

Laboratorio de Instrumentación Básica

Tema 3: Medidas

Patricia Fernández Reguero
Noemí Merayo Álvarez
Francisco Lago García

Universidad de Valladolid

26 de febrero de 2007

1. Introducción

- Las medidas son un elemento fundamental en la ciencia y la ingeniería.
- Nos permite validar leyes de la ciencia así como controlar muchos procesos.
- El proceso de medida implica realizar de forma correcta un conjunto de pasos:
 1. Elección adecuada del instrumento de medida.
 2. Manejo adecuado del instrumento de medida.
 3. Registro de los datos de forma clara, completa y ordenada.
 4. Calidad de las medidas realizadas (exactitud de la medida y naturaleza de los de errores).
 5. Preparación de un informe que describa la medición y sus resultados.

- Los puntos 1 y 2 son objeto de otros temas del programas de la asignatura.
- El resto de los puntos (salvo el último) serán presentados en este tema.

2. Presentación gráfica de los datos.

- La representación gráfica es un modo eficiente de presentar y analizar los datos.
- Las gráficas son útiles para interpolar datos, discutir los errores.
- Las gráficas tienen que tener una descripción que tenga datos concretos relativos a la medida (fecha, variables medidas, forma, etc.
- La forma de llevar a cabo la representación también debe ser la adecuada.
- Lo normal es representar la variable dependiente (parámetro que controlamos) en el eje de las abscisas (eje horizontal) y la variable independiente (es decir, la respuesta medida del parámetro controlado) en la ordenada.

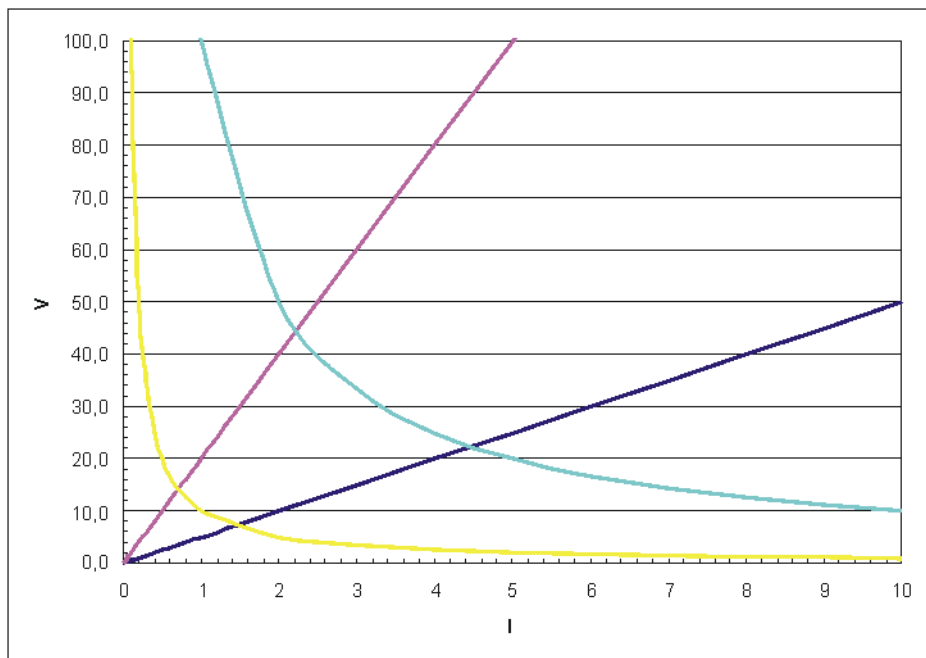
- La decisión final debe basarse en lo que se esté tratando de mostrar al lector.
- Existen distintos tipos de gráficas en función de las escalas utilizadas en los ejes.
- Así podemos hablar de escalas:
 - Lineales. Este tipo de ejes se utiliza cuando tenemos que representar señales con rangos y variaciones normales.
 - Logarítmicas. Este tipo de ejes nos resultará útil cuando tenemos que representar señales con variaciones o rango muy grandes. De tal forma que estos ejes “expanden” los valores pequeños y “comprimen” los valores grandes.

- La combinación de estos tipos de ejes, en una representación cartesiana, no da los siguientes tipos de gráficas:
 - Lineales. Los dos ejes son lineales.
 - Semi - logarítmicas. Un eje es logarítmico y el otro lineal.
 - Logarítmicas. Los dos ejes son logarítmicos.
- Característica corriente - voltaje de una resistencia.
- Característica resistencia - temperatura de una termistor NTC.
- Respuesta de un filtro paso bajo.

- Si queremos analizar la característica $V - I$ (voltaje - corriente) de una resistencia, tendremos que realizar la medida del voltaje para distintos valores de corriente y para distintos valores de resistencia.

$$V = IR \tag{1}$$

- Está claro que fenómenos de este tipo pueden tener una representación adecuada en coordenadas cartesianas.

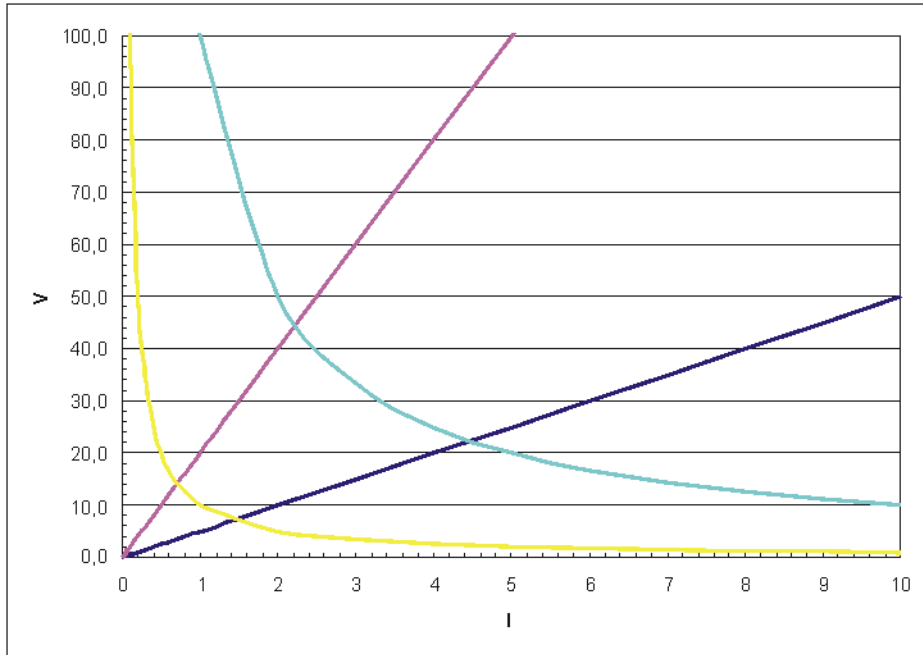


Las rectas representan las características V - I de dos resistencias. En color azul está representada la característica de una resistencia de 5Ω . En color rosa la de una resistencia de 20Ω .

- Si ahora, nos preguntamos por los valores $V - I$ que nos proporcionan una determinada potencia constante, habría que representar la siguiente función

$$V = \frac{P}{I} \quad (2)$$

- El resultado serían una serie de hipérbolas, que también se pueden representar de forma óptima en coordenadas cartesianas.



Las hipérbolas representan curvas de disipación de potencia constante. En color amarillo una de 10 W y en color cian una de 100 W.

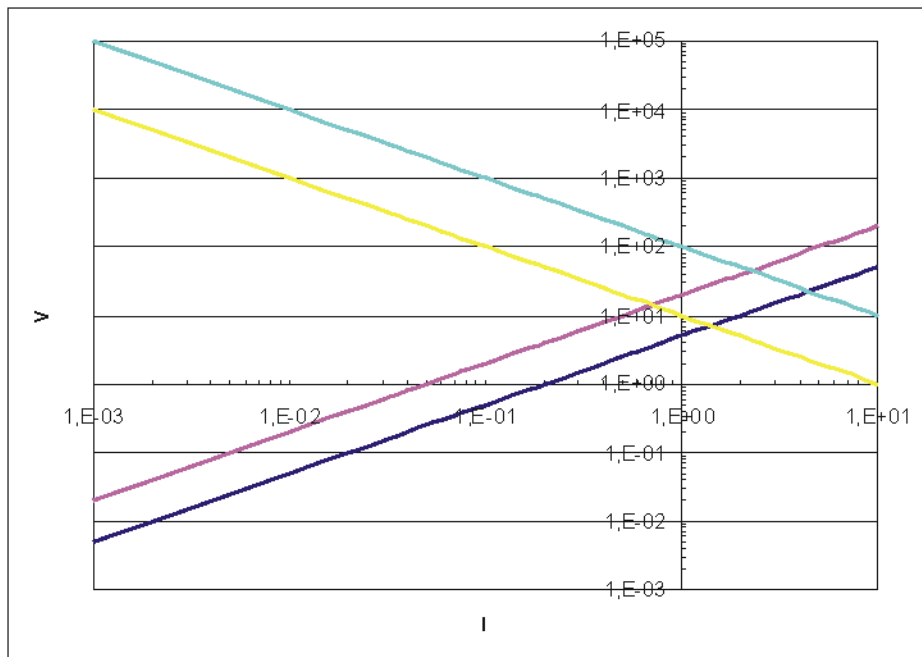
- Esta representación se puede realizar si tomamos logaritmos en las ecuaciones 1 y 2 obteniendo

$$\log V = \log R + \log I \quad (3)$$

- Si representamos en una gráfica en el eje de abcisas $\log I$ y en el de ordenadas $\log V$ la representación será una recta de pendiente 1 y estará desplazada en el eje de ordenadas el $\log R$.
- Es decir las resistencias se representan como rectas de pendiente unidad y cortan al eje de ordenadas en función del valor de $\log R$.

$$\log V = \log P - \log I \quad (4)$$

- Si representamos en una gráfica en el eje de abscisas $\log I$ y en el de ordenadas $\log V$ la representación será una recta de pendiente -1 y estará desplazada en el eje de ordenadas el $\log P$.
- Es decir las de disipación de potencia constante se representan como rectas de pendiente -1 y cortan al eje de ordenadas en función del valor de $\log P$.



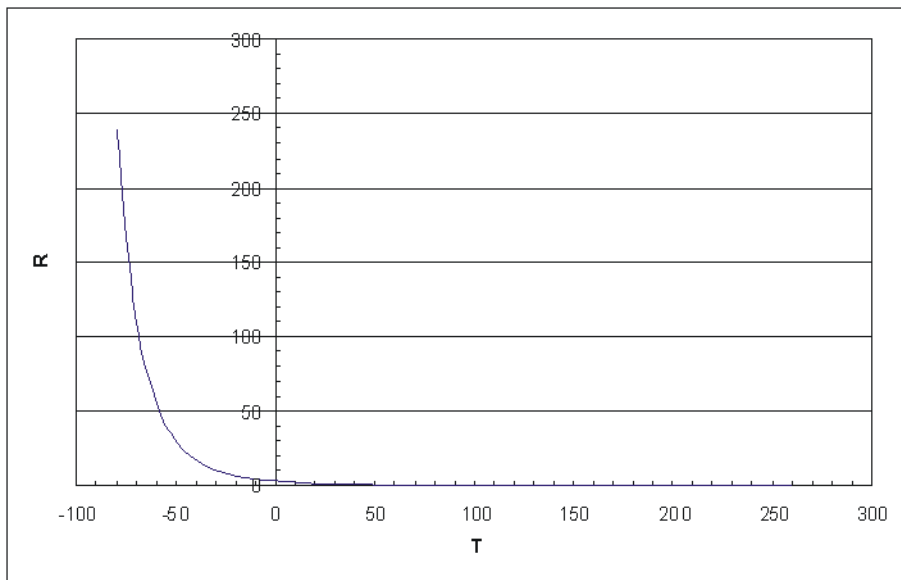
En color azul está representada la característica de una resistencia de 5 Ω . En color rosa la de una resistencia de 20 Ω . En color amarillo una de 10 W y en color cian una de 100 W.

- Representar la característica R - T (resistencia - temperatura) de una termistor.

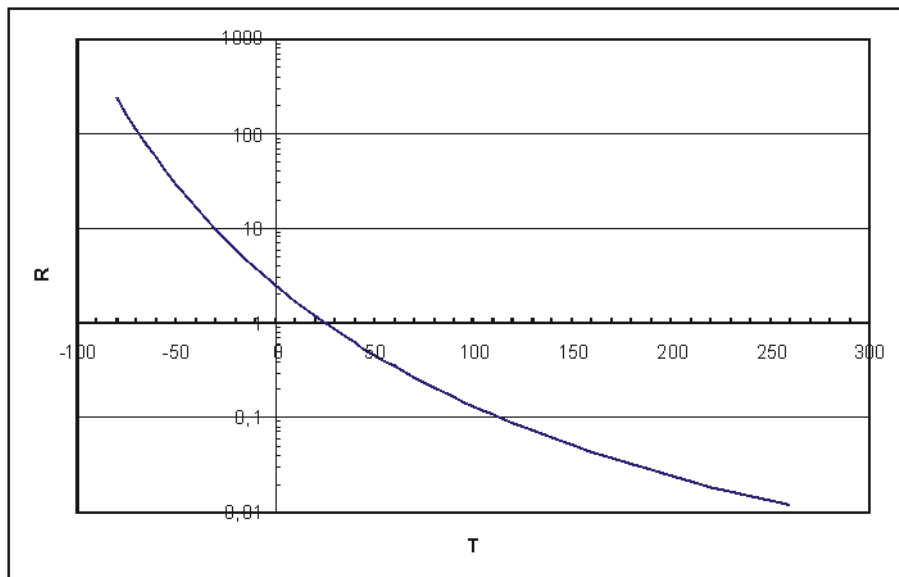
$$R(T) = R_0 \left(\frac{B}{T} - \frac{B}{T_0} \right) \quad (5)$$

-80	239,11
-70	111,19
-60	55,56
-50	29,54
-40	16,58
-30	9,76
-20	5,99
-10	3,82
0	2,51
10	1,71
20	1,19
30	0,85
40	0,62
50	0,46
60	0,35
70	0,27
80	0,21
90	0,16

100	0,13
110	0,11
120	0,09
130	0,07
140	0,06
150	0,05
160	0,04
170	0,04
180	0,03
190	0,03
200	0,02
210	0,02
220	0,02
230	0,02
240	0,01
250	0,01
260	0,01



Representación de la característica $R - T$ de un termistor NTC en coordenadas cartesianas.



Representación de la característica R - T de un termistor NTC en semi -
logarítmicas

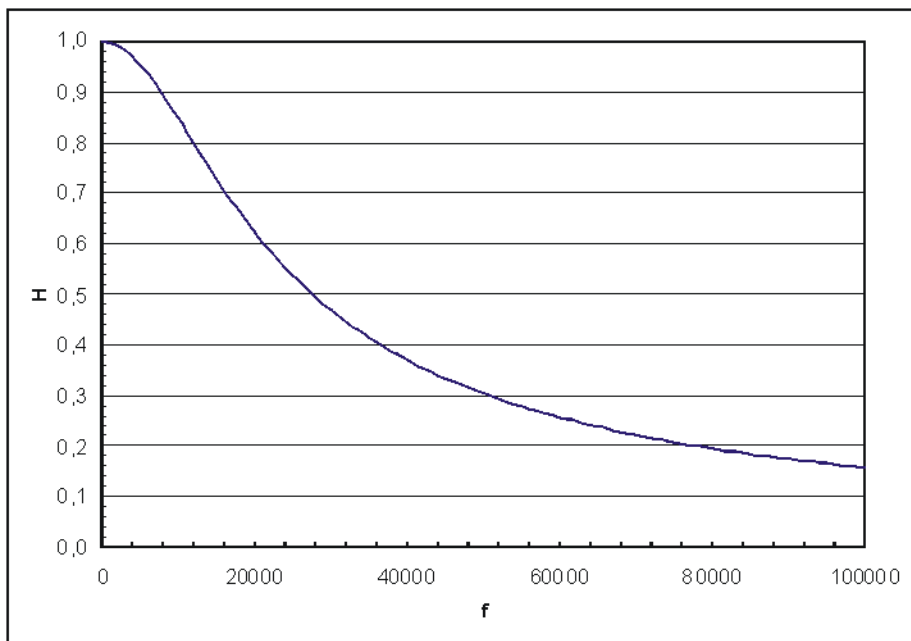
- Representar la respuesta de un filtro paso bajo termistor

$$H(w) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 + j\omega RC} \quad (6)$$

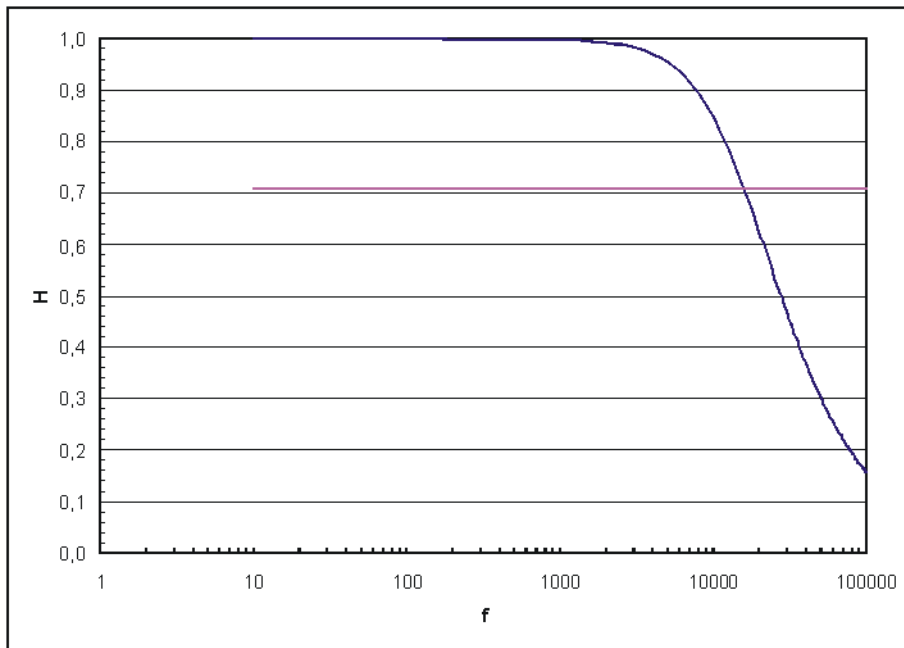
- Al ser una expresión compleja hay que analizar en su módulo y fase. En este caso vamos a ver sólo el módulo ya que se trata de poner ejemplos sobre distintas formas de representación gráfica.

$$|H(w)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}} \quad (7)$$

- Vamos a representar la ecuación 7 en coordenadas cartesianas.



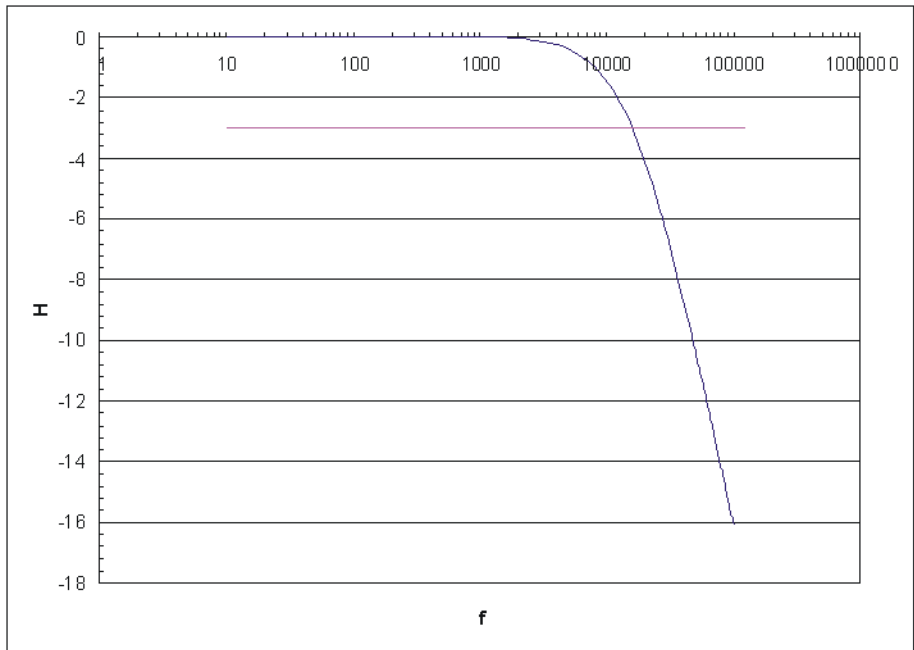
- La representación es más clara si se realiza en semi - logarítmica
- En este caso no es eje de ordenadas sino el de abcisas.

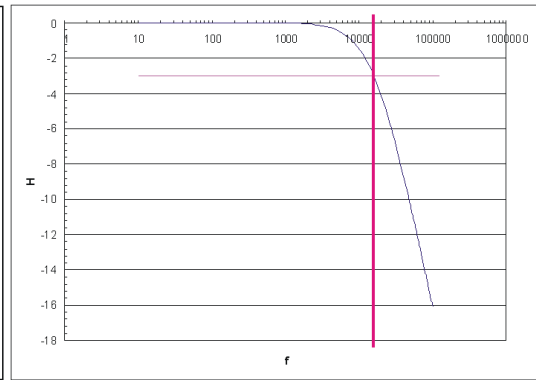
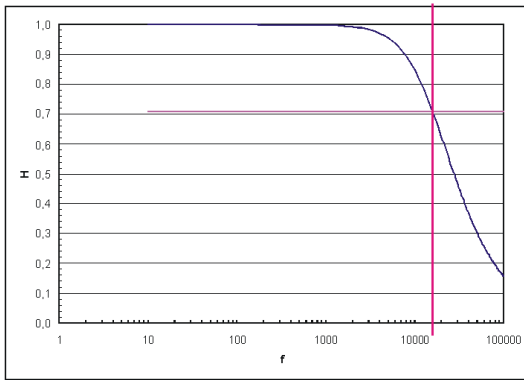


- También otras veces se recurre a representar en decibelios.
- El decibelio es el logarítmico de la relación entre dos magnitudes

$$|H(w)| \text{ (dB)} = 20 \log (|H(\omega)|) \quad (8)$$

- Este tipo de representación se denomina Diagramas de Bode.
- En la representación de las funciones de transferencia o de las respuestas de los filtros, se suele hablar del ancho de banda a 3 dB.
- Este ancho no es más que calcular el punto en que la respuesta desciende 3 dB.





- En el caso de calcular el ancho de banda si trabajamos con voltajes equivale a la frecuencia a la cual el módulo de la función de transferencia decae a $\frac{1}{\sqrt{2}}$ veces de su valor máximo.

3. Precisión y exactitud

- A menudo se malinterpretan las definiciones de precisión y exactitud, y se usan de forma incorrecta.
- La **exactitud** de una medida específica es la diferencia entre el valor medido y el valor real de una cantidad.
- La **precisión** específica al repetibilidad de un conjunto de medidas, hecha cada una de forma independiente y con el mismo instrumento.
- Se determina una estimación de la precisión mediante la desviación de la lectura con respecto al valor promedio.

- Veamos algunos ejemplos para ilustrar la diferencia entre precisión y exactitud.
- Imaginemos dos medidores de corriente idénticos en su fabricación, de tal forma que podemos asegurar que funcionan de la misma forma.
- Pensemos en instrumentos analógicos con una aguja delgada, una escala con espejo (para evitar el paralaje), y escalas calibradas exactas.
- En consecuencia se pueden leer con la misma precisión.
- Sólo tienen una diferencia, tienen distinta resistencia serie (uno mayor que otro).
- Los dos instrumentos nos darán medidas precisas, es decir medimos la misma magnitud varias veces y los valores obtenidos coincidirán de forma razonable.

- Pero en cambio los valores obtenidos con el amperímetro que tengan una resistencia mayor diferirán más del valor exacto.
- Es decir en ambos obtendremos medidas precisas, y en un caso las medidas serán más exactas que en el otro.
- Precisión no implica exactitud, aunque la exactitud necesita precisión.
- En un instrumento analógico la exactitud se suele expresar como un porcentaje del valor de fondo de escala.
- En un instrumento digital la exactitud se suele expresar como un porcentaje de la lectura más un termino constante. Normalmente el porcentaje de la lectura depende de la escala en la que estemos.

4. Resolución y sensibilidad

- La **resolución** es el menor cambio en el valor medido al cual responde el instrumento.
- En los instrumentos digitales la resolución viene dada por el número de dígitos que dispone el instrumento.
- Un instrumento de $3\frac{1}{2}$ dígitos dará lecturas desde 0000 a 1999 o 000,0 a 199,9.
- La sensibilidad es la relación del cambio incremental en la salida para un cambio incremental en la entrada.

5. Errores en la medición

- Los errores se presentan todos los instrumentos.
- Los errores son inherentes al acto de la medida.
- Desde un punto de vista, un primer paso para reducir los errores es la consciencia de su existencia y su clasificación en grupos generales.
- Si un experimento se diseña bien y se lleva a cabo con cuidado, en muchas ocasiones se puede reducir los errores a un nivel en el que sus efectos sean menores que el máximo aceptable.

- Los errores pueden provenir de diferentes fuentes y por lo general se clasifican en tres categorías:
 - Errores gruesos.
 - Errores sistemáticos:
 - * Errores instrumentales.
 - * Errores ambientales.
 - Errores aleatorios.

- Errores gruesos: Son en gran parte de origen humano, como mala lectura del instrumento, ajuste incorrecto, uso inadecuados, así como equivocaciones en los cálculos.
- Errores instrumentales: Son inherentes a los instrumentos de medición. Dependen de cada instrumento y pueden tener su origen también en fallos o defectos en los instrumentos.
- Errores ambientales: Tienen su causa en las variaciones de las condiciones ambientales, que por un lado pueden afectar al funcionamiento del instrumento y por otro en la alteración del valor a medir.
- Errores aleatorios: Ocurren por causas que no se pueden establecer directamente debido a variaciones aleatorias en los parámetros o en los sistemas de medición.

6. Tratamiento estadístico de los errores

- No es el objeto de la asignatura el realizar medidas donde se estime el intervalo de confianza de la magnitud a medir.
- De hecho el tratamiento estadístico exige realizar, para determinar el valor de la magnitud, una serie de medidas. Nosotros sólo realizaremos una medida.
- La finalidad de la asignatura es aprender técnicas de medida y como interpretar los resultados.