

Trójfazowy generator 50 Hz

Na rynku dostępne są wielofunkcyjne generatory sinusoidalnych sygnałów trójfazowych, przeznaczone do testowania falowników. Jednak w sytuacji, gdy konieczna jest prosta kontrola, do której wystarczy sygnał o pojedynczej częstotliwości, takie urządzenie staje się zbędnym wydatkiem.



Schemat ideowy generatora pokazano na rysunku 1. Przesuwanie fazy już wygenerowanego sygnału analogowego byłoby trudne do wykonania, dlatego zdecydowano się na jednoczesne wytwarzanie trzech sinusoid. Niska częstotliwość sygnału wyjściowego – zaledwie 50 Hz – pozwoliła na zastosowanie generatora PWM z filtrem rekonstrukcyjnym.

W tym urządzeniu przetwornik PWM został zrealizowany programowo, ponieważ konieczne były aż trzy wyjścia. Częstotliwość sygnału PWM wynosi 12800 Hz i jest to maksimum, które udało się uzyskać przy taktowaniu ATtiny25 rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 16 MHz. Wybór padł właśnie na ten mikrokontroler, ponieważ może współpracować z rezonatorem kwarcowym w przeciwieństwie do np. ATtiny13. Z kolei, częstotliwość sygnału zegarowego przekłada się na sygnał

wyjściowy, przez co wbudowany generator RC nie nadaje się do tego zastosowania.

Jako bufor wyjściowy zastosowano poczwórny wzmacniacz operacyjny typu LM324. Ze względu na zasilanie niesymetryczne, sygnał wyjściowy musi zawierać składową stałą. Wybór padł na ten układ z powodu jego dostępności oraz niskiej ceny. Można pokusić się o wymianę go na inny typ, który cechuje się szerszym zakresem tolerowanych napięć. Zamontowanie go w podstawie pozwala na szybką wymianę w razie uszkodzenia wywołanego np. zwarcieniem.

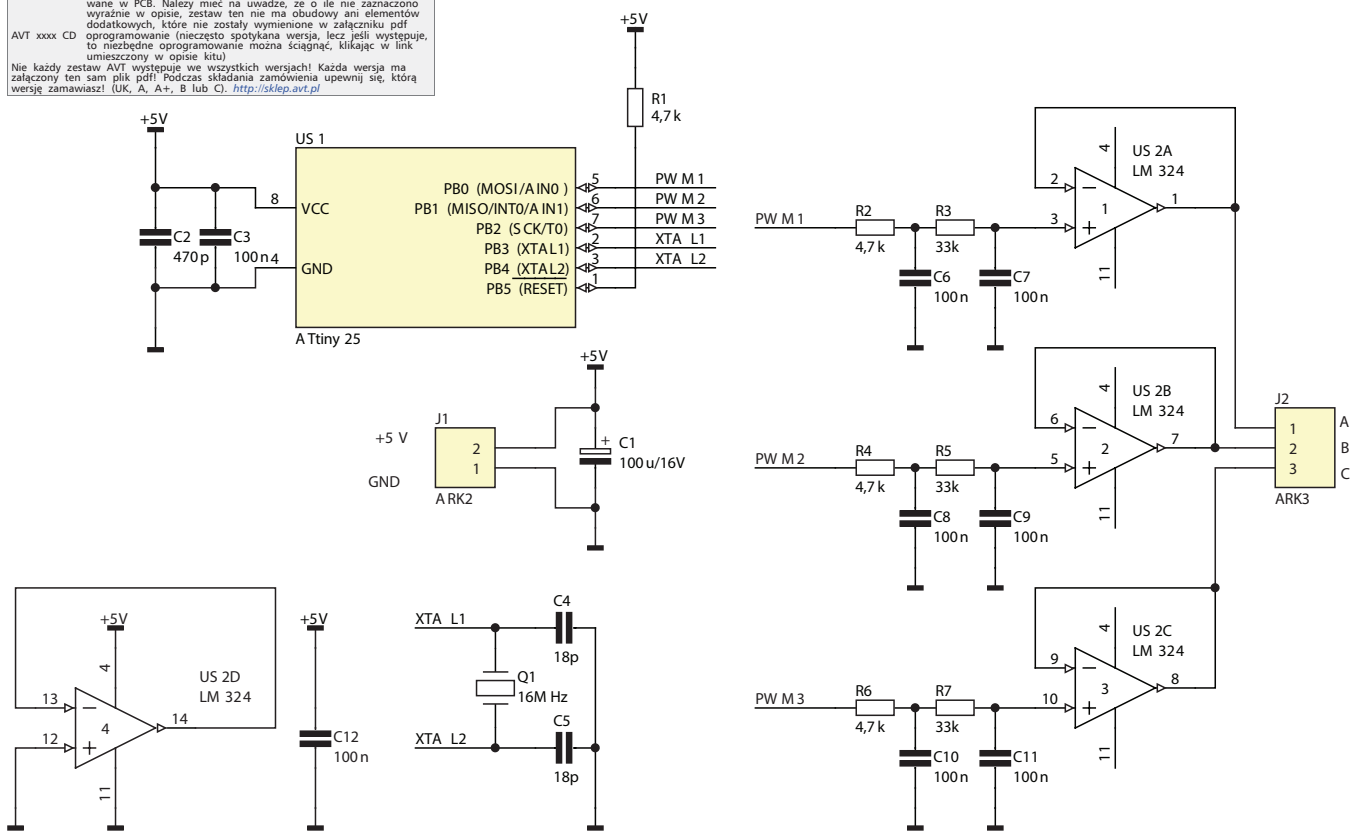
Filtr rekonstrukcyjny jest bardzo ważnym elementem generatora, DDS, ponieważ pozwala oczyścić widmo sygnału wyjściowego ze składowej pochodzącej od zegara i jej harmonicznym. Ten układ pozwala na zastosowanie nieskomplikowanego filtra ze względu na znaczącą różnicę

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:
<ftp://ep.com.pl>
USER: 87542, PASS: o8v5gēc9

W ofercie AVT*
AVT-1891 A

Wykaz elementów:
R1, R2, R4, R6 4,7kΩ SMD1206
R3, R5, R7 33kΩ SMD1206
C1 100 μF/16V elektrolityczny
C2 470 pF SMD1206 (wartość niekrytyczna)
C3, C6-C12 100 nF SMD1206
C4, C5 18 pF SMD1206
US1 ATtiny25 DIP8
US2 LM324 DIP14 (opis w tekście)
J1 ARK2 5 mm
J2 ARK3 5 mm
Q1 kwarc 16 MHz (najlepiej niski)

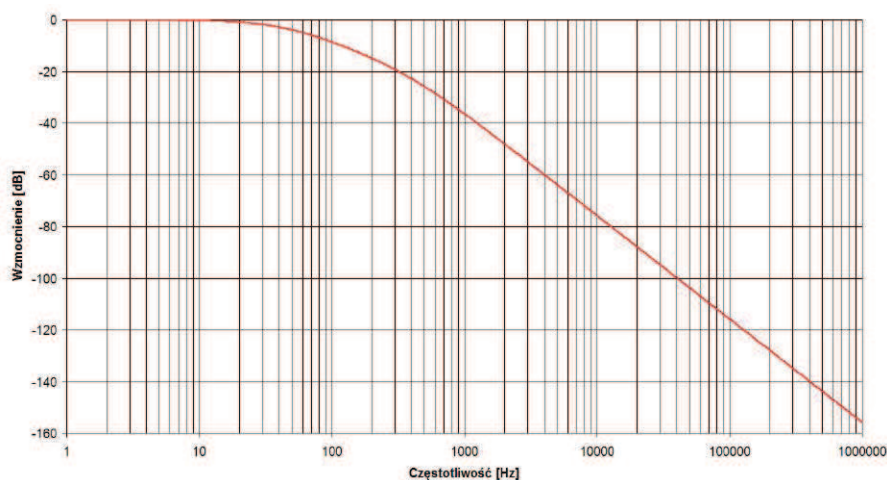
* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK do zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>



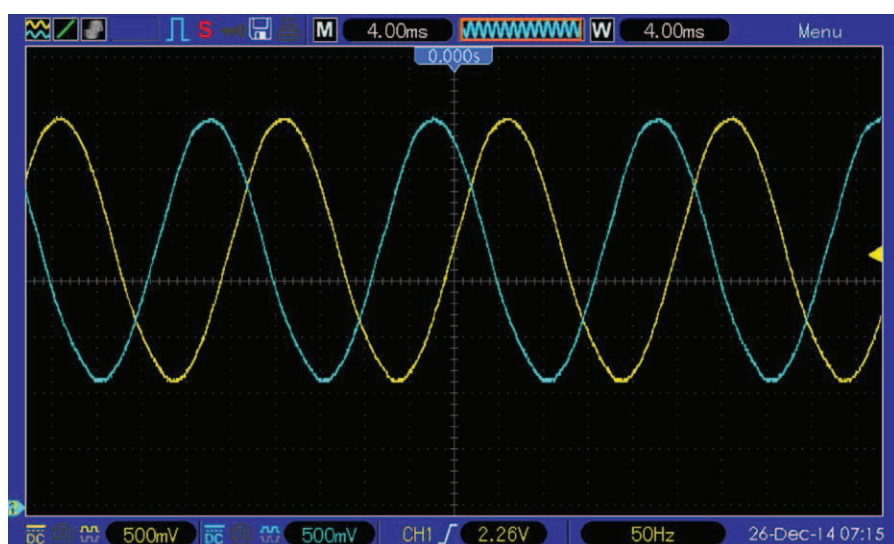
Rysunek 1. Schemat ideowy generatora 3-fazowego

między sygnałem użytecznym a zegarowym, odpowiednio: 50 Hz i 12800 Hz. Zastosowano 2-stopniowy, dolnoprzepustowy filtr RC. Wartości elementów tak dobrano, aby wpływ rezystancji wejściowej buforów oraz wyjściowej ATtiny25 były

pomijalne. Charakterystykę amplitudową pokazano na **rysunku 2**. Można z niej odczytać, że tłumienie składowej 50 Hz to ok. 4 dB, a składowej 12,8 kHz ok. 80 dB. Oznacza to, że zakłócenia pochodzące od sygnału PWM będą słabsze o ok. 76 dB,



Rysunek 2. Charakterystyka amplitudowa zastosowanego filtra rekonstrukcyjnego



Rysunek 3. Przebieg czasowy napięcia z dwóch wyjść



Rysunek 4. Widmo amplitudowe (w skali decybelowej) pojedynczego przebiegu wyjściowego

przez co nie powinny być one widoczne na tle sygnału wyjściowego.

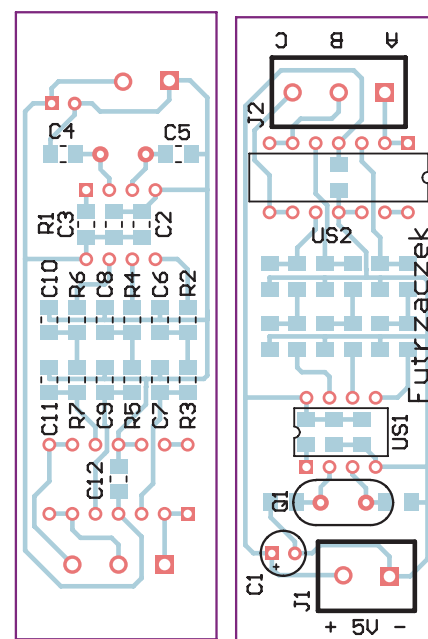
Oscylogram dwóch przebiegów wyjściowych zamieszczono na **rysunku 3**. Są one, zgodnie z założeniem, przesunięte w fazie. Na dole sinusoidy można dostrzec ledwie zauważalne spłaszczenie, wywołane ograniczaniem przez LM324. Gdyby takie zniekształcenie okazało się niedopuszczalne, można, jak już wcześniej wspomniano, spróbować wymiany tego układu na inny, np. MCP604. Parametry sygnału są następujące: częstotliwość 50 Hz, składowa stała ok. 2,25 V, wartość międzyszczytowa ok. 2,3 V.

Wzrokowa ocena przebiegu czasowego to nie wszystko. Widmo amplitudowe pojedynczego sygnału zaprezentowano na **rysunku 4**. Jego SFDR można oszacować na ok. 30 dB.

Schemat montażowy generatora pokazano na **rysunku 5**. Montaż należy rozpocząć od elementów SMD, a następnie rezonatora kwarcowego, podstawek pod układy scalone, złącz śrubowych i kondensatora. Mikrokontroler należy zaprogramować oraz zmienić źródło sygnału zegarowego na zewnętrzny rezonator kwarcowy 16 MHz (CKSEL 3...0 = 1111) i wyłączyć bit CKDIV8. Urządzenie nie wymaga kalibracji i od razu jest gotowe do pracy. Zasilane napięciem 5 V pobiera prąd ok. 15 mA.

Wyjście B jest przesunięte w stosunku do A o $+120^\circ$, zaś C w stosunku do A o $+240^\circ$. Składową stałą z wyjścia można odciąć np. kondensatorami, zaś sam sygnał wzmocnić lub stłumić, w zależności od potrzeb.

Michał Kurzela, EP



Rysunek 5. Schemat montażowy generatora 3-fazowego