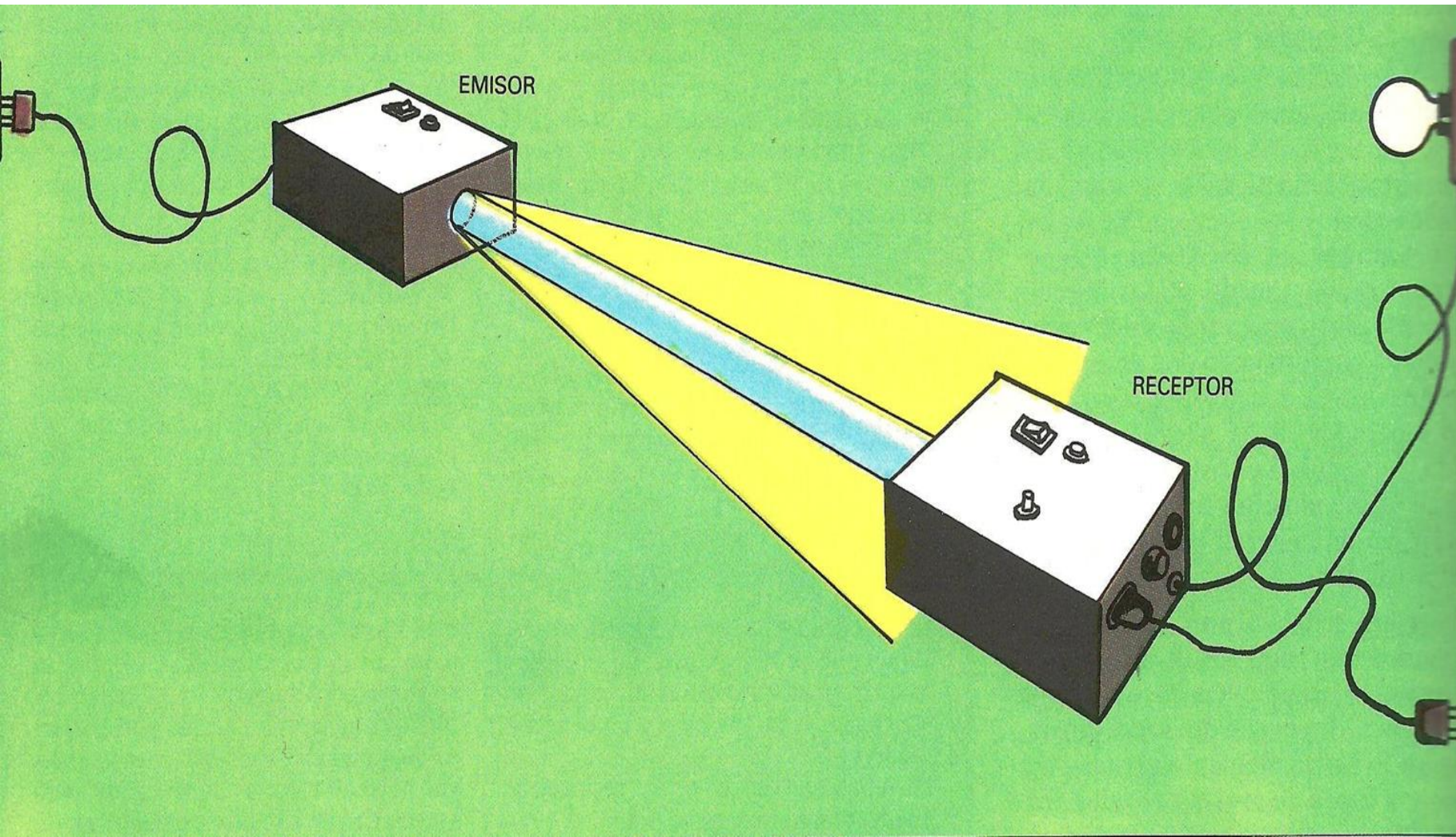


MONTAJE DE UN SISTEMA EMISOR-RECEPTOR DE ULTRASONIDOS



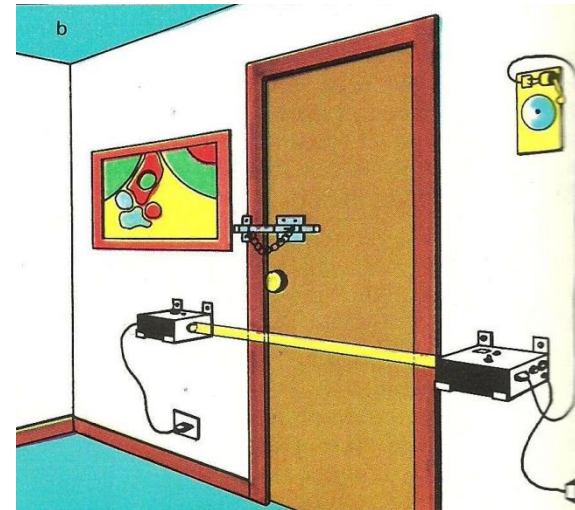
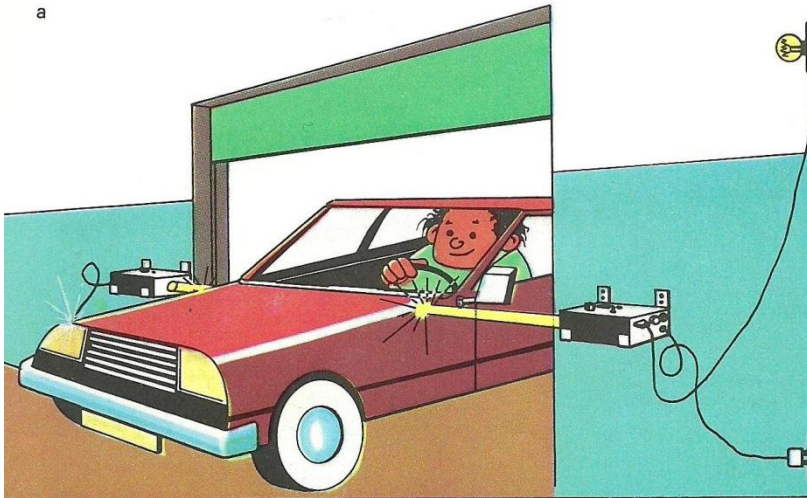
LOS ULTRASONIDOS MAS ALLÁ DEL SONIDO

Los ultrasonidos son, como su nombre indica, vibraciones que se transmiten por el aire de la misma forma que los sonidos, pero con la diferencia de que sus frecuencias son más elevadas, por lo que resultan inaudibles para los seres humanos.

Las frecuencias que se eligen para la realización de equipos generadores y receptores de ultrasonidos no son muy elevadas, aunque como es lógico están situadas por encima de los 20 KHz (20.000 ciclos por segundo) que es el límite de audición de las personas. La gama de frecuencias empleada va desde 35KHz hasta 45 KHz, debido a que ésta es la elegida por los fabricantes de transductores, elementos indispensables para emisión y recepción. El sistema que se va a describir y montar emplea una frecuencia de 40KHz.

ÚTIL EN DIVERSAS APLICACIONES

Existen, en la actualidad un gran número de aplicaciones de los ultrasonidos, tanto para la industria en la que se utilizan para soldadura de plásticos, procesos especiales de limpieza y otras, como para realizar telemandos, detectores de movimientos, detectores de frecuencias, alarmas por interrupción de un haz de ultrasonidos, etc.



LAS CÁPSULAS TRANSDUCTORAS DE ULTRASONIDOS

Desde el punto de vista exclusivamente electrónico no existe ningún problema en generar y amplificar estas frecuencias de ultrasonidos, pero la dificultad aparece en el momento de elegir el micrófono y altavoz capaces de transformar estas vibraciones sonoras en eléctricas o viceversa. Normalmente estos elementos no son capaces de responder a frecuencias más altas de 25KHz. Es preciso, por lo tanto, emplear unos elementos especiales denominados **transductores** o **cápsulas transductoras** de ultrasonidos que se utilizan tanto para emisión como para recepción, lo que implica que presentan un funcionamiento reversible.



EL EFECTO PIEZOELÉCTRICO

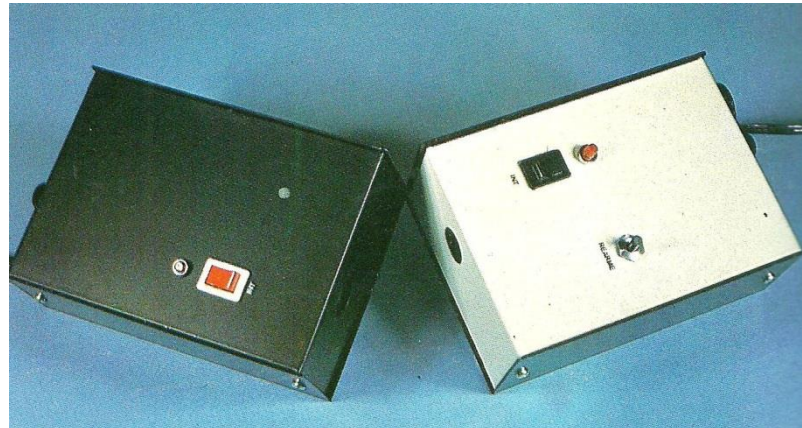
La base de funcionamiento de estos dispositivos transductores son las características **piezoeléctricas** que presentan los cristales de cuarzo y ciertos tipos especiales de cerámicas.

El efecto **piezoeléctricos** en algunos cerámicos y el cristal de cuarzo, cortados en forma plana según una forma especial, presenta la propiedad de producir vibraciones, si se les aplica una diferencia de potencial entre sus caras opuestas. El efecto inverso también se puede obtener: al aplicarles una determinada vibración se generará en ellos una tensión como respuesta. Ambos fenómenos definen el efecto piezoeléctrico.

EL SISTEMA DE ULTRASONIDOS EMISOR-RECEPTOR

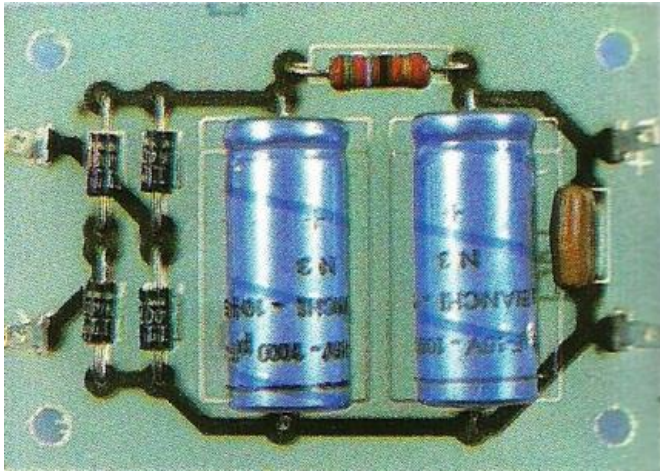
El sistema de ultrasonidos que se va a construir estará formado por dos equipos diferentes. Uno de ellos será el generador y **emisor** de un haz de ultrasonidos que será recogidos por el otro equipo **receptor**, con un nivel bastante débil. Para ello, será necesario amplificar las señales con objeto de conseguir el suficiente nivel para ser capaz de excitar un relé, después de realizar una transformación a continua. El relé abrirá o cerrará un contacto, con lo que hará la función de interruptor de un circuito exterior alimentado por la tensión de red a través de un enchufe situado en el propio equipo receptor. La corriente máxima que puede circular por el contacto de relé es de 1 A lo que indica una potencia máxima de 220W.

Comenzaremos por describir primeramente el **equipo emisor**.

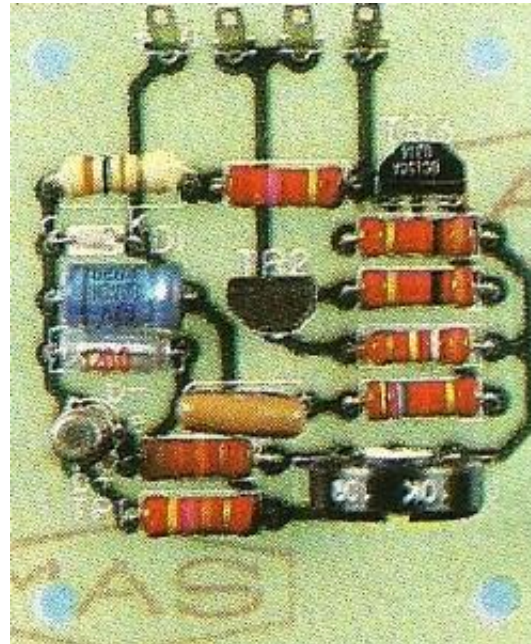


EL EQUIPO EMISOR

El **equipo emisor** se compone de dos circuitos: uno destinado a la fuente de alimentación y otro al generador y amplificador de la señal de ultrasonido y conectado a una cápsula transductora, especialmente fabricada para trabajar con señales de ultrasonidos.



Circuito de la fuente de alimentación

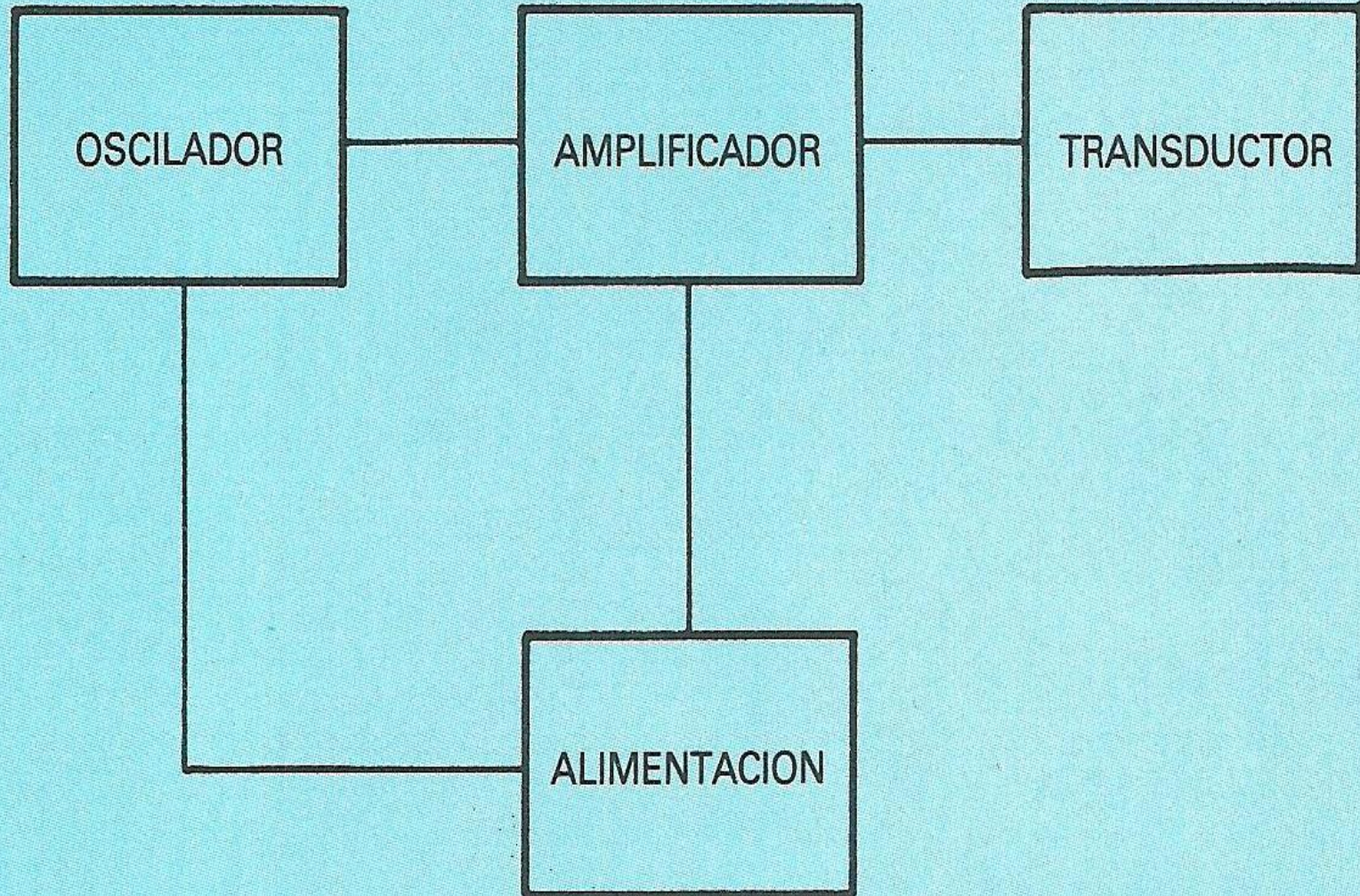


Circuito generador de ultrasonidos



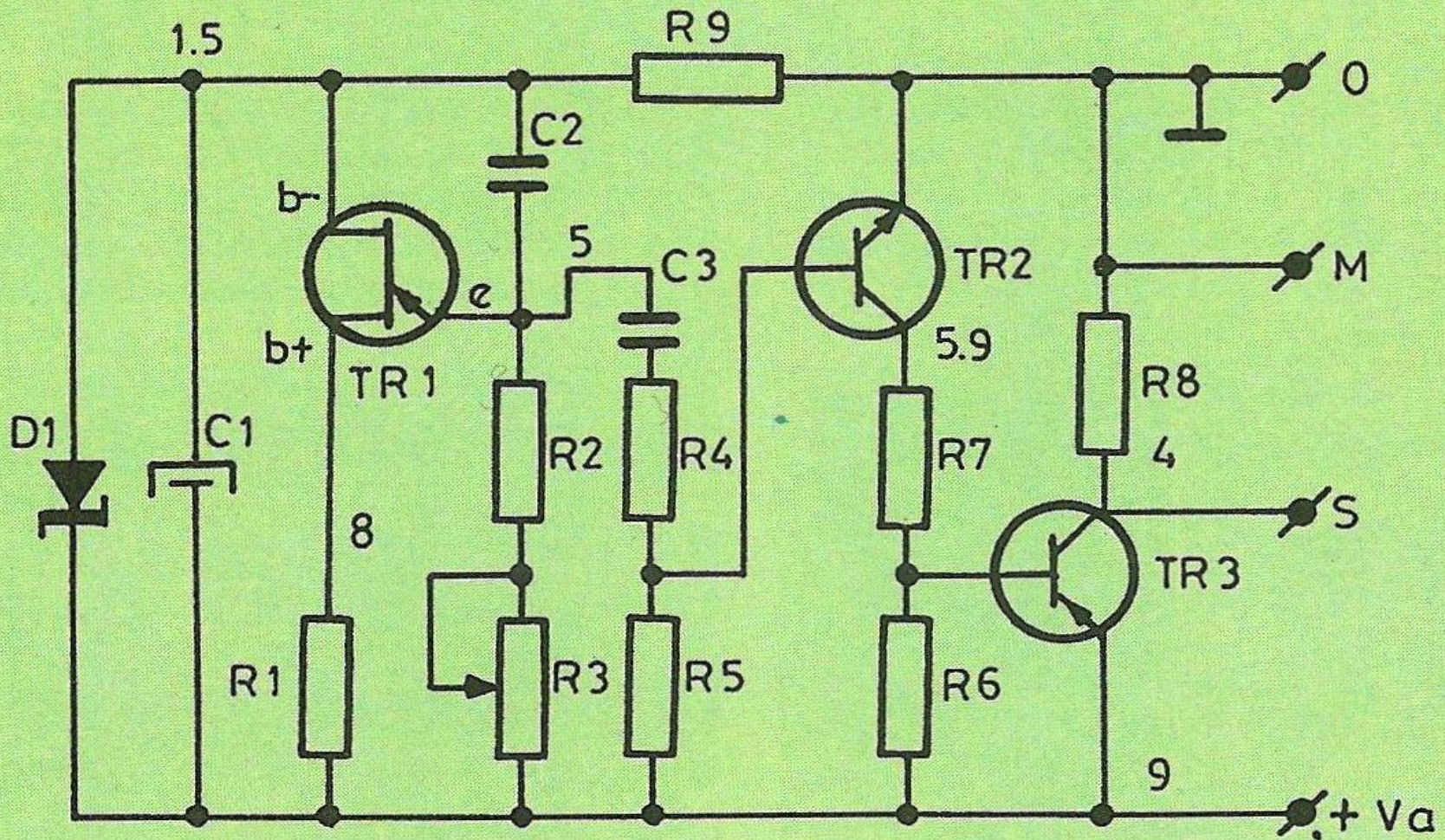
Cápsula transductora de ultrasonidos

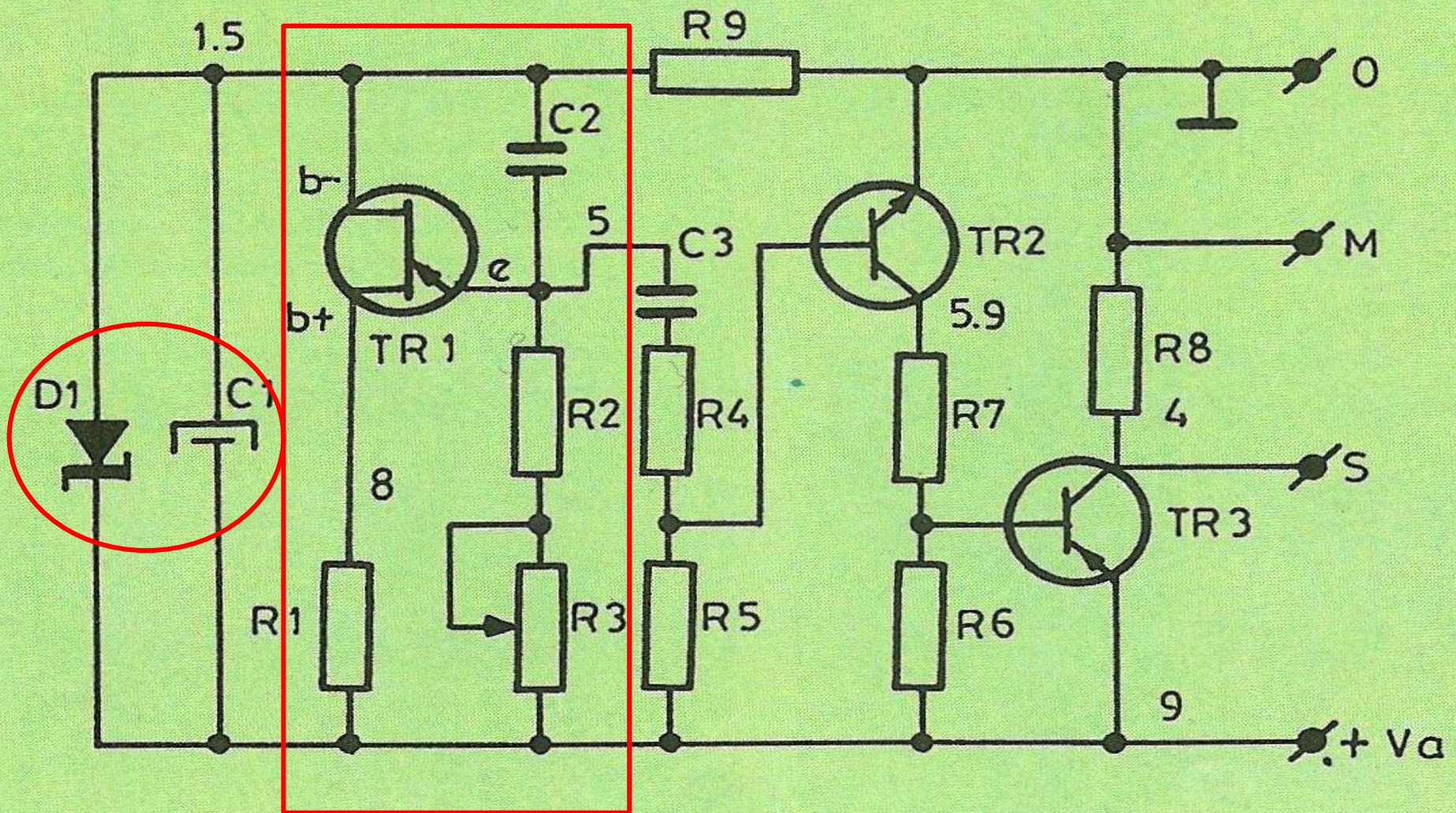
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL EQUIPO EMISOR



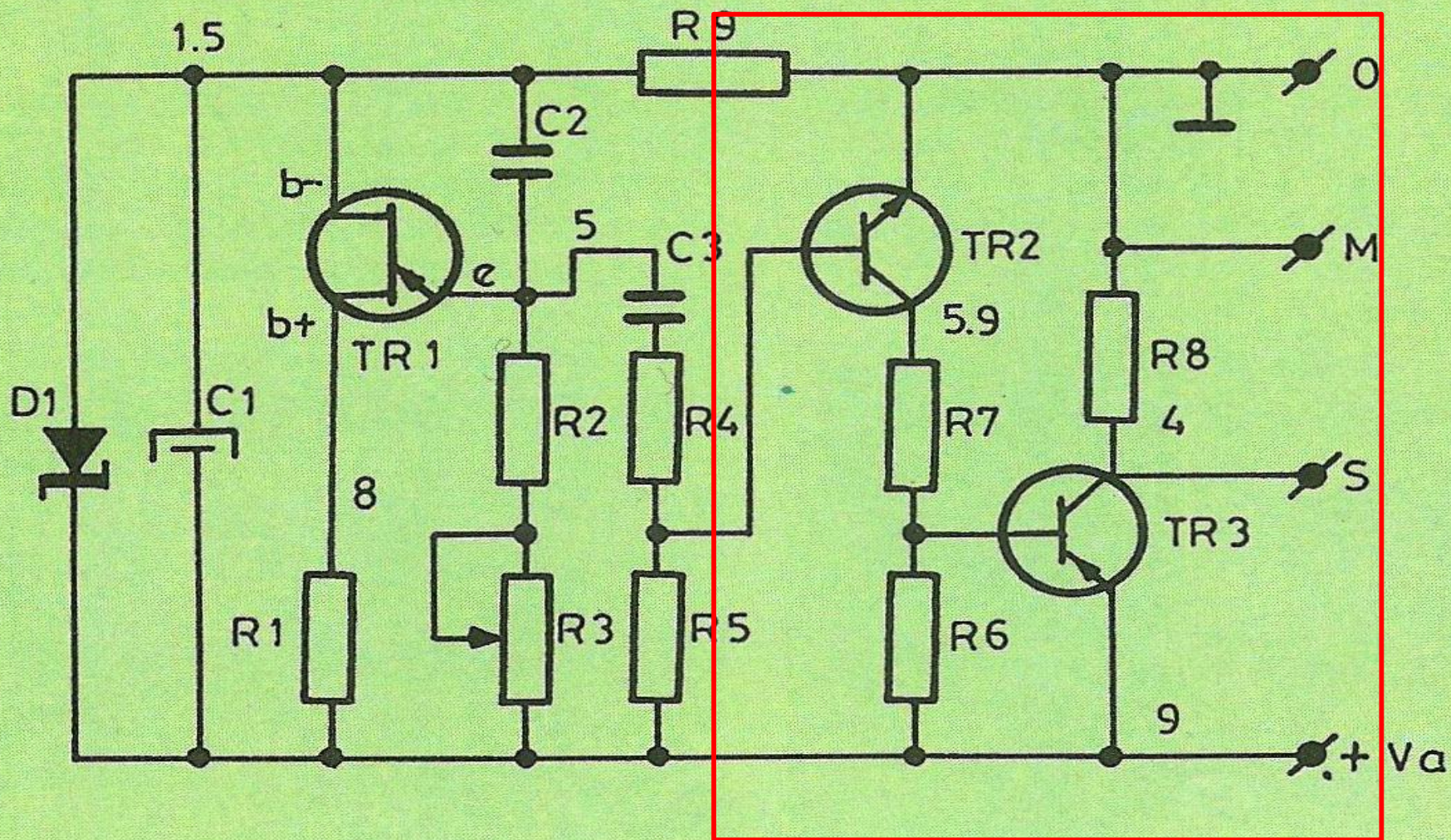
EMISOR

ESQUEMA ELÉCTRICO DE EMISOR



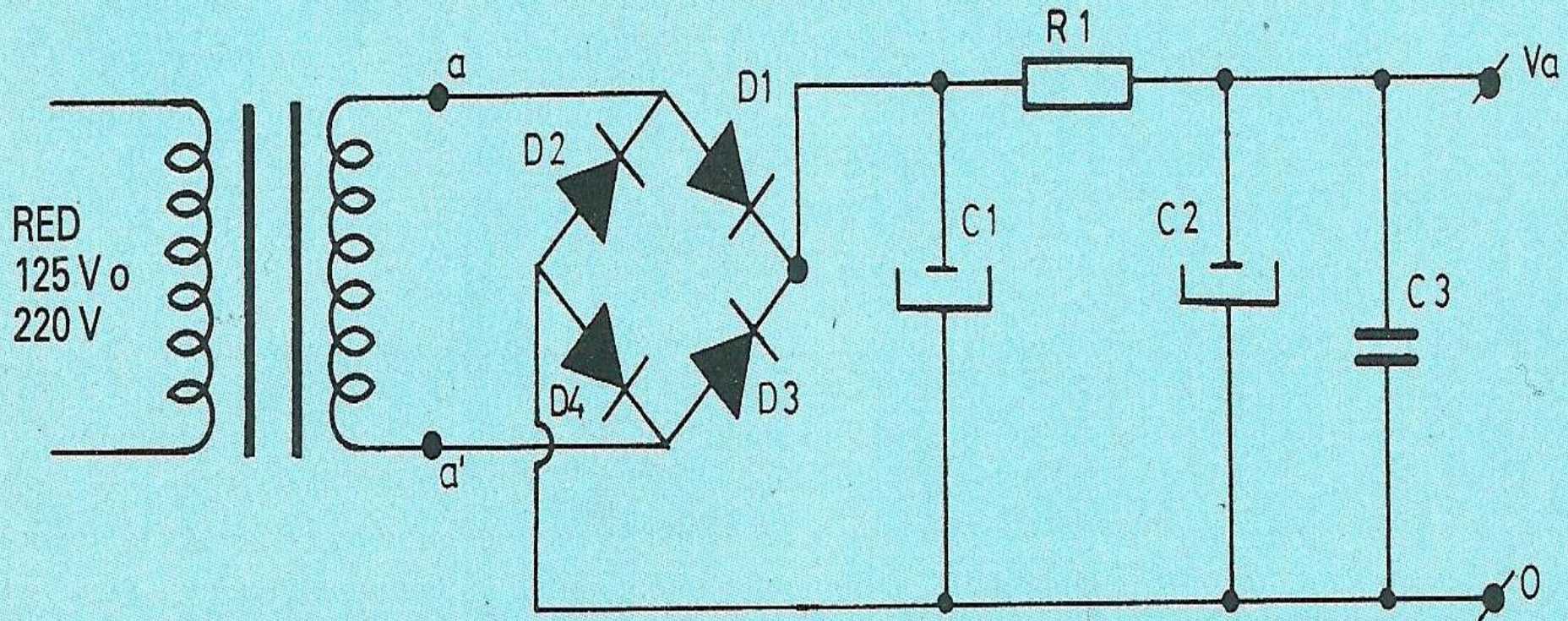


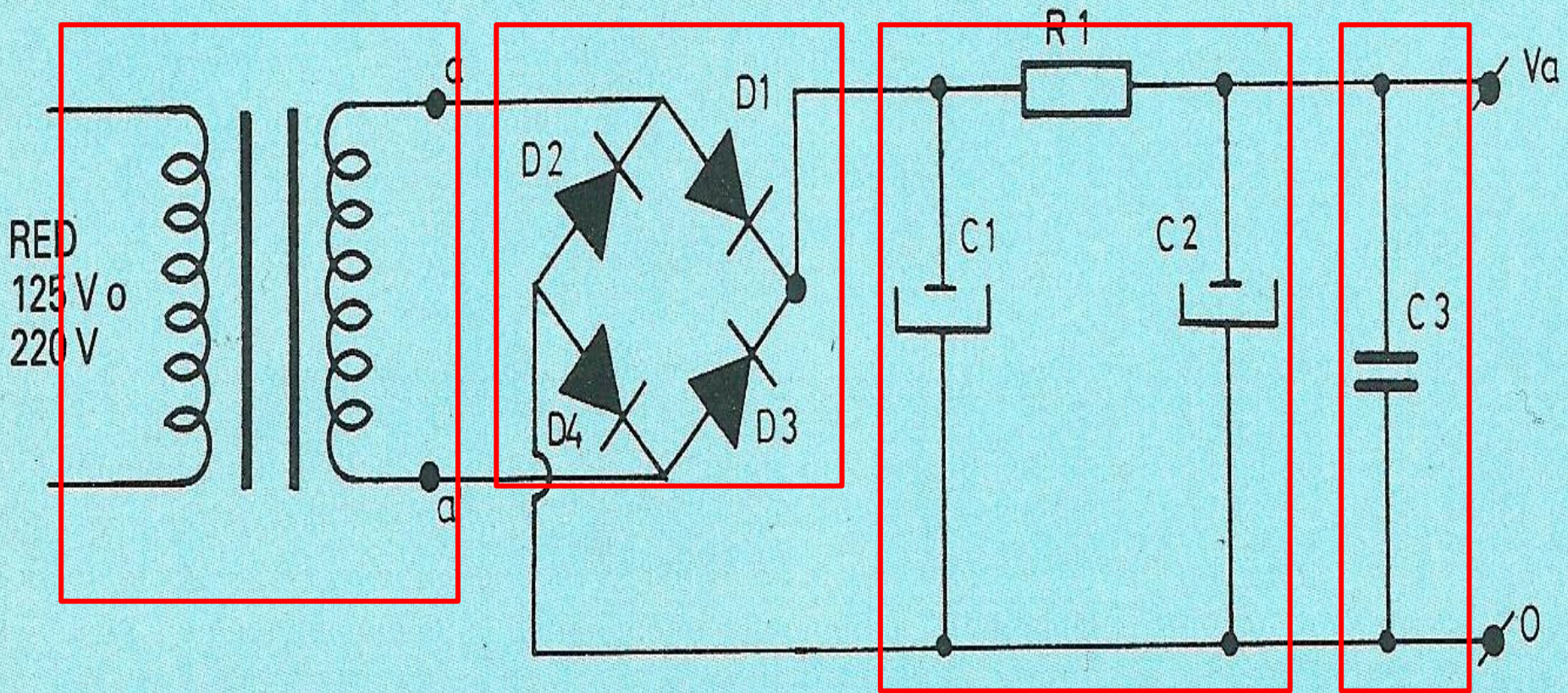
El circuito emisor posee principalmente un generador de ultrasonido formado por el transistor TR1 2N2646, del tipo UNIUNION, el condensador C2 y las resistencias R1, R2 y R3, siendo esta última la encargada de ajustar la frecuencia de la señal obtenida. El diodo zéner D1 y el condensador C1 estabiliza la tensión del circuito oscilador de relajación para evitar variaciones en la tensión que pudiera modificar la frecuencia ajustada.



La segunda parte del circuito emisor está constituido por el circuito amplificador formado por los transistores TR2 y TR3, capaces de elevar lo suficientemente la señal del oscilador para entregarlo a la capsula transductora conectada mediante los terminales (M) y (S) y enviar la señal de ultrasonido hacia el equipo receptor.

ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN





La fuente de alimentación se compone de un transformador reductor de corriente alterna donde la tensión alterna del secundario de 9 voltios se rectifica mediante un puente de diodos, D1, D2, D3 y D4 y se filtra mediante un filtro en π formado por C1, R1 y C2. El condensador C3 filtra y evita las señales parasitarias y de ruido que pudieran producirse.

COMPONENTES DEL EQUIPO EMISOR



RESISTENCIAS DEL EMISOR

R1 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 470 Ω

R2 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 12K

R3 = Resistencia ajustable de 10K

R4 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 5K6

R5 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 390K

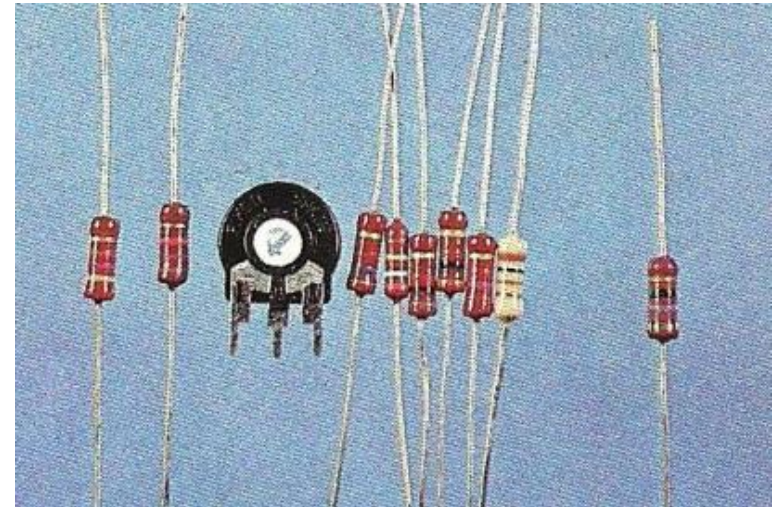
R6 y R7 = Resistencias de $\frac{1}{2}$ W 1K

R8 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 2K7

R9 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 100 Ω

Resistencias de la Fuente de Alimentación:

R1 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 56 Ω



CONDENSADORES DEL EMISOR

C1 = Condensador electrolítico de 10 μ F/16V

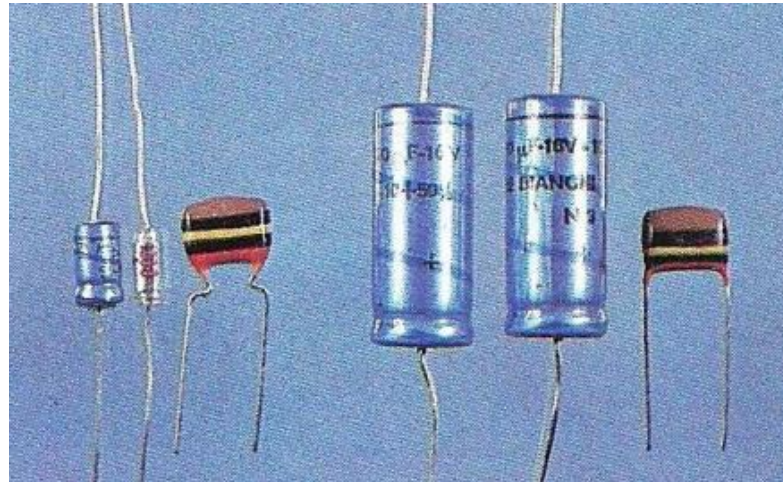
C2 = Condensador Styroflex de 1K2/63V

C3 = Condensador plaqueta de 100K/250V

Condensadores de la Fuente de Alimentación:

C1 y C2 = Condensadores electrolíticos de 1000 μ F/16V

C3 = Condensador plaqueta de 100K/250V



SEMICONDUCTORES DEL EMISOR

TR1 = Transistor 2N2646N

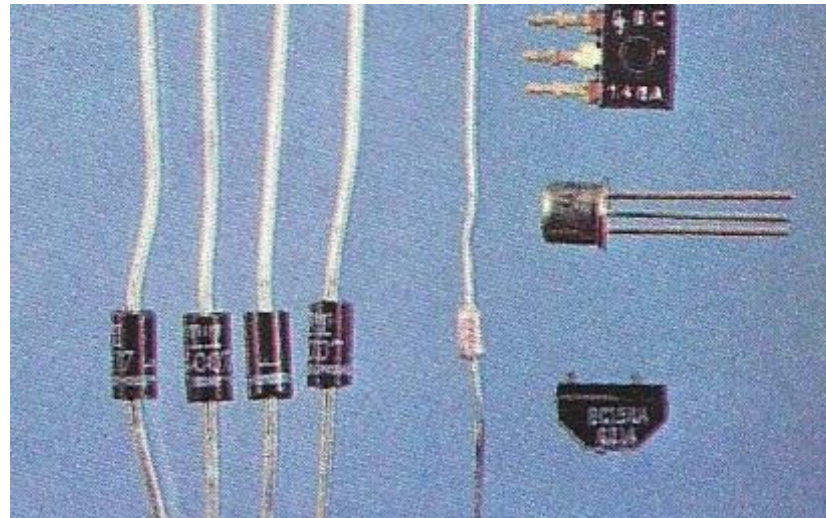
TR2 = Transistor NPN BC548

TR3 = Transistor PNP BC558

D1 = Diodo Zener BZY88C7V5 de 7,5V $\frac{1}{2}$ W

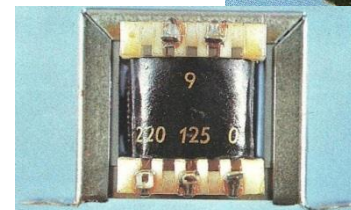
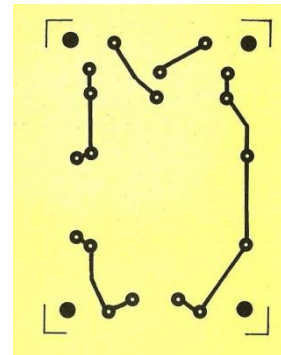
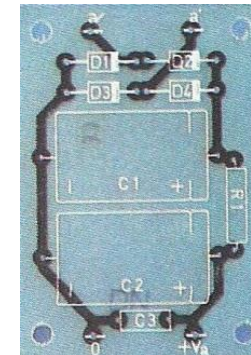
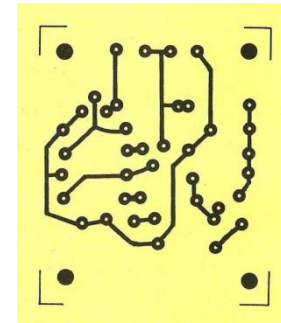
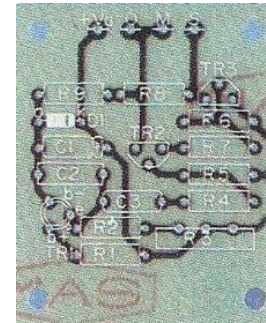
Semiconductores de la Fuente de Alimentación:

D1, D2, D3 y D4 = Diodos de silicio 1N4007



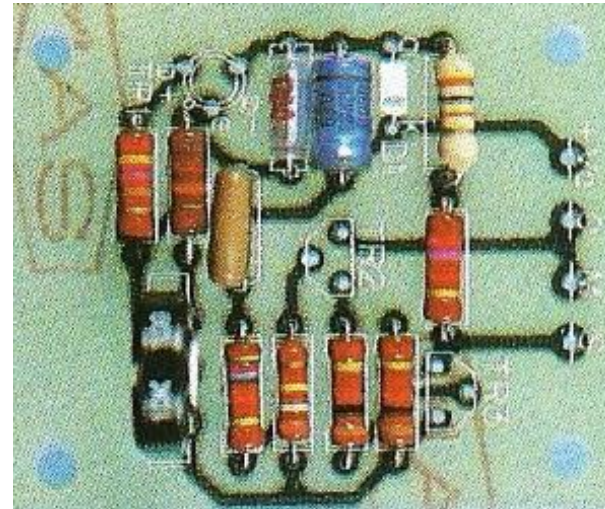
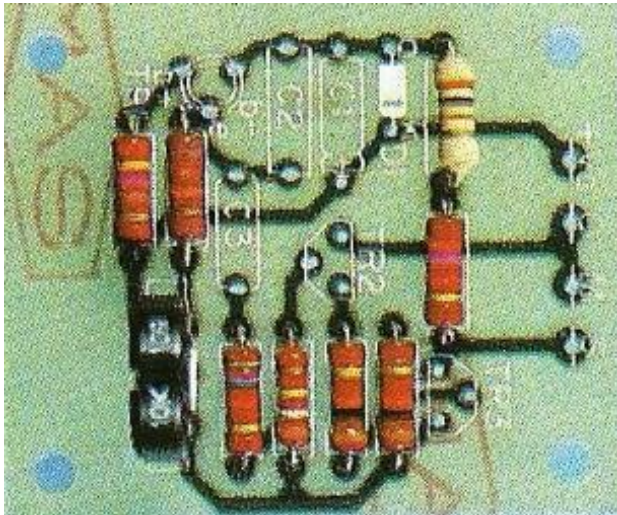
OTROS MATERIALES DEL EMISOR

- 2 Placas de Circuito impreso
- 1 Caja mecanizada
- 1 Transformador de 220V/9V
- 1 Portafusible de rosca para caja
- 1 Lamparita de neón
- 1 Interruptor para caja
- 1 Fusible de 0,5 A
- 1 Conector macho CINCH para el transductor
- 1 Cápsula emisora de ultrasonidos
- 1 Brida para la cápsula transductora
- 1 Goma pasacables
- 1 Cambiado de tensión
- 15 tornillos con turca
- 8 separadores de circuito impreso
- 1,5 metro de cable paralelo de red con clavija



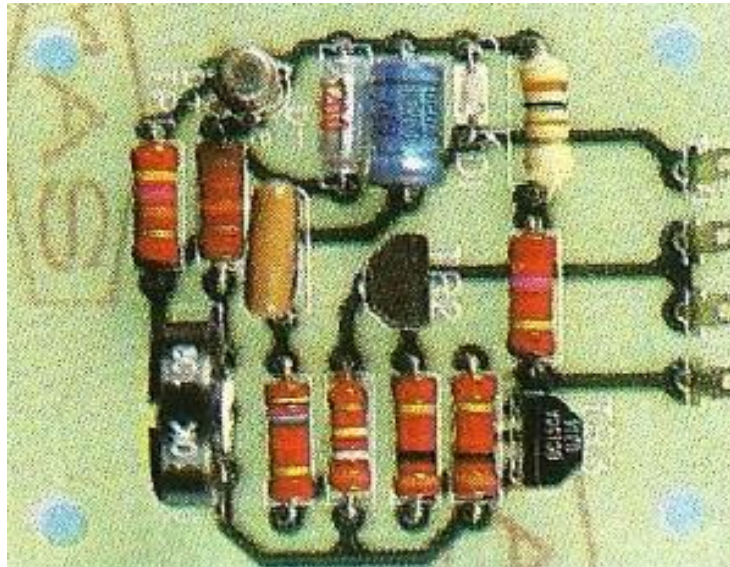
MONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL EMISOR EN LA PCI

En esta primera fase vamos a insertar los componentes del circuito generador del emisor, para ello, comenzaremos con las resistencias fijas y ajustable, preformando sus patas para que su inserción en la PCI sea la correcta, soldando y cortando los terminales sobrantes. Seguidamente se insertarán los condensadores, teniendo especial cuidado con los condensadores electrolíticos que tienen polaridad.



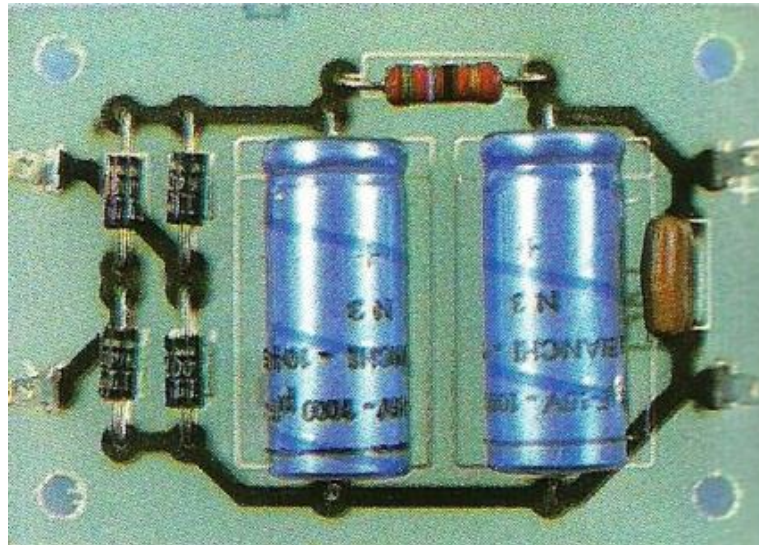
MONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL EMISOR EN LA PCI

En la siguiente fase insertaremos los componentes semiconductores, diodos y transistores. Preformando sus terminales para la inserción correcta en la PCI para después soldar y cortar los terminales sobrantes. Hay que tener especial cuidado en el montaje de los semiconductores puesto que todos ellos tienen una posición concreta en la PCI. Prestando atención al tiempo de soldadura de estos componentes que no deben sobrepasarse para evitar dañarlos. Finalmente el montaje se completa con la inserción de los terminales de espadín.

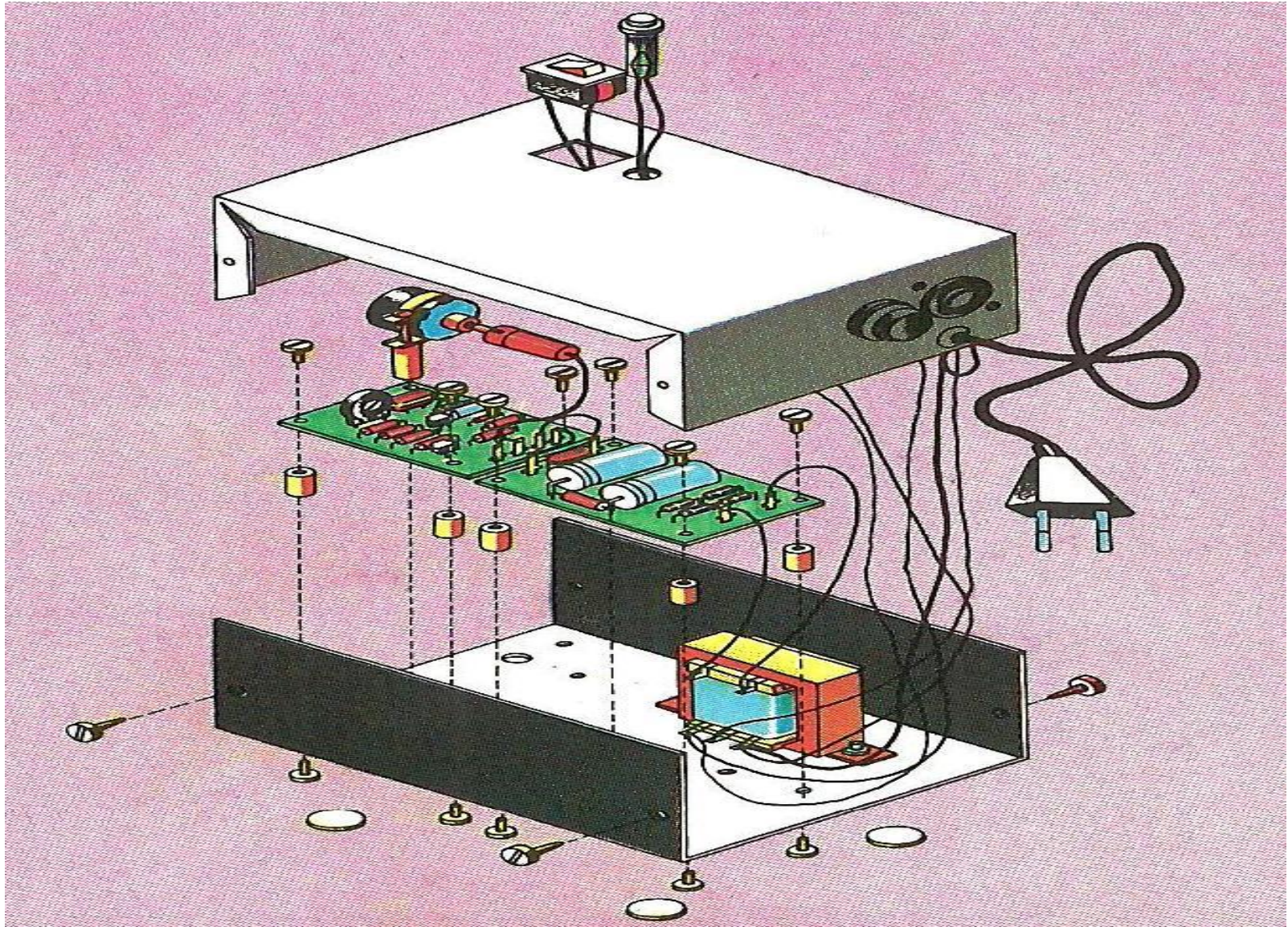


MONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL EMISOR EN LA PCI

En esta ultima fase vamos a insertar los componentes de la fuente de alimentación en la PCI, comenzando con la resistencia, condensadores electrolíticos y los diodos semiconductores. Teniendo especial cuidado en la posición de los diodos y condensadores electrolíticos. En todos ellos se hará un preformado de sus patas para insertarlo correctamente en la PCI, soldando y cortando los terminales sobrantes y por último la colocación de los terminales de espadín.

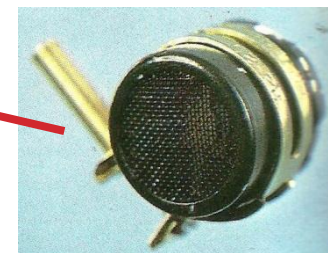
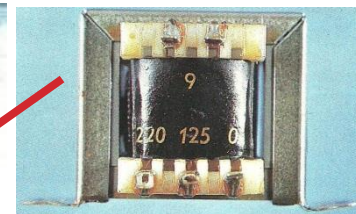
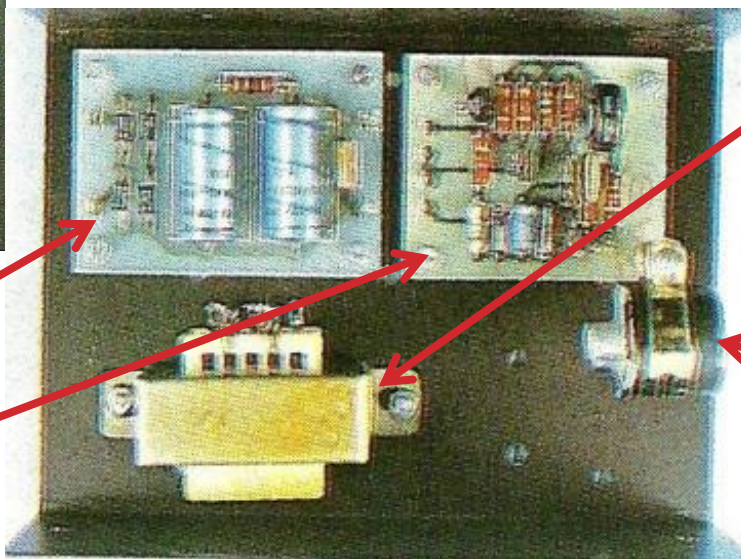
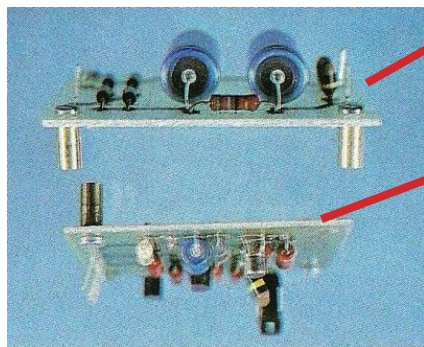


MONTAJE DE LAS PCI DEL EQUIPO EMISOR EN CAJA MECANIZADA



MONTAJE DE LAS PCI DEL EQUIPO EMISOR EN CAJA MECANIZADA

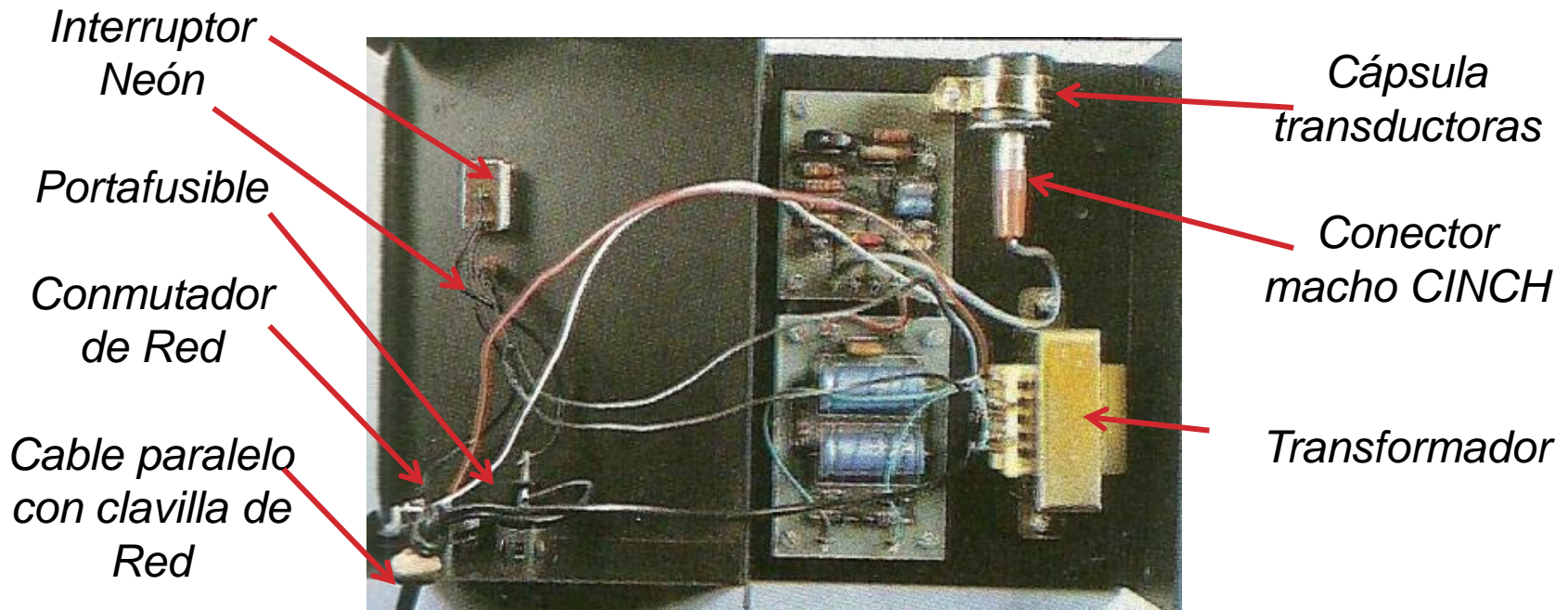
El montaje mecánico de la caja comienza colocando sobre la tapa los elementos previstos para ello, que son: interruptor, piloto de neón, conmutador de voltaje, portafusible y goma pasacables. Después se montan sobre la base de la caja las dos placas de circuito impreso, la capsula transductoras y el transformador de alimentación sujetándose con sus tornillos y separadores.



*Capsula
Transductora*

MONTAJE DE LAS PCI DEL EQUIPO EMISOR EN CAJA MECANIZADA

Este montaje se completa colocando la cápsula transductora, sujeta con su brida, sobre el taladro de la placa de circuito generador con su correspondiente tornillo de sujeción. Después se realizará la interconexión de todos los componentes y dispositivos del equipo, reservando el cable apantallado para realizar la conexión de la cápsula transductora empleando el conector macho CINCH.

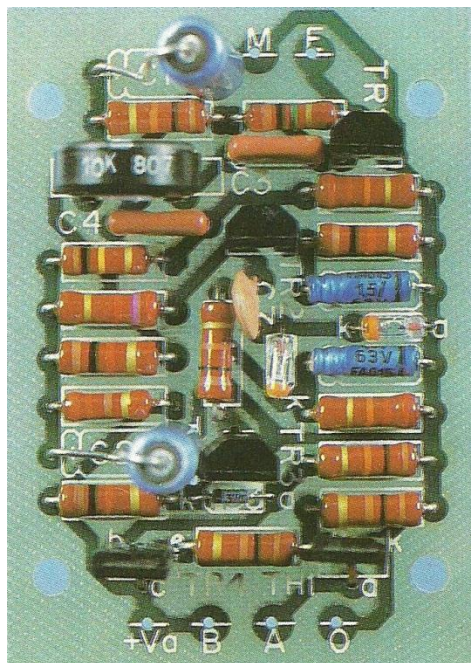


EL EQUIPO RECEPTOR

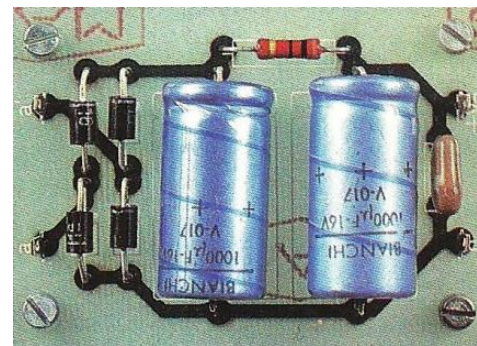
El equipo receptor se compone de dos circuitos: uno de ellos que detecta la señal de ultrasonido, cápsula transductora y amplificador y controla la activación o desactivación de un relé y por otro lado el circuito de la fuente de alimentación que es igual a la del equipo emisor, a diferencia del valor de la resistencia R1.



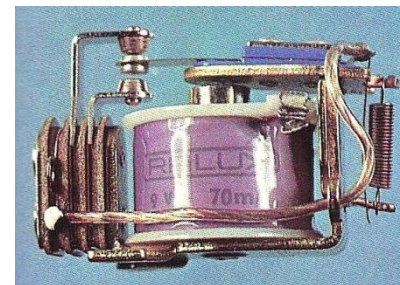
Cápsula transductora



Detector y amplificador de la señal de ultrasonidos y control de relé.

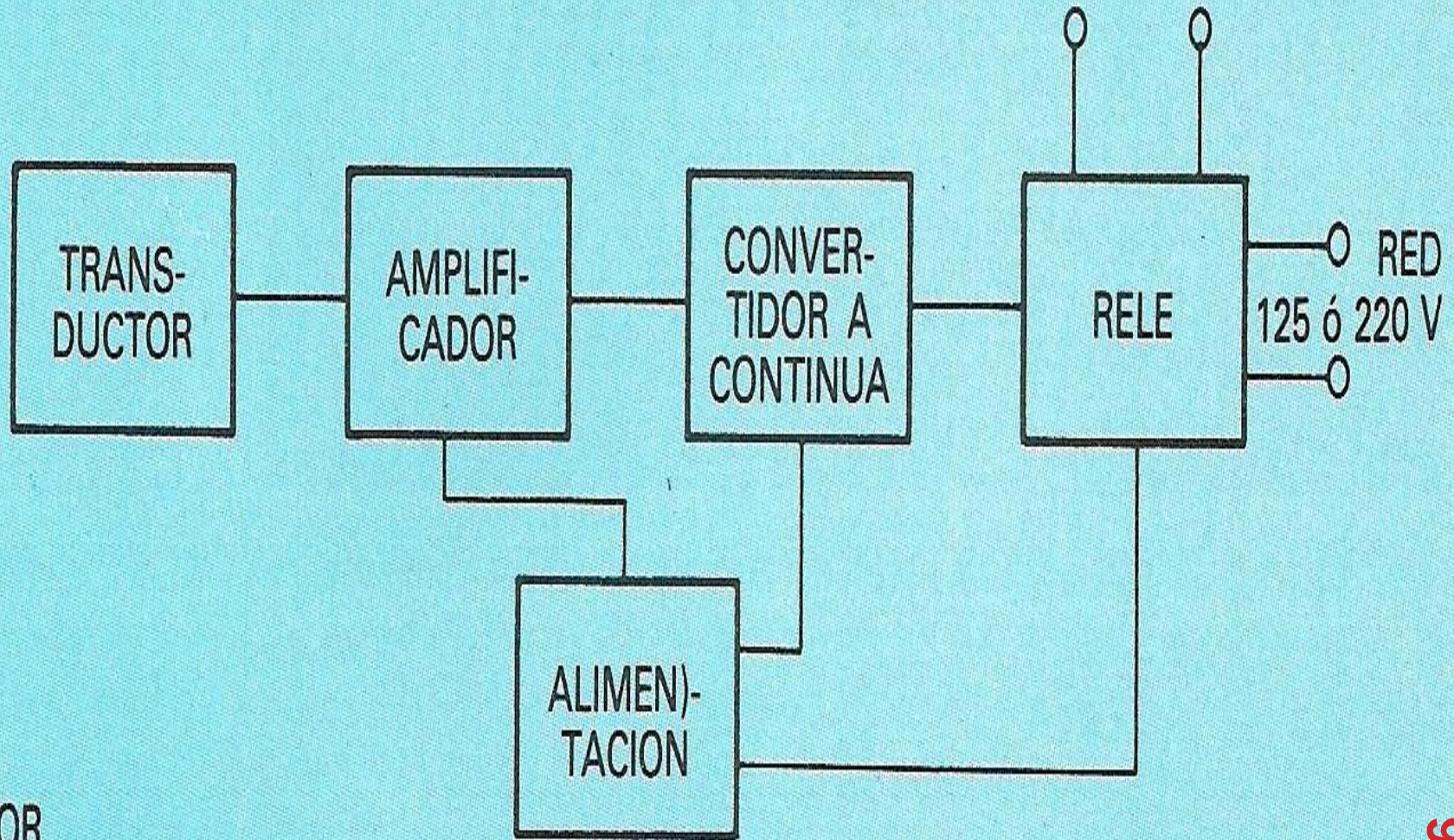


Fuente de alimentación



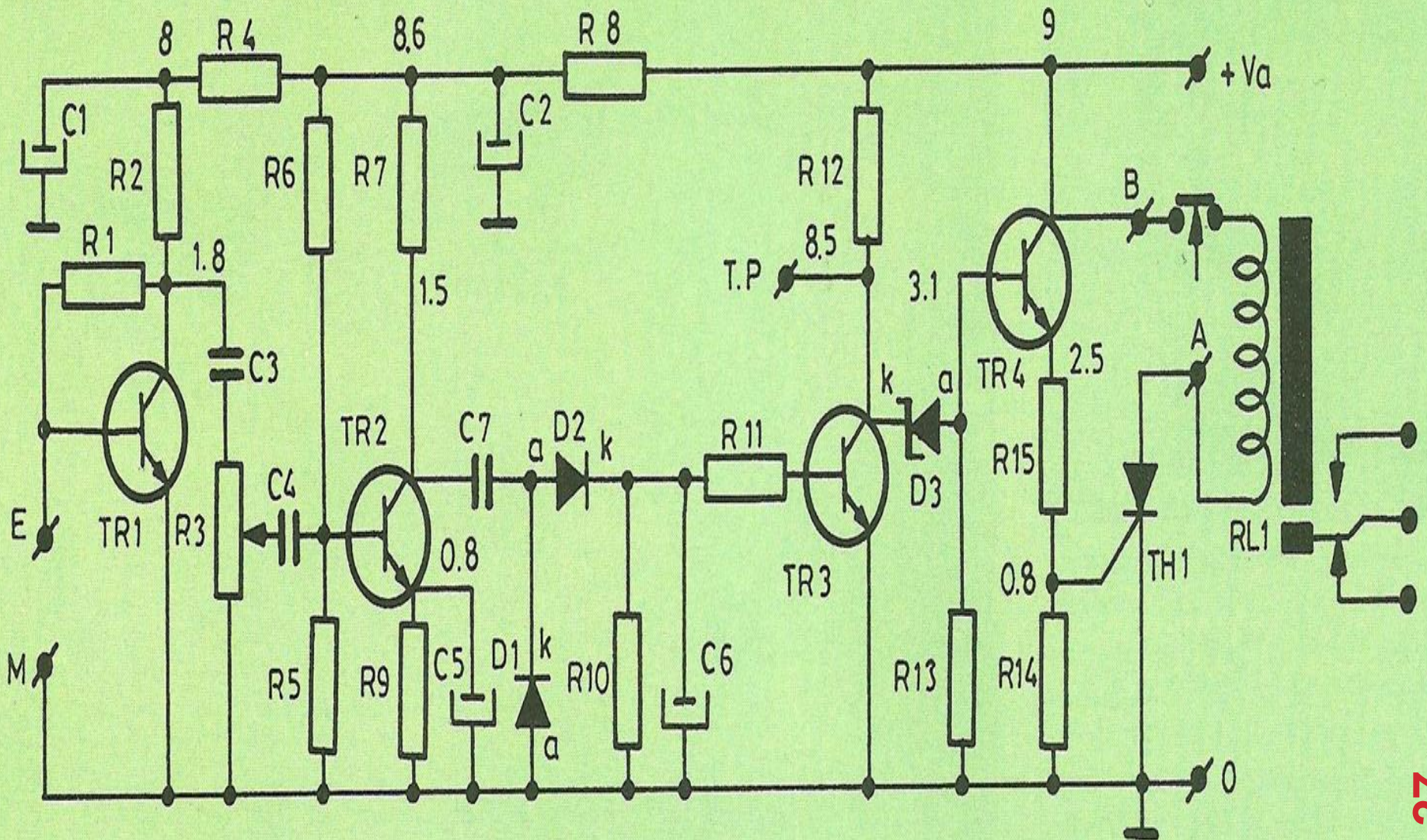
Relé de salida

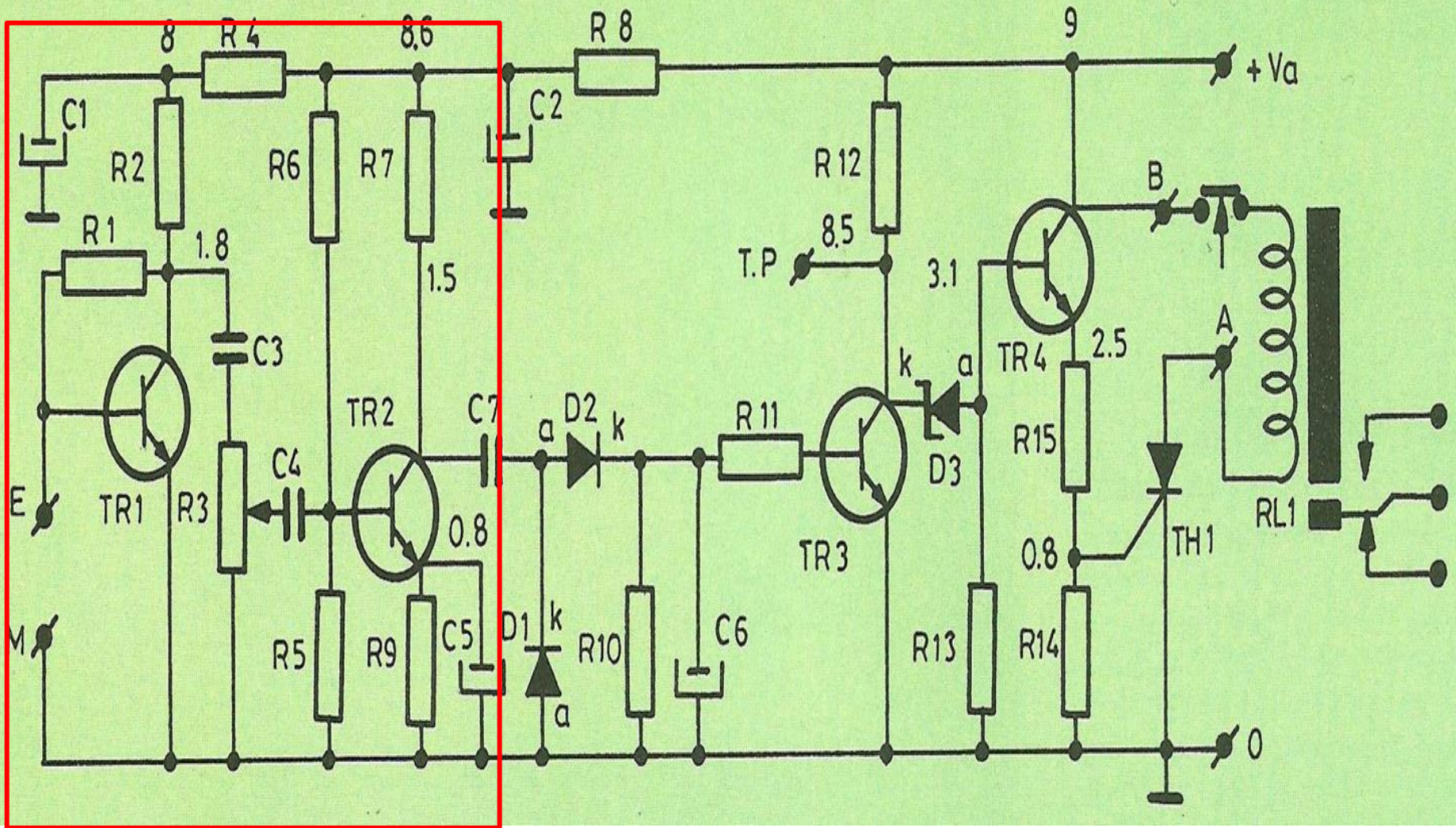
DIAGRAMA DE BLOQUE DEL EQUIPO RECEPTOR



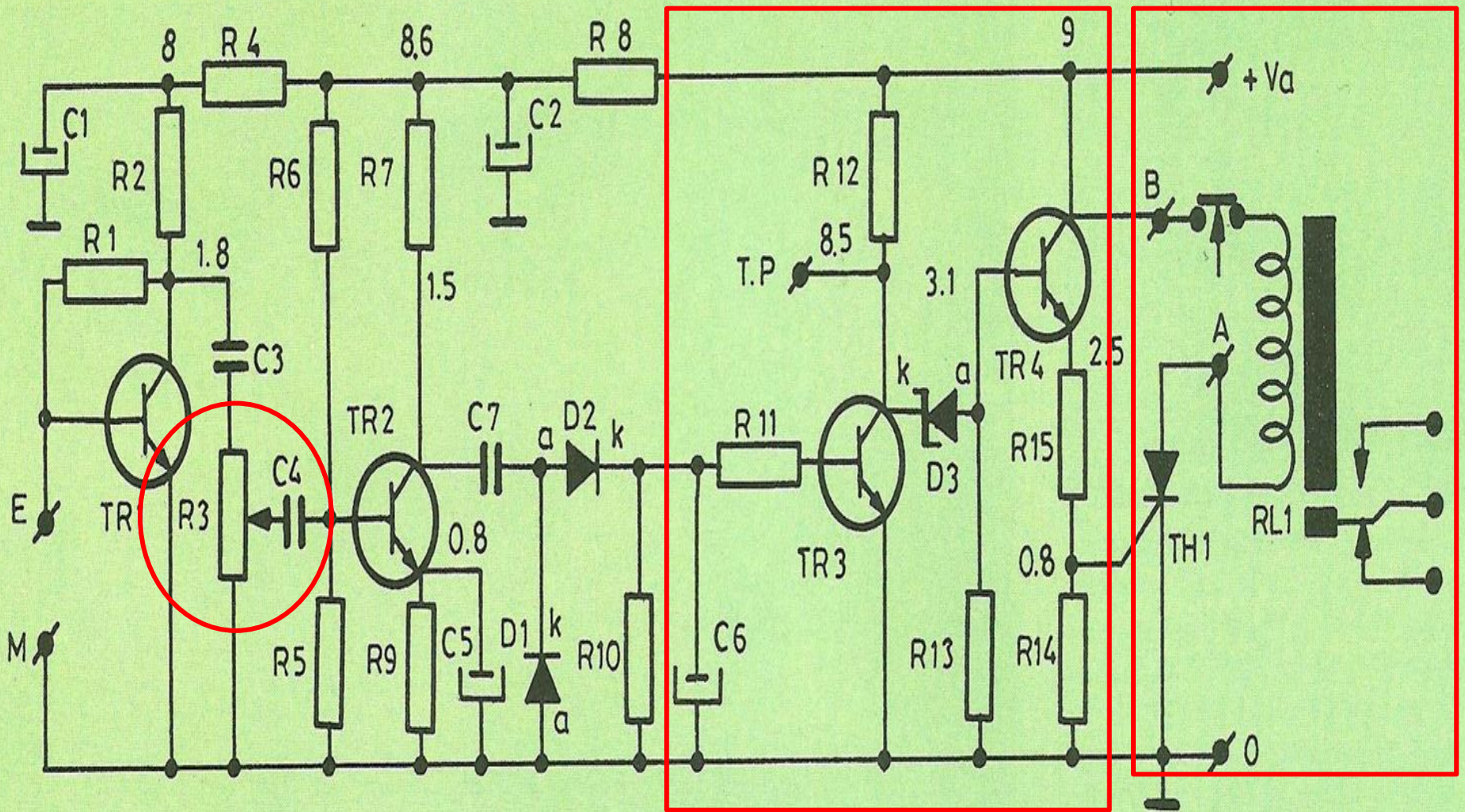
RECEPTOR

ESQUEMA ELÉCTRICO DEL RECEPTOR



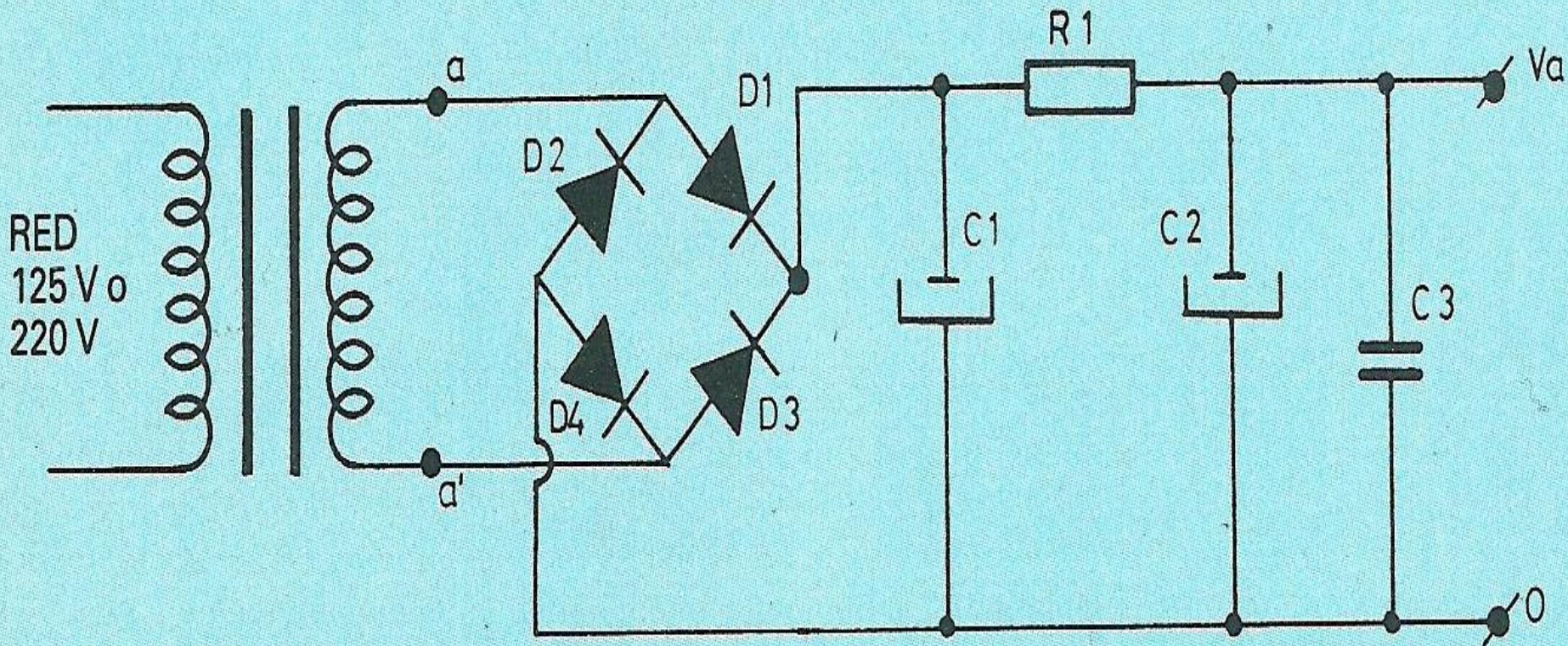


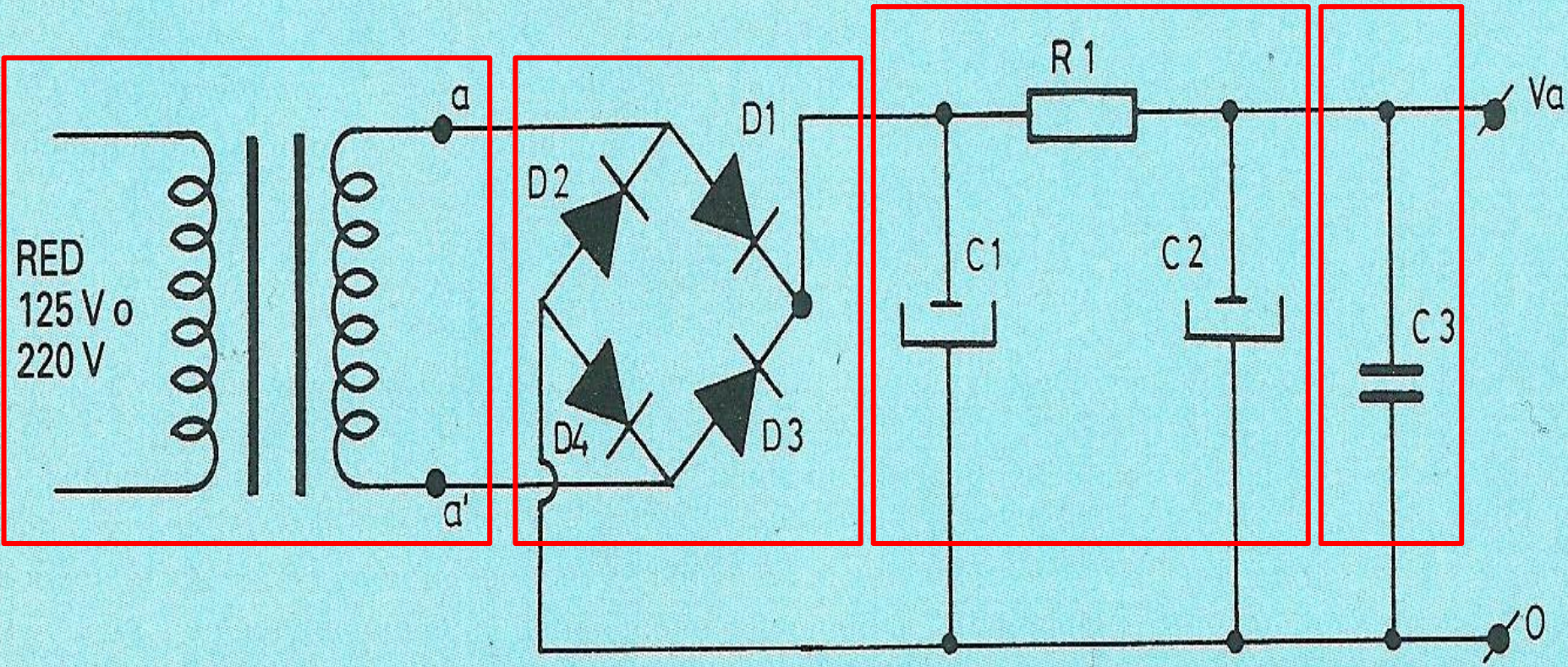
El circuito receptor en su primera etapa está provisto de un circuito detector y amplificador de la señal de ultrasonido que le llega de la cápsula transductora por la entrada E y M y está formado por TR1 y TR2 y la resistencia ajustable R3 que consigue un efecto como el control de volumen en un equipo de sonido, regula la cantidad de señal que llega a la segunda etapa amplificada, tomando una fracción de la existente en el colector del transistor TR1.



La señal obtenida en la primera etapa es procesada en la segunda etapa amplificadora formada por los transistores TR3 y TR4 y según el nivel o sensibilidad de la señal, regulada por R3, se activará el relé de salida RL1, donde quedará permanentemente enclavado mediante el tiristor TH1, hasta que el pulsador, normalmente cerrado, se pulse y abra la conducción del tiristor TH1, desactivando el relé.

ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN





La fuente de alimentación se compone de un transformador reductor de corriente alterna donde la tensión alterna del secundario de 9 voltios se rectifica mediante un puente de diodos formado por D1, D2, D3 y D4 y se filtra mediante un filtro en Π formado por C1, R1 y C2. El condensador C3 filtra y evita las señales parasitarias y de ruidos que pudieran producirse.

COMPONENTES DEL EQUIPO RECEPTOR



RESISTENCIAS DEL RECEPTOR

R1 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W de 1M

R2, R11 y R13 = Resistencias de $\frac{1}{2}$ W de 10K

R3 = Resistencia ajustable de 10K

R4, R9 y R12 = Resistencias de $\frac{1}{2}$ W de 1K

R5 y R10 = Resistencias de $\frac{1}{2}$ W de 22K

R6 = Resistencias de $\frac{1}{2}$ W de 100K

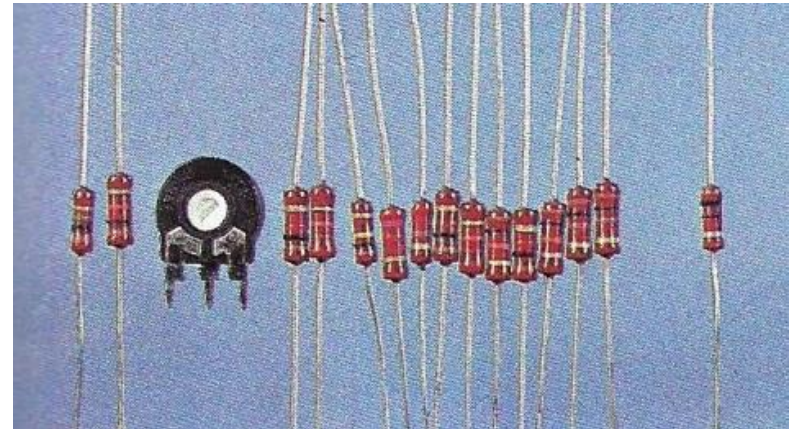
R7 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W de 2K7

R8 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W de 220 Ω

R14 y R15 = Resistencias de $\frac{1}{2}$ W de 100 Ω

Resistencias de la Fuente de Alimentación:

R1 = Resistencia de $\frac{1}{2}$ W 10 Ω



CONDENSADORES DEL RECEPTOR

C1 y C2 = Condensadores electrolítico de 32 μ F/10V

C3 y C4 = Condensadores de plaqueta de 22K/250V

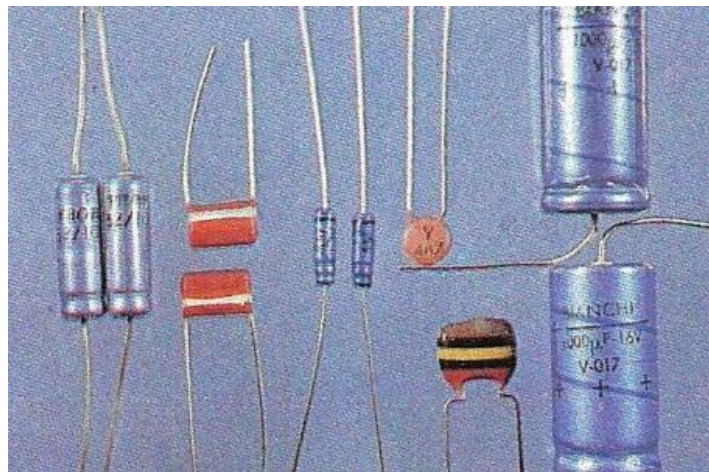
C5 y C6 = Condensadores electrolítico de 1 μ F/40V

C7 = Condensador cerámico de disco de 4K7

Condensadores de la Fuente de Alimentación:

C1 y C2 = Condensadores electrolíticos de 1000 μ F/16V

C3 = Condensador plaqueta de 100K/250V



SEMICONDUCTORES DEL RECEPTOR

TR1, TR2 y TR3 = Transistores NPN BC549

TR4 = Transistor NPN BD135

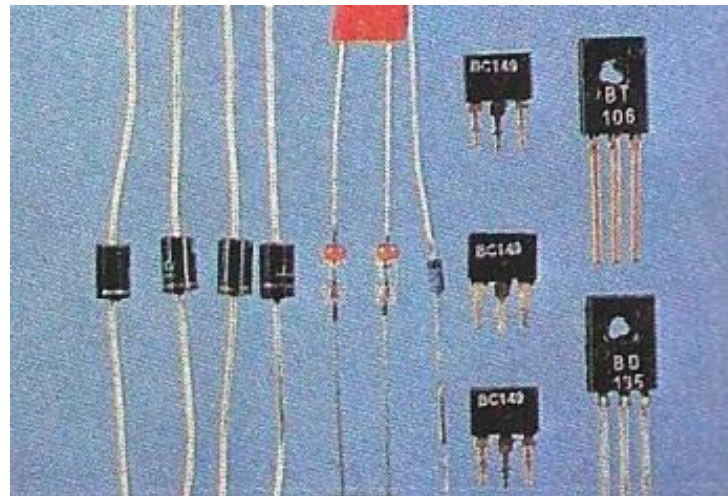
TH1 = Tiristor BT106

D1 y D2 = Diodos OA90 o equivalente

D3 = Diodo Zener BZY88C5V6 de 5,6V ½ W

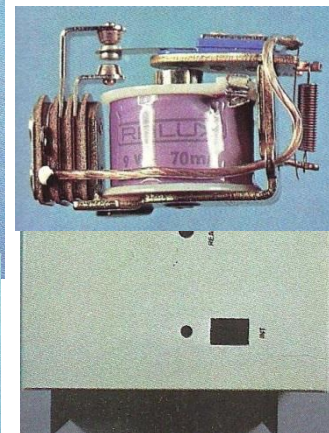
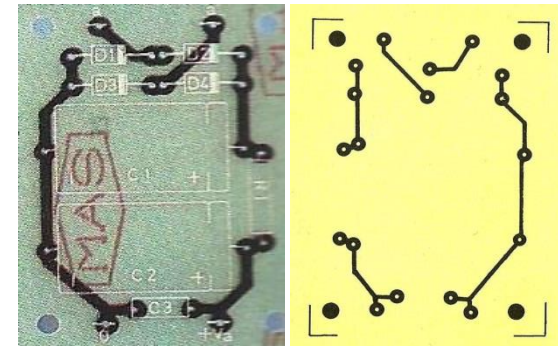
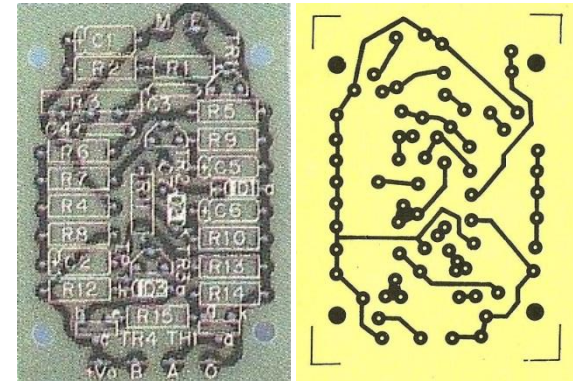
Semiconductores de la Fuente de Alimentación:

D1, D2, D3 y D4 = Diodos de silicio 1N4007



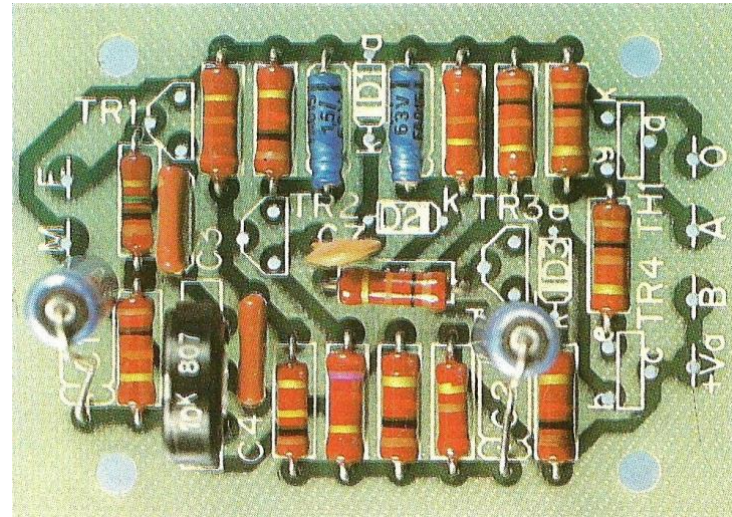
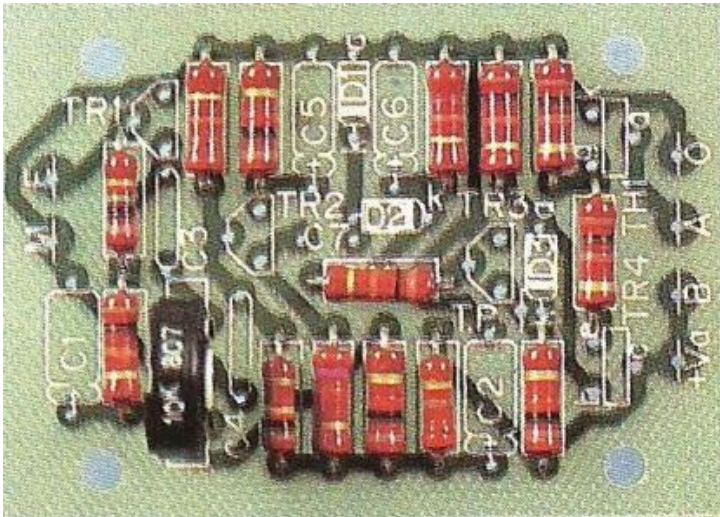
OTROS MATERIALES DEL RECEPTOR

- 2 Placas de Circuito impreso
- 1 Caja mecanizada
- 1 Transformador de 220V/9V
- 1 Portafusible de rosca para caja
- 1 Lamparita de neón
- 1 Interruptor para caja
- 1 Fusible de 0,5 A
- 1 Conector macho CINCH para el transductor
- 1 Cápsula de ultrasonidos
- 1 Brida para la cápsula transductora
- 1 Goma pasacables
- 1 Conmutador de tensión de Red
- 1 Pulsador de superficie para caja
- 1 Base enchufe de Red para caja
- 1 Relé de 9V 220 Ω 1 circuito conmutado
- 18 tornillos con turca
- 8 separadores de circuito impreso
- 1,5 metro de cable paralelo de red con clavija



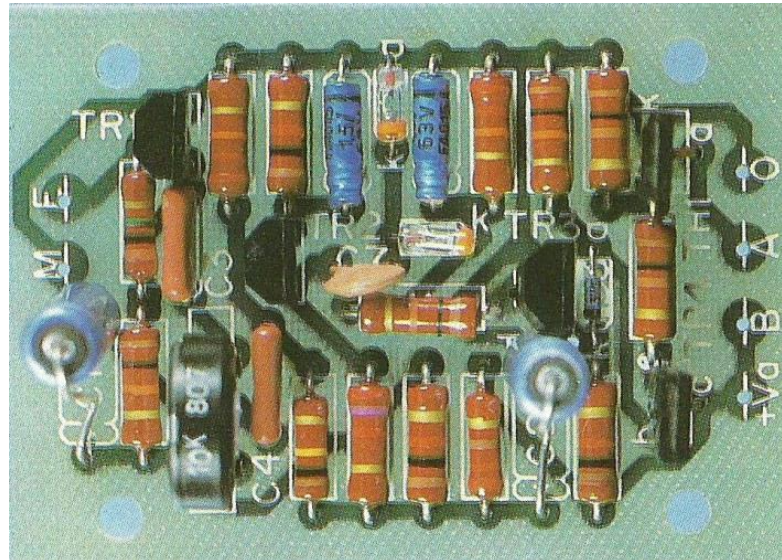
MONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL RECEPTOR EN LA PCI

En esta primera fase vamos a insertar los componentes del circuito receptor de ultrasonidos, para ello, comenzaremos con las resistencias fijas y ajustable, preformando sus patas para que su inserción en la PCI sea la correcta, soldando y cortando los terminales sobrantes. Seguidamente se insertarán los condensadores, teniendo especial cuidado con los condensadores electrolíticos que tienen polaridad.



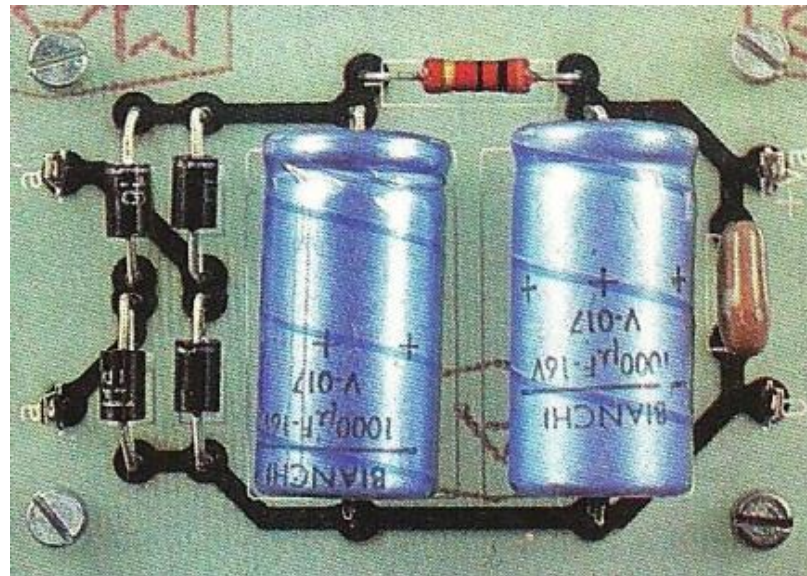
MONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL RECEPTOR EN LA PCI

En la siguiente fase insertaremos los componentes semiconductores, diodos, transistores y tiristor. Preformando sus terminales para la inserción correcta en la PCI para después soldar y cortar los terminales sobrantes. Hay que tener especial cuidado en el montaje de estos componentes puesto que todos ellos tienen una posición y patillaje determinado en la PCI. Finalmente el montaje se completa con la inserción de los terminales de espadín.

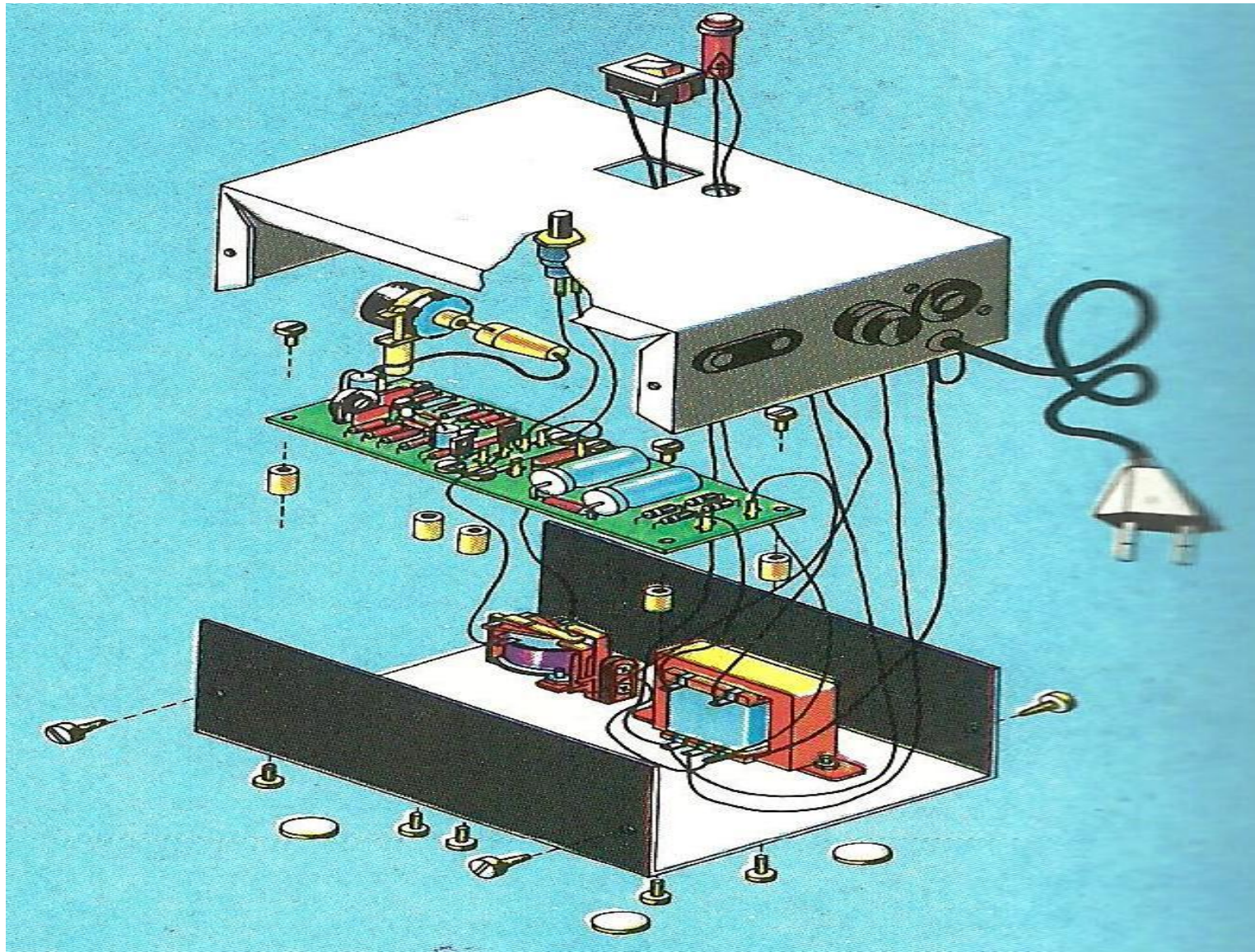


MONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL RECEPTOR EN LA PCI

En esta última fase vamos a insertar los componentes de la fuente de alimentación en su PCI, comenzando con la resistencia, condensadores electrolíticos y los diodos semiconductores. Teniendo cuidado en la posición de los diodos y condensadores electrolíticos. En todos ellos se hará un preformado de sus patas para insertarlo correctamente en la PCI, soldando y cortando los terminales sobrantes y por último la colocación de los terminales de espadín.

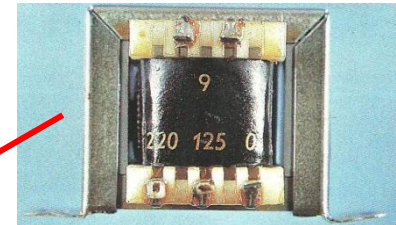
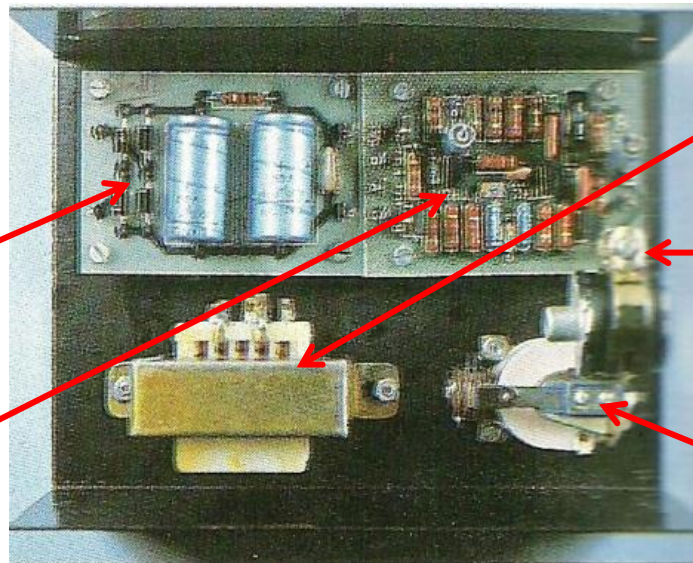
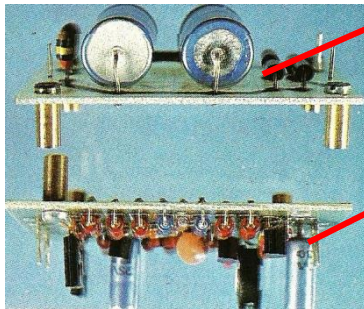
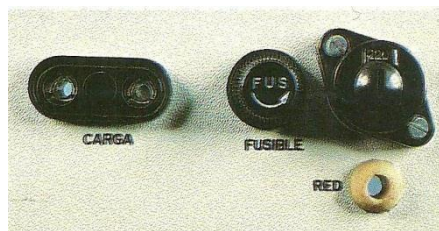


MONTAJE DE LAS PCI DEL EQUIPO RECEPTOR EN CAJA MECANIZADA



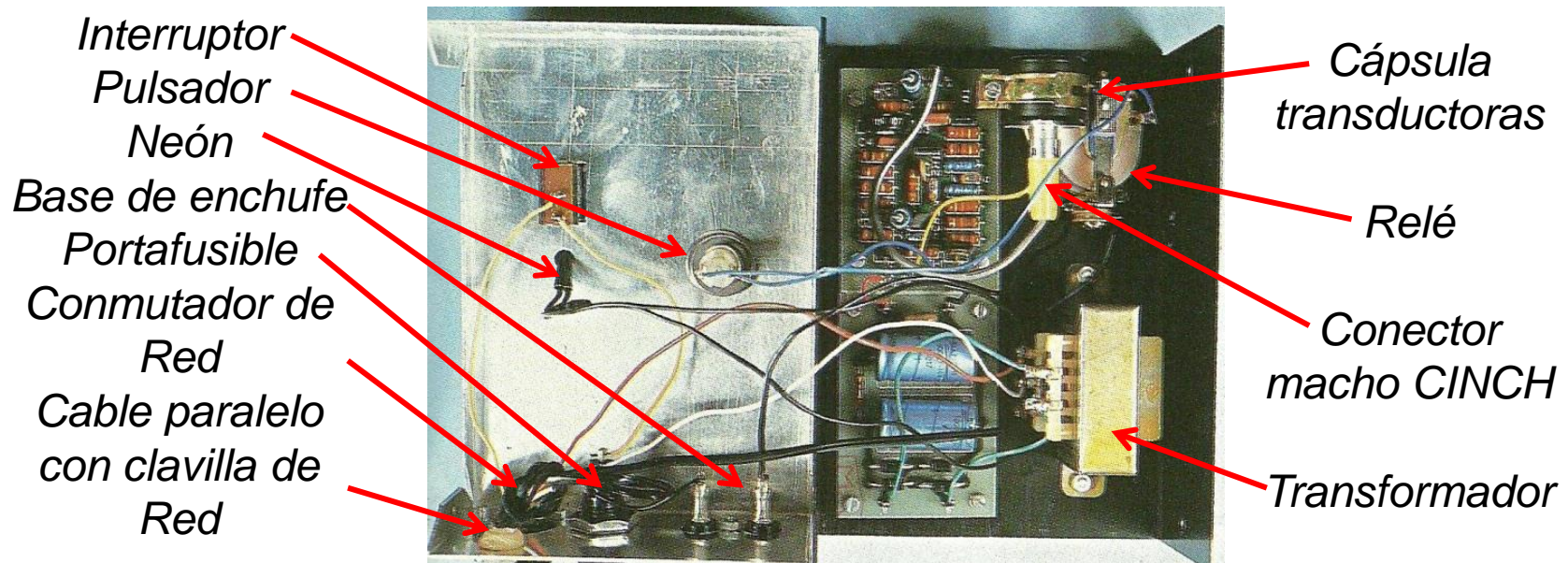
MONTAJE DE LAS PCI DEL EQUIPO RECEPTOR EN CAJA MECANIZADA

El montaje mecánico de la caja comienza colocando sobre la tapa los elementos previstos para ello, que son: interruptor, piloto de neón, conmutador de voltaje, portafusible, base de enchufe de red y goma pasacables. Después se montan sobre la base de la caja las dos placas de circuito impreso, la capsula transductoras, el relé y el transformador de alimentación sujetándose con sus tornillos y separadores.



MONTAJE DE LAS PCI DEL EQUIPO RECEPTOR EN CAJA MECANIZADA

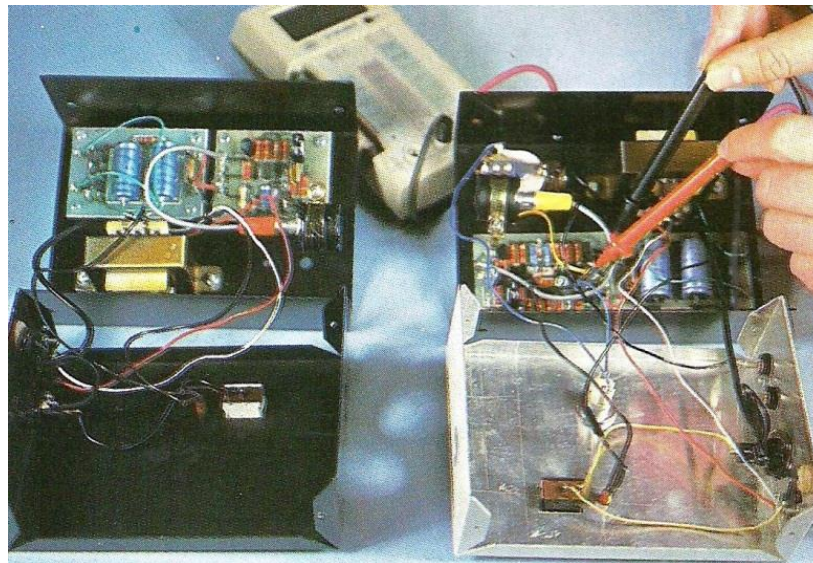
Este montaje se completa colocando la cápsula transductora, sujeta con su brida, sobre el taladro de la placa de circuito receptor con su correspondiente tornillo de sujeción. Después se realizará la interconexión de todos los componentes y dispositivos del equipo, reservando el cable apantallado para realizar la conexión de la cápsula transductora empleando el conector macho CINCH.



AJUSTES Y COMPROBACIÓN

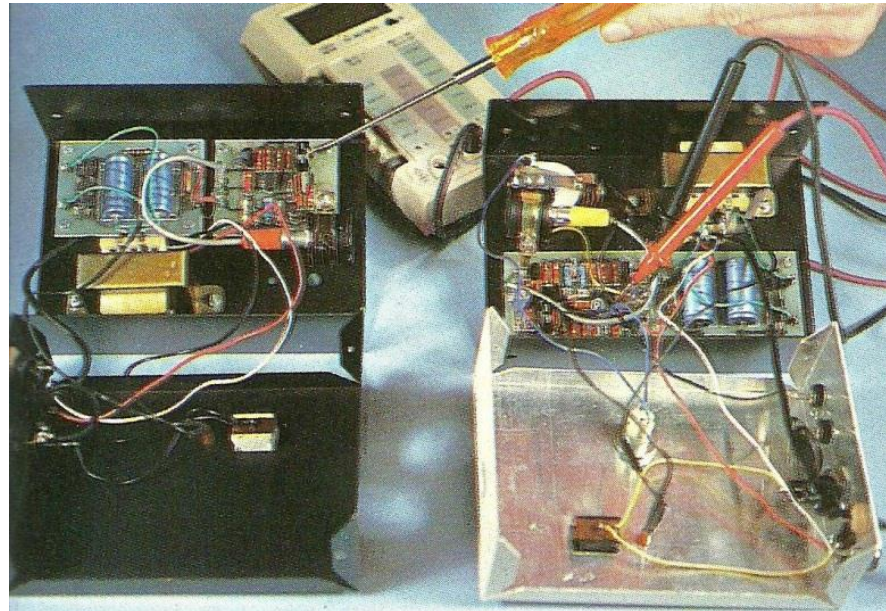
Para realizar el ajuste se colocarán los dos equipos abiertos, con los transductores enfrentados y las resistencias ajustables R3, tanto del emisor como del receptor, a la mitad de su recorrido.

Se pondrá en marcha el receptor, después de conectar sobre él una bombilla o lámpara que señalará las operaciones. Inicialmente estará encendida, de forma que cada vez que se apriete el pulsador el relé se desconectará y la bombilla se apagará. Después se realizará una medida de tensión, en el equipo receptor, con el polímetro entre los puntos T.P. y O, obteniéndose una tensión alrededor de los 8V.



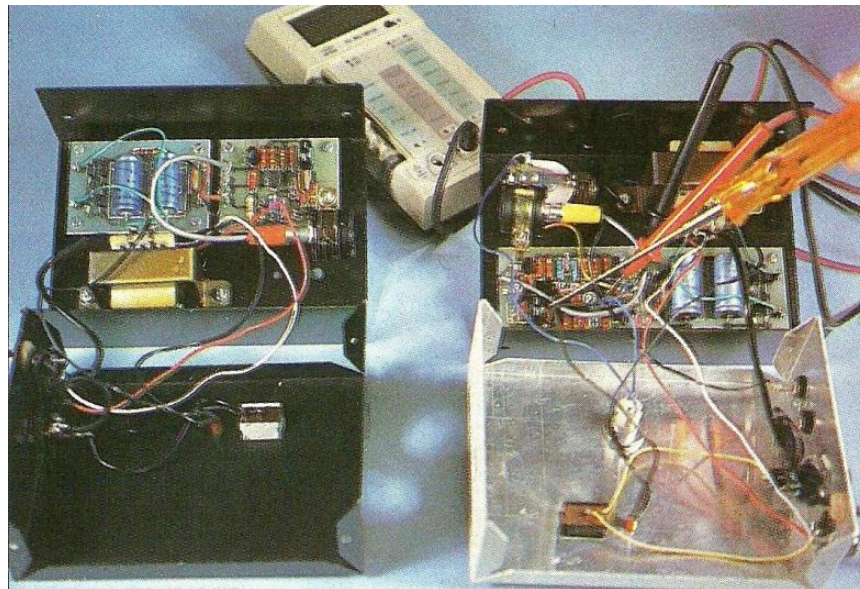
AJUSTES Y COMPROBACIÓN

Seguidamente se pondrá en marcha el equipo emisor colocado a una distancia de 50 centímetros aproximadamente, del receptor, manteniendo la alineación inicial y retocando el ajuste de la resistencia R3 del emisor, que ajustará la frecuencia de funcionamiento en un valor tal que obtenga el máximo rendimiento de los transductores, mientras se mide la tensión con el polímetro sobre los mismos puntos que antes. Se procurará obtener la mínima lectura posible sobre el instrumento.



AJUSTES Y COMPROBACIÓN

Seguidamente se procede a separar ambos equipos unos 8 metros aproximadamente, manteniéndoles enfrentados, si la lectura de tensión ahora es superior a 3 V se retocará la resistencia variable R3 del receptor hasta conseguir una tensión del orden de 0,5V. Entre los ajustes anteriores puede realizarse una prueba intermedia, a una distancia de 2 metros para comprobar el correcto funcionamiento. Finalizando el ajuste y cerrando los equipos.



PRUEBA FINAL

Después de realizada la instalación se efectuará una comprobación final, una vez que esté ambos equipos en marcha y enfrentados correctamente. Para ello, se enchufará en la base del equipo receptor una bombilla, encendiéndose al poner en marcha los equipos.

Al apretar el botón pulsador del equipo receptor, la bombilla se apagará. Seguidamente se obstruirá el haz de ultrasonido con un objeto, encendiéndose la bombilla y permaneciendo en ese estado aunque quede libre el obstáculo.

Para reactivar el sistema, cuando desaparece el obstáculo se pulsa el botón, apagándose la bombilla y quedando listo el sistema para funcionar.

El que el equipo produzca un encendido permanente, cuando se interrumpe brevemente el haz de ultrasonidos es precisamente conseguir detectar cualquier tipo de interrupción por breves que sean. De lo contrario el equipo no podría ser aplicado como detector de paso o alarma ya que funcionaría únicamente durante breves instantes.

FIN DE LA PRESENTACIÓN

