

# PRÁCTICA NÚMERO 4: Generación de un voltaje

## Integrantes

Atayde Aranda Aldo

Basile Álvarez Tomás Ricardo

Gallegos Salgado Jessica Andrea

Velázquez Martínez Jonathan Israel

## Resumen

En esta práctica calculamos la diferencia de potencial para cuatro distintos experimentos (piezoeléctrico, motor eléctrico, termopar, fotocelda) en donde en cada uno vamos analizando un fenómeno diferente causante de diferencia de potencial (tensión mecánica, velocidad, temperatura y luz) para encontrar una relación entre los fenómenos y el voltaje y de esta manera comprobar lo que la teoría nos dice acerca de efectos como el piezoeléctrico o el fotovoltaico.

## Introducción

Para tener un mejor entendimiento sobre la práctica, es necesario el conocimiento teórico en el que se basa.

Empecemos definiendo lo que es la diferencia de potencial. La literatura comúnmente nos lo define como: *“el trabajo por unidad de carga efectuado al mover una carga de un punto a otro”* (Purcell). Lo que matemáticamente se representa

como:  $\phi_{12} = \frac{W_{12}}{q} = \frac{-\int_p^r qE \cdot ds}{q} = -\int_p^r E \cdot ds$  **ec.(1)**, en donde E es el campo en el que se

encuentra la junta carga y ds es un diferencial de desplazamiento, donde  $s = \|r - p\|$

Si consideramos que la carga se desplaza en la misma dirección del campo,

entonces  $\phi_{12} = -\int_p^r \|E\| \|ds\| \cos(0) = -\|E\| \int_p^r \|ds\| = -\|E\| \|r - p\| = -K \frac{Q}{\|r - p\|} = -\frac{\Delta U(r)}{q}$

**ec.(2)** en donde Q es una carga prueba. la diferencia de potencial tiene como unidad el volt ([Φ]=[volt]=[V]=[J/C]) y coloquialmente es llamada voltaje.

Ya sabiendo lo que es una diferencia de potencial, abordaremos el concepto de piezoelectricidad, que se define como: *“aquel fenómeno que ocurre en determinados materiales que, al ser sometidos a tensiones mecánicas, adquiere una polarización eléctrica y aparece una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie.”* Por lo tanto, un material piezoeléctrico es aquel que tiene como base funcional la piezoelectricidad. normalmente los materiales piezoeléctricos son cristales naturales

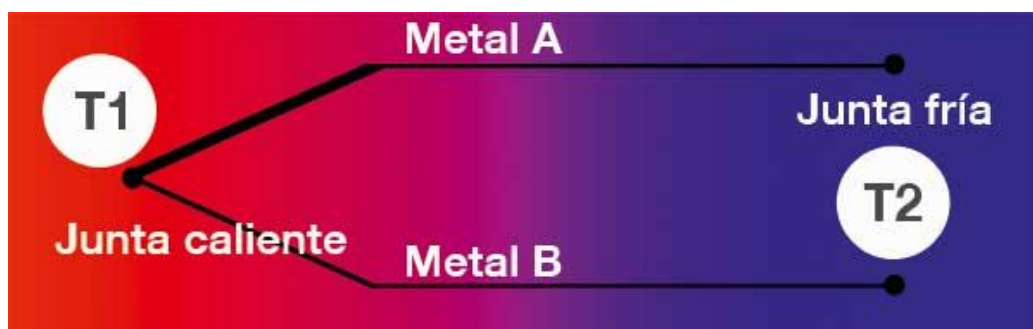
(como el cuarzo y la turmalina) o sintéticos (como cerámicas o polímeros polares). Al someter a la compresión, las cargas de la materia se separan. Esto propicia una polarización de la carga, lo cual causa que salten chispas.

Los materiales piezoeléctricos son muy demandados en la vida cotidiana, y un claro ejemplo es el encendedor. En su interior llevan un cristal piezoeléctrico al cual golpea bruscamente el mecanismo de encendido. Este golpe seco provoca una elevada concentración de carga eléctrica, capaz de crear un arco voltaico o chispa, que enciende el mechero.



**Imagen 0.1.** Piezoeléctrico.

Ahora hablemos de los termopares, los cuales son dispositivos capaces de transformar energía calorífica de entrada en una diferencia de potencial de salida. los termopares están formados por la unión de dos metales (junta caliente) que sacan dos hilos (junta fría), uno de cada metal. El calentamiento de los metales unidos provoca una tensión eléctrica, que se debe a dos factores: la densidad de electrodos diferentes de los dos materiales y de la diferencia de temperatura entre punto caliente y punto frío. en la industria, los termopares son usados como sensores de temperatura.



**Imagen 0.2.** Diagrama de un termopar.

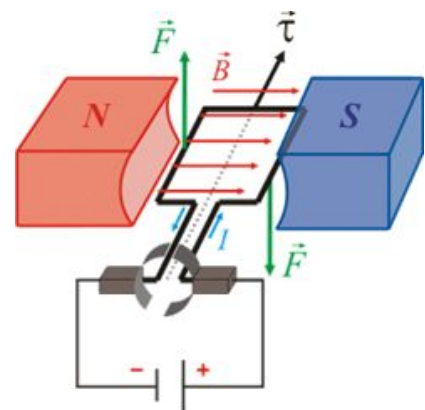
Por otro lado, una fotocelda es un dispositivo capaz de producir una pequeña cantidad de corriente eléctrica al ser expuesta a la luz. Son resistencias, cuyo valor en ohmios, varía ante las variaciones de la luz. Estas resistencias están construidas con un material sensible a la luz, de tal manera que cuando la luz incide sobre su superficie, el material sufre una reacción química, alterando su resistencia eléctrica. Su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. una fotocelda está hecha de un semiconductor de alta resistencia. Si la luz que incide en el dispositivo es de alta frecuencia, los fotones son absorbidos por las elasticidades del semiconductor dando a los electrones la suficiente energía para saltar la banda de conducción. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de tal modo que disminuye la resistencia. La fotocelda se emplea para controlar el encendido automático del alumbrado público. También se utiliza ampliamente en circuitos contadores electrónicos de objetos y personas, en alarmas; en general son muy recurridos como sensores.



**Imagen 0.3.** Fotocelda.

Por último, el motor eléctrico funciona utilizando un imán permanente que genera un campo magnético  $B$ , y en esta zona coloca un alambre conductor. Cuando el alambre se encuentra en posición horizontal, el flujo magnético por su interior es 0 debido a que el campo es paralelo al alambre. Por otro lado, si el alambre se encuentra en posición vertical, el flujo magnético por su interior será máximo. Así, si se hace girar el alambre, el flujo magnético por su interior variará con el tiempo.

Finalmente, según la ley de Faraday, el potencial generado en el alambre es  $\xi = \frac{d\Phi}{dt}$  donde  $\xi$  es la emf y  $\Phi$  el flujo magnético. Así, mientras más rápido se gire el alambre, mayor será la rapidez con la que cambia el flujo (es decir, la derivada de  $\Phi$  es mayor) y por tanto será mayor el voltaje generado.



**Imagen 0.4.** motor

## **Hipótesis**

### **Piezoeléctrico**

Esperamos que al apretar el piezoeléctrico se genere un voltaje debido a la tensión mecánica, lo cual probaría el efecto piezoeléctrico. Además, esperamos que al apretar el objeto, el voltaje llegue a un pico casi inmediatamente y luego baje rápidamente hasta 0.

### **Motor eléctrico**

Esperamos que al girar el motor se genere un voltaje y que éste dependa directamente de la velocidad, es decir, que a mayor velocidad, mayor voltaje.

Así mismo esperamos que al girar el motor en sentido antihorario, el voltaje sea similar que el obtenido al girar en sentido horario, pero con el signo opuesto.

### **Termopar**

Lo que esperamos aquí es que el voltaje sea mayor al medirlo en la parte superior de la flama, seguida de la mitad y por último de la base, ya que en la punta de la llama es más alta la temperatura. Y esperamos una relación directa en donde a mayor temperatura, mayor voltaje.

Esperamos que los materiales que produzcan un mayor voltaje sean aquellos que tienen uso comercial como el cobre y el alambre recocido, pues al ser utilizados en la mayoría de electrodomésticos, instalaciones eléctricas y demás, deben de ser los de resistencia menor en comparación a los demás metales con los que dispondremos.

### **Fotocelda**

Esperamos que se cumpla el efecto fotovoltaico, es decir que se produzca una diferencia de potencial al colocar la fotocelda en contacto con la luz. Esto debido a que las células fotovoltaicas que contiene la celda generan electricidad usando la radiación solar, o en este caso, la luz del celular.

También esperamos que a medida que vayamos acercando la fuente de luz a la fotocelda, el voltaje vaya aumentando ya que mientras más cerca esté la luz, los fotones se concentran más en la celda y ésta genera más electricidad.

Finalmente esperamos que el voltaje que midamos con la luz del sol sea mayor al que midamos con la luz del celular, debido a que la luz solar tiene mucha más intensidad.

## **Objetivos**

Nuestro objetivo general es darse cuenta que existen muchas maneras de producir una diferencia de potencial a través de distintos fenómenos con los que se relaciona ésta, tales como la tensión mecánica, la velocidad, la temperatura y la luz.

### Piezoeléctrico

- Sentir el efecto eléctrico (toques) producido al apretar (o comprimir) un material piezoeléctrico y medir el voltaje producido por el material.

### Motor eléctrico

- Encontrar una relación entre la intensidad de giro del rotor y el voltaje generado, lo que quiere decir es, ver como crece el voltaje medido.
- Observar cómo cambia el voltaje si se cambia el sentido de rotación del rotor.

### Termopar

- Observar cómo cambia el voltaje al quemar varios termopares con distintas combinaciones de metales, midiendo en distintas secciones de la llama de una vela (punta, medio, base)

### Fotocelda

- Observar si la luz producida por el flash de un celular es lo suficientemente potente como para ser detectada por la fotocelda.

- Observar cómo cambia el voltaje si se varía la distancia del origen de luz a la fotocelda.
- Medir el voltaje generado al colocar la fotocelda a la luz solar.

## **Materiales**

1. Multímetro digital.
2. Juegos de cables y caimanes.
3. 10- 15 cm de metales distintos: Cobre, latón, alambre recocido
5. Vela
6. Piezoeléctrico.
7. Motor chico de pilas.
8. Fotocelda.
9. Pinzas para trabajar con los alambres.

## **Procedimiento experimental**

### **Piezoeléctrico**

1. Sostener con una sola mano el elemento piezoeléctrico, tocar sus terminales y accionarlo mecánicamente apretándolo.
2. Conectar las terminales del piezoeléctrico al multímetro, accionar el piezoeléctrico y anotar la medida marcada en el multímetro.



Imagen 1: piezoeléctrico

### **Motor**

1. Colocar el multímetro para medir voltaje y conectar las terminales del motor a las puntas de prueba del multímetro.
2. Darle vueltas en dirección horaria con la mano al rotor del motor variando la velocidad con la que se da la vuelta (lento, moderado, rápido). Apuntar la lectura (valor y signo del voltaje). Además, girar el motor a la máxima velocidad posible y apuntar la lectura del máximo voltaje.

3. Repetir el paso 2 pero ahora girando el rotor en dirección antihoraria.

### Fotocelda

1. Medir el voltaje de la fotocelda con ayuda del multímetro, al ponerla en contacto con la luz solar.

2. En un lugar oscuro, apuntar la linterna de un celular a la fotocelda y medir el voltaje generado con el multímetro. Repetir estas mediciones variando la distancia entre la linterna y la fotocelda, para así encontrar una relación entre la distancia de la linterna y el voltaje producido.

### Termopar

1. Retorcer por un extremo 2 alambres de diferentes metales (no oxidados).

2. Conectar los extremos sobrantes de cada alambre al multímetro y acercar una flama a la parte retorcida. Medir el voltaje generado por el termopar usando el multímetro.

3. Medir el voltaje en distintos puntos de la flama (en la base, en medio de la flama y en la punta).

4. Repetir los pasos del 1 al 3 para distintos pares de metales y comparar los resultados.



Imagen 2: Termopar

## **Resultados**

### Piezoeléctrico

Se presentan los resultados de medir el voltaje generado al apretar el objeto piezoeléctrico. Se realizaron 10 medidas distintas del mismo fenómeno y siempre se consideró el primer voltaje que muestra el multímetro inmediatamente después de apretar el piezoeléctrico.

Voltajes medidos con el piezoeléctrico [V] ( $\pm 0.0005$ V)
0.725
0.658
0.715
0.688
0.505
0.0816
0.0941
0.0516
0.0653
Promedio: $0.69 \pm 0.25$ V

**Tabla 1. Voltajes del Piezoeléctrico**

Como se ve en la tabla, los datos no variaron considerablemente entre distintas repeticiones del fenómeno. Además, agregamos el promedio de estas medidas de voltaje y su error (calculado como la máxima diferencia entre el promedio y las medidas registradas)

### Motor eléctrico

Como se menciona en el procedimiento, se hizo girar el pivote del motor eléctrico en sentido horario y en sentido antihorario. Para cada caso, se realizaron 5 medidas a 3 velocidades distintas (lenta, media y rápida), se intentó ser lo más consistentes posibles en determinar la velocidad con la que se giraba el motor eléctrico.

Finalmente, se giró el motor a la máxima velocidad que pudimos alcanzar para así registrar el valor máximo del voltaje. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Voltaje del motor a distintas velocidades [mV] ( $\pm 0.05$ mV)		
Velocidad	Sentido horario	Sentido antihorario
Giro lento	3.7, 3.5, 4.1, 3.4, 3.8	-3.4, -2.9, -3.1, -3.3, -2.8
Giro medio	12.1, 11.5, 13.1, 12.4, 11.8	-11.5, -12.4, -10.8, -10.5, -12.4
Giro rápido	32.5, 33.7, 34.2, 29.9, 35.1	-25.2, -27.4, -28.5, -26.4, -29.3
Máxima vel.	70.2	-72.1

**Tabla 2. Voltaje motor a distintas velocidades**

Como se puede observar, el voltaje va aumentando conforme se aumenta la velocidad a la que se hace girar el motor. Además, los valores del voltaje para el giro en sentido horario y antihorario son muy similares pero con signo opuesto.

### Termopar

Para esta parte del experimento, se crearon 3 termopares utilizando distintas parejas de alambres, de distintos materiales (latón y cobre, latón y recocido, cobre y recocido). Cada uno de los termopares se acercó a la flama de una vela para



reportar el voltaje indicado por el multímetro en 3 posiciones diferentes (punta de la flama, mitad de la flama, base de la flama) y en cada caso se realizaron 3 medidas.

Voltaje en la flama con distintos materiales [mV] ( $\pm 0.05$ mV)			
	Latón y alambre recocido	Cobre y alambre recocido	Latón y cobre
Punta de la flama	2.7, 2.5, 2.8	45.7, 43.4, 41.5	2.5, 2.6, 2.3
Mitad de la flama	2.5, 2.4, 2.2	38.5, 37.9, 36.4	2.1, 2.3, 2.0
Base de la flama	1.9, 2.0, 1.7	30.2, 31.5, 29.4	1.7, 1.8, 1.5

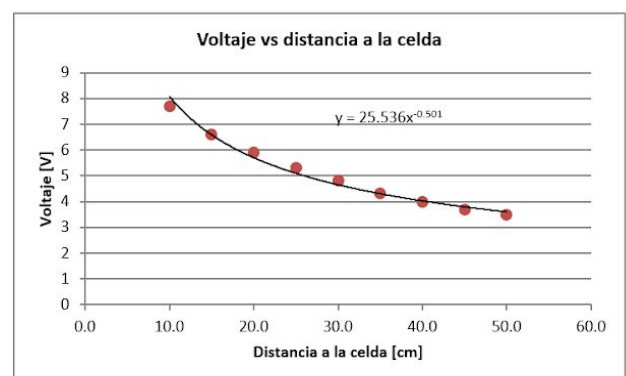
**Tabla 3. Voltaje de 3 termopares en una flama.**

Como se puede notar, todos los termopares coinciden en mostrar un mayor voltaje en la punta de la flama, seguido por la mitad de la flama y finalmente, la base. Además, la combinación de cobre y alambre recocido es la más sensible a los cambios en la temperatura y también es la que genera los voltajes más altos, mientras que las otras dos combinaciones son muy similares entre sí.

### Fotocelda

Para esta parte del experimento, se midió el voltaje generado por la fotocelda al acercarle la lámpara de un celular a distintas distancias. Además, nos aseguramos de realizar el experimento en el lugar más oscuro posible para que no interfiriera la luz exterior y que nuestros resultados fueran más exactos. Se obtuvieron así las siguientes medidas de voltaje:

Distancia a la celda [cm] ( $\pm 0.05$ cm)	Voltaje [V] ( $\pm 0.05$ V)
10	7.7
15	6.6
20	5.9
25	5.3
30	4.8
35	4.3
40	4
45	3.7
50	3.5



**Tabla 4. Voltaje vs distancia a la celda**

**Gráfica 1. Voltaje vs distancia a la celda**

La gráfica sugiere un comportamiento potencial, para el cual se encuentra la siguiente aproximación.

$$V = (26 \pm 1.6) x^{-0.5 \pm 0.018}$$

Por otro lado, al exponer la fotocelda a la luz del sol, el multímetro captó un voltaje de 11V. Comparando este resultado con los voltajes obtenidos al acercar la luz del celular, podemos ver que fue mayor ante la luz solar debido a la intensidad de ésta.

## **Observaciones y Conclusiones**

Es importante mencionar que existen muchas maneras de generar una diferencia de potencial, lo cual se puede ver como un proceso de entrada y salida. Es decir, en la entrada se inyecta algún tipo de energía (lumínica, calorífica, mecánica, etc) a algún material o medio conductor y en la salida obtenemos una diferencia de potencial, la cual puede ser medida. Así mismo, con algunas relaciones podemos determinar indirectamente la energía de entrada.

### **Piezoeléctrico**

Notamos que al apretar el piezoeléctrico, el voltaje aumentaba inmediatamente de 0 a un valor máximo y después de alcanzar este “pico”, el voltaje disminuía rápidamente hasta volver a 0. Es por esto que decidimos anotar únicamente el primer valor que apareciera al momento de apretar el piezoeléctrico.

Además, notamos que para todas las diferentes repeticiones, se obtuvieron valores similares en este voltaje máximo.

### **Motor eléctrico**

Fue un poco complicado realizar este experimento ya que era muy difícil aplicar una velocidad constante con la cual girar el motor, es por esto que realizamos varias medidas del voltaje para cada velocidad.

Así mismo, como había que registrar el voltaje al girar el motor en sentido horario y antihorario, tuvo que hacerlo una sola persona para que las distintas velocidades (lenta, media y rápida) fueran lo más similares que se pudieran en las dos direcciones del giro.

Se nota claramente como el voltaje aumenta al aumentar la velocidad de giro, esto es claro ya que según el funcionamiento de un motor eléctrico, al aumentar la velocidad con la que se gira, aumenta la velocidad con la que cambia el flujo

magnético en el interior del motor y según la ley de inducción eléctrica de Faraday, esto aumenta el voltaje inducido.

### Termopar

Una de las dificultades que tuvimos en este experimento fue que la flama de la vela era muy inestable debido al aire, por lo que no nos permitía hacer bien nuestras mediciones en las distintas secciones de la llama.

Otra dificultad que tuvimos fue al unir los distintos alambres, puesto que en varias ocasiones se terminaban separando o simplemente no estaban bien unidos, lo cual alteraba nuestros resultados.

Cómo pudimos observar, el alambre precocido y el cobre fueron los materiales que produjeron un mayor voltaje en comparación con las otras combinaciones, esto, debido a la diferencia en los valores de la conductividad de los diferentes materiales.

### Fotocelda

Para realizar este experimento tuvimos que intentarlo en distintos lugares debido a que había que hallar la manera en que entrara la menor cantidad de luz en contacto con la celda, esto con la finalidad de que sólo recibiera la luz de la lámpara que íbamos variando de distancia.

De igual manera, observamos que este experimento no era tan certero, ya que el multímetro no se mantenía en un valor, por lo que en cada distancia decidimos anotar sólo los primeros datos que éste mostró.

Como era de esperar, el voltaje generado por la fotocelda disminuye al aumentar la distancia, debido a que una menor cantidad de fotones choca con la fotocelda, generando así una menor diferencia de potencial.

### **Bibliografía**

- Purcell, Edward. (2001). *Electricidad y magnetismo*. Segunda edición. Ed. McGraw Hill. Barcelona, España.

- Anónimo. (Sin año). *Piezoelectricidad*. Wikipedia. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Piezoelectricidad> el día 21 de marzo de 2020
- Anónimo. (Sin año). *Termopar*. Wikipedia. recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Termopar> el día 24 de marzo de 2020
- Méndez, Laura. (2016). *¿Qué es una fotocelda?*. Prezi. Recuperado de:  
[https://prezi.com/lkku\\_upuspk8/que-es-una-fotocelda/](https://prezi.com/lkku_upuspk8/que-es-una-fotocelda/) el día 24 de marzo de 2020
- Jalloul, Chassan. (Sin año). *Cómo funciona un termopar*. Wikai. Recuperado de:  
<https://www.bloginstrumentacion.com/productos/temperatura/cmo-funciona-termopar/> el día 24 de marzo de 2020