

Generator szumu

Do czego to służy?

Generatory szumu używane są przede wszystkim przez elektroakustyków podczas pomiarów parametrów akustycznych pomieszczeń oraz przy regulacji systemów nagłośnieniowych. Stanowią też bardzo cenne uzupełnienie pracowni każdego elektronika.

Każdy elektronik, który choć trochę zajmuje się tematyką audio powinien mieć dobry generator szumu. Jest to bardzo przydatny przyrząd, bo pozwala znakomicie uprościć pomiary i regulację aparatury audio.

W artykule opisano bardzo prosty, ale funkcjonalny generator szumu. Układ można zmontować z powszechnie dostępnych elementów w ciągu kilkunastu minut. Charakterystyka szumu może być zmieniana przez dodanie na wyjściu prostego filtra.

Szczegółowe omówienie ciekawego tematu szumów i pomiarów audio z użyciem generatora szumów zajęłoby co najmniej kilka stron druku i artykuł taki może się pojawić w EdW na życzenie czytelników. Redakcja może też przedstawić praktyczny analizator widma akustycznego współpracujący z generatorem szumu (prosimy o listy w tej sprawie).

W niniejszym artykule podane zostaną tylko ogólne informacje na temat szumu.

Szum to przebieg o przypadkowym kształcie. Dla elektronika i elektroakustyka najważniejsze znaczenie ma fakt, że **dobry generator szumu zawiera składowe o wszystkich częstotliwościach pasma akustycznego**.

Początkującym elektronikom takie stwierdzenie może wydać się co najmniej dziwne, ale rzeczywistość tak jest.

Bez większego błędu można powiedzieć, że generator szumu to taki generator, który **jednocześnie** (tak!) jest źródłem sygnałów o wszystkich częstotliwościach pasma akustycznego (i nie tylko akustycznego).

Jeśli sygnał zawiera składowe o wszystkich częstotliwościach, to nasuwa się pytanie, czy te składowe mają równe wielkości? To jest bardzo ważne pytanie!

Nie wchodząc w szczegóły i nieco upraszczając zagadnienie można powiedzieć, że jeśli wielkość (amplituda) wszystkich składowych jest jednakowa, to mamy do czynienia z tak zwanym **szumem białym**. Szum biały to mniej więcej taki szum, jaki słychać się z głośnika starszego, ręcznie strojonego radia, które na zakresie UKF nie zostało dostrojone do żadnej stacji.

W praktyce szum biały nie znajduje szerokiego zastosowania w praktyce. Znacznie częściej używa się szumu różowego. Znow mówiąc najprościej można stwierdzić, że szum różowy ma wielkość (amplitudę) poszczególnych składowych zbliżoną do tej, jaką mają naturalne źródła dźwięku (np. orkiestra symfoniczna).

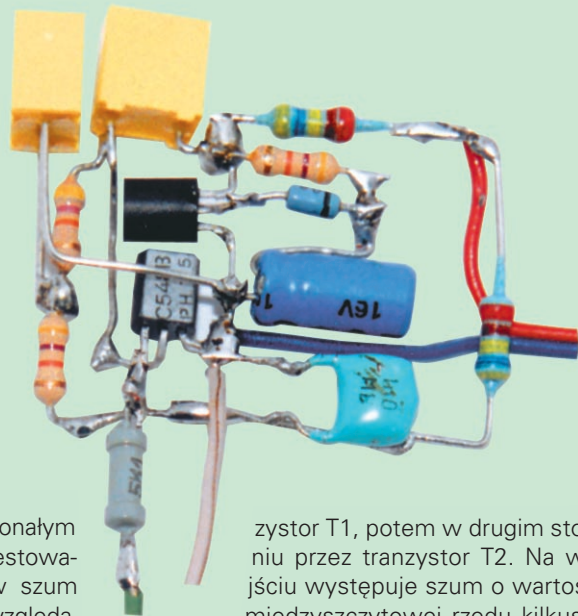
Tym samym generator **szumu różowego** jest doskonałym sygnałem testowym. Przy testowaniu aparatury czy obiektów szum różowy jest pod wieloma względami lepszy od pojedynczego przebiegu, jakim „przegwizduje się” badany obiekt (zwykle jest to przebieg sinusoidalny o częstotliwości 1kHz), bo bardziej odpowiada rzeczywistym warunkom pracy badanego układu.

Mając do dyspozycji generator szumu różowego oraz analizator widma można w prosty sposób w jednej chwili określić charakterystykę wzmacniacza mocy, przedwzmacniacza, mikrofonu, głośnika, czy całego systemu nagłośnieniowego. Ale nawet bez analizatora widma generator szumu okaże się bardzo przydatny podczas sprawdzania aparatury audio.

Początkujący elektronicy, którzy do tej pory nie mieli do czynienia z generatorami szumu, a szumy traktowali zawsze jako przekleństwo, powinni koniecznie wykonać proponowany układ i zapoznać się z różnymi barwami szumu.

Jak to działa?

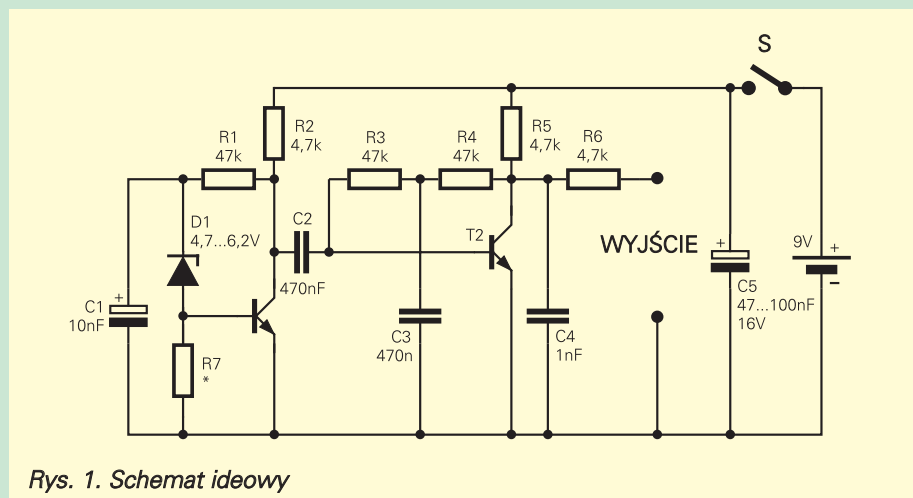
Schemat ideowy układu pokazano na **rysunku 1**. Źródłem szumów jest dioda Zenera D1. Szumy powstające w tej diodzie są wzmacniane najpierw przez tran-



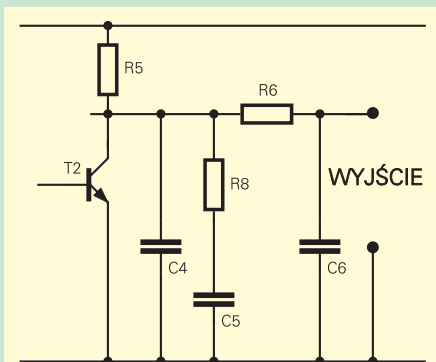
zystor T1, potem w drugim stopniu przez tranzystor T2. Na wyjściu występuje szum o wartości międzyszczytowej rzędu kilkuset miliwoltów. Taka wartość wystarczy nawet do sprawdzania wzmacniaczy mocy. Do współpracy z urządzeniami o dużej czułości należy obniżyć poziom sygnału przez zastosowanie prostego tłumika na wyjściu, ewentualnie wykorzystać sygnał z kolektora tranzystora T1.

Charakterystyka (barwa) szumu zależy w dużej mierze od zastosowanej diody Zenera. Może to być dowolna dioda na napięcie 3,9...6,2V. Dioda ta powinna być wybrana z większej liczby podobnych diod podczas sprawdzania układu generatora. Rzecz w tym, że poszczególne egzemplarze diod Zenera, nawet pochodzące z jednej serii produkcyjnej (i jednego opakowania) mają różny nie tylko poziom szumów, ale i barwę generowanego szumu.

Niektóre egzemplarze szumią bardzo słabo. Inne szumią silnie, ale w sygnale oprócz typowego szumu słychać także wyraźne trzaski. Takie trzeszczące diody nie nadają się do opisywanego generatora. Ale wśród kilku czy kilkunastu diod z powodzeniem można znaleźć egzemplarz dający stabilny szum, o barwie zbliżonej do szumu białego lub różowego.



Rys. 1. Schemat ideowy



Rys. 2.

Dwa tranzystory zapewniają bardzo duże wzmocnienie niewielkiego przebiegu z diody Zenera. Nie należy jednak dodawać trzeciego stopnia wzmocnienia, bo układ wzбудzi się na wysokich częstotliwościach. Już przy dwóch tranzystorach układ ma tendencję do samowzbudzenia (wskutek szkodliwych sprzężeń pojemnościowych oraz przez obwody zasilania) i do ich wyeliminowania konieczny jest kondensator C4.

Jak wspomniano na wstępie, najbardziej pożądanym jest szum różowy. Przeciętny czytelnik EdW nie jest w stanie zmierzyć charakterystyki częstotliwościowej szumu i uzyskać szumu „naprawdę różowego” (czyli takiego, w którym energia poszczególnych składowych ma je ze wzrostem częstotliwości o 3 decybele na oktawę). W praktyce wcale nie jest to konieczne. Barwę szumu można bowiem z potrzebną tu dokładnością określić metodą na słuch. Wystarczy dołączyć

generator do wzmacniacza i posłuchać szumu przez kolumny lub słuchawki.

Szum biały brzmi podobnie jak ciągły dźwięk sssssssss... Czym ostrzejszy dźwięk, tym więcej składowych o większych częstotliwościach.

Szum różowy brzmi podobnie do ciągłego dźwięku fffffff...
Jeśli natomiast brzmienie szumu przypomina ciągły dźwięk hhhhhh... to w szumie jest za mało składowych o większych częstotliwościach.

Jeśli natomiast brzmienie szumu przypomina ciągły dźwięk hhhhhh... to w szumie jest za mało składowych o większych częstotliwościach.

Montaż i uruchomienie

Prosty układ generatora szumu może być zmontowany na kawałku płytki drukowanej, albo też podobnie jak egzemplarz modelowy – przestrzennie, czyli „w pająku”. Montaż nikomu nie sprawi trudności.

Należy dobrać egzemplarz diody Zenera, dający równy i silny szum, bez słyszalnych trzasków.

Po zmontowaniu i podłączeniu do wzmacniacza może się okazać, że zamiast pożądanego szumu różowego, układ generuje szum o barwie zbliżonej do szumu białego. Aby uzyskać odpowiednią barwę (brzmienie zbliżone do dźwięku fffffff...) należy albo zastosować na wyjściu filtr, albo zmienić wartości kondensatorów C2, C3 lub C4.

Zmniejszenie pojemności C2 i C3 zmniejsza zawartość niższych składowych. Zwiększenie pojemności C4 zmniejsza zawartość wyższych składowych. Dla dokładniejszego dobrania barwy szumu być może należałoby zastosować obwody pokazane na rysunku 2, ale dobranie wartości elementów byłoby

Wykaz elementów

Rezystory

R1, R3, R4: 47kΩ (33...100kΩ)
R2, R5, R6: 4,7kΩ (3,3...10kΩ)
R7: 100kΩ...1MΩ

Kondensatory

C1: 10μF/16V
C2, C3: 470nF
C4: 1nF foliowy
C5: 47...100μF/16V

Półprzewodniki

D1: dioda Zenera 4,7...6,2V
T1, T2: dowolne tranzystory NPN np. BC548B

trudne, wręcz niemożliwe dla zdecydowanej większości czytelników. Nie można tu podać zalecanych wartości elementów z rysunku 2, bowiem poszczególne egzemplarze diod Zenera będą mieć różną barwę szumu. Na szczęście dokładne kształtowanie charakterystyki nie jest konieczne i w praktyce ewentualne korekty będą polegały jedynie na zwiększeniu pojemności C4, by uzyskać brzmienie zbliżone do dźwięku fffffff...

Układ można umieścić w dowolnej obudowie. Ze względu na duże wzmocnienie układu, jest on bardzo czuły na wszelkie zakłócenia. Dobrze wzmacnia również przydźwięk sieciowy (50Hz). Przydźwięk taki może się pojawiać przy zblizeniu ręki do układu, zwłaszcza przy zasilaniu z sieci przez zasilacz 9...15V. Gdyby przydźwięk dawał się we znaki, układ trzeba zaekranować (choćby folią aluminiową z czekolady) i ekran dołączyć do minusa baterii zasilającej.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Dwukolorowe biegające światelko LED

c.d. ze str. 54

Jeśli jednak ktoś zdecyduje się na zasilanie bateryjne, to powinien zaopatrzyć się w baterie alkaliczne dobrego producenta.

Układ można umieścić w obudowie KM-35N, KM-42N, KM-48N lub innej o odpowiednich do urządzenia wymiarach.

Krzysztof Winkiel

Wykaz elementów

Rezystory

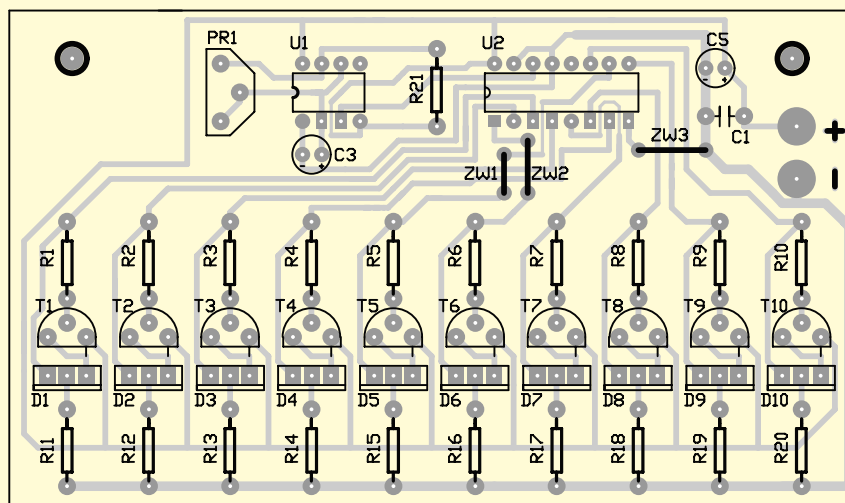
R1-R10: 4,7kΩ
R11-R20: 560Ω
R21: 1,5kΩ
PR1: PR 1kΩ

Kondensatory

C1: 100nF
C2, C3: 100μF/16V

Półprzewodniki

D1-D10: LED 2-kolorowa
T1-T10: BC558B
U1: NE555
U2: 4017



Rys. 2. Schemat montażowy