

**EC1081**  
**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS**  
**PRELABORATORIO N° 1**

**PRESENTACIÓN PERSONAL**

Prof. María Isabel Giménez de Guzmán    mgimenez@usb.ve

Prof. Angel Rodríguez

**HORARIO Y UBICACIÓN**

**Prelaboratorio:** Martes hora 1 (8:00am) ELE 009 (planta baja Lab C)

**Sesiones de Laboratorio:** Martes horas 2-4 (9:00am a 12:00m)

ELE 105 (Primer piso del Laboratorio C)

**GUÍAS Y MATERIAL DISPONIBLE**

Página del Laboratorio C:    <http://www.labc.usb.ve>

Seleccionar    Páginas de Asignaturas

EC1081- Laboratorio de Mediciones Eléctricas (TSU) 2019

**Página EC1081- Laboratorio de Circuitos Eléctricos**  
**Guía de Laboratorio**

<b>Título</b>	<b>Archivos .pdf</b>
Objetivos.	<a href="#"><u>Objetivos</u></a>
Normas generales del laboratorio.	<a href="#"><u>Normas generales</u></a>
Normas de seguridad.	<a href="#"><u>Normas seguridad</u></a>
Solicitudes en el Laboratorio C.	<a href="#"><u>Solicitudes</u></a>
Preparación, trabajo en el Laboratorio y elaboración de informes.	<a href="#"><u>Preparación</u></a>
¿Qué hacer cuando un circuito no funciona?	<a href="#"><u>¿Qué hacer?</u></a>

**Página EC1081- Laboratorio de Circuitos Eléctricos**  
**Guía de Laboratorio (Continuación)**

Práctica 1: Introducción al Laboratorio de Mediciones Eléctricas	<a href="#"><u>Práctica 1</u></a>
Práctica 2: Introducción a SPICE.	<a href="#"><u>Práctica 2</u></a>
Práctica 3: Principios fundamentales de Mediciones Eléctricas. Instrumentos de medición para corriente directa (DC)	<a href="#"><u>Práctica 3</u></a>
Práctica 4: Procedimientos de mediciones DC sobre dispositivos de dos terminales.	<a href="#"><u>Práctica 4</u></a>
Práctica 5: El Osciloscopio analógico. Mediciones sobre circuitos RC y RL.	<a href="#"><u>Práctica 5</u></a>

**Página EC1081- Laboratorio de Circuitos Eléctricos**  
**Guía de Laboratorio (Continuación)**

Práctica 6: Presentación X-Y. El osciloscopio digital. Mediciones sobre circuitos RLC.	<a href="#"><u>Práctica 6</u></a>
Práctica 7: Instrumentos de medición para Corriente Alterna (AC).	<a href="#"><u>Práctica 7</u></a>
Práctica 8: Vatímetro digital. Medición de los parámetros de un transformador real.	<a href="#"><u>Práctica 8</u></a>
Práctica 9: Mediciones sobre circuitos electrónicos: Aplicaciones del Amplificador Operacional.	<a href="#"><u>Práctica 9</u></a>
Práctica 10: Vatímetro analógico. Circuitos trifásicos.	<a href="#"><u>Práctica 10</u></a>
Práctica Especial: Mediciones sobre Circuitos Electrónicos. El Amplificador Operacional.	<a href="#"><u>Práctica 11</u></a>

## Guía Teórica

Capítulo N°	Título de los Capítulos	Archivos.pdf
	Portada	<a href="#">portada</a>
	Índice	<a href="#">índice</a>
1	Tipos y Métodos de Medición	<a href="#">capítulo1</a>
2	Características de los Instrumentos de Medición	<a href="#">capítulo2</a>
3	Errores	<a href="#">capítulo3</a>
4	Componentes	<a href="#">capítulo4</a>
5	El Galvanómetro de D'Arsonval	<a href="#">capítulo5</a>
6	Amperímetro, Voltímetro, Ohmetro y Multímetro	<a href="#">capítulo6</a>
7	Mediciones Especiales	<a href="#">capítulo7</a>

## Material de apoyo

Componentes	<a href="#"><u>Cuadro de valores estándar de resistencias</u></a>
	<a href="#"><u>Codigo de colores y otras especificaciones de resistencias y condensadores</u></a>
	<a href="#"><u>Tabla de identificación de resistencias y condensadores</u></a>
	<a href="#"><u>Valores preferidos (RETMA)</u></a>
	<a href="#"><u>Capacitores electrolíticos</u></a>
	<a href="#"><u>Capacitores cerámicos</u></a>
	<a href="#"><u>Resumen de las especificaciones de los capacitores</u></a>
	<a href="#"><u>Cuadro comparativo de las características de los capacitores</u></a>

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

**Preparación:** Cuestionario que cada estudiante debe responder, de forma individual y escrito a mano (como si fuera un Quiz) y mostrárselo al profesor antes de comenzar la sesión de laboratorio. **Quien no tenga el prelaboratorio hecho no puede realizar la práctica de laboratorio** y se considerará como una falta injustificada. (Fase de estudio previo).

**Trabajo en el laboratorio:** Formulario que sirve de guía para realizar las diferentes actividades en el laboratorio. (Fase de adquisición de técnicas de medición).

**Informe:** Parte final del proceso de aprendizaje, en la cual se integran y consolidan los conocimientos adquiridos y se desarrolla la habilidad de comunicar los resultados obtenidos. (Fase de síntesis).

**Cada guía de laboratorio está dividida en las tres partes mencionadas.**

## **EVALUACIÓN**

Calificaciones de los Prelaboratorios: 20%

Calificaciones del trabajo en el Laboratorio: 30%

Calificaciones de los Informes: 25%

Quiz N° 1: 10%

Quiz N° 2: 15%

## **FECHAS DE LOS QUICES**

Quiz N° 1: 5 Marzo

Quiz N° 2: 23 Abril

## **NOTA IMPORTANTE**

Si se falta a más de dos sesiones de laboratorio, no puede aprobarse la asignatura, independientemente de las calificaciones obtenidas en las otras prácticas. En caso de que la falta sea justificada, el estudiante podrá recuperar la práctica perdida, con permiso del profesor.

## CRONOGRAMA

Semana	Fecha	Prelaboratorio	Laboratorio
1	29 Ene.	Nº 1: Pract. 1 y 2	Práctica 1
2	5 Feb.	Nº 2: Pract. 3 y 4	Práctica 2
3	12 Feb.	Nº 3: Pract. 5	Práctica 3
4	19 Feb.	Nº 4: Pract. 6	Práctica 4
5	26 Feb.	Nº 5: Pract. 7	Práctica 5
6	5 Mar.	CARNAVAL	
7	12 Mar.	Quiz Nº 1	Práctica 6

## CRONOGRAMA (CONTINUACIÓN)

Semana	Fecha	Prelaboratorio	Laboratorio
8	19 Mar.	Nº 6: Pract. 8	Práctica 7
9	26 Mar.	Nº 7: Pract. 9	Práctica 8
10	2 Abr.	Nº 8: Pract. 10	Práctica 9
11	9 Abr.	Nº 9: Pract. 11- Comp.	Práctica 10
SEMANA SANTA			
12	23 Abr.	Quiz Nº 2	Práctica 11

## ¿QUÉ ES SPICE?

Es un programa para simular circuitos que incluyen tanto componentes básicos como circuitos electrónicos integrados, desarrollado como una tesis doctoral en la Universidad de Berkeley en 1973.

La codificación inicial se realizó en Fortran.

Los datos e instrucciones se introducían en el sistema mediante una lista organizada, denominada "Netlist".

El cálculo de las variables del circuito se realizaba aplicando el método de nodos.

Por ser el resultado de un desarrollo académico, el programa SPICE básico es un programa de libre distribución.

## ¿CÓMO EVOLUCIONÓ SPICE?

A lo largo de los años se fué mejorando la forma de realizar los cálculos, en 1989 se codifica en C, se desarrolla una interfaz gráfica y se continúan agregando numerosas funciones.

Posteriormente las compañías que desarrollan software tomaron el núcleo inicial del programa, y elaboraron alrededor del mismo interfaces de entrada y salida que simplifican enormemente el uso del programa, pero que convierten el producto final en un software comercial, que debe comprarse: ISPICE, HSPICE, PSPICE...

En el laboratorio tenemos PSPICE Evaluation 9.1.

En la actualidad AIMSPICE sigue siendo de libre distribución, pero la entrada de datos es a través de "Netlist"

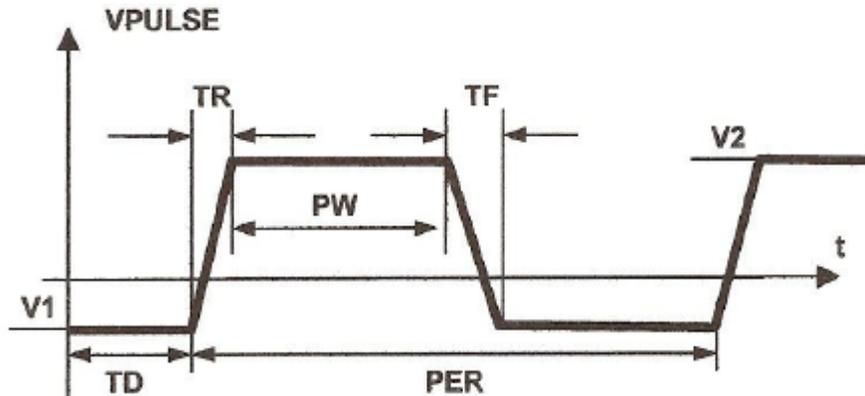
**El nombre SPICE es un acrónimo:**

**Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis**

## **PASOS A SEGUIR PARA SIMULAR UN CIRCUITO EN SPICE**

- \* Abrir el programa y seleccionar Schematics. Aparece una página donde se va a dibujar el circuito.
- \* Seleccionar los componentes que se desean y colocarlos en la página.
- \* Ubicar los componentes en la posición deseada.
- \* Definir los parámetros de los componentes en las correspondientes cajas de diálogo (valor de las resistencias, voltaje de las fuentes, etc.)
- \* Conectar los componentes para determinar el circuito. No deben quedar componentes sin conexión y debe identificarse un punto como tierra GND.
- \* Seleccionar las variables que se quieren como resultados (voltaje en una resistencia, corriente por una rama, etc.)
- \* Seleccionar el tipo de análisis que se quiere realizar. Nosotros vamos a utilizar Bias Point detail, Transient y AC Sweep. Cuando se abre la ventana hay que seleccionar los parámetros de la simulación correspondiente.
- \* Guardar el archivo con un nombre que lo identifique.
- \* Correr la simulación. Los resultados aparecen en una gráfica.

## EJEMPLO: LA FUENTE VPULSE EN SPICE



Descripción del generador VPULSE en *PSpice*

V1 = Voltaje inferior (0V)

V2 = Voltaje superior (10V)

PER = Período (unas 16 veces la constante de tiempo esperada)

PW = Ancho del pulso (unas 8 veces la constante de tiempo esperada)

TD = Tiempo de retardo (0 s)

TR y TF = Tiempos de subida y bajada (se puede colocar 1ns en cada parámetro para que la forma de onda no sea totalmente vertical, lo cual puede crear problemas de conmutación)

## VALORES PARA LOS CIRCUITOS

Circuito resistivo:  $V_{DC}=5V$ ;  $V_{AC}=1V_p$ , 10 kHz;  $R_1=2,2 K\Omega$ ;  $R_2=3,3 K\Omega$

Circuito RC:  $V_p=5V$ ;  $f=1kHz$ ;  $R=1k\Omega$ ,  $C=100nF$

Circuito RL:  $V_p=5V$ ;  $f=1kHz$ ;  $R=1 k\Omega$ ,  $L=100mH$

Circuito RLC:  $V_p=1V$ ;  $f=1kHz$ ;  $R=1k\Omega$ ,  $C=100nF$ ;  $L=100mH$

Circuito trifásico: Voltaje de fase= $120V_{rms}$ ; Resistencias= $1200 \Omega$ ;  $f=60Hz$

Amplificador operacional  $R_1=1K\Omega$ ;  $R_2=10K\Omega$ ;  $R_3=910 \Omega$ ; Fuentes  $\pm 15V$ .

Rango de frecuencias para los análisis AC Sweep: 10 Hz a 1 MHz.

## **CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA PRÁCTICA N° 2**

Familiarización con el programa SPICE y ejecución de la simulación de los primeros circuitos	20 minutos
Simulación de los circuitos RC y RL	30 minutos
Simulación de las configuraciones con el circuito RLC	60 minutos
Simulaciones con el amplificador operacional	60 minutos

# CONCEPTOS SOBRE MEDICIONES

## Tipos de medición

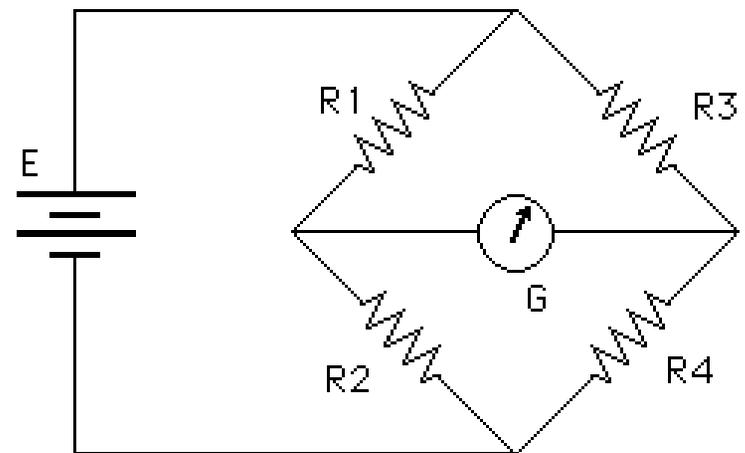
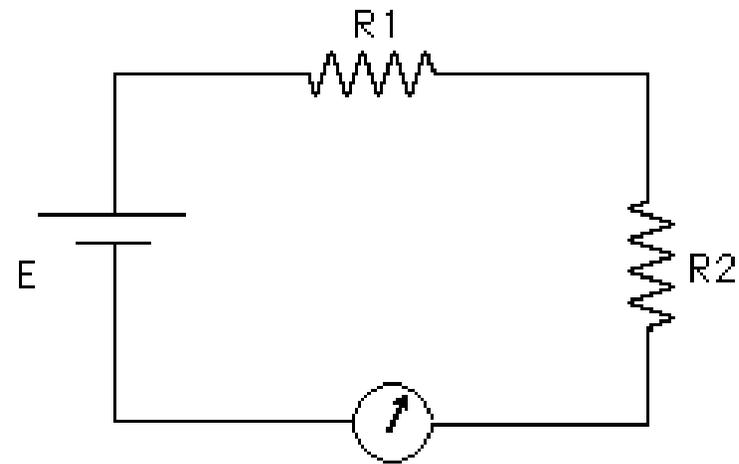
Directas

Indirectas

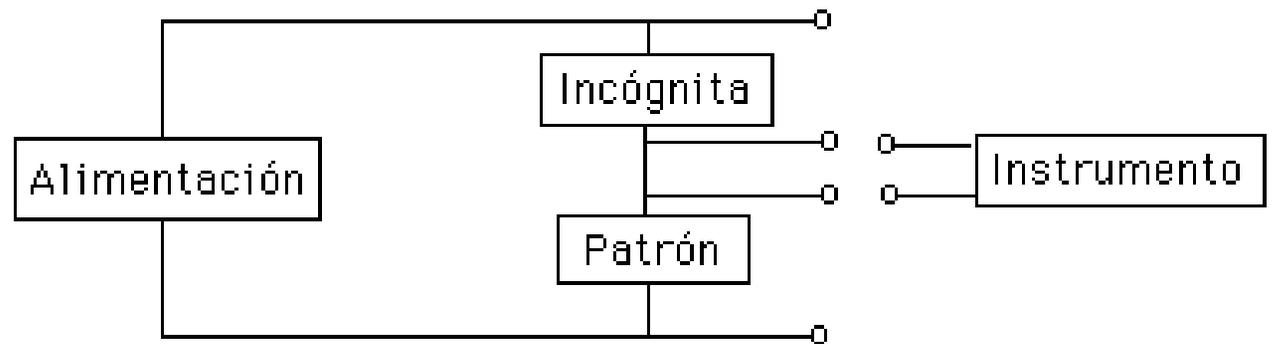
## Métodos de medición

Deflexión

Detección de cero



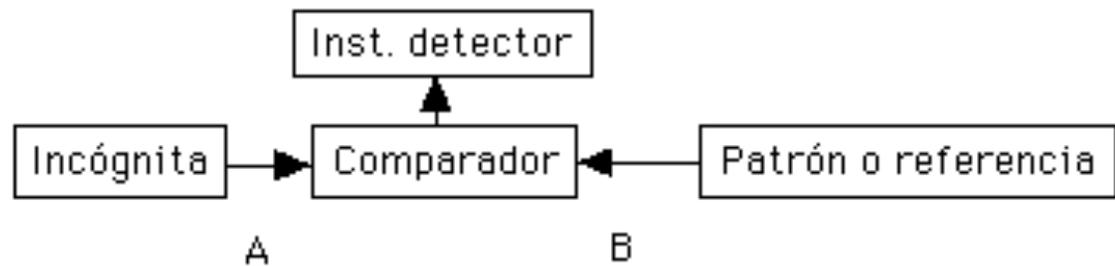
Comparación



Sustitución



Diferencial



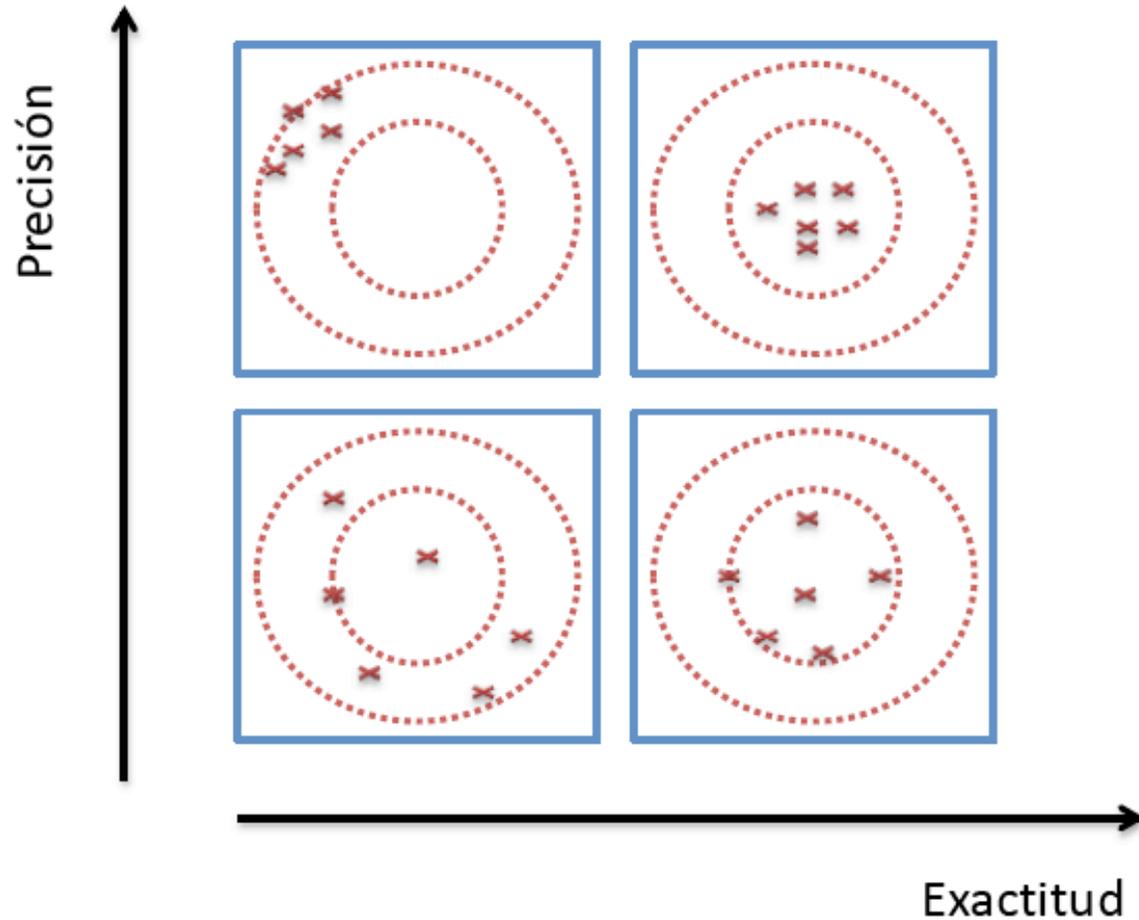
# CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN



**¿Estos relojes son precisos o exactos?**  
(ref. Prof. Julio Walter)

**Exactitud:** El parámetro medido es muy exacto cuando su incertidumbre (o error con respecto al verdadero valor) es muy pequeña. Depende de la calidad de calibración del instrumento respecto a patrones de medida.

**Precisión:** El parámetro está muy bien definido. Depende de las cifras significativas disponibles y de la resolución del instrumento.



(ref. Prof. Julio Walter)

**Error (E):** Es la incertidumbre en una medición. Si **V** es el valor verdadero (raramente conocido) y **M** el valor obtenido mediante la medición se cumple  $E = M - V$ .

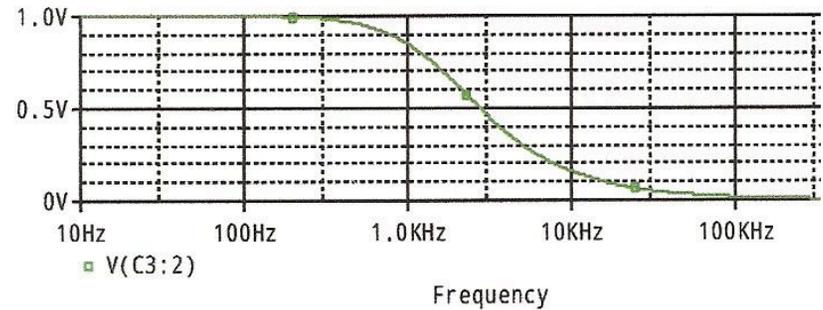
**Corrección (C):** Se define como el valor verdadero menos el medido, por lo tanto  $C = V - M$ .

**Resolución (R):** Menor incremento en la escala del instrumento que puede detectarse con certidumbre.

**Sensibilidad (S):** Es la relación entre la respuesta del instrumento ( $N^\circ$  divisiones recorridas) y la magnitud de la cantidad medida. (Es el inverso de la resolución)

**Gama y escala:** La gama es la diferencia entre la mayor y la menor indicación que puede medir el instrumento, y puede estar dividida en varias escalas o constar de una sola.

**Ancho de Banda del instrumento:** Característica de medición del instrumento en función de la frecuencia de operación. (Frecuencia en escala logarítmica, esto es, décadas)



**Linealidad:** Un instrumento de aguja es lineal cuando para un determinado incremento del parámetro bajo medición, el desplazamiento del indicador es siempre el mismo independientemente de la posición de éste en la escala (parte inferior o parte superior de la escala).

# ERRORES DE MEDICIÓN

**GRANDES** (Estadísticos o por grandes fallas): Se producen al azar. Es conveniente medir varias veces y sacar promedios, además de estar muy atentos al proceso de medición.

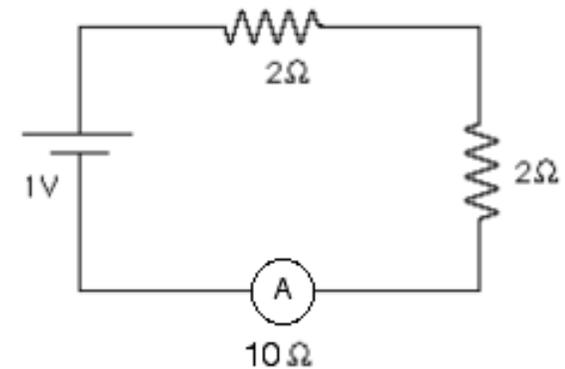
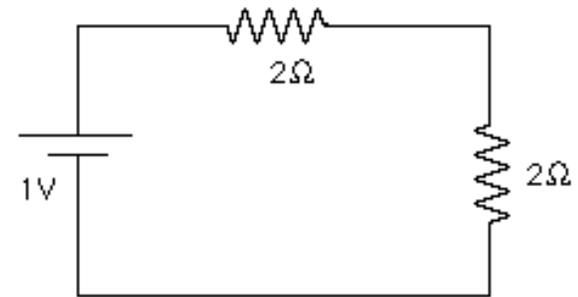
## SISTEMÁTICOS:

**Del instrumento:** Mala calibración

**Del método:** Mala selección de instrumentos

**Ambientales:** Temperatura  
Humedad  
Campos electromagnéticos

**De observación:** Paralaje



## MODOS DE EXPRESIÓN DE LOS ERRORES

**Error Absoluto:** Es el valor de la incertidumbre combinada. Tiene las mismas dimensiones que la magnitud medida y es conveniente expresarlo con las mismas unidades de ésta. Si  $Z$  es la magnitud en estudio,  $\langle Z \rangle$  es el mejor valor obtenido y  $\Delta Z$  su incertidumbre absoluta. El resultado se expresa adecuadamente como:

$$Z = \langle Z \rangle \pm \Delta Z$$

**Error Relativo:** Es el cociente entre el error absoluto y el mejor valor de la magnitud.  $e_Z = \Delta Z / \langle Z \rangle$  Puede expresarse en forma porcentual.

**Error Porcentual:** Es la incertidumbre relativa multiplicada por 100.

## CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Es el número de dígitos contenidos en el resultado de la medición que están a la izquierda del primer dígito afectado por el error, incluyendo este dígito.

El primer dígito, o sea el que está más a la izquierda, es el más significativo y el último el menos significativo.

Bien expresado:  $Z = 20.2 \pm 0.1$

Mal expresado:  $Z = 20.235 \pm 0.1$

# COMPONENTES

## Definición

Elementos físicos con los cuales se monta un circuito.

Presentan diferentes características eléctricas: Resistencia, capacitancia, inductancia, etc., que constituyen los **parámetros** del componente. No hay componentes ideales.

## Parámetros

**Concentrados y distribuidos**

**Activos y pasivos**

**Variables e invariables en el tiempo**

**Lineales y no lineales** Cumplen con superposición y homogeneidad.

# RESISTENCIAS

**Definición:** Transforman energía eléctrica en térmica.

Son componentes pasivos, de parámetros concentrados, considerados como invariables en el tiempo y lineales.

## Especificaciones fundamentales

Valor nominal (código de colores)

Tolerancia

Potencia

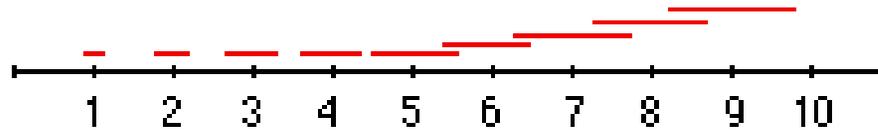
## Tipos

Carbón de capa delgada o gruesa

Metálicas

## VALORES PREFERIDOS

Distribución lineal con incremento de una unidad (no conveniente)



Los valores nominales se asignan siguiendo una progresión geométrica basada en las siguientes relaciones:

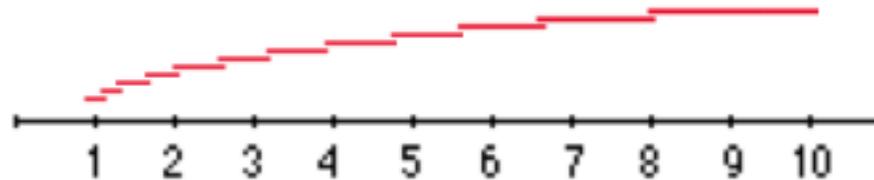
$${}^6\sqrt{10} = 1,46 \text{ para } \pm 20\% \text{ de tolerancia}$$

$${}^{12}\sqrt{10} = 1,21 \text{ para } \pm 10\% \text{ de tolerancia}$$

$${}^{24}\sqrt{10} = 1,10 \text{ para } \pm 5\% \text{ de tolerancia}$$

# TABLA DE VALORES PARA RESISTENCIAS DE 5% DE TOLERANCIA

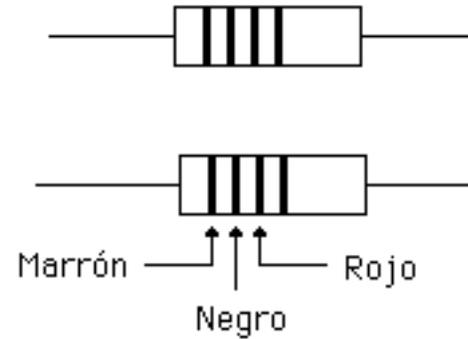
Distribución valores nominales siguiendo una progresión geométrica



10	18	33	56
11	20	36	62
12	22	39	68
13	24	43	75
15	27	47	82
16	30	51	91

<b>Valor nominal</b>	
Plateado	-2
Dorado	-1
Negro	0
Marrón	1
Rojo	2
Naranja	3
Amarillo	4
Verde	5
Azul	6
Violeta	7
Gris	8
Blanco	9

## CÓDIGO DE COLORES RESISTENCIAS DE CUATRO BANDAS



<b>Tolerancia</b>	
Dorado	5%
Plateado	10%
Sin banda	20%