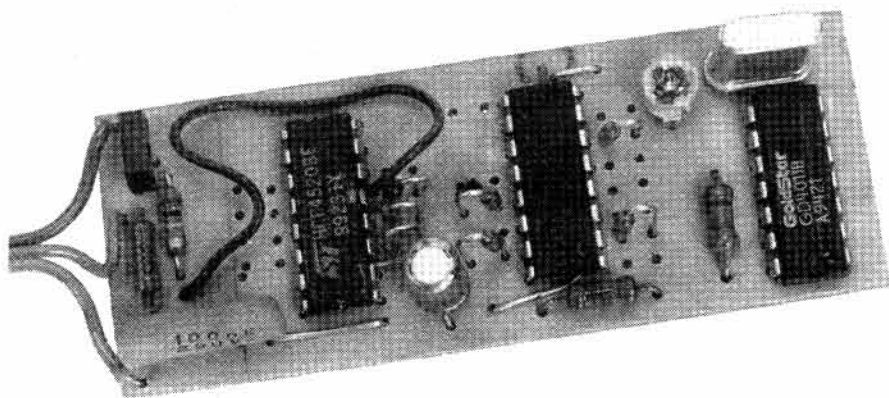


Kwarcowy generator 50Hz do urządzeń gospodarstwa domowego

kit AVT-287

*Ten prosty i tani układ
potrafi uczynić
superdokładnym każdy zegar
sterowany częstotliwością
sieci. Nadal wiele takich
zegarów spotyka się
w sprzęcie gospodarstwa
domowego. Ze względu na
wahania częstotliwości sieci
nie można ich wskazań
czasu traktować jako
wiarygodne. Wystarczy jednak
zastąpić przebieg sieci
sygnałem z generatora
kwarcowego 50Hz,
a wskazania zegara osiągną
bardzo wysoką precyzję.*



W dalekich, pogańskich krajach istnieje dziwny zwyczaj, budzący pomieszanę z politowaniem zdziwienie Braci Polaków. Otóż, wierzy się tam w to, co jest napisane. I rzeczywiście, jeżeli napisane jest METRO, to naprawdę w tym miejscu jest metro, a nie stanowisko wykopaliskowe grupy paleontologów, szukających od bez mała dwunastu lat szkieletów dinozaurów w samym centrum blisko dwumilionowego miasta. Podobnie w tych krajach jest z prądem elektrycznym. Powszechnie wiadomo, że częstotliwość prądu przemiennego w sieci energetycznej wynosi 50Hz (lub 60Hz w jeszcze bardziej odległych miejscach) i rzeczywiście, o zgrozo, dokładnie tyle ona tam wynosi. A u nas nic podobnego: napisane 50Hz, a jest... różnie, ale zawsze około 49Hz „z hakiem”. Panowie Energetycy, dlaczego? Ja wiem, że takich pytań można zadawać w naszej ukochanej Ojczyźnie nieskończenie wiele, ale jeszcze raz pytam: dlaczego nie może być tyle, ile jest napisane?

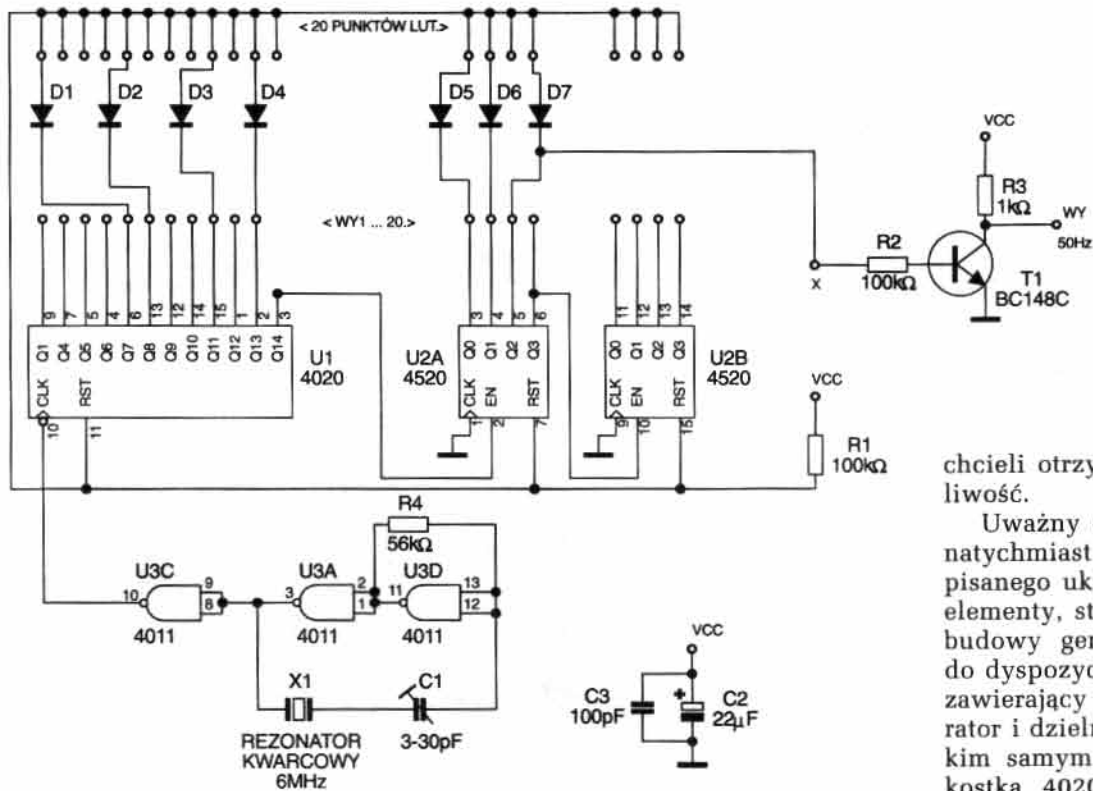
Jakie jednak są skutki takiego

stanu rzeczy? Otóż na świecie szeroko stosowana jest metoda wykorzystywania częstotliwości sieci energetycznej jako częstotliwości wzorcowej dla różnych urządzeń elektronicznych powszechnego użytku. Są to przede wszystkim wszelkiego rodzaju zegary stacjonarne i radiobudziki, różnego typu urządzenia gospodarstwa domowego wyposażone w zegary (kuchnie, kuchenki mikrofalowe, pralki itp.). O ile zegarów domowych z tego typu stabilizacją częstotliwości żadna szanująca się firma już do Polski nie sprowadza (ale dalej istnieją mniej szanujące się firmy, no i handel bazarowy) to sprzęt gospodarstwa domowego z tego typu zegarami jest powszechnie sprzedawany. Sam posiadam kuchenkę mikrofalową kupioną w bardzo dobrej firmie, której zegar spóźniał się ok. 15 min. na dobę. W pracach kuchennych, kiedy to zegar pracuje jako timer, błąd rzędu 1% nie ma (chyba) większego znaczenia. Natomiast sami nieraz nie zdajemy sobie sprawy, ile razy dziennie patrzymy na zegarek i ja-

kikolwiek „niepewny” zegar, nawet kuchenny, który nie wiadomo jaką godzinę pokazuje, jest w domu czynnikiem wybitnie stresogennym. Przy reklamacjach punkty serwisowe załatwiają z zasady sprawę lakonicznym stwierdzeniem: „Tak już musi być”.

Kolejną sprawą jest spora ilość kostek zegarowych, nieraz wyposażonych w ciekawe funkcje, nie nadających się do zastosowania, ponieważ wymagają podania na wejście sterujące częstotliwości 50Hz. Takie kostki (patrz opis „Zegara - robota domowego”, EP 6/94) można kupić nieraz bardzo tanio ale... co dalej? Nawet wzmiankowany wyżej układ zegara warto uzupełnić opisanym urządzeniem, bez którego jest on właściwie tylko dość prymitywnym timerem.

Tym problemom możemy zaradzić bardzo łatwo i za stosunkowo niewielkie pieniądze, korzystając z prostego układu, zrealizowanego zaledwie na trzech układach scalonych CMOS. Na wyjściu układu otrzymujemy tak potrzebną nam, stabilizowaną kwarcem, częstotliwość 50Hz.



Rys. 1. Schemat elektryczny generatora

Ważną zaletą układu jest to, że możemy w nim stosować różnego rodzaju kwarc, jakie akurat mamy pod ręką. Jedynym warunkiem jest, aby ich częstotliwość rezonansowa dzieliła się bez reszty przez 50. Ponieważ pomimo długich usiłowań i użycia kalkulatorów różnych typów nie udało się w ten sposób podzielić liczby 32.768, odpadł najbardziej popularny i tani typ kwarcu: kwarc „zegarkowy”.

Układ jest niezwykle prosty, można go zbudować i uruchomić w ciągu dosłownie pół godziny. Wartą podkreślenia zaletą rozwiązania jest niski koszt wykonania i dostępność elementów. Jeżeli komuś nie będzie się chciało bawić w wykonywanie specjalnej płytki, to może zmontować ten układ na płytce uniwersalnej.

Opis działania układu

Na rysunku 1 przedstawiona jest podstawowa wersja układu. Składa się on z dwóch głównych części: generatora kwarcowego zbudowanego z bramek NAND - 4011 i dzielnika częstotliwości z układami 4020 i 4518. Ważnym fragmentem układu jest dekodery zbudowany, w tym konkretnym przypadku, z diod D1...D7.

Tworzone przez stabilizowany kwarcem X1 generator U3D i U3A, impulsy o częstotliwości 6MHz, podawane są na wejście CLK czternastostopniowego licznika 4020, a następnie na połączone kaskadowo dwa czterobitowe liczniki 4518. Wszystkie wejścia zerujące RST tych liczników połączone są ze sobą i za pomocą rezystora R1 dołączone do plusa zasilania. Diody D1...D7 dekodują stan trzech połączonych liczników równy $111010011000000_{(BIN)}$, czyli $120000_{(DEC)}$. Po osiągnięciu tego stanu diody przestają zwierać wejścia RST do masy, wszystkie liczniki zostają wyzerowane i cykl zliczania rozpoczyna się od początku. W ten właśnie sposób, po podzieleniu częstotliwości 6MHz przez 1200, otrzymujemy na wyjściu reprezentującym najstarszy aktywny bit - Q3, U2B potrzebną nam częstotliwość 50Hz. Przebieg ten, po przejściu przez tranzystor separujący T1, może zostać wykorzystany do sterowania zegarem.

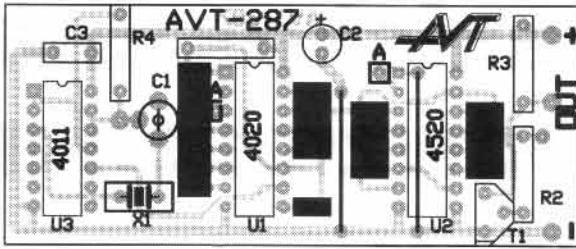
W omawianej wersji urządzenia druga część układu U2B okazała się niepotrzebna. Może się on jednak przydać przy zastosowaniu kwarcu o większej częstotliwości albo też w wypadku, kiedy na wyjściu układu będziemy

chcieli otrzymać mniejszą częstotliwość.

Uważny Czytelnik z pewnością natychmiast wystąpi z krytyką opisanego układu: po co marnować elementy, stosując kostkę 4011 do budowy generatora, jeżeli mamy do dyspozycji układ scalony 4060, zawierający w sobie gotowy generator i dzielnik częstotliwości o takim samym stopniu podziału, co kostka 4020? Racja, ale nie we wszystkich przypadkach. Jak już zaznaczyłem, opracowany przeze mnie układ ma cechować duża uniwersalność, zarówno w doborze kwarcu jak i uzyskiwanych częstotliwościach wyjściowych. Jak natomiast widać na schemacie układu 4060, nie ma on wyprowadzonego wyjścia Q11, co uniemożliwia zastosowanie kwarców, których częstotliwość rezonansowa podzielona przez 50 i przedstawiona w postaci binarnej zawiera „1” na pozycji odpowiadającej temu wyjściu.

Montaż i uruchomienie

Urządzenie zmontowane ze sprawdzonych elementów z zachowaniem zasad obchodzenia się z układami CMOS działa natychmiast poprawnie i nie wymaga uruchamiania. Punkt oznaczony na schemacie „X” musimy połączyć przewodem z tym wyjściem licznika, które reprezentuje „najstarszy” bit dekodowanej liczby. Z oczywistych przyczyn na płytce nie przewidziano punktu lutowicznego dla tego przewodu i należy go przylutować bezpośrednio do odpowiedniej nóżki kostki. Przy pomocy trymera C1 precyzyjnie ustawić częstotliwość generatora kwarcowego. Jeżeli posiadamy miernik częstotliwości, nie sprawi to nam najmniejszego kłó-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej generatora

potu. W przeciwnym wypadku pozostaje nam czasochłonne porównywanie pracy zegara sterowanego przez nasz układ z zegarem wzorcowym.

Na płytce drukowanej układu, przy każdym z wyjść liczników, znajdują się dwa punkty umożliwiające wlutowanie w nie diody. Zapewnia to możliwość zdekodowania prawie dowolnej liczby w zakresie od 1 do 4194297 (11111111111111111001_(BIN)). Ograniczeniem jest jedynie brak wyjść Q2 i Q3 w układzie 4020. Z tego powodu nie możemy zdekodować liczb, w których drugi i/lub trzeci bit mają wartość „1”.

Układ został przetestowany przy napięciach zasilających od 4,5 do 9V.

Początkującym elektronikom pewną trudność może sprawić problem przedstawienia liczby dziesiętnej w postaci binarnej. Jeżeli posiadamy kalkulator umożliwiający przeprowadzenie takiej operacji, to nie ma problemu. Taki kalkulator znajduje się na przykład w grupie „Accessories“ w Windows. Dla tych, którzy nie mają dostępu do tego typu kalkulatora, zamieszczam obok prostą tabelkę (tab. 1), znacznie ułatwiającą konwersję liczby dziesiętnej do postaci binarnej.

W pierwszej kolumnie tabeli umieszczone są wykładniki kolejnych potęg 2, w drugiej odpowiadające im wyjścia liczników, w trzeciej ich wartości, w czwartej stan na kolejnym wyjściu licznika, a w piątej wartości, które po zsumowaniu na dole tabeli dają nam liczbę dziesiętną.

W omawianym przypadku konwersji na postać binarną mamy poddać liczbę 6000000/50, czyli 120000. Sprawdzamy, jaka największa wartość potęgi 2 mieści się w tej liczbie. Okazuje się, że 65536, czyli że na 17 wyjściu szeregu liczników (Q2 U2A) bę-

dziemy mieli stan „1”. Wpisujemy jedynekę w trzecią kolumnę tabeli, od 120000 odejmujemy 65536 i badamy jaka kolejna największa wartość potęgi 2 mieści się w otrzymanej reszcie, czyli w 54464. Jest to potęga 15-a, czyli na wyjściu 16 liczników będzie „1”. Wpisujemy w odpowiednią rubrykę 1, od 54464 odejmujemy 32768 i szukamy największej wartości potęgi 2, która mieści się w reszcie. I tak dalej, aż dokonamy konwersji całej liczby dziesiętnej na binarną. Teraz pozostaje już tylko wlutować diody w odpowiednie miejsca.

A swoją drogą ciekawe, co by było gdyby mądrzy bramini w starożytnych Indiach nie sugerowali się ilością palców u rąk człowieka i zamiast systemu dziesiętnego i dziesięciu cyfr wymyślili system dwójkowy? Jest on najdoskonalszy z nieskończonej ilości możliwych systemów liczbowych, ponieważ jest najprostszy. Jakie wspaniałe mielibyśmy teraz kalkulatory, tylko z dwoma klawiszami do wprowadzania danych i jak łatwo byłoby dzieciom nauczyć się tabliczki mnożenia!

Dalsze możliwe modyfikacje

Wypełnienie impulsów na wyjściu naszego dzielnika częstotliwości może być różne i zależy od dekodowanej liczby. Może się niekiedy zdarzyć wypełnienie tak małe, że sterowany układ nie będzie pracował poprawnie. W niektórych wypadkach może nam także zależeć na uzyskaniu na wyjściu impulsów o wypełnieniu dokładnie 50%. Uzyskanie tego jest w tym układzie bardzo proste, pamiętajmy bowiem, że mamy do dyspozycji najczęściej nie wykorzystany układ U2B. Kolejność postępowania będzie następująca:

1. Na wyjściach szeregu liczników dekodujemy liczbę dwukrotnie

Tab. 1.

N	Wy	Wartość	Stan	Wartość
0	1	1		0
1	2	2	X	0
2	3	4	X	0
3	4	8	0	0
4	5	16	0	0
5	6	32	0	0
6	7	64	1	64
7	8	128	1	128
8	9	256	0	0
9	10	512	0	0
10	11	1 024	1	1.024
11	12	2 048	0	0
12	13	40 96	1	4.096
13	14	81 92	0	0
14	15	16 384	1	16.384
15	16	32 768	1	32.768
16	17	65 536	1	65.536
17	18	131 072	0	0
18	19	262 144	0	0
19	20	524 288	0	0
20	21	1 048 576	0	0
21	22	2 097 152	0	0
22	23	4 194 304	0	0
SUMA:				120.000

X - wyjścia niedostępne w 4020

mniejszą od wymaganej, np. zamiast 120~000 - 60~000.

2. Przycinamy ścieżkę łączącą wyjście Q3 U2A z wejściem EN Q2B.

3. Łączymy przewodem wejście EN Q2B z tą nóżką szeregu liczników, na której występuje najstarszy bit dekodowanej liczby.

4. Przycinamy ścieżkę łączącą wejście RST U2B z szeregiem diod dekodujących i łączymy je z masą.

Po dokonaniu opisanych przeróbek na wyjściu Q0 U2B otrzymujemy przebieg prostokątny o wymaganej częstotliwości i o wypełnieniu dokładnie 50%.

Zbigniew Raabe

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2, R4: 100kΩ/0,25W

R3: 1kΩ/0,25W

Kondensatory

C1: trymer 3...15pF

C2: 22μF/16V

C3: 100nF

Półprzewodniki

U1: CMOS 4020

U2: CMOS 4518

U3: CMOS 4011

T1: BC148C lub odpowiednik

D1 - D7: dowolne diody

krzemowe m. m., np. 1N4148

Różne

X1: kwarc wg. opisu