

DETECTOR DE METALES

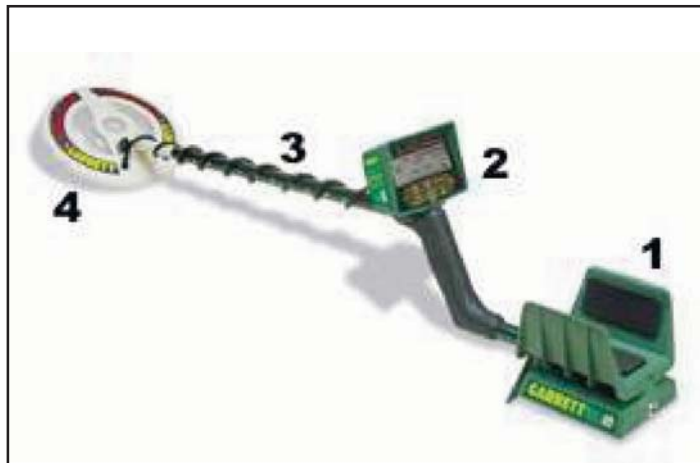
Al mencionar la palabra Detector de Metales observaremos diferentes reacciones de las personas. En primera instancia, algunas personas piensan en una búsqueda en la playa de monedas, cadenas o quizá un tesoro perdido; otras recuerdan la seguridad de los terminales aéreos o en los detectores manuales que tienen los guardas de seguridad de eventos públicos mientras que otras (especialmente aquellos que trabajan en el sector de la construcción) pueden pensar en su utilidad para encontrar cables o tuberías entre las paredes al realizar una determinada reforma en un piso.

El hecho es que todos estos escenarios son válidos. La tecnología de los detectores de metales esta en auge y forma parte de nuestras vidas. Los detectores de metales en aeropuertos, edificios de oficinas, escuelas, agencias del gobierno y prisiones ayudan a garantizar que nadie porte un arma donde no debe.

ANATOMIA DE UN DETECTOR DE METALES

Un detector de metales es ligero y consiste de unas pocas piezas:

- 1. Estabilizador (Opcional):** Usado para mantener la unidad estable mientras hacemos un barrido con el instrumento adelante y atrás.
- 2. Caja de control:** Contiene la circuitería, controles, altavoz, baterías y el microprocesador
- 3. Eje:** Conecta la caja de control y la bobina, muchas veces ajustable de modo que podamos ajustar la altura a un nivel confortable
- 4. Bobina de búsqueda:** La parte que sensa el metal, también conocido como la cabeza de búsqueda, lazo o antena.



La mayoría de los sistemas también cuentan con un jack para conectar unos auriculares, y algunos tienen una caja de control debajo del eje y una pequeña pantalla encima.

La operación de un detector de metal es simple. Una vez se enciende la unidad, debemos moverla lentamente sobre el área en la cual buscamos. En la mayoría de los casos, se hace un «barrido» adelante y atrás sobre la tierra en frente de nosotros. Cuando pasamos sobre algún objeto metálico, una señal audible se presenta. Los detectores de metales más avanzados dicen el tipo de metal que ha detectado y que tan enterrado se encuentra el objeto localizado.

Los detectores de metal utilizan una de las siguientes tres tecnologías.

- Frecuencias muy bajas (VLF- Very Low Frecuencias)
- Pulso de Inducción (PI)
- Batido de Frecuencia por Oscilador

DISCRIMINANDO LA PERCEPCION

La frecuencia muy baja (VLF), también conocida como balance inductivo, es probablemente la tecnología mas ampliamente utilizada en los detectores hoy en día. En un detector de metales VLF, hay dos bobinas distintas:

- La bobina Transmisora: Esta es la bobina exterior del lazo. No es mas que una bobina de alambre. La electricidad es enviada a lo largo de este alambre, primero en una dirección y luego en otra, miles de veces cada segundo. El número de veces que la dirección de la corriente cambia cada segundo estabiliza la frecuencia de la unidad. Por ejemplo, algunos modelos tienen una frecuencia de

6.6KHz. Esto significa que la corriente cambia de dirección 6600 veces cada segundo.

- Bobina receptora. Es la bobina interior en el lazo, y de igual manera, es otra bobina de alambre. Esta actúa como una antena para realzar y amplificar las frecuencias provenientes desde los objetos buscados en la tierra.

La corriente moviéndose através de la bobina transmisora crea un campo electromagnético, el cual es como el que ocurre en un motor eléctrico. La polaridad del campo magnético es perpendicular a la bobina de alambre. Cada vez que la corriente cambia de dirección, la polaridad del campo magnético cambia. Esto significa que si la bobina esta paralela a la tierra, el campo magnético esta constantemente entrando y saliendo de esta.

Como el campo magnético entra y sale de la tierra, este interactúa con cualquier objeto inductivo que encontrara, causando que ellos generen una fuga de campo magnético sobre el suyo propio. Si el campo de la bobina transmisora esta pulsante hacia abajo, el campo del objeto esta pulsante hacia arriba.

La bobina receptora esta completamente protegida del campo magnético generado por la bobina transmisora. Sin embargo, esta no se encuentra protegida del campo magnético proveniente de los objetos enterrados. Por lo tanto, cuando la bobina receptora pasa sobre el campo magnético de un objeto dado, una pequeña corriente eléctrica viaja através de la bobina. Esta corriente oscila a la misma frecuencia que el campo magnético del objeto. La bobina amplifica la frecuencia y la envía a la caja de control del detector de metales, donde un sensor analiza la señal



Un detector de metales, puede determinar aproximadamente que tan profundo esta un objeto enterrado basado en la intensidad del campo magnético que genera. Entre mas cerca se encuentre un objeto de la superficie mas fuerte será el campo magnético y mayor la corriente inducida en la bobina receptora. Más allá de cierta profundidad, el campo del objeto se pierde, y es indetectable para la bobina receptora

¿Cómo hace un detector de metales VLF para distinguir entre dos diferentes metales? Esto se logra mediante un fenómeno conocido como desplazamiento de fase. El desplazamiento de fase es la diferencia en tiempo entre la frecuencia de la bobina transmisora y la frecuencia del objeto encontrado. Esta discrepancia puede deberse a un par de cosas:

- Inductancia: Un objeto que conduce la electricidad fácilmente (es inductivo) es lento para reaccionar a los cambios en la corriente. Podemos imaginarnos la inductancia como un río profundo; los cambios en la cantidad de agua que fluye en el río puede demorarse en tiempo antes de que podamos notar la diferencia.
- Resistencia: Un objeto que no conduce la electricidad fácilmente (es resistivo) reacciona rápidamente a los cambios de corriente. Usando la analogía del agua, la resistencia puede considerarse como un río poco profundo. El cambio en la cantidad de agua fluyendo en río se nota rápidamente

Básicamente, esto significa que un objeto con una inductancia grande proporcionara un gran desplazamiento de fase, ya que este tiene una gran capacidad para alterar el campo magnético. Un objeto con una alta resistencia logrará un pequeño desplazamiento de fase

El desplazamiento de fase proporciona a los detectores de metal VLF la capacidad de algo llamado discriminación. Como la mayoría de los metales varían en ambas cosas inductancia y resistencia, un detector de metales VLF examina la cantidad de desplazamiento de fase, usando un par de circuitos electrónicos llamados demoduladores de fase, y compara esta con un promedio para un tipo de metal en particular. EL detector entonces notifica con un tono audible o con un indicador visual en que rango de los metales se encuentra el objeto detectado. Muchos detectores de metales permiten filtrar (discriminar) objetivos que tienen cierto nivel de desplazamiento de fase.

Usualmente, uno puede fijar este nivel de desplazamiento de fase mediante un botón que aumenta o disminuye el umbral.

Otra característica de discriminación de los detectores de metal VLF es llamada notching (Ranura). Esencialmente esta característica nos permite discriminar un segmento en particular del desplazamiento de fase. El detector nos alertara de los objetos por encima de este segmento, como de igual manera los que estén por debajo de este.

Los detectores avanzados permiten programar múltiples ranuras. Por ejemplo, podríamos fijar el detector para discriminar objetos que tienen un desplazamiento de fase comparable a una tapa de refresco. La desventaja de la discriminación y de la ranura es que ciertos objetos podrían ser discriminados por tener un desplazamiento de fase similar a los indeseados, claro que si estamos buscando un tipo específico de objeto, estas características, son extremadamente útiles.

PULSO ACELERADO

Un tipo menos común de detector de metal esta basado en el pulso de inducción (PI). A diferencia del VLF, los sistemas PI usan una sola bobina como transmisora y receptora o ellos pueden tener dos o tres bobinas trabajando conjuntamente. Esta tecnología envía poderosos, pulsos de corriente a través de la bobina. Cada pulso genera un corto campo magnético. Cuando el pulso termina, el campo magnético se invierte y colapsa repentinamente, resultando en un pico de corriente agudo. Este pico dura unos pocos microsegundos y causa que otra corriente se desplace por la bobina. Esta corriente se llama pulso reflejado y es extremadamente corta, durando aproximadamente solo unos 30 microsegundos. Entonces otro pulso es enviado y el proceso se repite. Un detector de metales PI típico

envía alrededor de 100 pulsos por segundo, pero el número puede variar ampliamente dependiendo del fabricante y del modelo.

Si el detector de metal esta sobre el objeto metálico, el pulso crea un campo magnético opuesto en el objeto. Cuando el pulso de campo magnético colapsa, causando el pulso reflejado, el campo magnético del objeto hace que este tome mas tiempo para desaparecer completamente. Este proceso trabaja de manera similar al eco, si gritamos en un cuarto con solo unas pocas superficies duras, probablemente solo escucharemos un eco breve o quizá no escuchar nada, pero si gritamos en un cuarto con todas sus superficies duras, el eco se prolonga. En un detector de metales PI, el campo magnético desde el elemento encontrado agrega su «eco» al pulso reflejado, haciendo que dure un poco mas. Un circuito de muestreo en el detector esta fijado para monitorear la longitud del pulso reflejado. Por comparación de la longitud esperada, el circuito puede determinar si otro campo magnético ha causado el pulso reflejado. Si el decaimiento del pulso reflejado toma unos pocos microsegundos mas de lo normal es que probablemente un objeto metálico esta interviniendo con él.

El circuito de muestreo envía la pequeña y débil señal que este monitorea a un dispositivo llamado integrador. El integrador lee las señales del circuito de muestreo, amplificándolos y convirtiéndolos en corriente directa (DC). El voltaje de la corriente directa es conectado a un circuito de audio, donde es cambiado a un tono que el detector de metal usa para indicar que un objeto ha sido encontrado

Los detectores de metales basados en PI no tienen una buena discriminación por que la longitud de pulso reflejado de varios metales no son fácilmente separables. Sin embargo, estos son muy útiles en muchas situaciones en las cuales los detectores VLF tienen dificultades, como es el caso de las áreas donde se encuentran elementos altamente conductivos en el medio ambiente. Un buen ejemplo de esta situación es la exploración en agua salada. También, los sistemas basados en PI pueden detectar metales a mucha mayor profundidad en la tierra que otros sistemas.

UN BATIDO ESTABLE

La forma más básica de detectar metales usa una tecnología llamada Batido de frecuencia por oscilador (beat frequency oscillator <BFO>). En un sistema BFO, existen dos bobinas de alambre. Una bobina larga está en la cabeza de búsqueda, y la bobina pequeña está en la



caja de control. Cada bobina está conectada a un oscilador que genera miles de pulsos de corriente por segundo. La frecuencia de esos pulsos esta ligeramente desplazada entre las dos bobinas.

Como los pulsos viajan através de cada bobina, la bobina genera ondas de radio. Un pequeño receptor dentro de la caja de control refuerza las ondas de radio y crea una serie de tonos audibles basado en la diferencia entre las frecuencias.

Si la bobina en la cabeza de búsqueda pasa sobre un objeto metálico, el campo magnético causado por la corriente que fluye através de la bobina crea un campo magnético alrededor del objeto. El campo magnético del objeto interfiere con la frecuencia de las ondas de radio generadas por la bobina en la cabeza de búsqueda. Como la frecuencia se desvía de la frecuencia de la bobina en la caja de control, un sonido audible cambia en duración y tono.

La simplicidad de los sistemas basados en BFO permiten bajos costos de fabricación y venta.

TESOROS PERDIDOS

Los detectores de metales son grandes para encontrar objetos perdidos. Pero típicamente, el objeto deberá estar dentro de una distancia de alrededor de 30 cm o menos para que el detector pueda encontrarlo. La mayoría de los detectores tienen una profundidad máxima de entre 20 y 30 cm. La profundidad exacta varía dependiendo de un número de factores:

- El tipo del detector de metales. La tecnología usada para la detección es el mayor factor en la capacidad del detector. También, hay variaciones y adicionales características que diferencian los detectores que usan la misma tecnología. Por ejemplo, algunos detectores VLF usan unas frecuencias más altas que otros, mientras que proporcionan grandes o pequeñas bobinas; además, el sensor y la tecnología de amplificación puede variar entre fabricantes y entre los modelos aun del mismo fabricante
- El tipo de metal en el objeto. Algunos metales, como el acero, crean campos magnéticos mas fuertes.
- El tamaño del objeto. Una moneda de 2 céntimos es mucho más difícil



- de detectar que una de 2 euros.
- La composición de la tierra: Ciertos minerales son conductores naturales y pueden causar serias interferencias en el detector de metales
- El halo del objeto. Cuando ciertos tipos de metales que han estado enterrados por largos periodos de tiempo, pueden incrementar la conductividad de la tierra alrededor de ellos.
- Interferencia desde otros objetos. Estos ítems pueden estar en la tierra, tal es el caso de cables, tuberías, o por encima de la tierra como las líneas de alta tensión.

El hobby de la detección de metales es un mundo fascinante con muchos subgrupos. He aquí algunas de las actividades más populares:

- Captura de monedas: Buscar monedas después de grandes eventos como conciertos, partidos etc.
- Buscar metales valiosos, como pedazos de oro
- Caza de reliquias: Buscar objetos de valor histórico
- Cazar tesoros: Buscar y tratar de encontrar piezas de oro, plata o algo que se ha rumorado se ha escondido en algún lugar

Muchos entusiastas de los detectores de metales forman clubs locales o nacionales para proporcionar trucos para la búsqueda. Algunos de esos clubs, orga-

nizan eventos de búsqueda de tesoros u otras actividades para sus miembros. Para más información acerca de estos grupos puedes visitar LostTreasure.com

TRABAJO DE DETECTIVE

Además del trabajo recreacional, los detectores de metales sirven en un amplio rango de funciones utilitarias. Los detectores montados usualmente usan alguna variación de la tecnología PI, mientras la mayoría de los escáneres portátiles son basados en al tecnología BFO.

Algunas aplicaciones no recreativas de los detectores de metales son.

- Seguridad aeroportuaria
- Seguridad bancaria
- Seguridad en eventos macro
- Recuperación de objetos
- Construcción
- Exploración arqueológica
- Búsqueda Geológica

Los fabricantes de detectores de metales están constantemente afinando el proceso para hacer sus productos más precisos, más sensibles y más versátiles.

UN SENCILLO DETECTOR

En la figura 1 se muestra el diagrama simplificado de bloques. Básicamente consta de dos osciladores LC de alta frecuencia, uno de búsqueda y otro de referencia, un mezclador de RF, un detector de RF, un filtro pasa bajos y un amplificador de audio. La operación de este circuito se basa en el principio heterodino o de batido de frecuencias.

En condiciones normales (sin la presencia de objetos metálicos) ambos osciladores operan a la misma frecuencia (aprox 455KHz). Como resultado no existe ninguna diferencia entre las frecuencias y por tanto no hay ningún sonido en el parlante. Al acercarse la bobina exploradora a un objeto metálico, cambiamos su inductancia ligeramente, esta variación provoca un pequeño desplazamiento de la frecuencia del oscilador de búsqueda, con lo cual ahora si existe una diferencia, que es la que se utiliza para producir un sonido y así indicar la proximidad del objeto.

En la figura 2 se muestra el diagrama esquemático del oscilador de búsqueda, básicamente es un oscilador tipo Colpitts. Con los valores indicados, y sin un objeto metálico en las vecindades, debe tener una oscilación aproximada a los 455KHz.

En la figura 3 se muestra el diagrama esquemático del oscilador de referencia, este es un oscilador Hartley, el cual utiliza un transformador sintonizado a 455KHz (L2) como red determinadora de frecuencia. Este transformador es del mismo tipo de los utilizados en la primera etapa de Frecuencia Intermedia (FI) de



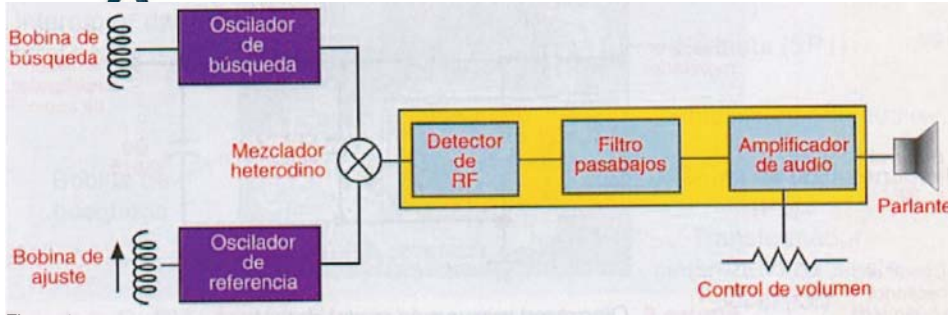


Figura 1

los receptores de radio AM convencionales.

En la figura 4 se muestra el diagrama esquemático del mezclador de RF, encargado de realizar el proceso de batido.

En la figura 5 se muestra el diagrama esquemático del detector y el filtro pasabajos, mientras que en la figura 6 se muestra el diagrama esquemático del amplificador de audio, desarrollado alrededor del LM386

CONSTRUCCION Y PRUEBA

En la figura 7 podemos observar la localización de los componentes sobre la placa de circuito impreso desarrollada para esta aplicación. La lista de componentes se realiza de la manera usual, es decir, comenzando por las resistencias, diodos, etc.; después continuamos con los condensadores cerámicos, luego los electrolíticos, el transformador de FI y los contactos de acceso a la bobina exploradora, el control de volumen, el audífono, el parlante, la batería y el interruptor general.

En la figura 8 se observa cómo debe quedar la placa después de terminado el montaje.

La bobina de búsqueda se construye devanando 5 vueltas de alambre esmaltado #19 o #20 sobre una formaleta plástica o de madera de unos 24 cm de diámetro. Esta configuración nos proporciona una inductancia del orden de 12.5mH, que es la que necesitamos para que el oscilador de búsqueda opere a la frecuencia de 455KHz.

Con el fin de reducir los efectos ca-

pacitivos del suelo, es conveniente que la bobina de búsqueda esté blindada. Como blindaje podemos utilizar la malla que recubren los cables coaxiales.

Para hacer este blindaje, debemos colocar y aislar una primera capa de esta malla sobre el lugar donde será enrollada la bobina, posteriormente devanamos sobre este primer blindaje las cinco vueltas de alambre esmaltado que constituyen la bobina de búsqueda. Es recomendable cubrir este devanado con algún tipo de pegamento plástico para prevenir fluctuaciones y mejorar la estabilidad. Una vez se haya aplicado el adhesivo y este se haya secado, procedemos a colocar la otra malla de blindaje, similar a la de la parte inferior, conectándola al terminal de tierra.

AJUSTE

El factor más importante es el ajuste de los osciladores de búsqueda y de referencia de modo que operen a la misma frecuencia cuando no se encuentran ante la presencia de algún objeto metálico. Si es posible y contamos con los medios, cada oscilador deberá ser ajustado por separado, para hacer esto, utilizamos un contador de frecuencia o un osciloscopio. En el transistor 1, debemos hacer la medida en el emisor, mientras que en el transistor 3, debemos hacerla en la base. Usando un destornillador plástico debemos ajustarlas de modo que sean iguales en la mayor medida posible. Si no disponemos de ninguno de estos medios, no nos preocupemos, afinemos bien nuestros

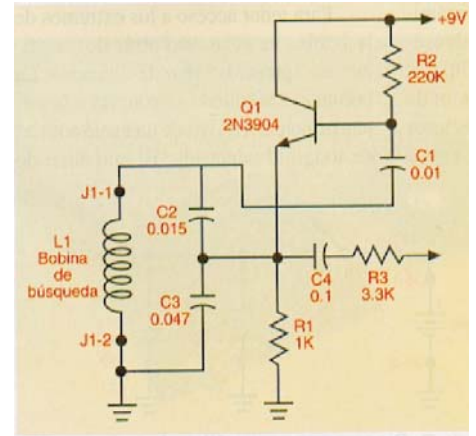


Figura 2

oídos y preparémonos a escuchar atentamente el altavoz, puesto que cuando las frecuencias se encuentren una muy cerca de la otra el sonido será casi nulo, mientras que si estas se encuentran lejos una de la otra, existirá un sonido, como el de una radio AM sintonizada en algún punto donde no hay emisora.

Para utilizar el detector, apáguelo y esperemos un par de minutos mientras se estabiliza el sistema. Luego, pasemos la bobina exploradora sobre algún objeto metálico y observemos que pasa.

Notaremos que entre más grande y/o más cerca este el objeto, el ruido será más agudo y viceversa. Ahora, podemos experimentar con objetos encerrados en armarios o enterrados.

Si estamos en un ambiente ruidoso, es conveniente utilizar los cascos para una mejor percepción.

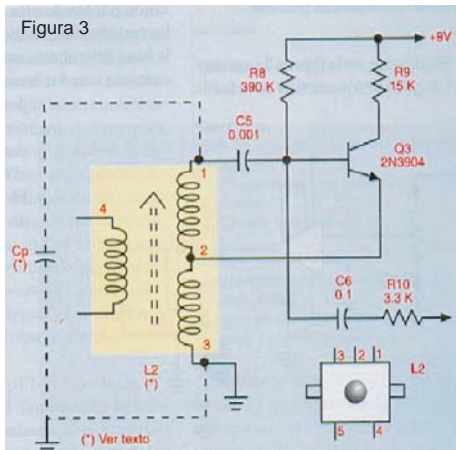


Figura 3

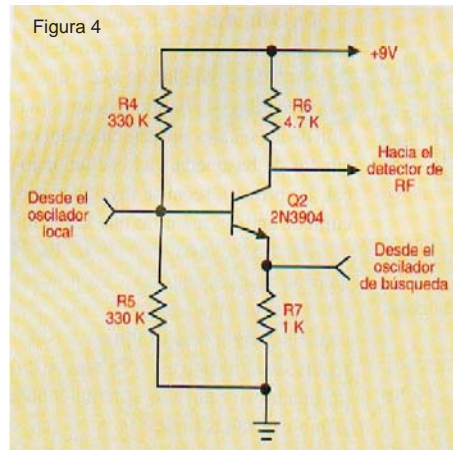


Figura 4

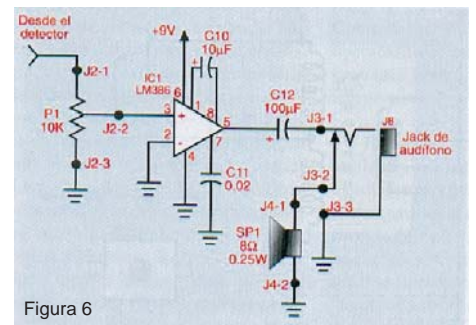


Figura 6

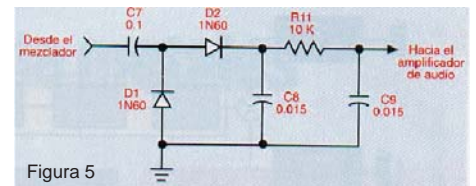


Figura 5

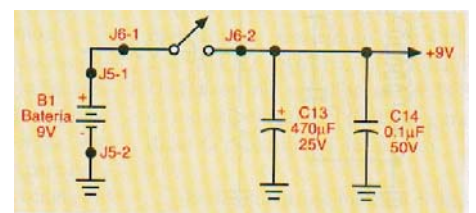


Figura 8

LISTA DE COMPONENTES

Resistencias (1/4W, 5%) R1, R7. 1k
R2.220k
R3, R10. 3.3k
R4, R5. 330k
R6, 4.7k
R8 390k
R9. 13k
R11.10k

Condensadores

C1: 0.01uF/50V, cerámico
C2,C8,C9: 0.015uF/50V, cerámico
C3: 0.047uF/50V, cerámico
C4,C6,C7: 0.1uF/50V, cerámico
C5: 0.001 uF/50V, cerámico
C10: 10uF/25V
C11:0,02uF/50V
C12: 100uF/25V
C13: 470uF/25V
C14: 0.1uF/50V
P1: Potenciómetro 10K con interruptor

Diodos

D1, D2: Detectores de germanio (OA79 o similares)

Bobinas

L1. 5 vueltas de alambre #19 sobre un núcleo plástico o de madera de 24 cm de diámetro. Preferiblemente blindada. Ver texto para detalles
L2. Transformador sintonizado de FI (455kHz), núcleo amarillo

Transistores

Q1, Q2, Q3: 2N3904

Varios

IC1: LM386
SP I: Parlante dinámico de 8W, 0.25W
Conector para batería de 9V

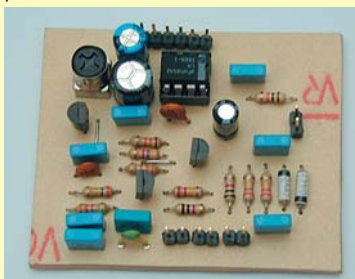


Figura 8

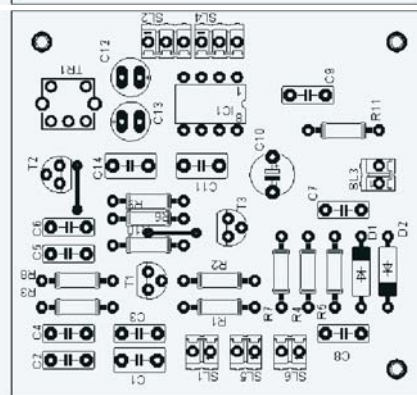
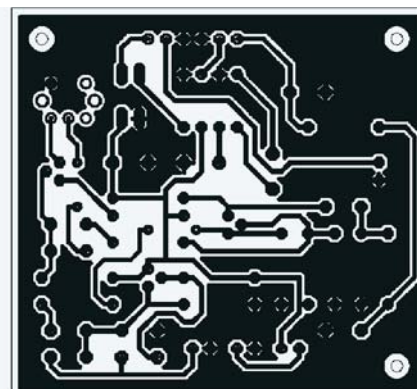


Figura 7

DETECTORES DE METALES COMERCIALES



FR142. 81,14 Euros
Encuentre monedas, joyas, desechos bélicos o cualesquiera otros objetos metálicos enterrados. Disponible en versión económica, disponen de terminal sensible estanco. Características técnicas: toma para auriculares, indicador de aguja, mango de longitud ajustable, peso 1 Kg, dimensiones 67 x 18 x 11,5 cm.



FR-143 126,22 Euros
Disponible en version profesional, disponen de terminal sensible estanco. Características técnicas: toma para auriculares, indicador de aguja, discriminador de tres tonos, empuñadura con soporte para el brazo, mango ajustable, discriminador para terrenos ferrosos, posibilidad de distinguir materiales ferrosos y no ferrosos, peso 2,5 Kg, dimensiones 72 x 23 x 16 cm.



CS50 21Euros
Ideal para los niños. Barra regulable. Indicadores visuales y audibles. Cabezal resistente a las salpicaduras de agua.



CS100 60 Euros
Detecte monedas, joyas, oro y plata en casi todos los tipos de suelos. Salida para auriculares, vúmetro, cabezal de detección de estanco, barra regulable



CS220 46 Euros
Ideal para principiantes
Cabezal de detección estanco ISOCON (25cm), fácil de montar, 2 botones de ajuste aseguran una sensibilidad óptima., salida para auriculares.



CS330 192.4 Euros
Modelo Profesional para principiantes. Circuito de discriminación de residuos, sintonización automática, altavoz con salida para auriculares, longitud regulable de la barra



CS5MXP 753.62 Euros
Detector de metales Profesional
Para todos los tipos de subsuelo, circuito de amplificación Motion, respuesta rápida y cobertura máxima del suelo, operación automática, sistema PinPoint, modo de detección "Todos los metales" (Boost), vúmetro, altavoz incorporado, salida para auriculares y cargador, discriminador audible / silenciosa 2 canales en todo el campo de detección



CS6P1 862.5 Euros
El especialista de la playa
Operación automática, sensibilidad regulable, frecuencias de impulsos regulable, lectura clara de la señal de detección, resistente al polvo y a la humedad, altavoz incorporado, salida para auriculares y entrada para el cargador



CS7UMD 1304 Euros
Para la detección submarina
Sistema estabilizado de indicación de impulsos perfeccionado para el uso bajo el agua, caja de control estanca muy robusta, botones de ajuste para umbral de detección y para la frecuencia de los impulsos, indicadores Led para el estado

de carga de la batería y la intensidad de la señal., auriculares impermeables y ligeros.

Cualquier otro modelo consultar. Los anteriores precios no incluyen el IVA