



### Do czego to służy?

W poprzednim numerze EdW autor pozwolił sobie zaproponować Czytelnikom budowę wielkich wyświetlaczy siedmiosegmentowych LED, szumnie nazwanych JUMBO. Wyświetlacze te mogą współpracować z dowolnym układem elektronicznym przystosowanym do sterowania wyświetlaczami o normalnych rozmiarach. Pewne zastosowania naszych JUMBO LED narzucają się same: w pierwszym rzędzie można je użyć do obrazowania upływu czasu podczas trwania gier sportowych, w których ten upływ czasu jest istotnym czynnikiem. Takimi grami są piłka nożna, koszykówka, siatkówka i z pewnością (autor nie zna się zupełnie na sporcie) wiele innych. Należy też mieć nadzieję, że nasi Czytelnicy nie zajmują się wyłącznie elektroniką i czasami zechcą rozprostować kości biorąc udział w różnych imprezach sportowych.

Proponowany układ dedykowany jest bardziej grupom młodych elektroników niż indywidualnym Czytelnikom. Można go wykonać np. w ramach tzw. "prac ręcznych" w szkole i uzyskać ogromne "przody" u nauczycieli wychowania fizycznego, którym pięknie ozdobiemy salę gimnastyczną. Należy też sądzić, że ze-

garem meczowym mogą być bardzo zainteresowane mniej zamożne kluby sportowe, których nie stać na zakup sprzętu produkcji fabrycznej.

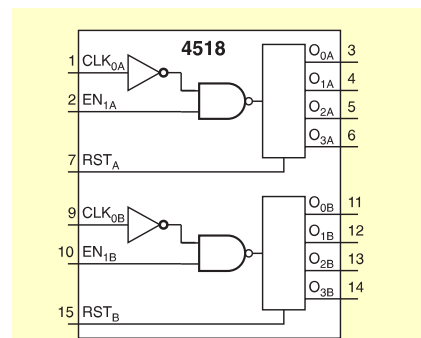
Proponowany układ umożliwia obrazowanie upływu czasu w zakresie od 1 sekundy do 99 minut i 59 sekund, co jest całkowicie wystarczające w większości gier sportowych. Zegar można w dowolnym momencie wyzerować oraz, co jest bardzo ważne w np. koszykówce, zatrzymać upływ czasu na dowolnie długi okres. To, że nazwaliśmy to urządzenie zegarem meczowym, nie oznacza bynajmniej że może ono znaleźć zastosowanie wyłącznie w sporcie. Jest to po prostu stoper o podanym zakresie czasów, który można wykorzystać w wielu innych dziedzinach.

Autor wykonał dwa układy z "mini serii sportowej": opisywany dzisiaj zegar

meczowy i prosty układ umożliwiający obrazowanie stanu gry, który opiszemy w jednym z następnych numerów. Nie oznacza to bynajmniej, że seria sportowa na tym się zakończy. W przygotowaniu znajdują się jeszcze inne urządzenia, które także zakwalifikują się do tej grupy.

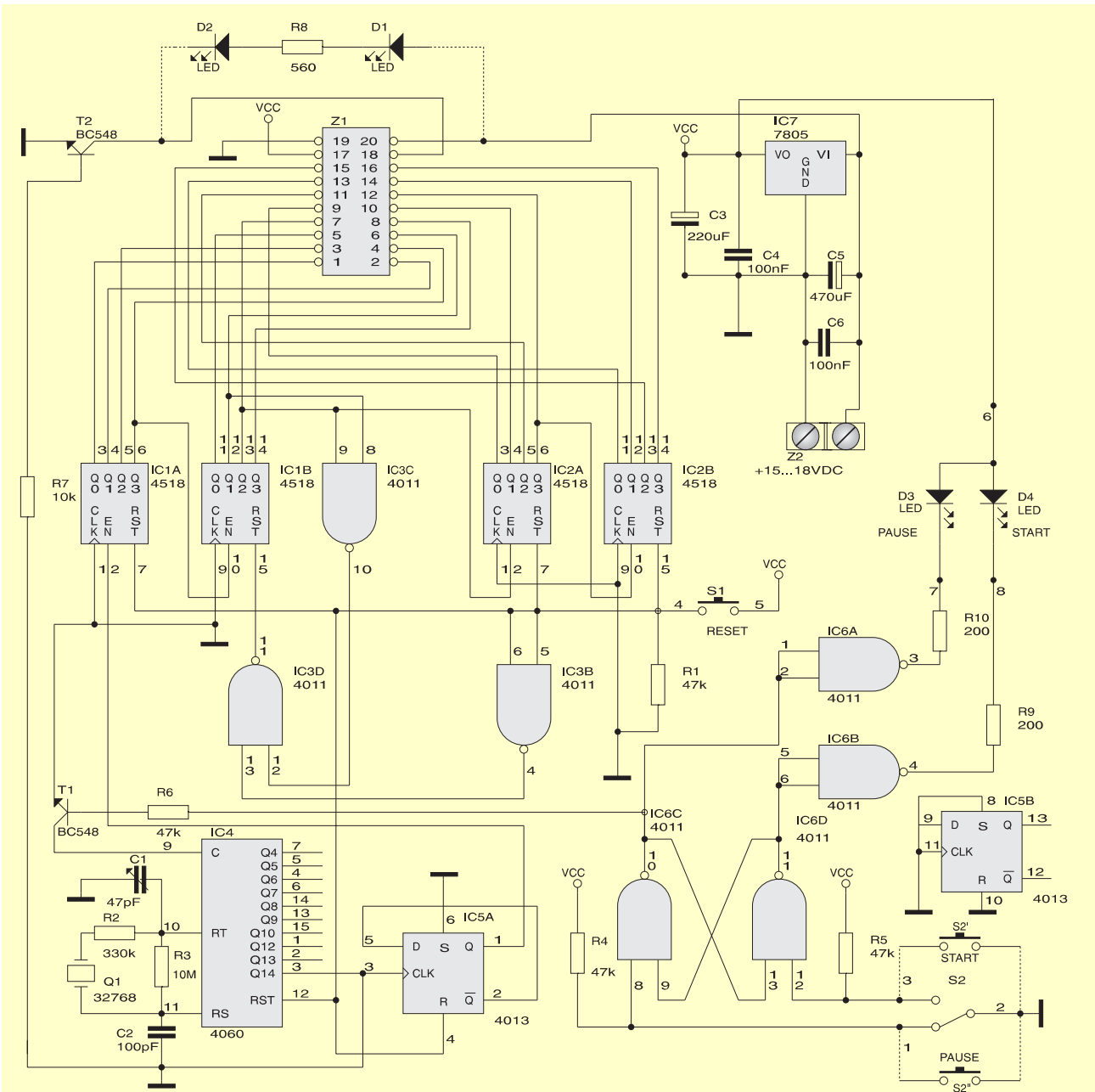
### Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu pokazany został na **rysunku 1**. Jak widać, nasz zegar nie należy do urządzeń skomplikowanych: zaledwie siedem tanich i łatwych do zdobycia układów scalonych (wliczając w to scalony stabilizator napięcia). Analizę schematu rozpoczniemy od generatora stabilizowanego rezonatorem kwarcowym i zawartego z nim w jednej strukturze dzielnika częstotliwości przez  $2^{14}$ . Obydwa te bloki funkcjonalne zegara zostały zbudowane z wykorzystaniem znanej już Czytelnikom EdW kostki CMOS - 4060. 4060 jest rzeczywiście doskonałym układem, mogącym zastąpić kilka innych z serii CMOS i jej zastosowanie znacznie uprościło konstrukcję zegara.



Rys. 2. Schemat wewnętrzny kostki CMOS 4518.

C  
M  
Y  
K



Rys. 1. Schemat ideowy zegara meczowego.

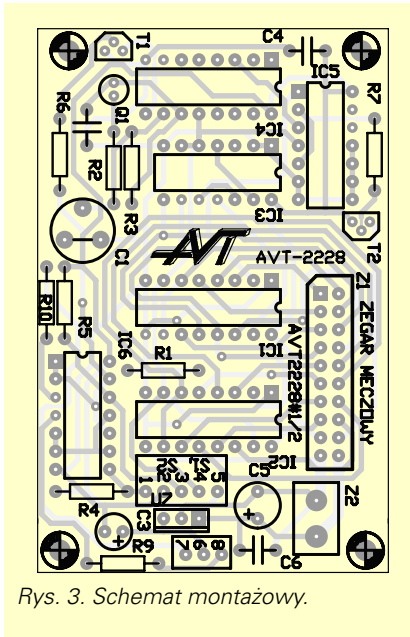
Oscylator kwarcowy zbudowany z rezonatora Q1, kondensatorów C1 i C2 i rezystorów R2 i R3 generuje przebieg prostokątny o częstotliwości 32 768 Hz. Nasz zegar ma prezentować upływ czasu z rastrem równym 1 sek. Łatwo jest więc domyślić się, dlaczego wybrana została właśnie taka częstotliwość:  $32768 = 2^{15}$ , co ułatwia uzyskanie potrzebnej częstotliwości 1Hz. Dokonamy tego przez podzielenie częstotliwości generowanej przez oscylator kwarcowy przez  $2^{15}$ . Tu jednak wylania się jedna trudność: 4060 umożliwia podział tylko przez 16384, czyli  $2^{14}$  i na jego najstarszym wyjściu otrzymujemy przebieg o częstotliwości 2Hz. Dlatego też zastosowano

dotodkowy dzielnik częstotliwości, zrealizowany z wykorzystaniem przerzutnika typu D - IC5A, na którego wyjściu Q otrzymujemy potrzebny nam przebieg o częstotliwości 1Hz.

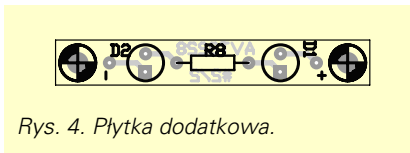
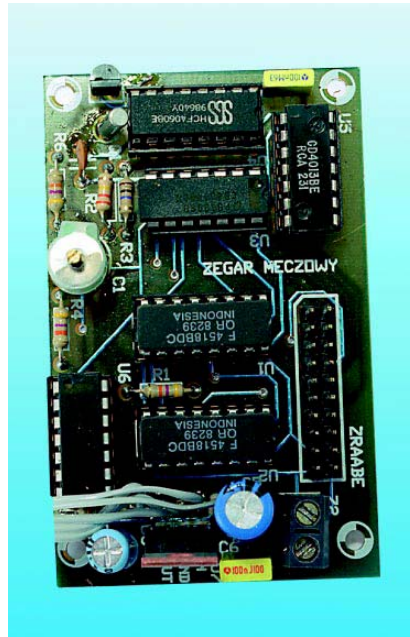
Przystępujemy teraz do zliczania płynącego czasu. Przebieg o częstotliwości 1Hz kierowany jest na wejście EN pierwszego z czterech liczników dekadowych - IC1A. Dlaczego jednak na wejście zezwolenia (ENABLE), a nie na wejście zegarowe CLK? Tu, na marginesie autor chciałby wyjaśnić pewną sprawę. W jednym z listów od Czytelników dotyczącym opisu zegara programatora, w którym także stosowane są liczniki typu 4518 (rys. 2), padł zarzut że błędem jest

doprowadzenie impulsów zegarowych na wejście EN. Zarzut był niesłuszny, wejścia CLK i EN można bez naruszania zasad projektowania układów elektronicznych dowolnie ze sobą zamieniać. Jeżeli na wejściu CLK jest stan niski, to wejście EN pracuje jako wejście zegarowe i licznik zmienia swój stan z nadejściem opadającego zbocza impulsu zegarowego. Jeżeli z kolei na wejście EN podamy stan wysoki, to wejście CLK odzyskuje swoją podstawową rolę i licznik zmienia stan z nadejściem dodatniego zbocza impulsu zegarowego. Po tej małej dygresji wracamy do opisu naszego zegara.

Licznik IC1A zlicza jednostki sekund,



Rys. 3. Schemat montażowy.



Rys. 4. Płytką dodatkową.

a sygnał z jego najstarszego wyjścia podawany jest na wejście kolejnego licznika IC1B, którego zadaniem jest zliczanie dziesiątek sekund. Tu pojawił się kolejny problem: układ 4518 jest licznikiem dziesiętnym, a jak wiadomo minuta ma 60 sekund i największą cyfrą jaką potrzebujemy wyświetlić na drugiej pozycji wyświetlacza jest 5. Tak więc konieczne było skrócenie cyklu pracy tego licznika, co zostało zrealizowane za pomocą bramek IC3C i IC3D. Wejścia bramki IC3 zostały dołączone do wyjść Q1 i Q2 licznika IC1B. W momencie osiągnięcia przez ten licznik stanu 0110<sub>(BIN)</sub> czyli 6, na obydwóch tych wyjściach pojawia się stan wysoki i w konsekwencji wyjście bramki IC3C znajdzie się w stanie niskim, który po zanegowaniu przez bramkę IC3D spowoduje natychmiastowe wyzerowanie licznika dziesiątek sekund. Jednocześnie opadające zbocze sygnału z wyjścia Q2 tego licznika doprowadzone do wejścia EN licznika IC2A spowoduje rozpoczęcie zliczania minut. Liczniki IC2A i IC2B pracują w normalnym trybie umożliwiając zliczanie czasu do 99 minut.

Omówienia wymaga jeszcze układ resetowania i zatrzymywania zegara. Przycisk S1 służy do wyzerowania zegara, a jego naciśnięcie spowoduje bezpośrednio podanie stanu wysokiego na wejścia zerujące przerzutnika IC5A i wszystkich liczników z wyjątkiem IC1B. Ten licznik wymaga nieco bardziej rozbudo-

wanego układu zerowania, ponieważ musi być resetowany w dwóch przypadkach: po dojściu do stanu 0110<sub>(BIN)</sub> i przy kasowaniu ręcznym. Pierwszy przypadek został już wyżej opisany, natomiast do zerowania ręcznego zastosowano układ z bramką IC3B. Stan wysoki z przycisku S1 zostanie przez tą bramkę zanegowany i podany na wejście bramki IC3D powodując wyzerowanie licznika IC1B.

Do zatrzymywania zegara służy przerzutnik R-S zbudowany na bramkach IC6C i IC6D. Podanie stanu niskiego na wejście 8 bramki IC6C spowoduje powstanie na jej wyjściu stanu wysokiego i w konsekwencji przewodzenie tranzystora T1. Wejście C licznika U1 zostaje wtedy zwarte do masy i generator kwarcowy zatrzymuje się. Z kolei podanie stanu niskiego na wejście 12 bramki IC6D spowoduje odblokowanie pracy generatora.

Na schemacie widoczne są jeszcze elementy, które nie były stosowane w układzie prototypowym i zostały dodane później, jako typowy "ozdobnik". Chodzi tu między innymi o tranzystor T2, rezystory R7 i R8 i diody D1 i D2. Ten fragment układu umożliwia umieszczenie pomiędzy wyświetlaczami dwóch dodatkowych diod LED, które migając z częstotliwością 2Hz sygnalizować będą pracę zegara.

Trudno natomiast nazwać ozdobnikiem modyfikacją polegającą na dodaniu diod D3 i D4 sygnalizujących aktualny stan zegara (pauza lub praca). Dodatkowe diody świecące D3 i D4, sterowane przez bramki IC6a i IC6b, wskazują na aktualny stan pracy zegara. Diody te konstrukcyjnie powinny być umieszczone

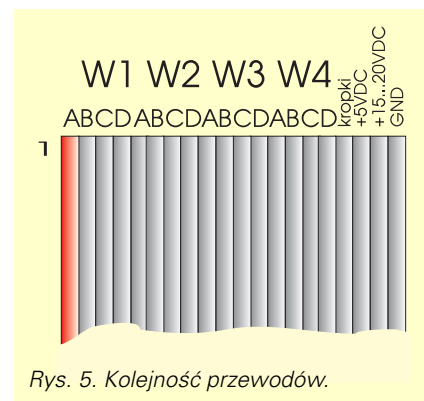
w pobliżu przełącznika S2.

Warto jeszcze wspomnieć o włącznikach oznaczonych S2 i S2. Jest to rozwiązanie opcjonalne polegające na zastąpieniu przełącznika dźwignienkowego (taki będzie dostarczany w kicie) dwoma przyciskami typu RESET.

## Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie elementów pokazane zostały na rysunku 3, a na rysunku 4 przedstawiono miniaturową płytkę dodatkowych diod dwukropka sygnalizującą pracę zegara. Ze względu na znaczną komplikację połączeń płytkę wykonano na laminacie dwustronnym z metalizacją. Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od najmniejszych elementów, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych i stabilizatorze napięcia. Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymaga uruchamiania, a jedynie prostej regulacji polegającej na dostrojeniu trymerem C1 generatora do częstotliwości 32768Hz. Jeżeli posiadamy miernik częstotliwości to możemy, podłączając go do nóżki 9 IC1, wykorzystać go do dokonania tej regulacji. W przypadku braku miernika pozostaje tylko mozolna regulacja przez porównywanie wskazań naszego zegara z zegarem wzorcowym. Możemy też w ogóle zaniechać regulacji. Przy amatorskich spotkaniach sportowych niedokładność rzędu sekundy czy dwóch w ciągu godziny nie ma w końcu większego znaczenia.

Po zmontowaniu płytki przyjdzie pora na coś trochę trudniejszego: na połączenie jej z wyświetlaczami. Do tego celu posłuży nam odcinek przewodu taśmowego. Złącze zaciskowe zaciskamy na jednym końcu przewodu, a drugi koniec rozdzielamy na cztery grupy: cztery pierwsze przewody do dekodera wyświetlacza sekund, cztery następne do dekodera wyświetlacza dziesiątek sekund, kolejne cztery do dekodera wyświetlacza minut i ostatnie osiem przewodów do wyświetlacza dziesiątek minut.



Rys. 5. Kolejność przewodów.

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Rezystory**

- R1, R4, R5, R6: 47kw
- R2: 330kw
- R3: 10Mw
- R7: 10kw
- R8: 560w
- R9, R10: 200w

**Kondensatory**

- C1: 47pF trymer
- C2: 100pF
- C3: 220µF/6,3V
- C4, C6: 100nF
- C5: 470µF/25V

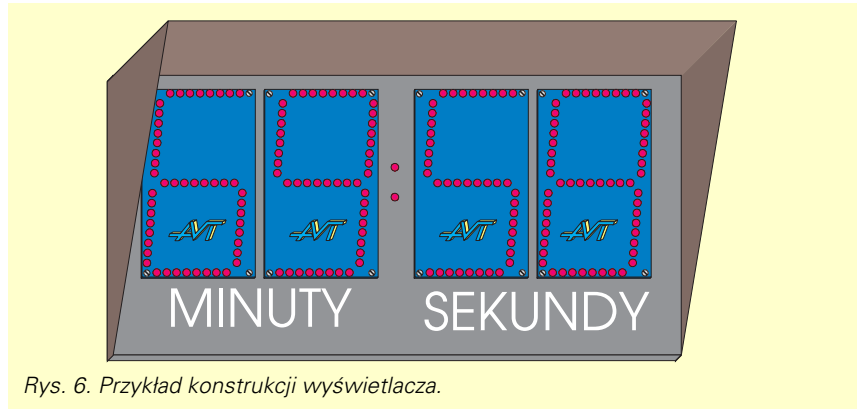
**Półprzewodniki**

- IC1, IC2: 4518
- IC4: 4060
- IC5: 4013
- IC3, IC6: 4011
- D1...D4: LED 5mm
- T1, T2: BC548 lub odpowiednik

**Różne**

- Z1: goldpin 10X2
- Q1: kwarc 32768Hz
- S1: przycisk typu RESET
- S2: przełącznik 2-pozycyjny
- Z2: ARK2
- Odcinek przewodu taśmowego 20 żyłowego ok. 40 cm
- Złącze zaciskowe 20

C  
M  
Y  
K



Rys. 6. Przykład konstrukcji wyświetlacza.

Kolejność przewodów najlepiej ilustruje **rysunek 5**. Kolejno lutujemy przewody prowadzące do wejść dekodera wyświetlacza. Do ostatniego wyświetlacza doprowadzone są także przewody zasilające: jeden z napięciem ok. 15 ... 20V do zasilania segmentów wyświetlacza, drugi z napięciem stabilizowanym +5VDC do zasilania dekodera i trzeci - przewód masy. Jak więc widać, tylko jeden wyświetlacz został zasilony, a pozostałe nie mogą jeszcze pracować. Należy wykonać dodatkową instalację, łącząc trzema przewodami zasilanie do pozostałych trzech wyświetlaczy

Pozostała jeszcze sprawa mechanicznego połączenia wyświetlaczy i modułu zegara w jedną całość. Tu autor może jedynie doradzać czytelnikom pewne

sprawdzone rozwiązania. Najlepiej byłoby umieścić całość w pudełku odpowiedniej wielkości i przykryć filtrem wykonanym z barwionego na czerwono plexi. Filtre takie są jednak trudne do zdobycia i w ostateczności można zastąpić go kawałkiem odpowiednio przyciętego szkła. Jeżeli nasz zegar ma być używany wyłącznie w pomieszczeniu zamkniętym, np. na sali gimnastycznej, to można zrezygnować z przysłaniania wyświetlaczy i zbudować coś w rodzaju konstrukcji pokazanej na **rysunku 6**.

**Zbigniew Raabe**

**Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2228.**