



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.  
Escuela Superior de Física y Matemáticas.



## PRÁCTICA 1. INSTRUMENTACIÓN.

Laboratorio de Física III.

Grupo sección de Laboratorio: 3FM1-A.

Profesor: Hernani Tiago Yee Madeira.

Alumno: Flores Rodríguez Jaziel David.

29 Agosto de 2017.

# Índice

1. Resumen.	1
2. Objetivo.	1
3. Metodología.	2
4. Instrumentación.	5
5. Datos y Resultados.	5
6. Discusión.	6
7. Conclusiones.	6
8. Bibliografía.	6

## 1. Resumen.

La balanza de torsión fue de suma importancia en el estudio de la electrostática en la que Charles-Augustin de Coulomb se basó para cuantificar, por primera vez en la historia, la fuerza entre cargas. Además sabemos que actualmente es más difícil medir la carga directamente, así que utilizamos el multímetro, un aparato diseñado para medir carga por unidad de tiempo que pasa por un cable conductor, estos dispositivos son muy importantes tanto en la industria como en la vida diaria por el uso actual de las tecnologías de electrónica, mientras que el amplificador lineal sirve para poder sensor cargas cuya magnitud es muy pequeña y es difícil medir. Es por ello que en esta práctica hemos calibrado estos instrumentos de medición, a partir de conceptos previamente estudiados, principalmente el **módulo de torsión** de un alambre o material en general, el cual lo hayamos de dos modos distintos y nos servirá para nuestra balanza de torsión.

Palabras clave: carga, cable conductor, módulo de torsión.

## 2. Objetivo.

En esta actividad el alumno aprenderá a manejar y calibrar, el amplificador lineal, el multímetro y la balanza de torsión.

### 3. Metodología.

La balanza de torsión es un dispositivo creado por el físico Charles-Augustin de Coulomb en el año 1777, con el objeto de medir fuerzas débiles. Coulomb empleó la balanza para medir la fuerza electrostática entre dos cargas. Encontró que la fuerza electrostática entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas eléctricas e inversamente al cuadrado de la distancia entre las cargas. Este descubrimiento se denominó Ley de Coulomb.

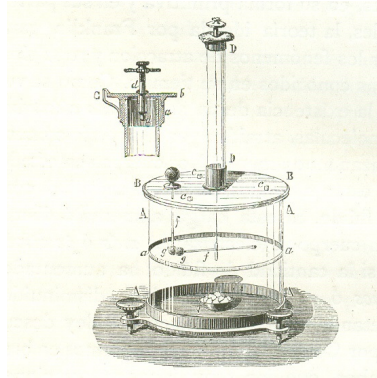


Figura 1: Balanza de torsión.

La balanza de torsión consiste en dos bolas de metal sujetas por los dos extremos de una barra suspendida por un cable, filamento o chapa delgada. Para medir la fuerza electrostática se puede poner una tercera bola cargada a una cierta distancia. Las dos bolas cargadas se repelen/atraen unas a otras, causando una torsión de un cierto ángulo. De esta forma se puede saber cuanta fuerza, en newtons, es requerida para torsionar la balanza un cierto ángulo. La balanza de torsión se empleó para definir inicialmente la unidad de carga electrostática y hoy en día se define como la carga que pasa por la sección de un cable cuando hay una corriente de un amperio durante un segundo de tiempo, la fórmula para hacer esto es:  $1C = 1As$ . Un Culomb representa una carga aproximada de  $6,241506 \times 10^{18}$  e, siendo e la cantidad de carga que posee un electrón. Una balanza de torsión se empleó en el experimento de Cavendish realizado en 1798 para medir la densidad de la Tierra con la mayor precisión posible. Las balanzas de torsión se siguen empleando hoy en día en algunos experimentos de física.

#### Módulo de Torsión.

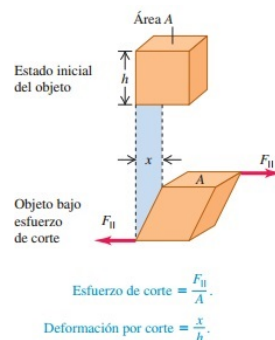


Figura 2: Objeto sometido a un esfuerzo de corte. Se aplican fuerzas tangentes a superficies opuestas del objeto. Por claridad, se exagera la deformación x.

Esfuerzo y deformación por corte. La Figura 2 muestra un cuerpo deformado por un esfuerzo de corte. En la figura, fuerzas de igual magnitud pero dirección opuesta actúan de forma tangente a las superficies de extremos opuestos del objeto. Definimos el esfuerzo de corte como la fuerza  $F_{||}$  que actúa tangente a la superficie, dividida entre el área A sobre la que actúa:

$$\text{Esfuerzo de corte} = \frac{F_{||}}{A} \rightarrow (1)$$

Al igual que los otros dos tipos de esfuerzo, el esfuerzo de corte es una fuerza por unidad de área. La Figura 2 muestra que una cara del objeto sometido a esfuerzo de corte se desplaza una distancia  $x$  relativa a la cara opuesta. Definimos la **deformación por corte** como el cociente del desplazamiento  $x$  entre la dimensión transversal  $h$ :

$$\text{Deformación por corte} = \frac{x}{h} \rightarrow (2)$$

En situaciones reales,  $x$  casi siempre es mucho menor que  $h$ . Como todas las deformaciones, la deformación por corte es un número adimensional: un cociente de dos longitudes. Si las fuerzas son lo suficientemente pequeñas como para que se obedezca la ley de Hooke, la deformación por corte es proporcional al esfuerzo de corte. El módulo de elasticidad correspondiente (cociente del esfuerzo de corte entre la deformación por corte) se denomina módulo de corte y se denota con  $S$ :

$$S = \frac{\text{Esfuerzo de corte}}{\text{Deformación por corte}} = \frac{F/A}{x/h} = \frac{Fh}{Ax} \rightarrow (3)$$

Para un material dado,  $S$  suele ser de un tercio a un medio del valor del módulo de Young  $Y$  para el esfuerzo de tensión. Tenga en cuenta que los conceptos de esfuerzo de corte, deformación por corte y módulo de corte únicamente se aplican a materiales sólidos. La razón es que las fuerzas de corte deben deformar el bloque sólido, el cual tiende a regresar a su forma original si se eliminan las fuerzas de corte. En cambio, los gases y líquidos no tienen forma definida.

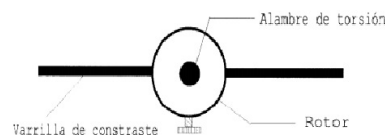
**Multímetro.** Un multímetro, también denominado polímetro, o tester, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas, como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma, con alguna variante añadida.

**Amplificador lineal.** Amplificador electrónico puede significar tanto un tipo de circuito electrónico o etapa de este cuya función es incrementar la intensidad de corriente, la tensión o la potencia de la señal que se le aplica a su entrada; obteniéndose la señal aumentada a la salida. Para amplificar la potencia es necesario obtener la energía de una fuente de alimentación externa. Es un dispositivo electrónico que al acoplarlo con un multímetro, es posible medir la carga eléctrica de cuerpos cargados, también se puede medir la diferencia de potencial y la intensidad de corriente, en circuitos de corriente directa.

## CALIBRACIÓN DE LA BALANZA DE TORSIÓN.

**Método estático.** Colocarla en posición de equilibrio y alinearla con el tetigo.

Figura 3: Posición de equilibrio



Al colocar la pesa pierde el equilibrio.

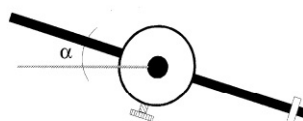


Figura 4: Pierde la posición de equilibrio.

Se pierde el equilibrio por la torca que se produce, cuya función es:

$$\tau = mgr \rightarrow (4)$$

Se establece una nueva posición de equilibrio girando el cabezal un ángulo  $\theta$ .

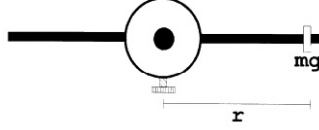


Figura 5: La nueva posición de equilibrio.

Se requiere  $\tau_t = mgr$ . Donde  $\tau_t = K'\theta$  si denotamos por  $K'$  a la constante de torsión de un alambre, entonces, se debe cumplir que:  $K'\theta = mgr$ . De donde  $K' = \frac{mgr}{\theta}$ . Como la balanza incluye dos alambres entonces la constante de la balanza es  $K=2K'$ , de donde:

$$K = \frac{2mgr}{\theta} \rightarrow (5)$$

**Método Dinámico.** Sabemos que:

$$\tau = I\alpha = I\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2} = -k\theta \rightarrow (6)$$

La ecuación de movimiento es:

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2} + \frac{k}{I}\theta = 0 \rightarrow (7)$$

Una ecuación diferencial cuya solución es:

$$\theta = \theta_m \cos(\omega t + \delta) \rightarrow (8)$$

Donde:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{I}} = \frac{2\pi}{T} \rightarrow (9)$$

Por lo que:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{K}} \rightarrow (10)$$

Donde  $I$  es el momento de inercia de la barilla y  $K$  la constante de torsión de la balanza.

$$I = \frac{ML^2}{12} \rightarrow (11)$$

## 4. Instrumentación.

- 1- Balanza de torsión con alambres de un material en específico y una barilla uniforme.
- 2- Multímetro.
- 3- Amplificador lineal.
- 4- Vernier.
5. Balanza para pesar.
6. Cronómetro.
7. Pesas relativamente pequeñas.

## 5. Datos y Resultados.

Comenzamos la práctica con el material proporcionado por el equipo de laboratorio, procedimos a medir algunas de nuestras constantes como lo son; la masa de una pesita  $m = 5 \times 10^{-4} \text{ kg}$ , la masa de la barilla  $M = 57,8 \times 10^{-3} \text{ kg}$  el brazo de palanca sobre la barilla pequeña  $r = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$  la longitud  $L = 2,4 \times 10^{-1} \text{ m}$  de la barilla grande, por supuesto la gravedad que se tomará como  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , además con estos datos sacamos el momento de inercia  $I$  utilizando también el radio  $R = 3,05 \times 10^{-3} \text{ m}$  de la barra.

### Método estático.

#### Tabla de entrada.

n	$\theta_g$ (grad)	$\theta_r$ (rad)
1	137.5	2.4

De la ecuación (5), sustituyendo se sigue que:

$$K = \frac{2 (5 \times 10^{-4} \text{ [kg]}) (9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}) (5 \times 10^{-2} \text{ [m]})}{2,4} = 2,04 \times 10^{-4} \text{ [Nm]} \rightarrow (12)$$

**Método Dinámico.** Sabemos que el momento de inercia de una barra cilíndrica está dado por la ecuación (11). Luego:

$$I = \frac{(57,8 \times 10^{-3} \text{ [kg]}) (2,4 \times 10^{-2} \text{ [m]})^2}{12} = 1,156 \times 10^{-4} \text{ [kgm}^2\text{]} \rightarrow (13)$$

La constante  $K$  de torsión está dado por la ecuación (10), nuestro parámetro será de 10 oscilaciones, donde el tiempo total fue de 60,035(s), así pues:

$$K = 2\pi \frac{I}{T^2} = 2\pi \frac{(1,156 \times 10^{-4} \text{ [kgm}^2\text{]})}{(60,035 \text{ [s]})^2} = 2,01524 \times 10^{-4} \text{ [Nm]} \rightarrow (14)$$

**Error Porcentual.** En este caso, como el material proporcionado no nos dijeron de qué estaba hecho, nuestro error porcentual que calcularemos será entre el resultado del Método estático y el Método Dinámico de las ecuaciones (12) y (14).

$$ERROR \text{ PORCENTUAL} = 1,214 \%$$

## 6. Discusión.

Podemos decir que nuestra medición fue exitosa ya que el error porcentual que obtuvimos por dos métodos distintos fue muy pequeño además podemos tomar cualquiera de los dos valores (pero fijo) para realizar nuestros experimentos con este material. Cabe resaltar que, el material ha ido perdiendo sus propiedades con el tiempo, y se comporta de manera distinta a como lo predicaría el fabricante ya que el mismo está ya muy gastado.

## 7. Conclusiones.

En esta práctica aprendimos a utilizar e identificar bien los instrumentos de medición y las partes que lo componen, además de que intuitivamente conocimos el principio básico de un amplificador lineal y un multímetro, a calibrarlos y sus unidades. En la balanza de torsión aprendimos que al manejar con dispositivos de medición de ésta índole las vibraciones debidas al movimiento de la mesa afectan en gran medida al resultado, por lo tanto la balanza de torsión debe estar en una mesa fija con arena como amortiguadora de vibraciones. En cuanto a los resultados del alambre referente a su módulo de torsión fueron obtenidos de manera exitosa, las variaciones en el resultado de ambos métodos eran mínimas y por lo tanto se podía tener certeza de la magnitud.

## 8. Bibliografía.

- 1.-[https://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador\\_electrónico](https://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_electrónico).
2. – [https://es.wikipedia.org/wiki/Balanza\\_de\\_torsi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Balanza_de_torsi%C3%B3n).
3. – <https://es.wikipedia.org/wiki/Mult%C3%ADmetro>.
4. – <https://sites.google.com/site/labenriquesalgadoruiz/home/politecnico-1/fisica-iii>.
5. – Resnick/Halliday/Krane. *Fundamentos de Física. Volumen 2. Edición 6, extendida.* CESA