

TÍTULO: INVISIBLE PERO REAL: DIBUJANDO LA ELECTRICIDAD

Centro: IES L'Eliana

Curso y Ciclo: 1 BAC

Tutores: M^a Dolores Zaragoza Forner, Raquel M^a García Rey

Categoría de concurso: FÍSICA

Alumnado: Andrés David Hernández Estaba, Adrián Llorca Pueyo, Carles Picher García, Pau Moll Segovia

1. Resumen breve del proyecto y objetivos

Este proyecto tiene como propósito el estudio experimental de la configuración de los campos eléctricos y su representación mediante superficies equipotenciales. El objetivo principal es visualizar conceptos físicos abstractos mediante la experimentación en medios conductores y su aplicación en tecnologías cotidianas. Para lograrlo, el trabajo se centra en tres puntos clave:

- Mapeado del potencial eléctrico:** Identificación de puntos con igual potencial en una cubeta electrolítica para trazar las líneas equipotenciales según la geometría de los electrodos.
- Modelización tecnológica:** Explicación del fundamento físico de las pantallas táctiles mediante la interacción del cuerpo humano con un campo eléctrico y también cómo las superficies equipotenciales permiten bloquear señales electromagnéticas en aplicaciones como la jaula de Faraday.
- Bioelectromagnetismo:** Observación y análisis de los impulsos eléctricos generados por el corazón humano a través de un electrocardiograma.

2. Material y montaje

El desarrollo experimental se divide en cuatro bloques diferenciados que comparten la base teórica del campo eléctrico:

- **Estudio de superficies equipotenciales:** Se emplea una cubeta con una disolución conductora (dicromato potásico, $K_2Cr_2O_7$) donde se sumergen electrodos de diferentes formas (planos y circulares) conectados a una fuente de alimentación de corriente continua. Mediante un multímetro y una sonda, se miden los valores de potencial en distintos puntos de la cubeta (Fig. 1). Estos datos se trasladan a una rejilla de papel milimetrado para representar gráficamente la geometría del campo, es decir, las líneas donde el potencial se mantiene constante.



Fig. 1

- **Simulación de pantalla capacitiva:** Se utiliza el montaje anterior para demostrar cómo un objeto conductor (como un dedo) altera la distribución del potencial, simulando el funcionamiento de los sensores de contacto en dispositivos móviles.

- **Demostración de una jaula de Faraday:** Al cubrir con un material conductor (papel de aluminio) cualquier aparato electrónico que pueda recibir una señal, esta señal no llega al aparato receptor, pues la superficie que lo cubre crea una superficie equipotencial. Los móviles funcionan gracias a campos eléctricos variables y estos se pueden bloquear creando superficies equipotenciales.

- **Registro electrocardiográfico:** Para la medición del electrocardiograma, se empleará: un osciloscopio, una fuente de alimentación, un sensor de frecuencia cardíaca (AD8232) y electrodos de superficie (Fig. 2). Los electrodos se colocarán en puntos estándar del cuerpo y la señal eléctrica cardíaca será captada y amplificada por el sensor para su posterior visualización y análisis de onda en el osciloscopio.



Fig. 2

3. Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas

El campo eléctrico es una magnitud física que describe la interacción entre cargas eléctricas. En un medio conductor sometido a una diferencia de potencial, el campo eléctrico se manifiesta mediante una distribución espacial del potencial eléctrico.

Las **superficies equipotenciales** son conjuntos de puntos donde el potencial eléctrico tiene el mismo valor. Una propiedad fundamental es que el **campo eléctrico es siempre perpendicular a dichas superficies**, lo que permite estudiar la estructura del campo a partir de la medida del potencial.

Este principio es ampliamente utilizado en aplicaciones tecnológicas actuales. Por ejemplo, en las **pantallas táctiles capacitivas**, la presencia del dedo humano (conductor) modifica localmente el campo eléctrico y la distribución del potencial, permitiendo detectar la posición del contacto.

Las superficies equipotenciales no solo son un concepto teórico, sino que tienen una aplicación directa en la protección de equipos eléctricos reales. En instalaciones eléctricas y en grandes equipos conectados a la red, todas las partes metálicas accesibles se conectan a un mismo potencial eléctrico mediante sistemas de puesta a tierra y de unión equipotencial. El objetivo de estas conexiones es asegurar que todas las superficies conductoras del equipo se encuentren al mismo potencial eléctrico. De este modo, aunque exista una mala conexión, una derivación o un fallo de aislamiento, no aparecen diferencias de potencial peligrosas entre distintas partes del sistema.

Al convertir las carcasas metálicas y estructuras del equipo en superficies equipotenciales, se evita la circulación de corrientes no deseadas a través de los componentes electrónicos o del cuerpo humano, reduciendo el riesgo de averías y de accidentes

eléctricos. Asimismo, los conductores en equilibrio electrostático constituyen superficies equipotenciales, lo que explica fenómenos como la jaula de Faraday, empleada para el apantallamiento de señales electromagnéticas.

4. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

Para el estudio de superficies equipotenciales se realizó el mapeado del potencial eléctrico en una cubeta con una disolución conductora de agua y dicromato potásico. Se aplicó una diferencia de potencial continua entre dos electrodos planos y se midió el potencial eléctrico en una rejilla de puntos utilizando un multímetro (Fig. 3). Se repitió el experimento, pero en lugar de usar una cubeta rectangular con electrodos planos, se hizo con un conductor circular.

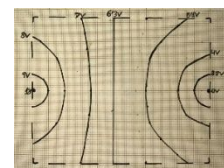


Fig. 3

A partir de estas medidas se trazaron las líneas equipotenciales, observándose que su forma depende directamente de la geometría de los electrodos (Fig. 4). Además, se comprobó que las regiones donde las equipotenciales están más próximas corresponden a zonas de mayor intensidad de campo eléctrico (Fig 1 y 4). Como se puede observar en la gráfica 1, cuando el experimento se realiza con electrodos planos, nos da una gráfica correspondiente a una recta. La pendiente de esta recta nos da el valor del campo eléctrico, E , éste es perpendicular a las superficies equipotenciales. Sabemos que $\Delta V = -E \cdot x$. Siendo x la distancia y E el campo eléctrico.

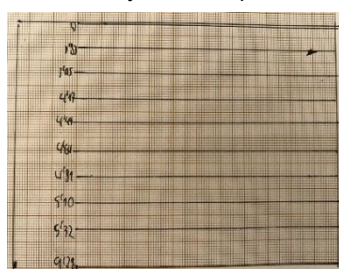
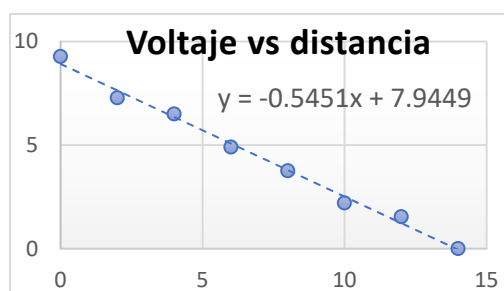


Fig. 4



Gráfica 1

Distancia (cm) $\pm 1\text{mm}$	Voltaje (V) $\pm 0,01\text{V}$
0.0	9.28
2.0	7.28
4.0	6.50
6.0	4.90
8.0	3.76
10.0	2.20
12.0	1.54
14.0	0.00

En la simulación de la pantalla capacitiva, al aproximar un dedo a la superficie conductora (sin contacto directo), se observó una alteración local del potencial eléctrico, lo que simula el principio de funcionamiento de este tipo de pantallas.

Además, se demostró el efecto **jaula de Faraday** envolviendo un teléfono móvil en papel de aluminio. Se comprobó experimentalmente que el dispositivo dejaba de recibir señal, lo que se explica porque el aluminio actúa como una superficie equipotencial que impide la penetración del campo eléctrico.

El experimento relacionado con la **actividad eléctrica del corazón** se encuentra pendiente de realización. Su incorporación permitirá cerrar el proyecto mostrando una aplicación biomédica del campo eléctrico, complementando los resultados obtenidos en la cubeta electrolítica y en la simulación de pantalla capacitiva.

5. Conclusiones

En conjunto, el proyecto demuestra que los conceptos teóricos del electromagnetismo pueden hacerse visibles, medibles y comprensibles mediante experimentación directa:

- Los campos eléctricos, aunque no se vean, pueden representarse experimentalmente mediante superficies equipotenciales, y se comprobó que su forma depende directamente de la geometría de los electrodos al realizar el mapeo del potencial.
- La interacción entre un objeto conductor y un campo eléctrico permite comprender el funcionamiento de tecnologías como las pantallas táctiles capacitivas, ya que el dedo modifica el campo produciendo un cambio de potencial.
- El concepto de superficie equipotencial explica fenómenos de protección y apantallamiento, como la jaula de Faraday: cuando un objeto se cubre con un material conductor, las cargas se reparten por la superficie y el campo eléctrico no llega al interior.
- La actividad eléctrica del corazón constituye otra aplicación del estudio de los campos eléctricos, concretamente en biomedicina, y su registro experimental está previsto en las siguientes semanas para completar el proyecto.

6. Bibliografía

- Cuadernillo laboratorio Electricidad (1998).TSD.
- Aatik's lab. (2021, 3 noviembre). Check Your Heart Condition Under 10\$ || DIY Homemade ECG Machine using AD8232 [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1EGhAKdqAag>
- ceroentropia. (2021, 24 enero). Líneas de campo y superficies equipotenciales [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5DML1wqydQQ>
- Client challenge. (s. f.). <https://es.scribd.com/document/469282012/Estudio-de-superficies-equipotenciales-y-su-relacion-con-el-campo-electrico>
- Julio Germán Rodríguez Ojeda. (2012, 13 enero). CAMPO ELÉCTRICO EN PLACAS PARALELAS. superficies equipotenciales [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pKEqKb-R0m0>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (s. f.). Líneas equipotenciales. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado 30 de enero de 2026, de <https://media2.utp.edu.co/programas/6/guia-lineas-equipotenciales.pdf>