

### QUESTIONARIO.

17.- Por medio del GENERADOR DE PALABRAS, implementar salidas para que en el display de **7 segmentos y 7 terminales** aparezcan del 1 al 10 (cero) consecutivamente. Anotar o Imprimir las combinaciones de bits que se hicieron.



18.- Posteriormente hacer lo mismo con el Display de **7 segmentos y de 4 terminales** que contiene **un decodificador**, anotar o imprimir combinaciones.



### **TRABAJO DE CASA.**

- Explicar el funcionamiento de los controles del analizador lógico
- Explicar el funcionamiento de los controles del Convertidor Lógico.
- ¿Qué ventajas se tiene al utilizar el Convertidor Lógico y el Analizador Lógico?

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

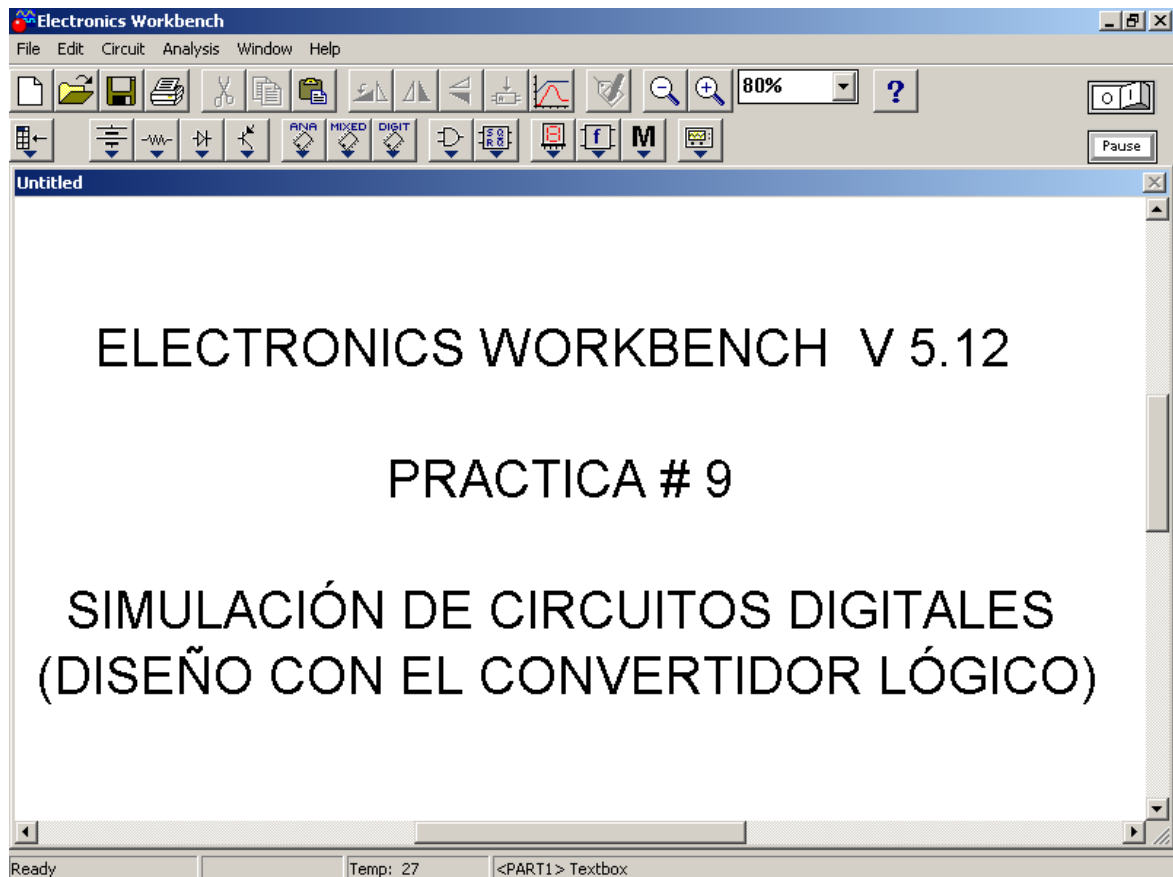
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"

LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN

PRACTICA N<sup>o</sup> 9

SIMULACIÓN DE CIRCUITOS DIGITALES

(DISEÑO CON EL CONVERTIDOR LÓGICO).



## OBJETIVO:

- Reafirmar los conocimientos adquiridos sobre el uso del Convertidor Lógico como una herramienta para el diseño de circuitos.
- Obtener el máximo provecho de este instrumento como optimizador de tiempo de diseño e implementación.

## INTRODUCCION:

El software de simulación ha venido a dar mucha ventaja en las aplicaciones que el ser humano realiza, por ejemplo podemos mencionar desafortunadamente los simuladores de vuelo para las cuestiones bélicas, simuladores marinos para preparar a los marinos en el control de barco, simulador de autos aplicado a los pilotos de carreras y prepararlos para afrontar de una mejor manera las pistas de la competencia, etc.; son un sin número de aplicaciones y entre ellas no podía faltar la simulación electrónica.

Es tanto el avance tecnológico en materia de software que existe que permite, una vez que ya realizada la simulación y el diseño funciona perfectamente, se puede pasar a otra aplicación que ayuda a realizar la distribución de los componentes en base al gusto del usuario y una vez terminada la conexión de los elementos se deja que el software realice el trazado de pistas y sólo resta que posen segundo o minutos dependiendo el numero de componentes, después de ese tiempo transcurrido se muestra el trazado de pistas y solo resta aplicarlo a la placa donde se realizara el circuito impreso, dando un buen acabado al trabajo del grabado de pistas.

Posterior al grabado, se realizan las perforaciones, se soldan los componentes y quedo listo el circuito electrónico a utilizar.

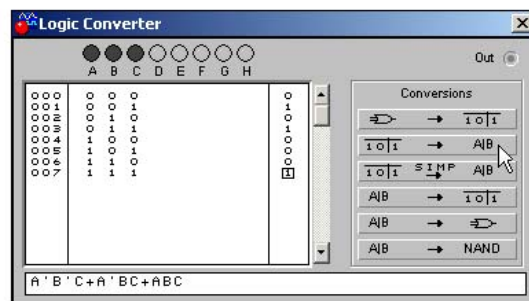
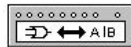
También otra ventaja en este caso de los laboratorios virtuales es que muy difícilmente se contara en el hogar con los instrumentos de Medición que permiten observar el procesos de las señales del circuito a diseñar, por ejemplo difícilmente en casa o pequeño taller se tiene un osciloscopio, varios multímetros, Convertidor Lógico, etc, etc. Por lo tanto este software de aplicación es una gran herramienta de trabajo.

## DESARROLLO:

Elija el Convertidor Lógico y realice la tabla de verdad como se muestra en la figura. Después elija convertir de tabla de verdad a expresión booleana.

Ejemplo:

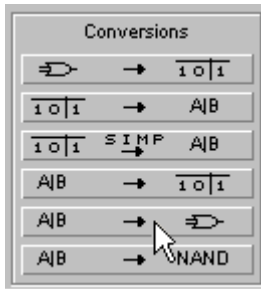
Diseñe un circuito electrónico que detecte el tamaño de botellas de tamaño diferente chica, mediana y grande. Las botellas chicas (un sensor), mediana (dos sensores) y grande (tres sensores) otra combinación no debe de activar el indicador de salida.



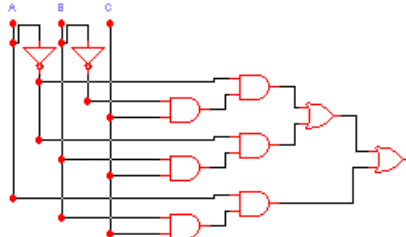
Después de obtener la expresión Booleana genere el circuito electrónico.



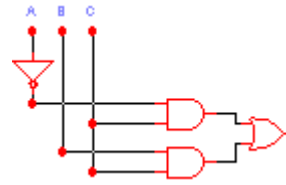
Después obtenga el circuito con compuertas and y por último con compuertas nand; observe la diferencia



Circuitos con compuertas and



Expresión Booleana

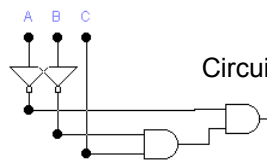
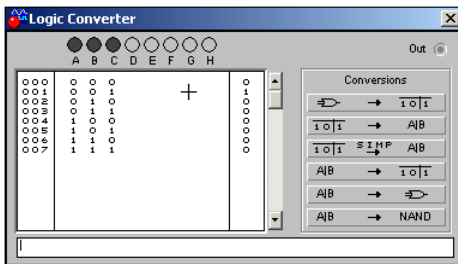


Expresión Booleana Simplificada

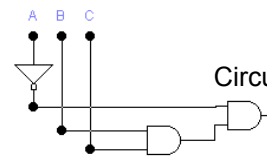
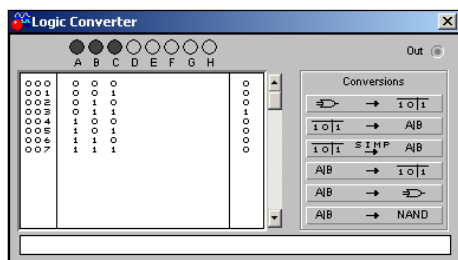
Utilice el Generador de Palabras y coloque en el buffer el valor correcto colocando un led indicador color rojo y simule para comprobar la tabla de verdad obtenida del enunciado.

Como se observa es un circuito con tres entradas y una salida, pero si queremos que el circuito nos muestre una señal luminosa por cada tamaño de botella, ¿qué se tiene que hacer?.

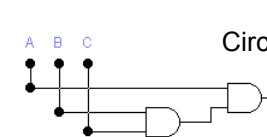
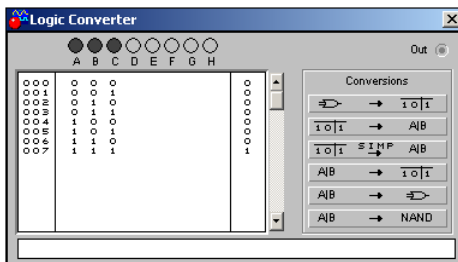
Para ello se tiene que realizar un circuito por cada salida y al tener los tres se procede a unirlos.



Circuito para botella pequeña



Circuito para botella mediana

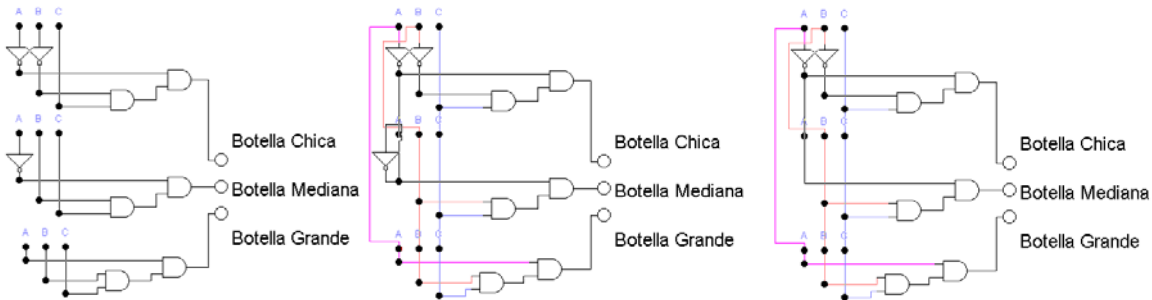


Circuito para botella grande

se procede a unir los circuitos, eliminando los elementos y conexiones que están de más, ya se tiene un circuito de tres entradas y tres salidas.

Entradas Sensores

A Botella pequeña  
 AB Botella mediana  
 ABC Botella grande



Ahora solo resta comprobar su funcionamiento conectando el Generador de Palabras en la respectiva entrada, agregando en el buffer los datos correctos.

Se puede observar que si se tiene la expresión Booleana se puede generar la tabla de verdad y el circuito electrónico, así como también de cualquier circuito electrónico conectando entradas y salida para generar su Tabla de Verdad y su expresión Booleana.

Observando que este Instrumento es muy versátil y de gran ayuda para el desarrollo de circuitos electrónicos.

**CUESTIONARIO.**

¿Qué ventajas se tiene al diseñar un circuito con el Convertidor Lógico y en la forma tradicional?

En base a lo observado en esta práctica proponga un circuito de cuatro entradas y tres salidas, explicando cual seria su aplicación.

**TRABAJO DE CASA.**

Resolver el siguiente ejercicio por mapas de Karnaugh, obtenga la expresión Booleana y realice el diseño del circuito en base a los datos obtenidos.

Diseñe un circuito electrónico que detecte el tamaño de botellas de tamaño diferentes chica, mediana y grande. Las botellas chicas (un sensor), mediana (dos sensores) y grande (tres sensores) otra combinación no debe de activar el indicador de salida.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO.  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ARAGÓN"**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN.**

**PRACTICA N 10  
MEDICIONES DE SONIDO.**

**OBJETIVO:**

- a) Capacitar al alumno para interpretar la información obtenida de un medidor de nivel de presión sonora.

**INTRODUCCION:**

En términos físicos, el sonido es la vibración mecánica de un medio elástico gaseoso, líquido o sólido. La razón más importante para estudiar el sonido, es que tiene acción directa con uno de nuestros sentidos: la audición.

La unidad utilizada para expresar la presión acústica es el Pascal ( **$\text{Pa} = \text{Nw} / \text{m}^2$** ); sin embargo para estudiar un fenómeno es necesario poder cuantificarlo; a pesar de que la magnitud de una onda sonora se puede determinar por un número de métodos distintos, es más conveniente hacerlo midiendo la presión acústica en lugar de medir parámetros como el desplazamiento de las partículas o su velocidad, que son difíciles de medir.

Existe un problema para expresar la presión sonora en una escala lineal, y este es nada menos que el funcionamiento del oído humano. El sonido más débil a 1000 Hz que puede escuchar una persona normal, va de aproximadamente  $2 \times 10^{-5}$  Pa (este valor está normalizado como referencia para medir niveles acústicos). Por otro lado, el umbral del dolor ocurre con 100 Pa aproximadamente; esto nos da una relación de 1 millón a 1. Además el oído no responde linealmente a los estímulos, sino de una forma logarítmica. Por estas razones se llegó a la conclusión de que es más práctico expresar los parámetros acústicos en forma logarítmica, normalizando el valor medido con respecto a una referencia. Esto nos sugiere el uso del decibel

(dB). De esta manera llegamos a la definición del nivel de presión acústica, que es:

$$NPA = 10 \text{ Log}_{10} P^2 / P_0^2 \quad \text{ó} \quad NPA = 20 \text{ Log}_{10} P / P_0$$

Donde: P = Presión sonora que se esta midiendo.

P<sub>0</sub> = Presión sonora de referencia (2 x 10<sup>-5</sup> Pa) .

Otra no linealidad del oído es su respuesta en frecuencia. El oído no percibe con igual sonoridad señales con distintas frecuencias, que tienen el mismo nivel de presión sonora. Por esta razón los medidores NPA generalmente cuentan con escalas de ponderación que se ajustan aproximadamente a la respuesta del oído. Estas escalas son: la "A", "B", "C".

Cuando colocamos la perilla en el medidor de NPA en la posición de ponderación "A", estamos incorporando al sistema del micrófono calibrador y amplificador, un filtro que modifica la respuesta en frecuencia para que el medidor responda igual a la curva de igual sonoridad de 40 fonos. Igualmente las curvas "B" y "C" están referidas a las curvas de 70 y 100 fonos respectivamente.

Para llevar a cabo esta practica es necesario que nos situemos en un lugar cercano a una fuente de ruido. Esto podría ser una oficina donde se esta mecanografiando algo, un lugar concurrido, una avenida, etc.

El instrumento que se utiliza para este tipo de mediciones, es el medidor de nivel de presión sonora. Cada fabricante especifica los cuidados que se le debe de tener a este equipo (tipo de instrumento), en nuestro caso, debemos de tener las siguientes precauciones:

- 1.-Coloque el selector de función en la posición de pagado (OFF) después de hacer la medición para evitar el gasto innecesario de la batería.
- 2.- Antes de conectar o desconectar el micrófono del instrumento asegúrese que el selector de función este colocado en apagado (OFF).
- 3.- Si cuando se prueba la batería la aguja del medidor no se coloca indicada por la leyenda "BAT" se deben de reemplazar las baterías.
- 4.-Este aparato se debe de tratar con cuidado como cualquier otro aparato de precisión, se debe de tener un cuidado muy especial cuando manipulamos el micrófono pues su diafragma es muy delicado, y es el elemento que nos da la calidad de medición del instrumento. No lo tire, desarme o permita que tenga contacto con el agua.
- 5.-Cuando las mediciones exteriores sean difíciles por el viento que sopla en el micrófono, use la pantalla de viento del instrumento.
- 6.-Las mediciones se deben de efectuar dentro de la tolerancia de temperatura y humedad que se especifican.
- 7.- Evite medir en lugares con magnetismo excesivo o con atmósferas gaseosas.
- 8.- Evite en lo posible hacer mediciones largas a luz directa, especialmente en el verano.
- 9.- Use un trapo suave para limpiar el instrumento.
- 10.- Transporte el aparato en su estuche o cordón.
- 11.-Cambie el selector de

rango a partir de la escala de 120 dB para abajo, la aguja se puede deflexionar bruscamente y el instrumento se puede dañar.

**DESARROLLO:**

- 1.-Colocarse aproximadamente a un metro de distancia de la fuente que se va a medir. (cuando no sea prácticamente posible, debemos de tomar nota de la distancia a la que hacemos la medición).
- 2.- Colocar la perilla de escala “RANGO” en la posición que indique 120.
- 3.- Coloque la perilla de función en la posición “BAT” y verifique que la batería este en un buen estado. Si esta bien continúe con el siguiente punto.
- 4.-Poner el selector del filtro en la posición “CAL”. Si no se coloca en esta marca, oprima el botón de calibración que esta colocado en la parte inferior derecha de la carátula y gírelo hasta que la aguja se coloque en esa marca.
- 5.- Coloque la perilla de función en la posición “ SLOW”, si el sonido que se va a medir no tiene cambios en su intensidad. Si el nivel sonoro no es constante colóquela en la posición “FAST”.
- 6.- Si la intensidad sonora de la fuente es fuerte, utilice la posición “C” del selector del filtro, si es un sonido que no molesta a el habla, utilice la escala “B”. Si es un sonido suave como el de una sala de descanso utilice el filtro “A”.
- 7.- Cambie de posición la perilla de escala “RANGE” hasta que haya una deflexión de la aguja dentro de la zona de lectura de la carátula de –5 a 10 dB. La lectura obtenida es la suma de la indicación de la carátula y la escala de la perilla.
- 8.- Al terminar la lectura coloque nuevamente la perilla de la escala en la posición de 120 y la perilla de función en apagado (OFF).
- 9.- Llene la siguiente tabla:

**NIVEL DE PRESION ACUSTICA**

| FUENTE SONORA | RUIDO DE FONDO | NIVEL DE LA FUENTE | FILTRO USADO |
|---------------|----------------|--------------------|--------------|
|               |                |                    |              |
|               |                |                    |              |
|               |                |                    |              |

OBSERVACIONES:

Indique si la medición se efectuó a una DISTANCIA de 1m.

**CUESTIONARIO:**

- 1.- ¿Qué otros filtros de ponderación hay para medir acústicas y para que se aplican?.
- 2.- ¿Qué es una curva isófona?.
- 3.- ¿Qué es un fono?.
- 4.- ¿Cómo debemos de interpretar una medición cuando hay ruido de fondo?.
- 5.- ¿De que nos sirve conocer el nivel de presión sonora de una fuente de ruido?.

**TRABAJO DE CASA:**

Obtenga los valores corregidos del ruido de las fuentes medidas a partir del nivel medido y el ruido del fondo después de haber realizado la práctica.

**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO:**

| <b>Nº</b> | <b>EQUIPO</b> | <b>RANGO</b> | <b>CLASE</b> | <b>OTROS</b> |
|-----------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|           |               |              |              |              |
|           |               |              |              |              |
|           |               |              |              |              |
|           |               |              |              |              |

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO.**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"**

**LABORATORIO DE MEDICION E INSTRUMENTACION.**

**PRACTICA N 11**

**MEDICIONES DE ILUMINACION.**

**OBJETIVO:**

- a) Realizar la medición de iluminación a diferentes distancias utilizando el luxómetro.
- b) Conocer el manejo y estudio del luxómetro.

**INTRODUCCION:**

Un sistema de alumbrado bien proyectado, proporciona iluminación suficiente de la propia tarea visual (material impreso, dibujos, notas, etc.), para una visión sostenida adecuada y una iluminación propiamente balanceada de los alrededores para dar un sentido de comodidad, bienestar y hasta de seguridad.

En lo que se refiere a cantidad de luz se puede afirmar que sin luz, no puede haber visión. Ninguna criatura puede ver en la total oscuridad.

Como resultado de años de investigación sobre la visibilidad, se han establecido niveles de iluminación (luxes sobre la tarea visual) para una visibilidad adecuada.

Estos niveles han sido publicados por la Illuminating Engineering Society y la Sociedad Mexicana de Iluminación A.C.

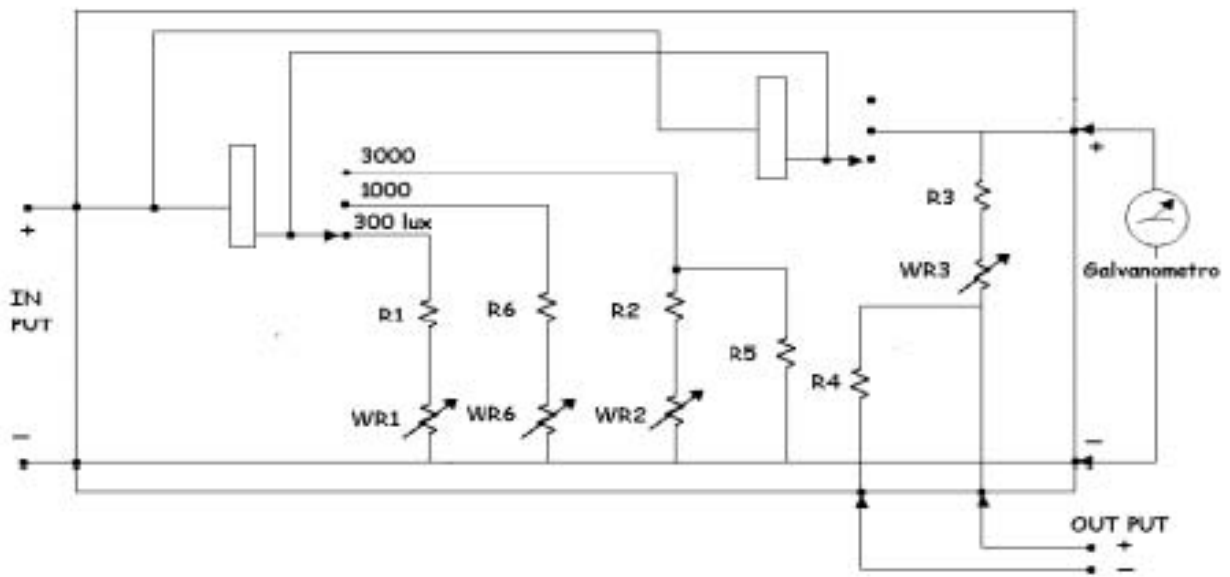
## TERMINOLOGÍA DE ILUMINACIÓN

### INTENSIDAD LUMINOSA (I)

Es la densidad de luz dentro de un ángulo sólido extremadamente pequeño en una dirección determinada. Sus unidades son la candela (CD), la cual se define como la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hz. Cuya intensidad energética en esas direcciones  $1/683$  Watts por esterradián.

### ILUMINACIÓN (E)

Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie en una superficie, su unidad es el lux (lx), el cual se define como la cantidad de luz proyectada por una candela patrón sobre una área de un metro cuadrado de una esfera con un metro de radio, también se define como una candela metro. En el sistema ingles, esta unidad es la candela pie (“footcandle”). Una “candela pie” equivale a 10.7 lx.





## ECUACIONES FUNDAMENTALES

### LEY DE LA INVERSA DE LOS CUADRADOS

“La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente de luz y la superficie iluminada, que es normal al rayo de luz”



$$E = I / D^2$$

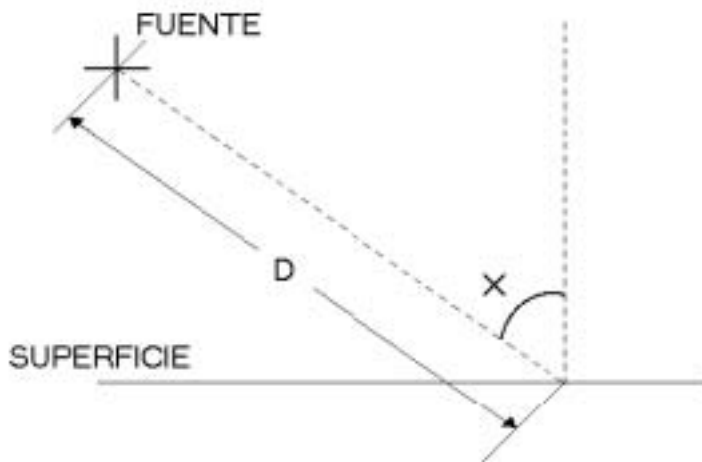
Donde :

E = Iluminación en lx.

I = Intensidad luminosa en CD.

D = Distancia de la fuente luminosa al punto en cuestión, en metros.

### LEY DEL COSENO



“La iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia (ángulo formado por la dirección del rayo incidente y la perpendicular a la superficie)”

$$E = I \cos x / D^2$$

### FLUJO LUMINOSO ( I ):

Es la luz emitida en la unidad de tiempo, su unidad es el lumen ( lm ), el cual se define como la cantidad de luz emitida por una vela, un foco eléctrico una luminaria, un papel luminoso, etc,. Así que un foco incandescente de 40W aproximadamente 3100 lm bajo condiciones normales de operación.

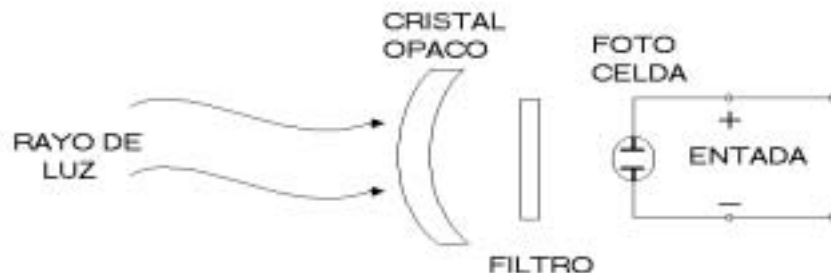
### LUMINANCIA O BRILLO FOTOMETRICO ( B )

Es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la misma. Se puede expresar en “candelas por centímetro cuadrado” o en “metro-lambert” (en el sistema ingles “pie-lambert”). Desde el punto de vista es la más importante de todas las unidades por que la visión es esencialmente una respuesta a las diferencias en brillantez en el campo de visión. La acción de leer por ejemplo, depende de poder distinguir la brillantez entre la tinta y el papel en que esta escrito.

$$B \text{ (en metro - lambert )} = E \text{ (lx) } \times R \text{ (factor de reflexión).}$$

### LUXOMETRO:

Instrumento con el que se puede medir la iluminación ( E ), esta compuesto básicamente por una celda fotovoltaica, conectada en paralelo con varias ramas de resistencias para obtener varios rangos de medición. Las lecturas se hacen en un galvanómetro instalado también en paralelo con la celda fotovoltaica como lo muestra la figura.



El concepto de “lumen” permite calcular la iluminación promedio proveniente de múltiples fuentes luminosas, aumentada por la reflexión de los alrededores: muros, pisos y techos. Esto en virtud de:

$$E = \text{lúmenes generados} \times Cu / \text{área considerada en m}^2$$

En esta fórmula Cu es un coeficiente combinado, relacionado con el tamaño del cuarto, su configuración, reflectancia y la eficiencia del luminario. Los fabricantes de luminarios publican tablas con los valores de Cu.

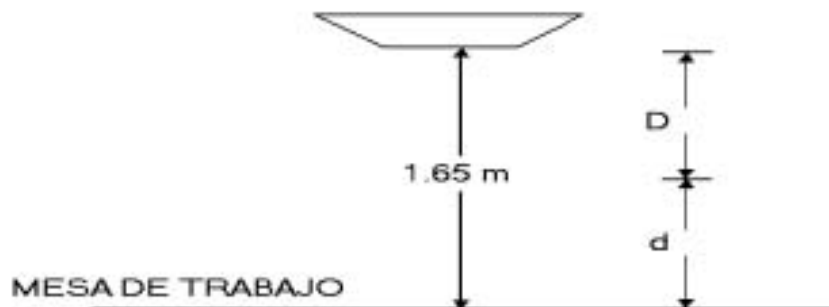
**DESARROLLO:**

Con el luxómetro colocado lo más perpendicular posible a una luminaria, se toman mediciones a diferentes distancias, tomando como referencia la mesa de trabajo (las distancias “d” son a partir de la mesa de trabajo), teniendo cuidado de colocar en su mayor rango al luxómetro, para después elegir la escala mas adecuada.

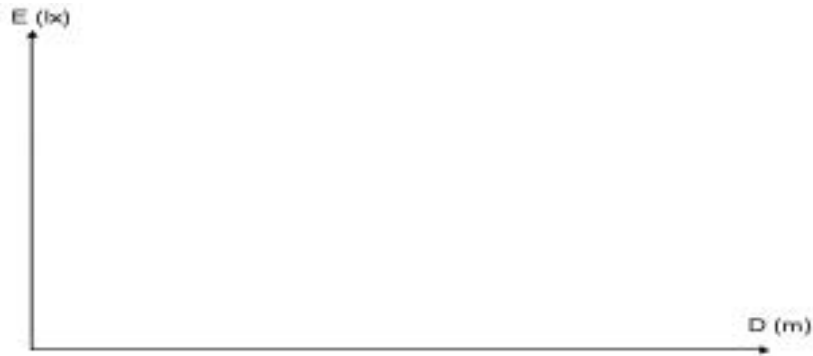
**TRABAJO DE CASA:**

Llenar la siguiente tabla, tomando las lecturas correspondientes:

| d | D = 1.65 - d | D | E  | I = DE |
|---|--------------|---|----|--------|
| m | m            | m | lx | cd     |
|   |              |   |    |        |
|   |              |   |    |        |
|   |              |   |    |        |
|   |              |   |    |        |
|   |              |   |    |        |
|   |              |   |    |        |
|   |              |   |    |        |



Trace la siguiente grafica E – D



**CUESTIONARIO:**

1.- ¿Es adecuada la cantidad de luxes registrados sobre la mesa de trabajo, considerando los estándares de niveles de iluminación para esta actividad?. Explique.

2.- De la grafica obtenida, ¿ qué es lo que podemos concluir?.

3.-En caso de requerirse mayores niveles de iluminación, ¿cuáles soluciones serian las mas adecuadas?. ¿Qué es un fono?.

4.-Si las lecturas con el luxómetro se tomaran a la misma distancia de la luminaria pero a diferente hora del día, ¿las lecturas serían las mismas?. De no ser así, ¿a qué se atribuye tal efecto?.

**TRABAJO DE CASA.**

19.- Comentar resultados y anotar sus conclusiones.

20.- Explicar el funcionamiento de los controles del analizador lógico

21 - Explicar el funcionamiento .de los controles de la tabla de verdad