

W rubryce „Analog Center” prezentujemy skrótowe opisy urządzeń charakteryzujących się interesującymi, często wręcz odkrywczymi, rozwiązaniami układowymi. Przypominamy także cieszące się największym powodzeniem, proste opracowania pochodzące z redakcyjnego laboratorium.

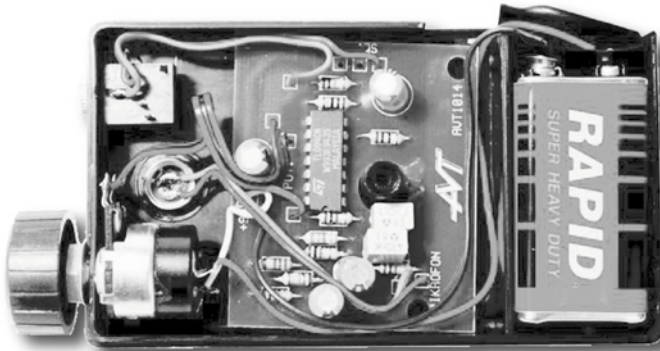
Do nadsyłania opisów niebanalnych rozwiązań (także wyszukanych w Internecie) zachęcamy także Czytelników. Za opracowania oryginalne wypłacamy honorarium w wysokości 300zł brutto, za opublikowane w EP informacje o interesujących projektach z Internetu honorarium wynosi 150zł brutto. Opisy, propozycje i sugestie prosimy przysyłać na adres: analog@ep.com.pl.

## Whisper

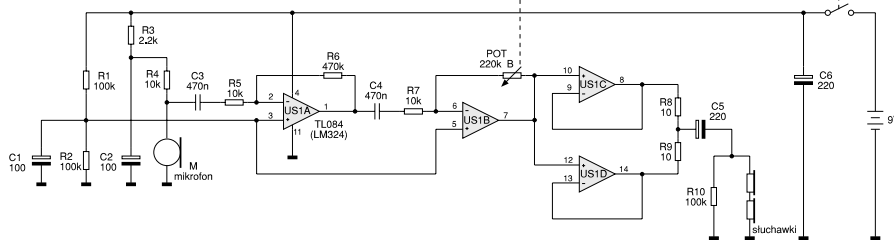
Urządzenie wyposażone w słuchawki, podobne do małego radia, jest wzmacniaczem pracującym z mikrofonem elektretowym.

Może służyć jako aparat słuchowy dla osób o niewielkim ubytku słuchu lub aby przekonać się jak ciekawe wrażenia uzyskuje się podsłuchując dźwięki przyrody w plenerze.

Schemat elektryczny whispera



niany w dwóch stopniach (US1A i US1B). W modelu przy zasilaniu 9 V uzyskano na typowych, tanich słuchawkach o impedancji 2x32 Ω sygnał o napięciu 4,5 V<sub>pp</sub>. Przy takim poziomie zniekształcenia sygna-



Rys. 1. Schemat elektryczny whispera

pokazano na rys. 1. Podstawą jest popularny poczwórny wzmacniacz operacyjny LM324. Dwukońcówkowy mikrofon jest zasilany przez rezystor R4. Sygnał z mikrofonu jest wzmac-

ni o częstotliwości 100 Hz wyniosły 0,2%, przy 1000 Hz - 0,54%. Dla większych częstotliwości zniekształcenia rosną nawet do kilku % na górnym krańcu pasma akustycznego.

Układ pobiera w spoczynku bardzo nieznaczny prąd rzędu 1,4 mA - mały pobór prądu jest tu podstawową zaletą. W szczytach wysterowania pobór prądu wzrasta do 15 mA. Pasma przenoszenia wynosi od około 50 Hz do ponad 20 kHz. ■

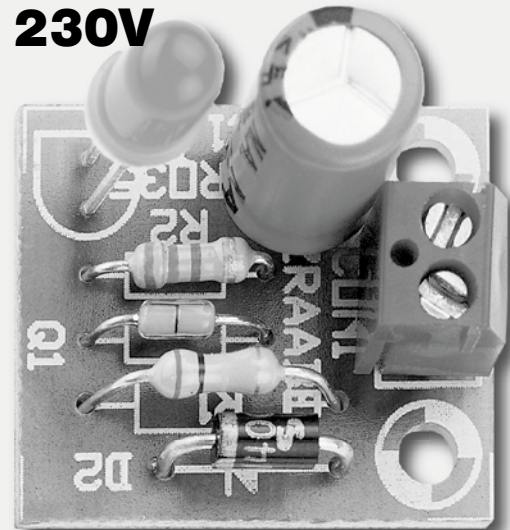
### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1014 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

### Właściwości:

- zasilanie z baterii 9 V
- pobór prądu do 15 mA

## Migająca dioda zasilana z sieci 230V

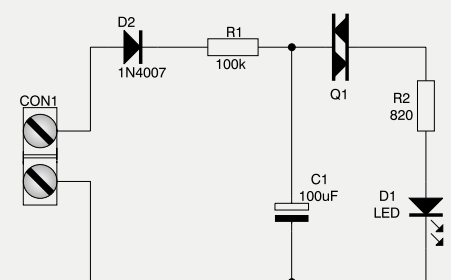


### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1216 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

### Właściwości:

- wymiary płytki: 20 x 25 mm
- zasilanie 230 VAC



Rys. 1. Schemat elektryczny

Proponowany układzik może znaleźć zastosowanie jako efektywny sygnalizator obecności napięcia 220 VAC w dowolnie wybranym punkcie. Podstawowe zastosowanie narzuca się samo: można umieścić go w obudowie ściennego gniazdka lub przełącznika elektrycznego. Może on ułatwić ich znalezienie w panujących ciemnościach, lub być po prostu efektywnym „bajerkiem”.

Schemat elektryczny **cd na str. 38**

## Prosty wykrywacz metali

Urządzenie służy do wyszukiwania przedmiotów metalowych znajdujących się w niewielkiej odległości od kilku do kilkunastu centymetrów pod powierzchnią ziemi lub tynku. Zasada działania układu jest bardzo prosta i polega na rozstrajaniu jednego z dwóch generatorów z których sygnały wyjściowe po zmieszaniu wysterowują element akustyczny którym

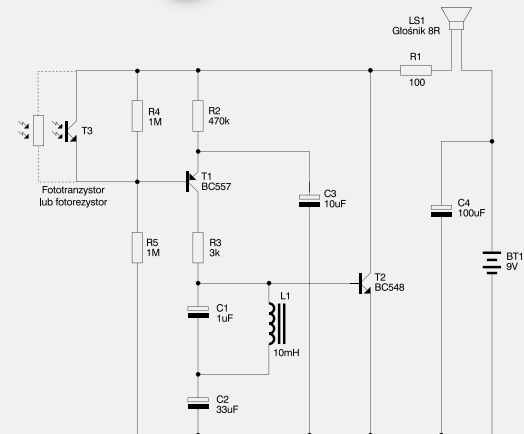
jest najprostszy przetwornik piezoelektryczny. Zmiana częstotliwości generatora w obwodzie którego znajduje się cewka - czujnik wykrywacza powoduje zmianę tonu generowanej częstotliwości akustycznej. Na tej podstawie można zlokalizować położenie przedmiotu metalowego z dokładnością do kilku centymetrów.

Schemat ideowy wy- **cd na str. 38**

układu sygnalizatora optycznego został pokazany na rys. 1.

Kondensator C1 ładuję się za pośrednictwem diody D2 i rezystora R1 i w momencie powstania na nim napięcia równego napięciu przełączania dioda Q1 rozładowuje się poprzez rezystor i diodę LED, powodując jej cykliczne błyskanie. ■

## Kapacz dręczyciel



Rys. 1. Schemat elektryczny kapacza

### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1230 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

### Właściwości:

- wymiary płytki 25 x 25 mm
- zasilanie 9 V (bateria 6F22)

Bardzo proste urządzenie nasłuchujące kapanie wody z niedokreconego kranu lub pękniętej rury, ale tylko w nocy, w zależności czy jest oświetlone czy nie. Fakt ten można wykorzystać do robienia zabawnych dowcipów.

Zasada działania układu jest następująca: Jeżeli fototranzystor T3 jest oświetlony, to baza tranzystora T1 zwierana jest z jego **cd na str. 39**

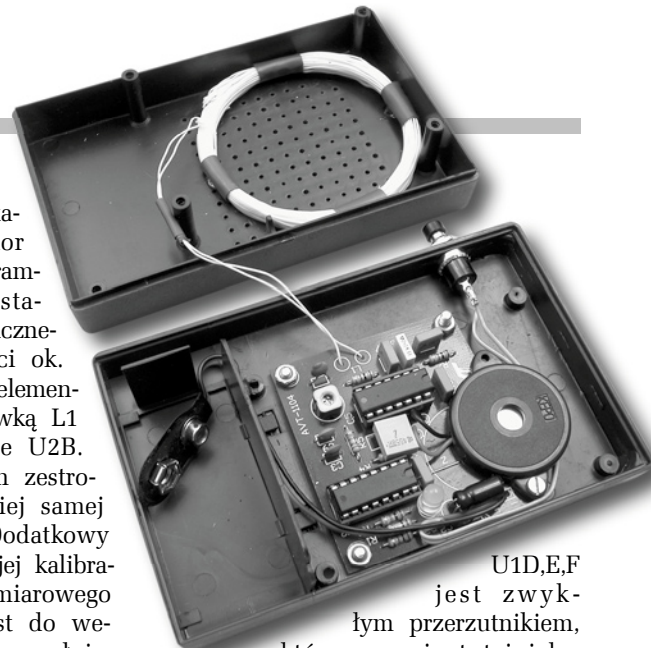
**cd ze str. 37** krywacza przedstawiono na rys. 1. Generator wzorcowy zbudowany na bramce NAND U2c z wykorzystaniem rezonatora piezoceramicznego pracuje na częstotliwości ok. 450 kHz. Drugi generator z elementem przestrajalnym jako cewką L1 zbudowany jest na bramce U2B. W stanie równowagi jest on zestrojony do częstotliwości takiej samej jak generator wzorcowy. Dodatkowy kondensator C5 umożliwia jej kalibrację. Wyjście generatora pomiarowego (z cewką L1) dołączone jest do wejścia generatora monostabilnego złożonego z elementów U2A C8 i R7, który zostaje wyzwolony z każdym zboczem sygnału z bramki U2B. Oba sygnały częstotliwości wzorcowej i pomiarowej wysterowują bramkę U2D na której wyjściu w zależności od różnicy obu częstotliwości w wyniku efektu "dudnienia" pojawia się sygnał o częstotliwości akustycznej, który to poprzez bramki U1A i U1B steruje przetwornikiem BZ1. Układ złożony z bramek

### Dodatkowe informacje:

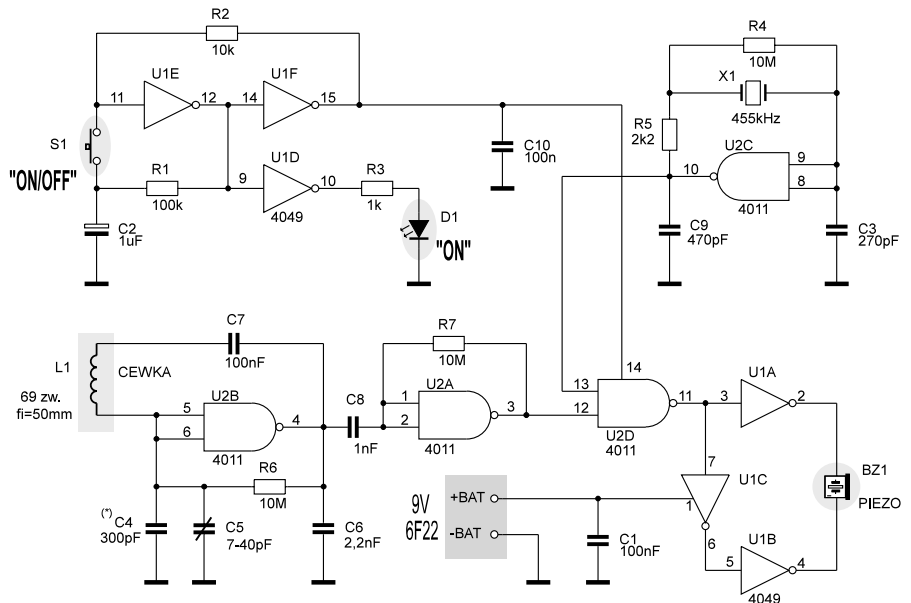
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1104 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

### Właściwości:

- czujnik metalu: pojedyncza, łatwa do wykonania cewka
- dźwiękowa sygnalizacja obecności metalu
- niewielka liczba elementów, prosty montaż
- zasilanie 9 V (bateria 6F22)

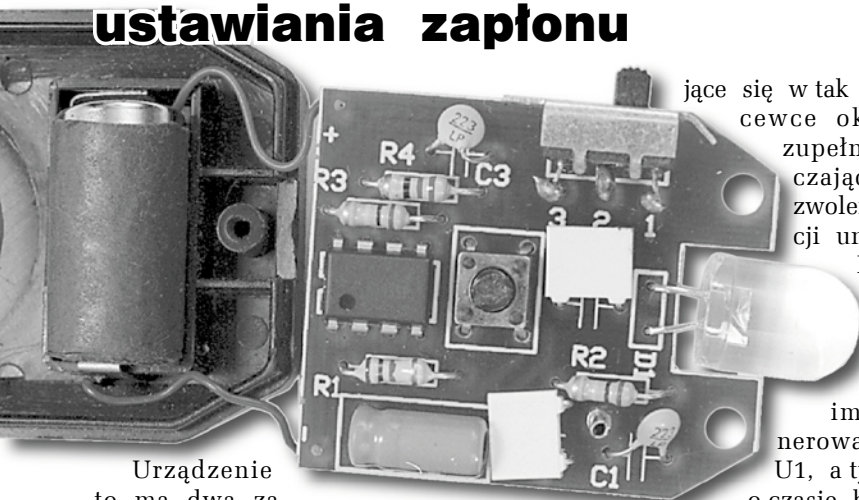


U1D,E,F jest zwykłym przerzutnikiem, który pracuje tutaj jako włącznik zasilania układu U2 (CMOS4011). Kolejne naciśnięcie przycisku S1 powoduje naprzemienne włączanie i wyłączenie urządzenia, a w zasadzie jego części. Dodatkowa dioda D1 sygnalizuje załączenie obydwu generatorów, jak wcześniej wspomniano opartych na układzie U2. Jako inwertery zastosowano bufony mocy, CMOS4049 z których każdy pracując jako źródło w stanie wysokim może dostarczyć 3 mA prądu przy zasilaniu 5 V. Ta wartość jest w zupełności wystarczająca do zasilania części pomiarowej układu a mianowicie generatorów oraz do zaświecenia dodatkowej diody LED. W stanie "uśpienia" układ pobiera znikomy prąd rzędu kilku mikroamperów co praktycznie nie ma wpływu na stan baterii. Po załączeniu zasilania U2 (końcówka 14 połączona z wyjściem bramki U1F) układ rozpoczyna pracę, wtedy pobór prądu wzrasta do około 30 mA. ■



Rys. 1. Schemat elektryczny prostego wykrywacza metali

## Latarka - stroboskop do ustawiania zapłonu



Urządzenie to ma dwa zastosowania: jest to mała latarka, umożliwiającą odnalezienie dziurki od klucza w zamku samochodowym. Drugim zastosowaniem jest pomoc przy ustawianiu kąta wyprzedzenia zapłonu w silnikach benzynowych.

Projekt oparto na nieśmiertelnej kostce NE555 pracującej w układzie stroboskopu w typowej dla siebie konfiguracji generatora monostabilnego. Wykorzystano tu jedną z jego interesujących właściwości: wysoką czułość wejścia wyzwalającego TR. Do wejścia tego dołączono odcinek przewodu o długości ok. 1m, którego drugi koniec owinięty jest wokół przewodu wysokiego napięcia, idącego do świecy zapłonowej w silniku samochodu. Słabe impulsy induk-

jące się w tak utworzonej cewce okazują się zupełnie wystarczające do wyzwolenia generacji uniwersatora.

Elementy R3 i C3 decydują o czasie trwania impulsu generowanego przez U1, a tym samym o czasie błysku diody D1. Z wartościami

podanymi na schemacie czas ten wynosi ok. 1ms, co mniej więcej odpowiada czasowi błysku stroboskopu wykorzystującego lampę wyładowczą. Jest to czas bardzo krótki i używając stroboskopu do regulacji silników o niezbyt wysokich obrotach możemy go wydłużyć przez zmianę wartości C3 lub/i R3.

Ważną rolę w układzie pełni przełącznik S1. Pozwala on na zmianę trybu pracy układu i w pozycji pokazanej na schemacie umożliwia wykorzystywanie urządzenia jako latarki, a zasilanie układu NE555 jest w tym momencie odłączone. Naciśnięcie przycisku S2 powoduje zasilanie diody poprzez rezystor R4. Przy przeciwnym położeniu S1 zasilanie zostaje doprowadzone do układu uniwersatora i układ pracuje jako stroboskop.

cd ze str. 38

emiterem i układ pozostaje w stanie spoczynku. Pobór prądu jest w tym stanie pomijalnie mały. Jeżeli teraz umieścimy układ w ciemnym pomieszczeniu, to tranzystor T1 znacznie przewodzić i rozpocznie się ładowanie kondensatorów C1 i C2. Po pewnym czasie, określonym pojemnością kondensatorów i rezystancją R2 rosnące napięcie na kondensatorach spowoduje przewodzenie tranzystora T2. W obwodzie C1 i L1 powstaną oscylacje, dające charakterystyczny, podobny do odgłosu padającej kropli wody dźwięk w głośniku. Po rozładowaniu kondensatorów tranzystor T2 przestaje przewodzić i cały proces rozpoczyna się od początku.

Wartości elementów pokazane na schemacie nie są krytyczne. Prawie wszystkie z nich możemy zmieniać, starając się uzyskać jak najlepszy efekt dźwiękowy. Możemy tak że zastąpić fototranzystor fotorezystorem, a także eksperymentować z wartością indukcyjności dławika L1.

## Pipek dręczyciel



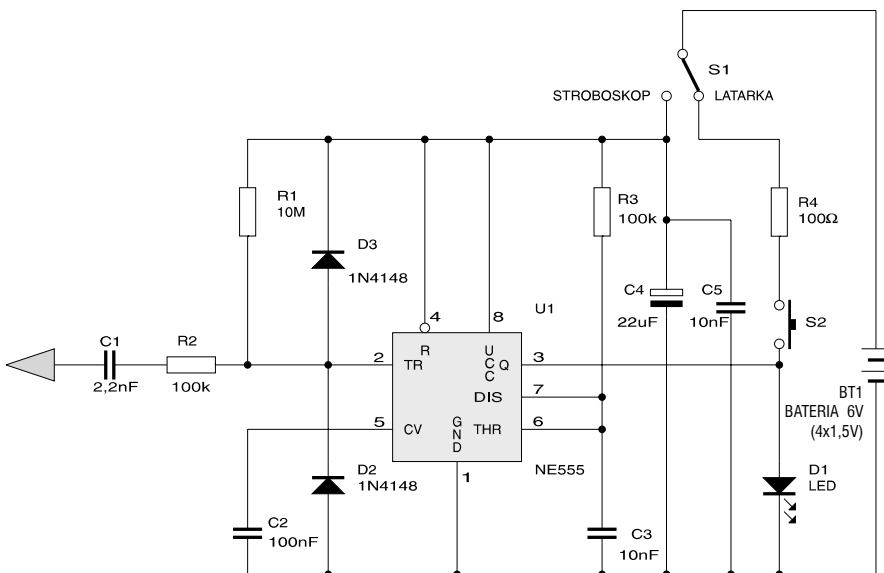
Jedyną funkcją, jaką realizuje pipek jest wydawanie w długich odstępach czasu krótkich, przenikliwych pisków. To w zasadzie wszystko, ale zapomnieliśmy powiedzieć, że piski generowane są tylko wtedy, kiedy układ pozostaje w całkowitej ciemności. Kiedy jest jasno - milczy jak grób.

W zestawie wykorzystano układ NE555 pracujący w dość typowej dla siebie aplikacji generatora multistabilnego. Jednak równolegle połączone dioda D1 i dioda D2+rezystor R4 znacznie różnicują czas ładowania i rozładowywania kondensatora C2. W efekcie, na wyjściu

cd na str. 40

### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2041 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>



Rys. 1. Schemat elektryczny latarki - stroboskopu

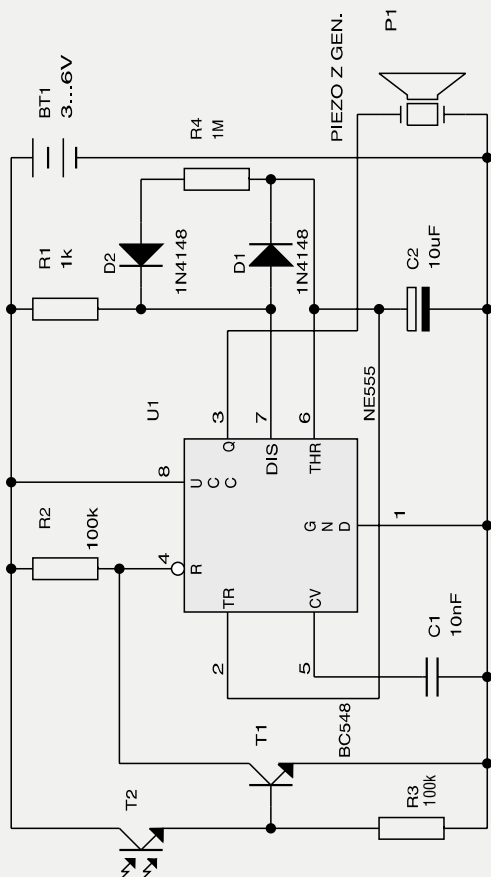
cd ze str. 39 układu otrzymujemy ciąg impulsów o bardzo zróżnicowanym wypełnieniu: powtarzające się co kilka minut krótkie, mniej więcej sekundowe impulsy dodatnie. Zasilają one dołączony do wyjścia NE555 miniaturowy generator piezo. Warunkiem generowania przez U1 impulsów jest utrzymywanie się stanu wysokiego na wejściu zerującym R. Wejście to może być zwierane do masy przez tranzystor T1, a jeżeli tranzystor ten nie przewodzi to jest na nim za pośrednictwem rezystora R2 wymuszany stan wysoki. Z kolei baza tranzystora T1 może być polaryzowana przez oświetlony fototranzystor T2. Jeżeli zatem urządzenie jest oświetlone to tranzystor T1 zwiera wejście R do masy i pipki pozostaje w spoczynku. Po zgaszeniu światła na wejściu R powstaje stan wysoki i pipki rozpoczyna swą perfidną działalność. ■

#### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2009 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

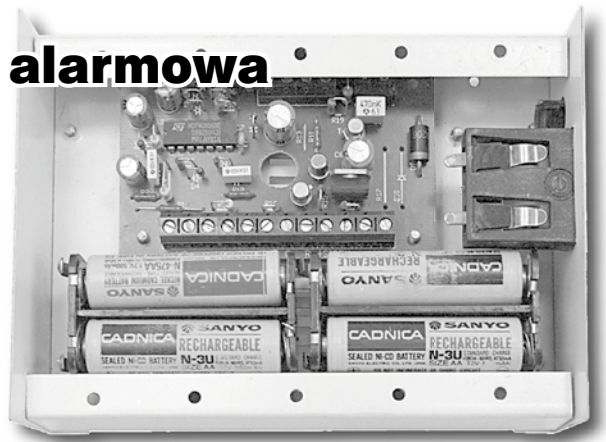
#### Właściwości:

- wymiary płytki 13 x 57 mm
- zasilanie 3...15 VDC



Rys. 1. Schemat elektryczny pipki dręczyciela

## Centralka alarmowa



Sercem centralki jest popularny i tani układ scalony CMOS o oznaczeniu 40106, zawierający sześć inwerterów z histerezą (przełącznik Schmitta). System może być zasilany z zasilacza sieciowego o napięciu w granicach 6...16 V, a ponadto, jak wszystkie urządzenia alarmowe, ma możliwość zasilania rezerwowego z akumulatora lub baterii. Znikomy pobór prądu w stanie czuwania pozwala zastosować w roli baterii rezerwowej nawet popularne paluszki R6.

Centralka przeznaczona jest do prostych systemów i ma dwie linie dozоровe: natychmiastową L1 i zwłoczną L2. W stanie czuwania obwód każdej linii jest zamknięty, przez linię płynie niewielki prąd, rzędu ułamka miliampera. Przerwanie którejkolwiek linii dozоровej, na czas 0,3 s lub więcej, wywoła alarm.

Dodatkowo przewidziano oddzielne wejście oznaczone PIR, które może współpracować z czujnikiem podczerwieni pasywnej (i nie tylko), i to przy wykorzystaniu linii dwużyłowej, a nie jak w klasycznych systemach trzy-, cztero- czy sześciużyłowej.

Elementem wykonawczym wyjścia głównego jest tranzystor mocy MOSFET. Umożliwia to bezpośrednie dołączenie wszelkich sygnalizatorów (syren) o napięciu pracy 12 V lub zewnętrznego przekaźnika.

Dodatkowo centralka ma trzy wy-

ścia pomocnicze, sygnalizujące stan alarmu, stan prealarmu (naruszenie linii zwłocznej) oraz stan opóźnienia przy włączaniu.

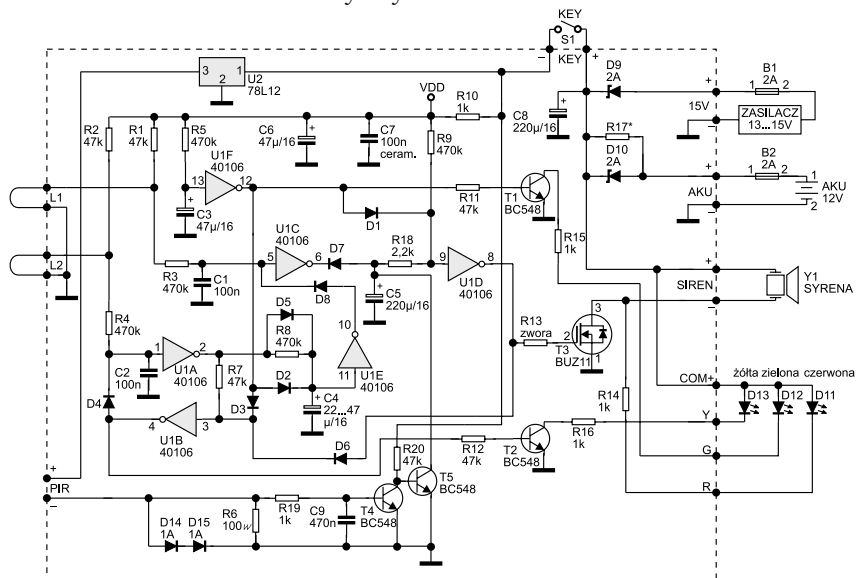
Włączanie i wyłączanie centralki odbywa się za pośrednictwem pojedynczego styku oznaczonego na schemacie KEY. Może to być wyłącznik ukryty w miejscu znanym tylko właścicielowi, lub jakkolwiek klucz elektroniczny. ■

#### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2109 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

#### Właściwości:

- 2 linie dozоровe: zwłoczna i natychmiastowa
- oddzielne wejście do współpracy z czujką PIR
- możliwość współpracy z różnymi typami czujników
- znikomy pobór prądu w stanie czuwania
- rezerwowe zasilanie
- 3 wyjścia sygnalizacyjne (w tym prealarm)
- 1 wyjście dużej mocy



Rys. 1. Schemat elektryczny centralki alarmowej

## Prosty wzmacniacz telefoniczny

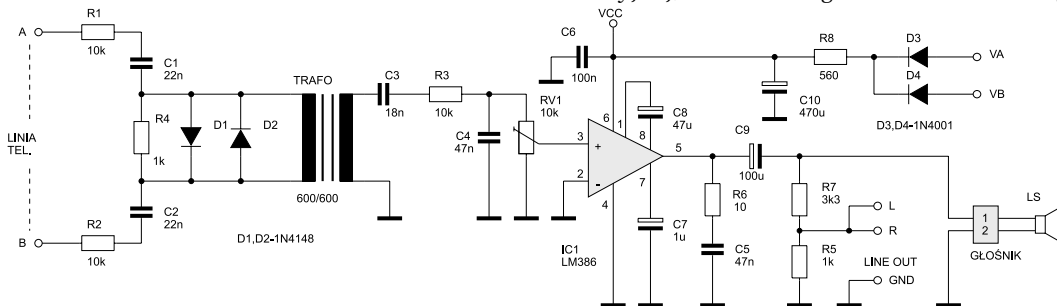
Taki wzmacniacz przyda się z pewnością osobom niedosłyszącym, które najczęściej mają kłopoty z porozumieniem się przy pomocy

### Dodatkowe informacje:

Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą K4900 (Velleman) na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

### Właściwości:

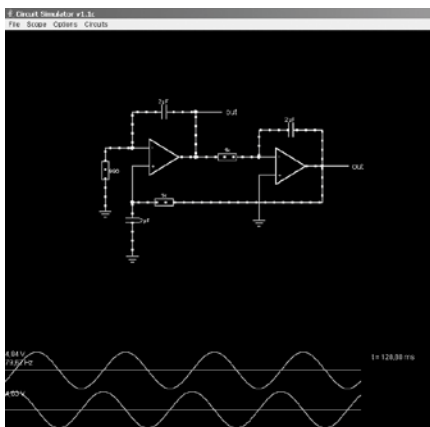
- galwaniczna izolacja od linii telefonicznej
- wyjście głośnikowe 0,5 W/8 Ω
- wyjście liniowe 0 dB (0,775 Vsk)
- regulacja głośności
- zasilanie 7...9 VAC lub 9...12 VDC



Rys. 1. Schemat elektryczny wzmacniacza telefonicznego

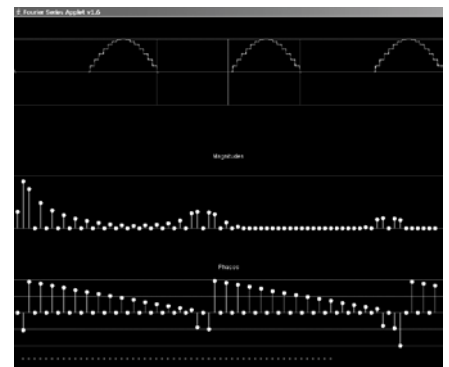
## Coś dla analogowych „symulantów”

Od dawna wiadomo, że nawet najlepiej poprowadzony wykład nie zostawi zbyt wiele w studenckiej pamięci, jeżeli nie wesprze się go solidną porcją praktyki. Dopiero możliwość zobaczenia z bliska, dotknięcia, a czasem i zniszczenia przedmiotu badań, dostarcza skojarzeń nadających wykutej teorii inżynierski sens.



Rys. 1. Symulacja generatora sinusoidalnego. Schemat i wartości elementów mogą być dowolnie modyfikowane przez użytkownika

Nic nie porządkuje wiedzy tak skutecznie jak możliwość własnoręcznego zadawania różnych (najlepiej całkiem nedorzecznych) warunków eksperymentu a następnie próba zrozumienia dlaczego uzyskane wyniki tak bardzo różnią się od pierwotnych oczekiwań. Najlepiej gdy dzieje się to w prawdziwym laboratorium, gdyż żaden wirtualny byt nie zapewni doświadczenia jakie zdobywa się pracując z prawdziwym urządzeniem i jego trzeszczącymi przełącznikami. Z drugiej strony jednak, komputerowe symulacje to często jedyna możliwość zobaczenia i przećwiczenia zjawisk, które ze względu na koszty czy też brak zaplecza laboratoryjnego byłyby inaczej całkowicie nieosiągalne. Pojęcie symulacji najczęściej kojarzy się ze wspomaganiami projektowania, a więc rozbudowanymi programami (jak np. Spice) adresowanymi do osób swobodnie poruszających się w danej dziedzinie. Tymczasem do celów edukacyjnych potrzeba raczej narzędzi mniej wszechstronnych, ukierunkowanych nie tyle



Rys. 2. Widmo sygnału  $\sin(x)$  po jedynopółkowym wyprostowaniu i próbkowaniu z częstotliwością  $f_s=16 \cdot f_c$ . Widoczne powielanie widma na skutek aliasingu. Applet umożliwia ponadto narysowanie własnego przebiegu, swobodne manipulacje poszczególnymi prążkami widma a także odsłuchanie osiągniętego efektu

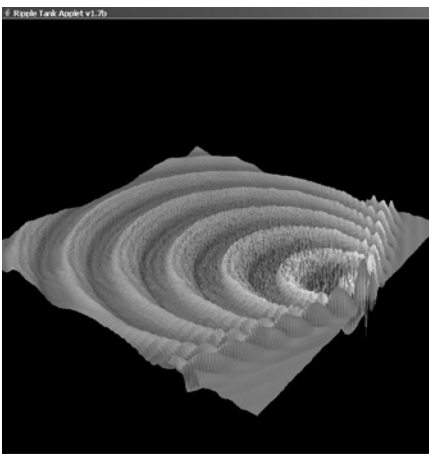
na liczenie i dokumentowanie obszernych projektów co na interaktywną symulację prostych układów ale za to z różnorodną i sugestywną wizualizacją wyników.

cd na str. 42

cd ze str. 41

Szperając w internecie natrafiłem przypadkowo na niezwykle interesującą stronę Petera Falstad-a, zawierającą zbiór stworzonych przez niego blisko 40 programów (apple-tów Javy) służących do symulacji zjawisk fizycznych (<http://www.falstad.com/mathphysics.html>). W przeciwieństwie do licznych stron w internecie przypisujących nazwę „symulacji” prostym animowanym obrazkom, w tym przypadku rzeczywiście mamy do czynienia z prawdziwymi symulatorami opartymi na znajomości praw fizyki i obszernym aparacie matematycznym. Znajdziemy tu m.in. symulator układów elektronicznych, programy z zakresu szeroko pojętej akustyki (propagacja fal akustycznych w przestrzeni 2D, drgania struny, belki i membran; fala stojąca w przestrzeni 3D), przetwarzania sygnałów (transformacja Fouriera, filtry), magneto i elektrostatyki, teorii pola elektromagnetycznego (m.in. propagacja fali EM w przestrzeni, falowodach i antenach), mechaniki kwantowej, termodynamiki a także matematyki (algebry liniowej, analizy wektorowej i równań różniczkowych). Jak przystało na porządne programy edukacyjne, wszystko odbywa się na żywo, a użytkownik może interaktywnie zmieniać liczne parametry symulacji. Duże uznanie budzi zarówno swoboda z jaką autor żongluje wiedzą z różnych dziedzin matematyki, fizyki i inżynierii przekładając ją na żywe i zajmujące wizualnie obrazy jak też ogromny nakład pracy wykonanej w oderwaniu od normalnej działalności zawodowej i udostępnionej *pro publico bono* – również w postaci kodów źródłowych.

Pierwszą rzeczą do której za-

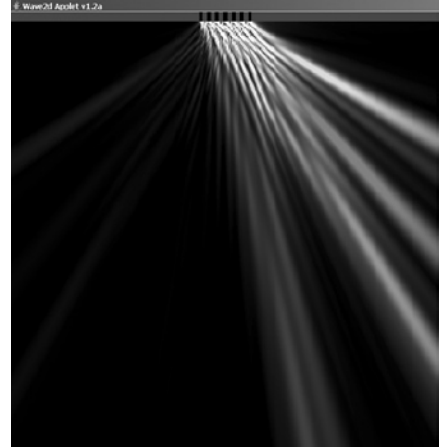


Rys. 3. Ilustracja powstawania fali uderzeniowej towarzyszącej przekraczaniu bariery dźwięku

pewne sięgną elektronicy będzie symulator układów elektronicznych (rys. 1). Zawarto w nim ponad setkę przykładowych schematów, zarówno z techniki analogowej jak i cyfrowej, zarazem dając użytkownikowi do ręki możliwość ich swobodnej modyfikacji. Sposób przedstawiania wyników symulacji (np. obrazowanie ruchomymi kropkami kierunku przepływu prądu), służy jednak przede wszystkim pogładowemu przedstawieniu zasady działania. Tzn. zgodnie ze swoim przeznaczeniem, applet skutecznie uczy intuicyjne rozwiązywania zadań z układów metodą „przez popatrzenie”, chociaż nie bardzo nadaje się do zaprojektowania czegoś użytecznego.

W przeciwieństwie do symulatora układów, moją uwagę znacznie skuteczniej przyciągnęły applety odnoszące się do podstawowych zjawisk związanych m.in. z teorią pola, propagacją fal i przetwarzaniem sygnałów czyli zagadnień należących również do kanonu wiedzy elektro-nicznej. W ciągu kilku godzin spędzonych z programami Petera Falstad-a próbowałem sprawdzić m.in: Co usłyszę gdy wytłumię podstawowy prążek w widmie spróbkowanego przebiegu sinusoidalnego (rys. 2)? Jak zmieni się położenie biegunów transmitancji gdy przesunę częstotliwość środkową filtra? Czym różni się brzmienie

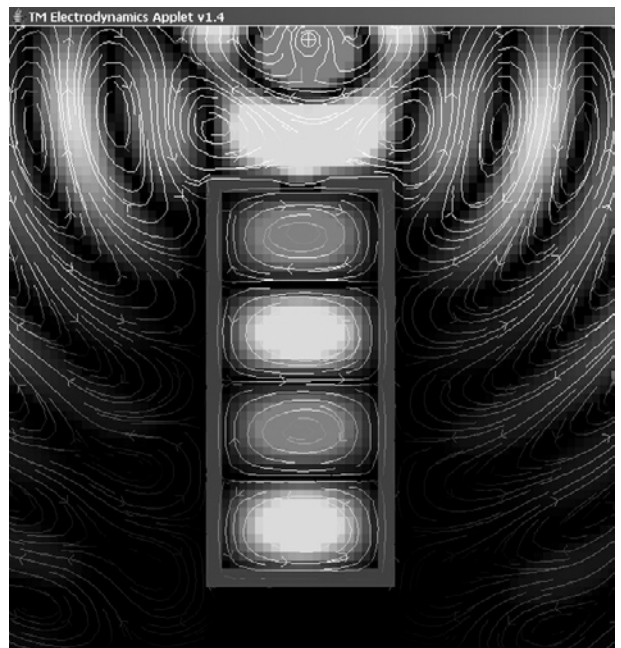
i widmo drgań struny szarpniętej nie pośrodku lecz bliżej punktu zaczepienia? Czy widoczny na ekranie obraz interferencji akustycznego sygnału stereo będzie jakościowo zgodny z tym co usłyszę z głośników? Jaki kształt przyjmie czoło fali uderzeniowej gdy zbliżę prędkość ruchomego źródła dźwięku do prędkości propagacji (rys. 3)? Jak zmieni się rozkład pola, gdy dołożę kilka szczelin do siatki dyfrakcyjnej i oświetlę ją pod innym kątem (rys. 4)? Czy po narysowaniu wnęki i umieszczeniu jej w polu EM uda mi się doprowadzić do rezonansu (rys. 5)? Jak wygląda rozkład pola



Rys. 4. Rozszczepienie światła na siatce dyfrakcyjnej. Liczba szczelin, ich separacja i kąt padania fali mogą być dowolnie zmieniane

w falowodzie i co się stanie gdy wstawię do niego kawałek ferromagnetyka? Itd... itd... Liczba możliwych do postawienia pytań jest praktycznie nieograniczona, a uzyskane odpowiedzi prowokują do stawiania następnych. Zresztą zobaczcie sami! Tylko lojalnie uprzedzam, że należy wcześniej zarezerwować sobie kilka wolnych godzin i to najlepiej w weekendowy wieczór – na wypadek gdyby brząsk poranka przywitał nas wciąż siedzących przy komputerze.

**Marek Dzwonnik, EP**  
[marek.dzwonnik@ep.com.pl](mailto:marek.dzwonnik@ep.com.pl)



Rys. 5. Wnęka rezonansowa w stanie rezonansu. Applet sumuluje rozkład pola wokół dowolnych obiektów (przewodzących, dielektrycznych i magnetycznych) predefiniowanych lub narysowanych przez użytkownika