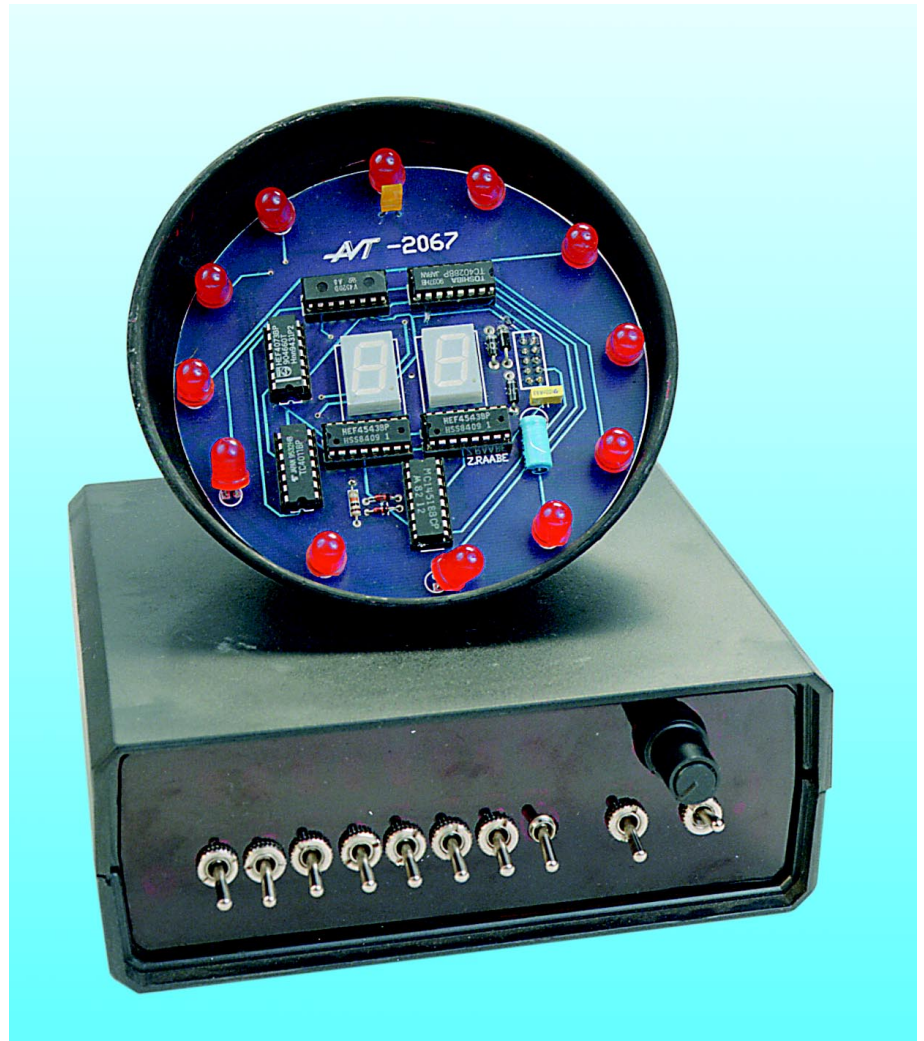


# Zegar - sterownik pracujący w trybie 24 godzinnym

*Proponowany układ umożliwia zaprogramowanie wykonywania różnych czynności przez osiem dowolnych urządzeń zasilanych prądem elektrycznym. Czas wykonywania programu wynosi dokładnie 24 godziny. Po zakończeniu wykonywania programu układ rozpoczyna wykonywanie go od początku, aż do momentu wyłączenia urządzenia przez użytkownika.*

*Układ został zaprojektowany specjalnie do współpracy z modulem wykonawczym AVT-2098. Zastosowanie takiego zestawu pozwoli na praktycznie nieograniczoną moc sterowanych urządzeń - do 16A na kanał.*

*Układ może także służyć jako efektowny zegar domowy. Tarcza zegara została zaprojektowana w bardzo niecodzienny sposób: minuty wyświetlane są na wyświetlaczach siedmiosegmentowych, a godziny pseudoanalogowo, za pomocą dwunastu diod LED.*



Jednym z podstawowych zastosowań zegara będzie z pewnością wykorzystanie go jako doskonałego symulatora obecności domowników w mieszkaniu czy domu. Wyjeżdżając na wakacje możemy urządzić prawdziwe widowisko dla potencjalnych włamywaczy. Podczas naszej nieobecności mieszkanie będzie żyło swoim własnym życiem, wieczorem domownicy będą zasiadać przed telewizorem, aby niszczyć sobie nerwy oglądaniem dziennika, nie przegapią także filmów fabularnych. Z mieszkania będzie słychać odgłosy sprzątanania (odkurzacz), włączenia pralki automatycznej i wszystko to, co sobie zaprogramujemy. Możemy urządzić prawdziwą dyskotekę, odpowiednio programując włączanie i wyłączenie

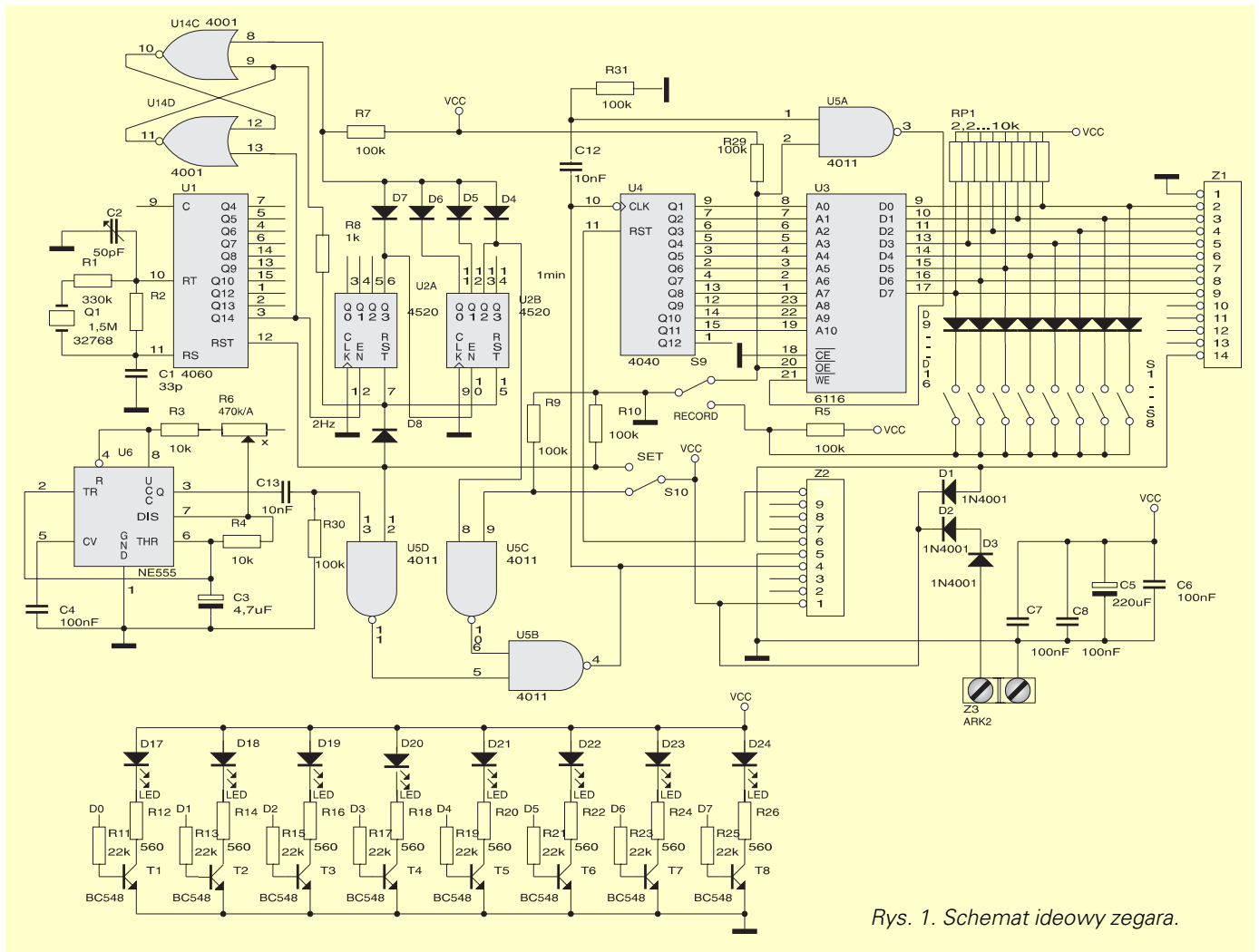
światła w domu. Wykorzystując magnetofon mechaniczny lub ISD1420 możemy nawet zaprogramować odzywające się od czasu do czasu szczekanie psa, a nawet uraczyć włamywaczy nagraną na magnetofon piękną rodzinną awanturą. Jeden z kanałów możemy wykorzystać także do karmienia rybek o ściśle określonej porze, czy do podlewania kwiatów.

Można także wyobrazić sobie inne zastosowania: obsługę systemu alarmowego, którego elementy będą włączane i wyłączane o określonych godzinach. Za pomocą naszego zegara będziemy z pewnością mogli zautomatyzować wiele czynności w sklepach czy zakładach pracy. A tak w ogóle, moi Drodzy, autor

jest od zaprojektowania układu, a Wy od wymyślania dla niego coraz nowszych zastosowań.

## Opis działania

Dla wygody Czytelników i większej jasności opisu schemat układu podzielony został na dwie części: część programatora i tarczy zegarowej. Taki podział ma jeszcze jedno uzasadnienie: te dwie części urządzenia są w istocie rzeczy osobnymi modułami. Wprawdzie jak na razie żyć bez siebie nie mogą, ale ich rozwój jest możliwy w każdej chwili. Autor bynajmniej nie chce nikogo zmuszać do stosowania ładnej być może tylko w jego subiektywnym odczuciu okrągłej tarczy zegarowej. Nic nie stoi na przeszkodzie,



Rys. 1. Schemat ideowy zegara.

aby do programatora dołączyć klasyczny (no proszę, co to się porobiło: wyświetlacze siedmiosegmentowe są "klasycznym" układem, a okrągła tarcza zegarowa, znana od stuleci - ekstrawagancją!) układ wyświetlający z wyświetlaczami LED. Odpowiednia płytką została już zaprojektowana i jeżeli Koledzy zechcą, jej opis zostanie opublikowany.

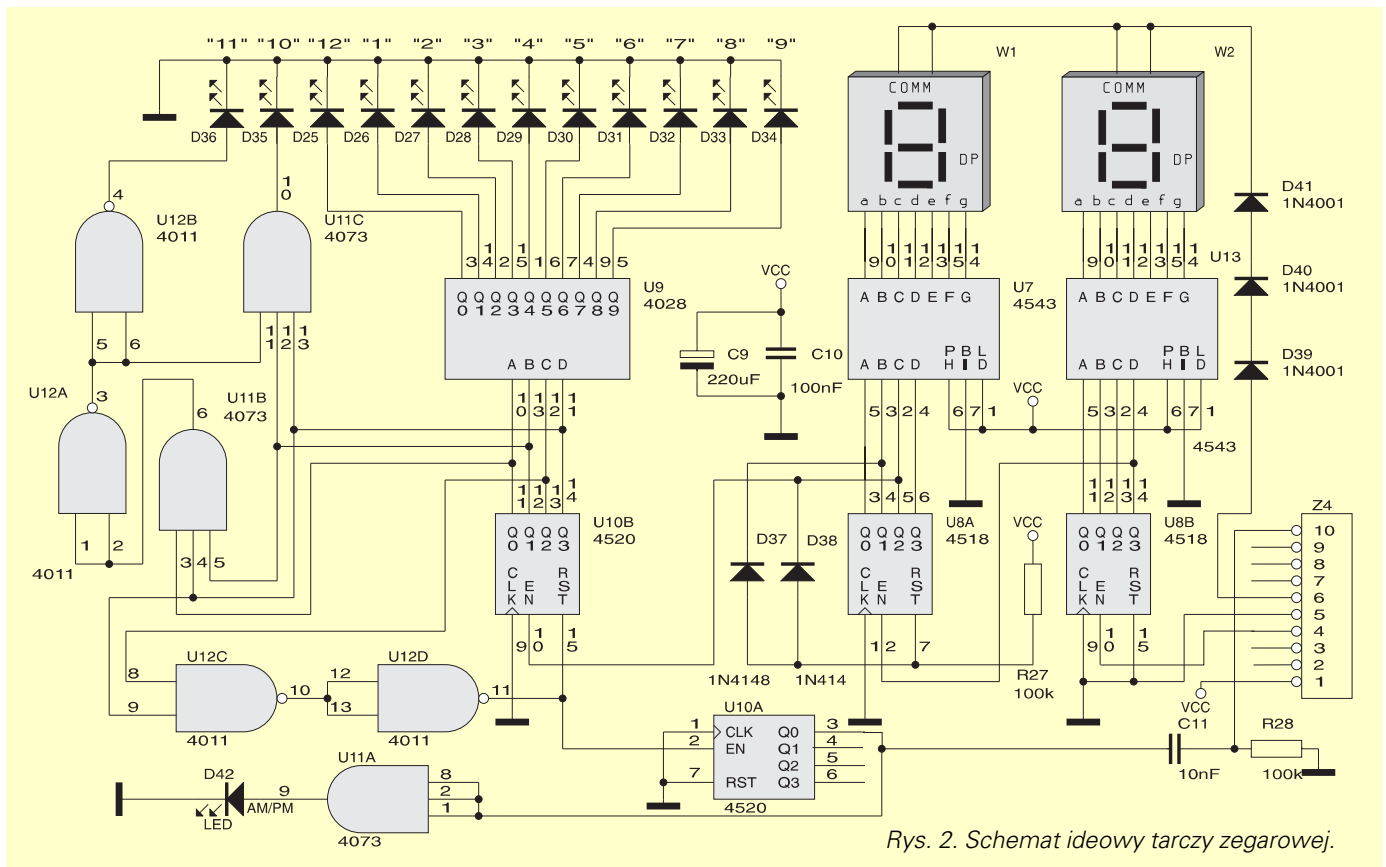
Na **rysunku 1** widzimy schemat elektryczny programatora. Sercem układu jest znana już nam pamięć SRAM - 6116. Naszym zamiarem jest programować czynności wykonywane przez sterowane urządzenia w rastrze 1 min, co oznacza że najkrótszy czas na jaki takie urządzenie może zostać włączone wynosić będzie 1 min. Czy aby taka ilość informacji zmieści się w pamięci? Policzmy: doba ma 24 godziny, a zatem musimy zmieścić w pamięci  $24 \times 60 = 1440$  bajtów. Nasza pamięć ma 2kB, czyli że wymagana ilość informacji zmieści się w niej, a nawet zostanie trochę miejsca. Pamięć adresowana jest przez dwunasto stopniowy licznik binarny typu 4040, tak więc na wejście tego licznika musimy podawać impulsy o częstotliwości 1/60 Hz, jeden impuls na minutę. Jako generator częstotliwości zegarowej pracuje układ U1 -

4060, znany już nam z opisu timerka "do jajek", gdzie układ ten pełnił identyczną funkcję. Generator jest stabilizowany rezonatorem kwarcowym 32768Hz, tanim i powszechnie dostępnym elementem stosowanym w zegarkach naręcznych. Na wyjściu U1 otrzymujemy po czternastokrotnym podziale przez 2 częstotliwość 2Hz. Ponieważ potrzebny nam jest przebieg o okresie równym jednej minucie musimy dokonać kolejnego podziału częstotliwości, tym razem przez 120. Rolę kolejnego dzielnika pełnią dwa liczniki binarne zawarte w strukturze układu U2 - 4520. W momencie osiągnięcia przez te liczniki stanu 120 czyli  $01111000_{(BIN)}$  diody D4...D7 przestają zwierać do masy wejście przerzutnika RS zrealizowanego na bramkach U14C i U14D. Przerzutnik ten zmienia swój stan, zerując liczniki z układu U2, a na wejście bramki U5C przekazany zostaje kolejny impuls minutowy. Nadejście wstępującego zbocza impulsu zegarowego powoduje wyzerowanie przerzutnika RS i cykl zliczania rozpoczyna się od początku. Zakładając, że drugie wejście bramki U5C jest aktualnie w stanie wysokim (zegar pracuje w trybie odmierzenia czasu) to impuls ten przekazany

zostanie dalej: do bramki U5B i na wejście licznika adresującego pamięć. Ten sam impuls kierowany zostaje także na złącze Z2 i przewodem taśmowym do tarczy zegarowej, której schemat ideowy widzimy na **rysunku 2**.

Impulsy minutowe są tu kierowane na wejście pierwszego z dwóch połączonych kaskadowo liczników - U8B. Licznik ten zlicza pojedyncze minuty i przesyła do licznika U8A impulsy o okresie równym 10 min. Zadaniem licznika U8A jest zliczanie dziesiątków minut i sterowanie kolejnym licznikiem U10B. Ponieważ jednak godzina ma 60 minut licznik U8A musi być zerowany po osiągnięciu stanu  $0101_{(BIN)}$ . Zostało to zrealizowane za pomocą diod D37 i D38, które w momencie wystąpienia na wyjściach U8A stanu  $0110_{(BIN)}$  przestają zwierać wejście zerujące licznika do masy, powodując jego natychmiastowe wyzerowanie.

Kolejnym blokiem tarczy zegarowej jest układ wyświetlania godzin. Licznik binarny U10B steruje wejściami dekodera BCD -  $1z10$  U9. Do wyjść dekodera dołączone są diody LED D25...D34 wyświetlające godziny od 12 do 9. Tu podczas projektowania układu zaczęły się kłopoty: jak wyświetlić pozostałe dwie



Rys. 2. Schemat ideowy tarczy zegarowej.

godziny? Produkowane są wprawdzie dekodery zamieniające kod binarny na kod 1 z 16, są to jednak elementy wyjątkowo kosztowne. Poradziliśmy sobie więc w inny sposób. Wyświetlanie godziny 10 i 11 zostało zrealizowane za pomocą kombinacji bramek U11B i C i U12A i B. Prześledźmy dokładnie zasadę działania tego fragmentu układu. ....No tak, autor (znany z roztargnienia) zupełnie zapomniał, jak te bramki działają i nic nie wskazuje aby mógł sobie to przypomnieć przed upływem miesiąca. Zwraca się więc do Kolegów z prośbą o pomoc i obiecuje nagrodę. Kto do czasu ukazania się drukiem następnego numeru EdW nadeśle do redakcji prawidłowe objaśnienie działania tego fragmentu układu, ten weźmie udział w losowaniu nagrody: kitu AVT-2067.

Osiągnięcie przez licznik U10B stanu 1100<sub>(BIN)</sub> spowoduje podanie na wejścia bramki U12C stanów wysokich i natychmiastowe wyzerowanie tego licznika.

Ostatnim z szeregu liczników jest U10A. Wykorzystujemy tylko jedno jego wyjście - Q0, które zmienia swój stan po każdym cyklu licznika U10B, czyli po upływie kolejnych 12 godzin. Diody D42 połączona z tym wyjściem za pośrednictwem bufora zrealizowanego na bramce U11A pełni funkcję sygnalizacji "PM" i "AM", co bardzo ułatwia programowanie zegara. Wstupujące z bocznej strony z wyjścia Q0 licznika U10A zostaje po różniczkowaniu przez kondensator C11

przekazane na wejście zerujące licznika U4 kończąc w ten sposób 24 godzinny cykl zapisu lub odtwarzania informacji z pamięci U3.

Przez cały czas pracy zegara w trybie wyświetlania aktualnego czasu i odtwarzania zapisanych w pamięci danych na wejściu OE\U3 panuje stan niski i w związku z tym dane zapisane w tej pamięci przekazywane są na jej wyjścia i dalej za pośrednictwem złącza taśmowego do modułu wykonawczego AVT-2098.

Pozostałe elementy układu omówimy tak, aby ten fragment tekstu był jednocześnie instrukcją obsługi zegara. To wszystko, co opiliśmy do tej pory odnosiło się do pracy już zaprogramowanego zegara w trybie wyświetlania bieżącego czasu. Jak jednak zaprogramować nasz zegar i jak ustawić na nim aktualny czas?

### Programowanie zegara

Programowanie zegara jest czynnością wymagającą dużej uwagi, dlatego też najlepiej przygotować sobie "rozkiskę" jakie urządzenia i o jakiej godzinie mają się włączać lub wyłączać.

Ustawiamy przełącznik S10 w pozycji oznaczonej na schemacie SET. Konsekwencje tego będą następujące:

- bramka U5C przekazująca impulsy minutowe do liczników zostanie zamknięta przez wymuszony na jej wejściu 9 stan niski za pomocą rezystora R9

- liczniki U1 i U2 zostaną wyzerowane
- otwarta zostanie bramka U5D, co umożliwi sterowanie zegara impulsami pochodzącymi z generatora o regulowanej częstotliwości, zrealizowanego na układzie NE555 - U6.

W tym momencie nasz zegar pracuje tak, jak opisano wyżej z jednym wyjątkiem: zamiast ciągu impulsów o okresie równym jednej minucie do liczników zegara i licznika adresującego pamięć doprowadzane są impulsy generowane przez U6. Częstotliwość tych impulsów możemy zmieniać od ok. 0,5 Hz do zera, czyli do zatrzymanie zegara na dowolnie długi okres czasu. Efekt zatrzymania pracy generatora U6 realizujemy w najprostszym sposobie: przecinając ścieżkę oporową potencjometru R6 w punkcie oznaczonym na schemacie "x". Tak więc możemy na naszym zegarze ustawić dowolną godzinę i zatrzymać go na dowolnie długi okres czasu. Programowanie rozpoczynamy od godziny 12<sup>01</sup>, tak więc zegar zatrzymujemy gdy na jego tarczy wyświetli się ten właśnie czas i zapali się dioda D42, oznaczająca "PM" - po południu. Przestawiamy teraz przełącznik S9 w pozycję RECORD, co spowoduje pojawienie się stanu wysokiego na wejściu OE\ pamięci 6116 blokującego odczyt danych. Jednocześnie otwarta zostanie bramka U5A, a przełączniki S1-S8 zostaną dołączone do masy. Ustawiamy teraz tymi przełącznikami aktualną kombinację włączonych lub wyłączonych urządzeń wykonawczych. Urządze-

## Projekty AVT

nia te nie muszą być jeszcze dołączone do modułu AVT-2098, ponieważ w każdym przypadku ich stan sygnalizowany jest za pomocą diod LED D17...D24. Diody te palą się zarówno przy zapisie jak i przy odczycie, umożliwiając zorientowanie się w stanie urządzeń wykonawczych nawet znacznie oddalonych od zegara.

Obracając potencjometrem R6 uruchamiamy teraz nasz zegar, a sposób programowania zależy teraz wyłącznie od naszego refleksu. Możemy zmieniać ustawienie przełączników S1...S8 nie przerywając pracy zegara albo też przed każdą zmianą programu zatrzymywać zegar, przestawiając przełączniki i ustawiać kolejny czas, w którym ma nastąpić zmiana programu.

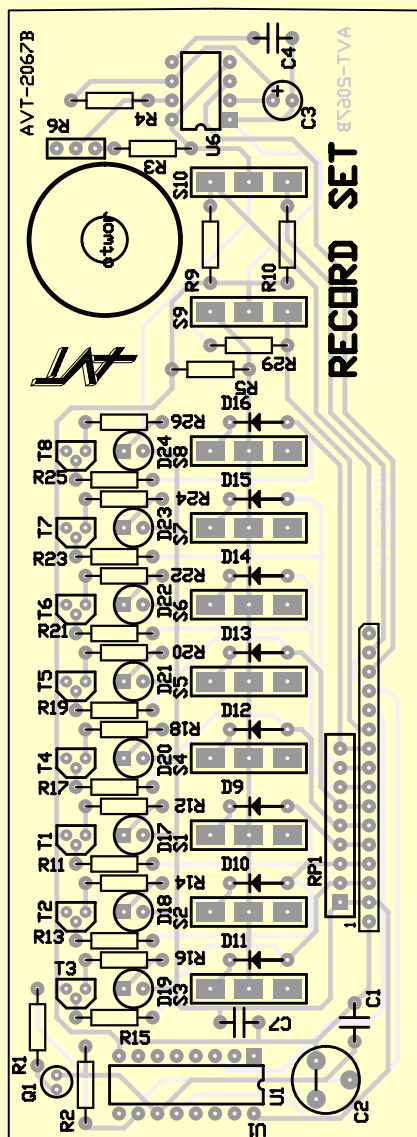
Po zaprogramowaniu całego 24 godzinnego cyklu, czyli po osiągnięciu cza-

su  $12^{00}$  zatrzymujemy zegar i przestawiamy przełącznik RECORD do poprzedniej pozycji. Możemy teraz sprawdzić "w przyspieszonym tempie" poprawność programu.

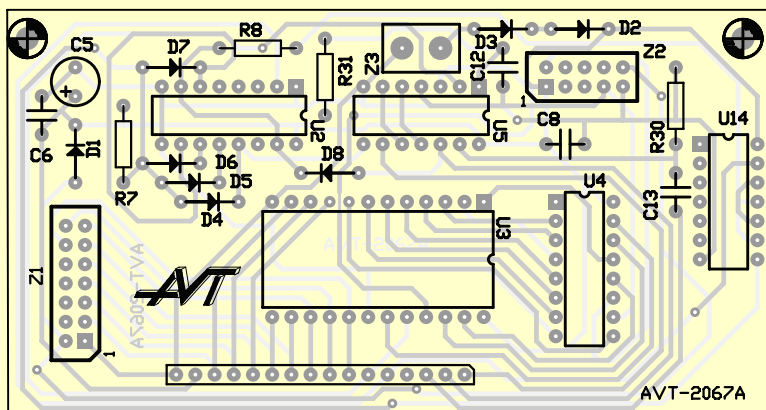
### Ustawianie czasu

Przełączamy zegar w tryb SET za pomocą przełącznika S10 i ustawiamy zegar "z wyprzedzeniem" w stosunku do aktualnego czasu zegarowego. Np. Jeżeli na zegarze wzorcowym mamy godzinę  $12^{29}$  to na naszym zegarze ustawiamy  $12^{30}$ . W chwili osiągnięcia przez zegar wzorcowy ustawionego czasu przestawiamy z powrotem przełącznik S10. Wyzerowane uprzednio liczniki U1 i U2 rozpoczną pracę i nasz zegar zostanie dokładnie zsynchronizowany z zegarem wzorcowym.

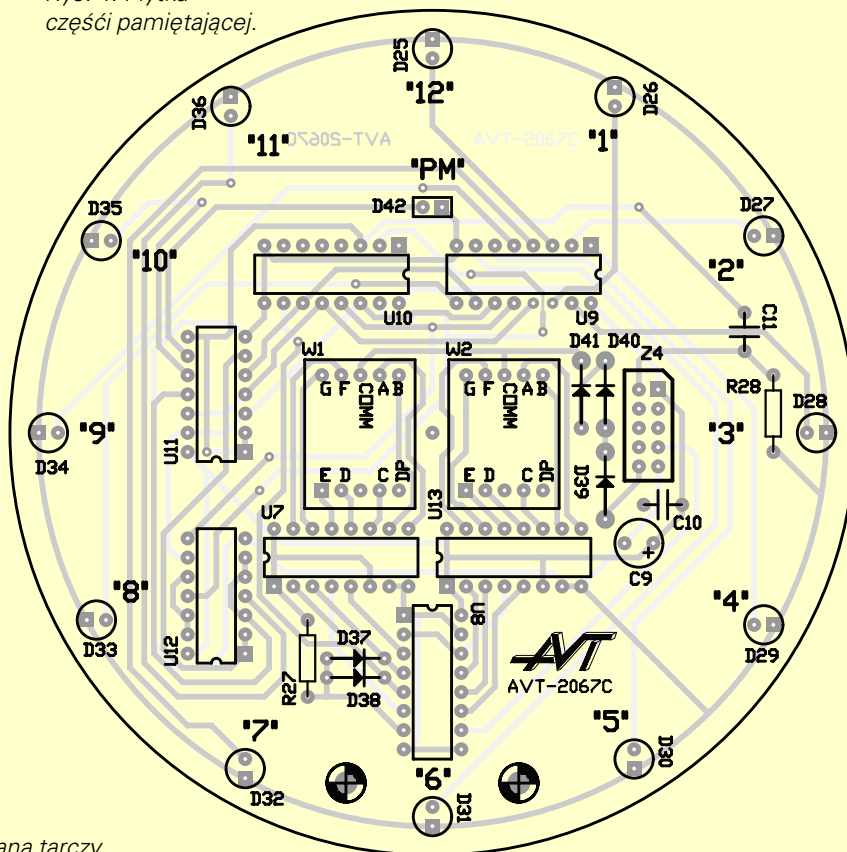
Jeszcze parę słów na temat zasilania zegara - programatora. Układ nie posiada własnego zasilacza i z założenia zasilany jest z modułu wykonawczego AVT-2098. Ze względu na zastosowanie pamięci 6116 wymaga zasilania +5VDC i takiego właśnie napięcia dostarcza zasilacz wbudowany w moduł AVT-2098. Jednak niewiele wart byłby programator, który mając pracować nieraz przez wiele tygodni, "ogłupiałby" po nawet krótkotrwałym wyłączeniu prądu. Dlatego też nasz układ został wyposażony w zasilanie awaryjne, ze względu na minimalny pobór prądu - cztery baterie alkaliczne R6. Płynnymu przełączaniu zasilania z zasadniczego na awaryjne służy kombinacja diod D1, D2 i D3. Aha, jeszcze jedno: nie wszystkie sytuacje można zawczasu przewidzieć i autor ubolewa, że musi



Rys. 3. Płytkę części programującej.



Rys. 4. Płytkę części pamiętającej.



Rys. 5. Płytkę drukowaną tarczy.

prosić Kolegów o dokonanie małej zmiany w, być może już wykonanym sterowniku AVT-2098. Stabilizator napięcia 7805 musimy w tym układzie wymienić na stabilizator z tego samego typoszeręgu, ale na napięcie 6V. Czynność ta, ze względu na zastosowanie w sterowniku płytki jednostronnej nie powinna nikomu sprawić najmniejszego kłopotu.

Podczas normalnej pracy, kiedy układ jest zasilany z sieci na złączu Z3 i na wejściu Z1 - 14 panuje teraz napięcie 6VDC. Na diodzie D1 spolaryzowanej w kierunku przewodzenia odkłada się ok. 0,6...0,7V i nasz układ jest zasilany napięciem ok. 5,3V, co całkowicie mieści się w granicach bezpiecznego obszaru pracy kostki 6116 (pozostałe układy są wykonane w technologii CMOS!). Prąd z baterii nie płynie, ponieważ spadek napięcia na połączonych szeregowo diodach D2 i D3 znacznie przekracza 1V. Po wyłączeniu napięcia sieci układ automatycznie przełącza się na zasilanie bateryjne i zasilany jest napięciem ok. 4,6VDC, co także umożliwia zachowanie informacji w 6116 i prawidłową pracę układu zegara. Wyłączone zostaną jedynie wyświetlacze siedmiosegmentowe, jako elementy pobierające najwięcej energii (Czytelnicy sami przeanalizują, dlaczego tak się stanie).

## Montaż i uruchomienie

Na **rysunkach 3, 4 i 5** widzimy rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych. Dopiero teraz okazuje się, że mamy aż trzy płytki! Cały fragment układu, którego schemat przedstawiony jest na rysunku 1 został umieszczony na dwóch płytkach, połączonych ze sobą pod kątem prostym. Płytką A jest jednocześnie płytą czołową urządzenia. Zobaczycie, jak to rozwiązanie przyczyni się do zapewnienia całej konstrukcji zwartości i jak zminimalizowanie ilości przewodów połączeniowych zwiększy niezawodność zegara.

Montaż elementów elektronicznych będzie trywialnie prosty, natomiast przy montażu przełączników, diod i składaniu całości autor obiecuje swoim Kolegom "krew, pot i łzy", ale to właśnie my wszyscy lubimy!

Montaż elementów elektronicznych na płytkach A i C przeprowadzamy w sposób typowy, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na największych. Problem możemy mieć tylko z równym wlutowaniem dwunastu diod LED na tarczy zegarowej. Autor proponuje następującą kolejność postępowania:

1. Wlutowujemy najpierw trzy diody, tak aby utworzyły one trójkąt równoramienny. Czynność tą wykonujemy wyjątkowo starannie, zachowując identyczną

odległość diod od płytki. Lutujemy tylko po jednej nóżce każdej z diod.

2. Pozostałe diody wkładamy w płytkę i całość kładziemy na równej powierzchni odwracamy elementami w dół.

3. Mając zapewnione idealnie równe odległości diod od płytki lutujemy po jednej nóżce każdej diody.

4. Wyrównujemy diody tak, aby tworzyły idealny okrąg i lutujemy pozostałe nóżki.

Prawdziwe kłopoty zaczną się dopiero przy montażu płytki B. Tu musimy postąpić dokładnie wbrew regułom: rozpoczniemy montaż wprawdzie od rezystorów, ale potem przejdziemy do elementów największych: dziesięciu przełączników. Do tego etapu montażu musimy podejść z największą uwagą, ponieważ po przylutowaniu wszystkich przełączników jakiegokolwiek poprawki będą bardzo trudne. Zanim jednak cokolwiek do płytki B przylutujemy, posłużymy się nią jako matrycą do wywiercenia otworów w płycie czołowej układu - czerwonym filtrze. Płytkę składamy równo z filtrem o zabezpieczamy przed przesunięciem taśmą samoprzylepną. Następnie poprzez płytkę

wiercimy w filtrze 11 otworów: 10 przez otwory w środkowych punktach lutowniczych przełączników S1...S8 i jeden pośrodku pola przeznaczanego na zamontowanie potencjometru R6.

Uwaga! Płytką posiada metalizację otworów i użycie wiertła o zbyt wielkiej średnicy doprowadzi z całą pewnością do jej uszkodzenia.

Jeżeli więc nie posiadamy wiertła 0,8mm lub cieńszego, to musimy zaznaczyć miejsca na otwory w filtrze za pomocą igły krawieckiej.

Przełączniki S1...S8 muszą być przylutowane do powierzchni płytki idealnie równo, dokładnie pośrodku pól lutowniczych i idealnie pod kątem 90° do powierzchni płytki. Przełączniki lutujemy kolejno, pamiętając że po przylutowaniu następnego nie będziemy już mogli zmienić ustawienia poprzedniego.

Po przełącznikach przyjdzie kolej na wlutowanie diod D17...D24. Będzie to czynność wymagająca dużej zręczności ponieważ wlutowane już w płytkę przełączniki utrudniają do nich dostęp. Musimy jednak zachować taką kolejność montażu, ponieważ wlutowanie diod

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

RP1: 2,2...10kw

R1: 330kw

R2: 1,5Mw

R3, R4: 10kw

R6: potencjometr obrotowy 470kw A

R5, R7, R9, R10, R27, R28: 100kw

R8: 1kw

R11, R13, R15, R17, R19, R21, R23, R25: 22kw

R12, R14, R16, R18, R20, R22, R24, R26: 560w

### Kondensatory

C1: 33pF

C2: 50pF trymer

C3: 4,7µF/16V

C4, C6, C7, C8, C10: 100nF

C5, C9: 220µF/16V

C11, C12, C13: 10nF

### Półprzewodniki

D1, D2, D3, D39, D40, D41: 1N4001 lub odpowiednik

D4...D8, D37, D38: 1N4148 lub odpowiednik

D9...D16: BAT43 lub odpowiednik

D17...D24: LED 5mm czerwona lub zielona

D25...D36: LED8mm czerwona lub zielona

D42: LED prostokątna czerwona lub zielona

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8:

BC548 lub odpowiednik

U1: 4060

U2, U10: 4520

U3: 6116

U4: 4040

U5, U12: 4011

U6: NE555

U7, U13: 4543

U8: 4518

U9: 4028

U11 4073

U14 : 4001

W1, W2 : wyświetlacz 7 segmentowy, anoda

### Różne

Q1: kwarc 32768Hz

S1...S10: przełącznik dwupozycyjny

Z1: gniazdo do wtyku przewodu taśmowego 14 lub goldpin 2x7

Z2, Z4: gniazdo do wtyku przewodu taśmowego 10 lub goldpin 2x5

Z3: ARK2

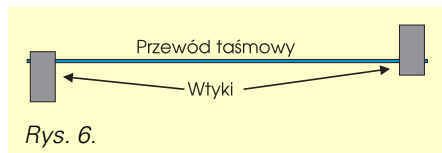
Obudowa typu KM-60

Filtr KM-60 czerwony lub zielony (w zależności od koloru diod)

Przewód taśmowy ok. 30 cm z wtykami AWP-10

Goldpiny kątowe 16 szt.

## Projekty AVT

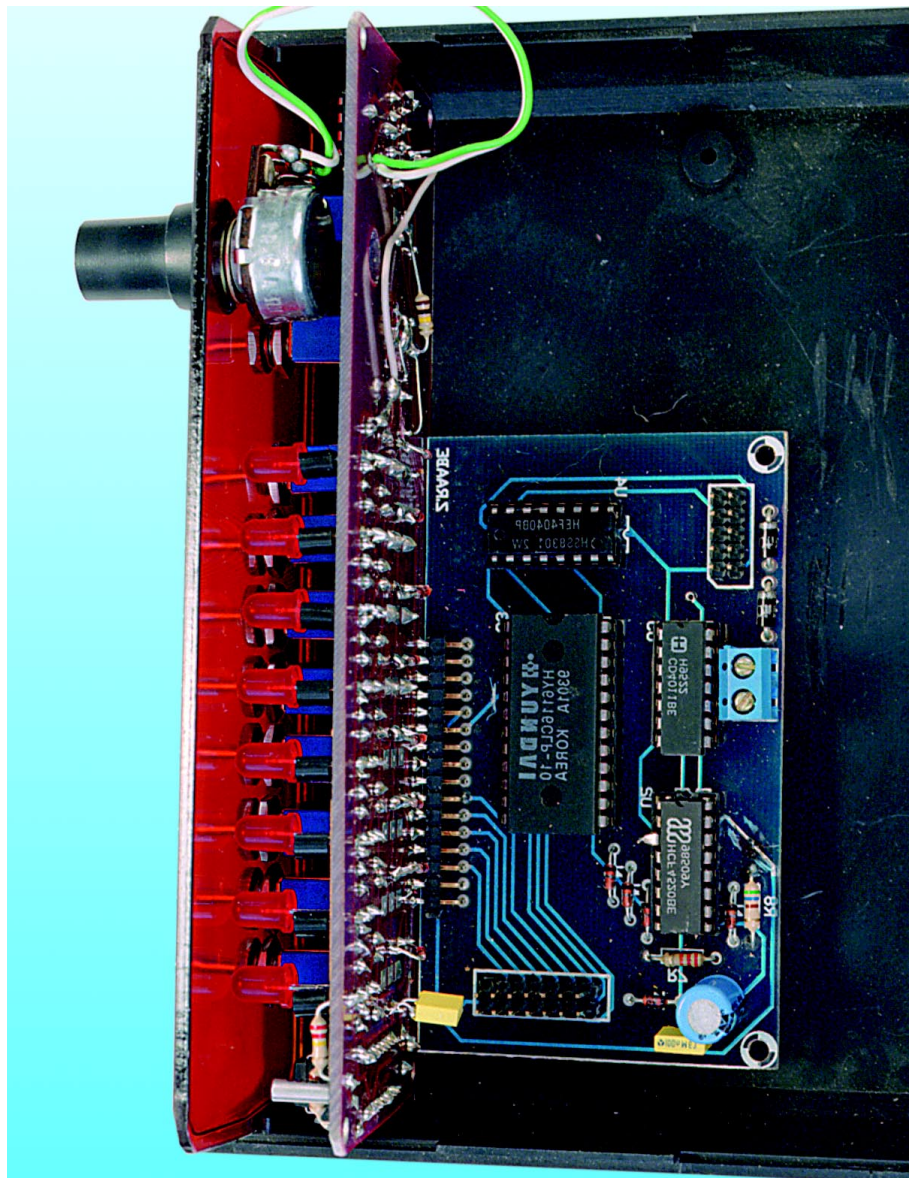


w pierwszej kolejności uniemożliwiłoby podejście z lutownicą do pól lutowniczych przełączników. Diody te montujemy podobną metodą jak diody na tarczy zegarowej: najpierw dwie skrajne (po jednej nóżce), potem wyrównujemy położenie środkowych diod i lutujemy całość.

Po uporaniu się z diodami i przełącznikami pozostaje nam już tylko połączenie ze sobą płytek i złożenie całości. Płytki A i B łączymy za pomocą szeregu kątowych goldpinów. Czynność ta jest prosta i nie wymaga komentarza. Płytkę C dołączamy do reszty układu za pomocą przewodu taśmowego. I tu uwaga: gniazdo do złącza taśmowego na płytce B wlotwane jest od strony elementów, a na płytce C, z oczywistych powodów, od strony lutowniczej. W związku z tym wtyki musimy zamocować do kabla odwrócone o 180°, tak jak pokazano na **rysunku 6**.

Na zakończenie pracy rozwiercamy do potrzebnej średnicy otwory w płycie czołowej - filtry i skręcamy cały pakiet. W zależności od długości ośki potencjometru R6 montujemy go albo na płytce B albo bezpośrednio na płycie czołowej. Na **rysunku 7** umieszczony jest rysunek maski, którą możemy założyć pod filtr. Rysunek należy przenieść metodą kserograficzną na przezroczystą folię.

Ostatnia, wstydliva sprawa. Pomimo usilnych starań autorowi nie udało się znaleźć obudowy do tarczy zegarowej. Niestety, moi Drodzy musicie jakoś sobie poradzić. Czego jak czego, ale wyobraźni Czytelnikom EdW nie brakuje i z pewnością jakoś sobie poradzicie. W egzemplarzu modelowym zegara obudowa tarczy była zrobiona z... obciętego lejka do butelek, ale odpowiedniego filtra do zasłonięcia diod i wyświetlaczy nie

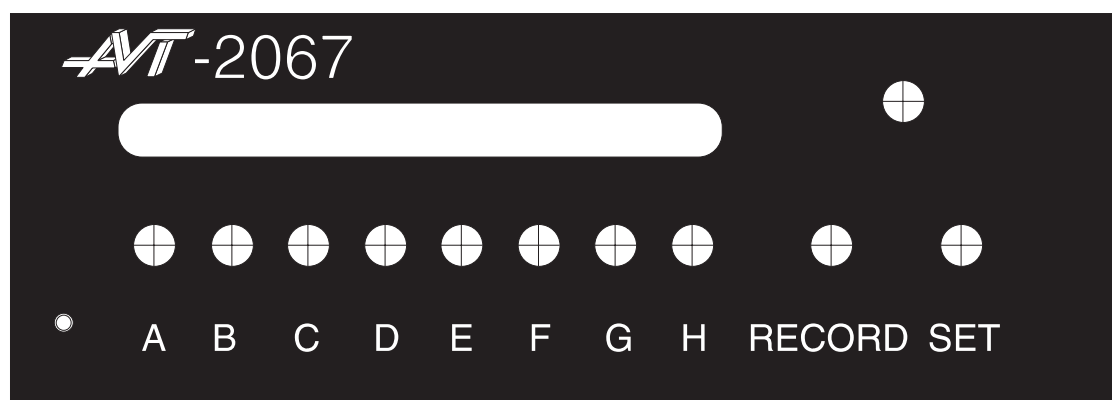


udało się autorowi znaleźć. Jeżeli coś ciekawego wymyślicie, to bardzo prosimy podzielcie się z innymi Czytelnikami waszym know how!

Zmontowany układ nie wymaga uruchamiania, ale jedynie regulacji częstotliwości generatora z U1. Jeżeli mamy do dyspozycji miernik częstotliwości, to

sprawa jest prosta. W przeciwnym wypadku pozostaje nam długotrwała regulacja polegająca na porównywaniu czasu odmierzanego przez nasz zegar z czasem "radiowym" lub innym dokładnym zegarem.

Zbigniew Raabe



Rys. 7.