



Uniwersalny potencjometr elektroniczny



Do czego to służy?

Oprócz archaicznych potencjometrów obrotowych i suwakowych, od wielu lat znane i stosowane są analogowe, tranzystorowe potencjometry, zbudowane na bazie symetrycznych par różnicowych. Poziom sygnału regulowany jest tam napięciem stałym. Od kilku lat coraz większą popularność zdobywają potencjometry cyfrowe. Zawierają one drabinkę rezystorów, zespół przełączników i układ sterujący. Obecnie najbardziej znane są potencjometry cyfrowe firm Dallas i Xicor. Potencjometry pierwszej z nich były już przedstawione na łamach EdW. Potencjometry drugiej firmy mają tę istotną zaletę, że wszystkie wyposażone są w pamięć nieulotną EEPROM, dzięki czemu potencjometr po wyłączeniu zasilania nie „zapomina” położenia suwaka.

Zaprezentowany uniwersalny moduł znajduje wiele różnorodnych zastosowań, zarówno w konstrukcjach projektowanych od podstaw, jak i przy modernizacji starszego sprzętu.

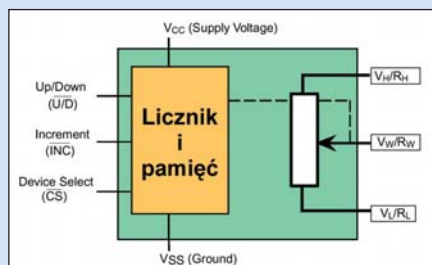
Model wyposażony w „logarytmiczną” kostkę X9314 przeznaczony jest do regulacji głośności sygnałów audio. Układ z inną kostką z tej samej rodziny, może być zastosowany do liniowej regulacji sygnałów zmiennych i stałych. Szczegóły podane są w końcowej części artykułu.

Jak to działa?

Rysunek 1 przedstawia uproszczony schemat blokowy wnętrza potencjometru X9314 z interfejsem „3 wire”. Potencjometr w istocie składa się z zespołu wielu rezystorów i przełączników CMOS, sterowanych za pomocą licznika z pamięcią nieulotną i dekodera. W potencjometrach liniowych wszystkie rezystory składowe są jednakowe. W potencjometrach logarytmicznych rezystory nie są jednakowe, tylko mają tak dobrane warto-

ści, by uzyskać charakterystykę regulacji, potrzebną do regulacji głośności. Nieskomplikowany zewnętrzny układ sterujący pozwoli ustawiać potencjometr za pomocą dwóch przycisków, a ustawienia są zapamiętywane. Po wyłączeniu i włączeniu zasilania suwak powraca do ostatnio zapamiętanej pozycji.

Schemat ideowy modułu pokazany jest na rysunku 2. Obwód zasilania ze stabilizatorem U3, diodą D3 i kondensatorem C8 umożliwia zasilanie modułu dowolnym napięciem stałym z zakresu 7...25V lub zmiennym



Rys. 1 Schemat blokowy

6...18V. Gdy w układzie dostępne jest napięcie 5V, można nie montować stabilizatora i zasilac układ bezpośrednio przez punkt P1.

Wejściowy sygnał zmienny podawany jest przez kondensator C5 na „górną” końcówkę potencjometru, czyli nóżkę 3 układu. Aby uniknąć kłopotów z ewentualnymi napięciami stałymi na wejściu (punkcie A), zastosowano kondensator stały. Pojemność 1µF z rezystancją potencjometru równą 10kΩ tworzy filtr o dolnej częstotliwości granicznej 16Hz, co całkowicie wystarczy do wszelkich zastosowań audio.

Sygnał z suwaka potencjometru (nóżka 5 U1) jest podany na filtr dolnoprzepustowy R6C3, który tłumi zakłócenia o częstotliwościach powyżej 20kHz. Dotyczy to między

innymi zakłóceń, których źródłem jest wewnętrzna przetwornica kostki U1.

Ze względu na niewielką pojemność kondensatora wyjściowego C4, rezystancja obciążenia dołączona do punktów B, O1, nie powinna być mniejsza niż 47kΩ. Gdyby była mniejsza (10kΩ, 22kΩ), pojemność C4 należy zwiększyć odpowiednio do 1µF, 470nF. W żadnym wypadku rezystancja obciążenia nie powinna być mniejsza niż 10kΩ.

Układ sterujący zbudowany jest w oparciu o układ U2 - CMOS 4093. Gdy wejście \CS (n. 7) jest w stanie niskim, umożliwiającym pracę, każde opadające zbocze na wejściu INC (n. 1) powoduje przesunięcie suwaka w kierunku zależnym od stanu wejścia U/D (n. 2). Przy stanie wysokim na nóżce 2 suwak jest przesuwany w górę, czyli sygnał wyjściowy wzrasta.

W stanie spoczynku na wejściach bramki U2A występują stany wysokie, a na jej wyjściu stan niski. Generator z bramką U2C nie pracuje. Na wyjściu bramki U2B panuje stan wysoki.

Naciśnięcie któregośkolwiek z przycisków S1, S2 powoduje pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu bramki U2A. W pierwszej kolejności przez diodę D1 szybko ładuje się C1, bramka U2B zmieni stan i stan niski na wejściu \CS (n.7) zezwoli na pracę kostki U1. Po chwili wyznaczonej przez R4C2 zostanie uruchomiony generator U2C. Już pierwsze, krótkie naciśnięcie któregoś przycisku spowoduje pojawienie się ujemnego zbocza na wejściu INC (n. 1 U1) i skok suwaka o jedną pozycję. Gdy przycisk będzie naciskany długo, pracujący generator U2C będzie przesuwiał suwak, aż ten dojdzie do jednej z pozycji skrajnych i tam się „zatrzyma”. Szybkość przesuwu suwaka przy ciągłym naciskaniu można dobrać dowolnie,

zmieniając wartość R5 w zakresie 10kΩ...2,2MΩ.

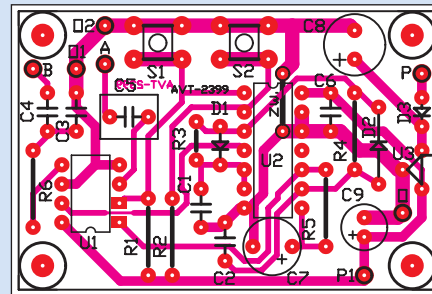
Po zwolnieniu przycisku na wyjściu bramki U2A pojawi się stan niski. Kondensator C2 szybko rozładuje się przez diodę i unieruchomi generator U2C, wymuszając na jego wyjściu i nóżce 1 U1 stan wysoki. Po krótkim czasie opóźnienia, wyznaczonym przez R3C1, wyjście bramki powróci do stanu wysokiego. Wydawać by się mogło, że obwód z bramką U2B nie jest potrzebny, a wejście \CS (n. 7 U1) mogłoby być na stałe dołączone do masy. W rzeczywistości obwód z bramką U2B jest wręcz niezbędny. Zmiana stanu na \CS z L na H w chwili, gdy wejście INC jest w stanie H powoduje zapamiętanie położenia suwaka w wewnętrznej, nieulotnej pamięci EEPROM. Oznacza to, że w tym prostym systemie zapis do pamięci wykonywany jest po każdym naciśnięciu i zwolnieniu przycisku sterującego.

wartość R5.

Testy modelu wykazały, że na wyjściu nie pojawiają się zauważalne zakłócenia, związane z pracą wewnętrznej przetwornicy, ale na wszelki wypadek warto pozostawić R6, C3.

Moduł w wersji podstawowej może być dowolnie wykorzystany jako cyfrowy potencjometr dla wszelkich sygnałów audio. Kto chciałby wykorzystać go do regulacji napięć stałych lub zawierających składową stałą, może zewrzeć kondensatory C5, C4. W wersji podstawowej „dolny” koniec potencjometru (nóżka 6 U1) jest dołączony do masy. W razie potrzeby można go dołączyć do dowolnego innego punktu układu, byle tylko napięcie na wszystkich wyprowadzeniach potencjometru (nóżki 3, 5, 6) zawierało się w zakresie ±5V.

Należy pamiętać, że w opisywanym układzie zastosowano kostkę X9314 z potencjometrem o charakterystyce logarytmicznej, odpowiedniej do regulacji głośności. W opi-

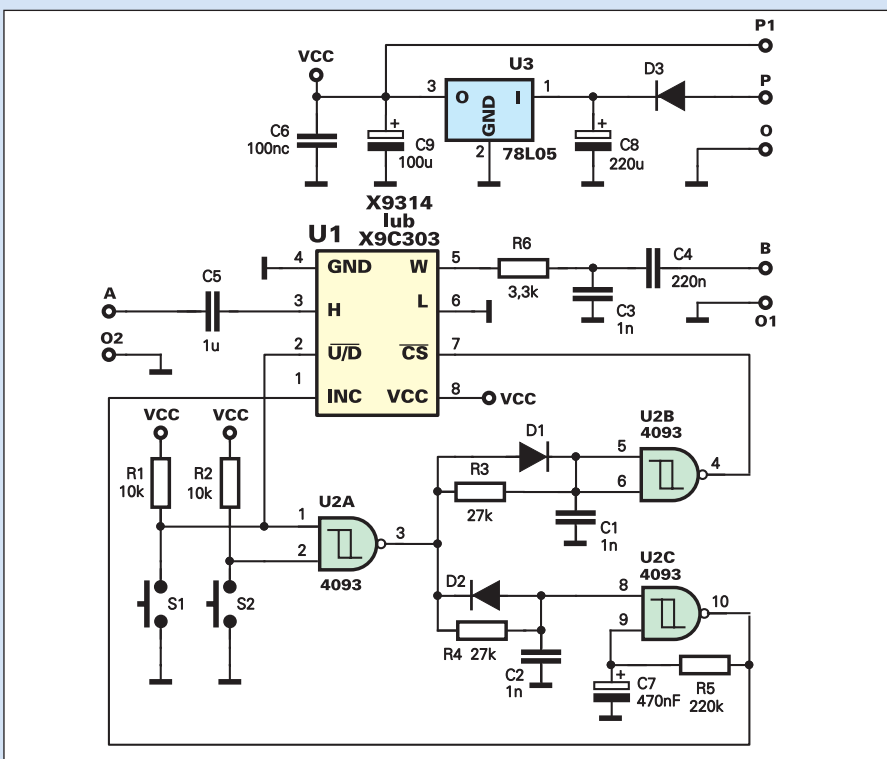


Rys. 3 Schemat montażowy

sterowania analogowym procesorem audio, np. LM1036 czy TDA1524, który jest zasilany pojedynczym napięciem +12V, powinien wykorzystywać liniowy potencjometr X9312, który przy zasilaniu pojedynczym napięciem +5V ma dopuszczalny zakres napięć na końcówkach 3, 5, 6 równy 0...+15V, a nie ±5V, jak wszystkie wcześniej wymienione. Wtedy na nóżkę 3 cyfrowego potencjometru, zamiast sygnału audio trzeba podać stałe napięcie zasilające procesor dźwięku. Napięcie stałe z suwaka (nóżka 5) będzie podane na jedno z czterech wejść sterujących procesora dźwięku.

Opisany moduł po adaptacji może też służyć do wielu innych celów. Więcej informacji na temat potencjometrów Xicor i sposobów ich sterowania będzie można znaleźć w jednym z następných numerów EdW w dziale Najślynniejsze aplikacje.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski



Rys. 2 Schemat elektryczny

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce pokazanej na rysunku 3. Montaż nie sprawi trudności. Pod układy scalone U1, U2 można dać podstawki i włożyć je na samych końcach.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomienia i od razu będzie pracował poprawnie. Zamiast przycisków na płytce, można zastosować dowolne inne, dołączone (niezbyt długimi) przewodami.

Jeśli ktoś chce, może jedynie dostosować szybkość przesuwania suwaka, zmieniając

sany uniwersalnym module można zastosować podobne układy z tej rodziny. Zresztą obecnie układ X9314 nie jest już produkowany, bo został zastąpiony układem X9C303. Ulepszony układ X9C303 ma identyczny układ wyprowadzeń i funkcje, różni się tylko ilością kroków (100 zamiast 32) oraz rezystancją (30kΩ zamiast 10kΩ).

Do innych zastosowań bardziej odpowiedni będzie potencjometr o charakterystyce liniowej, czyli kostka X9313 (32 stopnie) lub nowsze 100-stopniowe X9C102, 103, 104, 503 (odpowiednio 1kΩ, 10kΩ, 100kΩ, 50kΩ).

Gdyby jednak ktoś chciał wykorzystać układ, a właściwie cztery takie układy do

Wykaz elementów

R1,R2	.....	10kΩ
R3,R4	.....	27kΩ
R5	.....	220kΩ
R6	.....	3,3kΩ
C1-C3	.....	1nF
C4	.....	220nF
C5	.....	1μF stały
C7	.....	470nF
C6	.....	100nF ceramiczny
C8	.....	220μF/25V
C9	.....	100μF/16V
D1-D3	.....	1N4148
U1	.....	X9314 lub X9C303
U2	.....	4093
U3	.....	78L05
S1,S2	.....	mikroswitch podstawki

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2399