

VOLTA, UN NOMBRE DE PILA

(Taller Galileo)

Guardo Averbuj

Hacia finales del siglo XVIII, el médico italiano Luigi Galvani experimentaba en torno a la irritabilidad de los animales de sangre fría, utilizando una máquina electrostática, con la que originaba la contracción muscular de los animales muertos. El 20 de septiembre de 1786, había preparado, como habitualmente, las patas posteriores de una rana, suspendiéndolas mediante un gancho de cobre que le atravesaba el nervio espinal, a un balcón de hierro. Cuando Galvani cogió el gancho, rozó involuntariamente las patas contra el hierro. Apenas sucedió esto, las extremidades de la rana sufrieron una fuerte convulsión, contrayéndose sus músculos de la misma manera que cuando se los excitaba con una descarga eléctrica. El sabio, contaminado en sus interpretaciones por la larga experimentación en torno a los fenómenos fisiológicos, se empezaría los años siguientes en demostrar que existía una suerte de "electricidad animal", propia de todo ser vivo, que él consideraba como causa del fenómeno percibido. Según Galvani, la contracción del músculo *producía* electricidad de alguna manera desconocida.

En Pavia, también en Italia, vivía Alejandro Volta. Era un profesor de física, autodidacta, que con su labor sistemática y su pensamiento consecuente contribuyó a que la electricidad fuese perdiendo el aura mágica que la rodeaba en sus primeras épocas, intentando para ello descubrir las leyes que gobernaban los fenómenos eléctricos. Al conocer las experiencias de Galvani, comenzó a repetir las en su laboratorio, sospechando de la falsedad de la explicación de su compatriota. En 1792, después de haber observado que con dos láminas metálicas diferentes se obtenían efectos más fuertes sobre los múscu-

los de la rana, intuyó que en el contacto entre esos metales residía la verdadera causa del fenómeno. Es así que refutó la explicación de Galvani al sugerir que la electricidad no era una propiedad de los animales sino que, en estos, el nervio y el músculo no hacen otra cosa que *responder* a un choque eléctrico. De este modo se originó una fecunda polémica entre los seguidores de ambos.

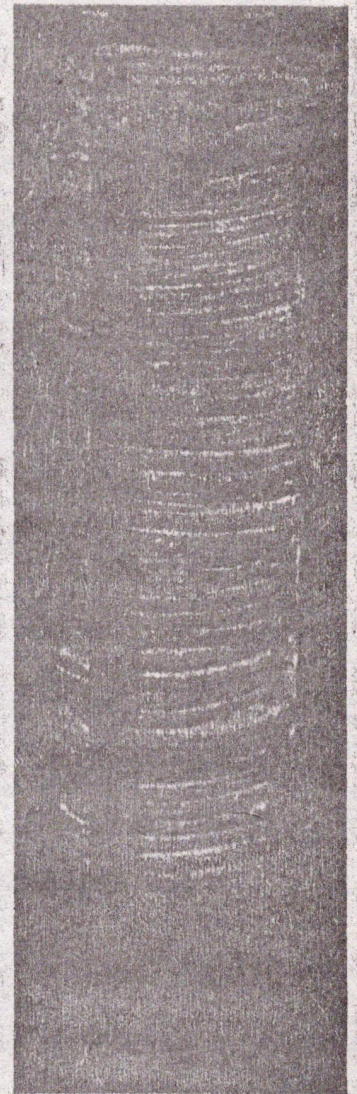
Volta comprobó entonces que las contracciones del animal no eran causadas por la circulación de carga eléctrica propia de músculos o nervios, sino por la gran sensibilidad de los nervios para detectar aquellas acciones eléctricas exterior-

res. Volta demostró, fundamentalmente, que era necesario el contacto entre dos metales distintos para que se generasen esos estímulos. En el caso de la rana, lo realmente importante, según Volta, era que dos metales distintos habían entrado en contacto por un extremo, mientras que por el otro estaban separados por una solución conductora de la electricidad (solución electrolítica) constituida por el fluido interno de la pata de la rana.

Siguiendo esa vía experimental y reflexiva, Volta construyó en 1799 un dispositivo conocido como "Pila de Volta" que, como él mismo describe, estaba formada por una columna de rodajas de cobre alternadas con otras de cinc, entremedio de las cuales se iba disponiendo paño humedecido con agua salada: una verdadera "pila" de elementos (fig. 1).

A la manera de Volta...

Es necesario coger dos monedas de distintos metales (una peseta y un duro, por ejemplo) y limpiarlas a fondo con papel de lija fino. Luego se recortará un trozo de papel secante grueso de forma circular, algo más grande que las monedas. Se mojará ligeramente el papel en agua salada, colocando una de las monedas encima del mismo y otra debajo, apretándolas entre los dedos, como se ve en la figura 2. Conectando entonces ambas monedas a los terminales de un galvanómetro muy sensible, se



podrá apreciar la deflexión de la aguja del aparato.

Si no se percibe ningún registro en el instrumento, se repetirá la operación original, acumulando sucesivamente una peseta, un papel secante

B.U.P. Y C.O.U. TEIDE

1.º

Lengua española. Carmen Pleyán.
 Matemática 1.º Juan Boadas. Rafael Romero. Ramón Villalblí.
 Ciencias naturales. Fernando Martínez. Marina Mir. Assumpta Plana. Rosa Puig. Rosa María Villalblí.
 Historia de las civilizaciones y del arte. Oriol Vergés.
 Dibujo 1.º Antonio Alegre. Angel Conde. Manuel González. Magdalena Mira.
 Francés. E. Moreu-Rey.
 English for Communication. Robert M. Ramsey.
 Palabra de vida 1. F. Bassó.

2.º

Literatura española. José García López.
 Matemática 2.º Juan Boadas. Rafael Romero. Ramón Villalblí.
 Física y química. Marcos Pujal. Jorge Bozal.
 Geoeconomía. Oriol Vergés. Pau Comes.
 Geografía humana y económica. J.E. Castelló. X. Paniagua. J. Frats.
 Fundamentos artísticos del diseño. Angel Conde. Manuel González. Magdalena Mira.
 Francés. E. Moreu-Rey.
 English for Communication. Robert M. Ramsey.
 Latín. José Vergés. Pablo López Castellote.
 Palabra de vida 2. F. Bassó.

3.º

Literatura española. Marta López. M.ª Carmen López.
 Matemática 3.º Juan Boadas. Rafael Romero. Ramón Villalblí.
 Física y química. Marcos Pujal. Salvador Montserrat. Ramón Carreras.
 Historia y geografía de España. Oriol Vergés. Pau Comes.
 Filosofía. S. García-Navarro.
 Francés. E. Moreu-Rey.
 Latín. José Vergés. Pablo López Castellote.

Libres de BUP en català

Llengua catalana. (1.ª i 2.ª). Josep Vallverdú i Aixalà.
 Retalls. Textos i exercicis per a l'aprenentatge del català. Montserrat Albó.
 Montserrat Gimeno. Iolanda Pelegrí. Rosa Porter.
 Moto a mot. L. Exercicis de Llengua catalana. Joana Escobedo. Elvira Silvestre.

C.O.U.

Lenguaje. Carmen Pleyán.
 Matemática. Juan Boadas. Ramón Villalblí.
 Física. J. Alsina. J. Aranda. S. Estradé. M. Fornells.
 Filosofía y Ciencia. Juan Carlos García Borrón.
 Dibujo técnico. Angel Conde. Manuel González. Magdalena Mira.
 Francés. E. Moreu-Rey.
 English for Communication. Robert M. Ramsey. Betty J. Flasch. Ronald A. Reese.
 Los cristianos en el mundo de hoy. F. Bassó.

Don/Dona
 Dirección postal
 Desea recibir los libros cuyas cantidades indica:
 Como pedido de muestra (un ejemplar por título y con el 50 por 100 de descuento).
 Como pedido en firme, cuyo importe haré efectivo por
 Deseo recibir catálogo.

EDITORIAL TEIDE, S. A.
 Viladomat, 291 - Barcelona

embebido, un duro, otro papel secante mojado, otra peseta, otro papel secante y así sucesivamente hasta formar una pila que pueda generar suficiente fuerza electromotriz (fig. 3). Se habrá contruido, por cierto, un acoplamiento *en serie* de varias unidades básicas, que permitirá sumar la fuerza de cada una de las mismas. Se debe cuidar que en ambos extremos de la pila queden monedas diferentes.

A pesar de que la corriente obtenida era débil, este aparato demostró ser una fuente de continua acción eléctrica que aparentaba tener una capacidad inextinguible. A pesar de haber construido el primer dispositivo que transformó la energía química en eléctrica, Volta no encontró una explicación correcta de su funcio-

namiento, pues suponía que la producción de corriente se debía al mero contacto entre los dos metales, mientras que en realidad aquella surge de la acción química entre los electrodos y el líquido electrolítico (agua con sal).

Sin duda, la invención de la pila eléctrica convirtió a este sabio, definitivamente, en una celebridad. El propio emperador Napoleón, deseoso de observar su aparato, lo recibió en 1801. Más adelante, en su honor, la unidad de fuerza electromotriz fue llamada *voltio*. Rápidamente la pila fue empleada y mejorada por otros científicos como importante herramienta en la investigación sobre los efectos de la electricidad.

E.A.

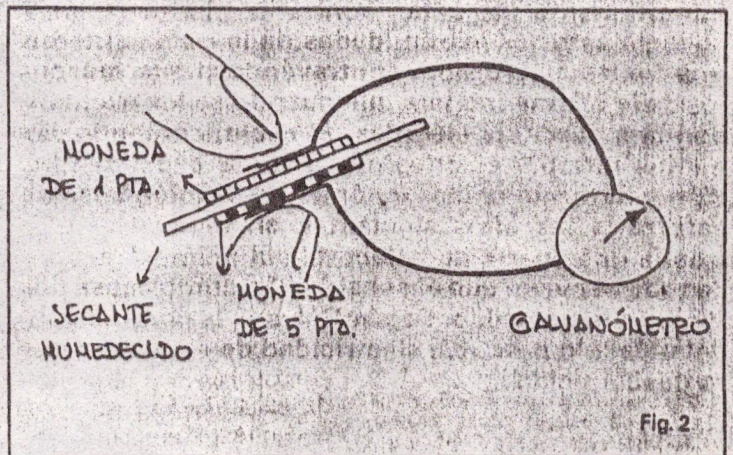


Fig. 2

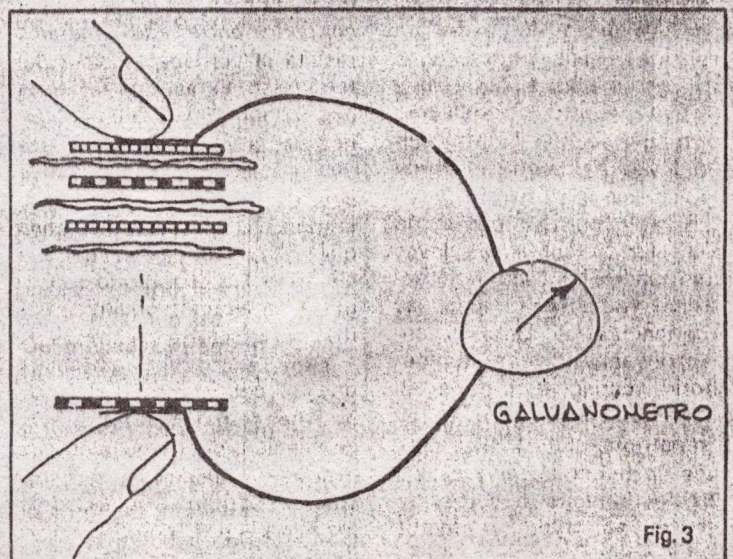


Fig. 3

LA BOMBILLA INCANDESCENTE

5

Eduardo Averbuj/Javier Fraile

(Taller de Ciencias "GALILEO")

El empeño por obtener luz eléctrica produjo en el siglo XIX una espectacular sucesión de hallazgos científicos y técnicos. Para conseguir su objetivo primordial, los investigadores (Nernst, Swan, Edison, Lodygin) debieron resolver innumerables "problemas secundarios" que se presentaban en forma de obstáculos tan difíciles de superar como la consecución misma de la luz eléctrica. La experiencia escolar de fabricar una lámpara de incandescencia permite reproducir gran parte de aquellos obstáculos. Aunque las soluciones que están a nuestro alcance distan mucho de aquéllas que obtuvieron los laboratorios de hace poco más de un siglo (Edison empleó un año y 50.000 dólares —de aquel tiempo— para investigar la incandescencia debida a la electricidad), nos podremos aproximar bastante a ellas.

En nuestra experiencia pretendemos reducir aquellos obstáculos a los más fundamentales, limitando así su amplio rango de posibles soluciones empíricas. Pese a ello, nos encontramos con bastantes "problemas secundarios" que, en ocasiones, hay que minimizar debido a su compleja causalidad o que, en otras, habrá que interpretar con una somera explicación (recordemos que esta propuesta se realizó con alumnos de 2.ª etapa de E.G.B.).

Montando un sencillo circuito e intercalando entre las pinzas A y B un filamento metálico, se constata fácilmente que, al cerrar el interruptor T, ese alambre se calienta (¿qué sucede si se invierte la polaridad del circuito?). Como se explica en el cuadro, uno de los efectos permanentes de la corriente eléctrica al pasar por un conductor es la generación del calor.

Trabajando de igual manera con otros filamentos de distinta naturaleza, longitud y sección, modificando también el voltaje aplicado (experiencia que permite el aprendizaje de la correcta manipulación de las variables que intervienen simultáneamente en un fenómeno) se observa, en varios casos, un hecho sorprendente y excitante. Este suceso no es otro que la emisión de luz roja por parte del hilo conductor, durante un breve período, al cabo del cual el filamento se "corta". La discusión subsiguiente permite acercarse a múltiples aplicaciones de lo observado: fusibles, encendedores eléctricos, "tijeras" para papel o porxpan, etc. Pero el desafío más atractivo, al igual que hace un siglo, sigue siendo el de iluminar. El espíritu de Edison y tantos otros, de esta manera, se habrá instalado en la clase.

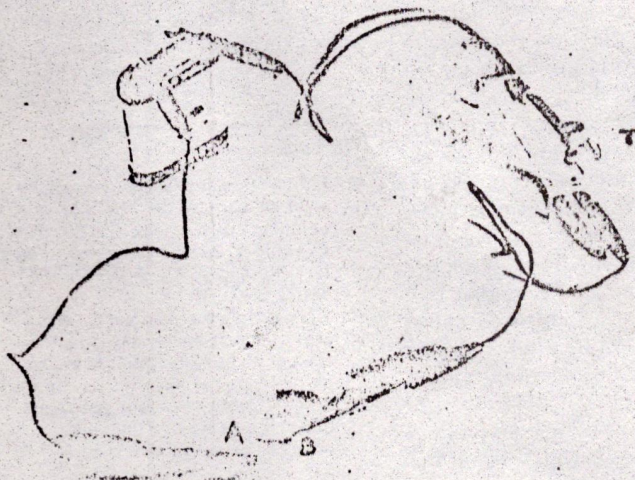
A fin de aproximarnos más a la bombilla real, modificamos la forma de sujeción del filamento, utilizando para ello un tapón de corcho de diámetro suficiente, por el que se atravesaron dos clavos. Las puntas de éstos se conectaron a las terminales A y B del circuito, mientras que entre sus dos cabezas se iban intercalando los diversos hilos metálicos. El corcho se ajustaba luego con un frasco y se cerraba el interruptor. Obteniendo luz roja en algunos casos, o más naranja en otros, lo cierto es que cuanto más blanca era la luz, más rápi-

damente el filamento se cortaba?

Se fabricaron bombillas con el filamento tenso y otras con el filamento arrollado en espiral. Se pudo observar así que, mientras los primeros se fundían rápidamente, los segundos (de igual longitud) duraban un período mayor. Esto sucede, probablemente, porque las espirales soportan mejor las deformaciones mecánicas que produce su propio peso y que acaban por seccionar el filamento a temperaturas inferiores a la de fusión. Además, el arrollamiento permite "compactar la luz", es decir, tener la misma iluminación desde menor espacio de emisión, lo que se percibe como un aumento en su intensidad luminosa.

Después de la pertinente discusión, se concluyó en la necesidad de conseguir un ambiente más idóneo a fin de evitar la rápida fusión del hilo de Nichrome (filamento que demostró ser el más eficaz en la obtención de la mejor luz). Este obstáculo fue uno de los que mayor retraso ocasionaron en la fabricación de las primeras bombillas. Nosotros, en la clase, nos limitamos a eliminar de la atmósfera cercana al filamento el más pernicioso de sus gases (dicho está en sentido "eléctrico"): el oxígeno. Este gas no era bueno para aquellos primeros filamentos de carbón usados por Edison, pues éstos, en contacto con oxígeno y a altas temperaturas, se vaporizaban en forma de óxido y dióxido de carbono (es decir, "se quemaban"). Tampoco es bueno para los filamentos metálicos que, en su presencia y a esas temperaturas, también se vaporizan gradualmente.

En nuestra experiencia se hizo necesario entonces crear aquella atmósfera desprovista de oxígeno. Para ello se dispuso sobre el corcho un trozo de vela, de no



La experiencia

Las cuestiones principales que debemos resolver son dos:

—encontrar un filamento capaz de alcanzar la incandescen-

cia cuando la electricidad circule por él;

—alargar la vida de ese filamento mediante una adecuada atmósfera.

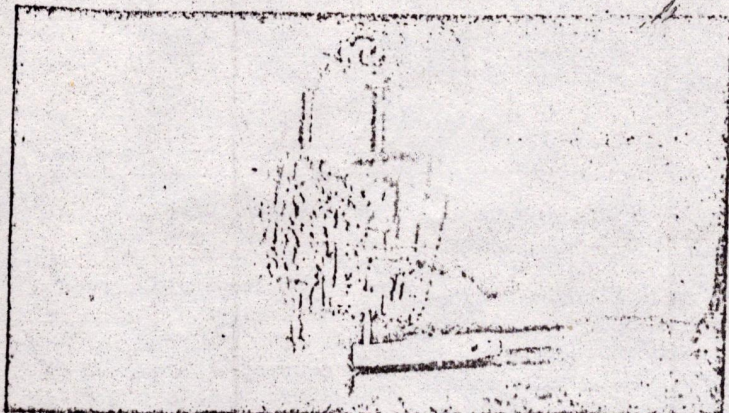


FIGURA 2

más de 2 cm de alto. se encontraba la misma, se cubría luego con el frasco (que fue elegido de manera que el tapón ajustase herméticamente en su boca) de forma que la llama consumiese la mayor parte del oxígeno de ese recinto, hasta apagarse. Luego se cerraba el interruptor y el filamento se volvía incandescente. Se pudo verificar así una evidente mejora en la bombilla, dado que el hilo metálico emitía luz, sin fundirse, mucho más tiempo. La bombilla de más larga vida, a 3 voltios, permaneció encendida 40 minutos, mientras que la luz blanca se obtuvo durante 10 segundos en una lámpara que soportó una tensión de 12 voltios.

La imaginación de los niños permitió optimizar el dispositivo. Gracias a la inventiva de Pere (12 años), se colocaron dos filamentos sobre sendos soportes en el mismo corcho. El primero, en contacto con el pábilo de la vela, la enciende una vez que todo el conjunto se ha montado y conectado. El segundo es, propiamente el filamento de la bombilla, que se enciende luego, trasladando los terminales A y B desde los extremos del filamento "de encendido" a los extremos del filamento "de iluminación".

Otra mejora, propuesta con el objeto de eliminar la vela del interior del recipiente (a fin de mejorar la "estética" la bombilla) consistió en sustituirla por un material altamente combustible. Una pequeña cantidad de cola para madera dispuesta alrededor del filamento "de encendido" permitió ensayar la sugerencia

de Miguel Angel (12 años). Casi todos los ensayos con esta "mejora" acabaron con tapones y frascos por los aires. Este fracaso dio pie a la discusión sobre el aumento de presión que se producía en el interior de la bombilla a causa de la dilatación de los gases generados en la combustión. De una experiencia eléctrica habíamos pasado, naturalmente, a una reflexión sobre mecánica de gases demostrando, en la realidad de la clase, que el pensamiento científico no admite tabiques arbitrarios. De esta polémica se vio la necesidad de conseguir el vacío en el recinto o, como propuso Natalia (13 años), añadir una "válvula de seguridad" consistente en una jeringuilla insertada en el corcho que permite un cierto margen de dilatación.

Otros sucesos, otras preguntas

En nuestra experiencia se vieron otros efectos secundarios que iban creando nuevos interrogantes. Por ejemplo, en ocasiones, el Nichrome adquiriría un color verde tras estar incandescente algún tiempo. Además; los clavos que servían de conectores se oxidaban rápidamente. De la discusión se concluyó que ambos fenómenos eran, en realidad, uno solo (y ya estábamos así discutiendo de química...). Los clavos se oxidaban más rápido de lo habitual pues la temperatura acelera este proceso; mientras que el cromo (componente más fácilmente oxidable

del Nichrome) aunque es muy resistente a la oxidación a temperatura ambiente, a temperaturas superiores a los 800°C está sujeto a ese fenómeno, que culmina en una corrosión intergranular conocida como "carcoma verde" (el Nichrome alcanza algo más de 1.100°C antes de fundirse).³

También llamó la atención de los niños que el filamento no emitiera luz en la proximidad de los clavos de conexión. Se probó entonces que, al tocar el filamento incandescente con unas tijeras o un destornillador, el punto de contacto y sus proximidades dejaban de emitir luz. La explicación, surgida de una nueva discusión, permitió entender que la causa reside en el enfriamiento del filamento al transmitir calor a otro medio más frío. Es decir, que clavos y tijeras actúan como verdaderos "refrigeradores", disipando calor (y en la clase se estaba hablando de calorimetría...).

Otro descubrimiento interesante consistió en verificar que la disipación de calor en los clavos de conexión, hacía que las bombillas así construidas funcionasen peor (es decir, se iluminasen menos con la misma tensión aplicada) que aquéllas en las que se reemplazaban los clavos por un cable de cobre, que atravesaba de manera semejante al corcho, lo que nos permitió regresar de nuevo sobre el concepto de resistencia eléctrica.

También se observó que el vidrio de algunas lámparas se oscurecía progresivamente. En este fenómeno caben varias interpretaciones, pero la investigación bibliográfica⁴ nos descubre que algo semejante ocurría con las lámparas de Edison a causa de la emisión de átomos en los metales incandescentes, efecto que luego sería utilizado por Thomson y Fleming para fabricar las primeras válvulas electrónicas.

Final con algo de luz....

La descripción de esta experiencia permite percibir alguno de los múltiples interrogantes y

obstáculos que surgen al abordar cualquier realización científico-tecnológica. Conseguir el objetivo propuesto implica superar imprevistas — e inoportunas — vallas, así como tienen capacidad para encajar y sacar provecho de los "errores" (los clavos oxidados no conducen, el oxígeno no se elimina totalmente, el recipiente no cierra herméticamente...). Pero creemos que lo fundamental consiste en la comprensión global del fenómeno y en enfrentarse — sin anticipaciones profesoras — a aquellos obstáculos, construyendo un espíritu de investigación alrededor de los propios errores.

El niño se equivoca a menudo: cortocircuita la pila al emplear una tapa de rosca de metal en lugar de corcho para cerrar el frasco de la bombilla o utiliza soldadura de estaño para sujetar el nichrome a los clavos; en el primer caso, no llega corriente a la bombilla y, en el segundo, el estaño se funde antes de que el nichrome alcance la incandescencia. En ambas situaciones se produce un fenómeno digno de analizar y explicar. Se trata de nuevos porqués a los que debemos habituar al niño, si esperamos un rendimiento aceptable en nuestras experiencias. En caso contrario los pequeños fracasos, lejos de conducir al conocimiento, llenan al niño (y a nosotros mismos) de desaliento.

E.A./J.F.

NOTAS

- (1) En nuestra experiencia hemos utilizado el carrito de ENOSA, que contiene hilo de hierro ($\varnothing 0,2$), hilo de cobre ($\varnothing 0,1$) e hilo de nichrome ($\varnothing 0,18$; $\varnothing 0,287$ y $\varnothing 0,361$) (ref. 54024 ENOSA).
- (2) Recomendamos plantear la discusión acerca de cuál es el diámetro y la longitud de filamento más indicada para obtener mejor luz en torno a la siguiente cuestión ¿conviene que el hilo posea una gran resistencia o conviene que ésta sea pequeña?
- (3) BRADY, George. *Manual de Materiales*. Ed. CECSA. Barcelona. Pág. 431.
- (4) ASÍMOV, Isaac. *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*. Ed. ALIANZA. Madrid, 1973. Pág. 404 y ss.

1.-EXPERIENCIAS SOBRE ELECTROSTATICA.-

1.1.-Electrización por frotamiento.-

Necesitas:

- . globos
- . tubo fluorescente
- . bolsa de basura o plexiglás

Prueba a frotar globos hinchados con objetos diversos (paños de lana, tejidos, cabellos, etc o entre sí).

En la oscuridad podrás "encender" ligeramente un tubo fluorescente frotándolo con una bolsa de basura o mejor con plexiglás.

¿Qué ocurre si acercas un globo frotado (!electrizado!) al tubo fluorescente?

1.2.-Otras experiencias de electrización por frotamiento.-

Necesitas:

- . globos
- . barra de ebonita (peine, bolígrafos, botellas plástico, y otros objetos semejantes pueden valer igual)
- . papelillos de celulosa, papelillos de aluminio (albal) pelos, barbas de pluma, arroz triturado, ceniza, etc
- . pedazo de porexpán (corcho blanco)
- . "piel de gato", lana, seda, tejidos diversos, etc
- . objetos flotantes como huevera, bote de "tulipan", recipiente de hojalata fina, pelota de pín-pón

Con esta información ¿eres capaz de "montar" tus propias experiencias de electrostática?

1.3.-Construcción de un electróforo.-

Para evitar, en lo posible, estar constantemente frotando te proponemos la construcción de este aparato llamado electróforo.

Necesitas:

- . una tapadera metálica o una plancha de aluminio
- . un aislador tipo "bolígrafo bic"
- . pegamento

Para poner de manifiesto la utilidad de este sencillo aparato, casero a mas no poder, necesitas además los siguientes materiales:

- . una base para el electróforo: lámina plástica o pedazo de porexpán.(puede valer un disco L.P.)
- . una "piel de gato", lana, tejido, etc
- . bombillita de neón
- . buen oído (!descargas electricas!)

Frota la lámina plástica o el porexpán con la piel de gato. Colóca sobre la lámina, supuestamente electrizada, el electróforo. Toca la parte metálica (tapadera de "neskuic") con el dedo o mejor con la bombillita (si lo haces en la obscuridad podrás detectar visualmente algún efecto). Levanta el electróforo y prueba a acercarlo a cualesquiera de los objetos anteriormente usados o si lo prefieres a:

- . un "chorrito" fino de agua
- . pompas de jabón
- . tubos fluorescentes y bombitas de neón (obscuridad)
- . tus "propias narices"

1.4.-Construcción de un péndulo electrostático.-

Necesitas:

- . una bolita de porexpan (tambien vale un globo hinchado)
- . aguja de coser e hilo
- . soporte aislante (¿valdría el propio electróforo?)
- . papel de aluminio o grafito (mina de lápiz)

Construido tu péndulo puedes trabajar con él con o sin recubrimiento conductor (aluminio o grafito) de la bolita de porexpán. Te proponemos que intentes observar:

- a) el distinto comportamiento de conductores y aislantes o dieléctricos.
- b) la existencia de dos tipos de cargas eléctricas

1.5.-La divertida experiencia de los granos saltarines:

Necesitas:

- . granos saltarines: bolitas de aluminio, papelillos, bolitas de porexpán, etc
- . una plancha de plástico (polivinilo)
- . una piel de gato
- . dos aislantes (dos libros, por ejemplo)
- . una plancha metálica (papel aluminio) para "reforzar" el efecto

Coloca sobre la mesa la plancha de aluminio, sobre ésta los dos libros y a su vez sobre éstos la plancha de polivinilo. Depositar sobre el metal los granos saltarines. Frotar el plástico.

2.-EXPERIENCIAS SOBRE MAGNETISMO.-

2.1.-Campo magnético creado por imanes (en dos y tres dimensiones).-

Necesitas:

- imanes (planos, de herradura, toroidales, etc)
- limaduras de hierro
- cartulina o papel (2 dim.)
- frasco de vidrio conteniendo aceite (3 dim.)

2.2.-Construcción de una brújula.-

Necesitas:

- un par de imanes planos
- hilo para suspenderlo en el aire
- soporte (lápiz y recipiente de boca ancha)

2.3.-Imantación por frotamiento.-

Necesitas:

- imán
- agujas o alfileres de coser, cuchilla de afeitar
- pedacitos de corcho o porexpán
- hilo y soporte (como en el apartado anterior)

Frotar los materiales de acero con el imán, con uno de los polos y siempre en la misma dirección y sentido (no hacia delante y hacia atrás)

Prueba la imantación de las agujas:

- a) atrayendo a limaduras de hierro o a otras agujas no frotadas
- b) construye una brújula flotante (sobre o agua) o colgante (con hilo)

-¿Qué ocurre si calientas una aguja imantada?

3.-EXPERIENCIAS SOBRE CORRIENTE ELECTRICA.-

3.1.-Construcción de una pila de Volta elemental.-

Necesitas:

- .dos láminas metálicas (Zn y Cu,por ejemplo)
- .papel de filtro
- .disolución de electrolito (sal en agua)
- .cables
- .galvanómetro

-¿Qué ocurrirá si "apilas" varios elementos como el que has construido?

-¿Influirá el tipo de metal empleado?

NOTA:

Puedas sustituir las láminas metálicas por monedas, un duro y una peseta pueden valer, pero deberán estar bien limpias. Líjalas.

3.2.-Otra pila eléctrica.-

Necesitas:

- . dos chapas metálicas, una de Zn y otra de Cu
- . un pedacito de porexpán del tamaño de las chapas
- . tesafilm o cinta aislante
- . recipiente de vidrio conteniendo ácido sulfúrico (disolución acuosa al 15% en volumen, aprox.)
- . cables para conexiones y pinzas de cocodrilo
- . bombilla de 3,5 voltios y portalámparas

Para preparar la disolución de ácido sulfúrico deberás tomar precauciones ya que esta sustancia es muy corrosiva y muy ávida de agua. Empieza vertiendo una cantidad apropiada de agua y posteriormente, con sumo cuidado y lentitud, añade el ácido (aproximadamente la sexta parte de agua utilizada). Fija las chapitas metálicas a una y otra parte del taco de porexpán ayudándote de tesafilm. Conecta cables a cada electrodo y la bombilla. Ya puedes introducir en la disolución la parte "libre" de las chapas.

NOTA:

Evita el contacto con el ácido, pero si te salpica alguna gota, lávate inmediatamente con suficiente agua y, si es necesario con disolución de bicarbonato sódico. Cuando termines la experiencia enjuaga todos los materiales con agua en abundancia.

3.3.-Fabricando pilas a partir de frutas.-

Necesitas:

- . frutas (limón, naranja, patata, manzana, etc)
- . trozos de metales diversos (cobre, cinc, plomo, magnesio, hierro, etc)
- . cables para conexiones
- . galvanómetro

3.4.-Termoelectromotricidad.-

Necesitas:

- . un termopar (o bien dos alambres de distinto metal: hierro y cobre, por ejemplo)
- . mechero o "fuente de calor"
- . galvanómetro

¿Como podrías fabricar un termopar?

¿Serviría la luz del sol para generar corriente eléctrica por este procedimiento? ¿Te ayudaría algo una lupa?

¿Cesa la corriente al apartar la llama del punto de unión de los metales?

3.5.-Una patata como indicador de la polaridad.-

Necesitas:

- . una patata recién cortada
- . pila con indicación de polaridad
- . conexiones con extremos pelados

Observa detenidamente los fenómenos que ocurren en uno y otro terminal conectado a la patata. En especial en el extremo conectado al polo negativo ¿observas la aparición de algún color?

¿a que se debe? ¿sabrías ahora determinar la polaridad de otra pila que no lo tuviera expresamente indicado?

3.6.-Fabricación de papel "buscapolos".-

Necesitas:

- . una tira de papel de filtro
- . fenolftaleina
- . disolución de cloruro sódico
- . pila con indicación de polaridad

3.7.-Conducción de la corriente eléctrica.-

Necesitas:

- papel aluminio, clips, agujas de coser,
- vidrio, goma, plástico, porexpán
- sal común sólida y en disolución
- ácido acético concentrado y diluido
- sosa caústica sólida y en disolución
- pila y electrodos de grafito
- LED o bombillita

Ensayá la conductividad de las sustancias indicadas.

3.8.-Efecto térmico de la corriente.-

Necesitas:

- una pila
- cables para conexiones y pinzas de cocodrilo
- pedazo de hilo de cobre muy fino
- bombillita

¿Se percibe calentamiento en el hilo de cobre? ¿Llega a fundirse? ¿Valdría como fusible? ¿Que sucedería si sumergieras el hilo en agua?

3.9.-Construcción de una resistencia variable usando la mina de un lápiz.-

Necesitas:

- una pila de 4,5 v.
- una bombilla de 3,5 v. y portalámparas
- una mina de lápiz
- cable para conexiones

-¿Que pasa si conectas una bombilla de 3,5 voltios a una pila de 4,5 ?

Intercala entre la bombilla y la pila la mina de lápiz (grafito) ¿qué sucede? .Prueba a tocar entre distintos puntos de la barra.

4.-EXPERIENCIAS DE ELECTROMAGNETISMO.-

4.1.-Construcción de un electroimán.-

Necesitas:

- . pila o fuente de corriente continua
- . hilo de cobre
- . carrete o bobina de carton
- . cinta aislante
- . clavo de hierro
- . imán
- . limaduras de hierro, alfileres, agujas de acero, etc

Enrollar el hilo de cobre sobre el carrete formando una bobina. Conectar dicha bobina a la corriente eléctrica y aproximarla a un imán suspendido de un hilo.

¿Se verá afectada la acción de la bobina por la presencia de un "nucleo de hierro"? Prueba a ver si atrae a las limaduras de hierro, etc.

-Una aplicación interesante del electroimán es el timbre. Intenta fabricar uno con materiales asequibles.

4.2.-Construcción de un galvanoscopio elemental.-

Necesitas:

- . bobina y núcleo
- . aguja de acero o clavo sujeto con hilo (puede girar)
- . pila o fuente de corriente continua

4.3.-Moviendo imanes cerca de las bobinas.-

Necesitas:

- . imán
- . bobina
- . galvanómetro
- . cables para conexiones

4.4.-Construcción de un motor elemental

Necesitas:

- . imán procedente de altavoz (tambien vale de herradura)
- . bobina de varias espiras (extremos pelados)
- . eje de metal
- . tesafilm o cinta aislante
- . pila y cables

BIBLIOGRAFIA TALLER "ELECTRONES: LAS CHISPAS DE LA VIDA".-

Artículos:

- Volta, un nombre de pila.
Eduardo Averbuj.
Cuadernos de Pedagogía, 81-82, Oct 1981, pp 75-76
- La bombilla incandescente.
E. Averbuj; J. Fraile.
Cuadernos de Pedagogía, 78; Jun. 1981, pp 67-69
- ¿Dejamos investigar?
M. Traball.
Cuadernos de Pedagogía, 67-68; Agosto 1980; pp 37
- Lo que los niños pueden descubrir sobre el magnetismo.
J. L. Palazuelo.
Apuntes de Educación; 5, Abril-Junio 1982, pp 6-8
- From electroscope to electrometer.
J. C. Siddons.
Physics Education; 18; Jan 1983; pp 39-42
- Galvanómetros con imaginación.
J. I. Flor; J. Alba.
Cuadernos de Pedagogía; 102; Junio 1983; pp 75-76
- Simple self-lubricated electric motor for elementary physics lab.
J. Entrikin; D. Griffiths.
Physics Teacher, Sep 1983; pp 398-399

Libros.-

- Mi laboratorio.
Altero Santini.
Ed. Kapelusz; Buenos Aires 1980
- Electricidad experimental para todos.
Rudolf F. Graf.
Ed. Ramón Sopena, Barcelona 1968
- Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias.
EDHASA, Barcelona 1979
- El Taller de los experimentos.
Ed. Labor, S.A., Barcelona 1977
- Construcción de material didáctico para la enseñanza de las ciencias, Vol. III (Física).
Centro de Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Maryland.
Ed. Guadalupe, Buenos Aires 1977.

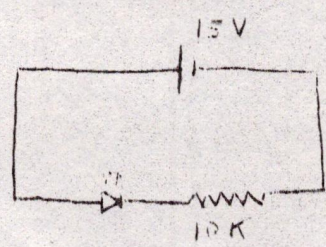
K)

PRACTICA 16: Medidas con el multímetro

Material: Diodo led, resistencia de 10K, diddo rectificador.

Descripción: Realiza las siguientes experiencias:

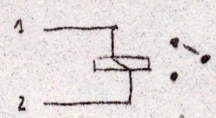
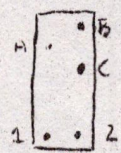
- 1) Mide el votaje de salida del transformador (fuente azul)
- 2) Mide el voltaje de salida de la fuente de continua para las dos posiciones límite del potenciómetro.
- 3) Conecta esta salida al osciloscópio y comprueba el valor del voltaje en el que empieza el rizado.
- 4) Mide alguna resistencia con el multímetro. ¿Da lo mismo conectar los dos polos de una forma que de la contraria?
- 5) Rerite el apartado 4 con un diodo. ¿Cómo crees que funciona un ohmetro?
- 6) Comprueba qué puntos del panel están conectados entre sí y cuales no con el multímetro.
- 7) Monta el circuito:



PRACTICA 17: Relé

Material: Dido led, resistencia de 10K.

Descripción: El relé de tu equipo de electrónica tiene 5 conexiones a las que nombraremos como indica en la figura:



Representación

- 1) Mide con un ohmetro las resistencias existentes entre Ay B y también entre A y C. ¿Qué deduces de esto?
- 2) Conecta 1 y 2 a ka fuente de alimentación (10Vcc) y observa el relé. ¿Qué ocurre? Repite lo que has hecho en 1). Teniendo en cuenta esto, ¿para qué crees que servirá un relé?
- 3) Monta un circuito con un interruptor (un cable desconecta do) en el que, al cerrar el interruptor se apague un diodo led que antes estaba encendido (OJO: Asocia una resistencia de 10K en serie con el dido). Dibuja el circuito.

4) Monta el siguiente circuito y pulsa el interruptor

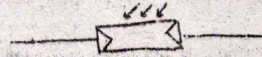


¿Para qué crees que sirve?

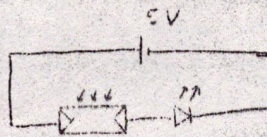
Práctica 18: Fotorresistencia

Material: Resistencia de 10K, Led, Fotorresistencia LDR.

Descripción: Una fotorresistencia es una resistencia cuyo valor varía considerablemente en función de la iluminación que tenga. Se representa



- 1) Mide con un ohmetro la resistencia que tiene la fotorresistencia en la oscuridad. Repítelo con diferentes iluminaciones.
- 2) Monta el circuito



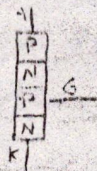
y comprueba lo que ocurre para diferentes iluminaciones.

- 3) Monta un circuito que haga lo contrario que el del apartado 2) es decir que el diodo se encienda al dejar de iluminar la fotorresistencia. ¿Para que crees que servirá este circuito? ¿Qué defecto le encuentras en su aplicación?

Práctica 19: Tiristor

Material: Diodo led, resistencia de 10K, Fotorresistencia, Tiristor.

Descripción: Un tiristor es una unión de dos diodos, es decir una unión PNPN, que tiene una salida intermedia llamada puerta. En nuestro caso es un sistema como el de la figura

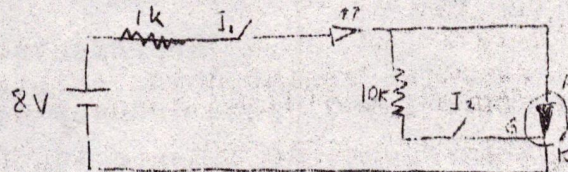


A Anodo
K Cátodo
G Puerta

Representación

aunque también hay tiristores en los que la puerta está en N.

- 1) Reconoce, utilizando un ohmetro, los terminales de un tiristor.
- 2) Monta el circuito:



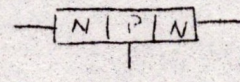
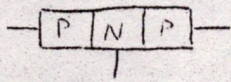
Pulsa I_1 y manténlo pulsado. Pulsa I_2 . Abre I_2 . Abre I_1 . ¿qué conclusiones sacas sobre el funcionamiento de un tiristor?

- 3) Utiliza el tiristor para montar un circuito como el de la práctica anterior pero de forma que el led continúe encendido cuando se vuelva a iluminar la fotorresistencia. ¿Para qué puede usarse este circuito?
- 4) Utiliza el circuito anterior para conseguir que, cuando un compañero tuyo pase por un cierto sitio se encienda un diodo led y se mantenga encendido después.

Práctica 20: Reconocimiento de un transistor

Material: Transistor BC107B, Led, Ohmetro, Resistencias de 1k y 100k.

Descripción: Un transistor es una unión de tres semiconductores, tipo P o N alternados. Habrá pues dos clases de transistores: PNP y NPN.

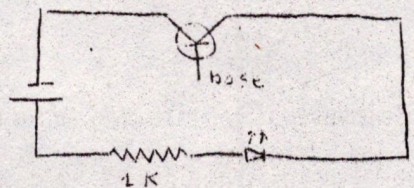


Al semiconductor central se le llama base.

- 1) Identifica, ayudado de un ohmetro, la base de tu transistor y deduce si es PNP ó NPN.

Los otros dos polos del transistor no son equivalentes:

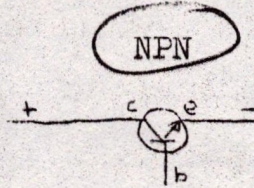
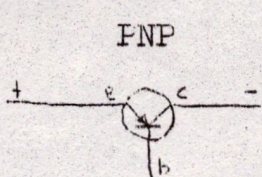
- 2) Comprueba esto montando el siguiente circuito:



y toca con el dedo la base del transistor. ¿qué ocurre? Cambia ahora la polaridad del transistor y vuelve a tocar la base ¿Qué pasa ahora?

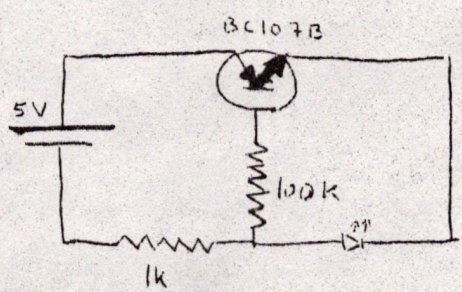
Si el transistor es PNP, al polo conectado al positivo de la fuente, cuando el led se enciende, se le llama emisor y al otro colector. Si es NPN será al contrario.

Los transistores se representan en un circuito:



- 3) Apunta en un esquema, para mirarlo siempre que te haga falta, cual es cada una de las patas del transistor utilizado.

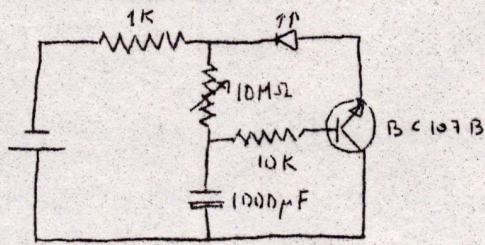
- 4) El método descrito en 2) no es el más adecuado para distinguir el colector y el emisor de un transistor (sí para quedarse con el personal). Monta un circuito como el de la figura y cambia después la polaridad del transistor.



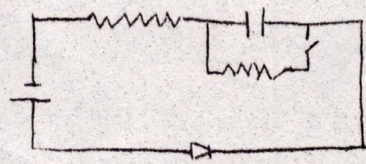
Práctica 21: Temporizador

Material: Transistor BC107B, Led, Condensador 1000 μ F, Resistencias de 1K y 10K y resistencia variable de 10M Ω .

Descripción: Monta el circuito:



- A) Pon la resistencia variable en un valor pequeño, pulsa el interruptor y ~~mantenlo~~ mantenlo cerrado un rato, ¿Qué ocurre?
- B) Abre el interruptor y vuelve a pulsarlo.
- C) Descarga el condensador y vuelve a pulsar el interruptor.
- D) Cambia el valor de la resistencia variable y repite la operación.
- E) ¿Se te ocurre alguna aplicación de este circuito llamado temporizador?
- F) ¿Qué ventaja tiene este circuito frente al siguiente:

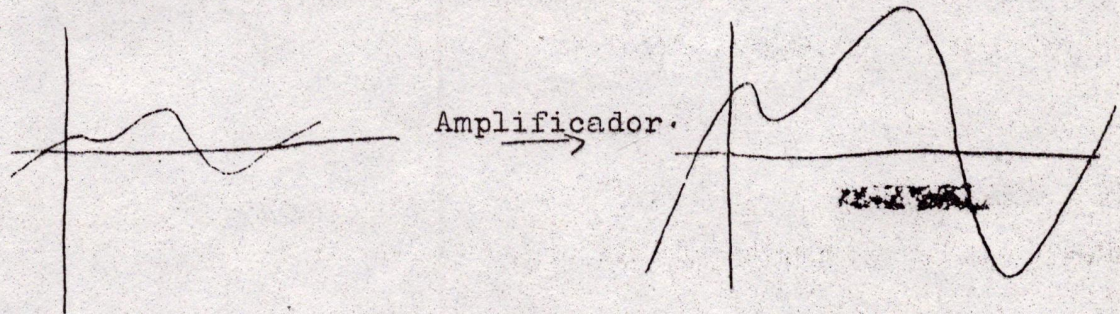


- G) Inventa un circuito en el cual el led no se apague poco a poco sino que lo haga de repente.

Práctica 22 : Amplificador

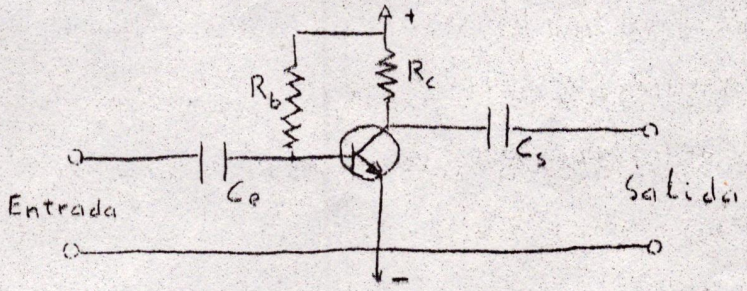
Materiales: Transistor BC107B, 2 condensadores de $25\mu F$, Resistencias de 180Ω y $100K$.

Descripción:
 La utilidad práctica más importante del transistor es su efecto amplificador. Un amplificador es un circuito que transforma una corriente eléctrica en otra de mayor intensidad pero conservando la forma que tiene:



Se utiliza en casi todos los aparatos electrónicos (radios, televisores, equipos de sonido, etc) ya que de esta forma pueden escucharse a un volumen adecuado. (Una radio sin amplificador hay que oírlo con auricular)

Los amplificadores comerciales tienen varios transistores acoplados. Aquí vamos a montar un circuito amplificador con un sólo transistor. El circuito básico es:



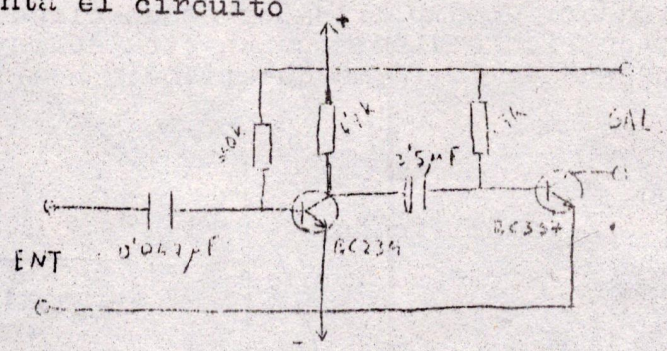
donde los condensadores C_e y C_s sirven de filtros para la corriente continua y las resistencias R_b y R_c para poner el transistor en un buen punto de trabajo.

- A) Monta el circuito anterior siendo $C_e=25\mu F$, $C_s=25\mu F$, $R_b=100K$, $R_c=180\Omega$ y el transistor BC107B.
- B) Conecta a la entrada el GBF en una frecuencia audible y a la salida un altavoz. Compara el volumen del sonido con el que se obtiene sin amplificador.
- C) Compara, utilizando el GBF en la escala de $100KHz$, la señal de entrada y la de salida en el osciloscopio. Observa la distorsión.
- D) Calcula la ganancia del amplificador $G = \frac{V(\text{salida})}{V(\text{entrada})}$

5V
 30mV a tope
 115 x 10K
 aumentar el voltaje
 entrada aumenta la
 salida

Práctica 23: Amplificador de dos transistores

El efecto amplificador de un transistor puede multiplicarse asociando varios transistores de forma que la onda, ya ampliada, vuelve a amplificarse.
Monta el circuito



y comprueba su efecto amplificador conectando a la entrada el GBF y un altavoz a la salida.

Ahora bien, te darás cuenta de que, a pesar de contar con dos transistores el efecto amplificador no es muy fuerte ya que la impedancia de salida no coincide con la del altavoz. Esto puede arreglarse poniendo a la salida un transformador de impedancia como en el siguiente circuito:

