

# Índice general

<b>1. Incertidumbre</b>	<b>2</b>
1.1. Calculo de incertidumbre (Metodo GUM - clasico) . . . . .	2
1.1.1. Incertidumbre tipo A (“Estadistica“) . . . . .	3
1.1.2. Incertidumbre tipo B (“No estadistico“) . . . . .	3
1.1.3. Incertidumbre combinada . . . . .	3
1.1.4. Incertidumbre expandida . . . . .	3
1.2. Metedo Montecarlo . . . . .	4
<b>2. Osciloscopio</b>	<b>5</b>
2.1. Componentes y funcionamiento . . . . .	5
2.2. Sistema Vertical . . . . .	5
2.2.1. Posicionamiento . . . . .	6
2.2.2. Desacople a la entrada . . . . .	6
2.2.3. Diagrama de fase . . . . .	6
<b>3. Instrumentos analógicos</b>	<b>8</b>
3.1. Galvanómetro . . . . .	8
3.1.1. Funcionamiento . . . . .	8
3.1.2. Ecuacion diferencial de su movimiento . . . . .	9
3.1.3. Ley de respuesta de respuesta . . . . .	9
3.2. Amperímetro de DC . . . . .	9
3.3. Voltímetro de DC . . . . .	10
3.4. Ohmetros . . . . .	10
3.4.1. Ohmetros de derivación . . . . .	10
3.4.2. Ohmetros serie . . . . .	10
3.5. Amperímetro de AC . . . . .	10
<b>4. Instrumentos digitales</b>	<b>12</b>
4.1. Atenuador de tensión de CC . . . . .	12

# Capítulo 1

## Incertidumbre

Hay dos caminos, el metodo MONTECARLO que es utilizando una aproximacion discreta.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{A_{p_i}^2}{N-1}}$$

Camino dos: hallar la relacion entre  $\sigma$  y la desv estandar de exactitud y resolucion.

$$\sigma^2 = \sigma_{exactitud}^2 + \sigma_{resolucion}^2$$

Podemos hallar la desviacion estandar de la exactitud y la resolucion usando una formula que viene de estadistica/probabilidad

$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx$$

$$\sigma_{exactitud} = \frac{exactitud}{\sqrt{3}}$$

$$\sigma_{resolucion} = \frac{resolucion}{2\sqrt{3}}$$

### 1.1. Calculo de incertidumbre (Metodo GUM - clasico)

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Ejemplo:  $R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = f(V, I)$

### 1.1.1. Incertidumbre tipo A (“Estadística”)

Hago siempre lo mismo e igual varia. Se toman  $M$  medidas  $\Rightarrow y_1, \dots, y_M$

$$U_A = \frac{\sigma_A}{\sqrt{M}}$$
$$\sigma_A = \sqrt{\sum_{i=1}^M \frac{(y_i - \bar{y})^2}{M-1}}$$
$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M}$$

### 1.1.2. Incertidumbre tipo B (“No estadístico”)

Apartamientos por el sistema de medida.

$$y = \underbrace{y_0}_{f(p_0)} + \frac{\partial f}{\partial x_1} \Big|_{p=p_0} (x_1 - x_0) + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \Big|_{p=p_0} (x_n - x_{n_0})$$

Aca  $p_0$  es el promedio de los valores medidos

Truncamos el Taylor en orden 2, además:

$$C_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

$$\Delta y = C_1 \Delta x_1 + \dots + C_n \Delta x_n$$

$u(x_k)$  = propagación de varianzas en todas las fuentes

Para esto miramos la exactitud y resolución de cada variable

$$U_B = \sqrt{\sum_{k=1}^N C_K^2 \cdot u(x_k)^2}$$

### 1.1.3. Incertidumbre combinada

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$$

### 1.1.4. Incertidumbre expandida

$$U_E = K \cdot U_C$$

$K$  es el factor de cobertura. Usualmente  $K = 2$  (95

Resultado de la medida:  $\bar{y} \pm U_E$

## 1.2. Metodo Montecarlo

Para el metodo de Montecarlo hacemos lo siguiente:

- Generamos distribucion normal de valores de  $m$
- Generamos distribucion normal de valores de  $V$
- Luego intentamos hallar distribucion (normal) de valores de  $\delta$  donde

$$\delta_j = \frac{m_j}{V_j}$$

Si tenemos una variable  $X$  que aparenta ser normal, esto es:  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$   
Entonces podemos hacer un cambio de variable  $Z = \frac{X-\mu}{\sigma}$

$$\Rightarrow Z \sim N(0, 1)$$

$$X = Z\sigma + \mu$$

## Capítulo 2

# Osciloscopio

Existen osciloscopios digitales y analógicos. En este capítulo discutiremos sobre los osciloscopios analógicos.

### 2.1. Componentes y funcionamiento

El osciloscopio tiene tres sistemas principales:

- Tubo de rayos catódico
- Sistema de deflexión (horizontal y vertical)
- Sistema de disparo

Dentro del tubo existe un cañón de electrones que proyecta un haz, este haz atraviesa el sistema de desviación e incide sobre una superficie de fósforo produciendo un punto luminoso.

### 2.2. Sistema Vertical

**Propósito:** Proporcionar una señal amplificada, del nivel apropiado, para manejar las placas de desviación verticales sin introducir distorsiones apreciables en el sistema (que la onda quede igual).

Los controles de este sistema son:

- Posicionamiento
- Acople a la entrada
- Sensibilidad
- Inversión del segundo canal
- Modos de operación

### 2.2.1. Posicionamiento

Si se suma una tensión constante a la que llega a las placas de desviación del sistema vertical es posible subir y bajar la señal en la pantalla. Esto permite alinear las señales con la grilla o posicionar dos señales para compararlas.

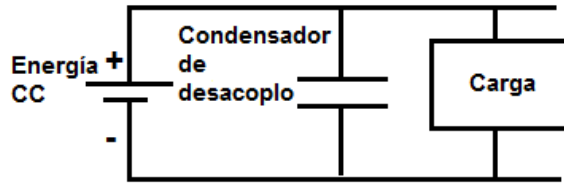
### 2.2.2. Desacople a la entrada

Supongamos que nos llega una señal que esta compuesta por una parte alterna y una parte continua:

$$v_{in}(t) = V_c + V_p \sin(\omega t)$$

Es posible desacoplar los niveles de continua a la entrada del osciloscopio mediante un condensador de desacople. Esto resulta especialmente útil cuando se desea observar señales de alterna en presencia de altos niveles de continua.

Lo que se hace es eliminar la parte continua de la señal  $V_c$  y solamente dejar la parte alterna de la señal  $V_p \sin(\omega t)$ .



Analizando el sistema vemos que:

$$v_{in} - Ri(t) - \frac{q}{C} = 0$$

$$V_c + V_p \sin(\omega t) = Ri(t) + \frac{1}{C}q$$

Derivamos respecto a  $t$ :

$$V_p \cos(\omega t)\omega = R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C}i$$

Resolviendo la ecuación diferencial tenemos que:

$$i(t) = i_0 e^{\frac{-t}{RC}} + I_p \sin(\omega t)$$

$$\text{Si } t \rightarrow \infty \Rightarrow i_0 e^{\frac{-t}{RC}} \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow v_{out} \sim V_p \sin(\omega t)$$

### 2.2.3. Diagrama de fase

Usamos que  $j = \sqrt{-1}$ .

En el tiempo:	En frecuencia:
$v(t) = V_p \cos(\omega t)$	$Re\{V_p e^{j\omega t}\}$
$i(t) = I_p \cos(\omega t + \phi)$	$Re\{I_p e^{j(\omega t + \phi)}\}$
$\frac{di}{dt} = -I_p \omega \sin(\omega t + \phi)$	$Re\{I_p j \omega e^{j(\omega t + \phi)}\}$

$$V_p e^{j\omega t} = \frac{I_p j\omega}{C} e^{j(\omega t + \phi)} + R I_p e^{j(\omega t + \phi)}$$

Operando se obtiene que:

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{RC}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}$$

## Capítulo 3

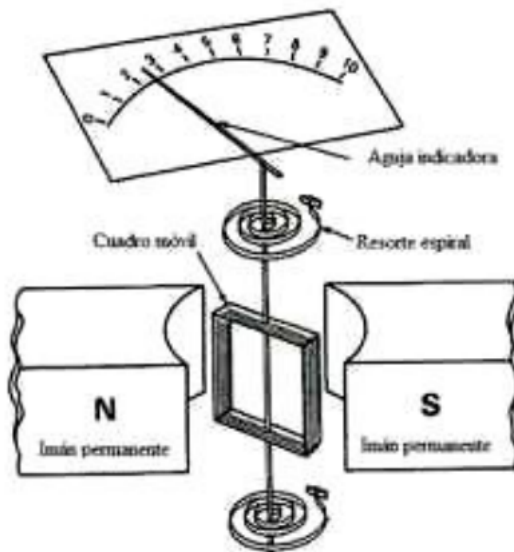
# Instrumentos analógicos

Siguen vigentes porque son baratos y muy sensibles entonces se pueden construir instrumentos que miden con muy buena precisión de forma barata. También son demandados por las industrias.

### 3.1. Galvanómetro

#### 3.1.1. Funcionamiento

Tenemos un imán permanente con una bobina móvil. A través de la bobina móvil circula la corriente, lo que induce una fuerza por ley de Faraday y esto genera un par magnético que rota la aguja.



Cuando la bobina gira, arrastra la espira en cortocircuito que, por moverse en



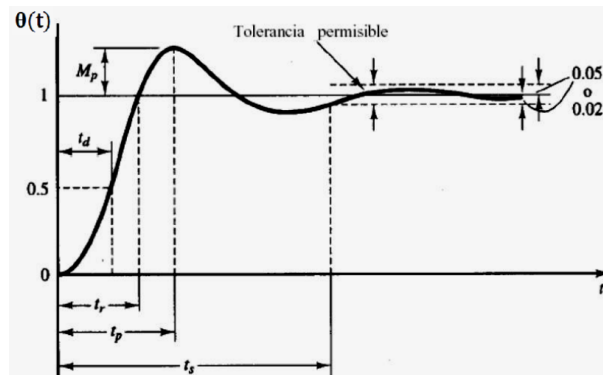
un campo magnético tendrá una f.e.m inducida y por tratarse de un circuito cerrado circula una intensidad inducida, que reacciona con el campo magnético generando un par que se opone al movimiento y que se llama AMORTIGUAMIENTO.

### 3.1.2. Ecuacion diferencial de su movimiento

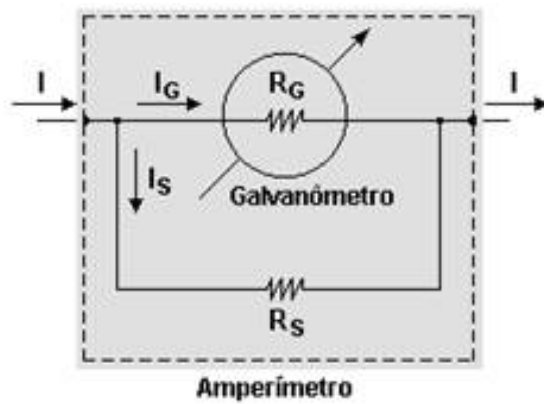
$$J \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = Gi - D \frac{\partial \theta}{\partial t} - k_r \theta$$

Donde  $J$  es el momento de inercia del rotor.

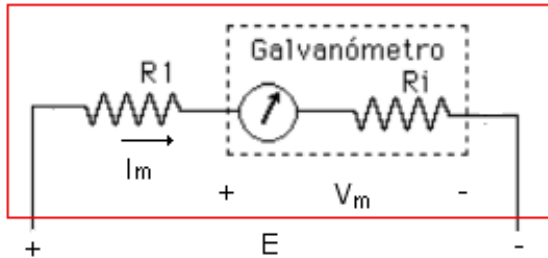
### 3.1.3. Ley de respuesta de respuesta



## 3.2. Amperímetro de DC



### 3.3. Voltímetro de DC

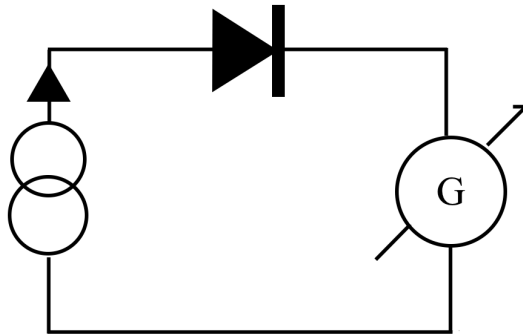


### 3.4. Ohmetros

#### 3.4.1. Ohmetros de derivación

#### 3.4.2. Ohmetros serie

### 3.5. Amperímetro de AC



$$\theta = k \langle i_g \rangle$$

$$\langle i_g \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T i_g(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} \sqrt{2} I_{ef} \sin(\omega t) dt = \frac{1}{T} \sqrt{2} I_{ef} \int_0^{T/2} \sin(\omega t) dt$$

$$\langle i_g \rangle = \frac{\sqrt{2} I_{ef}}{T} \left. \frac{-\cos(\omega t)}{\omega} \right|_0^{T/2} = \frac{\sqrt{2} I_{ef}}{\pi}$$

$$\boxed{\theta = k \frac{\sqrt{2}}{\pi} I_{ef}}$$

Vemos que si entra una onda sinusoidal, podemos colocar como salida simplemente la misma escala que en el amperimetro pero ajustada por la constante  $\frac{\sqrt{2}}{\pi}$

## Capítulo 4

# Instrumentos digitales

Estudiaremos los Digital MultiMeter (DMM). Estos son capaces de medir muchas magnitudes. Pueden medir tensión, intensidad de corriente, resistencia, temperatura, entre otras magnitudes.

Tiene 5 bloques que lo componen:

1. Acondicionamiento de la señal de entrada
2. Conversor Analógico Digital (CAD/DAC)
3. Procesador digital
4. Interfaz de entrada
5. Interfaz de salida

### 4.1. Atenuador de tensión de CC

Lo que hace es bajar la tensión  $V_e$ . Luego, amplifica la señal mediante un Amplificador Operacional (AO) para así obtener valores de tensión compatibles con el CAD.