

L. ORTIZ y J. ESTEVEZ

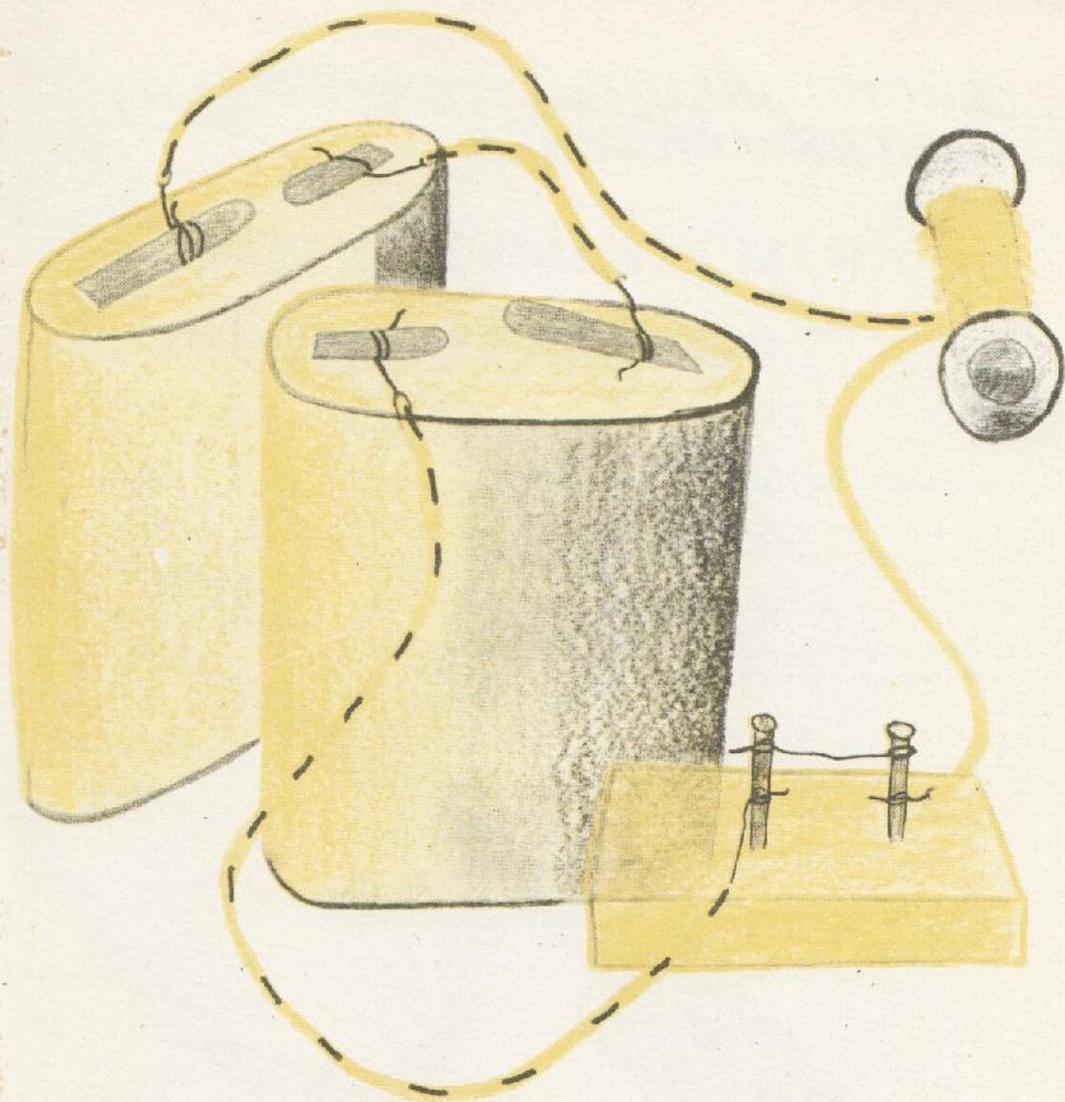
# ENTRETENIMIENTOS RADIOELECTRICOS



santillana



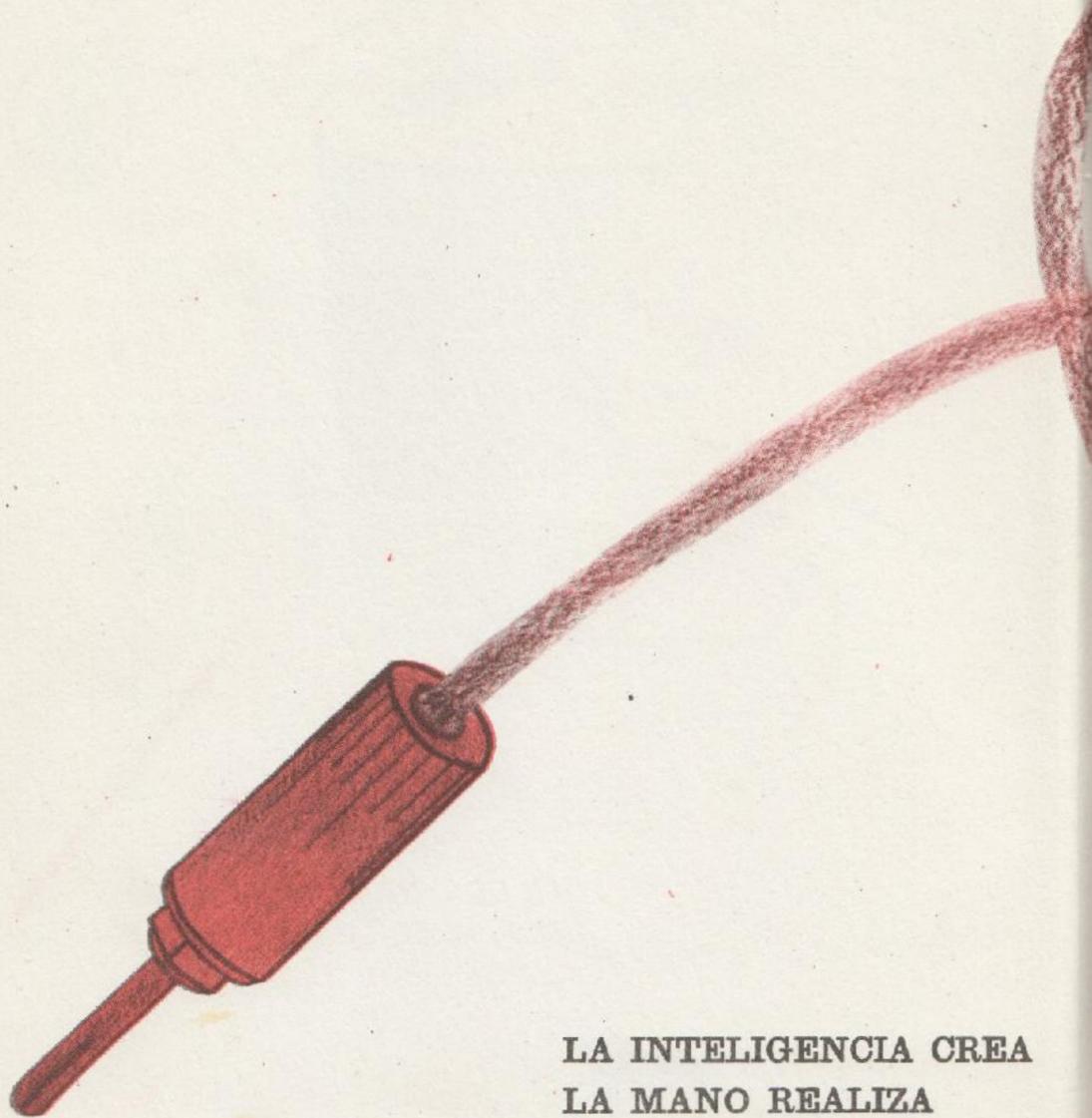
ENCICLOPEDIA  
de las AFICIONES



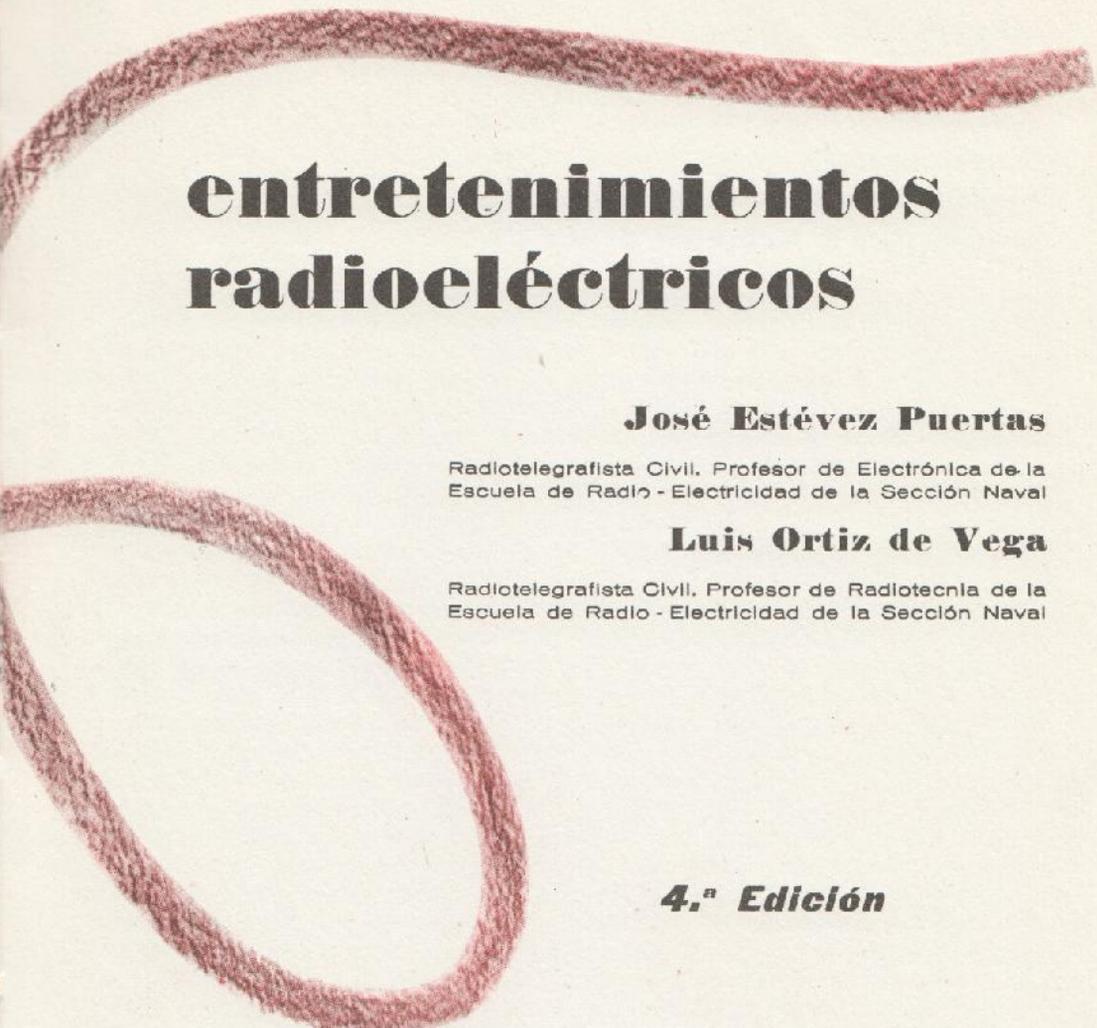
HAY UN ORGULLO LEGITIMO.  
DECIR: «ESTO LO HE HECHO YO».



**ENCICLOPEDIA  
DE LAS AFICIONES**



**LA INTELIGENCIA CREA  
LA MANO REALIZA**



# **entretenimientos radioeléctricos**

**José Estévez Puertas**

Radiotelegrafista Civil. Profesor de Electrónica de la  
Escuela de Radio - Electricidad de la Sección Naval

**Luis Ortiz de Vega**

Radiotelegrafista Civil. Profesor de Radiotecnía de la  
Escuela de Radio - Electricidad de la Sección Naval

**4.ª Edición**

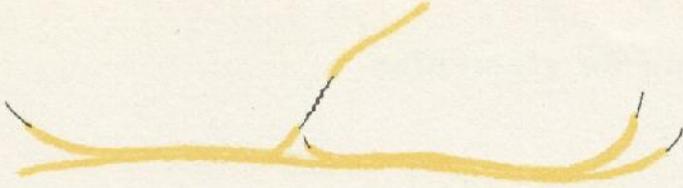
**Dibujos de José Gómez Martín  
y viñetas de Javier Mazarrasa**

**santillana**

*Agradecemos profundamente a nuestro antiguo alumno y amigo Francisco Castro Vergara, la colaboración entusiasta que ha prestado para la realización de este libro.*

PRIMERA EDICION: ABRIL 1964  
CUARTA EDICION: ENERO 1969

© 1967 by SANTILLANA, S. A. DE EDICIONES  
ELFO. 32. MADRID  
PRINTED IN SPAIN  
IMPRIME: EOSGRAF, S. A. - DOLORES, 9 - MADRID - 20  
DEPOSITO LEGAL: M. 24481 - 68



Amigo lector:

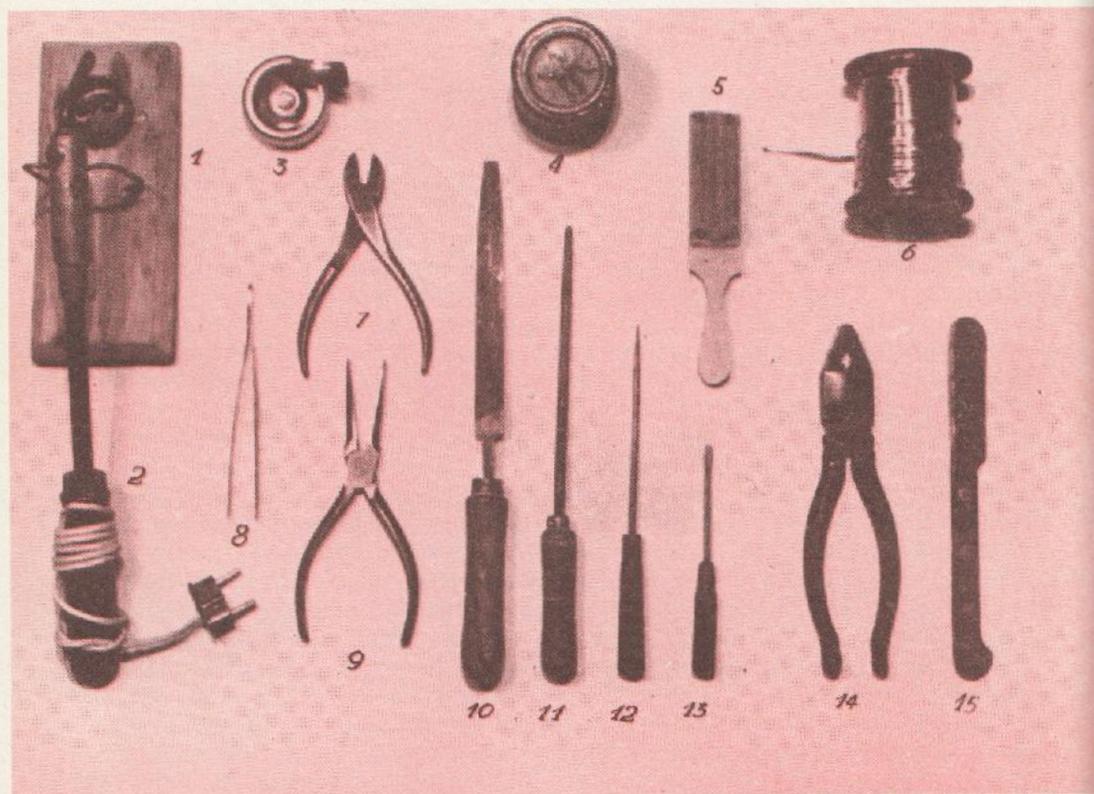
Este libro que cae en tus manos no es un libro técnico; no hallarás en él fórmulas enrevesadas ni desarrollos de temas teóricos. Es un libro para tu solaz y entretenimiento. Vivimos en plena Era Electrónica. El sabio griego Tales de Mileto, seiscientos años antes de la Era Cristiana, ya había descubierto los efectos del ámbar amarillo al ser frotado, y desde entonces se ha sucedido una cadena vertiginosa de asombrosos hechos físicos. Como tú posiblemente sientas inquietudes por conocer algo de esta maravillosa rama de la Física, te brindamos estas páginas para tu recreo y conocimiento. También es probable que en tus primeros pasos por la vida quieras encaminarte hacia una profesión basada en la Radioelectricidad. Si es así, este libro te ayudará muy elementalmente en tus comienzos a conocer una parte de la Electrónica. Tomando como base un elemento nuevo y de mucha actualidad, el transistor, hemos desarrollado una serie de experiencias escalonadas que te irán acercando gradualmente a experimentos de un mayor nivel técnico dentro de tu entretenido juego. Las fuentes de alimentación eléctrica que vas a emplear son pilas, que no encierran peligro alguno en su manipulación. En este primer libro no usamos la válvula electrónica, ni tensiones de radio. No damos, por tanto, conceptos teóricos ni montajes con el empleo de válvulas. No porque no sea interesante; al contrario: con el tiempo, dentro de tu afición y posible formación técnica, te será necesario; pero de momento, para iniciarte y llamar tu atención, consideramos suficiente que conozcas y emplees transistores. Queremos que en escaso tiempo interpretes algo del idioma de la radio. Las características de los elementos a conjugar, la representación esquemática de éstos, por sí solos y en conjunto, es la base sobre la cual has de asentar tus primeros conocimientos. En cada una de las experiencias a realizar encontrarás previamente una explicación teórica sobre los elementos con los cuales vas a trabajar, ya que es muy necesario que al hacer cada uno de tus montajes tengas algún conocimiento sobre lo que manejas.

Todos cuantos ejercicios tienes en este libro han sido comprobados y meticulosamente analizados en el Laboratorio por los autores, con el deseo de ofrecerte un contenido eficaz y que, sin lugar a dudas, puedas felizmente desarrollarlos. Si al final hemos conseguido entretenerte e iniciarte en el campo de la Electrónica, nuestro deseo queda plenamente satisfecho.

LOS AUTORES.

# herramientas de taller

## mínimo de elementos



- 1 soporte.
- 2 soldador.
- 3 metro.
- 4 bote de pasta de soldar.
- 5 carda.
- 6 carrete de hilo de estaño.
- 7 alicates de corte.
- 8 pinzas.

- 9 alicate de puntas largas.
- 10 lima plana de grano entrefino, 6 pulgadas.
- 11 lima redonda de 6 pulgadas.
- 12 destornillador de 15 centímetros 6 m/m.
- 13 destornillador de 12 centímetros 3 m/m.
- 14 alicate universal mediano.
- 15 cuchilla para pelar cables.

## el taller del aficionado

Para realizar las experiencias prácticas contenidas en este libro necesitas un mínimo de herramientas y elementos que te enunciamos a continuación:

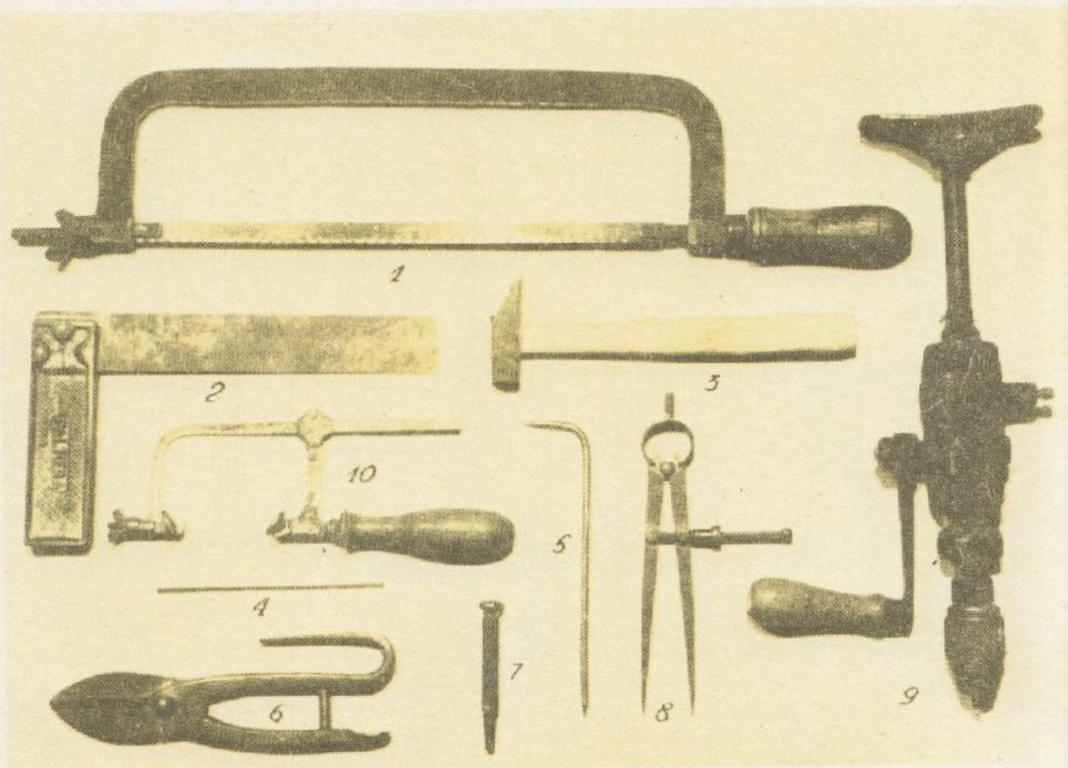
- 1 pinza de puntas largas de 15 centímetros.
- 1 alicate de corte oblicuo de 15 centímetros.
- 1 destornillador de 15 a 18 centímetros; boca de 6 milímetros.
- 1 destornillador de 10 a 12 centímetros; boca de 3 milímetros.
- 1 soldador eléctrico de 55 vatios.
- 1 metro de flexómetro.
- 1 lima plana de grano entrefino de 6 pulgadas.
- 1 lima redonda de 6 pulgadas.
- 1 lima cola de ratón.
- 1 alicate de puntas largas.
- 1 alicate universal mediano.
- 1 cuchilla para pelar cables.
- 1 carda para limpiar el soldador de púas de acero.
- 1 carrete de estaño y pasta de soldar no corrosiva.

Si deseas completar tu pequeño taller, porque en tu afición pretendes realizar estos y otros montajes, con más medios que faciliten tu trabajo, puedes añadir a la lista anterior los siguientes elementos:

- 1 punta de trazar para marcar líneas sobre metal.
- 1 escuadra metálica de 30 centímetros para trabajo de proyecto mecánico.
- 1 taladro de mano con mandril de 6 milímetros.
- 1 sierra para metal de hojas de 30 centímetros.
- 1 granete mediano para marcar centros de agujeros.
- 1 martillo pequeño.
- 1 tijera para cortar metal de 25 centímetros.
- 1 lima de media caña de 6 pulgadas.
- 1 escofina de media caña de 6 pulgadas.
- 1 escofina redonda de 6 pulgadas.
- 1 juego de llaves fijas desde 6 hasta 18 milímetros.
- 1 juego de brocas desde 2 hasta 8 milímetros para hierro.
- 1 arco de sierra de pelo para metal.
- 1 docena de pelos de sierra para metal.
- 1 compás de puntas.
- 1 calibre.

# herramientas de taller

## ampliación

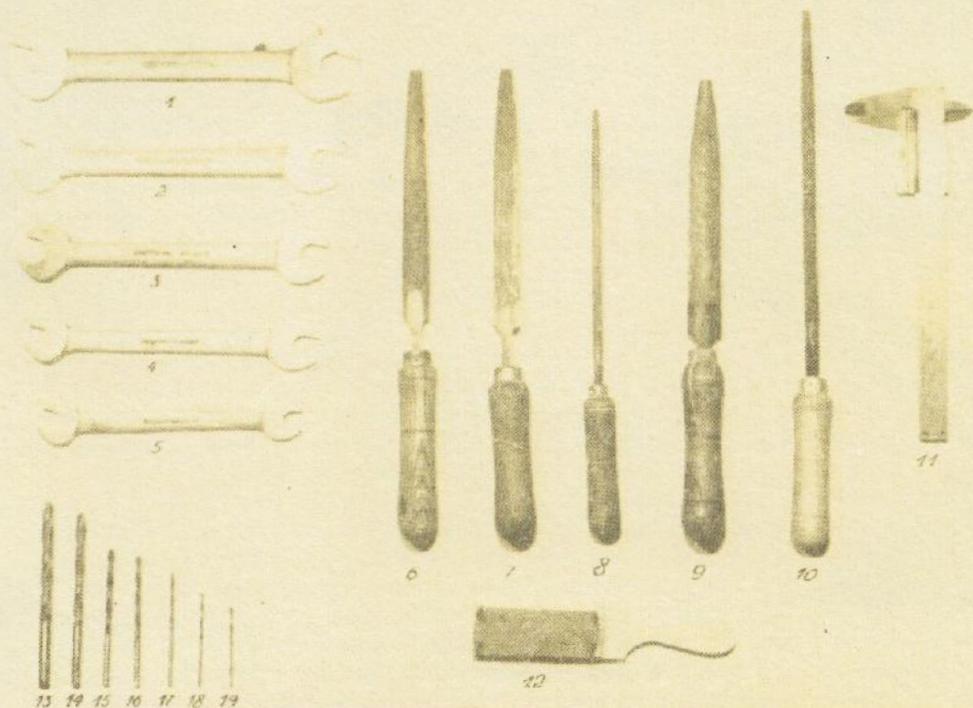


- 1 sierra para metal, hojas de 30 centímetros.
- 2 escuadra metálica de 30 centímetros.
- 3 martillo pequeño.
- 4 pelos de sierra para metal.
- 5 punta de trazar.

- 6 tijera para cortar metal de 25 centímetros.
- 7 granete mediano.
- 8 compás de puntas.
- 9 taladro de mano, mandril de 6 m/m.
- 10 arco de sierra de pelo para metal.

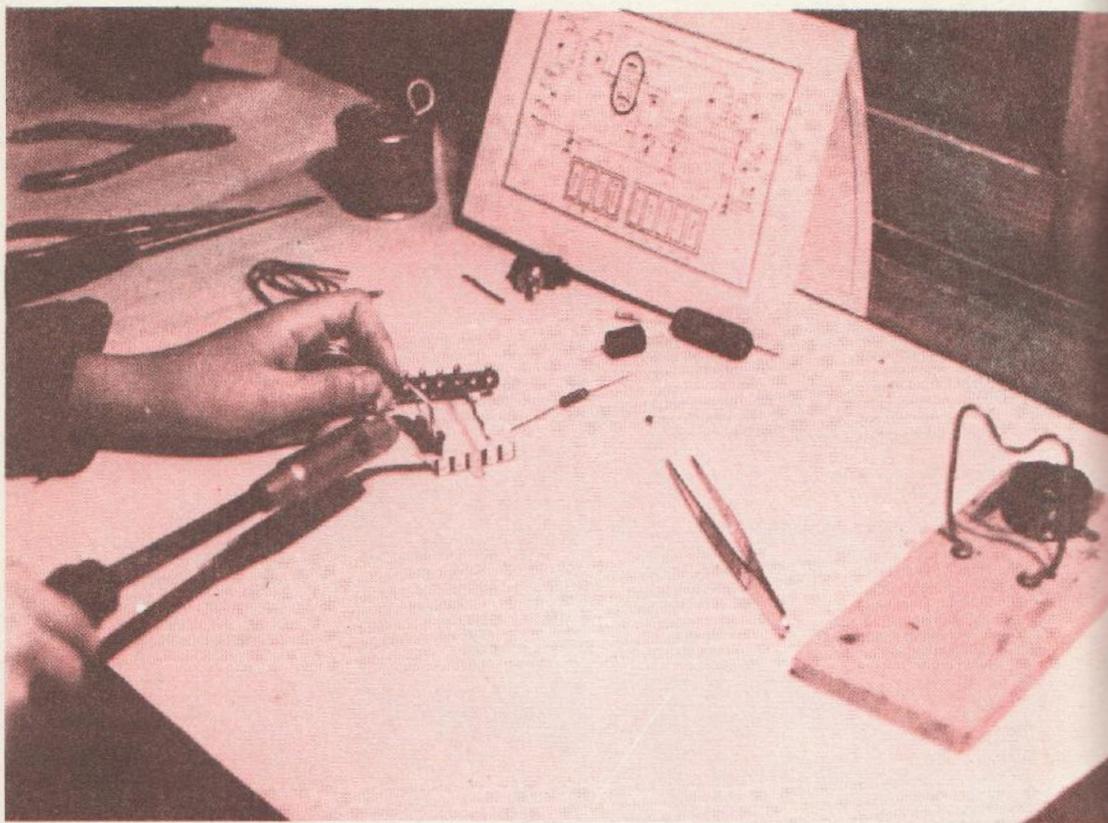
# herramientas de taller

## ampliación



- 1 llave 18-19 m/m.
- 2 llave 17-16 m/m.
- 3 llave 15-14 m/m.
- 4 llave 13-12 m/m.
- 5 llave 10-12 m/m.
- 6 escofina de media caña, 6 pulgadas.
- 7 lima plana de 6 pulgadas.
- 8 lima redonda de 6 pulgadas.
- 9 escofina de media caña de 6 pulgadas.
- 10 escofina redonda de 8 pulgadas.

- 11 calibre.
- 12 carda.
- 13 broca 8 m/m.
- 14 broca 7 m/m.
- 15 broca 6 m/m.
- 16 broca 5 m/m.
- 17 broca 4 m/m.
- 18 broca 3 m/m.
- 19 broca 2 m/m.



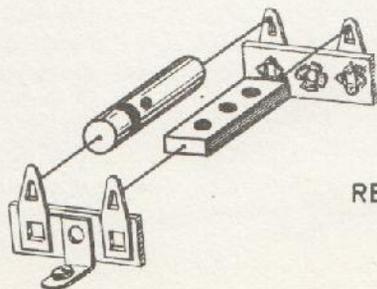
## la soldadura

Las distintas conexiones a realizar entre los elementos se han de hacer mediante soldadura. El soldador de 55 vatios ha de enchufarse a la red del alumbrado y esperar un tiempo prudencial hasta su total calentamiento. Este tiene que tener la punta perfectamente limpia, no ennegrecida por óxido. Para ello, siempre que se utlice hay que rasparla con la carda (cepillo de puntas metálicas), hasta su limpieza total, y aplicar estaño para que quede bañada. La parte a soldar tiene que estar igualmente limpia y antes de soldar tiene que aplicarse un poco de pasta para soldar no corrosiva. Con el soldador se calienta breves momentos la parte a soldar y, sin retirarlo, se aplica el estaño; se espera unos momentos a que el estaño quede bien líquido y extendido, retirándose el soldador y el alambre de estaño. La soldadura tiene que quedar brillante, perfectamente extendida y no apelmazada.

Antes de iniciar la primera experiencia, es preciso hacer unas cuantas prácticas de soldadura. Para ello has de procurarte una regleta de conexión o puente, de fácil adquisición en el mercado. Toma el hilo de conexión y, pelando un extremo, verifica en primer lugar una unión mecánica entre el terminal del puente que hayas elegido y el extremo del hilo, que introducirás por el orificio del terminal, doblando este hilo. Una vez sujeto mecánicamente el extremo del hilo al terminal de la regleta, calienta el conjunto con el soldador, aplica el estaño y efectúa la soldadura.

Conviene que estas prácticas de soldadura se repitan varias veces hasta conseguir el máximo perfeccionamiento. Es muy importante soldar bien, tanto por la presentación del trabajo a realizar como por el funcionamiento de las experiencias. Una soldadura mal hecha puede ocasionar defectos y averías.

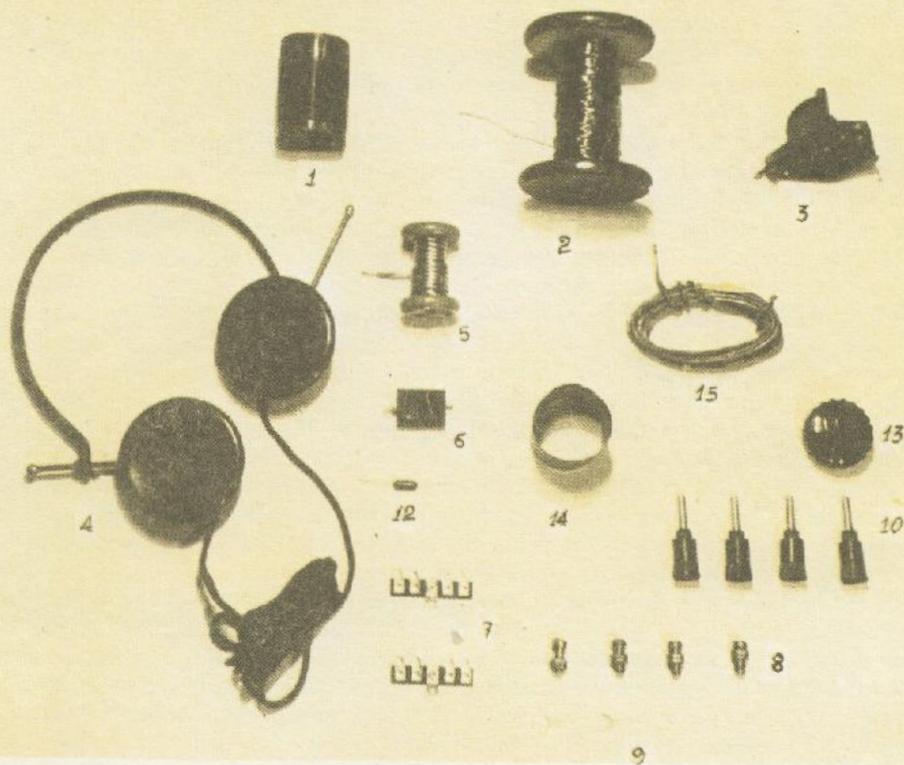
En las herramientas de taller se muestra el soporte para el soldador, de fácil construcción. Sobre una tabla de madera de medio centímetro de grueso y dimensiones de 10 x 16 centímetros, haces dos perforaciones con una barrena, y, empleando alambre de 3 milímetros de diámetro, haces una letra *eme*, de patas largas, cuyos extremos has de introducir en los dos agujeros realizados, doblando las puntas en la parte inferior de la tabla. Si el alambre entra a presión en los orificios, no basculará.



REGLETAS

# experiencia 1

## elementos



- 1 bobina realizada.
- 2 carrete de hilo esmaltado.
- 3 condensador variable de 500 picofaradios.
- 4 teléfonos.
- 5 carrete de estaño.
- 6 condensador fijo de 2.000 picofaradios.
- 7 puentes de conexión o regletas.

- 8 hembrillas metálicas.
- 9 terminales de hembrillas.
- 10 bananas.
- 11 detector de germanio OA70.
- 12 botón de mando.
- 13 tubo de cartón baquelizado para la construcción de la bobina.
- 14 hilo de conexión.

## experiencia 1

### construcción de un receptor de germanio

Los elementos precisos para la construcción de un receptor de germanio son los siguientes:

- 1 bobina de sintonía y antena.
- 1 condensador de mica de 500 pf (picofaradios). Variable.
- 1 casco telefónico de dos auriculares de 2.000 ohmios.
- 1 detector de germanio tipo OA70, o equivalente.
- 4 hembrillas metálicas niqueladas.
- 2 metros de hilo de conexión para radio de 0,8 m/m. de diámetro.
- 1 metro de estaño preparado con alma de resina.
- 4 bananas macho, dos rojas y dos negras.
- 1 condensador fijo de 2.000 pf (picofaradios) de mica.
- 1 botón de mando para el condensador variable.
- 1 tubo de cartón baquelizado de 40 milímetros de diámetro por 10 cms. de largo.
- 15 metros de hilo de cobre esmaltado de 0,5 milímetros de diámetro.
- 2 puentes de conexión de cuatro tomas.
- 4 terminales de hembrillas.

### construcción de la bobina

Sobre el tubo de cartón baquelizado, cuyas dimensiones ya conocemos, arrollamos 87 espiras juntas (87 vueltas), dejando dos extremos libres, el principio y el final. A continuación y sobre el mismo tubo arrollamos 25 espiras, dejando como en el caso anterior dos extremos prolongados. La separación entre ambas bobinas es de tres milímetros. En el dibujo correspondiente a la figura 3 viene ilustrado cómo han de quedar las dos bobinas sobre el tubo. La parte A es la de menos espiras (25) y corresponde a la bobina de antena, y la B, de 87 espiras, es la bobina de sintonía. Con dos perforaciones en el tubo, al principio y final de cada bobina, el hilo de ambos arrollamientos queda sujeto, y sus alargamientos quedan libres para hacer las conexiones correspondientes.

### condensadores

Los dos condensadores que vais a utilizar para la construcción de vuestro primer receptor son de dos tipos, uno fijo y otro variable. Esquemáticamente vienen

Condensador fijo

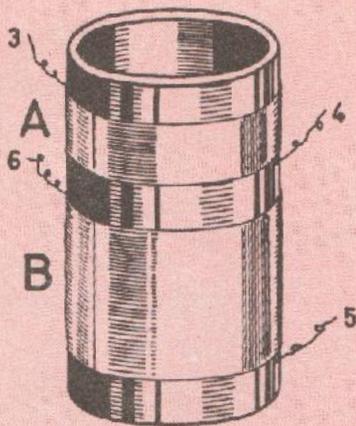


Fig. 3

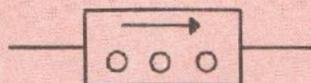


Fig. 5

Condensador variable

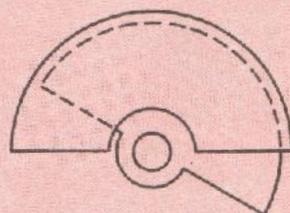


Fig. 6

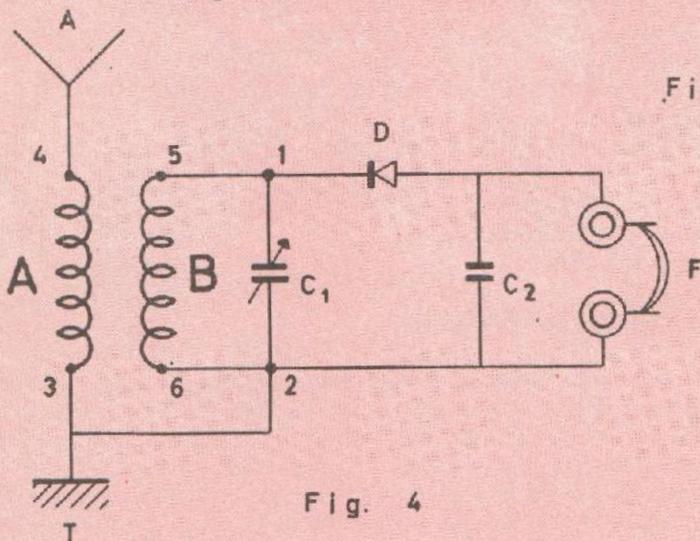


Fig. 4

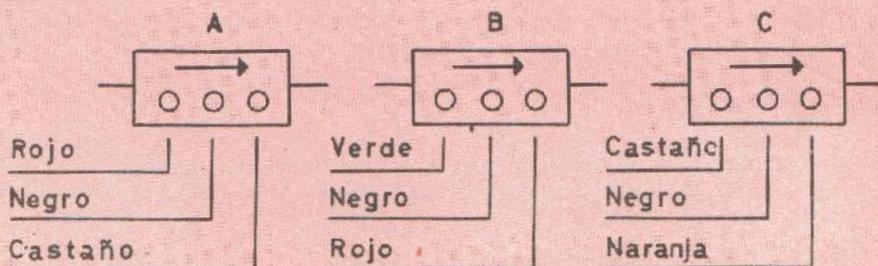


Fig. 7

dibujados en la figura 4. El fijo por  $C_2$  y el variable por  $C_1$ . Las figuras 5 y 6, nos dan idea de cómo son un condensador fijo y otro variable. Los condensadores se llaman fijos porque su capacidad es fija y dependiente de sus características de construcción. Por el contrario, la capacidad del variable la podemos variar a voluntad dentro de unos límites, desplazando en un giro angular sus armaduras, mediante el movimiento de su eje central. La misión de todo condensador es almacenar cantidad de electricidad. Esto constituye su capacidad, normalmente expresada en faradios, cuyo símbolo es la F. Un condensador tiene un faradio cuando absorbe la carga de un culombio, y entre sus armaduras hay la tensión de un voltio. Por ser esta unidad muy grande, se emplean otras más pequeñas, o submúltiplos como el microfaradio ( $\mu F$ ), que es la millonésima parte de un faradio, y el picofaradio o micromicrofaradio ( $\mu\mu F$ ), que es la billonésima parte del faradio. También se emplea como unidad de capacidad el centímetro. Su relación con las unidades anteriores es:

- 1 Faradio =  $9 \times 10^{11}$  centímetros.
- 1 Microfaradio =  $9 \times 10^5$  centímetros.
- 1 Picofaradio =  $9 \times 10^{-1}$  centímetros.

Para conocer la capacidad de los condensadores fijos se emplea el siguiente método. Tres puntos de color dispuestos en una flecha nos indica el orden de lectura. Los dos primeros colores corresponden a las dos primeras cifras, y el tercer punto indica el número de ceros que siguen a las otras dos. El valor de la capacidad deducida viene expresada en micromicrofaradios. El código de colores empleado es el siguiente:

|                |   |               |   |
|----------------|---|---------------|---|
| Negro .....    | 0 | Verde .....   | 5 |
| Castaño .....  | 1 | Azul .....    | 6 |
| Rojo .....     | 2 | Violeta ..... | 7 |
| Naranja .....  | 3 | Gris .....    | 8 |
| Amarillo ..... | 4 | Blanco .....  | 9 |

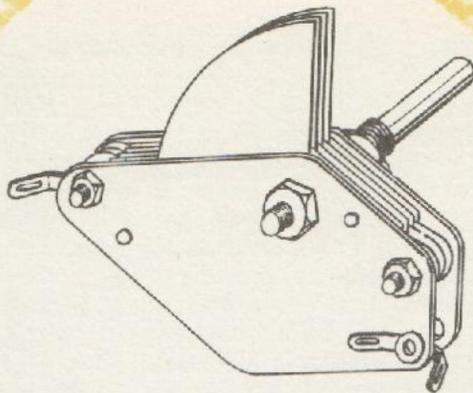
En la figura 7 tenemos tres condensadores A, B y C. Vamos a determinar por los colores de sus puntos y el sentido de lectura indicado por la flecha la capacidad de cada uno de ellos.

#### **condensador a**

Rojo = 2, Negro = 0, Castaño = 1 (un cero).  
Capacidad = 200 micromicrofaradios.

#### **condensador b**

Verde = 5, Negro = 0, Rojo = 2 (dos ceros).  
Capacidad = 5.000 micromicrofaradios.



CONDENSADOR  
VARIABLE

### condensador c

Castaño = 1, Negro = 0, Naranja = 3 (tres ceros).  
Capacidad = 10.000 micromicrofaradios.

Es necesario aprender de memoria el código de colores. Vosotros podéis combinar distintos colores y practicar hasta conseguir un dominio absoluto.

La capacidad de un condensador depende de tres factores fundamentales: la superficie de sus placas o armaduras, la distancia entre ellas y el aislante o dieléctrico que las separa. Si la superficie es grande, más elevada será la carga eléctrica que posee. Si la distancia entre ellas o espesor del dieléctrico es muy reducida, su capacidad es grande, y por último, su capacidad es dependiente también de la clase de dieléctrico empleado. Los dieléctricos más usualmente utilizados son: mica, aire (en condensadores variables), papel parafinado, vidrio, poliestireno, cerámica, etcétera. Cada uno de estos elementos tiene una constante dieléctrica, llamada K y deducida por comparación con respecto al aire. Si un condensador, entre sus placas separadas, tiene sólo aire, da una capacidad. Si a este condensador le introducimos entre las placas otra de mica, su capacidad ha aumentado considerablemente, empleando el mismo voltaje dado a sus armaduras en un principio. Por ejemplo, si este condensador tenía 200 picofaradios, con dieléctrico de aire ha pasado a tener 1.400 picofaradios. La constante dieléctrica de la mica la obtenemos dividiendo 1.400 entre 200. Por tanto, el K de la mica es 7. De esta forma se ha obtenido una tabla de las distintas constantes dieléctricas empleadas. Las más corrientes son las siguientes:

Aire = 1

Mica = 5 a 7

Parafina = 2 a 2,5

Papel parafinado = 2 a 2,5

Vidrio = 5 a 8

Poliestireno = 2,5

Cerámica = 6 a 4.000

H = Condensador variable

N = Boton de mando

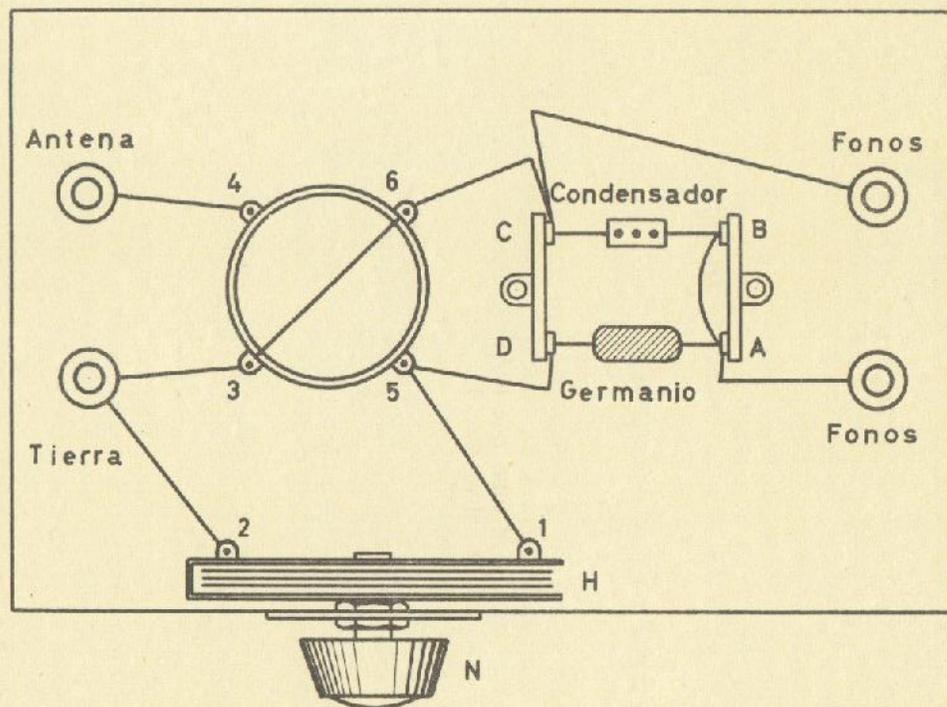


Fig. 10

## detector de germanio

En la figura 8 vemos representado esquemáticamente un diodo de germanio. Es un semiconductor, y deja circular corriente en un solo sentido. En la figura que representa, la corriente circula en el sentido de la flecha, de izquierda a derecha. Antes del descubrimiento del germanio se utilizaba como detector en este tipo de receptor la galena (sulfuro de plomo); de aquí se deriva el nombre antiguo con que se conocen de «receptores de galena». Los detectores de germanio tienen mejores propiedades y son más estables. El punto de conexión por el que sale la corriente se denomina cátodo. En la figura, CATH. Como detector tiene la propiedad de transformar las corrientes moduladas de alta frecuencia en baja, haciéndolas audibles. La figura 9 nos indica cómo está constituido un diodo detector de germanio. Lleva una plaquita de germanio (A), un hilo de contacto de wolframio (B), unos soportes de metal (C), tubo de vidrio (D) y los terminales de conexión (E).

## esquema del receptor

El receptor que vais a construir tiene en conjunto una representación esquemática que es la de la figura 4. La bobina de antena es la parte A, y la de sintonía la B. Ambas van en el tubo que habéis construido y eléctricamente se dice que están «acopladas» inductivamente. La letra T indica la tierra, y como veis ambos terminales de las bobinas tienen esa conexión común. El condensador variable está indicado por  $C_1$  y está representado por dos líneas paralelas cruzadas con una flecha. El detector de germanio está indicado por la letra D. Un detector se representa siempre por esa figura. A continuación el condensador fijo de mica nos lo indica la letra  $C_2$ . Un condensador fijo se representa siempre por dos líneas paralelas. Finalmente, por F representamos los teléfonos (fonos).

## explicación teórica

Las señales radioeléctricas llegan a la antena A. En virtud del acoplo estas señales son recogidas por el circuito oscilante B  $C_1$  al mover con el mando el condensador  $C_1$  variable y poner este circuito en resonancia con la señal de antena. La señal captada en el circuito oscilante, por ser de alta frecuencia, no es audible, y por ello intercalamos el detector de germanio, que al detectar la señal la convierte en una baja frecuencia (audible), que mediante los teléfonos podemos escuchar. La misión del condensador  $C_2$  es tomar las señales transformadas por el germanio y enviarlas a los teléfonos en su descarga.

## construcción mecánica del receptor

Vamos a proceder al montaje de los elementos que ya conocemos. Sobre una tabla de madera de medio centímetro de grueso y de dimensiones  $16 \times 16$  centíme-

tros podéis hacer la construcción. Más recomendable es hacerlo en una caja de puros. Su madera se adapta mucho mejor. Quitáis el papel que la pueda cubrir, dejándola totalmente limpia, y sobre la base hacéis la construcción.

La figura 10 nos indica cómo hemos de hacer la colocación de los elementos. Cortáis primeramente, de la tapa que previamente habéis quitado, un listón de dimensiones  $9 \times 4$  centímetros. A la altura de tres centímetros de un extremo hacéis un orificio por el cual pueda pasar el eje del condensador variable, el cual ajustáis con la rosca que lleva. El conjunto lo sujetáis con dos tornillos de rosca de madera a un lateral de la caja en su parte central. Ya tenéis instalado el condensador y listo para conectar, figura 11. A continuación ajustáis el botón de mando al eje. Un poco a la derecha de la caja situáis verticalmente la bobina que habéis cons-

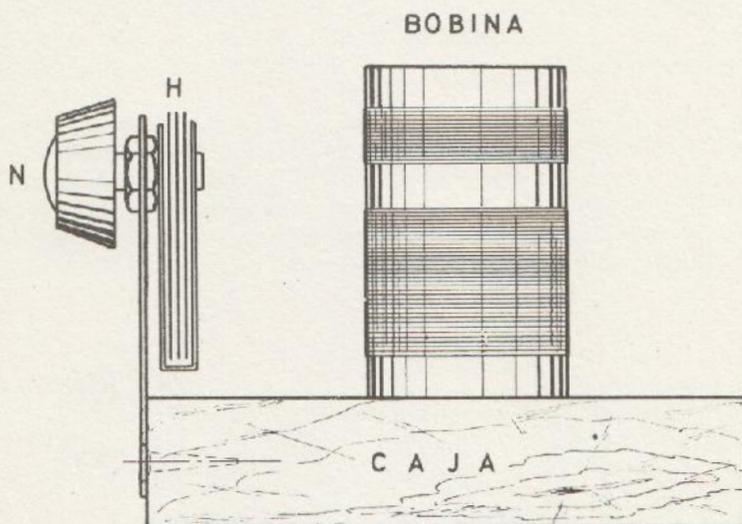


Fig. 10- bis

truido y sujeta a ella por dos pequeñas escuadras de chapa que sujetáis con tornillos a la bobina y caja, figura 12. Después hacéis dos taladros a la derecha y dos a la izquierda de la caja. En cada uno de ellos introducís y sujetáis por debajo con su tuerca las hembrillas metálicas. Dos son para los teléfonos (fonos), y las otras dos una para tierra y la otra para antena. Como muestra el dibujo de la figura 10, fijáis paralelos los dos puentes de conexión o regletas a la caja con sus tornillos correspondientes. De una patilla a otra de cada puente soldáis los terminales del germanio. De igual forma unís dos patillas con los terminales del condensador fijo. Soldáis un hilo para unir las dos patillas, germanio-condensador, A y B, figura 10. Con el cable de conexión (previamente peladas las puntas) unís el punto A (extre-



Fig. 8



Fig. 9

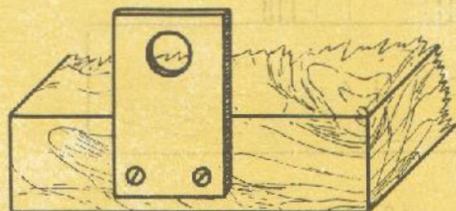


Fig. 11

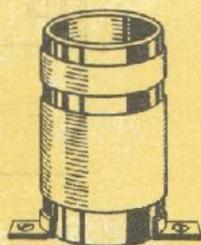
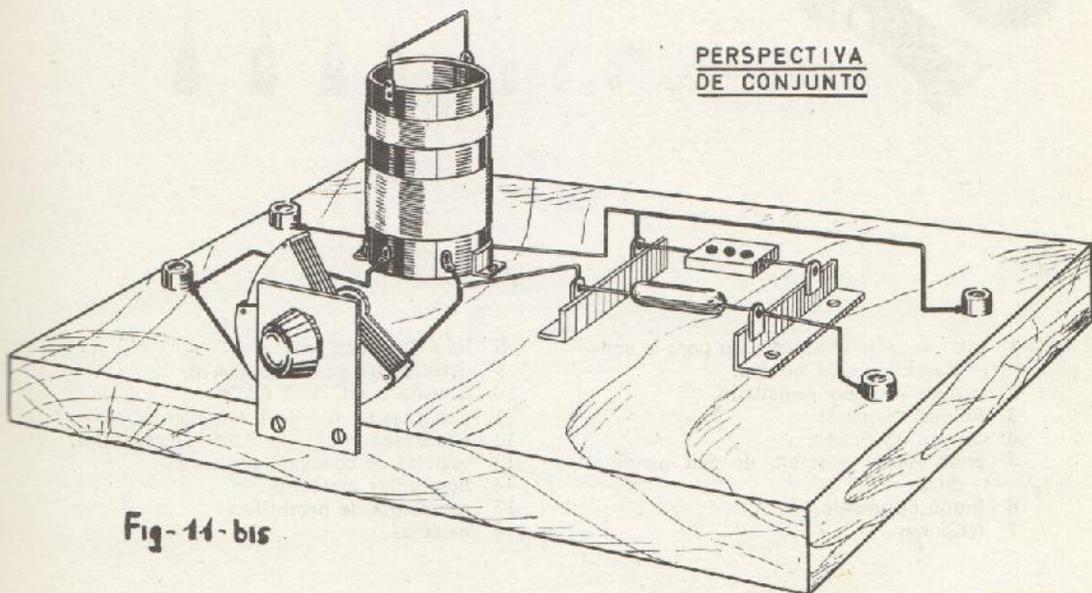


Fig. 12

mo del germanio) con la hembrilla fonos, y el punto C con la otra hembrilla de fonos. El punto número 6 del dibujo, es el terminal de la bobina de sintonía, que conexionáis al punto C (extremo del condensador fijo). El otro extremo de la bobina, número 5, lo conectáis a la patilla D (germanio). Y de nuevo del punto número 5 lleváis otra conexión al terminal número 1 del condensador variable: Los terminales de la bobina de antena números 3 y 4, uno, el 3, va a la hembrilla de «tierra», y el otro, número 4, a la hembrilla «antena». No queda más que unir los puntos 6 y 3, ambos como veis a «tierra», y el extremo número 2 del condensador variable también a la hembrilla «tierra». Un hilo aislado de diez metros, sujeto a una banana que introducís en la hembrilla «antena», forma la antena del receptor. La tierra queda conectada introduciendo la banana en la hembrilla correspondiente, a cuya banana se sujetará un hilo aislado (hilo de conexión), y su otro extremo se conectará a la cañería del agua más cercana, raspándola en una longitud de dos centímetros y dando tres o cuatro vueltas del hilo, bien limpio, para un mejor contacto. Caso de no tener cerca la cañería del agua se puede tomar igualmente de cualquier parte limpia de un radiador de la calefacción, aunque la cañería del agua es mejor «tierra».

Conectando las bananas de los teléfonos a las hembrillas correspondientes y moviendo el condensador variable de sintonía escucharéis en éstos la palabra y la música de las estaciones de radiodifusión. Es muy conveniente que cuando estéis haciendo la construcción consultéis los dibujos de las figuras 3, 4 y 10. Estudiadlo con interés y observad la correspondencia entre ellos y los puntos numerados, que os han de aclarar la forma de llevar un esquema teórico a la práctica.

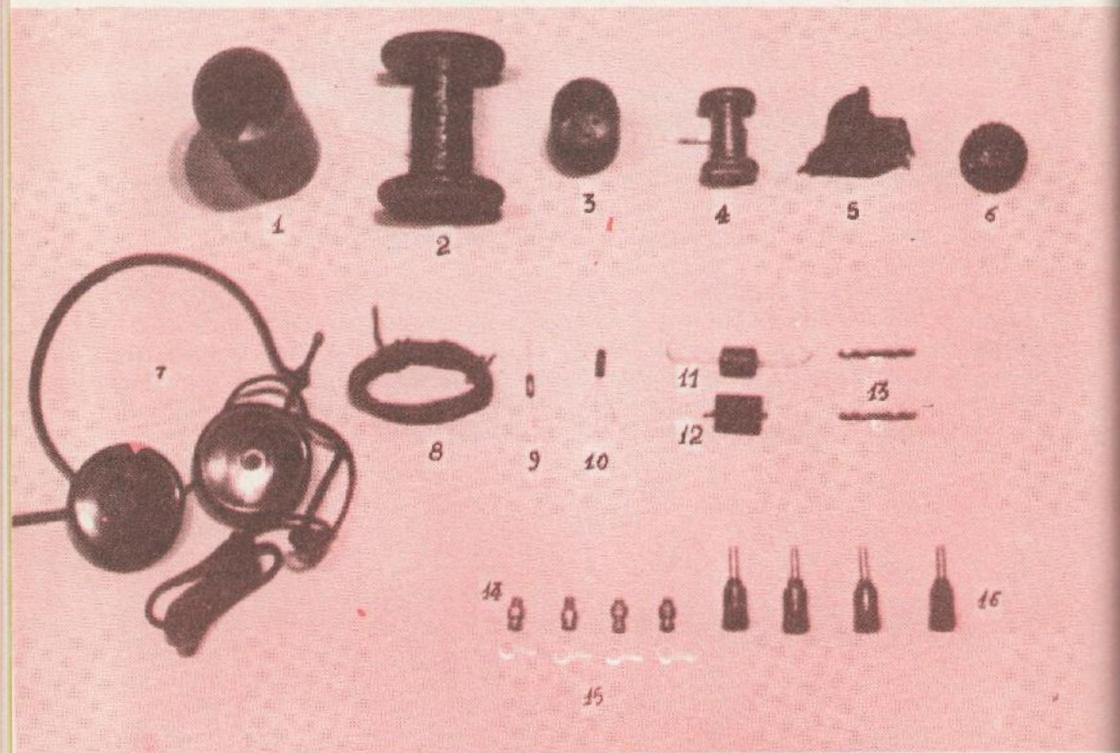


PERSPECTIVA  
DE CONJUNTO

Fig-14-bis

# experiencia 2

## elementos



- 1 tubo de carton baquelizado para la construcción de la bobina.
- 2 carrete de hilo esmaltado.
- 3 bobina realizada.
- 4 carrete de estaño.
- 5 condensador variable de 500 picofaradios.
- 6 botón de mando.
- 7 teléfonos.

- 8 hilo de conexión.
- 9 detector de germanio OA70.
- 10 transistor OC71 ó OC70.
- 11 condensador fijo de 1 a 2 microfaradios.
- 12 condensador fijo de 2.000 picofaradios.
- 13 regletas de conexión o puentes.
- 14 hembrillas metálicas.
- 15 terminales de hembrillas.
- 16 bananas.

## experiencia 2

### construcción de un receptor de germanio y transistor

Al receptor que has construido en tu primera experiencia vas a darle más intensidad de señal en tus teléfonos. Para ello vas a intercalar, a la salida de la señal, que el germanio ha detectado, un elemento nuevo, que te va a amplificar ésta, y los teléfonos acusarán una mayor potencia sonora. Este dispositivo electrónico es el transistor. Para tu segundo trabajo, vas a emplear las mismas cosas. Tan sólo has de añadir lo siguiente:

- 1 condensador fijo de 1 a 2 microfaradios, papel.
- 1 transistor OC71 o el OC70.

### el transistor

El nuevo dispositivo que vas a incluir en tus futuras experiencias tiene propiedades amplificadoras; es decir, al recibir una señal la aumenta de intensidad. Desde hace algunos años los transistores están sustituyendo en los circuitos radio-eléctricos a las válvulas electrónicas.

El primer transistor fue el llamado de contacto y consistía en una pequeña porción de germanio con dos hilos muy finos y muy poco separados entre sí. A la porción de germanio se la llamó BASE, al conductor de entrada EMISOR y al de salida COLECTOR. Después apareció el transistor de unión, formado por tres tipos de germanio unidos entre sí. La parte central muy fina, y a ambos lados dos tipos de germanio opuestos. Según los tipos sucesivos de las tres capas, EMISOR, BASE y COLECTOR, se llama tipo P-N-P, o N-P-N, figura 13. La representación esquemática corresponde a la figura 14.

La ventaja primordial de los transistores reside en sus dimensiones y en su reducido peso. Su duración es muy grande y la potencia precisa para su funcionamiento muy débil. Tienen el inconveniente de ser muy sensibles a la temperatura, la cual varía las características de funcionamiento, por lo que hay que evitar que se calienten con exceso.

El transistor, para su funcionamiento como amplificador, tiene que estar polarizado; es decir, hay que dar a sus puntos, COLECTOR, EMISOR y BASE, unas tensiones continuas. En la figura 15 tienes el esquema de un transistor alimentado por pilas. EL COLECTOR C, polarizado negativamente por una batería de pilas, y el EMISOR E, polarizado positivamente por una pila.

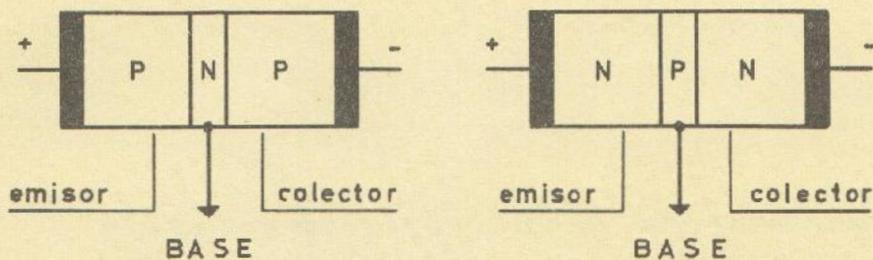


Fig. 13



Fig. 14

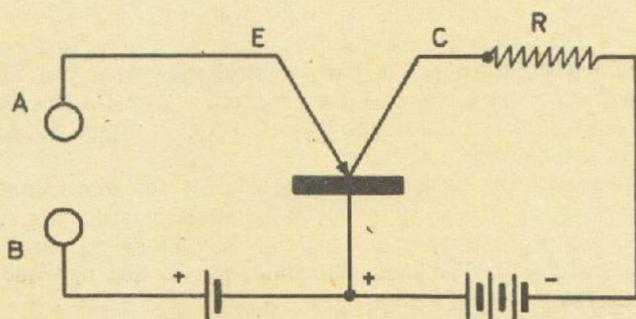


Fig. 15

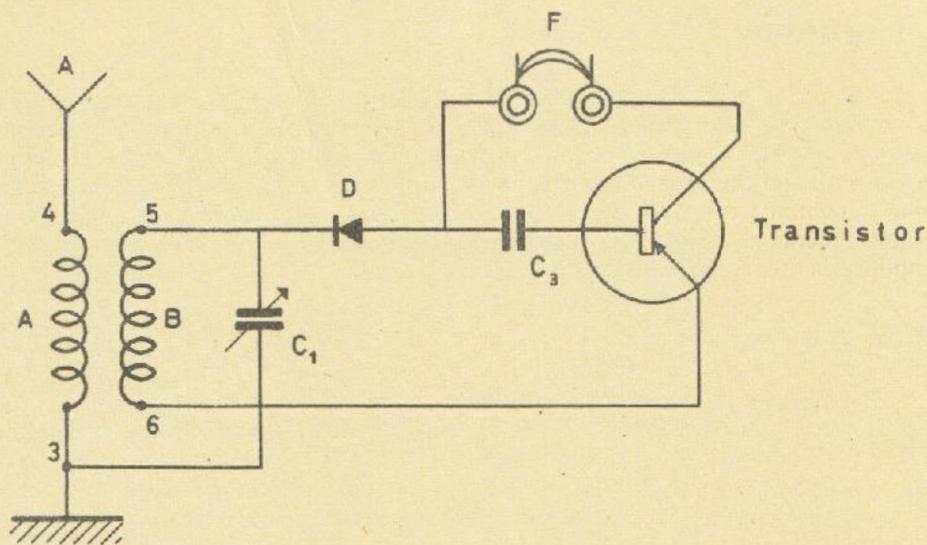


Fig. 16

$C_1 = 500 \text{ pF}$

$C_3 = \text{de } 0,1 \text{ a } 2 \text{ } \mu\text{F}$

Transistor = 0C71  $\phi$  CK722

Detector = 0A70  $\phi$  1N34

EL EMISOR constituye el electrodo de entrada, sobre el cual se aplica la corriente de la señal a amplificar, y el COLECTOR es el electrodo de salida de la señal ya amplificada. La señal a amplificar se introduce entre los puntos A y B.

## **esquema del receptor**

La figura 16 te indica cómo es el esquema del nuevo receptor. Observa cómo es el esquema del primero en la figura 4 y verás una pequeña diferencia. No precisas para este montaje alimentar el transistor con pilas. La tensión de salida del detector de germanio comprende una componente alterna de baja frecuencia y una componente continua debido al fenómeno de detección. Esta componente continua es la que alimenta al colector del transistor y sustituye a la pila. El transistor entonces amplifica la componente de baja frecuencia, la cual actúa sobre los teléfonos.

## **el transistor oc71**

La forma del transistor OC71 es la de la figura 17. Compáralo con el que has adquirido. Los dos hilos más juntos, E y B, son respectivamente E, emisor, B, base. El colector C es el más separado. A un lado del transistor que tienes observa un punto rojo. Este punto te indica siempre el lado del colector, con el fin de que no haya error, dada la proximidad de los tres hilos. La figura 18 te indica la posición de los tres terminales, vistos en su salida. El del centro es la BASE; un extremo, el EMISOR, y el otro extremo (punto rojo), el COLECTOR.

Los transistores equivalentes son: SFT102 - 2N188 - 2N191.

### **EL TRANSISTOR OC70**

Este es de iguales características que el OC71, y sus equivalentes son: CK870 - SFT101 - 2N186 - 2N189. Corresponden, por tanto, a la misma figura 17. Caso de no encontrar en el mercado el OC70 o el OC71 puedes utilizar cualquiera de sus equivalentes.

## **soporte del transistor**

El transistor puedes montarlo sobre un soporte especial que puedes adquirir en el mercado y que fijarás a la madera, teniendo en cuenta las salidas C, B y E, o bien puedes hacer el montaje conforme a la figura 19, sin soporte. Si lo haces así, no cortes los hilos largos del transistor, COLECTOR, BASE y EMISOR, haciendo las soldaduras en los extremos de los hilos.

## **construcción mecánica**

Sitúa el transistor OC71 o su equivalente conforme viene en el dibujo de la figura 19. Verás algunas modificaciones respecto a tu primer montaje. Quita el condensador fijo entre los puntos A y B y mantén las conexiones hechas que sean comunes a tu primer ejercicio. Una vez que te has asegurado sobre los terminales del transistor, COLECTOR, BASE y EMISOR, conecta, empleando el hilo de

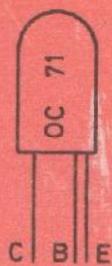
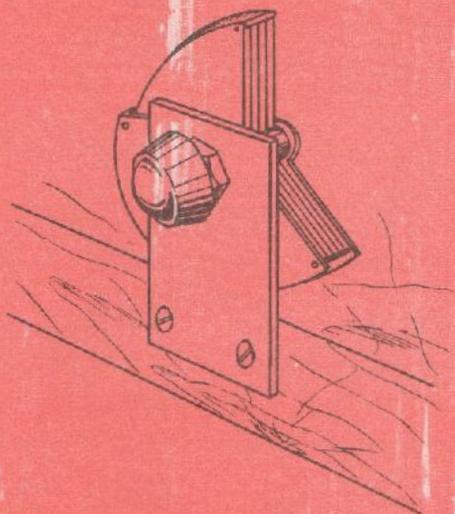


Fig. 17



Fig. 18



Condensador  
variable

conexión, el punto C (colector) a la hembrilla FONOS; el punto B (base), al terminal del condensador de 2 microfaradios, y el otro extremo del condensador, a la plaquita de la regleta o puente de conexión (punto A), extremo del detector de germanio. Lleva otro hilo, desde el punto A, a la otra hembrilla de FONOS, y, por último, conecta el extremo E (emisor) del transistor al punto 2 del condensador variable (tierra). La conexión del punto 6 (bobina) de tu primer ejercicio, como ves, ha desaparecido.

Es muy interesante que compares las figuras 16 (teórica) y 19 (práctica), en sus puntos comunes, con el fin de que sepas bien interpretar lo que estás haciendo en tus ejercicios.

Colocados los teléfonos en sus hembrillas correspondientes, así como los hilos de antena y tierra, y moviendo el condensador variable percibirás en ellos señales. Compara la fuerza de la señal que obtienes ahora con las que has tenido en tu primer ejercicio y verás el poder amplificador del transistor, ya que éstas serán más fuertes. Si notas poca diferencia, invierte las conexiones del detector de germanio. Es decir el punto A pasa a D, y el D pasa a ser A.

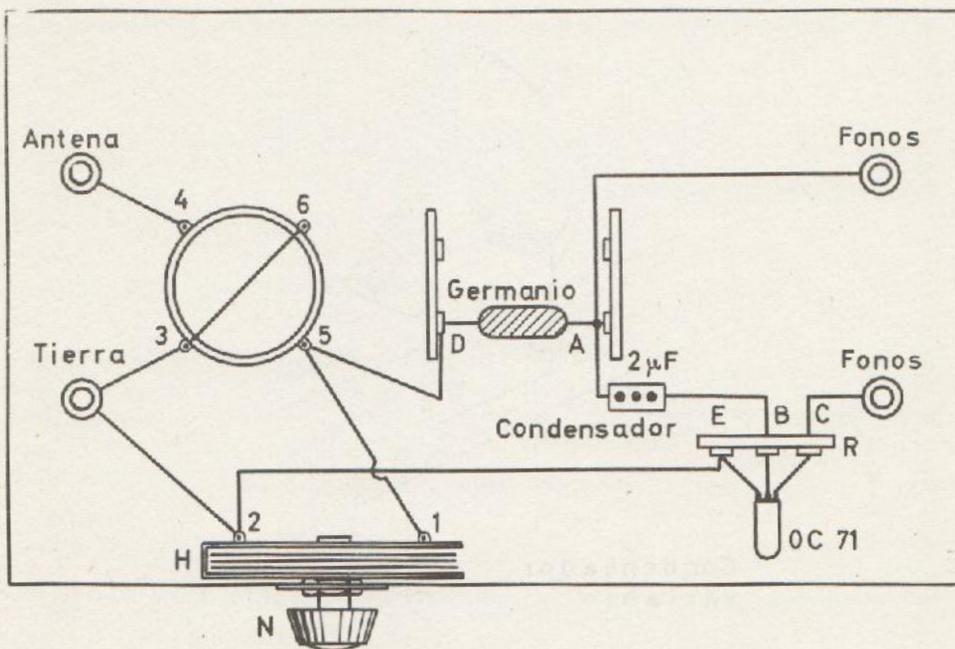
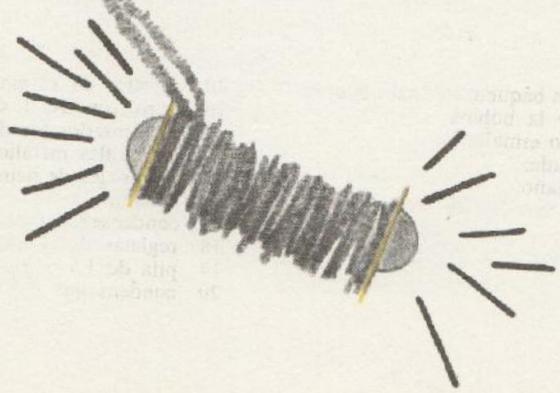
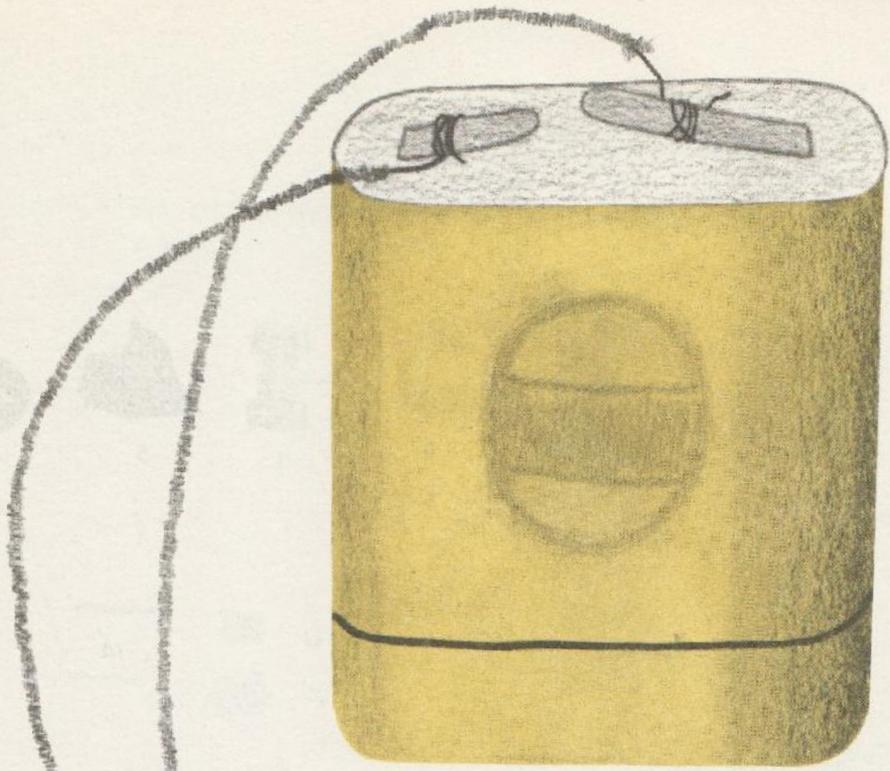
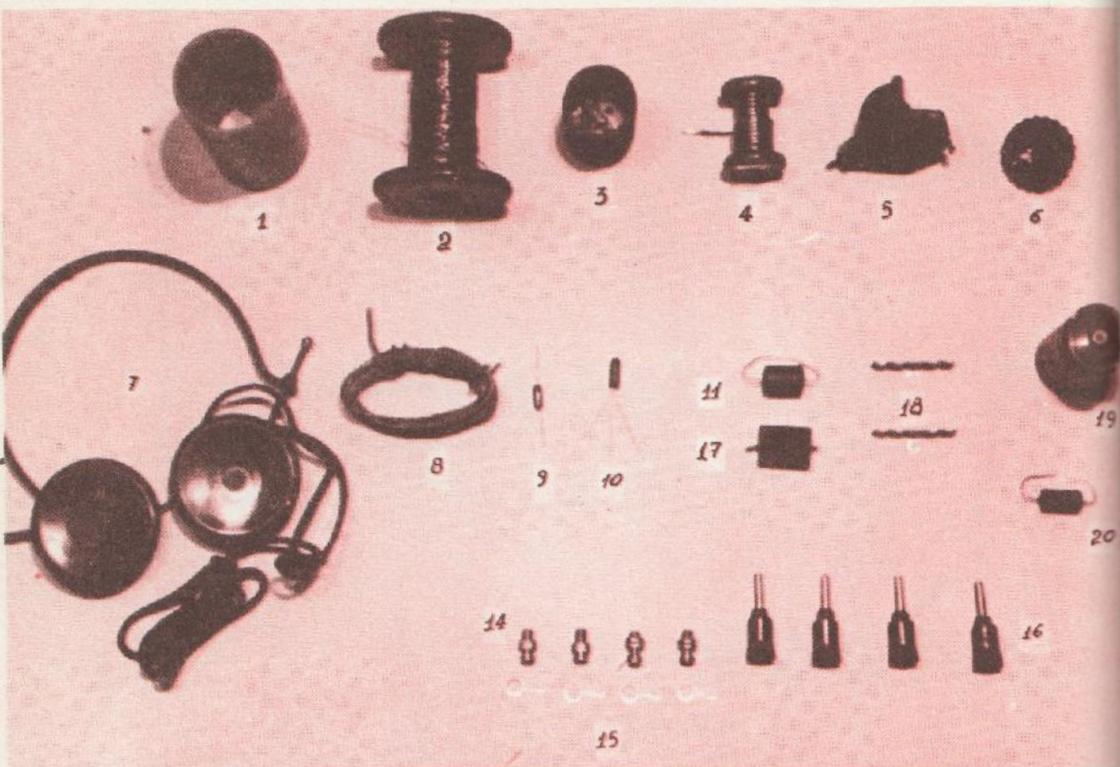


Fig. 19



# experiencia 3

## elementos



- 1 tubo de cartón baquelizado para la construcción de la bobina.
- 2 carrete de hilo esmaltado.
- 3 bobina realizada.
- 4 carrete de estaño.
- 5 condensador variable de 500 picofaradios.
- 6 botón de mando.
- 7 teléfonos.
- 8 hilo de conexión.

- 9 detector de germanio OA70.
- 10 transistor OC71 ó OC70.
- 11 condensador fijo de 1 a 2 microfaradios.
- 14 hembrillas metálicas.
- 15 terminales de hembrillas.
- 16 bananas.
- 17 condensador fijo de 2.000 picofaradios.
- 18 regletas de conexión o puentes.
- 19 pila de 1,5 voltios.
- 20 condensador fijo de 0,05 microfaradios.

## experiencia 3

### construcción de un receptor de germanio y transistor alimentado con pila

Con este nuevo ejercicio vas a obtener una mayor señal acústica en los teléfonos. Tienes que sumar a tu material dos nuevas cosas, que son:

- 1 condensador fijo de 0,05 microfaradios.
- 1 pila seca de 1,5 voltios.

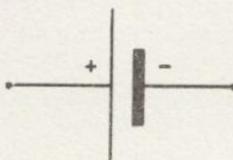


Fig. 21

### la pila

La pila eléctrica es un generador de corriente continua. Se representa esquemáticamente por dos líneas paralelas. Una más corta y gruesa (polo negativo) y otra más larga y fina (polo positivo). Corresponde su representación a la figura 21.

La corriente eléctrica en las pilas se produce por reacción química. Si introduces en un vaso de cristal una plaquita de cinc (Zn) y otra de cobre (Cu), sin que se toquen, y echas ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4\text{H}_2$ ) hasta cubrir las, ocurre lo siguiente: El ácido sulfúrico ataca al cinc, formando sulfato de cinc, con desprendimiento de hidrógeno;  $\text{SO}_4\text{H}_2 + \text{Zn} = \text{SO}_4\text{Zn} + \text{H}_2$ . A causa de esta reacción se produce una diferencia de potencial entre el cobre y el cinc que da lugar a una corriente eléctrica que va del cobre al cinc, si unes con un conductor ambas plaquitas por el exterior. Esta corriente es de corta duración, debido a que el hidrógeno desprendido se fija sobre la lámina de cobre aislándolo y cortando el camino de la corriente. La pila se ha polarizado. Para evitarlo se introduce la placa de cobre dentro de un saco poroso que contenga un elemento rico en oxígeno, como bióxido de cobre, bicromato potásico,

etcétera; es decir, una sustancia química que tenga afinidad con el hidrógeno y con la cual se combine rápidamente dando lugar a  $H_2O$  (agua). De esta forma la corriente en la pila se produce sin dificultad.

Hay muchos tipos de pilas. El más generalizado es el de **LECLANCHE**, y su modificación la pila seca. El término de «pila seca» no es apropiado, porque las pilas, aunque exteriormente son secas, han de ser necesariamente de composición interna húmeda. En la pila **LECLANCHE**, el líquido excitador es cloruro amónico, el polo positivo es carbón, y el negativo cinc. Como despolarizante, y rodeando al polo positivo, lleva dentro de un saquito de lona peróxido de manganeso. Un recipiente de cinc de forma plana o cilíndrica forrado de cartón, y en su interior el líquido inmovilizado, embebido en papel secante, gutapercha o gelatina, y en el que se ha introducido una barra de carbón, rodeada del saquito con el despolarizante, forma una pila seca. Su parte superior se ha cerrado con chatteredon, y se han sacado dos terminales metálicos, uno unido al carbón (polo positivo) y otro al vaso de cinc (polo negativo).

En la figura 22 hay representada una pila seca seccionada en la que A es el terminal de la barra de carbón; B, cierre de chatteredon; C, barra de carbón; D, cubierta de cinc; E, bolsa con lignito (despolarizante), y F es la sal de amoníaco disuelta en gelatina, que hace la función de líquido excitador.

La fuerza electromotriz de una pila es de 1,5 voltios. Al utilizarla baja rápidamente hasta 1,4 voltios, cayendo más lentamente hasta 1,1 voltio.

Las pilas secas son muy sensibles al calor y a la humedad, ya que el proceso químico se desarrolla mucho más rápidamente al aumentar la temperatura. Conviene, por tanto, tenerlas en sitio fresco y seco para su conservación, evitando de esta forma su rápido agotamiento.

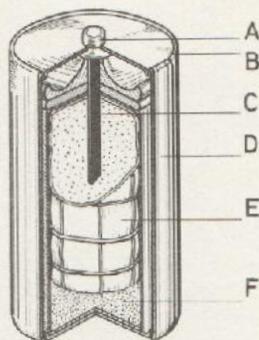


Fig. 22

## esquema teórico

En la figura 23 tienes el esquema teórico del nuevo ejercicio a realizar con la pila de 1,5 voltios que polariza el transistor. La BASE de éste va unida al condensador fijo de 0,05 microfaradios y éste al detector de germanio. El COLECTOR, a través de los teléfonos, al polo negativo de la pila. Por último, el EMISOR, al polo positivo de la pila, y ambos al otro extremo del condensador variable del circuito oscilante de sintonía.

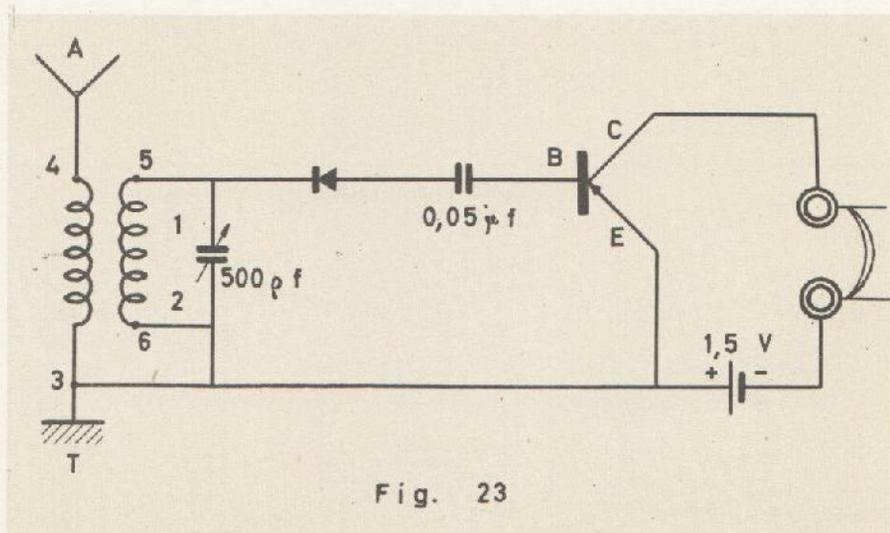


Fig. 23

## construcción mecánica

El esquema práctico de tu nueva construcción está representado en la figura 24. Dispón, como te indica la figura, un puente de conexión o regleta (R), con tres tomas para hacer la conexión del transistor. Sin cortar para nada los hilos COLECTOR, BASE, EMISOR del transistor, suelda los tres a las patillas del puente. Con hilo de conexión inicia las correspondientes uniones como te indica el esquema. Une la patilla C (colector) a la hembrilla FONOS. La patilla B (base), a un extremo del condensador de 0,05 microfaradios, y el otro terminal de este condensador al punto

A del detector de germanio. La patilla E (emisor), al polo positivo (+) de la pila de 1,5 voltios, y desde este mismo polo lleva otra conexión al punto 6 de la bobina de sintonía (tierra). El polo negativo de la pila (—) únelo a la otra hembra de los teléfonos (fonos). El punto D, al 5, extremo de la bobina de sintonía, y desde este punto otra conexión al punto 1 del condensador variable. Finalmente une los puntos 2 y 3, que son condensador variable, con extremo de la bobina de antena y de aquí a tierra. El punto 4, otro extremo de la bobina de antena, lleva su conexión a la hembra correspondiente.

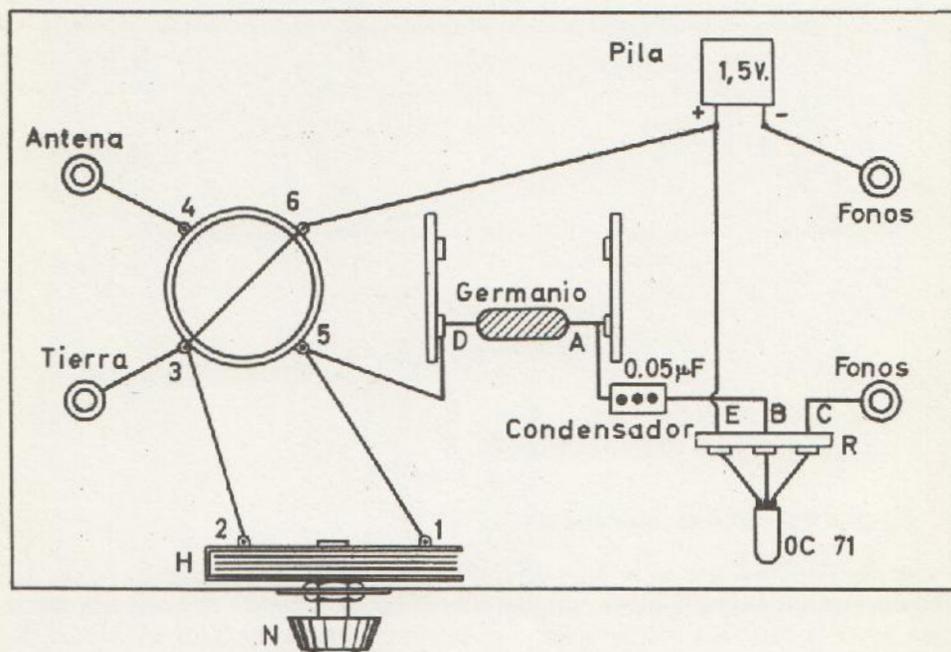


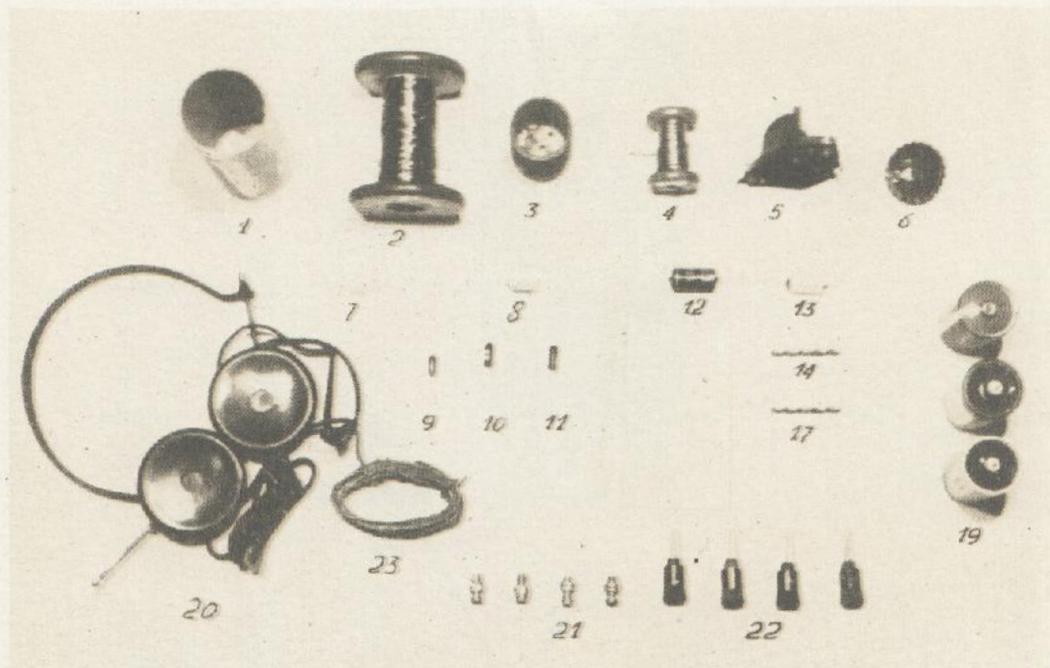
Fig. 24

H = Condensador variable  
N = Mando condensador



# experiencia 4

## elementos



- 1 tubo de cartón baquelizado para la construcción de la bobina.
- 2 carrete de hilo esmaltado.
- 3 bobina realizada.
- 4 carrete de estaño.
- 5 condensador variable de 500 picofaradios.
- 6 botón de mando.
- 7 resistencia de 150.000 a 200.000 ohmios.
- 8 resistencia de 5.000 ohmios.
- 9 detector de germanio OA81.

- 10 transistor OC70.
- 11 transistor OC71.
- 12 condensador de 50.000 picofaradios.
- 13 condensador de 10 microfaradios.
- 14-17 puentes de conexión.
- 18 pilas de 1,5 voltios.
- 19 teléfonos.
- 20 hembrillas metálicas.
- 22 bananas.
- 23 hilo de conexión.

## experiencia 4

### construcción de un receptor de germanio con dos transistores alimentados con baterías de pilas

Este receptor es más completo que los anteriores, ya que al emplear un transistor más, amplificador de la señal del primero y alimentado por una batería con tres pilas, da lugar a la recepción de una señal de mejor calidad y mayor fuerza sonora. Para su construcción tienes que emplear la misma bobina, germanio, condensador fijo y transistor OC71 que en los anteriores ejercicios. Tienes que aumentar tu material en lo siguiente:

- 1 transistor OC70 o equivalente.
- 1 condensador electrolítico de 10 microfaradios, 10 voltios.
- 1 resistencia de 5.000 ohmios, carbón de  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 150.000 a 200.000 ohmios de  $\frac{1}{4}$  de watio.
- 1 condensador de 0,05 microfaradios dieléctrico de papel.

### resistencia eléctrica

Los conductores eléctricos al ser recorridos por la corriente ofrecen una oposición al paso de esta, que se conoce con el nombre de resistencia eléctrica. La unidad de medida de la resistencia de un conductor es el OHMIO, que por definición es la oposición de un conductor cuando se aplica a sus extremos una diferencia de potencial o voltaje de un voltio y es recorrido por la corriente de un amperio. Cuando un cuerpo ofrece al paso de la corriente una resistencia infinita, decimos que es un cuerpo AISLADOR, como el vidrio, la goma, madera, etc.

En la resistencia de un conductor entran varios factores importantes que influyen notablemente, como son la longitud de éste, su sección y la clase de material de que está hecho. No ofrece la misma resistencia, por metro de longitud y sección (milímetro cuadrado), el cobre que el hierro. Esta última característica para cada conductor es lo que se llama «resistencia». Otra cosa que hace variar la resistencia de un conductor es la temperatura. Al aumentar la temperatura de un conductor aumenta la resistencia en una cantidad constante por grado de temperatura. Al circular una corriente por una resistencia ésta se calienta, desprendiendo calor. Ejemplo de este efecto lo tenemos en una estufa y en una plancha eléctrica. Este calor depende de la corriente, de la resistencia del conductor y del tiempo de circulación. Cuando esta resistencia se pone al rojo blanco, produce luz, como ocurre con el filamento de las bombillas eléctricas.

En los circuitos eléctricos, por su modalidad de funcionamiento, es preciso intercalar resistencia. El esquema de una resistencia es el de la figura 25. Estas resistencias se dividen en tres grupos: resistencias de carbón, resistencias bobinadas y resistencias especiales.

## **resistencias de carbón**

Están formadas por un tubo que contiene una mezcla química con una determinada cantidad de carbón, calentándose el conjunto para su apelmazamiento. El tubo se reviste de una capa de barniz para su protección. Lleva dos terminales de conexión metálicos, generalmente de alambre estañado. Se fabrican para distintas potencias de disipación, con tolerancias desde un cinco a un diez por ciento. La tolerancia es el tanto por ciento de variación sobre el valor de la resistencia que se ha fijado. La figura 26 muestra el tipo de resistencia a que nos referimos.

## **resistencias bobinadas**

Las resistencias bobinadas están formadas por un material aislante, como vidrio o porcelana, en donde va arrollado un hilo de resistencia, como niquelina o manganina con sus espiras algo separadas y cubiertas por un barniz especial o esmalte. Dos casquillos en sus extremos con los terminales constituyen la resistencia, figura 27. La tolerancia es igual que en las de carbón. En la figura 28 viene representada una resistencia bobinada.

## **resistencias especiales**

Estas resistencias están formadas por un material especial que da lugar a una resistencia negativa. Al aumentar la temperatura en ella, la resistencia disminuye en una proporción muy elevada, pues aproximadamente a 15 grados centígrados una resistencia puede tener 2.500 ohmios y a 120 grados una cantidad menor de 200 ohmios. Esta propiedad se aprovecha en ciertos circuitos radioeléctricos.

## **valor de una resistencia**

Muchas resistencias llevan impreso su valor en ohmios o kilo-ohmios, pero generalmente se las conoce por un código de colores, y éstos corresponden a los mismos que ya conocemos para los condensadores. Estos colores vienen en algunas resistencias situados en unos anillos como en la figura 29, en que el color del primero A es la primera cifra, P la segunda y C el número de ceros que acompañan

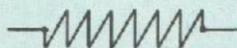


Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27

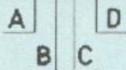


Fig. 29

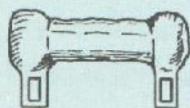


Fig. 28

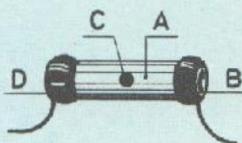


Fig. 30

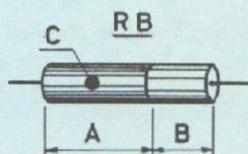
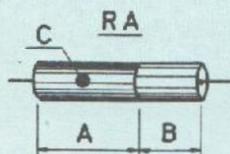


Fig. 31

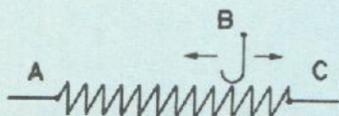


Fig. 32

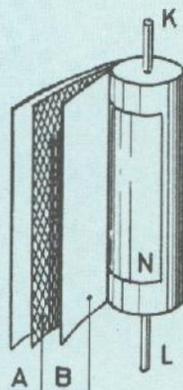


Fig. 35

a las otras dos, y por último D, el tanto por ciento de tolerancia. El orden de lecturas es A, B, C y D. La tolerancia que corresponde a los colores es:

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| Oro .....   | 5 por 100 de tolerancia.  |
| Plata ..... | 10 por 100 de tolerancia. |

Si algunas resistencias no tienen la tolerancia marcada, se admite hasta una tolerancia de un 20 por 100.

En otras resistencias, figura 30, los colores vienen distribuidos en el cuerpo A, extremo B, punto en el cuerpo C y en el extremo opuesto D. El orden de lectura es: cuerpo A, primera cifra; extremo o cabeza B, segunda cifra, y punto C, número de ceros que acompañan a los dos primeros. El anillo D indica el tanto por ciento de tolerancia.

### **ejemplo de lecturas de resistencias**

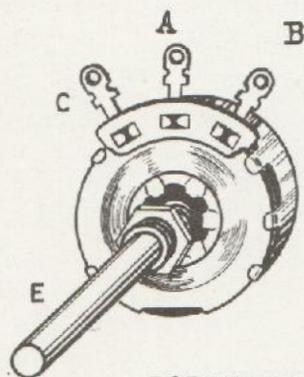
La figura 31 nos muestra dos resistencias cuyos valores vamos a deducir.

#### **resistencia a**

Cuerpo A—Amarillo, Extremo B—Verde, Punto C—Anaranjado.  
Valor de la resistencia, 45.000 ohmios.

#### **resistencia b**

Cuerpo A—Gris, Extremo B—Verde, Punto C—Amarillo.  
Valor de la resistencia, 850.000 ohmios.



- A = terminal del cursor
- B = terminal del extremo
- C = terminal del otro extremo
- E = eje

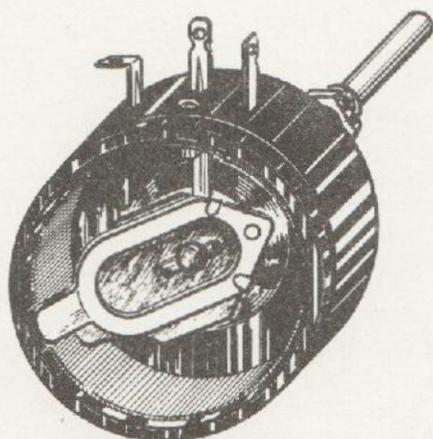
**POTENCIOMETRO  
DE CARBON**

## resistencias variables

Estas resistencias, cuya representación esquemática es la de la figura 32, se intercalan en los circuitos eléctricos con el fin de que al variar el valor de ellas varíemos el valor de la corriente eléctrica. El extremo A es fijo, y el C variable. Según lo desplazemos hacia A o hacia C, tomamos menos resistencia o más. Si esta corriente entra por A y sale por B encontrará en su camino menos o más oposición variando su valor, ya que la tensión entre los puntos A y C es constante. Estas resistencias variables se conocen con el nombre de potenciómetros, existiendo principalmente dos tipos.

### potenciómetro de carbón

Están formados por una plaquita de material aislante a la que se adhiere una mezcla de grafito y resina. Este conjunto representa una resistencia a la corriente. Por ella se desliza un cursor provisto de una toma exterior, obteniéndose variación de resistencia.



POTENCIOMETRO  
BOBINADO

### potenciómetro bobinado

Están constituidos por un anillo de un material aislante sobre el cual va enrollado el material resistivo. Si son de poca potencia a disipar el hilo es más fino, y para más potencia éste es más grueso. Por uno de los bordes del bobinado se desliza un cursor variando la resistencia convenientemente.

## **condensador electrolítico**

Estos condensadores son de una gran capacidad. Están contruidos por dos tiras de aluminio entre las cuales va otra tira de papel impregnada en ácido bórico. Una de las tiras de aluminio lleva adherida una capa de óxido de aluminio, mientras que la otra va preparada de forma que no pueda oxidarse. Esta última hace de polo positivo y la que lleva la capa de óxido la negativa. La capa de óxido hace de dieléctrico entre ambas tiras de metal. La oxidación se mantiene por electrolisis en un sentido sólo de la corriente; por ello hay que poner gran cuidado en no invertir la polaridad, porque se estropearía el condensador. Sólo se emplean, por tanto, para tensiones continuas. Al ser muy largas las tiras a emplear (gran superficie) y la separación entre ellas (espesor del dieléctrico) muy pequeña (capa de óxido), se consigue con estos condensadores una gran capacidad. Esta viene impresa en el condensador, y en los extremos, indicada por los signos más y menos, su polaridad. En la figura 35 tenéis un condensador electrolítico, en que A es la tira de aluminio, B papel con solución de ácido y N la otra tira de aluminio. Los terminales K y L van unidos a las armaduras positiva y negativa respectivamente.

## **asociación de pilas**

Las pilas se unen entre sí (asociación) con el fin de obtener con ellas más fuerza electromotriz o más intensidad; depende sólo de la necesidad del circuito eléctrico donde se van a utilizar.

## **asociación en serie**

Cuando se quiere en un circuito alimentado con pilas aumentar la fuerza electromotriz, se asocian en serie. Para ello se une el polo positivo de una pila con el negativo de la siguiente, y así sucesivamente. Se deja en las pilas así unidas un polo positivo libre y otro negativo para conectar al circuito. El conjunto recibe el nombre de batería. La figura 36 nos muestra tres pilas en esquema unidas en serie, y en la figura 37, el montaje práctico.

## **asociación de pilas en paralelo**

Si unimos los polos positivos de las pilas entre sí y hacemos lo mismo con los negativos, hemos obtenido una batería de pilas asociadas en paralelo. Con este sistema mantenemos la misma fuerza electromotriz de una de las pilas, pero podemos aumentar la corriente de alimentación al circuito exterior. Las figuras 38 y 39 nos muestran los esquemas teórico y práctico de la asociación.

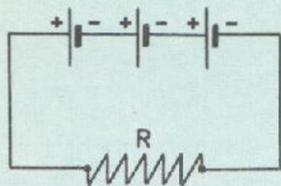


Fig. 36

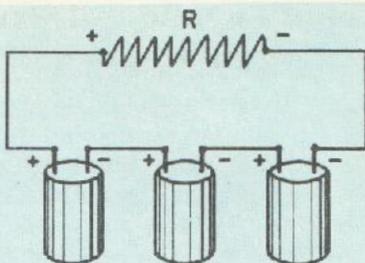


Fig. 37

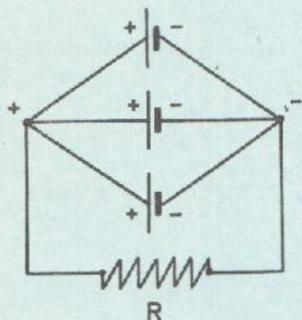


Fig. 38

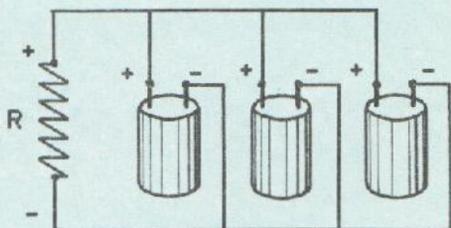


Fig. 39

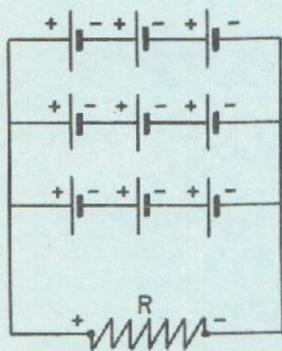


Fig. 40

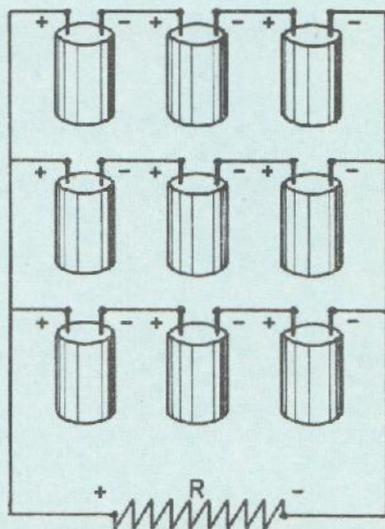
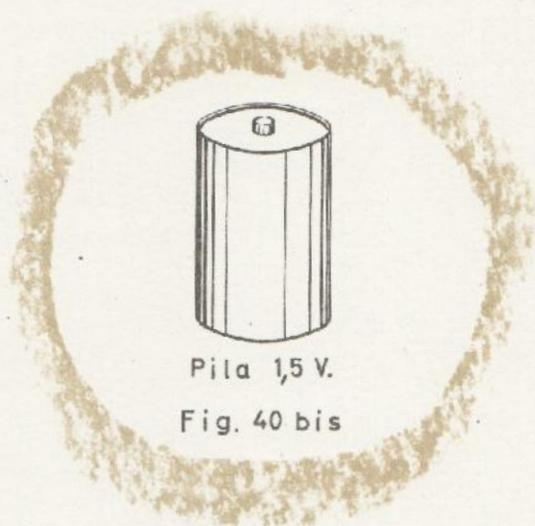


Fig. 41

## asociación de pilas en mixto

Este sistema de acoplamiento tiene la ventaja de los dos anteriores. Está formado por varias ramas de pilas asociadas en serie y estas ramas, a su vez, en paralelo. La fuerza electromotriz del conjunto corresponde a la de una rama. A medida que se colocan más pilas en serie, se obtiene más fuerza electromotriz. La corriente que alimenta al circuito exterior depende del número de ramas en paralelo. Si aumentamos éstas podemos aumentar la corriente. En las figuras 40 y 41 están dibujados los esquemas teórico y práctico.



### observación

Las pilas que vas a utilizar de 1,5 voltios son cilíndricas, de un tamaño aproximado de 4,5 centímetros de altura y un diámetro de un centímetro. En la parte superior y en su centro lleva un pivote, que es el polo positivo. El negativo es el cilindro de cinc que va forrado de cartón. Si has de asociarlas entre sí, tienes que levantar un borde del cartón e introducir a presión una plaquita metálica que haga contacto con el vaso de cinc, y así ya puedes soldar el terminal para hacer la asociación. La toma al polo positivo se hace fácilmente soldando al pivote de las pilas. La figura 40 bis nos indica cómo es este tipo de pila. Las llamadas de petaca, de 4,5 voltios, llevan en su parte superior dos láminas metálicas. La MAS CORTA es siempre el polo positivo, y la MAS LARGA, el negativo.

## esquema teórico

En la figura 42 tenéis el esquema teórico de vuestro ejercicio. Como ya sabéis, el detector de germanio convierte las señales de radiofrecuencia (alta frecuencia), que se han sintonizado en el circuito oscilante, en señales de baja frecuencia (audibles), las cuales pasan a través del condensador y tomándolas el transistor OC70, las amplifica. Por el COLECTOR - C de éste sale la corriente de baja frecuencia amplificada que pasa a través de la resistencia de 5 kilo-ohmios, produciendo una caída de potencial que se aplica a través de la resistencia de 200 kilo-ohmios a la base del transistor OC71, que amplifica esta nueva señal para aplicarla a los teléfonos. La batería de tres pilas de 1,5 voltios en serie o una de las llamadas de petaca de 4,5 voltios polariza el EMISOR de ambos transistores. El condensador electrolítico C de 10 microfaradios tiene por objeto realizar un perfecto acoplo con las resistencias entre ambos transistores.

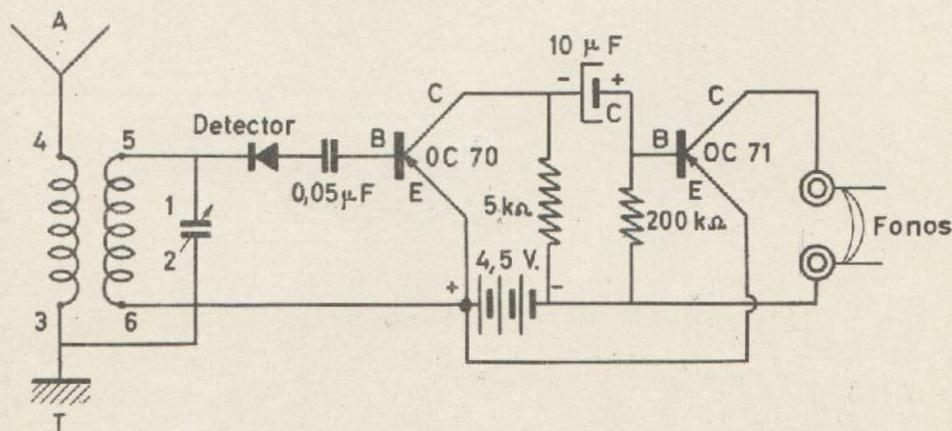
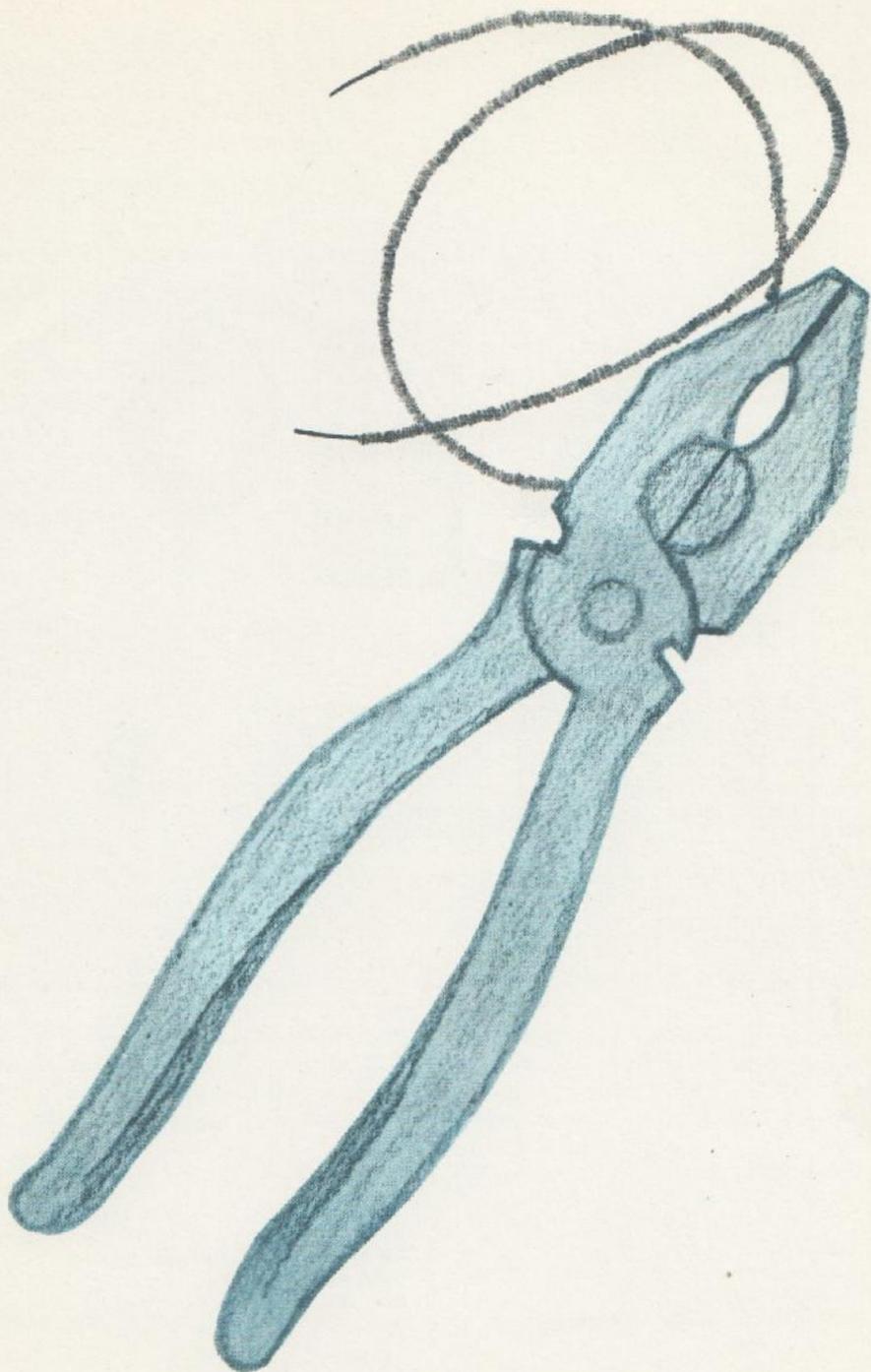


Fig. 42

## construcción mecánica del receptor

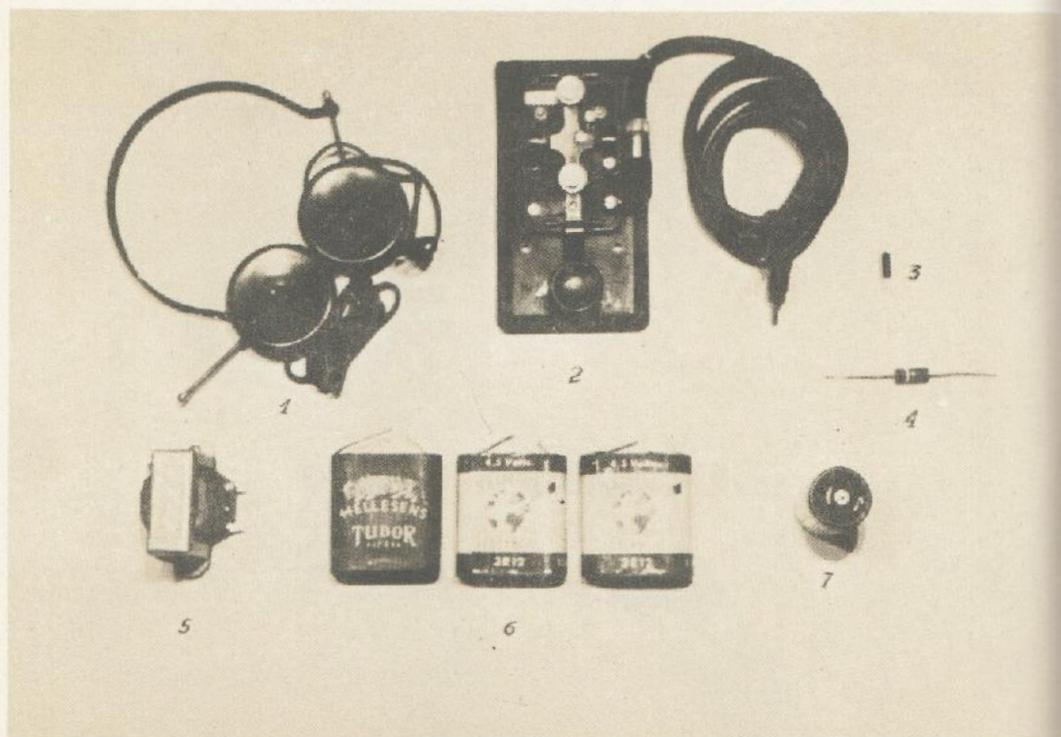
Sitúa sobre dos regletas (fig. 43) los transistores OC70 y OC71. Asegúrate previamente antes de hacer las soldaduras cuáles son COLECTOR, BASE y EMISOR. Puntos C, B y E. Sin cortarlos suelda al puente de conexión éstos y de las patillas correspondientes saca los siguientes hilos de conexión del OC70: desde C al punto B, de la regleta, donde a su vez conectas el terminal negativo del condensador





# experiencia 5

## elementos



- 1 teléfonos.
- 2 manipulador.
- 3 transistor OC71.
- 4 resistencia de 40.000 ohmios.

- 5 transformador de relación 1/5 1/3.
- 6 pilas de 4,5 voltios.
- 7 pila de 1,5 voltios.

## experiencia 5

### construcción de un oscilador para transmisión telegráfica

Para el desarrollo de este ejercicio precisas de los siguientes elementos:

- 1 transistor OC71.
- 1 resistencia de 40.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 pila de 1,5 voltios.
- 3 pilas de 4,5 voltios (tipo petaca).
- 1 transformador de relación 1/5 o 1/3.
- 1 manipulador.

#### el transformador

El transformador es un aparato que transforma una tensión alterna o variable en otra de mayor valor o menor a la que se aplica. Si la tensión a su salida es mayor que la que se ha aplicado a su entrada, es un transformador elevador, y si ocurre lo contrario es reductor. Esquemáticamente un transformador se representa mediante la figura 44, en el que  $P_1$  es el arrollamiento del primario y  $P_2$  el secundario. Al aplicar la tensión variable al primario  $E_1$  se forma en sus espiras un campo magnético variable que da lugar a un número de líneas de fuerza magnéticas también variable que cortan al arrollamiento del secundario, produciendo en éste una tensión inducida  $E_2$ . Entre la tensión aplicada al primario y la obtenida

en el secundario existe la relación  $\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$ , siendo  $N_1$  y  $N_2$  el número de espiras del primario y secundario. El cociente común de esta igualdad se llama relación de transformación. Vemos que la tensión es proporcional al número de espiras de los devanados. Supongamos que la tensión del primario  $E_1$  sea de 100 voltios y su número de espiras 200. Calculemos la tensión en el secundario, si este tiene 500 espiras. Aplicando la relación tenemos:

$$\frac{100}{E_2} = \frac{200}{500}; 100 \times 500 = 200E_2;$$

$$E_2 = \frac{100 \times 500}{200} = 250 \text{ v.}$$

El transformador es elevador y su relación de transformación:  $\frac{200}{500} = \frac{2}{5}$ .

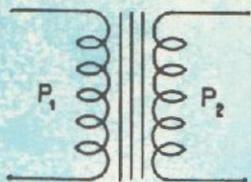


Fig. 44



Fig. 45

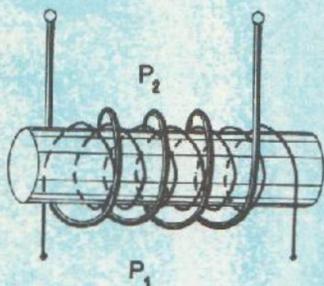


Fig. 46

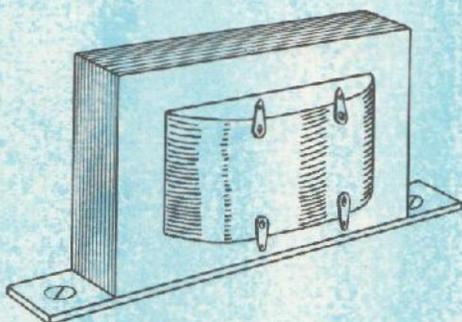
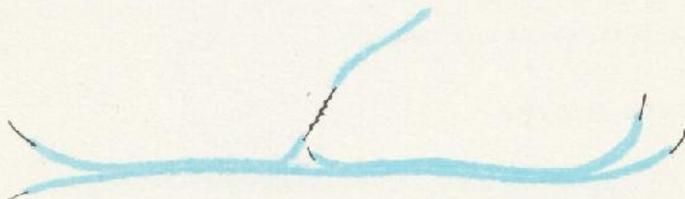


Fig. 47

Si, por el contrario, las espiras del primario fuesen 500 y las del secundario 200, la tensión en el secundario obtenida sería de 40 voltios. Tendríamos, por tanto, un transformador reductor. Entre las intensidades del primario y secundario existe con respecto a las tensiones la siguiente relación: 
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1}$$
 Las intensidades y las tensiones están en razón inversa.

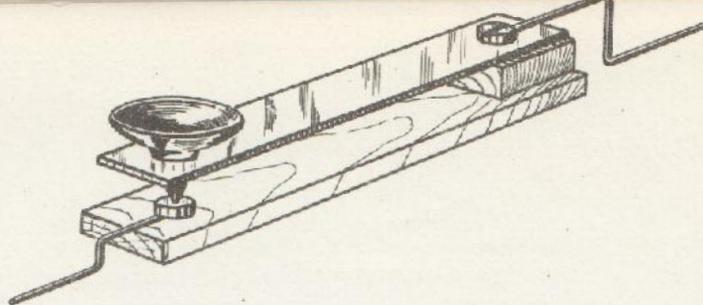
Los transformadores están constituidos por dos bobinas montadas sobre un núcleo de hierro con el fin de reforzar el campo magnético. Este núcleo varía su constitución según sea el transformador para baja o alta frecuencia. Para baja frecuencia está formado por una serie de láminas de hierro finas superpuestas, y para alta frecuencia este núcleo es una barra formada por un compuesto de polvo de hierro.

En el ejercicio que vais a realizar, el transformador es de baja frecuencia y éstos en general están formados por el núcleo introducido en un cuerpo o carrete de cartón baquelizado, figura 45, y en el que se devanan las espiras del primario, sacando sus terminales de entrada, y sobre éste y separado por una capa aislante de papel parafinado se arrolla el secundario, sacándose a su vez los dos terminales correspondientes, figura 46. El hilo suele ser casi siempre de cobre esmaltado o forrado de algodón. La figura 47 muestra cómo es terminado este tipo de transformador.



## construcción del manipulador

Sobre una tabla de un centímetro de grueso y de dimensiones  $12 \times 6$  centímetros claváis en un extremo un taquito de madera de 2 centímetros de altura, introduciendo el clavo por la parte inferior de la tabla. Sobre este taquito atornilláis con un tornillo de rosca de madera el extremo de una tira metálica de 7 centímetros de longitud por un centímetro de ancho y 1 m/m. aproximado de espesor. Esta tira metálica ha de ser acerada de cobre o latón sin recocer, para que pueda flexionar. En los dos extremos tenéis que hacer dos orificios, uno para pasar el tornillo y atornillar al taquito de madera y el otro para hacer pasar otro tornillo y unir a la varilla otro taquito cilíndrico de 1,5 cms. por 1 de alto. En la tabla atornilláis otro tornillo de corta longitud, cuya cabeza tiene que tropezar con la del tornillo del extremo de la varilla, cuando vosotros pulséis ésta, obligándola con la mano. De esta forma manipuláis. La figura 48 os indica cómo tenéis que construir vuestro manipulador, el cual intercaláis en el circuito e interrumpís la corriente de vuestro oscilador. El punto A, cabeza del tornillo que sujeta la tira metálica, lo conectáis al negativo de la batería y la otra cabeza del tornillo B la unís a una hembrilla de FONOS.



MANIPULADOR

Fig. 48

## transmisión

Las letras de nuestro alfabeto gramatical tienen representación gráfica traducida en sonidos en los teléfonos cuando pulsáis la corriente del oscilador. Las letras están formadas por puntos y rayas. Un punto es un sonido muy breve, un rápido contacto del manipulador, y una raya es un sonido más largo: el manipulador reposa más tiempo en sus contactos. La separación entre un punto y una raya o viceversa es muy pequeña en la transmisión de una letra, no así la separación entre letra y letra de una palabra, que es más espaciada.

## alfabeto morse

### LETRAS

|           |             |           |
|-----------|-------------|-----------|
| A . —     | J . — — —   | R . — .   |
| B — ...   | K — . —     | S ...     |
| C — . — — | L . — ..    | T —       |
| D — ..    | M — — —     | U .. —    |
| E .       | N — .       | V ... —   |
| F .. — .  | Ñ — — . — — | X — .. —  |
| G — — .   | O — — —     | Y — . — — |
| H ....    | P . — — .   | Z — — ..  |
| I ..      | Q — — . —   |           |

### NÚMEROS

|             |          |            |
|-------------|----------|------------|
| 1 . — — — — | 4 .... — | 7 — — ...  |
| 2 .. — — —  | 5 .....  | 8 — — — .. |
| 3 ... — —   | 6 — .... | 9 — — — —  |

## esquema teórico del oscilador

La figura 49 os muestra al transistor OC71 montado como oscilador. El EMISOR alimentado con la pila de 1,5 voltios a través del primario del transformador y la resistencia R y el COLECTOR unido al secundario de éste. La reacción que produce la oscilación se obtiene por medio del transformador T. Los cascos de FONOS y el manipulador están montados en serie con el circuito del COLECTOR. La frecuencia de la oscilación es dependiente de la resistencia R. Conectando otras resistencias de distintos valores, del orden de 10.000 y 20.000 ohmios, se varía la musicalidad o tono del sonido. Al entrar en contacto los terminales del manipulador se cierra el circuito del oscilador, produciéndose sonido en los teléfonos. Cuando están fuera de contacto (levantado), la señal queda interrumpida. El conjunto de aperturas y cierres sucesivos constituyen la manipulación.

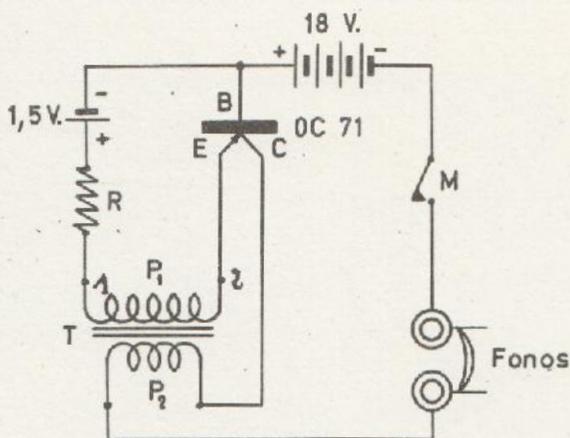


Fig. 49

## construcción mecánica

Sobre una tabla de madera o caja de puros fija un puente de conexión de tres tomas para el transistor y atornilla el manipulador y el transformador a la caja. Suelda los terminales del transistor OC71 a sus patillas correspondientes. En la posición de la figura 50, que corresponde al montaje mecánico, sitúa dos hembrillas para las clavijas de los teléfonos. Conexiona las pilas de 4,5 voltios en serie y una vez hecho esto inicia la conexión de todos los elementos, como te indica el esquema práctico.

Lleva un hilo de la patilla del COLECTOR C a un terminal del secundario  $P_2$  del transformador y el otro terminal del transformador llévalo a una hembrilla de FONOS. La BASE del transistor (B) conéxionala al polo negativo de la pila de 1,5 voltios. El polo positivo de esta pila únelo a un terminal de la resistencia de 40.000 ohmios y el otro extremo de esta resistencia conéxionalo a un terminal del primario  $P_1$  del transformador. La patilla del EMISOR E, únela con el otro terminal al primario del transformador  $P_1$ . De la batería que tienes montada en serie, llevas del polo positivo una conexión al polo negativo de la pila de 1,5 voltios, y del polo negativo tomas otro hilo y lo unes al punto A del manipulador. Finalmente unes el punto B a otra hembrilla de FONOS. Introduce las clavijas de tus teléfonos en las hembrillas correspondientes y manipula. Si no oyes señal revisa atentamente las conexiones realizadas y asegúrate de que tu montaje está bien realizado. Si es así y sigues sin oír señal invierte las conexiones del primario, cambiando el hilo de la patilla 1 a la 2 y el de la 2 a la 1, y prueba a manipular. Forzosamente con estas inversiones has de tener señal en tus teléfonos.

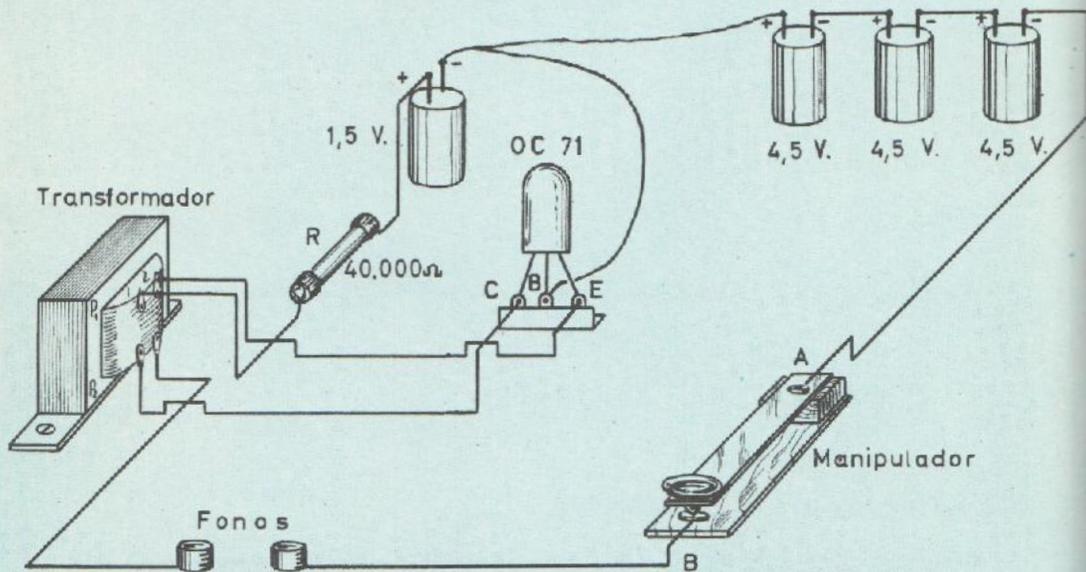
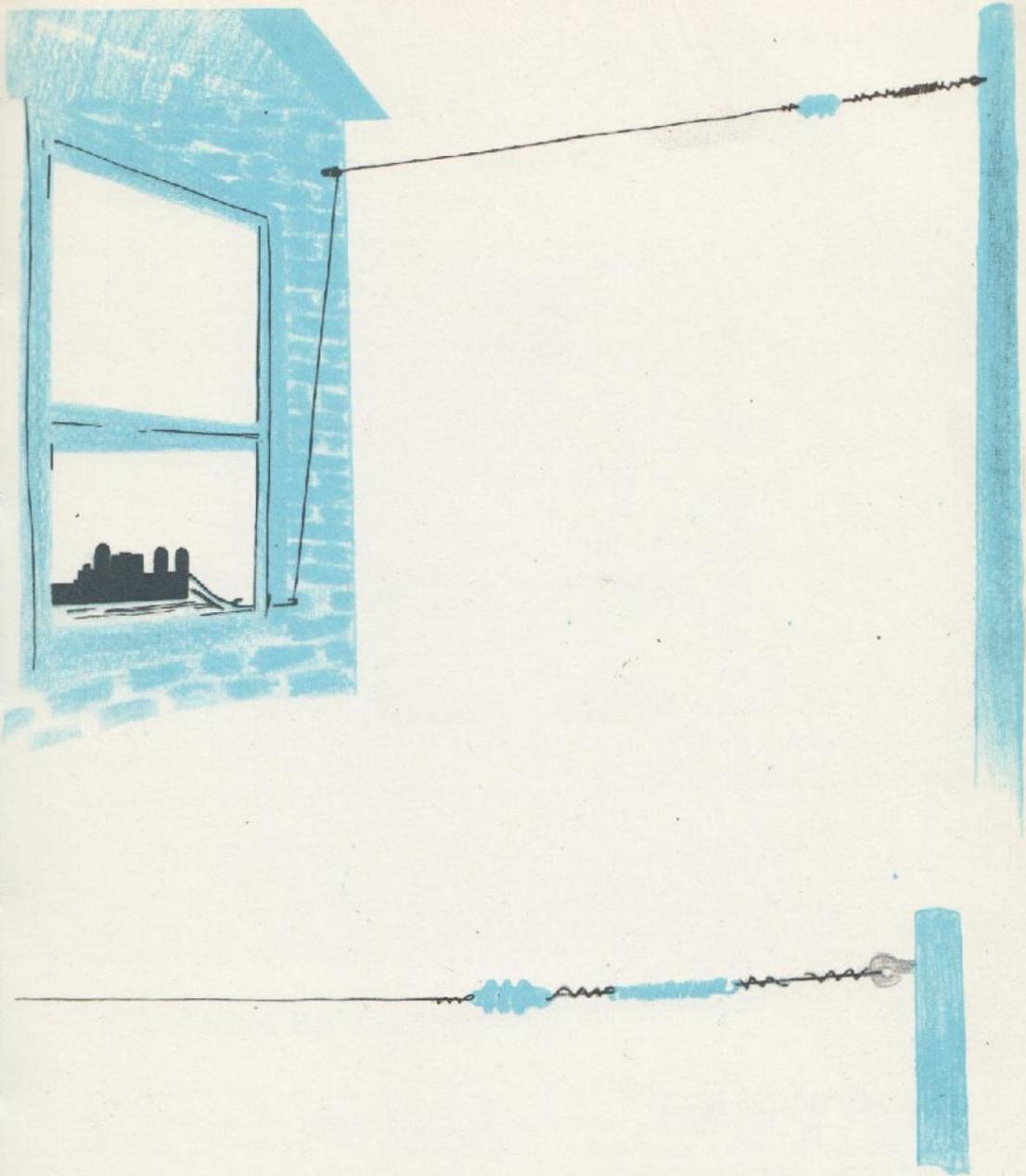
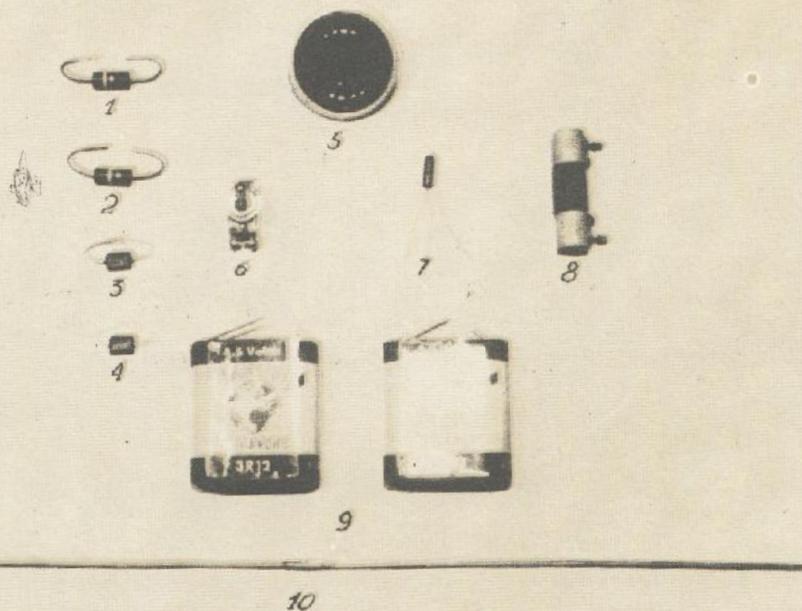


Fig. 50



# experiencia 6

## elementos



- 1 resistencia de 60.000 ohmios.
- 2 resistencia de 250.000 ohmios.
- 3 condensador fijo de 300 picofaradios.
- 4 condensador fijo de 150 picofaradios.
- 5 micrófono de carbón.

- 6 pulsador.
- 7 transistor OC44.
- 8 bobina.
- 9 pilas.
- 10 varilla de antena.

## experiencia 6

### construcción de un pequeño emisor con un transistor

En este ejercicio podrás construirte un diminuto emisor con el que tu palabra podrá ser recibida, en el aparato de radio de tu casa, situándote en cualquier lugar de ella. La sintonía en tu receptor de radio has de hacerla en la banda de onda corta sobre los 40 metros aproximadamente que corresponde a una frecuencia de 7,5 megaciclos. Si dispones de un receptor de transistores que tenga onda corta, la experiencia de emisión y recepción resulta sumamente distraída en el campo, aparte de que las condiciones de recepción son mejores.

Para el desarrollo de este ejercicio precisas de los siguientes elementos:

- 1 transistor OC44.
- 1 micrófono de carbón.
- 1 bobina (ver texto).
- 1 condensador fijo de 300 picofaradios.
- 1 condensador fijo de 150 picofaradios.
- 1 resistencia de 60.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 250.000 ohmios, 1/2 watio.
- 2 pilas de 4,5 voltios, tipo petaca.
- 1 interruptor o pulsador.
- 1 antena de varilla metálica de latón o cobre de 3 milímetros de diámetro y longitud 95 centímetros. Esta puede ser sustituida por un hilo conductor de un metro de longitud.

### el micrófono

El micrófono es un aparato que transforma las vibraciones mecánicas en eléctricas. Los hay de muy distintos tipos, pero los más utilizados son de carbón, electrodinámico, de condensador y de cristal.

### micrófono de carbón

Se compone de una caja llena de gránulos de carbón con una membrana que cierra el espacio destinado al carbón, de un material elástico muy fino. Sobre esta membrana vibrante hay otra placa perforada de protección, por la que penetra el sonido de la voz al hablar en su presencia, figura 51. Si consideramos un depósito aislante, figura 52, en el que se han introducido gránulos de carbón B en contacto

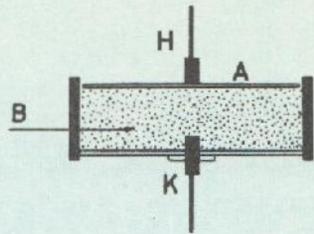


Fig. 52

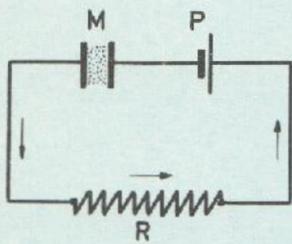


Fig. 53

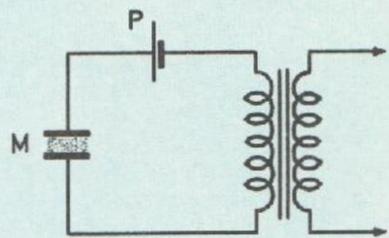


Fig. 54

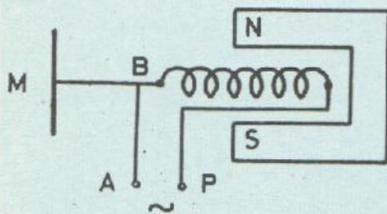


Fig. 55

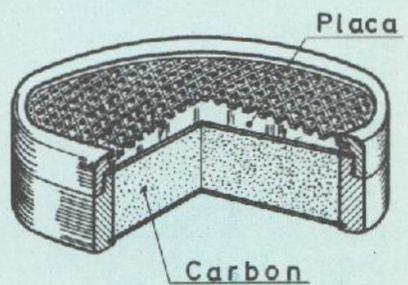


Fig. 51

con una placa vibrante A, y sacamos dos terminales H y K, uno de la placa y otro de los gránulos de carbón, este sencillo conjunto es un micrófono. Intercalado en un circuito con una pila y una resistencia, figura 53, se observa el paso de una corriente a través de la resistencia y por los gránulos de carbón, que a su vez ofrecen otra resistencia a su circulación. Si se habla ante la membrana elástica, las ondas sonoras hacen vibrar ésta, que por estar pegada a los granulos de carbón comprime éstos más o menos, haciendo variar la resistencia del conjunto de los gránulos. Por variación de la resistencia del micrófono, varía la corriente en el circuito, y a través de la resistencia R tenemos una corriente variable, que responde a las variaciones de resistencia del micrófono. Se han convertido las vibraciones mecánicas de la membrana producidas por la voz en vibraciones eléctricas. Como la corriente variable obtenida es débil, se amplifica mediante un transformador, consiguiéndose una mayor tensión variable de salida, figura 54.

### micrófono electrodinámico

Este tipo de micrófono se fundamenta en que una bobina al desplazarse dentro de un campo magnético se desarrolla en ella una fuerza electromotriz inducida. Se distinguen en este micrófono dos partes importantes: el imán que produce el campo magnético y el sistema móvil que está formado por una membrana y una bobina unida a ella, figura 55. Al hablar ante la membrana M, las ondas sonoras hacen que la bobina B se desplace dentro del campo magnético, produciéndose en la bobina tensiones inducidas variables entre los extremos A y P, que se amplifican a continua-

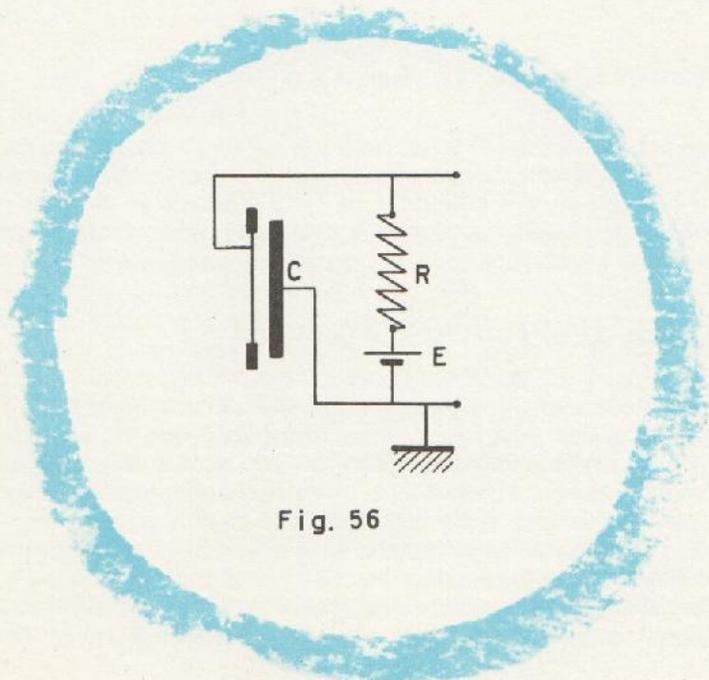


Fig. 56

ción. Estas tensiones creadas en la bobina son una reproducción eléctrica de las ondas sonoras que han atacado a la membrana.

## **micrófono de condensador**

En estos micrófonos, figura 56, la membrana forma una de las placas de un condensador de aire. A causa de la pila E, el condensador C adquiere una carga, y como al vibrar la membrana la distancia entre las placas varía, sucede lo mismo con la capacidad del condensador. Esta variación de capacidad, de igual frecuencia que la vibración sonora que la produce, hace que por el circuito pase una pequeña corriente variable que da lugar a una tensión del mismo tipo en la resistencia R.

## **micrófono de cristal**

El funcionamiento de estos micrófonos se basa en que ciertos cristales como el cuarzo, la sal de Rochela y la turmalina, tienen la propiedad de que al ejercer presiones sobre ellos en un sentido determinado se desarrollan en sus caras tensiones eléctricas proporcionales a la presión. Las vibraciones del sonido originan diferencias de presión en uno de estos cristales aplicándoles una membrana conectada a él por una de sus caras.

## **construcción de la bobina**

La bobina del circuito oscilante del emisor la construís con un tubo de cartón baquelizado de 1,5 centímetros de diámetro exterior y 5 centímetros de longitud. Sobre él arrolláis 17 espiras de hilo esmaltado de 1,5 milímetros de diámetro. En ambos extremos de la bobina hacéis dos perforaciones con el fin de que el hilo quede convenientemente sujeto a la bobina.

## **esquema teórico del circuito**

La figura 57 te muestra el esquema teórico del circuito emisor. El circuito oscilante L C es el sistema generador de una frecuencia propia de oscilación, la cual se modula por la tensión microfónica al hablar ante el micrófono. La antena es el elemento radiante de la señal modulada. La resistencia de 60.000 ohmios limita la corriente del transistor y la de 250.000 ohmios, entre el micrófono y la base del transistor, sirve para mantener estable la oscilación del circuito oscilante L C. El interruptor tiene por objeto poner las pilas en funcionamiento en el momento de utilización del emisor para evitar su agotamiento. Si se emplea pulsador, hay que tenerlo apretado durante todo el tiempo en que se está hablando ante el micrófono.

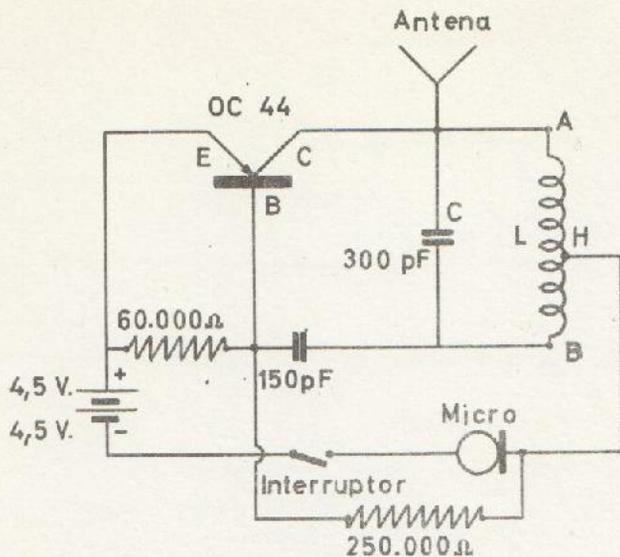


Fig. 57

## construcción mecánica del emisor

Sobre una tabla de madera de dimensiones 8 por 15 centímetros y medio centímetro de grueso, puedes hacer el montaje mecánico. A un lado sitúa una hembrilla para la antena y fija una regleta de tres tomas para soldar los terminales del transistor OC44. La bobina que tienes construida únela a la tabla por una escuadra metálica o por dos abrazaderas. La disposición de los elementos hazla para tu facilidad conforme se te indica en el esquema de la figura 58, y los colocas según la figura 59. Las dos pilas de 4,5 voltios están asociadas en serie y pueden quedar unidas a la tabla por una abrazadera metálica. El interruptor, o pulsador, instálalo fijándolo en la parte superior de la tabla. Una vez instalados la bobina, regleta de conexión, micrófono, pilas y pulsador, procede a la conexión de los elementos. Suelta COLECTOR, BASE y EMISOR a las patillas de la regleta, como siempre, sin cortar sus terminales. Lleva un hilo de la patilla del COLECTOR a la ANTENA, y de ésta al extremo A de la bobina. De este punto saca otra conexión a un extremo del condensador de 300 picofaradios y el otro terminal llévalo al punto B, extremo de la bobina. De la BASE del transistor conecta otro hilo a un extremo de la

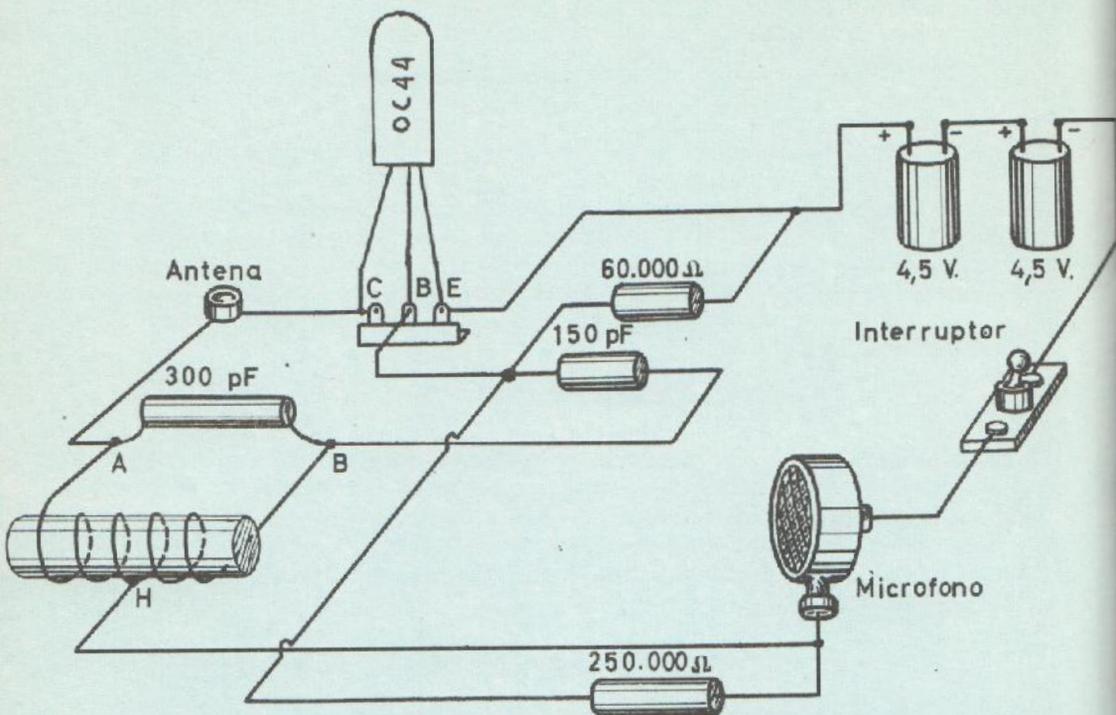
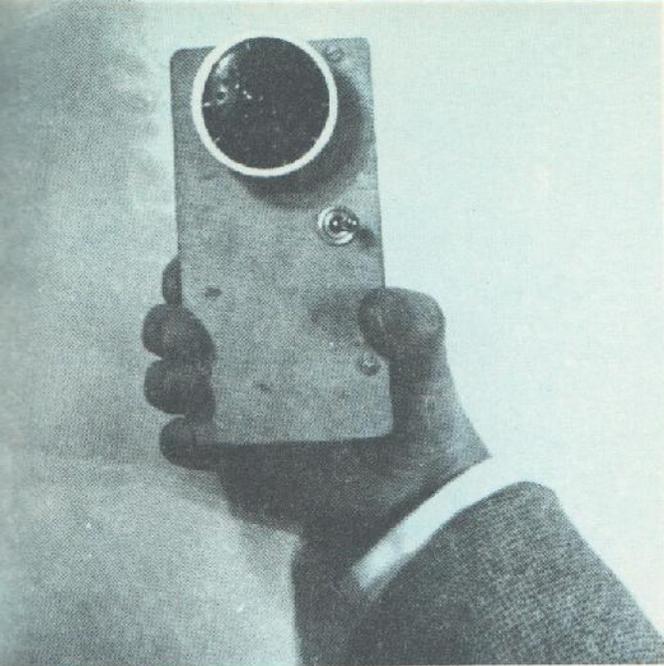


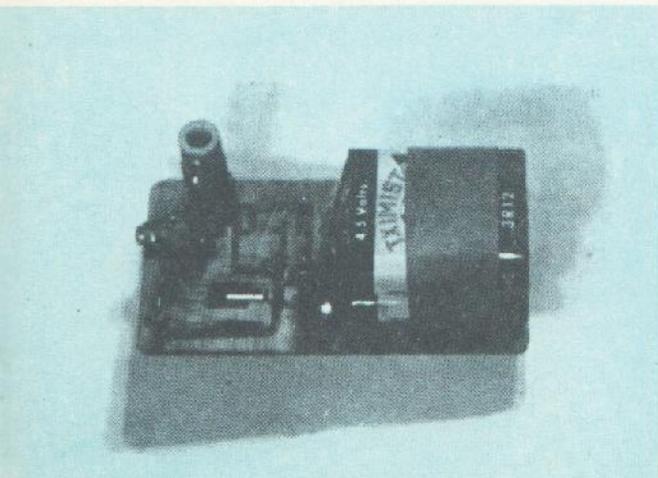
Fig. 58

resistencia de 250.000 ohmios y el otro extremo suéldalo al terminal que lleva la capsula del micrófono (masa), y que va tal como te indica el dibujo. De la BASE saca otra conexión a un extremo del condensador de 150 picofaradios y el otro extremo llévalo al punto B de la bobina. La BASE lleva otra tercera conexión a un extremo de la resistencia de 60.000 ohmios y el otro terminal al polo positivo de la batería. De la patilla del EMISOR lleva otro hilo al polo positivo de la batería. Une el polo negativo de la batería a un extremo del interruptor y el otro extremo conéxionalo al pivote central que lleva el micrófono, tal como indica la figura. Finalmente, cuenta la espira número ocho desde cualquier extremo de la bobina, raspa un poco para quitar el esmalte y suelda un hilo que llevas al terminal lateral de la cápsula del micrófono (masa). Esta conexión a la bobina es la toma del punto medio que te indica la figura 57.



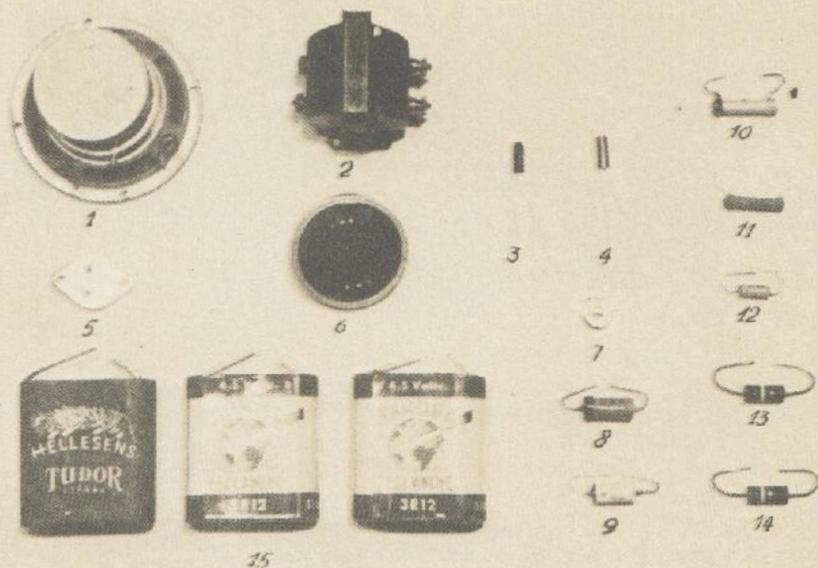
Encendido el circuito por el interruptor, habla ante el micrófono muy cerca de él a fin de producir una fuerte modulación. Explorando sobre los 40 metros en tu receptor, se recibirá perfectamente la emisión del pequeño transistor.

Si eres habilidoso, este montaje lo puedes reducir más, ya que el conjunto entra perfectamente en una pequeña caja del tamaño de una jabonera, la cual incluso puedes emplear haciendo un orificio circular en su tapadera para encajar el micrófono. En un lateral superior de la caja practicas un orificio, donde poder colocar la hembrilla para la antena. En el mercado hay a la venta pilas de 9 voltios del tamaño de una caja de cerillas, que te permite por su reducido tamaño realizarlo. Si consigues así el montaje verás que resulta mucho más bonito y práctico para su uso.



# experiencia 7

## elementos



- 1 altavoz electrodinámico de imán permanente.
- 2 transformador de relación 1/5.
- 3 transistor OC71.
- 4 transistor OC72.
- 5 transistor OC26.
- 6 micrófono de carbón.
- 7 potenciómetro de 10.000 ohmios.

- 8 condensador electrolítico de 50 microfaradios, 25 voltios.
- 9 condensador electrolítico de 50 microfaradios, 25 voltios.
- 10 resistencia de 150 ohmios bobinada.
- 11 resistencia de 270 ohmios bobinada.
- 12 resistencia de 60.000 ohmios, 1/2 watio.
- 13 resistencia de 20.000 ohmios, 1/2 watio.
- 14 resistencia de 3.000 ohmios, 1/2 watio

## experiencia 7

### construcción de un amplificador de sonido

Con este nuevo conjunto electrónico que vas a construir podrás llevar tu palabra al sitio más lejano de tu casa. Montas tú pequeño amplificador en un lugar, y el altavoz en el sitio por ti deseado. Es tan sólo cuestión de metros de hilo conductor, que habrás de instalar entre la salida del amplificador y el altavoz. La música, de igual modo, puedes reproducirla. Precisas para ello tan sólo del conjunto plato-brazo reproductor-motor, llamado técnicamente todo el conjunto FONO-CHASIS.

Para la realización de este montaje precisas de las siguientes cosas:

- 1 micrófono de carbón.
- 1 altavoz electrodinámico de 4,5, 5 ó 6 pulgadas de imán permanente.
- 1 transformador de relación 1/5.
- 3 pilas de 4,5 voltios.
- 2 condensadores electrolíticos de 50 microfaradios.
- 1 potenciómetro de 10.000 ohmios.
- 1 resistencia de 20.000 ohmios
- 1 resistencia de 3.000 ohmios.
- 1 resistencia de 60.000 ohmios.
- 1 resistencia de 270 ohmios.
- 1 resistencia de 150 ohmios.
- 1 transistor OC71.
- 1 transistor OC72.
- 1 transistor OC26.

Como la potencia de salida es muy elevada, conviene para una buena calidad de reproducción un altavoz de 6 pulgadas, ya que en los anteriores se produce saturación y da lugar a distorsión.

Si usas el sistema amplificador para música, tienes que conectar los dos hilos de la salida del FONO-CHASIS a los puntos A y B del esquema teórico de la figura 61, y quitas el transformador de relación 1/5, que has utilizado para hablar con el micrófono. EL FONO-CHASIS tendrá a su salida dos hilos, uno el ACTIVO y otro MASA, que viene en forma de cable rodeado de malla, siendo el cable el ACTIVO y la malla la MASA. No te equivoques al conectarlos, pues el ACTIVO va al punto A y la malla al B.

## el potenciómetro

Este elemento eléctrico, como sabéis por explicaciones anteriores, es una resistencia variable. Su objeto en este montaje es el dar más o menos potencia de salida al altavoz. Al mover su mando variáis la corriente variable que actúa sobre el altavoz, obteniendo la potencia sonora deseada.

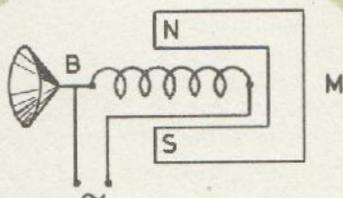


Fig. 60

## el altavoz

La misión del altavoz es convertir corrientes eléctricas variables en señales acústicas. Es, por tanto, una función inversa a la del micrófono. Por ejemplo, en un amplificador de sonido observáis que el micrófono transforma las señales acústicas en eléctricas, y que amplificadas por distintos circuitos eléctricos llegan al altavoz y este reproduce estas variaciones eléctricas de nuevo en acústicas fielmente. Las ondas sonoras de vuestra palabra ante el micrófono las volvéis a percibir en el altavoz.

Hay distintos tipos de altavoces, pero por ser el más extendido y el utilizado en vuestras experiencias nos vamos a referir al electrodinámico.

Se basa su funcionamiento en el principio eléctrico de que todo conductor introducido en un campo magnético y recorrido por una corriente está sometido a una fuerza de desviación. La figura 60 os dará idea de cómo es este tipo de altavoz. La bobina móvil B está en el interior de un campo magnético producido por el imán M. Si se hace pasar por ella una corriente variable, se mueve longitudinalmente hacia adelante y hacia atrás. A la bobina se le ha fijado un cono de cartón, el cual por ser solidario a ella sigue sus movimientos, vibrando, y sus vibraciones son comunicadas al aire, convirtiéndose en sonido. Las corrientes variables que se hacen pasar por la bobina son las mismas que ha producido el micrófono y que amplificadas a través del circuito han llegado al altavoz.

Compara el micrófono electrodinámico y el altavoz. En un caso o en otro su funcionamiento es inverso. Como micrófono, la bobina se desplaza obligada por las ondas sonoras y produce corrientes variables; como altavoz al ser recorrida por corrientes variables produce sonido. De aquí que utilicemos en muchos montajes el mismo altavoz como micrófono.

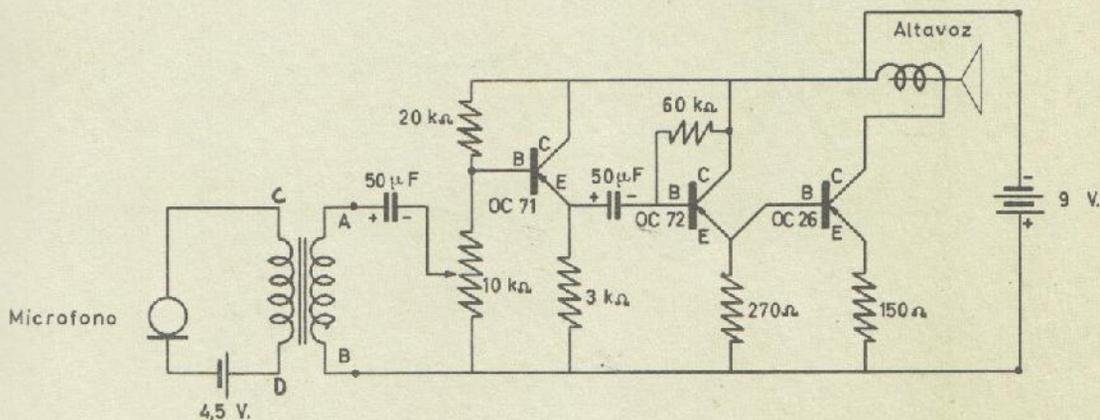


Fig. 61

## el transistor OC26

Es del tipo P-N-P de germanio. Su forma corresponde a la figura 63, y por debajo, a la figura 64. La masa metálica del transistor es el COLECTOR, cuya toma se hace con una tuerca de las dimensiones de cualquiera de los dos orificios laterales a la que se une el hilo de conexión. En su centro aparecen dos puntas, que son una el EMISOR y otra la BASE. Para conocer cuál es cada uno, tenéis que comparar el transistor que tenéis en vuestra mano con el dibujo de la figura 64. Observar cómo en el dibujo los dos circuitos E y B, que representan las puntas EMISOR y BASE, están más cerca del orificio de la izquierda del dibujo que del de la derecha. Lo mismo ocurre en vuestro transistor visto por debajo. Entonces la punta de arriba es el EMISOR y la de abajo la BASE.

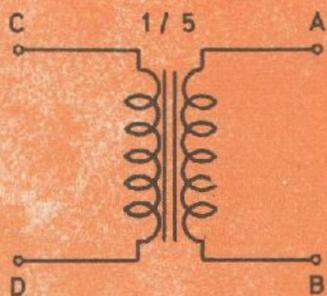


Fig. 62

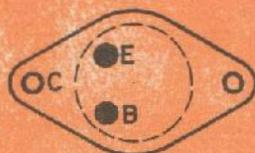


Fig. 64

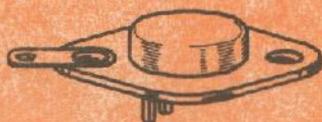


Fig. 63

## esquema teórico

El esquema teórico del montaje que vas a realizar es el de la figura 61. La pila de 4,5 voltios alimenta al micrófono, dando una corriente constante que se cierra a través del primario del transformador y micrófono. Al hablar ante éste, esta corriente se hace variable y queda amplificada por el transformador, obteniéndose entre los puntos A y B tensiones variables correspondientes a las variaciones sonoras. Los transistores van amplificando la señal eléctrica y la corriente amplificada del último transistor actúa sobre la bobina del altavoz, que convierte las variaciones eléctricas en acústicas.

## construcción mecánica

La figura 65 muestra el montaje mecánico. Sobre una tabla de madera de dimensiones aproximadas de 14 por 20 centímetros quedan perfectamente instalados todos los elementos. A dos hembrillas C y H, figura 65, a donde has de llevar las conexiones que te indica el esquema práctico, introduces las bananas de los dos hilos del altavoz.

Consideramos que, habiendo realizado las conexiones de las últimas experiencias realizadas siguiendo los esquemas prácticos, ya tendrás una cierta experiencia para que sin explicación previa de cómo has de montar los elementos puedas seguir fácilmente los sucesivos esquemas, sin necesidad de irte diciendo cómo has de unir por hilos de conexión los elementos eléctricos entre sí.

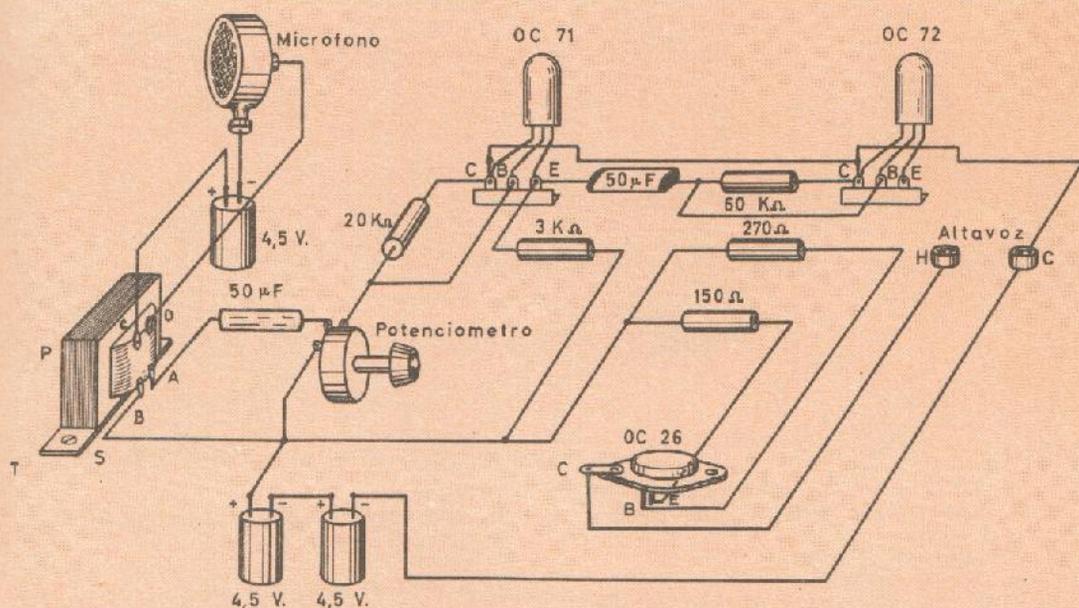
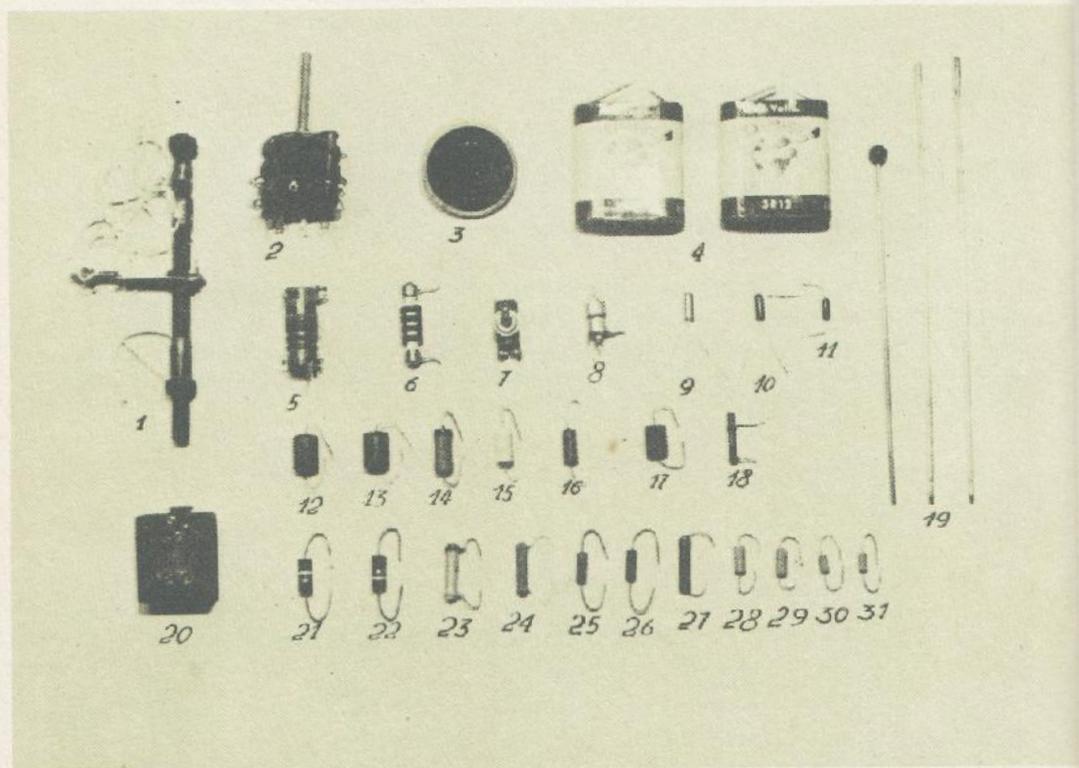


Fig. 65

# experiencia 8

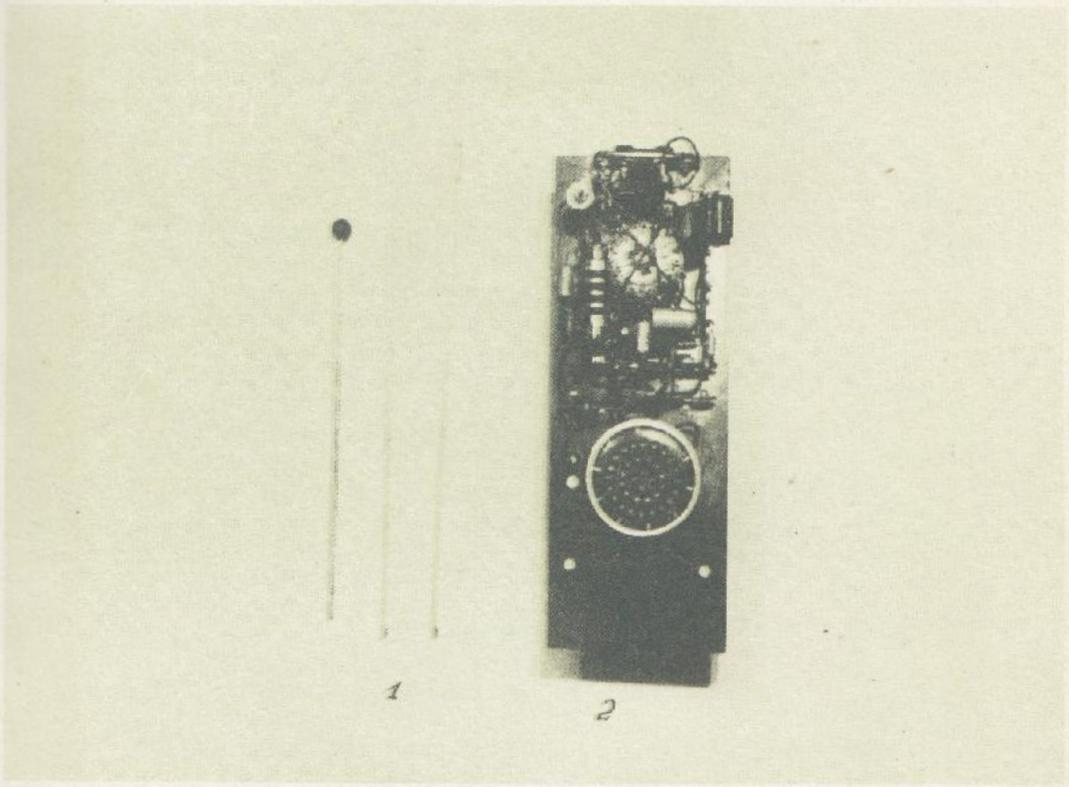
## elementos



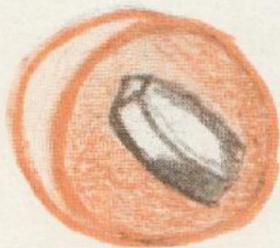
- 1 antena de ferrita con bobinas.
- 2 conmutador de siete circuitos, dos posiciones.
- 3 micrófono de carbón.
- 4 pilas de 4,5 voltios.
- 5 bobina de antena y sintonía (segundo montaje).
- 6 choque de radiofrecuencia.
- 7 interruptor.
- 8 condensador variable de 30 picofaradios.
- 9 transistor OC44.
- 10 transistor OC71.
- 11 detector de germanio OA81.
- 12-13 condensadores de 50.000 picofaradios.
- 14-15 condensadores electrolíticos de 10 microfaraudios.

- 16 condensador de 10.000 picofaradios.
- 17 condensador de 200 picofaradios.
- 18 condensador de 330 picofaradios.
- 19 varilla metálica para antena, de 1,5 metros de longitud.
- 20 transformador de relación 1/5.
- 21 resistencia de 47.000 ohmios.
- 22 resistencia de 27.000 ohmios.

- 23 resistencia de 1.000 ohmios.
- 24 resistencia de 1.000 ohmios.
- 25 resistencia de 27.000 ohmios.
- 26 resistencia de 27.000 ohmios.
- 27 resistencia de 4.700 ohmios.
- 28 resistencia de 4.700 ohmios.
- 29 resistencia de 100.000 ohmios.
- 30 resistencia de 100.000 ohmios.
- 31 resistencia de 100.000 ohmios.



1 antena de varilla.  
2 montaje realizado.



## experiencia 8

### construcción de un emisor-receptor (radioteléfono)

Este nuevo dispositivo experimental de alcance reducido sirve para hacer comunicaciones a distancias del orden de los cien metros. En el mismo montaje van un pequeño emisor y un reducido receptor que por sistema de conmutación entra en funcionamiento uno u otro. Dos personas con sendos aparatos pueden transmitirse su palabra perfectamente.

La relación de los elementos eléctricos precisos para este montaje son los siguientes:

- 1 micrófono de carbón.
- 1 transformador de relación 1/5.
- 1 conmutador de 7 circuitos, 2 posiciones.
- 1 condensador de 330 picofaradios (mica o cerámico).
- 1 condensador de 200 picofaradios (mica o cerámico).
- 1 condensador variable de 30 picofaradios (trimer de aire).
- 2 condensadores electrolíticos de 10 microfaradios (25 voltios).
- 1 condensador de 10.000 picofaradios (papel).
- 2 condensadores de 50.000 picofaradios (papel).
- 1 detector de germanio OA81.
- 1 choque de radiofrecuencia de 2,5 milihenrios.
- 2 pilas de 4,5 voltios, tipo petaca.
- 1 interruptor de bola.
- 1 resistencia de 47.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 27.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 100.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 4.700 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 1.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 27.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 100.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 4.700 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 1.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 27.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 resistencia de 100.000 ohmios,  $\frac{1}{2}$  watio.
- 1 transistor OC44.
- 1 transistor OC71.
- 1 varilla metálica para antena de 1,5 metros de longitud.



## bobinas de antena y sintonía

Dos procedimientos te indicamos para que tú te construyas esta parte del circuito. Puedes, por tanto, experimentar ambos sistemas.

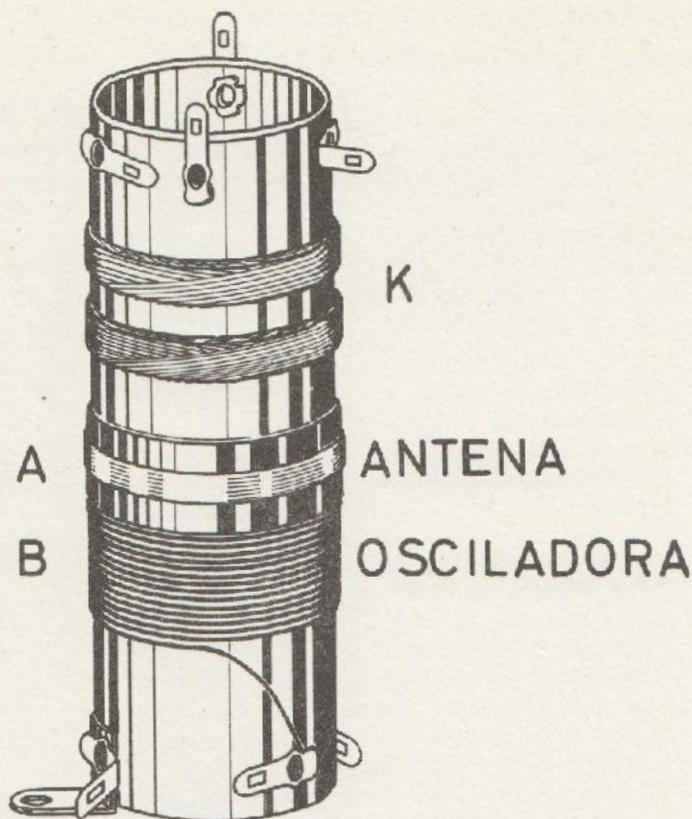


Fig 67

Primero.—En una barra de ferrita, de fácil adquisición en el comercio, has de introducir tres bobinas, cuya construcción es muy sencilla. Haces con un cartón fino tres cilindros de un diámetro un poco superior al de la barra de ferrita con el fin de que la puedas alojar en ella y forme un núcleo común a las tres bobinas. Sobre el primer cilindro arrollas 50 espiras (vueltas) de hilo de Litz (las características de este hilo es de siete fibras de 0.08 milímetros), dejando 8 ó 10 centímetros a cada

extremo de la bobina para que puedas soldar y cortar cómodamente. Para que las espiras queden fijas, cubres toda la bobina con papel transparente adhesivo. Esta es la bobina de antena. Con los otros dos cilindros que te quedan haces dos bobinas iguales de 30 espiras cada una, empleando el mismo procedimiento. Ambas son de sintonía, quedando una a continuación de otra en la barra de ferrita, teniendo que tener facilidad de desplazamiento, ya que al separarse más o menos varías su acoplamiento y por tanto buscas así un mejor punto de trabajo. La figura 66 te indica cómo ha de quedar el montaje de las tres bobinas. Es **MUY IMPORTANTE** que los arrollamientos de las bobinas sean **DEL MISMO SENTIDO**; es decir, si la primera bobina la has arrollado de derecha a izquierda, la otra bobina lo haces igual. De esta forma los campos magnéticos de cada una de las bobinas se suman. Caso contrario, al estar en oposición de fase se anularían y el sistema no funcionaría.

**Segundo.**—Compras una bobina osciladora de onda corta comúnmente empleada en todos los aparatos superheterodinos. En ella verás bobinas arrolladas al tubo de cartón baquelizado. Los extremos de cada bobina van soldados a unos terminales metálicos sujetos al tubo para conectar a cada uno de ellos los circuitos correspondientes. Figura 67. En la parte superior del tubo verás dos bobinas (K), que son las de onda media y que **NO UTILIZAS PARA NADA**. No has de hacer por tanto en ellas ninguna conexión. En la parte central del tubo verás otra bobina (A), cuyos extremos conectas, uno a la hembrilla de tierra y el otro a la hembrilla de antena. Esta es la bobina de **ANTENA**. En la parte inferior del tubo observarás otro arrollamiento (bobina), de hilo más grueso y desnudo, que vas a utilizar como bobina osciladora (B). Un extremo va al choque de radiofrecuencia y el otro a un terminal del conmutador. Esta bobina la cubres con una tira de papel de barba cuyos extremos pegas y sobre ésta arrollas *ocho* espiras de hilo de Litz, que cubres con papel adhesivo transparente con el fin de que quede fija. Esta es la bobina S del esquema de la figura 71, que de esta forma va acoplada a la anterior. Un extremo se une a un terminal del conmutador y el otro a la hembrilla de tierra.

## **el conmutador**

El objeto del conmutador es poner todos los circuitos en trabajo en el instante de emisión o recepción. Existen distintos tipos de conmutadores. El que se ha utilizado en el montaje está formado por dos galletas o segmentos fijos y uno más pequeño central accionado por un eje. En la galleta superior se han hecho las conexiones de los distintos circuitos a conmutar por la galleta central, que tiene unos contactos fijos y que al desplazarse en sus dos posiciones conmuta. La figura 68 nos muestra cómo es la galleta superior. En el montaje práctico indicaremos cómo hay que realizar las distintas conexiones utilizando este tipo de conmutador.

## **el transformador**

El transformador de relación 1/5 es el mismo que has empleado en anteriores

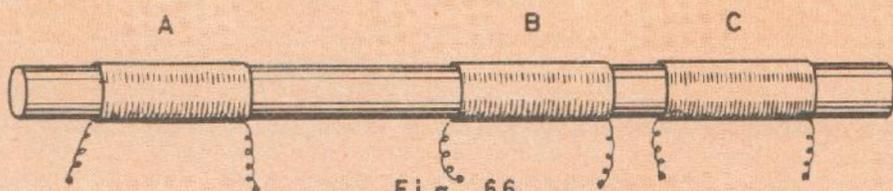
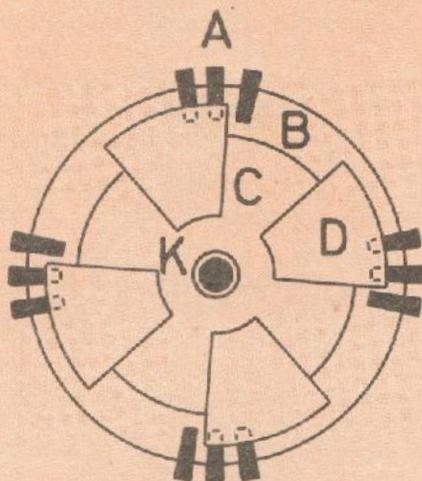
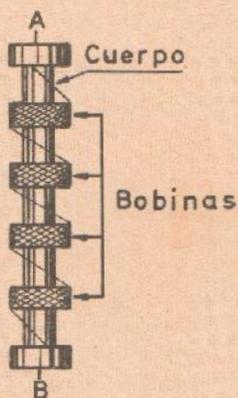


Fig. 66



- A = Terminales
- B = Galleta fija
- C = Galleta móvil
- D = Placas de conmutación
- K = Eje

Fig. 68



A y B-Cábezas metálicas de conexión.

Fig. 69

experiencias utilizándolo como REDUCTOR DE TENSION; es decir, PRIMARIO como SECUNDARIO y SECUNDARIO como PRIMARIO. El número de espiras del primario es mayor que el del secundario. El objeto de esta inversión es porque interesa atacar con la mayor corriente variable del micrófono al transistor OC71 destinado a amplificar.

## el choque de radiofrecuencia

Es una bobina de varios arrollamientos en serie de una forma de devanado, llamado duolateral, muy empleado para las ondas cortas, las cuales van sobre un cuerpo cilíndrico de material aislante, que origina la menor cantidad de pérdidas posibles, pudiendo ser vidrio, filita, poliestireno, etc. La empleada en este ejercicio tiene cuatro arrollamientos, figura 69, y es corriente y de fácil adquisición en el mercado. Su misión quedará explicada cuando desarrollemos el aspecto teórico del esquema.

## esquema teórico

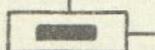
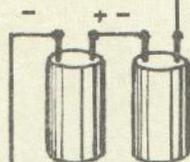
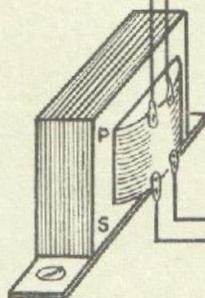
En la figura 70 tienes representado el esquema teórico del emisor-receptor. El conmutador de dos posiciones y siete circuitos hace, como ya se ha indicado, que trabaje el sistema como emisor o receptor. En el esquema veis dos puntos señalados con las letras E y R, y una flecha central que indica la posición movable de la galleta del conmutador al deslizar en uno u otro sentido su eje central. En la posición *emisión* (E), todas las flechas del esquema imaginad que se han puesto en contacto con los puntos (E), y en la posición de *recepción*, con los puntos (R). Vamos a estudiarlo en ambos casos.

## emisión

Funcionamiento de los circuitos para emitir considerando las flechas del conmutador puestas en la posición E.

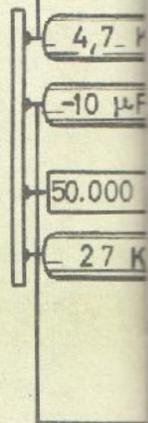
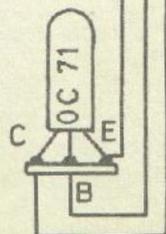
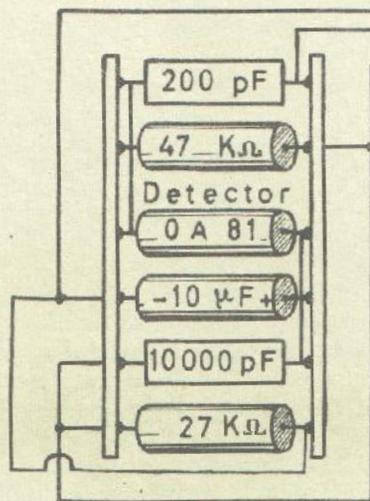
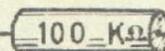
El transistor OC44 funciona como oscilador de radiofrecuencia. En su circuito del COLECTOR (C) hay una bobina (B), con un condensador de 330 pf., que constituye un circuito oscilante. El EMISOR (E) del transistor va unido a un extremo de la bobina (C). El otro extremo está conectado a tierra. Por efecto del acoplo entre las bobinas B y C, se mantienen unas oscilaciones de alta frecuencia constantes. Las variaciones de la corriente BASE-EMISOR dan lugar a variaciones de la corriente del COLECTOR, que al circular por B, e inducir en C, entretienen las oscilaciones. La resistencia de 1.000 ohmios y el condensador de 50.000 pf., en el circuito del EMISOR, del transistor OC44, tiene por objeto hacer estables las oscilaciones. El potencial de la BASE del transistor viene dado por la batería de 9 voltios a través de las resistencias de 100.000 ohmios. El condensador variable de 30 pf., que está en paralelo con el 330 pf., formando con la bobina B el circuito oscilante, tiene por objeto variar manualmente la frecuencia de oscilación en el caso de estarse emitiendo en una zona de frecuencias donde exista la

Microfono

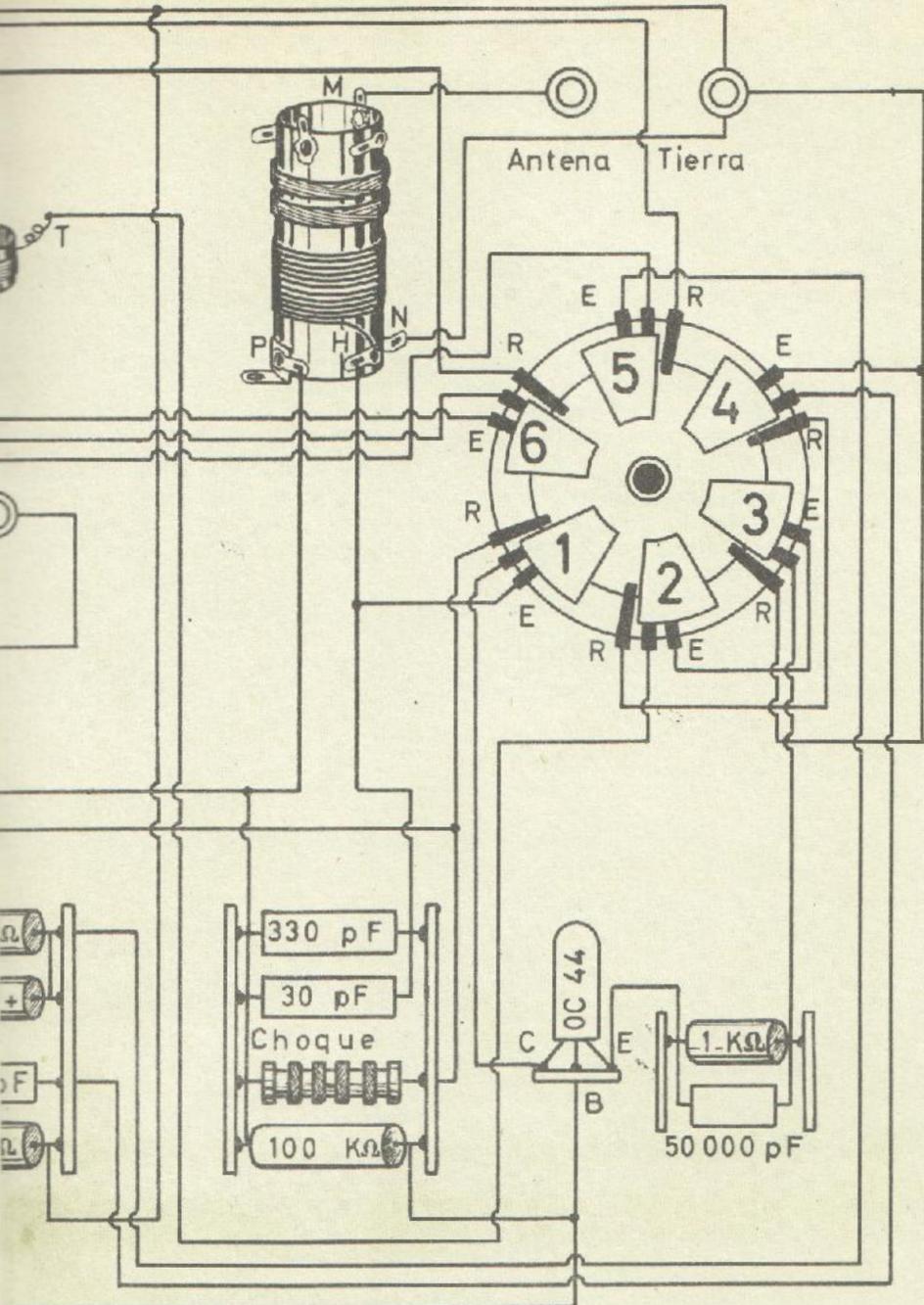


Interruptor

Fonos



P-H = Terminales bobina OSCILADORA  
M-N = Terminales bobina ANTENA



S Bobina construida de HILO DE LITZ  
superpuesta sobre la OSCILADORA

Fig. 71

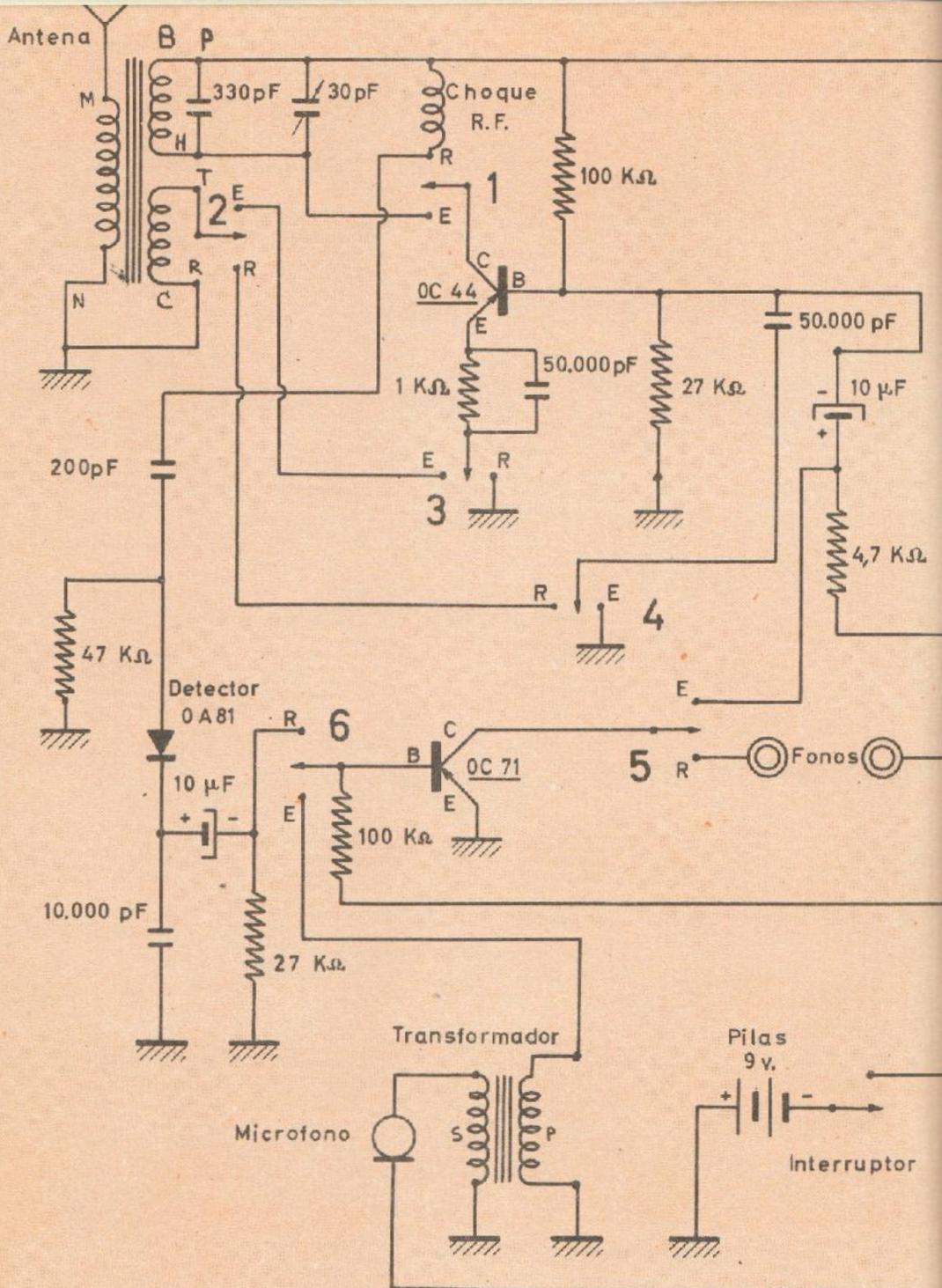


Fig. 70

interferencia de alguna estación. La otra persona alejada que porte el otro radioteléfono en la posición de RECEPCION indicará al pasar a EMISION si en su receptor hay interferencia y en este caso ambos han de retocar el condensador variable de 30 picofaradios.

La oscilación de radiofrecuencia mantenida por las bobinas B y C pasa por efecto de acoplamiento a la bobina de antena A, y a través de la varilla metálica de 1,5 metros se radia al espacio. Ahora que hemos producido la señal portadora de radiofrecuencia, tenemos que modularla con el fin de que nuestra palabra ante el micrófono sea llevada por ella hasta el receptor del otro radioteléfono.

Al hablar ante el micrófono, sabes ya que las variaciones acústicas se convierten en eléctricas. El transformador hace que estas corrientes sean de más intensidad y a través de él se ataca al transistor OC71. Su BASE recibe corrientes de baja frecuencia, el cual las amplifica, y tomadas por su circuito COLECTOR, por medio de la resistencia de 4.700 ohmios y el condensador electrolítico de 10 microfaradios, hacen variar la tensión de la BASE del transistor OC44, quedando así modulada la radiofrecuencia al ritmo de la baja frecuencia que se ha producido ante el micrófono. La BASE del transistor OC71 está polarizada (tensión de la base) por la batería de 9 voltios a través de la resistencia de 100.000 ohmios.

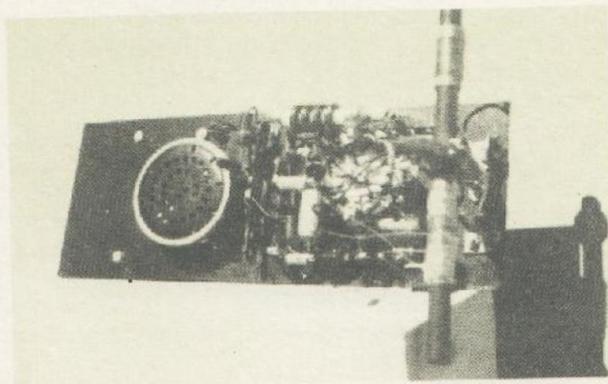
Importante: Una vez comprobado que no ha habido error en las conexiones, si al acercarlo a tu aparato receptor de radio puesto en la banda de *onda corta* no oyes en él señal alguna, procede a invertir los hilos de la bobina C, llevando el de tierra al extremo superior de la bobina, y el que va a la flecha al extremo inferior. Los símbolos de «tierra» indican eléctricamente el mismo punto; por tanto, deberán unirse con hilo de conexión.

## recepción

Sigamos ahora el esquema con la posición de las flechas sobre R (recepción). Las señales de radiofrecuencia modulada que produce el transmisor del radioteléfono, que lleva la persona con la cual vas a comunicar, llegan a la antena (A). En virtud del acoplo entre las bobinas A y C, tenemos señal de esta radiofrecuencia a través del condensador de 50.000 picofaradios, atacando a la BASE del transistor OC44, que trabaja ahora como amplificador de esta radiofrecuencia, que tomada por el COLECTOR se tiene en los extremos del CHOQUE DE R.F., y que por el condensador de 200 picofaradios se manda al detector OA81. La bobina B no actúa para nada en la recepción. El detector convierte las señales de radiofrecuencia en baja frecuencia y por el condensador electrolítico de 10 microfaradios se ataca a la BASE del transistor OC71, el cual trabaja como amplificador de la señal ya convertida en audible. En su circuito COLECTOR están instalados los teléfonos para la recepción. Las resistencias de 47.000 ohmios, 27.000 ohmios y el condensador de 10.000 picofaradios son elementos eléctricos de fuga o desacoplo, para conseguir un perfecto funcionamiento del sistema, al derivar a masa corrientes de frecuencias no deseadas.

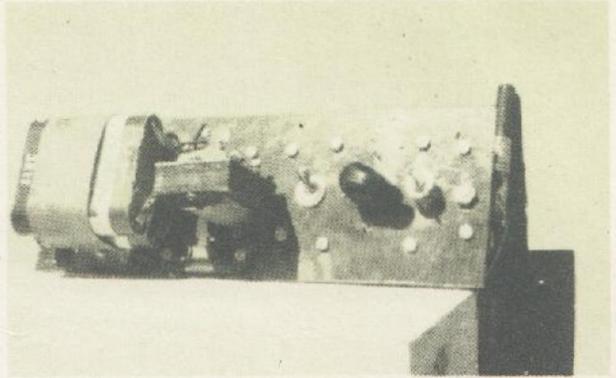
El interruptor, en el circuito de las pilas, tiene por objeto ponerlas en funcionamiento en el momento de trabajo, tanto en EMISION como en RECEPCION.

Una vez realizado el radioteléfono, se puede probar su emisor sintonizando cualquier receptor corriente de casa en onda corta. Variando lentamente el mando de la aguja del dial del receptor, se captará la palabra emitida.

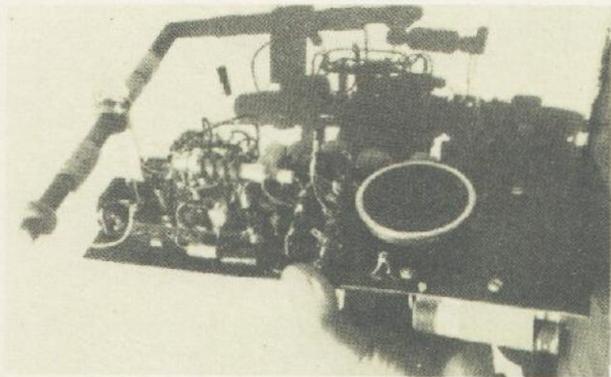


## **construcción mecánica**

En el esquema de la figura 71 está representado el conjunto de elementos que integran el radioteléfono, con las distintas conexiones entre ellos realizadas. El conmutador representado tiene seis secciones, que han sido numeradas en el esquema. Esta numeración viene señalada a su vez en el esquema teórico de la figura 70. Como ves, la galleta central tiene sus secciones metálicas conmutando en la posición EMISION. Si cambiásemos de posición, las secciones tocarían con los terminales R (recepción) y el terminal central, quedando en condiciones de recibir. La bobina S que aparece en el esquema práctico como ya se ha indicado anteriormente, va después de hecha superpuesta sobre la bobina de espiras gruesas (osciladora). Se ha dispuesto así en el esquema para evitar dificultades en el dibujo y lograr una mayor comprensión.

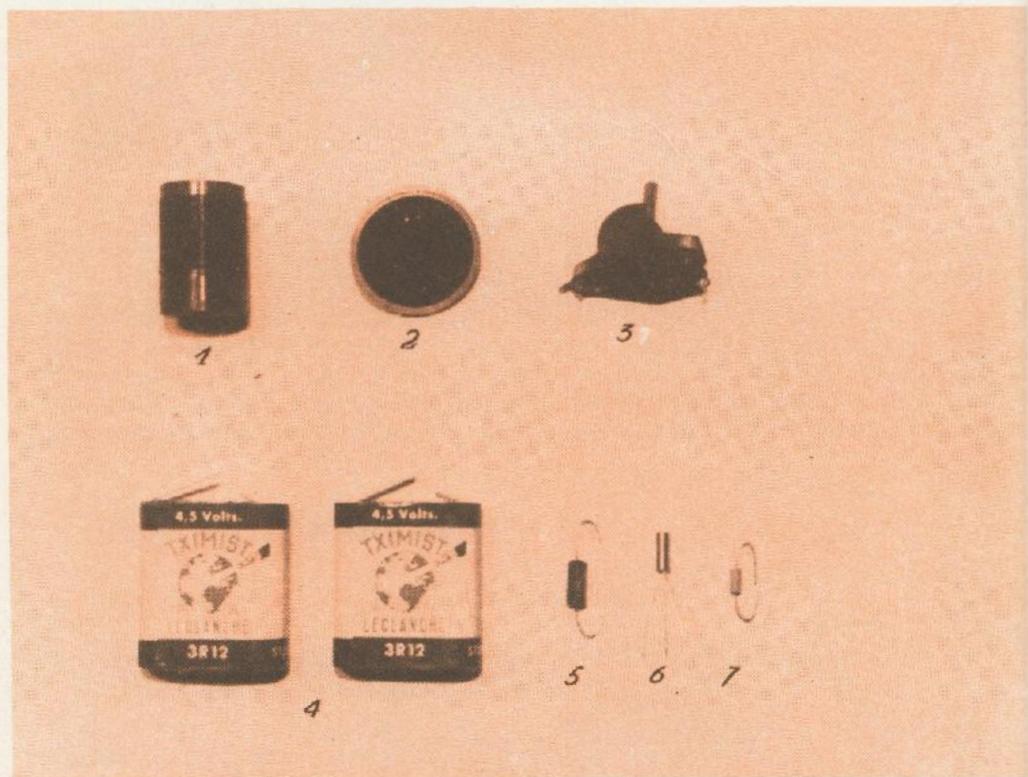


Sobre una placa de madera o baquelita de dimensiones 20 por 6 centímetros aproximadamente puede quedar perfectamente montado el radioteléfono. Las dos pilas de 4,5 voltios y el transformador, que ocupan más sitio, se fijan en la parte trasera de la tabla y en la frontal los demás elementos. Por las tres fotografías del radioteléfono podéis apreciar claramente cómo quedan dispuestos todos los elementos



# experiencia 9

## elementos



- 1 bobina.
- 2 micrófono de carbón.
- 3 condensador variable.
- 4 pilas de 4,5 voltios.

- 5 condensador de 5.000 picofaradios.
- 6 transistor OC44.
- 7 resistencia de 120.000 ohmios.

## experiencia 9

### construcción de un emisor de onda media con un transistor

Este sencillo emisor, representado por la figura 72, permite transmitir vuestra palabra a distancia y ser captada por un receptor corriente en la banda de onda media. La frecuencia de la emisión en esta banda es variable mediante el condensador que lleva el circuito de la bobina osciladora. Si al emitir estáis sobre cualquier estación, y la recepción sale perturbada, moviendo el mando del condensador os apartáis hasta un punto donde la recepción sea correcta.

La bobina que se ha de emplear es la misma que la construida en la experiencia primera, UTILIZANDO SOLO EL ARROLLAMIENTO DE MAS ESPIRAS. El otro arrollamiento de menos espiras de la bobina NO SE USA PARA NADA.

Sobre la bobina utilizada se cuentan, empezando por la parte inferior, 15 espiras; raspáis con una navaja un poco de la número quince, lo suficiente para soldar el extremo de un hilo de conexión que se ha de llevar al micrófono. La otra conexión de éste se hace al polo negativo de la batería de 9 voltios, conseguida por dos pilas en serie de 4,5 voltios. Los dos terminales de la bobina empleada van conectados al condensador variable, que es el mismo que se ha utilizado en la experiencia primera, de capacidad 500 picofaradios.

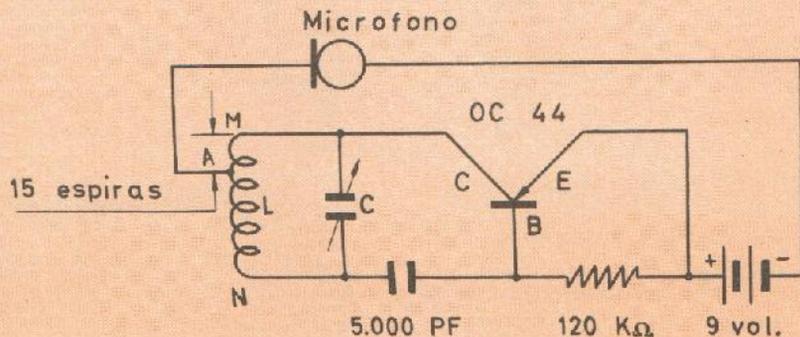
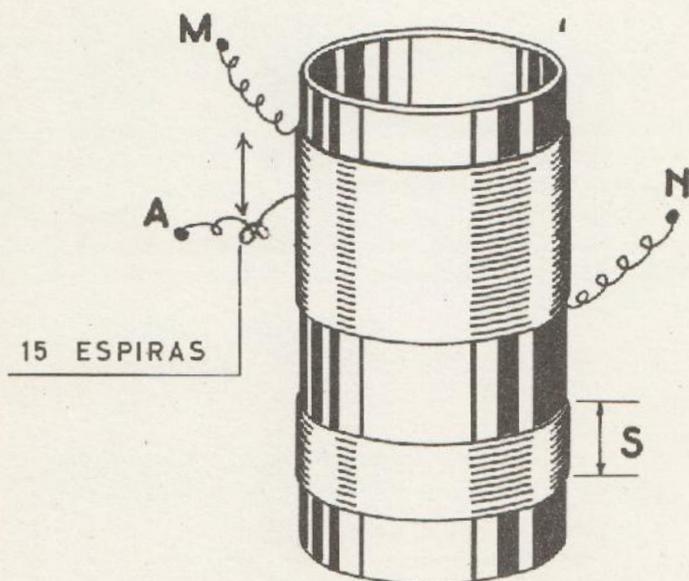


Fig. 72

La figura 73 muestra la bobina empleada, con las conexiones correspondientes.  
Por el esquema ves que los elementos eléctricos precisos para este ejercicio son los siguientes:

- 1 bobina.
- 1 micrófono de carbón.
- 1 condensador variable de 500 picofaradios.
- 1 condensador fijo de 5.000 picofaradios.
- 1 resistencia de 120.000 ohmios.
- 2 pilas de 4,5 voltios.
- 1 transistor OC44.



A = CONEXION AL MICROFONO  
M-N=CONEXIONES CONDENSADOR  
VARIABLE

S = BOBINA NO UTILIZADA

Fig. 73

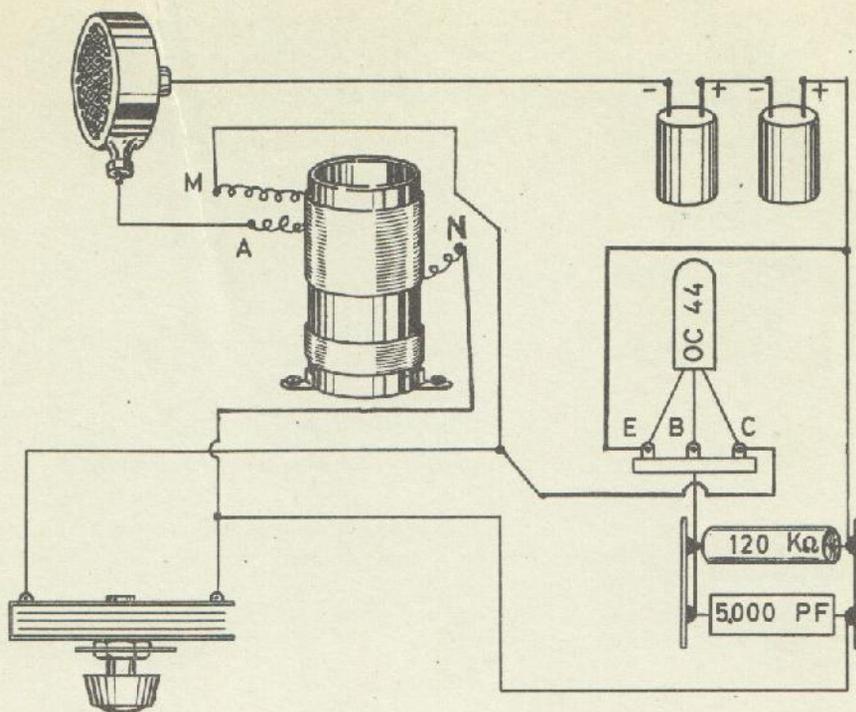
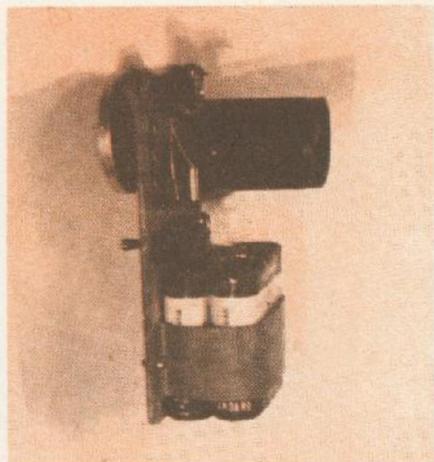


Fig. 74

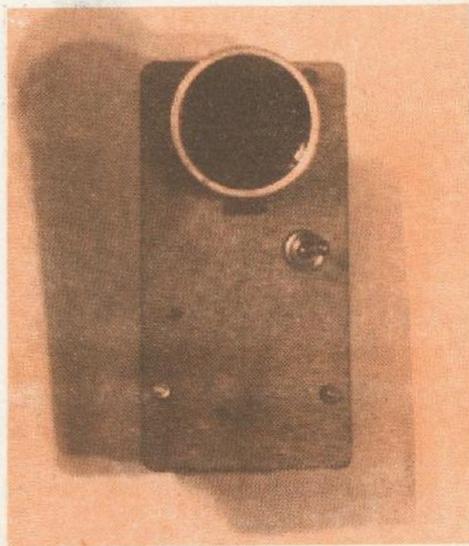
## esquema teórico

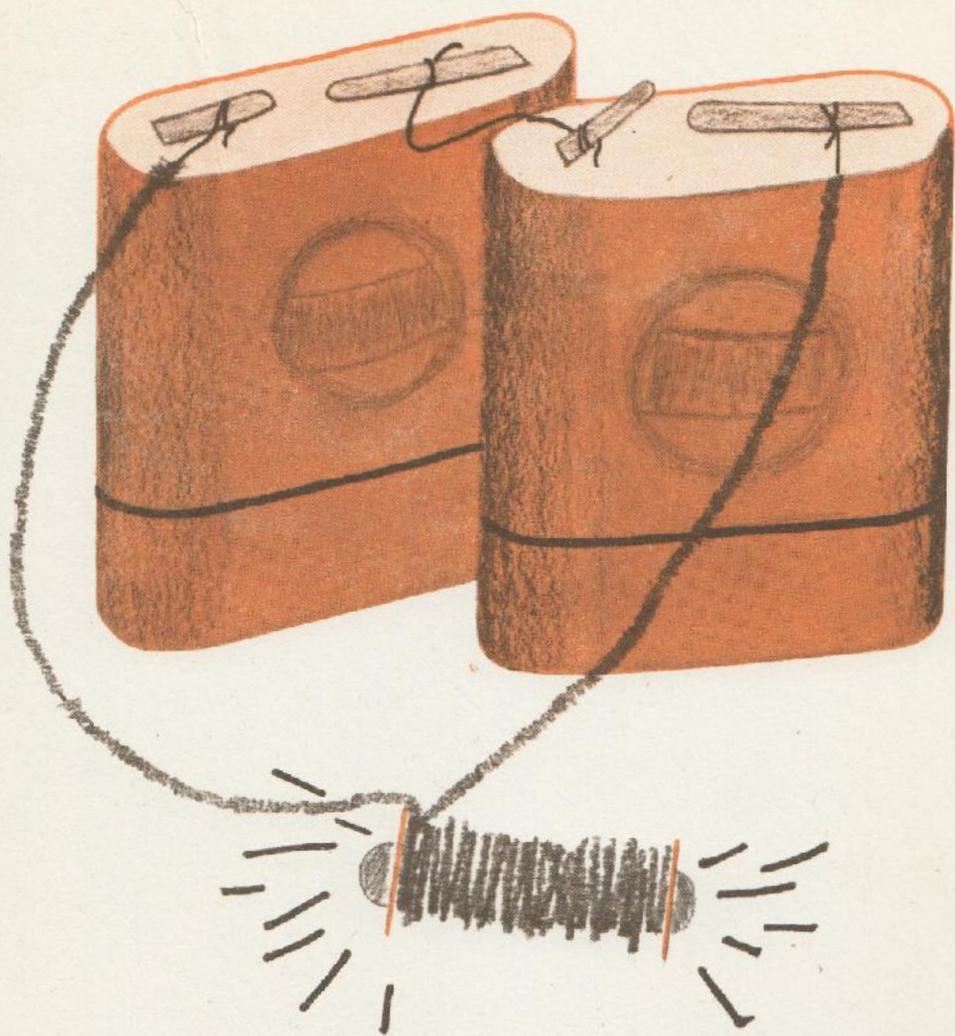
Como ya se ha indicado, la figura 72 representa el esquema teórico de la experiencia a realizar. El transistor OC44 mantiene las oscilaciones del circuito oscilante L C, cuya radiofrecuencia queda modulada por las señales de baja frecuencia producidas por el micrófono. La batería de 9 voltios alimenta al micrófono de carbón y polariza al transistor. La misión de la resistencia de 120.000 ohmios es limitar la corriente del transistor. El condensador de 5.000 picofaradios sirve de acoplo entre el circuito oscilante y el transistor.

## esquema práctico



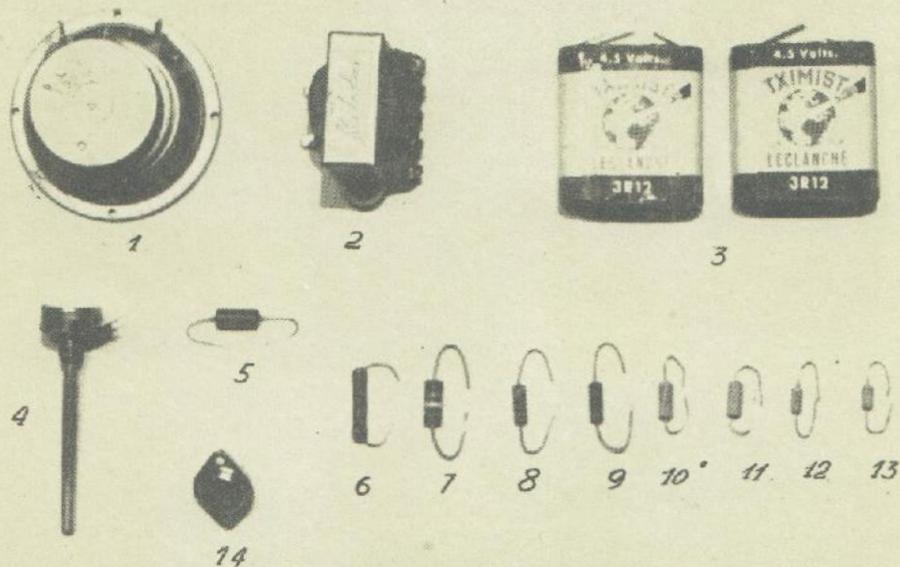
La figura 74 te indica cómo has de conectar los distintos elementos del montaje práctico, que como ves es en extremo muy sencillo y no requiere ninguna explicación aclaratoria. Procura hacer la instalación sobre una tablita de muy reducidas dimensiones, con el fin de que puedas fácilmente manejarlo, y la figura 74 bis te da idea clara de su montaje





# experiencia 10

## elementos



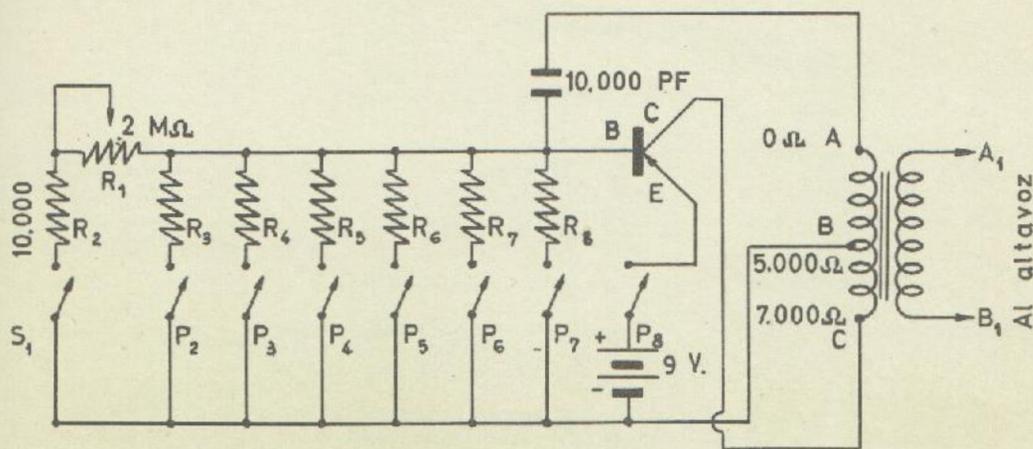
- 1 altavoz electrodinámico (sirve el de la experiencia 7).
- 2 transformador de altavoz de 0-5.000-7.000 ohmios.
- 3 pilas de 4,5 voltios.
- 4 potenciómetro de 2 mega-ohmios.
- 5 condensador de 10.000 picofaradios.
- 6 resistencia de 150.000 ohmios.
- 7 resistencia de 10.000 ohmios.

- 8 resistencia de 160.000 ohmios.
- 9 resistencia de 200.000 ohmios.
- 10 resistencia de 270.000 ohmios.
- 11 resistencia de 300.000 ohmios.
- 12 resistencia de 220.000 ohmios.
- 13 resistencia de 350.000 ohmios.
- 14 transistor OC26.
- 15 pulsador.

## experiencia 10

### construcción de un órgano electrónico con un transistor

El esquema de la figura 75 representa un órgano electrónico de muy sencilla construcción, cuyos distintos tonos musicales se obtienen utilizando resistencias y el transistor OC26 funcionando como oscilador. Las flechas en el esquema, señaladas  $P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$ , son pulsadores.  $S_1$  es un interruptor general. Al pulsar permanentemente el  $P_8$ , el oscilador entra en función, ya que éste queda conectado al terminal positivo de la batería, y el COLECTOR se une a través de una mitad del devanado primario del transformador al terminal negativo de la batería. La señal necesaria de realimentación se obtiene de la otra mitad del primario del transformador, que va acoplada por medio del condensador C a la BASE del transistor. Por las resistencias  $R_3$  a  $R_8$  circula la corriente de retorno a la BASE del transistor cuando se conecta alguna de ellas al oprimir sus correspondientes pulsadores, y al intercalar a voluntad estas distintas resistencias se producen variaciones de corriente en el oscilador, obteniéndose distintas frecuencias de oscilación, que corresponden



$A_1-B_1$  = Conexiones secundario altavoz

$S_1$  = Interruptor general

Fig. 75

a distintos tonos musicales. La resistencia señalada en el esquema por  $R_1$ , es un potenciómetro de valor  $2\text{ M}\Omega$  (dos millones de ohmios), que lleva en serie una resistencia  $R_2$  de  $10.000$  ohmios. Por medio de este potenciómetro se varía a voluntad la frecuencia base de oscilación del sistema, teniendo siempre pulsado  $P_8$  y el interruptor general  $S_1$ . Una vez obtenida, al apretar los pulsadores se obtienen los distintos tonos musicales. Para hacer sonar una nota determinada, se oprimen los pulsadores del tono que se quiere de  $P_3$  a  $P_7$  y el de alimentación  $P_8$ , simultáneamente. Se mantienen oprimidos durante todo el tiempo de duración de la nota y se sueltan luego al mismo tiempo cuando se quiere que deje de sonar la nota conseguida.

Si se oprimen a la vez dos o más de los pulsadores de tono  $P_2$  a  $P_7$ , se pueden lograr distintos efectos de tonos.

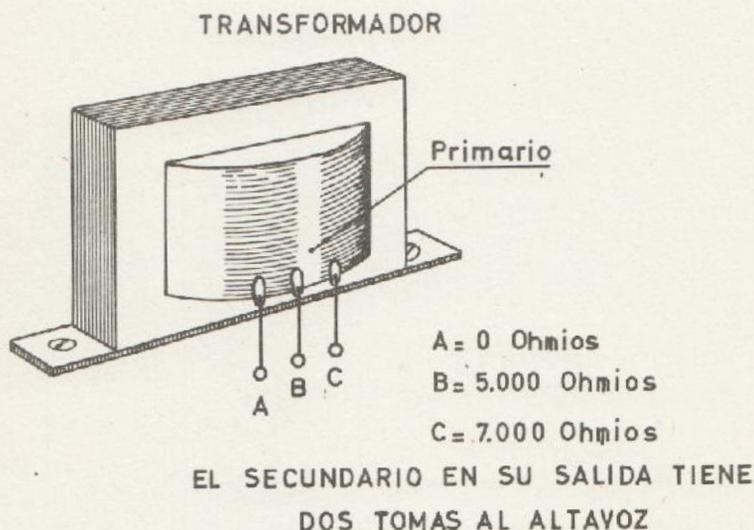
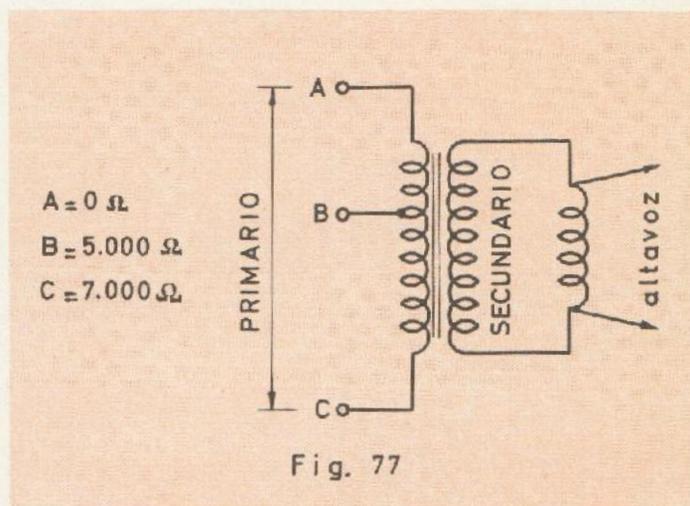


Fig. 76

## elementos eléctricos precisos para la construcción

- 1 transistor OC26.
- 1 resistencia de 150.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 160.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 200.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 220.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 270.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 300.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 350.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 resistencia de 10.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 potenciómetro de 2 M $\Omega$  (dos millones de ohmios).
- 1 transformador de altavoz (impedancia primario 0-5.000-7.000 ohmios).
- 1 condensador de 10.000 picofaradios, dieléctrico papel.
- 2 pilas de 4,5 voltios, tipo petaca.
- 1 altavoz electrodinámico de 4, 5 ó 6 pulgadas.
- 1 interruptor de bola (sirve el marcado con el núm. 6 de la experiencia 6.<sup>a</sup>).
- 7 pulsadores tamaño reducido del tipo usado en timbres eléctricos.



### el altavoz

El altavoz empleado para este ejercicio es el mismo que se ha utilizado en la experiencia número 7.

## el transformador

El montaje práctico está indicado por la figura 78, que puede ser realizado en muy reducidas dimensiones. Los pulsadores conviene sean muy suaves en sus contactos, con el fin de que en su manipulación para conseguir las notas deseadas no exista dificultad al ser extremadamente duros. Estos pulsadores puedes tú fabricarlos de una forma sencilla, en vez de adquirir los clásicos que expende el mercado, utilizando el mismo sistema que has empleado para la construcción del manipulador de la experiencia quinta. Tienes que hacer, por tanto, ocho *pequeños* manipuladores de ese mismo tipo.

CONEXION AL ALTAVOZ

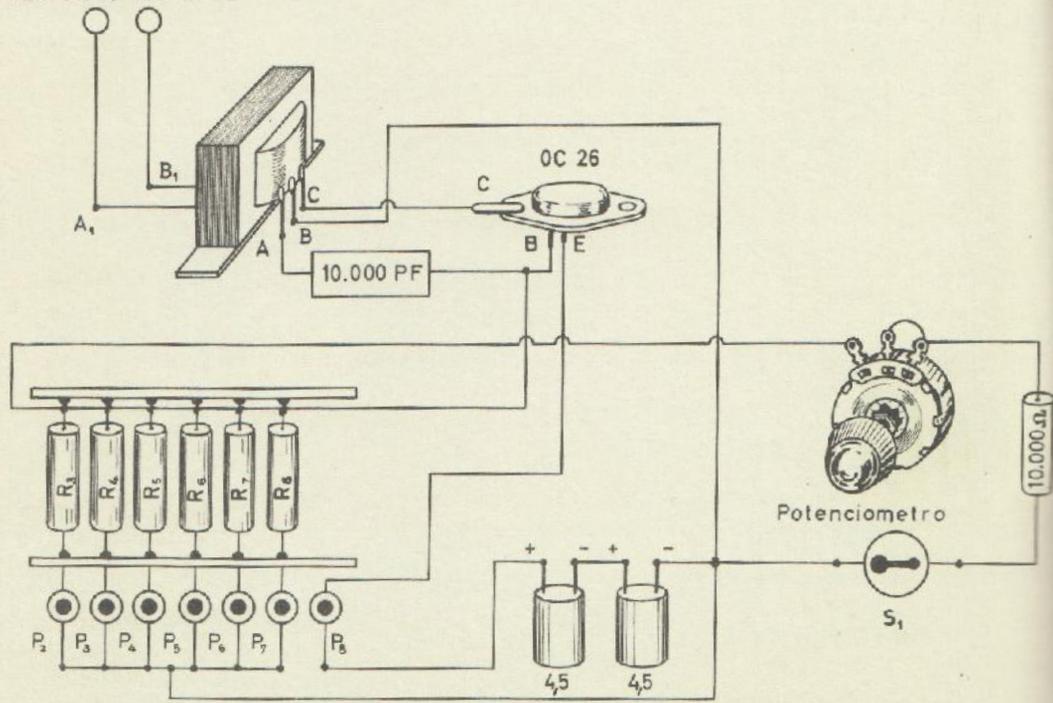
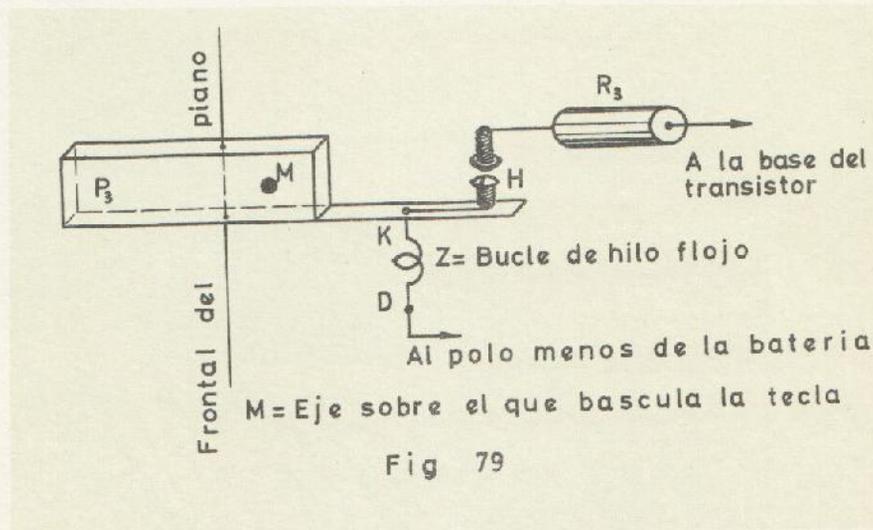


Fig. 78

## esquema práctico

El transformador utilizado es el usado en los altavoces electrodinámicos, de muy fácil adquisición en el mercado. Este lleva tres puntos de conexión en el primario, como indica la figura 76. El primer punto (A), a cero ohmios, el segundo (B), a 5.000 ohmios, y el tercero (C), a 7.000 ohmios. En el secundario lleva dos tomas para conectar al altavoz. Tanto las tomas de conexión del primario como del secundario están claramente a la vista en el transformador que adquirirás y no tiene dificultad alguna hallartas. La figura 77 te indica cómo es el esquema teórico de este tipo de transformador.



Si dispones de un piano de juguete, quitas las cuerdas vibrantes, y en su interior haces la instalación eléctrica. Las teclas en estos tipos de pianos tienen una articulación sencilla y balancean sobre un eje (M en la fig. 79), y unido al extremo de ella llevan una tira de madera, que hace de mazo y cuyo extremo golpea la cuerda para hacerla vibrar. En este extremo sujetas un tornillo, y su cabeza al pulsar la tecla hace contacto con la de otro tornillo, que va al extremo de la resistencia correspondiente. Los puntos K, D, de la figura 79, uno fijo al extremo de la tecla (K) y el otro (D) a un tornillo, es conveniente que no vayan unidos por un hilo rígido. Para ello se hace un pequeño bucle con el fin de darle elasticidad. Sobre

una tira rectangular de madera, figura 80, que ajusta en el interior del piano, pueden ir colocadas las resistencias, conectadas a unos tornillos, cuyas cabezas hacen contacto con las de las teclas, figura 79.

El altavoz, por no caber dentro dado su tamaño, se saca fuera, colocándose a una cierta distancia, e introducido a ser posible en una caja de madera, con el fin de obtener por resonancia una mayor pureza en la nota pulsada.

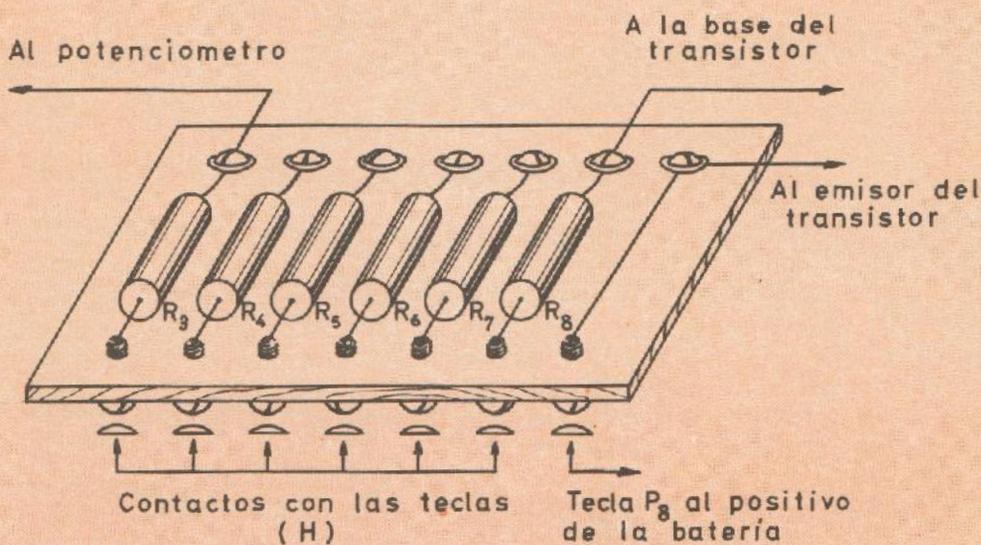
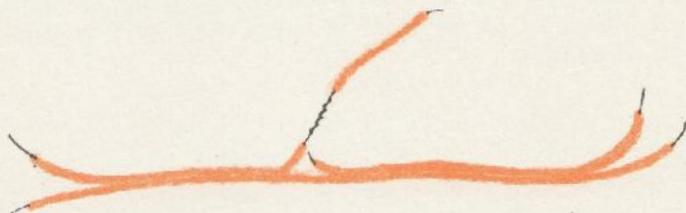
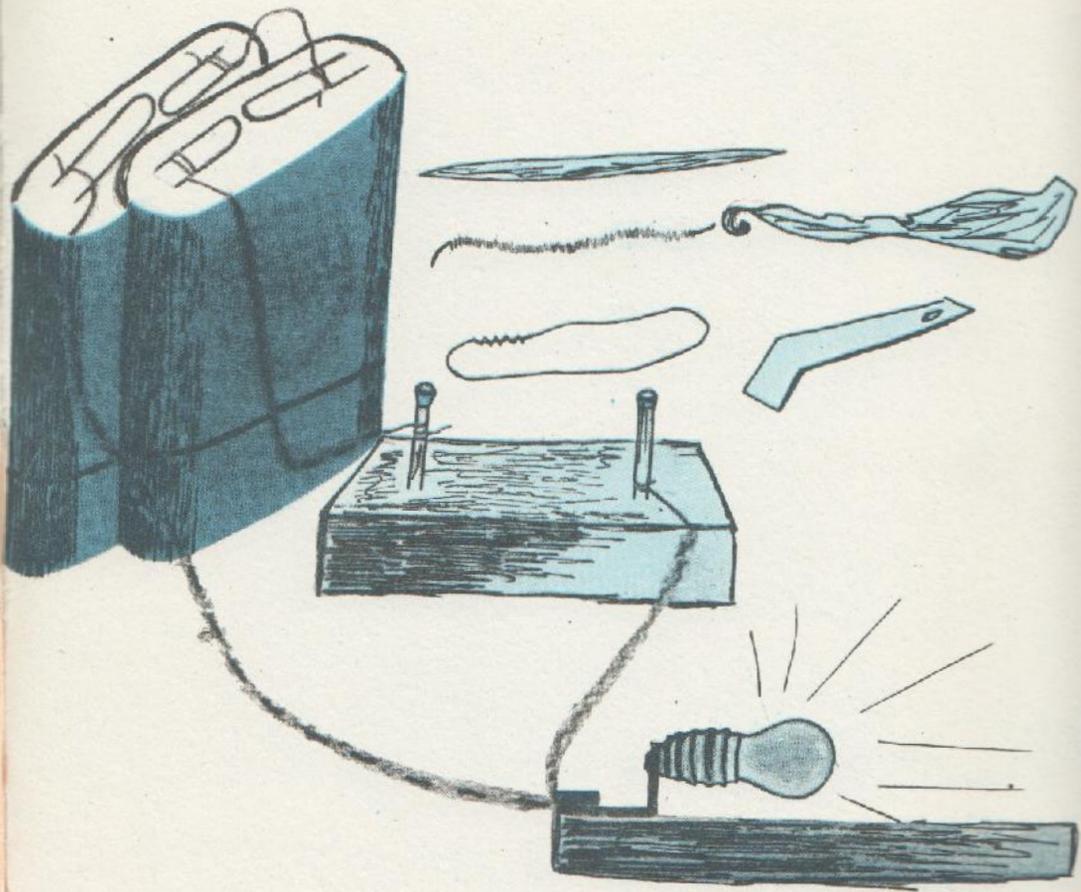
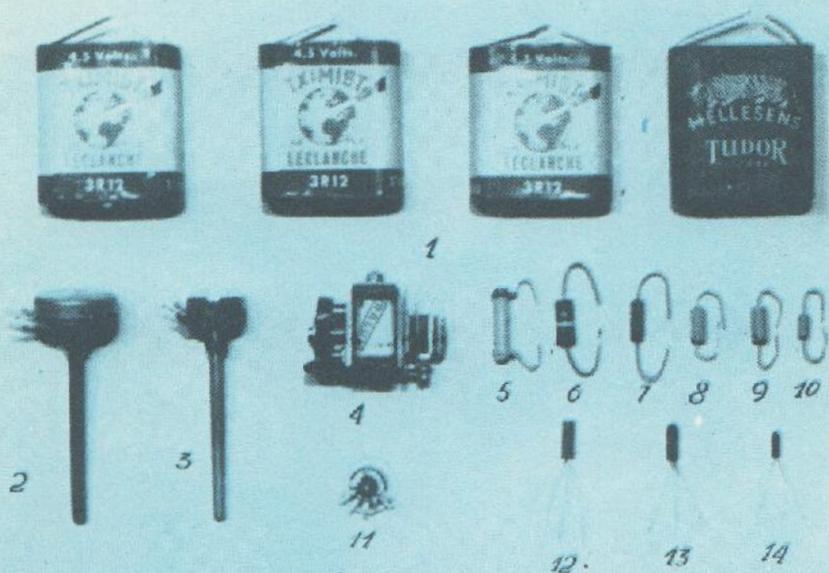


Fig. 80



# experiencia 11

## elementos



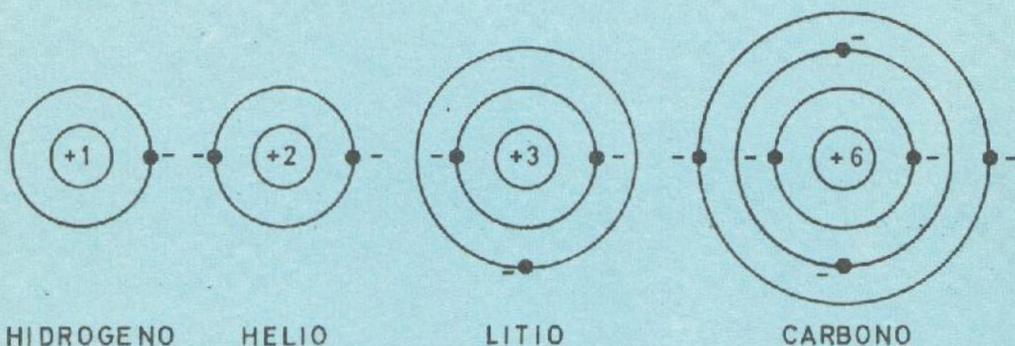
- 1 pilas de 4,5 voltios.
- 2 potenciómetro de 1.000 ohmios.
- 3 potenciómetro de 500.000 ohmios.
- 4 relé RCI marca Ralux o similar.
- 5 resistencia de 150 ohmios.
- 6 resistencia de 60.000 ohmios.
- 7 resistencia de 4.000 ohmios.

- 8 resistencia de 10.000 ohmios.
- 9 resistencia de 47.000 ohmios.
- 10 resistencia de 250.000 ohmios.
- 11 potenciómetro de 10.000 ohmios.
- 12 transistor OC44.
- 13 transistor OC71.
- 14 fotodiodo OAP 12.

# experiencia 11

## montajes con fotodiodos y transistores

Aprovechando las propiedades del fotodiodo, se puede accionar un relé y éste actúa sobre otros sistemas eléctricos según convenga, ya que por efecto de luz o carencia de ella se puede hacer la conmutación de cualquier circuito eléctrico, siendo las aplicaciones muy variadas.



Eig. 81

### el fotodiodo

Los cristales de germanio tienen una estructura propia que hace que al incidir sobre ellos un haz luminoso origine una variación en su disposición interna debido a que un fotón que tiene gran energía desprende uno de sus electrones que al quedar en libertad se desplaza. Por la teoría atómica se sabe que cada átomo está constituido por un núcleo central de masa positiva, y a su alrededor un conjunto de electrones (carga negativa), rodeándolo en forma de órbita como un minúsculo sistema solar en el núcleo central: es el sol y los electrones los planetas. Existen otros

electrones libres no sujetos a órbitas que al desplazarse de átomo a átomo constituyen el flujo electrónico y que caracterizan la mayor o menor conductividad de los cuerpos. El oro, la plata, el cobre, son cuerpos metálicos entre cuyos átomos hay gran cantidad de electrones libres que se desplazan, orientándose cuando se aplica en los extremos de estos conductores una diferencia de potencial, dando lugar al flujo electrónico o corriente eléctrica. Cada átomo de cada cuerpo simple conocido tiene un número de electrones fijos en su órbita (niveles de energía). Así, el hidrógeno tiene uno, el helio dos, litio tres, carbono seis, etc., como queda ilustrado en la figura 81. Mientras que un electrón permanezca en su órbita propia no absorbe ni radia energía alguna. Y cuando un electrón se desplaza de una a otra órbita se produce una radiación que consiste en la emisión de un fotón, cuya energía equivale a la diferencia entre los correspondientes a cada nivel. Si el desplazamiento se efectúa de un nivel inferior a otro superior se produce la absorción de dicha energía.

La luz, al incidir sobre el germanio, produce por tanto un desplazamiento electrónico o corriente muy débil, pero capaz de gobernar el funcionamiento de un transistor amplificador.

El fotodiodo está esencialmente constituido por un tubo de cobre o latón conteniendo en una extremidad un disco de germanio puro situado detrás de una pequeña lente fija en la otra extremidad del tubo. El conjunto está revestido de una materia insensible a las radiaciones del espectro luminoso. El disco de germanio tiene una oquedad en una de sus caras, en cuyo centro se apoya un electrodo colector formado por un hilo de bronce fosforoso que queda unido a una patilla metálica que sobresale por la parte posterior, figura 82. Al absorber luz el cristal de germanio se produce una corriente fotoeléctrica. Montando el fotodiodo en serie con una resistencia de carga y una batería, figura 82, la corriente producida es proporcional a la intensidad luminosa, siendo mucho mayor cuando se concentra el haz luminoso sobre la célula con una lente.

## el relé

Es un aparato eléctrico fundado en un principio electromagnético. Al pasar la corriente eléctrica por su bobinado produce un campo magnético que atrae una armadura y facilita el contacto de unos terminales. Intercalado en un circuito, cuando la corriente eléctrica circula por él, según se conecten los terminales en los que hace contacto la armadura, se puede hacer la apertura y cierre de un circuito eléctrico. Los hay de una gran sensibilidad. Algunos responden a corrientes del orden de los microamperios (millonésimas de amperios). El usado en estos montajes actúa con corrientes de milésimas de amperio, con un bobinado de 3.000 ohmios y de brusca ruptura, siendo la capacidad de sus contactos de 3 amperios a 220 voltios, figura 83.

El ajuste del relé se efectúa aflojando un tornillo que lleva en la parte posterior y que hace resbalar un imán permanente P, figura 83, que actúa sobre la armadura M. Los extremos A, B y C se conectan al circuito sobre el que se le hace trabajar. Los terminales K y L son los de entrada al relé, y se los conoce rápi-

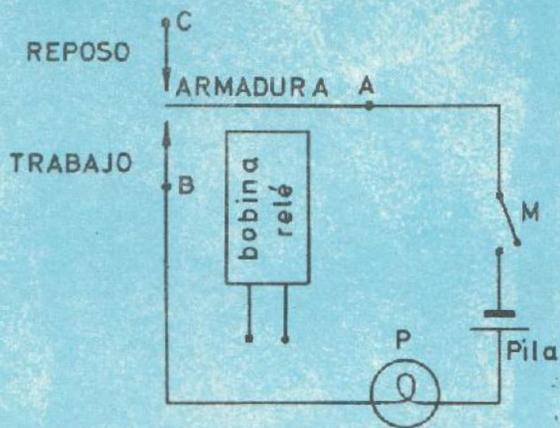


Fig. 83

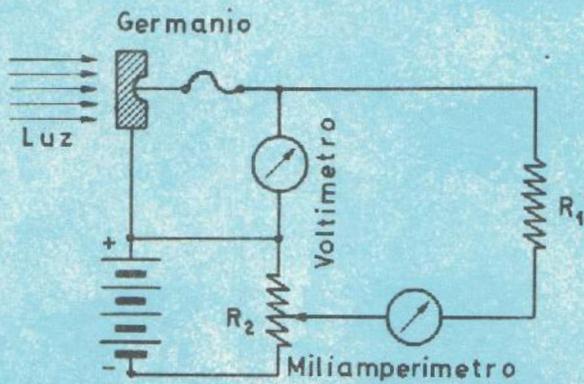


Fig. 82

damente por los hilos de conducción a la bobina. Los puntos de conexión al rele del circuito que queremos abrir o cerrar son B, C, A. La conexión de la armadura del relé es A, y C y B son los contactos de reposo y trabajo. En el esquema teórico de la figura 83 se ve la acción de un relé para el encendido de la bombilla P. La corriente de la pila, al accionar el conmutador M, atrae la armadura a la posición de trabajo y al cerrarse el circuito queda encendida.

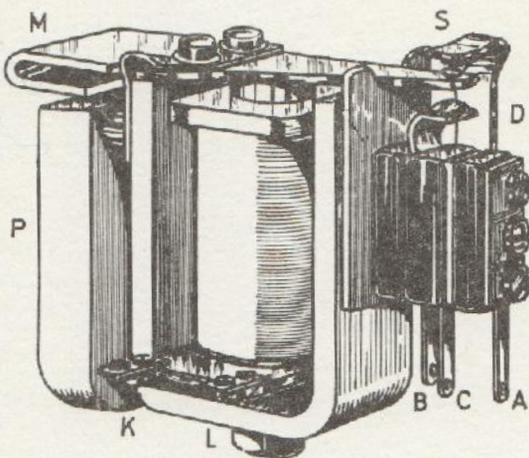


Fig 83

## actuación del fotodiodo por el cambio de luz a oscuridad

El montaje de la figura 84 se realiza cuando se quiere actuar un circuito en ausencia de luz. Supongamos una bombilla en la que su luz queda enfocada sobre el fotodiodo que gobierna el circuito. Al apagar la bombilla y quedar en sombras la habitación, el fotodiodo produce una variación de corriente, que gobernada por el transistor OC44 hace actuar el relé de la posición de reposo a trabajo y puede conmutar cualquier circuito eléctrico, encendiendo otra luz previamente instalada, accionando un timbre, encendido de un receptor de radio, etc. Esto es muy sencillo, ya que sólo hay que hacer actuar el relé sobre la línea en la que está instalado el elemento sobre el que se quiere trabajar, conexionando los dos terminales de ésta a los puntos AB o AC del relé según se trate de abrir o cerrar el circuito.

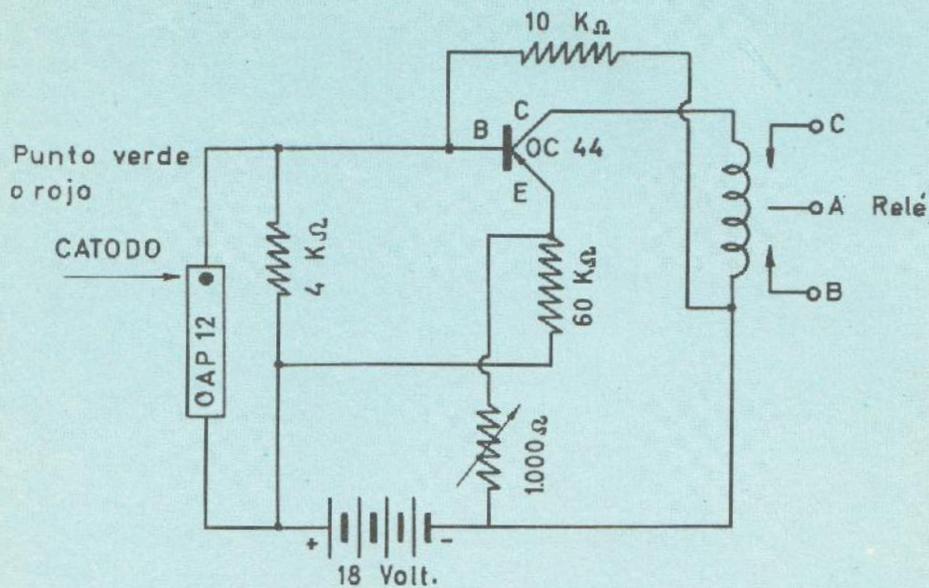


Fig. 84

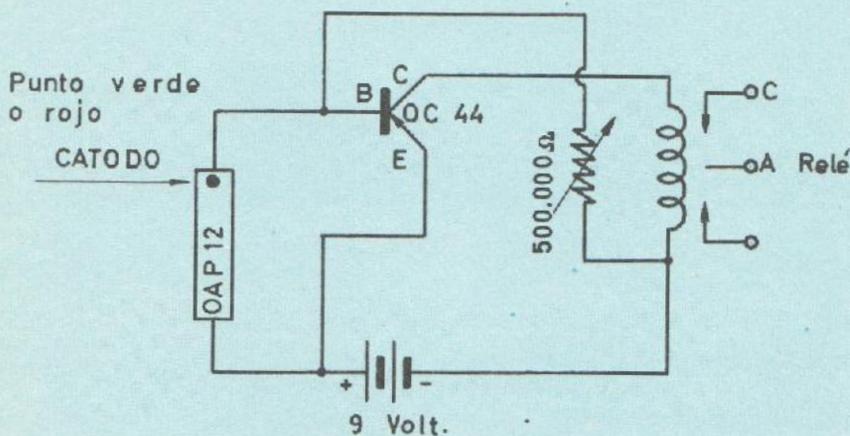


Fig. 85

La resistencia de 10 kilo-ohmios tiene por objeto conseguir el equilibrio de tensión del sistema, la de 4 kilo-ohmios para polarizar la base y la de 60 kilo-ohmios como limitadora de corriente. Con el potenciómetro de 1.000 ohmios se ajusta la corriente a través del relé.

Otro montaje más sencillo y que precisa menos elementos y no por ello deja de ser muy eficaz, es el de la figura 85. El ajuste de la corriente a través del relé se hace por el potenciómetro de 500.000 ohmios.

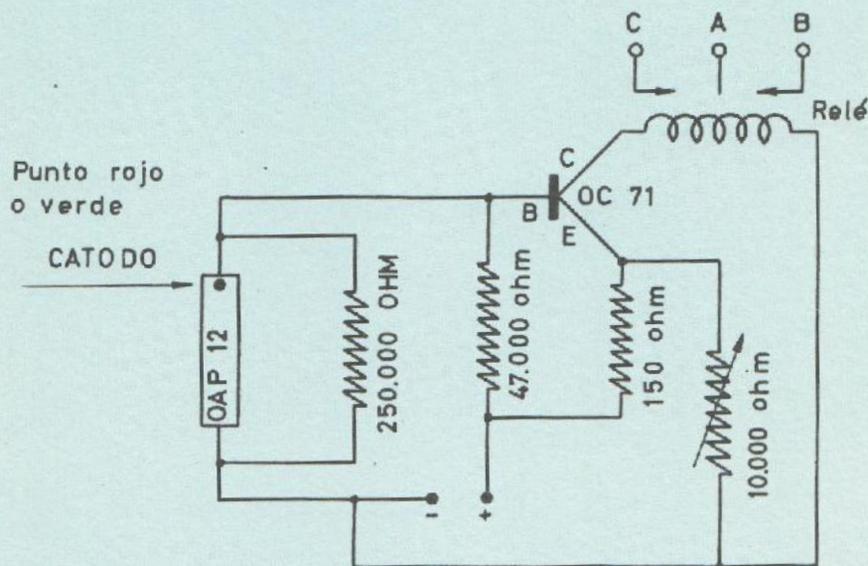


Fig. 86

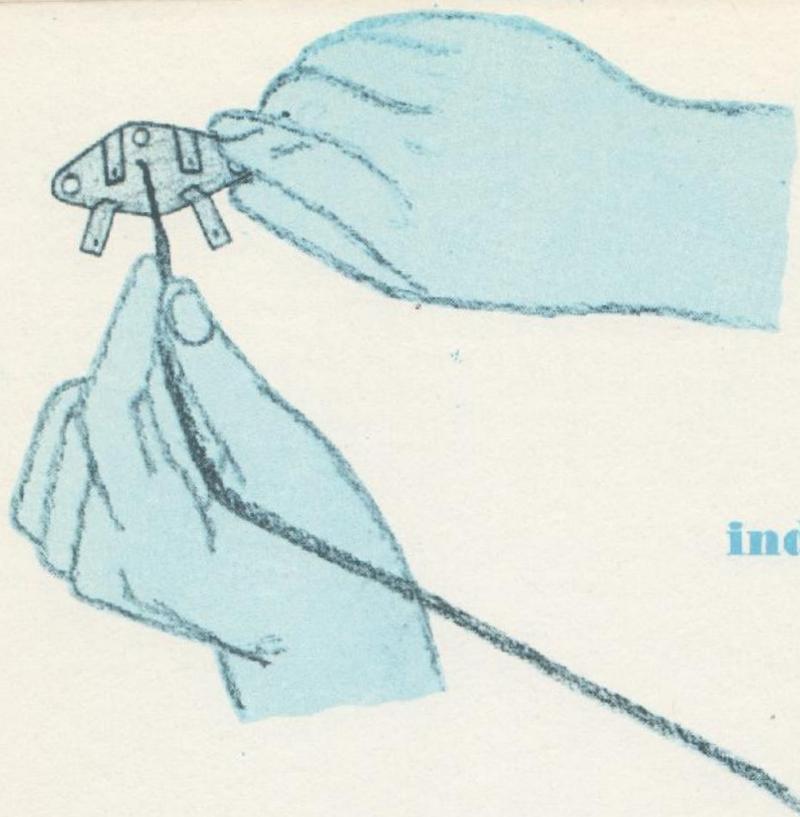
## actuación del fotodiodo por el cambio de oscuridad a luz

Por el montaje de la figura 86 se puede hacer trabajar el fotodiodo al incidir sobre él un haz luminoso. Una bombilla colocada sobre él en una habitación en sombras hace que al encenderse el sistema actúe sobre el relé y éste a su vez sobre el circuito que se quiere conmutar.

Los montajes indicados en esta experiencia tienen multitud de aplicaciones prácticas. Con ellos el experimentador puede con su inventiva realizar cuantas prácticas se le ocurran. La puesta a punto de los montajes requiere habilidad y paciencia. El ajuste del relé es primordial. Hay que sensibilizarlo de tal forma con el potenciómetro y la pieza magnética, que es preciso un cierto tiempo de manipulación hasta conseguir que la debilísima corriente que produce el fotodiodo en ambos casos de luz y sombra rompa el equilibrio eléctrico del sistema y haga actuar el relé. Primeramente, por tanto, hecho el montaje, se ajusta con el potenciómetro la corriente del relé, muy crítica para que la armadura M, figura 83, que está en la posición de reposo (haciendo contacto su terminal con el extremo S), se desplace al extremo D, cuando la corriente del fotodiodo actúe sobre el relé, en el momento de trabajo, y, por tanto, conmute el circuito intercalado en los extremos AB o AC.

Para el desarrollo de esta experiencia son precisos los siguientes elementos electrónicos:

- 1 Relé. El empleado en esta experiencia es el modelo R. C. I., marca Ralux.
- 1 Fotodiodo OAP12 o equivalente, que actúe con una corriente de 2 a 3 miliamperios.
- 1 Transistor OC44.
- 1 Transistor OC71.
- 4 Pilas de 4,5 voltios.
- 1 Resistencia de 10.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 Resistencia de 4.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 Resistencia de 60.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 Potenciómetro de 1.000 ohmios.
- 1 Potenciómetro de 500.000 ohmios.
- 1 Potenciómetro de 10.000 ohmios.
- 1 Resistencia de 150 ohmios bobinada, 2 watios.
- 1 Resistencia de 250.000 ohmios, 1/2 watio.
- 1 Resistencia de 47.000 ohmios, 1/2 watio.

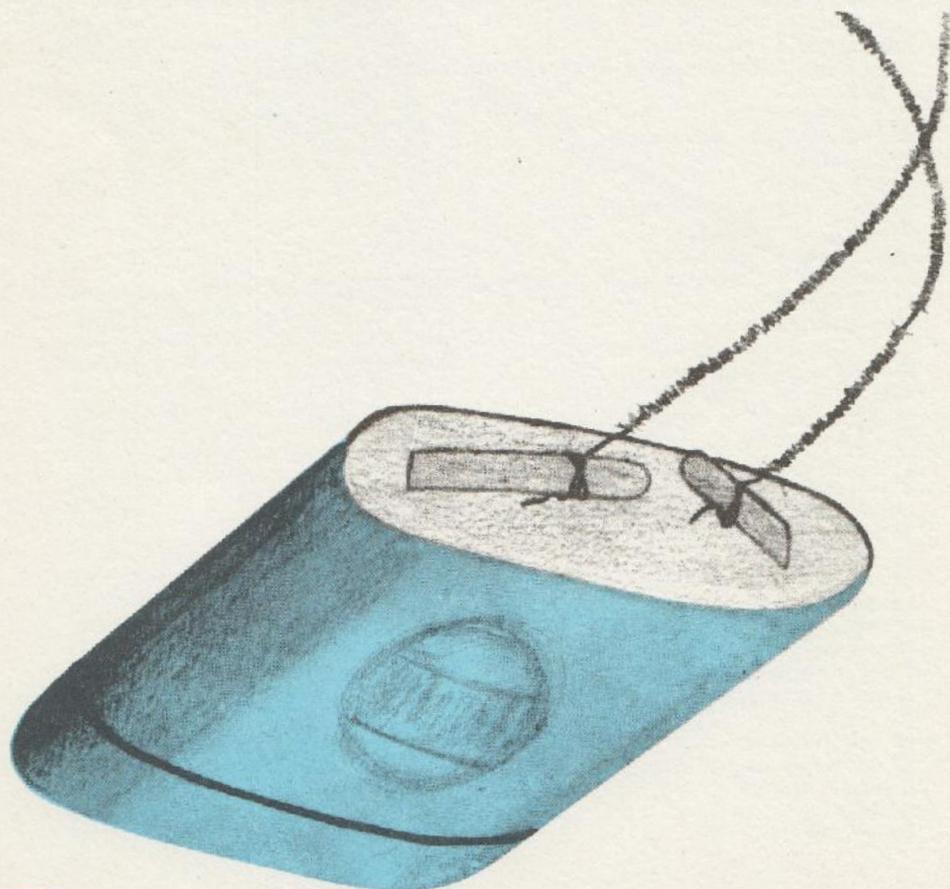


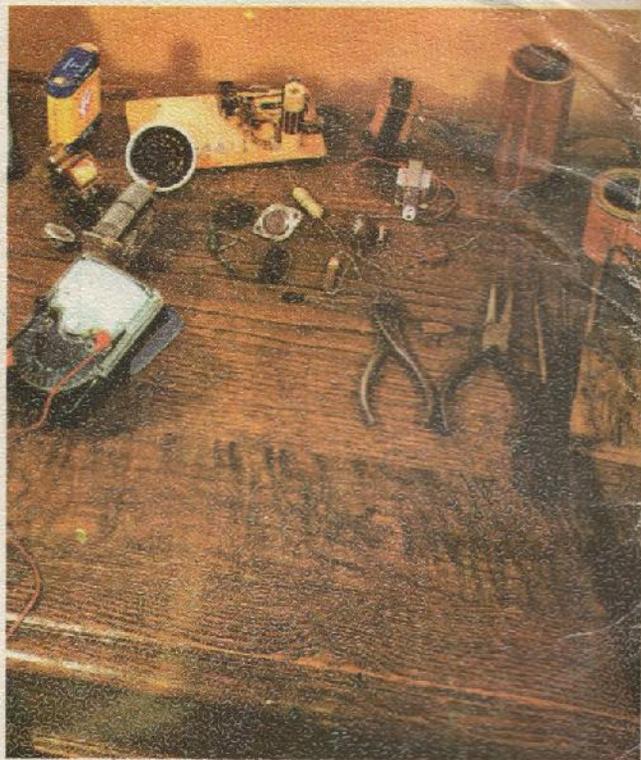
## índice

|  | Págs. |
|--|-------|
| Herramientas de taller, mínimo de elementos .....  | 6     |
| El taller del aficionado .....   | 7     |
| Herramientas de taller (ampliación) .....  | 8     |
| Herramientas de taller (ampliación) .....  | 9     |
| La soldadura .....   | 11    |
| Experiencia 1 (elementos) .....  | 12    |
| <b>Experiencia 1. Construcción de un receptor de germanio</b> .....  | 13    |
| Construcción de la bobina .....  | 13    |
| Condensadores .....  | 13    |
| Detector de germanio .....   | 18    |
| Esquema del receptor .....   | 18    |
| Explicación teórica .....  | 18    |
| Construcción mecánica del receptor .....   | 18    |
| Experiencia 2 (elementos) .....  | 22    |
| <b>Experiencia 2 (construcción de un receptor de germanio y transistor)</b> .                              | 23    |
| El transistor .....  | 23    |
| Esquema del receptor .....   | 26    |
| El transistor OC 71 .....  | 26    |
| Soporte del transistor .....   | 26    |
| Construcción mecánica .....  | 26    |
| Experiencia 3 (elementos) .....  | 30    |
| <b>Experiencia 3. Construcción de un receptor de germanio y transistor<br/>  alimentado con pila</b> ..... | 31    |
| La pila .....  | 31    |

|   |    |
|---|----|
| Esquema teórico ... ..  | 33 |
| Construcción mecánica ... ..  | 33 |
| Experiencia 4 (elementos) ... ..  | 36 |
| <b>Experiencia 4. Construcción de un receptor de germanio con dos transistores alimentados con baterías de pilas</b> ... .. | 37 |
| Resistencia eléctrica ... ..  | 37 |
| Resistencias de carbón ... ..   | 38 |
| Resistencias bobinadas ... ..   | 38 |
| Resistencias especiales ... ..  | 38 |
| Valor de una resistencia ... ..   | 38 |
| Ejemplo de lecturas de resistencias ... ..  | 40 |
| Resistencias variables ... ..   | 41 |
| Potenciómetro de carbón ... ..  | 41 |
| Potenciómetro bobinado ... ..   | 41 |
| Condensador electrolítico ... ..  | 42 |
| Asociación de pilas ... ..  | 42 |
| Asociación en serie ... ..  | 42 |
| Asociación de pilas en paralelo ... ..  | 42 |
| Asociación de pilas en mixto ... ..   | 44 |
| Esquema teórico ... ..  | 45 |
| Construcción mecánica del receptor ... ..   | 45 |
| <b>Experiencia 5 (elementos)</b> ... ..   | 48 |
| <b>Experiencia 5. Construcción de un oscilador para transmisión telegráfica</b> ... ..                                      | 49 |
| El transformador ... ..   | 49 |
| Construcción de manipulador ... ..  | 51 |
| Transmisión ... ..  | 52 |
| Alfabeto Morse ... ..   | 52 |
| Esquema teórico del oscilador ... ..  | 53 |
| Construcción mecánica ... ..  | 53 |
| <b>Experiencia 6 (elementos)</b> ... ..   | 56 |
| <b>Experiencia 6. Construcción de un pequeño emisor con un transistor</b> ... ..  | 57 |
| El micrófono ... ..   | 57 |
| Micrófono de carbón ... ..  | 57 |
| Micrófono electrodinámico ... ..  | 59 |
| Micrófono de condensador ... ..   | 60 |
| Micrófono de cristal ... ..   | 60 |
| Construcción de la bobina ... ..  | 60 |
| Esquema teórico del circuito ... ..   | 60 |
| Construcción mecánica del emisor ... ..   | 61 |
| <b>Experiencia 7 (elementos)</b> ... ..   | 65 |
| <b>Experiencia 7. Construcción de un amplificador de sonido</b> ... ..  | 65 |
| El potenciómetro ... ..   | 66 |
| El altavoz ... ..   | 66 |
| El transistor OC 26 ... ..  | 67 |
| Esquema teórico ... ..  | 69 |
| Construcción mecánica ... ..  | 69 |
| <b>Experiencia 8 (elementos)</b> ... ..   | 70 |
| <b>Experiencia 8. Construcción de un emisor-receptor (radioteléfono)</b> ... ..   | 73 |
| Bobinas de antena y sintonía ... ..   | 74 |
| El conmutador ... ..  | 75 |
| El transformador ... ..   | 75 |
| El choque de radiofrecuencia ... ..   | 77 |
| Esquema teórico ... ..  | 77 |
| Emisión ... ..  | 77 |
| Recepción ... ..  | 81 |

|  |     |
|--|-----|
| Construcción mecánica .....  | 82  |
| Experiencia 9 (elementos) .....  | 84  |
| Experiencia 9. Construcción de un emisor de onda media con un transistor ..... | 85  |
| Esquema teórico .....  | 87  |
| Esquema práctico .....   | 88  |
| Experiencia 10 (elementos) .....   | 90  |
| Experiencia 10. Construcción de un órgano electrónico con un transistor .....  | 91  |
| Elementos eléctricos precisos para la construcción .....                       | 93  |
| El altavoz .....   | 93  |
| El transformador .....   | 94  |
| Esquema práctico .....   | 95  |
| Experiencia 11 (elementos) .....   | 98  |
| Experiencia 11. Montajes con fotodiodos y transistores .....                   | 99  |
| El fotodiodo .....   | 99  |
| El relé .....  | 100 |
| Actuación del fotodiodo por el cambio de luz a oscuridad .....                 | 102 |
| Actuación del fotodiodo por el cambio de oscuridad a luz .....                 | 104 |





L. ORTIZ y J. ESTEVEZ

ENTRETENIMIENTOS RADIOELECTRICOS

