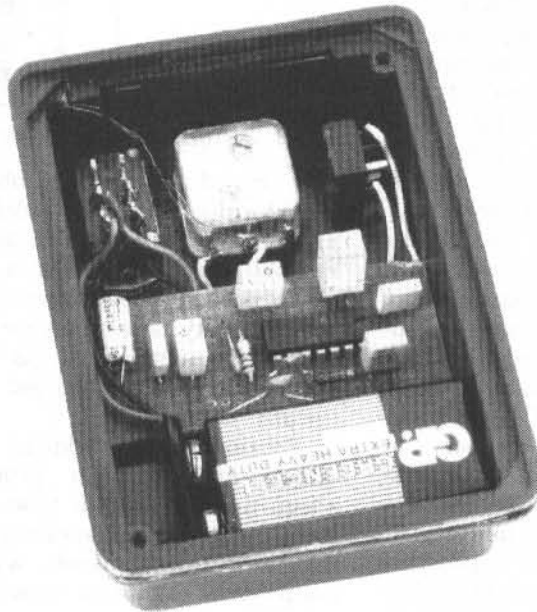


Prosty wykrywacz metali

kit AVT-218

Wykrywacze metali należą do urządzeń bardzo użytecznych w różnych dziedzinach życia, na przykład w gospodarstwie domowym przy lokalizacji metalowych instalacji budowlanych w ścianach budynku. Opisany poniżej układ, skonstruowany z wykorzystaniem tylko jednego układu scalonego UL1321, umożliwia wykrywanie przedmiotów metalowych na głębokość do 0,3m.



Elektroniczne wykrywacze metali są bardzo rzadko spotykane na rynku. W różnych pismach technicznych można znaleźć czasem ogłoszenia dotyczące sprzedaży właśnie takich urządzeń pod szumną nazwą „wykrywacze skarbów”. Przed zakupem takiego - nieraz bardzo drogiego - urządzenia (także przed rozpoczęciem własnoręcznej konstrukcji) warto poznać kilka podstawowych parametrów i zależności dotyczących tych układów.

Ogólnie mówiąc, zasięg działania wykrywacza zależy od jego konstrukcji oraz od wielkości wykrywanego przedmiotu metalowego. Każdy z wykrywaczy posiada własne źródło energii w.c.z., które przenika do badanego obszaru powodując zmianę prądu płynącego we wskaźniku urządzenia. Pod względem konstrukcji, a przy tym zasady działania, wyróżnia się **trzy rodzaje** wykrywaczy: działające na zasadzie interferencji (różnicy dwóch częstotliwości

ci), naruszenia równowagi indukcyjnej oraz zmian wielkości sygnału odbieranego przez odbiornik.

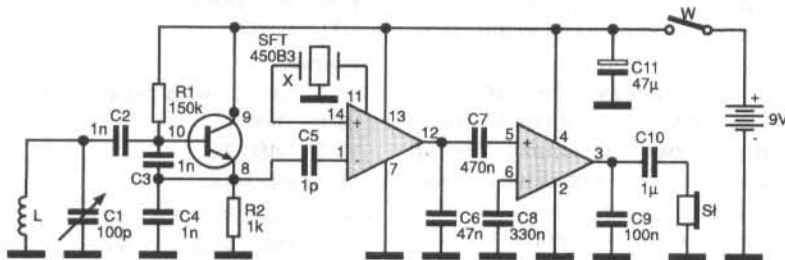
Pierwszy rodzaj wykrywaczy - najprostszy w wykonaniu (opisany w niniejszym artykule) - charakteryzuje się niewielkim zasięgiem, dochodzącym do 30cm. Nieco większy zasięg posiadają wykrywacze drugiego rodzaju (40...60cm). Obydwa te rodzaje wykrywaczy cechuje dobra rozdzielczość - umożliwiają wykrycie monety średniej wielkości. Największy zasięg działania, dochodzący do 250cm, posiadają wykrywacze trzeciego rodzaju, zbudowane w oparciu o nadajnik niewielkiej mocy (do kilku watów) i odbiornik, ale mają one jednocześnie najmniejszą rozdzielczość. Stosowane są przy poszukiwaniach podziemnych rurociągów, a także przy badaniach archeologicznych czy geologicznych. Ich koszt jest często bardzo wysoki. Tak więc każdy z wykrywaczy ma zarówno zalety, jak i wady.

Posługując się każdym z wykrywaczy i obserwując specjalny wskaźnik, możemy zorientować się co do miejsca lokalizacji poszukiwanego przedmiotu metalowego, jego wymiarów, a często także jesteśmy w stanie stwierdzić, czy jest to materiał ferromagnetyczny czy diamagnetyczny. Wskaźnikami mogą być słuchawki, woltomierze czy - z gorszym skutkiem (pod względem rozdzielczości) - diody świecące LED. Zakres częstotliwości pracy wykrywaczy wynosi przeważnie 100...1000 kHz.

Schemat elektryczny opisywanego wykrywacza, działającego na zasadzie interferencji jest przedstawiony na **rysunku 1**. W skład urządzenia wchodzi tylko jeden układ scalony - UL1321, produkcji CEMI. Układ ten posiada w swej strukturze wewnętrznej dwa identyczne przedwzmacniacze m.c.z., o maksymalnym wzmocnieniu po 60dB każdy, oraz pojedynczy tranzystor n-p-n.

Urządzenie składa się z dwóch generatorów w.c.z., mieszacza i wzmacniacza m.c.z. zasilającego słuchawki.

Pierwszy z generatorów jest zbudowany w oparciu o wewnętrzny tranzystor (B-k.10, E-k.8, C-k.9) i obwód LC. Rezystor R1 zapewnia polaryzację bazy tranzystora w taki sposób, aby spadek napięcia na rezystorze emiterowym R2 był zbliżony do połowy wartości napięcia zasilania, czyli do około 4,5V. Kondensatory



Rys. 1. Schemat elektryczny wykrywacza metali na jednym układzie scalonym - UL1321

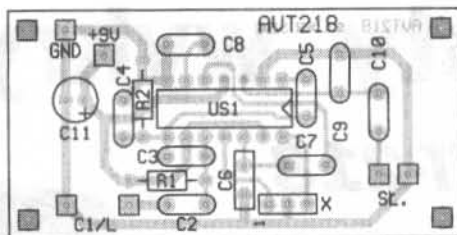
dzielnika pojemnościowego (C3, C4) zapewniają dodatnie sprzężenie zwrotne niezbędne do wzbudzenia drgań w.cz.. Średnia częstotliwość tego generatora wynosi około 450kHz. Bezpośredni wpływ na jego wartość ma indukcyjność cewki zewnętrznej L, pojemność regulowana C1 oraz wypadkowa pojemność C2...C4.

W skład drugiego generatora 450kHz wchodzi część struktury wzmacniacza (we - k.14, wy - k.11) oraz jedyny element dodatniego sprzężenia zwrotnego w postaci trójkońcówkowego filtra piezoceramicznego SFT450B3. Na drugie wejście (końcówka 1) tego wzmacniacza, pełniącego funkcję mieszacza, poprzez niewielką pojemność C5 jest podany sygnał z generatora przestrajanego. Częstotliwość drgań tego generatora, ustalona kondensatorem C1, jest tak dobrana, aby na wyjściu mieszacza (końcówka 12) uzyskać tak zwane zero dudnień lub sygnał akustyczny o przyjemnym dla ucha brzmieniu. W obydwu przypadkach mamy tutaj do czynienia z różnicą wejściowych częstotliwości generatorów. Częstotliwość sumacyjna jest tłumiona poprzez dodatkowy kondensator C6 oraz „naturalnie“, poprzez spadek wzmocnienia wzmacniacza powyżej częstotliwości 450kHz.

Drugi wzmacniacz wchodzący w skład struktury UL1321 pracuje już w typowym dla swego przeznaczenia układzie wzmacniacza akustycznego zasilając miniaturowe słuchawki od walkmana. Wartości kondensatorów C7...C10 powinny być dobrane w zależności od zastosowanych słuchawek i wymaganej siły głosu.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na małej uniwersalnej płytce drukowanej lub na płytce, której mozaikę ścieżek przedstawia rysunek na wkładce. Rozmieszczenie elementów na tej płytce przedstawia rys. 2. Zmontowaną płytke, łącznie z baterią zasilającą 9V (6F22), kondensatorem C1, gniazdem słuchawkowym G oraz wyłącznikiem zasilania W zamontowano wewnątrz plastikowej obudowy (100x75x30mm). Na dolnej zewnętrznej części obudowy nawinięto cewkę pomiarową L. Cewka, którą tworzy 30 zwojów drutu DNE 0,15mm ułożonych ciasno w wyfrezowanym rowku o szerokości 3mm i głębokości 1mm, w rozwiązaniu modelowym miała indukcyjność 150μH.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej wykrywacza metali

Przy innych wymiarach obudowy, jak również innej wartości filtra SFT, cewka może mieć inną liczbę zwojów. Przy wykonywaniu układu trzeba zwrócić uwagę również na to, aby elementy konstrukcyjne wykrywacza były umieszczone jak najdalej od płaszczyzny, w której jest zamontowana cewka.

Po zmontowaniu układu nie powinno być żadnych problemów z jego uruchomieniem (pod warunkiem zastosowania sprawnych elementów). Uruchomienie wykrywacza powinno w zasadzie ograniczyć się do podłączenia zasilania i pokręcenia kondensatorem do momentu usłyszenia w słuchawkach charakterystycznego gwizdu. Jeżeli po zbliżeniu do cewki L metalowego przedmiotu stwierdzimy zmianę częstotliwości gwizdu aż do jego zaniku, możemy pracę urządzenia uznać za poprawną. Oczywiście gwizd w słuchawkach nie może pochodzić od wzbudzenia się wzmacniacza małej częstotliwości - musi być różnicą częstotliwości dwóch generatorów w.cz. Działanie wzmacniacza m.cz. poznajemy po niewielkim szumie w słuchawkach. Do sprawdzenia poprawnej pracy generatorów w.cz. można użyć miernika częstotliwości. Częstotliwość generatora o stałej częstotliwości (stabilizowanego rezonatora piezoceramicznego) sprawdzamy po dołączeniu miernika do nóżki 11, zaś generatora zmiennego po dołączeniu do nóżki 8 układu scalonego. Wymagana częstotliwość generatora o zmiennej częstotliwości powinna odpowiadać środkowemu położeniu rotora kondensatora C1. Jeżeli sygnał gwizdu uzyskujemy przy minimalnej pojemności tego kondensatora, to należy odwinąć kilka (np. 2) zwojów drutu z cewki (ilość odwijanych zwojów należy dobrać doświadczalnie). W przeciwnym wypadku, jeżeli gwizd następuje przy zupełnie wkręconym rotorze C1, dołączamy równolegle do C1 dodatkowy kondensator o pojemności kilkadziesiąt pF.

Czułość przyrządu zależy od konstrukcji cewki L (im większa, tym lepiej), jak również od poziomu sygnału z generatora o zmiennej częstotliwości podanego na mieszacz. Warto więc dobrać odpowiednią wartość kondensatora C5. W rozwiązaniu modelowym jest to pojemność międzyprzewodowa.

Sposób posługiwania się wykrywaczem

Nakładamy słuchawki na głowę i włączamy zasilanie. Zbliżyliśmy wykrywacz do powierzchni ściany (lub ziemi) i obracając pokrętkę kondensatora C1 staramy się uzyskać najniższy ton w słuchawkach. Następnie przesuwamy wykrywacz równoległe do sprawdzanej powierzchni do chwili pojawienia się tonu o większej częstotliwości. Każda zmiana częstotliwości gwizdu może świadczyć o obecności przedmiotu metalowego w granicach zasięgu wykry-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 150kΩ
- R2: 1kΩ

Kondensatory

- C1: 100pF (dowolny zmienny)
- C2, C3, C4: 1nF
- C5: 1pF
- C6: 47nF
- C7: 470nF
- C8: 330nF
- C9: 100nF
- C10: 1μF
- C11: 47μF

Półprzewodniki

- US1: UL1321

Różne

- L: 150μH (cewka powietrzna - patrz tekst)
- X: SFT 450 B3
- St: słuchawki
- W: wtycznik zasilania
- B: bateria zasilania 9V
- G: gniazdo słuchawkowe
- Obudowa plastikowa

wacza. Miejsce położenia metalu rozpoznaje się po wyraźnym wzroście częstotliwości na tle monotonnego dźwięku.

Oczywiście, posługiwanie się wykrywaczem metali, zresztą jak i każdym innym urządzeniem, wymaga pewnej wprawy. Warto zauważyć, że przy pokręcaniu kondensatorem C1 uzyskujemy dwa gwizdy przedzielone charakterystyczną ciszą (zero dudnień). Jeżeli założymy, że sygnał

gwizdu uzyskaliśmy przy mniejszej częstotliwości generatora zmiennego w stosunku do częstotliwości generatora stałego, to przy zbliżeniu materiału ferromagnetycznego (żelaza) do cewki L uzyskamy wzrost częstotliwości gwizdu, zaś przy zbliżeniu materiału diamagnetycznego (miedź, aluminium, złoto...) - obniżenie częstotliwości aż do zera, a następnie ponowny jej wzrost. Nie jest to takie trudne - warto

potrenować. Trzeba również wiedzieć, że moneta o średnicy około 25mm wywoła zmiany 64-krotnie mniejsze niż inny przedmiot z takiego samego materiału o średnicy około 100mm, znajdujący się w tej samej odległości. Podobnie, przedmiot metalowy oddalony od cewki L o 200mm wywoła zmiany 4096-krotnie mniejsze niż taki sam przedmiot oddalony na odległość 50mm.

Andrzej Janeczek, SP5AHT