

# Najprostszy miernik częstotliwości (przystawka do AVT-2219)

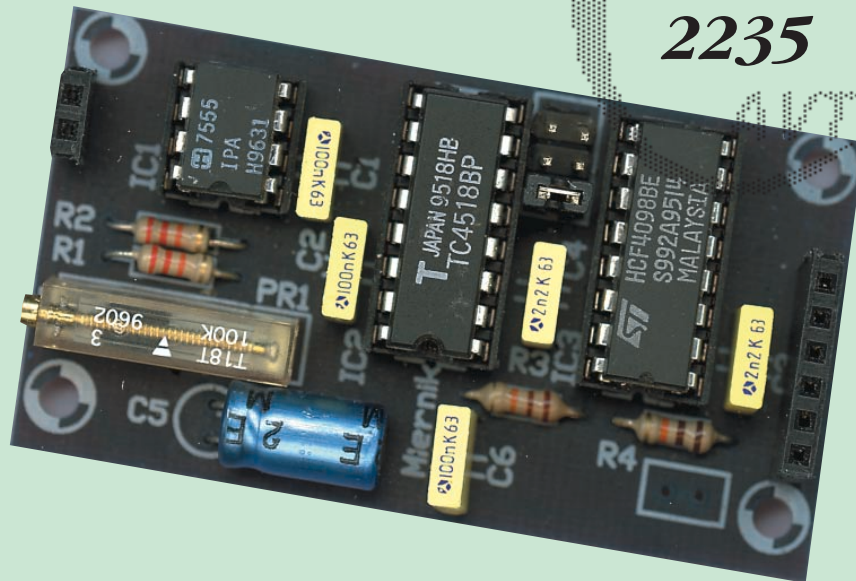
## Do czego to służy?

Proponowane urządzenie jest typowym układem „treningowym”, co nie oznacza, że nie posiada ono wcale walorów użytkowych. Wprost przeciwnie, zbudujemy pełnosprawny, nadający się do wielu zastosowań praktycznych miernik częstotliwości. Jednak głównym powodem skonstruowania tego układu była chęć zademonstrowania elementarnych możliwości opisanego w tym numerze układu ICM7217 i podania pierwszego praktycznego przykładu wykorzystania modułu AVT-2219.

Czy nazwa nadana niżej opisanemu układowi jest prawidłowa? Chyba tak, ponieważ miernik częstotliwości składający się zaledwie trzech tanich i ogólnie dostępnych układów scalonych, oraz uniwersalnego modułu licznikowego AVT-2219 można nazwać „najprostszym”. Ta prostota i taniocść niesie za sobą jednak pewne ograniczenia. Pierwszym jest mała liczba cyfr jaką miernik może wyświetlić, a co za tym idzie jego niezbyt wysoka dokładność przy pomiarze częstotliwości większych niż 9999Hz. Drugim ograniczeniem, także wpływającym na dokładność, jest rezygnacja z zastosowania oscylatora kwarcowego na rzecz prostego generatora zbudowanego na NE555. Należy jednak sądzić, że w praktyce amatorskiej taka dokładność okaże się wystarczająca. Z pewnością wielu czytelników pomyśli o zastosowaniu naszego układu jako obrotomierza samochodowego. Takie zastosowanie omawianego układu jest oczywiście możliwe, ale autor raczej je odradza. Wprawdzie zakres pomiarowy miernika idealnie pokrywa się z zakresem obrotów zwykłego silnika samochodowego, ale wyświetlanie jednostek i setek obrotów jest w przypadku amatorskiego obrotomierza zupełnie zbędne. Nawet przy bardzo równomiernej pracy silnika dwie najmłodsze cyfry będą raczej migotać, niż cokolwiek sensownego pokazywać.

Nie są to wartości imponujące, ale przy tak prostej i taniej konstrukcji...

Wielu czytelników wpadło zapewne na pomysł prostego sposobu rozszerzenia możliwości proponowanego miernika po-



legający na dobudowaniu kolejnego modułu AVT-2219. Rzeczywiście, otrzymalibyśmy w ten sposób miernik 8-cyfrowy, ale pracujący maksymalnie do częstotliwości 5 MHz. Firma HARRIS gwarantuje wprawdzie maksymalną częstotliwość pracy układu ICM7217 równą 2 MHz, ale z praktyki wiadomo, że działa on poprawnie jeszcze przy 5MHz. Jest to jednak stanowczo za mało do skonstruowania 8-cyfrowego miernika. Najstarsza cyfra nie zostałaby w ogóle wykorzystana, a przedostatnia tylko w połowie. Niech więc nasz miernik pozostanie raczej tym czym jest: prostym i tanim przyrządem pomiarowym ogólnego zastosowania.

## Jak to działa?

Schemat elektryczny miernika częstotliwości pokazany został na **rysunku 1**, a schemat blokowy jego połączenia z modulem AVT-2219 na **rysunku 2**. Układ jest tak prosty, że zrozumienie zasady jego działania nie sprawi trudności nawet zupełnie początkującemu w technice cyfrowej elektronice. Schemat możemy podzielić na trzy części: układ generujący częstotliwość wzorcową, dzielnik częstotliwości i układ formujący impulsy sterujące pracą licznika ICM7217. Jako generator częstotliwości wzorcowej autor zastosował, zgodnie ze swoimi upodobaniami, multiwibrator typu NE555. Jest to kostka wręcz idealnie nadająca się do tego celu. Generator zbudowany z wykorzystaniem znanego wszystkim oscylatora kwarcowego

miąłby z pewnością nieco lepsze parametry, ale miałby także nieco wyższą cenę, a ponadto zastosowanie takiego oscylatora wymusiłoby rozbudowanie konstrukcji o dodatkowe dzielniki częstotliwości. Możemy przyjąć, że stabilność częstotliwości generowanej przez NE555 zależy w zasadzie tylko od jakości zastosowanych elementów zewnętrznych, natomiast sam układ jest praktycznie niewrażliwy na zmiany temperatury i wahań napięcia zasilającego. Dla naszego prościutkiego miernika parametry takiego generatora będą w zupełności wystarczające.

Generator z NE555 wytwarza częstotliwość minimalnie większą od 100Hz. Dlaczego nie jest to częstotliwość dokładnie równa 100Hz, dowiemy się za chwilę. Przebieg prostokątny z wyjścia 3 IC1 kierowany jest następnie na wejście dwudekadowego dzielnika częstotliwości zrealizowanego z wykorzystaniem popularnego licznika dziesiętnego 4518. W układzie IC2B częstotliwość jest dzielona przez 10, a następnie w układzie IC2A ponownie przez 10. Wszystkie trzy przebiegi, z wyjścia IC1 i z najstarszych wyjść obydwóch liczników kierowane są następnie do przełącznika JP1. Tak więc mamy do dyspozycji trzy czasy bramkowania: 10ms., 100ms. i 1s., które możemy wybierać za pomocą prostego przedstawienia jumpera JP1. Z wyjścia przełącznika JP1 wybrany przebieg kierowany jest następnie na wejście pierwszego z wykorzystaniem znanego wszystkim układu CMOS – 4098. Układ ten zawiera

### Podstawowe dane techniczne minimiernika częstotliwości:

<b>Czasy bramkowania:</b>	1 s, 100 ms, 10 ms
<b>Zakresy:</b>	9,999Hz, 99,99kHz i 999,9kHz
<b>Napięcie zasilania:</b>	+5VDC
<b>Wejście:</b>	TTL – CMOS z przerzutnikiem Schmitta

w swojej strukturze dwa uniwersalne generatory monostabilne, które posłużą nam do generacji impulsów sterujących pracą modułu licznika czterocyfrowego.

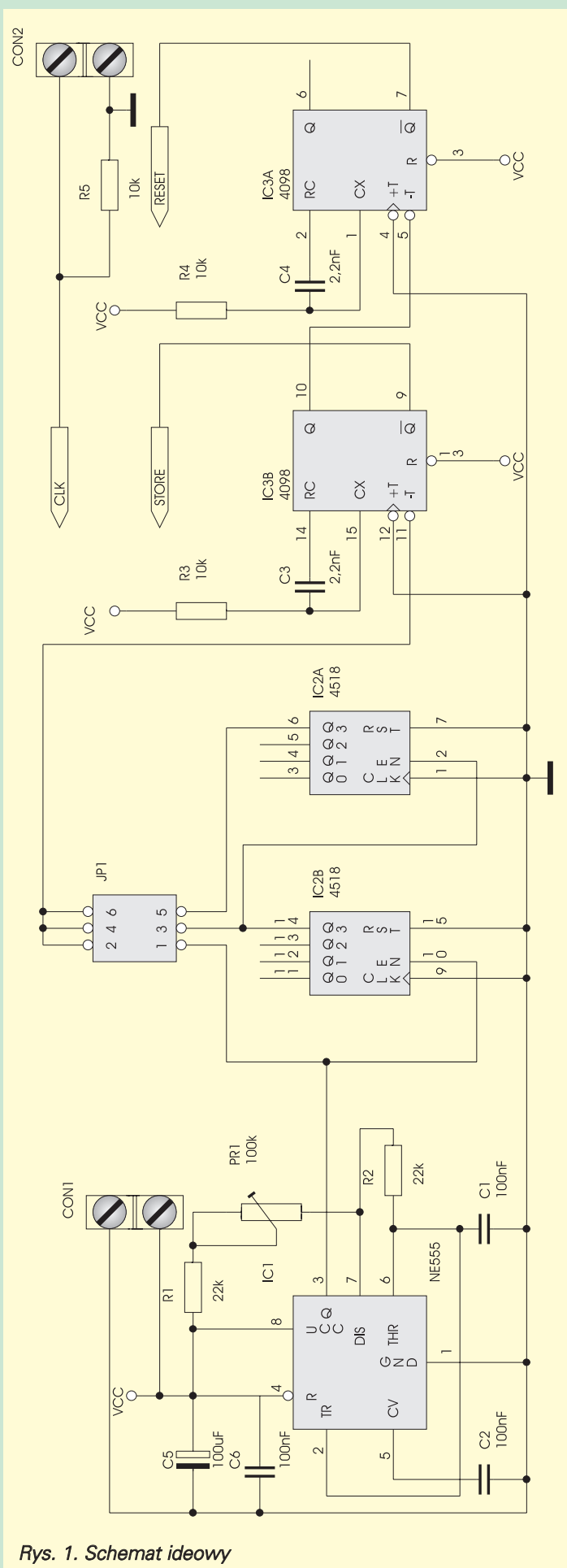
Opadające zbocze sygnału podawanego na wejście -T IC3B powoduje wygenerowanie przez ten układ na wyjściu Q krótkiego impulsu ujemnego. Impuls ten skierowany jest na wejście STORE układu ICM7217, co powoduje przepisanie zawartości tego licznika do rejestru wyjściowego. Po ponownym wystąpieniu na wejściu STORE stanu wysokiego, dane zostają „zatrzaśnięte” w rejestrze wyjściowym, a ich wartość jest wyświetlana na czterech wyświetlaczach. Opadające zbocze impulsu z wyjścia Q uniwibratora IC3B powoduje rozpoczęcie generacji impulsu przez generator monostabilny IC3A. Ujemny impuls z wyjścia Q tego układu kierowany jest na wejście RESET ICM7217 powodując wyzerowanie zawartości tego licznika i rozpoczęcie cyklu zliczania od początku.

Dla uproszczenia w układzie nie zastosowano oddzielnego układu bramkowania impulsów wejściowych, które podawane są przez cały czas na wejście COUNT licznika ICM7217. Wiemy już teraz, dlaczego częstotliwość generowana przez IC1 musi być minimalnie większa od 100Hz. Gdyby bowiem okres przebiegu użytego do sterowania licznikiem był dokładnie równy np. 100ms., to rzeczywisty czas bramkowania byłby mniejszy od założonego o czas trwania impulsu zerującego licznik.

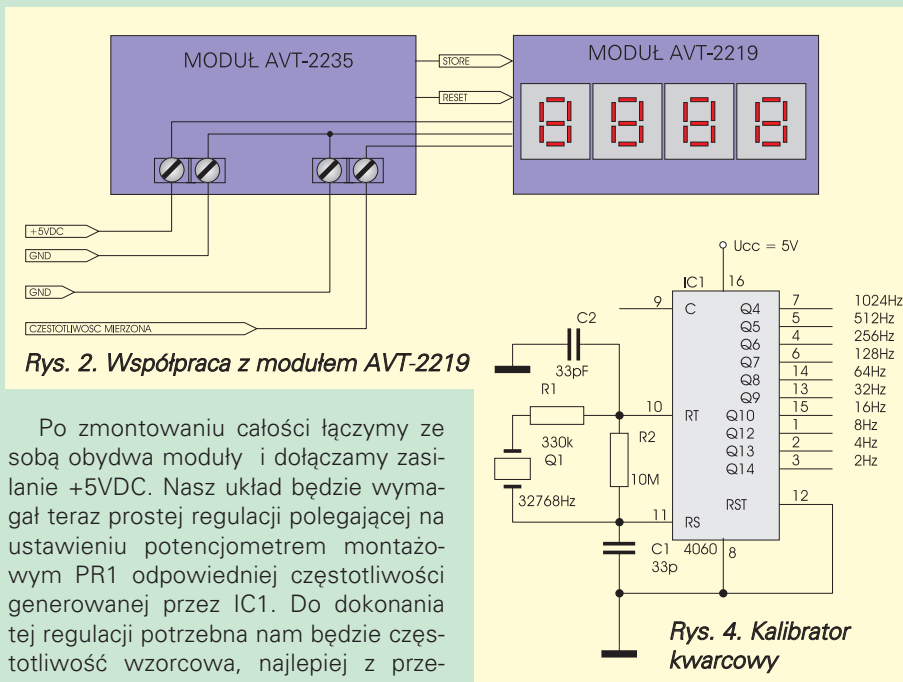
Sprawdźmy jeszcze raz, czy w naszym układzie wszystko działa jak należy. Wybieramy częstotliwość sterowania licznikiem ICM7217, np. 1Hz. Układ rozpoczyna pracę, licznik w module AVT-2219 zlicza impulsy podawane na jego wejście COUNT. Po upływie sekundy na jego wejście STORE podany zostaje impuls ujemny, co powoduje przepisanie zawartości licznika do rejestru wyjściowego i wyświetlenie wyników. Następnie licznik jest zerowany ujemnym impulsem na wejściu RESET i cykl rozpoczyna się od początku. A więc wszystko działa i nawet wiemy, co nie zawsze jest takie oczywiste, dlaczego działa.

## Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów pokazane zostało na rysunku 3. Montaż wykonamy w typowy sposób, rozpoczynając od wlotowania rezystorów, a na podstawkach pod układy scalane kończąc. Trochę nietypowy będzie sposób montażu złącz służących połączeniu naszego układu z modulem AVT-2219. Najlepszym sposobem połączenia modułów w jedną całość będzie zastosowanie złącz szufladkowych pasujących do goldpinów, które wlotujemy w płytkę modułu AVT-2219. Musimy przygotować dwa złącza szufladkowe: jedno z dwoma, a drugie z sześcioma otworami. W tym celu dostarczone w kicie złącze z dziesięcioma otworami musimy delikatnie przeciąć na dwie części. Czynność tę można wykonać za pomocą piłki do metalu, a następnie wyrównać brzegi złącz drobnym pilnikiem. Następnie tak wykonane złącza lutujemy w miejsce oznaczone na płytce CON3 i CON4. Kolejną czynnością będzie odpowiednie dopasowanie modułu licznika do współpracy z naszym układem. Będzie ono polegało na przylutowaniu do spodniej płytki modułu licznika dwóch szeregów po 8 goldpinów. Z pewnością wielu czytelników zapyta, dlaczego musimy zastosować aż tyle połączeń? Przecież nasz układ wystarczy połączyć z modulem licznika tylko pięcioma przewodami! To wszystko prawda, ale pamiętajmy, że moduł AVT-2219 ma charakter uniwersalny i musi być zaopatrzone w złącza odpowiednie dla każdego, jeszcze nawet nie znanego zastosowania. Zastosowane rozwiązanie pozwala na połączenie ze sobą modułów dosłownie jednym ruchem ręki, rozłączeniu ich w dowolnym momencie i wykorzystanie modułu licznika do pracy w zupełnie innym urządzeniu.

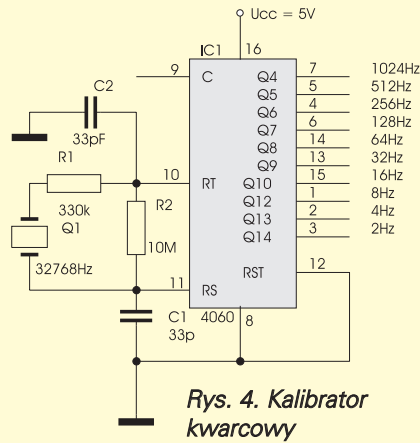


Rys. 1. Schemat ideowy

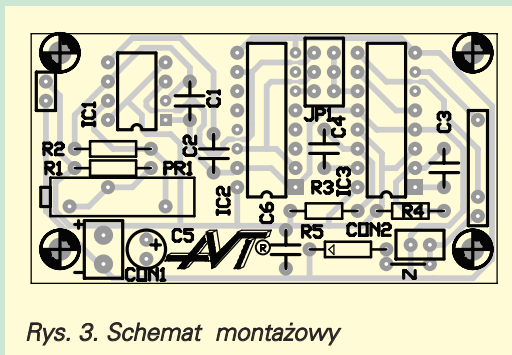


Rys. 2. Współpraca z modułem AVT-2219

Po zmontowaniu całości łączymy ze sobą obydwa moduły i dołączamy zasilanie +5VDC. Nasz układ będzie wymagał teraz prostej regulacji polegającej na ustawieniu potencjometrem montażowym PR1 odpowiedniej częstotliwości generowanej przez IC1. Do dokonania tej regulacji potrzebna nam będzie częstotliwość wzorcowa, najlepiej z prze-



Rys. 4. Kalibrator kwarcowy



Rys. 3. Schemat montażowy

działu 1-9kHz. Jeżeli dysponujemy generatorem wytwarzającym dokładnie znaną częstotliwość z podanego zakresu to dołączamy jego wyjście do wejścia naszego układu i pokręcając potencjometrem montażowym PR1 uzyskujemy wyświetlenie właściwego wyniku pomiaru na wyświetlaczach. Jeżeli jednak nie mamy dostępu do generatora dobrej klasy, to zostaje

## Wykaz elementów

### Rezystory

PR1: potencjometr montażowy wielobrotowy 100kΩ  
R1, R2: 22kΩ  
R3, R4, R5: 10kΩ

### Kondensatory

C1, C2, C6: 100nF  
C3, C4: 2,2nF  
C5: 100μF/6,3V

### Półprzewodniki

IC1: NE555  
IC2: 4518  
IC3: 4098

### Pozostałe

CON2, CON1: ARK2 (mały)  
10 goldpinów  
złącze szufladkowe 10 pinów

nam zbudowanie sobie na kawałku płytki uniwersalnej prostego i taniego generatora, który może teraz i przyszłości posłużyć jako względnie dokładny wzorzec. Schemat takiego generatora wykorzystującego tani kwarc „zegarkowy” przedstawiony jest na rysunku 4. Największa częstotliwość jaką możemy uzyskać z tego generatora może, od biedy, posłużyć do skalibrowania naszego miernika.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2235.

## Przedwzmacniacz, c.d. ze str. 54

Aha, autor zapomniał, że rezystorów R1 i R8 nie powinniśmy na razie montować. Łączymy więc wyjścia (na stronie opisowej płytki oznaczone one zostały jako „L” i „R”) naszego przedwzmacniacza z wejściami wskaźnikaysterowania

i wydając dość głośne dźwięki staramy się uzyskać efekty optyczne na wyświetlaczu 100 diod LED. Pamiętajmy jednak o jednym: AVT-2241 jest wskaźnikiem ilościowym i sygnał o właściwej amplitudzie musi być dostarczany jednocześnie do obu jego wejść! Jeżeli uzyskane efekty nie okażą się zadawalające, a sygnał wyjściowy naszego przedwzmacniacza zbyt słaby, to możemy zwiększyć wzmocnienie stosując rezystory R1 i R8 o dobranej odpowiednio wartości, np. 1k.

Uważni czytelnicy zauważyli już z pewnością dodatkowe elementy oznaczone na płytce jako CD1 i CD2, które nie występują na schemacie. Zaraz wytłumaczymy, o co chodzi. Otóż układ UL1321 charakteryzuje dość nieprzyjemna cecha: skłonność do wzbudzenia się przy większym wzmocnieniu. Jeżeli więc stwierdzimy, że po zastosowaniu rezystorów R1 i R8 przedwzmacniacze zaczęły się wzbudzać, to należy zastosować dodatkowe kondensatory włączone pomiędzy 12 i 11 nóżki układu UL1321. Taka możli-

wość wyeliminowania wzbudzeń istnieje jednak tylko w jednym z zawartych w strukturze UL1321 przedwzmacniaczy. To właśnie spowodowało konieczność zastosowania aż dwóch kostek tego typu! Wartość kondensatorów CD1 i CD2 najlepiej ustalić doświadczalnie. W kicie dostarczane będą, na wszelki wypadek, kondensatory o wartości 390pF.

Pozostał nam już tylko jedna, niestety dość kłopotliwa czynność do wykonania: umieszczenie układu przedwzmacniacza w dedykowanej mu obudowie. Niestety, producent obudowy nie umieścił w niej jakichkolwiek elementów mocujących, żadnych kołków czy otworów na śrubki. Na szczęście, małą i lekką płytkę możemy po prostu „upchnąć” w obudowie za pomocą kawałków gąbki, a płytę czołową obudowy przykręcić za pomocą małych blachowkrętów.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2242.