

Do czego to służy?

Wykrywacz metali - jak sama nazwa wskazuje - służy do lokalizacji ukrytego przedmiotu metalowego. Po wojnie wykrywacze używano do odnajdywania min, a i obecnie są one wykorzystywane do poszukiwań militariów, czyli zabytków archeologii wojkowej. Za pomocą wykrywacza można zlokalizować zalane asfalem lub ukryte pod lodem studzienki, żeliwne włazy kanalizacyjne, zamurwane metalowe rury wodociągowe, a także... złoto i inne metalowe skarby. Dobry wykrywacz metali jest urządzeniem dość skomplikowanym i stosunkowo drogim. Istnieje kilka rodzajów wykrywaczy różniących się zasadą działania i parametrami. Najprostsze z wykrywaczy, działające na zasadzie rozstrajania się jednego z dwóch generatorów, może wykonać nawet początkujący elektronik. Poszukiwanie skarbów, szczególnie w okresie letnim, jest bardzo modne i ma wielu fanów na całym świecie. W kwietniu br. w Toruniu odbył się III Międzynarodowy Zlot Miłośników Eksploracji.

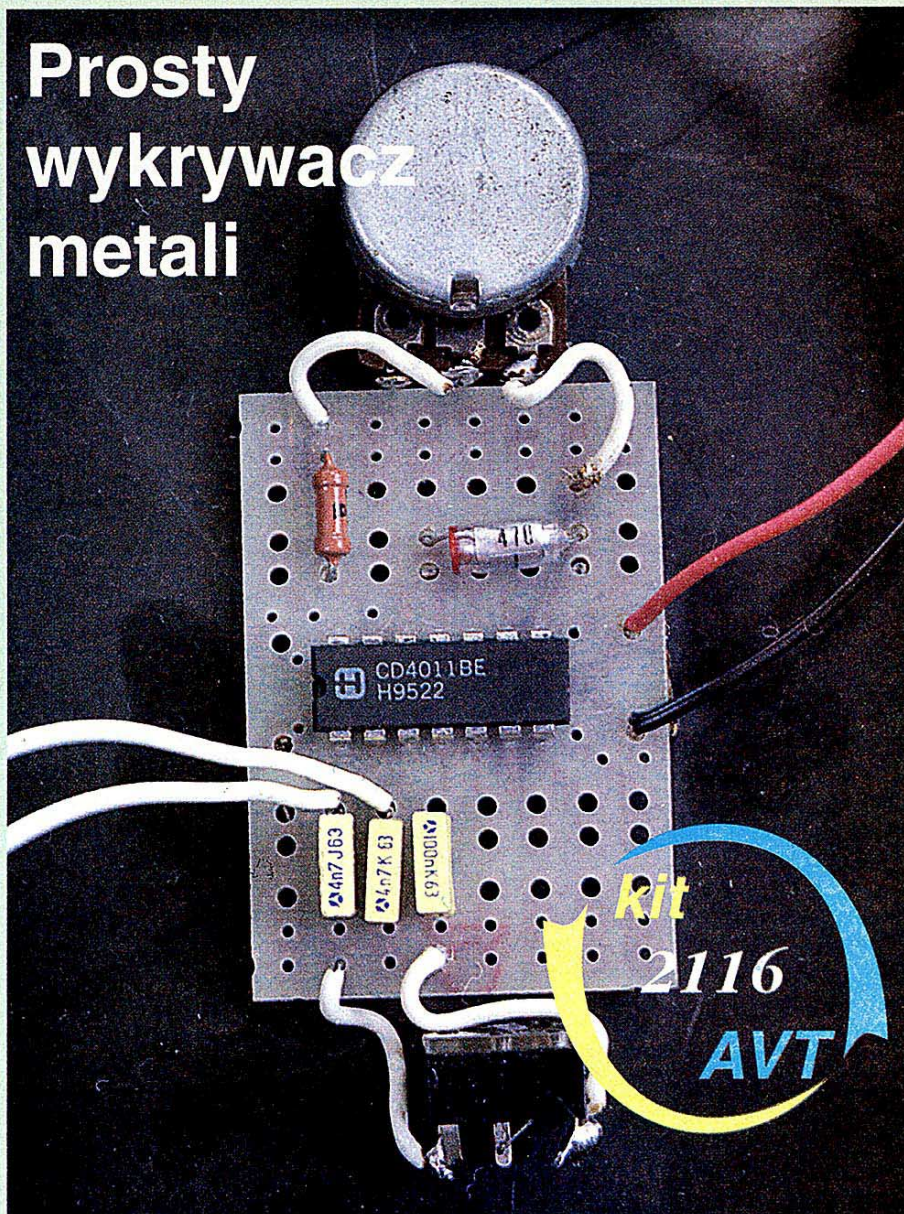
Jak to działa?

Zasadę pracy prostego wykrywacza metali działającego na zasadzie rozstrajania się jednego z dwóch generatorów przedstawiono na rysunku 1. Układ działa w ten sposób, że w stanie równowagi, kiedy częstotliwości obydwu generatorów są takie same, następuje "zdudnienie" sygnałów w mieszaczu i w konsekwencji w słuchawkach występuje cisza. W momencie rozstrojenia generatora z zewnętrzną cewką w słuchawkach pojawia się sygnał akustyczny (dudnienie lub pisk) będący różnicą częstotliwości doprowadzanych sygnałów.

Schemat elektryczny prostego wykrywacza metali zbudowanego na jednym tylko popularnym układzie scalonym i działającego wg przedstawionego schematu blokowego zamieszczono na rysunku 2.

Jest to w zasadzie zabawka dydaktyczna, od której nie należy oczekiwać

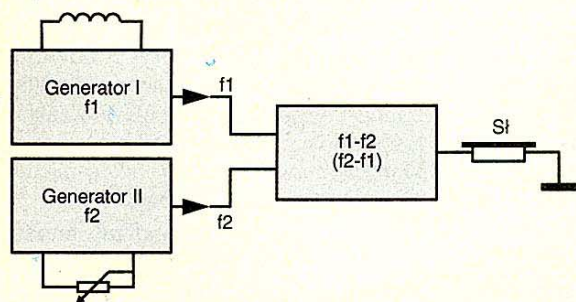
Prosty wykrywacz metali



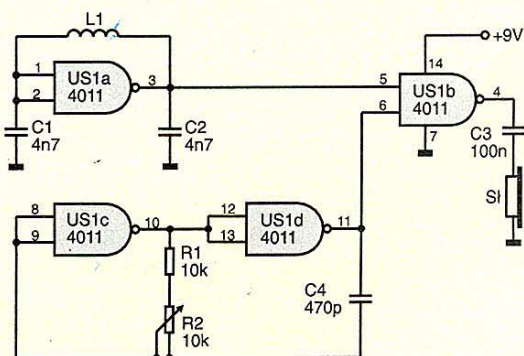
wielkich osiągnięć. Zasięgi wykrywacza uzależnione są od wielkości poszukiwanego przedmiotu metalowego i w egzemplarzu modelowym wynosiły od 10...40cm.

W urządzeniu zastosowano cztery bramki NAND CMOS wchodzące w skład struktury popularnego układu

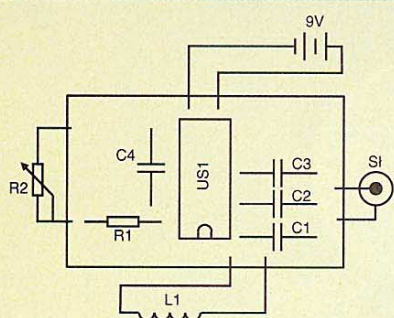
scalonego 4011. Na bramce a pracuje generator w.cz. z zewnętrzną cewką L1. Wartości elementów LC zostały tak dobrane, aby wyjściowa częstotliwość generowanego sygnału wynosiła około 100kHz. Drugi generator (pomocniczy) pracuje w układzie multiwibratora RC na dwóch bramkach c i d. Zakres regulacji



Rys. 1. Schemat blokowy.



Rys. 2. Schemat ideowy wykrywacza metali.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce.

częstotliwości potencjometrem R2 wynosi od około 50kHz do około 150kHz, przy czym za dolną wartość odpowiedzialny jest rezystor R1, a za częstotliwość górną - kondensator C4. Sygnały z generatorów są skierowane na wejścia bramki b pracującej jako mieszacz (detektor). Sygnały wyjściowe, będące różnicą częstotliwości doprowadzonych sygnałów, są skierowane poprzez kondensator separujący C3 bezpośrednio do słuchawki (w urządzeniu modelowym podłączono słuchawkę od Walkmana). Rezygnacja z dodatkowego filtra m.cz. wynika z maksymalnego uproszczenia układu oraz z faktu, że częstotliwości wyższe niż akustyczne są naturalnie stłumione na uzwojeniach słuchawek. Do zasilania układu scalonego wykorzystano typową baterię 9V typu 6F22.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na małej płytce uniwersalnej typu PU-03, na której wykonano kilka niezbędnych dodatkowych połączeń od strony druku.

Całość zmontowano w obudowie plastikowej typu KM 38 przystosowanej do centralek alarmowych. Na górnej części obudowy należy wykonać niezbędne otwory do zamontowania potencjometru, gniazdka słuchawek oraz wyłącznika zasilania (jeżeli nie stosujemy potencjometru z wyłącznikiem). Zastosowanie nieco większej obudowy, niż to było potrzebne, zostało podyktowane wykorzystaniem dolnej części tej obudowy do nawinięcia cewki generatora. W wyfrezowanym obrzeżu obudowy nawinięto około 40 zwojów drutu DNE 0,3. Przy zastosowaniu innej obudowy czy nawinięciu cewki np. w wygiętej w okrąg instalacyjnej rurce winidurowej liczba zwojów może ulec zmianie. Należy w tym przypadku nawijać tyle zwojów, aby uzyskać indukcyjność około 150uH. Tak naprawdę dokładna wartość indukcyjności nie ma większego znaczenia, ponieważ zapas regulacji częstotliwości potencjometrem R2 jest znaczny. Uruchomienie układu polega na kontroli częstotliwości generatorów. W przypadku braku miernika częstotliwości (który należy dołączać kolejno do nóżki 3, a następnie 11) układ można zestroić "na słuch". Po dołączeniu słuchawek oraz zasilania pokręcamy potencjometrem R2 do momentu wystąpienia charakterystycznych dwóch tonów akustycznych przedzielonych zupełną ciszą w słuchawkach ($f=0$). Jeżeli nie uzyskamy wyzerowania urządzenia mniej więcej po środku obrotu potencjometru, należy zmienić liczbę zwojów cewki lub, prościej, wartości jednego z elementów generatora RC (C4 lub R1). W każdym razie przy wyzerowanym układzie po zbliżeniu do

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 10kΩ

R2: 10kΩ/A (potencjometr obrotowy z wyłącznikiem)

Kondensatory

C1, C2: 4,7nF

C3: 100nF

C4: 470pF

Półprzewodniki

US1: CD4011

Różne

L1: 150μH (patrz tekst)

płytką drukowaną PU03 itp.

G: gniazdko słuchawkowe Jack

S1: słuchawki niskoomowe np. od Walkmana (nie wchodzi w skład kitu AVT-2116)

obudowa plastikowa: KM38 itp.

uzwojenia cewki L1 metalowego przedmiotu (np. garnka aluminiowego) powinna nastąpić zmiana częstotliwości generatora głównego, a w słuchawce powinien wystąpić ton akustyczny o wysokości dźwięku uzależnionej od różnicy częstotliwości generatorów. Jeżeli siła dźwięku okaże się niewystarczająca, można do wyjścia podłączyć wzmacniacz akustyczny na dowolnym układzie scalonym, np. LM 386 (z uwagi na minimalną liczbę zewnętrznych elementów) lub choćby na pojedynczym dowolnym tranzystorze (słuchawka w obwodzie kolektora, a baza spolaryzowana dobranym rezystorem z zakresu 100...470k).

Posługiwanie się tym prymitywnym wykrywaczem wymaga nieco wprawy (treningu), podobnie jak i każdym innym wykrywaczem metali. Przedstawiony układ nie był dokładnie testowany pod kątem zastosowania innych kształtów cewki, jak również innej częstotliwości pracy. Mamy nadzieję, że nasi Czytelnicy spróbują dobrać optymalną konstrukcję cewki, aby uzyskać lepsze parametry wykrywacza. Czekamy na Wasze listy. Najciekawsze informacje dotyczące usprawnień przedstawionego układu opublikujemy na łamach EDW. Czekamy też na doświadczenia i opinie na temat wykorzystania bardziej skomplikowanych układów wykrywaczy.

Andrzej Janeczek

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2116.