

Artykuł dotyczy przyrządu do eksperymentów psychoakustyczno-optycznych. Przed miesiącem przedstawiliśmy pierwszą część, zawierającą skrótowy opis metody i rozwiązanie układowe. Ze względu na nieznaną do końca wpływ takich eksperymentów na organizm, zalecamy daleko posuniętą ostrożność przy ewentualnych próbach.



C  
M  
Y  
K

## Montaż

Montaż i sprawdzanie przyrządu jest bardzo proste. Rozkład ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów przedstawia rys. 3. Montaż należy zacząć od podzespołów biernych w kolejności od najmniejszych do coraz większych rozmiarami, a zatem od dwóch zworek z drutu, diod D1 i D2, rezystorów, małych kondensatorów ceramicznych i dławika L1. Każdy dławik 100µH nadaje się do użycia, ale typ z wyprowadzeniami z drutu jest łatwy w użyciu, a jego tolerancja 10% jest racjonalna.

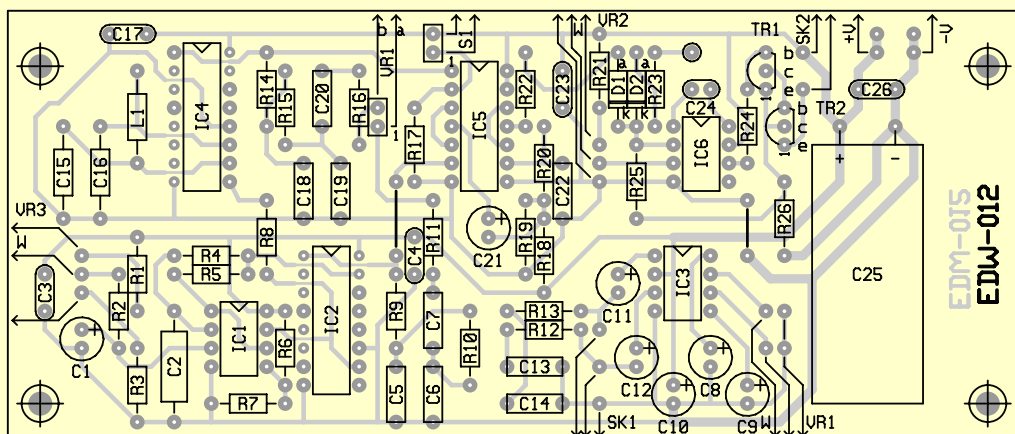
## Ostrzeżenie

Świetlna stymulacja częstotliwości alfa u osób cierpiących na epilepsję może wywołać jej atak. Dlatego osobom tym NIE WOLNO posługiwać się takim instrumentem. Użytkownik, który nie jest epileptykiem, ale który w czasie stosowania psychomaszyny zacznie odczuwać dziwne zapachy, odgłosy lub inne niewytłumaczalne efekty, powinien NATYCHMIAST JĄ WYŁĄCZYĆ i zasięgnąć porady lekarza specjalisty. Z powyższych powodów psychomaszyna może być używana wyłącznie na odpowiedzialność właściciela.

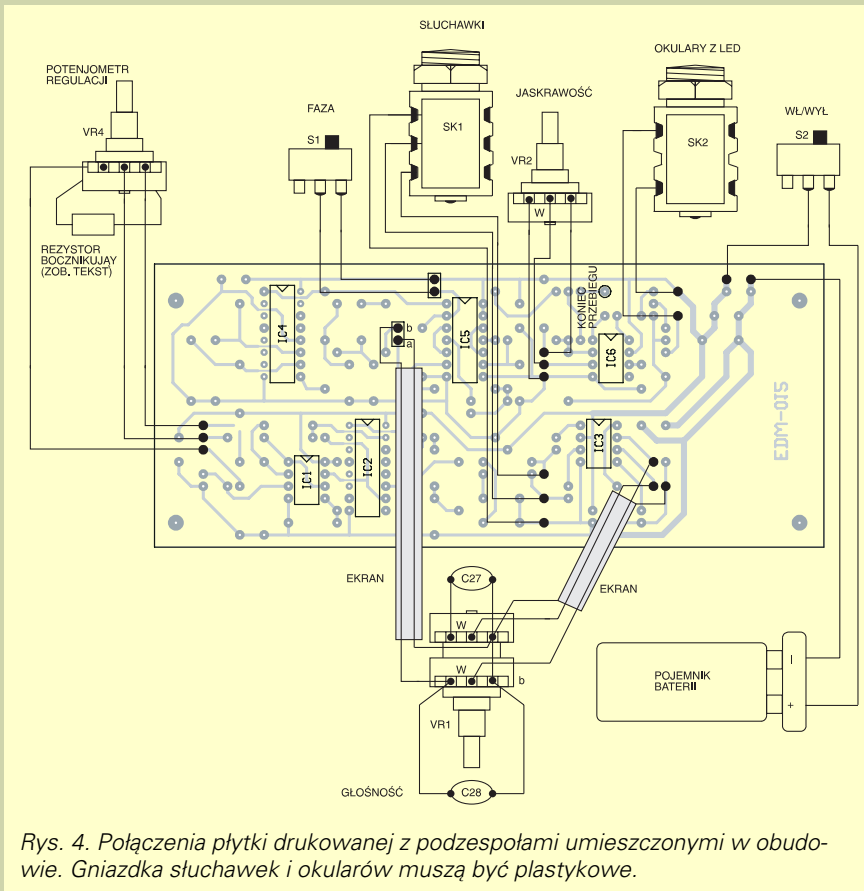
Następnie należy wlutować sześć podstawek pod układy scalone. Ich użycie jest godne polecenia, ponieważ znacznie ułatwiają testowanie i odszukiwanie błędów. Pozwalają także na ewen-

tualny odzysk wartościowych układów scalonych.

Teraz można wmontować tranzystory, większe kondensatory i wreszcie kondensatory elektrolityczne, pomijając



Rys. 3. Rozkład ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów.



Rys. 4. Połączenia płytki drukowanej z podzespołami umieszczonymi w obudowie. Gniazdka słuchawek i okularów muszą być plastikowe.

na razie C25 4700µF. Jego przeznaczeniem jest wspomaganie baterii w impulsowym zasilaniu LED, magazynuje on znaczny ładunek, mogący zniszczyć niektóre elementy, lepiej więc wmontować go po zakończeniu sprawdzania układu, gdy już wiadomo, że działa poprawnie.

Przy wykonywaniu połączeń z poszczególnymi podzespołami sterowania i sygnalizacji trzeba posłużyć się **rys. 4**. Przewody łączące płytkę z VR1 ze względu na niski poziom sygnałów muszą być ekranowane.

## Sprawdzanie

Płytkę można sprawdzać przy zasilaniu 9V, najlepiej z zasilacza o ograniczonej wydajności prądowej, ale można także użyć pakietu ogniwo AA, 9V. W czasie testów należy kontrolować prąd pobierany przez układ.

Po dokładnym sprawdzeniu montażu i lutowania płytkę zasilają bez układów scalonych. Nie licząc początkowego skoku, spowodowanego ładowaniem się kondensatorów elektrolitycznych, płytka nie powinna pobierać więcej niż 0,25mA. Można teraz wstawić IC4, oscylator z pierwszym dzielnikiem częstotliwości i ponownie włączyć zasilanie. Trzeba pamiętać, że układ ten, podobnie jak kilka innych, jest typu CMOS, trzeba więc zachować normalną w takich wypadkach ostrożność, chroniąc je przed ład-

dunkami elektrostatycznymi.

Jeżeli oscylator działa poprawnie, pobór prądu powinien wynosić około 2mA, a pomiar napięcia na wyjściu 1, dostarczającym sygnału 400Hz, powinien wykazać połowę napięcia zasilania.

Następnie można wstawić IC2, drugi dzielnik częstotliwości, skutkiem czego pobór prądu powinien wzrosnąć do 3,5mA, a na wyjściu 1 IC2 również powinno pojawić napięcie równe połowie napięcia zasilającego.

Teraz według rys. 4 do końcówek wejściowych na płytce trzeba prowizorycznie przyłączyć potencjometr VR3. Powinien to być potencjometr liniowy.

Ze względu na dużą rozpiętość tolerancji potencjometrów oraz umożliwienie użycia różnych ich rodzajów, oporności rezystorów R1 i R3 zostały dostosowane do oporności regulacyjnej 5kW. Potencjometr o wyższej oporności należy więc zbocznikować takim rezystorem, aby wypadkowa oporność wyniosła 5kW. Na czas testów wystarczy, jak pokazano na rys. 4, przylutować do potencjometru rezystor 4,7kW.

Teraz trzeba wstawić komparator IC1 i bramki XOR IC5, co podwyższy pobór prądu do 5mA do 6mA. Jeżeli wszystko działa poprawnie, to na wyjściu 11 IC5 powinno pojawić się napięcie stałe około 6V, a przy niskim ustawieniu regulatora "test" powinno pulsować z częstotli-

wością około 2Hz. Przy zmianie ustawienia regulatora trzeba uwzględnić powolną reakcję układu, spowodowaną stałą czasową R1-C1.

## Test wizualny

Do płytki trzeba przyłączyć LED (do testowania jest potrzebna tylko jedna) i regulator jasności VR2. Po wstawieniu IC6, LED powinna mrugać lub błyskać z jasnością regulowaną przez VR2, a częstotliwością regulowaną przez VR3.

Na zakończenie trzeba przyłączyć ekranowanymi przewodami do płytki regulator głośności VR1, wstawić IC3 i posłuchać dźwięku przez słuchawki. W każdej ze słuchawek powinien być słyszalny stały ton, ale słuchanie obu powinno wywoływać efekt dudnienia o częstotliwości różnicowej. Prąd pobierany przez układ z baterii zależy od ustawienia jasności i głośności. Przy regulatorach skręconych do zera pobór ten wynosi około 15mA. Gdy wszystko działa poprawnie, można wmontować duży kondensator elektrolityczny C25. Trzeba go przykleić do płytki dwustronną taśmą samoprzylepną albo odpowiednim klejem.

## Montaż końcowy

Rysunek 4 pokazuje wszystkie połączenia zewnętrzne. Na ich temat więcej informacji znajdzie się w następnym odcinku z opisem programatora. Prototyp został zamontowany w standardowej obudowie z plastiku z wszystkimi regulatorami i gniazdkami w płycie czołowej. W przypadku gdy jest to płyta metalowa, gniazdka słuchawek i okularów muszą zostać od niej odizolowane, zważywszy bowiem zasilanie.

Trzeba zwrócić uwagę na dwa aspekty jakości dźwięku. Brzmienie tonów generowanych w układzie jest bardzo czyste i każde zakłócenie czy zniekształcenie staje się niezwykle wyraźne i dokuczliwe.

Jedną z przyczyn zakłóceń może być przedostawanie się do wzmacniacza wyższych częstotliwości z innych części układu, słyszane jako rodzaj cichego jęczenia. Efekt ten daje się łatwo zwalczyć przylutowaniem ceramicznych kondensatorów 100nF C27 i C28 do obu sekcji potencjometru VR1. Są one pokazane na rys. 4.

Drugą przyczyną jest syczenie wzmacniacza. W pierwotnym układzie efekt został wyeliminowany przez staranny dobór wzmacniacza (dlatego użyto dwóch oddzielnych układów scalonych) i zastosowanie kondensatorów blokujących wyjścia. Był to jednak kompromis, ponieważ wymagał zwiększenia poboru prądu z zasilacza. W obecnej wersji zastosowano prostsze rozwiązanie: tanie słuchawki!

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

0,25W 5% metalizowane  
 R1: 5,6kΩ  
 R2: 470kΩ  
 R3: 560Ω  
 R4, R10, R15, R17, R19: 100kΩ  
 R5...R7: 22kΩ  
 R8, R22...R25: 10kΩ  
 R9, R14: 15kΩ  
 R11, R16: 150kΩ  
 R12, R13: 4,7Ω  
 R18: 220kΩ  
 R20: 1MΩ  
 R21: 68kΩ  
 R26: 1,5Ω

plus 4,7kΩ do testów

VR1: 10kΩ podwójny logarytmiczny obrotowy potencjometr węglowy

VR2: 10kΩ obrotowy logarytmiczny potencjometr węglowy

VR3: 10kΩ obrotowy liniowy potencjometr węglowy, do testów

### Kondensatory

C1, C8, C9, C21: 10μF/50V, stojący

C2: 1nF, polistyrenowy  
 C3, C4, C17, C23, C26...C28: 100nF, ceramiczny w żywicy  
 C5, C7, C13, C14, C18, C20: 100nF, poliesterowy  
 C6, C19: 10nF, poliesterowy  
 C10...C12: 100μF/25V, stojący  
 C15: 220pF, polistyrenowy  
 C16: 150pF, polistyrenowy  
 C22: 1nF, poliesterowy  
 C24: 1nF, ceramiczny w żywicy  
 C25: 4700μF/16V, stojący

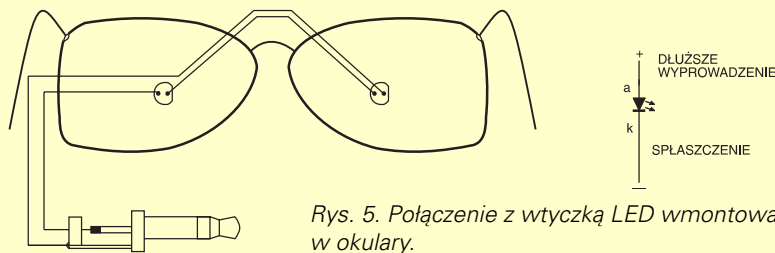
### Półprzewodniki

D1, D2: 1N4148  
 TR1: BC184L, npn  
 TR2: BC214L, pnp  
 IC1: LM393, podwójny komparator  
 IC2: 4040B, 12-stopniowy licznik dwójkowy, CMOS  
 IC3: TDA2822 wzmacniacz mocy stereo  
 IC4: 4060B, 14-stopniowy licznik dwójkowy z oscylatorem, CMOS  
 IC5: 4070B, cztery bramki XOR, CMOS

IC6: CA3130, wzmacniacz operacyjny, CMOS

### Różne

L1: 100μH dławik w.cz.  
 SK1: gniazdko stereo  
 SK2: gniazdko mono  
 S1, S2: subminiaturowy wyłącznik suwakowy  
 B1: 6 lub 8 ogniw AA w pojemniku (zob. tekst)  
 płytko drukowana  
 obudowa plastikowa  
 3 8-stykowe dwurzędowe podstawki do układów scalonych  
 1 14-stykowa dwurzędowa podstawka do układów scalonych  
 2 16-stykowe dwurzędowe podstawki do układów scalonych  
 2 lub 4 LED 5mm 3,5cd  
 przewód montażowy, przewód ekranowany, szpilkowe końcówki lutownicze



Rys. 5. Połączenie z wtyczką LED wmontowanych w okulary.

right), o jasności 3,5cd, chociaż i 1cd też mogą się nadać. Łączy się je w szereg i wciska w otwory wywiercone w "szklach". Sposób ich połączenia przedstawia rysunek 5.

Wiele uwagi trzeba poświęcić znalezieniu optymalnej pozycji LED, pamiętając, że gdy oczy użytkownika są zamknięte, zrelaksowana pozycja gałek ocznych może być nieco przesunięta. Dobrym sposobem wyznaczania optymalnej pozycji diod jest przymocowanie ich do cienkiego giętkiego drutu, przyłączenie do układu, nałożenie okularów i eksperymentowanie przy zamkniętych oczach. Ułatwi to wyznaczenie punktów wiercenia otworów.

## Użytkowanie

Układu można używać z ręcznym regulatorem VR3. Najlepszym efektem prawdopodobnie okaże się wspaniałe odprężenie. Czasami widzi się w światłach wirujące wzory i kolory, zwłaszcza podczas początkowych sesji. Najlepsze wyniki dają zaprogramowane "sesje" dwudziesto lub trzydziestominutowe.

**Andy Flind**

Artykuł został opublikowany na podstawie umowy z pismem *Everyday with Practical Electronics*.

Płytko drukowana psychomaszyny jest dostępna w AVT pod symbolem

Syczenie będzie bardzo wyraźne przez kosztowne słuchawki hifi. Ale przez najtańsze słuchawki z ograniczoną charakterystyką przenoszenia wysokich tonów dźwięk jest doskonały. Warto zalecić słuchawki douszne z wkładką z gąbki. Brak pałąka nad głową, który koliduje z okularami, jest dodatkową zaletą, a gąbka oprócz wygody dodatkowo tłumi syczenie. Komu resztą może zależeć na słuchaniu pojedynczego tonu przez wysokiej jakości słuchawki Hi-Fi?

## Przygotowanie okularów

Specjalne okulary należy wykonać z jakichś zwykłych plastikowych okularów. Nadają się do tego tanie gogle narciarskie, ale lepsze są okulary pływackie, ponieważ w nich można umieścić LED bardzo blisko oczu, a ich pozycja może być do pewnego stopnia regulowana.

LED powinny być możliwie najwydajniejsze, typu hiperjaskrawego (hyperb-