

Poprawiacz nastroju

Nie dopuszczajmy, aby opanowało nas nadmierne napięcie. Niech ten kieszonkowy „psychoanalityk“ uwolni nas od stresów codziennego życia.

Jakiś czas temu w ręce autora niniejszego artykułu wpadło urządzenie elektroniczne, które miało ograniczać poziom napięcia psychicznego dzięki wytwarzaniu fal elektromagnetycznych o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości fal generowanych przez mózg. Oczywiście, urządzenie wkrótce zostało otwarte celem dokonania inspekcji jego zwartości. Rezultat był zaskakujący - wewnątrz znajdował się mikrokontroler PIC, który generował nieco zakłócony przebieg sinusoidalny, podawany następnie na powietrzną cewkę. Częstotliwość sinusa mogła przybierać jedną z pięciu wartości, zależną od ustawienia wystającego z obudowy mikroprzełącznika DIL. Wartości te odpowiadały pięciu różnym stanom, od „uśpienia“ po „optymizm“.

Poziom napięcia wynosił około 300mV, a zmierzona rezystancja cewki była równa ok. 550Ω. Natężenie emitowanego pola było naprawdę bardzo słabe. Po krótkim czasie autor zaczął zastanawiać się nad możliwością zwiększenia mocy wyjściowej i potencjalnymi konsekwencjami tego kroku.

Fale mózgowe

Obecnie przebiegi elektryczne generowane przez mózg są już dobrze poznane. Krótko mówiąc, częstotliwość aktywności elektrycznej mózgu jest związana ze stanem umysłu. Uważa się także, że stymulacja o pewnej częstotliwości może powodować wprowadzenie mózgu w odpowiadający tej częstotliwości stan.

Stosować można różnego rodzaju bodźce, przy czym za naj-

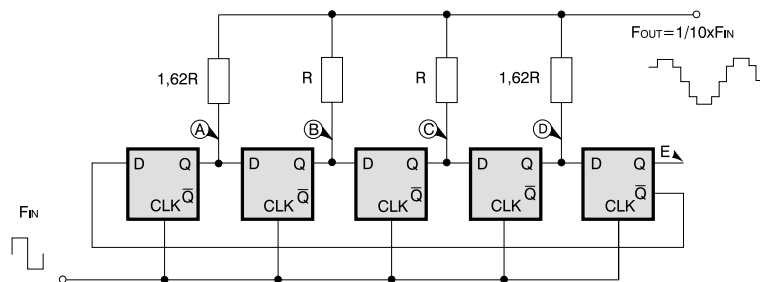
bardziej skuteczne uważa się bodźce wzrokowe, podawane z okularów z zainstalowanymi w nich diodami LED. Czasami stymuluje się jednocześnie ośrodki wzrokowe i słuchowe, podając na słuchawki sygnały o nieco różniących się częstotliwościach.

Niektóre ze stymulatorów sprzedawanych w USA generują pole magnetyczne, które także może wywierać wpływ na stan mózgu. Generowane częstotliwości mieszczą się w przedziałach rytmów aktywności elektrycznej mózgu, podanych w **tab. 1**.

Oczywiście można skonstruować tani generator pola magnetycznego o odpowiednich częstotliwościach, nie uciekając się do stosowania takich podzespołów jak mikrokontroler PIC. Istnieje wiele sposobów generacji sygnału sinusoidalnego o zadanej częstotliwości. W niniejszym projekcie zastosowano metodę syntezy cyfrowej, która pozwala na regulację częstotliwości bez niepożądanych zmian amplitudy.

Uproszczony schemat ideowy urządzenia przedstawia **rys. 1**. Połączone szeregowo przerzutniki typu D są objęte pętlą sprzężenia łączącą wyjście Q\ ostatniego przerzutnika z wejściem D pierwszego przerzutnika (jest to znany układ licznika Johnsona).

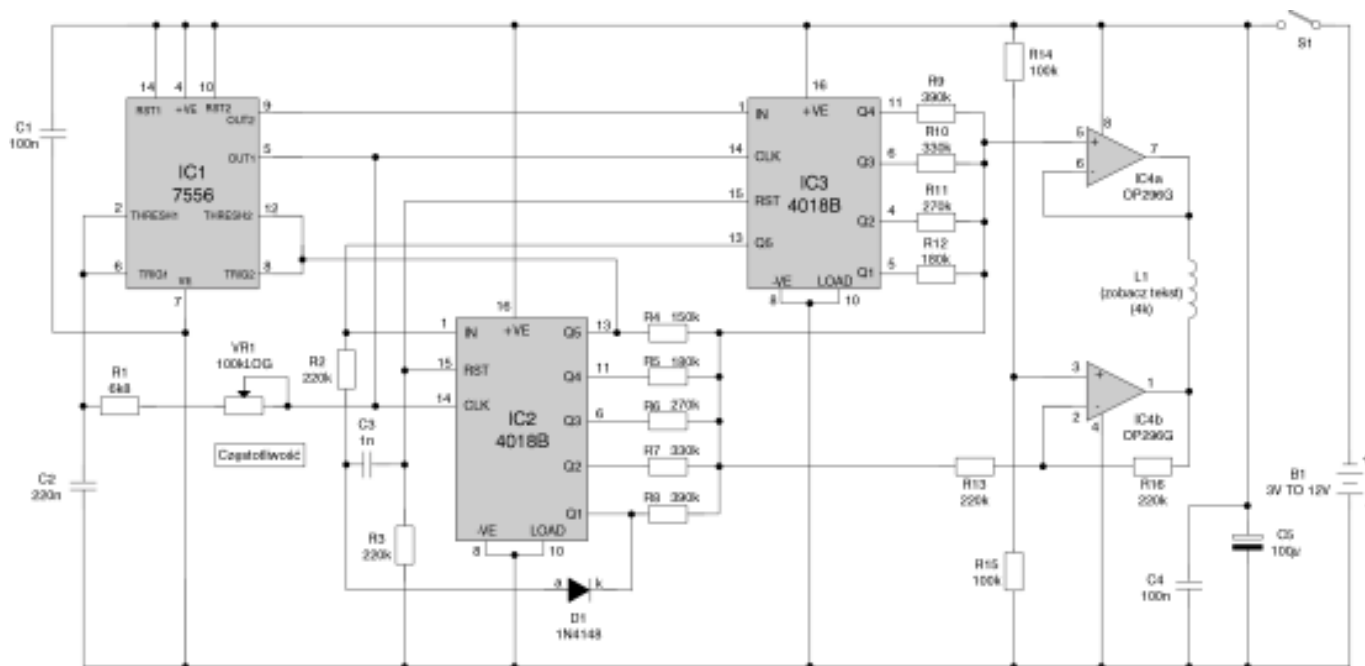
Zakładając, że początkowo na wyjściach wszystkich przerzutników panuje stan niski, taktowanie układu spowoduje powtarzanie się sekwencji stanów podanych w **tab. 2**. Jeśli wyjścia przerzutników zostaną połączone równolegle przez rezystory o odpowiednio dobranych wartościach rezystancji, powstający sygnał stanowi-



Rys. 1. Uproszczony schemat generatora fali sinusoidalnej zbudowanego z przerzutników D.

Tab. 1. Fale mózgowe: zakresy częstotliwości i odpowiadające im nastroje.

Nazwa	Częstotliwość	Stan
delta	0,5Hz - 4Hz	sen
teta	4Hz - 8Hz	marzenia, działalność twórcza
alfa	8Hz - 13Hz	głęboki relaks, medytacja, uwolnienie od stresu
beta	14Hz - 25Hz	stan normalnego skupienia umysłu



Rys. 2. Schemat ideowy poprawiacza nastroju.

będzie schodkową aproksymację fali sinusoidalnej (rys. 1).

Wyjście piątego przerzutnika nie jest wykorzystywane, w związku z czym poziom sygnału wyjściowego nie ulega zmianie podczas dwóch taktów zegara, co pozwala uzyskać „wypłaszczenia“ odpowiadające maksimum i minimum sinusoidy.

Częstotliwość „sinusoidy“ jest równa jednej dziesiątej części częstotliwości sygnału taktującego przerzutniki, a przy braku obciążenia amplituda zmienia się w zakresie od zera do napięcia zasilania. Obciążenie rezystywne może spowodować pojawienie się składowej stałej, ale nie wprowadzi zniekształceń. Zastosowane połączenie przerzutników D nosi nazwę licznika pierścieniowego moduło 10 i taki pięciostopniowy licznik jest dostępny w postaci układu CMOS 4018B.

W nastroju

Kompletny schemat ideowy poprawiacza nastroju przedstawia rys. 2. Układ zawiera dwa liczniki 4018B (IC2 i IC3) połączone szeregowo i zapewniające 20-krokovą aproksymację przebiegu sinusoidalnego.

Źródło sygnału taktującego stanowi połowa układu IC1, podwójnego timera 7556, skonfigurowana jako generator. Częstotliwość ustalają elementy C2, R1 oraz VR1.

Ten ostatni umożliwia regulację częstotliwości w zakresie od 20Hz do około 440Hz.

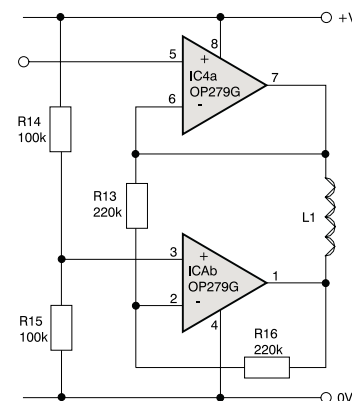
Liczniki zapewniają podział częstotliwości sygnału taktującego przez 20, wobec czego częstotliwość sygnału na ich wyjściu wynosi od 1Hz do 22Hz. Wykorzystanie jako VR1 potencjometru o charakterystyce logarytmicznej zapewni dobrą regulację.

Aby połączone szeregowo liczniki IC2 i IC3 działały zgodnie z intencjami twórcy, należy układ nieco uzupełnić. Dostępne są wyjścia Q\ tych liczników, tak więc połączenie dowolnego wyjścia z wejściem D pierwszego przerzutnika zapewni generację cyklu o żądanej długości. Aby uzyskać licznik o większej pojemności, złożony z dwóch liczników 4018B, należy sygnał z wyjścia Q\ ostatniego stopnia pierwszego licznika poddać inwersji przed podaniem go na wejście pierwszego stopnia drugiego z liczników 4018B. Negację tę zapewnia nie wykorzystana dotąd część układu IC1. Sygnał jest podawany na wejścia wyzwalań i progowe (wyprowadzenia 8 i 12), a po odwróceniu dostępny jest na wyprowadzeniu 9.

Istnieje możliwość wystąpienia niepożądanego stanu, który będzie cyrkulował w liczniku. Pojedynczy licznik 4018B posiada odpowiednie zabezpieczenie we-

wnętrzne, natomiast kaskada takich liczników nie jest w nie wyposażona. Niezbędny jest więc zewnętrzny układ, który zapewni poprawne działanie układu. Jak wynika z tab. 2, jeśli na wyjściach pierwszym i ostatnim występują stany wysokie, na wszystkich pozostałych wyjściach także muszą występować stany wysokie. Na wyjściu obwodu złożonego z elementów R2 i D1 pojawia się w takiej sytuacji stan wysoki, który jest różniczkowany przez elementy R3 i C3, a powstające impulsy zerują oba liczniki, w związku z czym na wszystkich wyjściach Q\ pojawiają się stany wysokie.

Wartości rezystancji służących do symulacji fali sinusoidalnej zostały wybrane z szeregu E12.



Rys. 3. Schemat zmodyfikowanego stopnia wyjściowego urządzenia.

Wynik być może odbiega nieco od ideału, jest jednak co najmniej zadowalający, zwłaszcza jeśli zastosuje się kondensator wygładzający, co można stwierdzić oglądając przebieg na oscyloskopie.

W przedstawianym rozwiązaniu nie zastosowano takiego wygładzania, podobnie jak nie było go w urządzeniu komercyjnym, które niejako przyczyniło się do powstania niniejszego projektu. Być może obecność harmonicznych ułatwia uzyskanie pożądanego skutku?

Cewka z pralki

Pewien kłopot stanowiło zdobycie odpowiedniej cewki powietrznej, od którego przypadkiem uwolnił twórcę technik naprawiający pralkę - jego zdaniem doskonale nadawała się do tego cewka 230V znajdująca się w zaworze trójdrożnym. Zawór posiadał trzy takie cewki, które łatwo można było wyjąć za pomocą śrubokręta. Każda z cewek posiadała pusty, cylindryczny rdzeń stalowy, który łatwo można było zdjąć.

Okazało się potem, że takie zawory są dostępne prawie wszędzie jako części zapasowe, wyposażone w pojedynczą cewkę.

Cewka taka posiada rezystancję około 5kΩ, w związku z czym - aby uzyskać maksymalny sygnał wyjściowy - zastosowano symetryczny wzmacniacz wyjściowy. Zbudowany został na wzmacniaczu OP296G (IC4), który może zostaćysterowany w pełnym zakresie napięć zasilania i w takim samym zakresie zmieniać się będzie jego napięcie wyjściowe. Jest to układ małej mocy i pod obciążeniem jego sygnał wyjściowy nieco

spadnie, w związku z czym należy stłumić sygnał wejściowy. Połączenie wyjścia generatora z odwracającym wejściem stopnia IC4b zapewnia takie tłumienie i pozwala uniknąć wszelkich zmian składowej stałej na wyjściu. Sygnał wyjściowy jest symetryczny. Aby uniknąć zniekształceń, rezystancja obciążenia powinna być większa niż 4kΩ.

Jeśli niezbędna jest wyższa moc wyjściowa, stopień wyjściowy należy nieco zmodyfikować (rys. 3). Zamiast wzmacniacza OP269G zastosowano tu OP279G, który może zapewnić pełneysterowanie obciążeń do 200Ω. Obciążenie może stanowić cewka o niższej rezystancji lub kilka cewek połączonych równolegle. O zmianie tej pomyślano projektując płytkę drukowaną i przewidziano dwie możliwości wlotowania rezystora R13.

Wadę zmodyfikowanego układu stanowi większy o 4mA prąd spoczynkowy, który jest do przyjęcia, jeśli dysponujemy odpowiednim źródłem zasilania, a wymagany jest prąd wyjściowy o wyższym natężeniu. Ponadto, układ

Tab. 3. Kalibracja rezystancja-częstotliwość.

Częstotliwość sygnału wyjściowego [Hz]	Częstotliwość zegara [Hz]	Rezystancja VR1 [Ω]
1	20	157÷143
2	40	75÷171
4	80	34÷186
6	120	20÷524
8	160	13÷693
11	220	8÷104
15	300	4÷130
20	400	1÷397
22	440	0÷652

zmodyfikowany dla napięć zasilania poniżej 4V staje się niestabilny, podczas gdy układ z rys. 2 pracuje stabilnie przy napięciach zasilania do 2V.

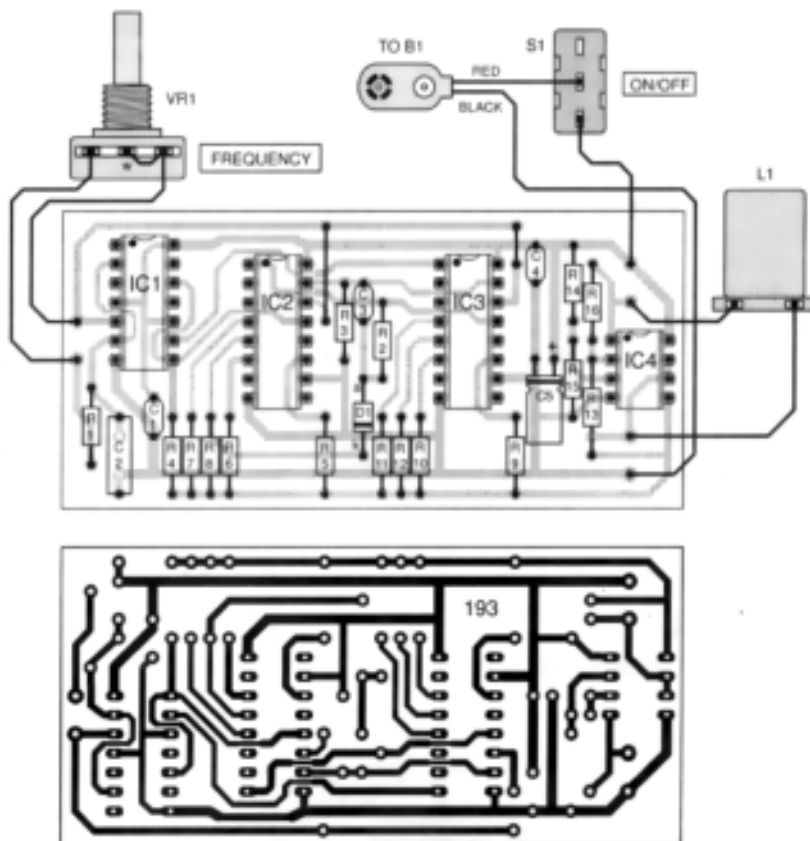
Wykonanie

Wykonanie urządzenia - gdy dysponujemy płytką drukowaną, której mozaikę ścieżek druku i schemat rozmieszczenia elementów przedstawia rys. 4 - nie powinno sprawiać trudności.

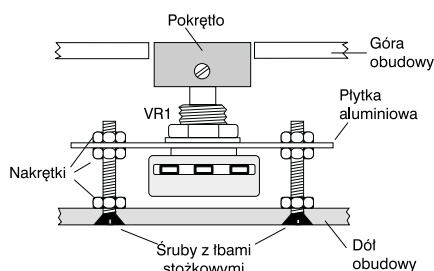
Standardowa procedura montażu nakazuje rozpocząć go od

Tab. 2. Stany wyjściowe przerzutników D.

A	B	C	D	E
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0
1	1	1	1	1
0	1	1	1	1
0	0	1	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	0



Rys. 4. Mozaika ścieżek druku i schemat rozmieszczenia elementów płytki urządzenia.



Rys. 5. Proponowany sposób zamocowania potencjometru regulacji częstotliwości do obudowy.

elementów niskich, a najlepiej od podstawek pod układy scalone. Należy zauważyć, że rezystor R13 można zamontować na dwa sposoby: w przypadku układu z rys. 2 (ze wzmacniaczem OP269G) dolna końcówka tego rezystora powinna znaleźć się w otworze położonym niżej. Otwór górny wykorzystujemy w przypadku układu zmodyfikowanego (rys. 3). Kondensator C5 jest montowany równoległe do płytki, można go nawet do niej przykleić.

Cewka L1 nie jest potrzebna do przeprowadzenia testów, ponieważ napięcie na wyjściu układu będzie obecne również bez tej cewki. Układ można zbadać łącząc przewizorycznie potencjometr VR1 i używając oscyloskopu (lub miernika analogowego - przy niższych częstotliwościach).

Montaż całości

Urządzenie można zamknąć w dowolnej obudowie. W przypadku prototypu wybór padł na niewielką obudowę z czarnego tworzywa sztucznego, z oddzielną przegrodą na baterię PP3.

Ponieważ urządzenie podczas eksploatacji może być noszone w kieszeni, pomyślano o takim rozwiązaniu regulacji częstotliwości, która byłaby zarazem wygodna i zabezpieczona przed przypadkową zmianą. Przyjęto rozwiązanie przedstawione na rys. 5. Pokrętko potencjometru znajduje się dokładnie na poziomie obudowy w wykonanym w niej otworze i można je obracać palcem. Ponieważ pokrętko nie wystaje z obudowy, można urządzenie nosić w kieszeni, a niebezpieczeństwo przypadkowego przestawienia potencjometru jest znikome.

Cewka jest przymocowana do obudowy za pomocą pojedynczej

śruby mosiężnej (nie stalowej!, rys. 6). Na śrubę została nałożona rurka gumowa wraz z dwiema podkładkami. Dokręcenie górnej nakrętki powoduje ściśnięcie rurki i unieruchomienie cewki.

Kalibracja

Potencjometr VR1 można wykalibrować dwoma sposobami. Jeśli dysponujemy miernikiem częstotliwości, można zmierzyć częstotliwość sygnału zegarowego z układu IC1, np. na jednej ze zworek obecnych w układzie. Ten prostokątny przebieg ma 20-krotnie większą częstotliwość niż sygnał wyjściowy, w związku z czym można łatwo dokonać jego pomiaru i nanieść odpowiednie oznaczenia wokół elementu regulacyjnego.

Drugie rozwiązanie polega na wykorzystaniu związku między rezystancją VR1 a częstotliwością. Rezystancję VR1 można zmierzyć przy pomocy multimetru i opierając się na wartościach podanych w tabeli 3 opisać położenia elementu regulacyjnego. Należy pamiętać, że wartość częstotliwości zależy także od pojemności C2, która powinna być dość dokładnie dobrana. Podzespół podany w wykazie ma tolerancję 10%.

Ponieważ urządzenie nie zostało wyposażone we wskaźnik działania, bardzo ważne jest monitorowanie stanu baterii. Najprostszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie miernika wychyłowego, te jednak stają się ostatnio coraz droższe.

Rozwiązanie alternatywne stanowi monitor stanu baterii o małym poborze mocy ze wskaźnikiem LED, opracowany specjalnie z myślą o zastosowaniu w przedstawianym układzie. Jest on jednak na tyle uniwersalny i przydatny w różnych zastosowaniach, że zasługuje na omówienie w oddzielnym artykule.

Podstawowy układ poprawiacza nastroju może pracować z zasilaniem od 2V do 10V. Górną granicę narzuca napięcie pracy kondensatora C5. Jeśli zostanie on zastąpiony przez element o lepszych pod tym względem parametrach, to maksymalne napięcie pracy wyniesie 15V (ograniczenie napięciowe układów CMOS).

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

(0,2W, 1%, metalizowane warstwowe)

R1: 6,8kΩ

R2: 22kΩ

R3, R13, R16: 220kΩ

R4: 150kΩ

R5, R12: 180kΩ

R6, R11: 270kΩ

R7, R10: 330kΩ

R8, R9: 390kΩ

R14, R15: 100kΩ

VR1: 100kΩ, miniaturowy, węglowy, obrotowy, logarytmiczny

Kondensatory

C1, C4: 100nF, ceramiczny

C2: 220nF, poliestrowy

C3: 1nF, ceramiczny

C5: 100μF/10V

Półprzewodniki

D1: 1N4148

IC1: 7556

IC2, IC3: 4018B

IC4: OP269G (patrz tekst)

Różne

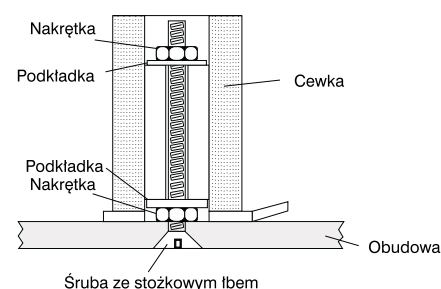
L1: cewka (ok. 4kΩ, patrz tekst)

S1: przełącznik jednobiegunowy dwupozycyjny

W przypadku napięcia zasilania 9V pobór prądu wynosi 3,5mA, zaś w przypadku 3V - 1mA. Możliwość pracy z napięciem 2V oznacza możliwość zasilania z dwóch ogniw AAA lub nawet pojedynczego ogniwa litowego. W przypadku wszystkich tych zasilających urządzenie zapewnia znacznie wyższe napięcie i prąd wyjściowy w cewce o większej liczbie zwojów, a więc generuje znacznie silniejsze pole magnetyczne niż jego komercyjny odpowiednik.

EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".



Rys. 6. Sposób montażu cewki.