



# Zegar w stylu retro

## Z lampami Nixie typu Z570M/Z573M

Współcześnie układy programowalne wypierają dyskretne układy cyfrowe. Odnalezienie projektu zegara bez mikrokontrolera wydaje się być bardzo trudne, a przecież jeszcze nie tak dawno temu tylko w ten sposób budowało się zegarki elektroniczne. Owszem, tego typu urządzenia są skomplikowane i mogą pobierać dużo prądu, ale jest trudno zaprzeczyć ich podstawowej zalety – działają od razu po włączeniu zasilania. Nie wymagają przy tym znajomości żadnego języka programowania, a jedynie nieco elementów kombinatoryki.

**Rekomendacje:** polecamy głównie osobom, które chcą odetchnąć od wszędobylskiego programowania.

Nazwa Nixie wywodzi się od słów Numerical Indicator eXperimental-1. W skrócie mówiono NIX-1, natomiast niewiele później lampy Nixie. Dziś nieodłącznie kojarzy się ona z pomarańczowymi znakami jarzącymi w szklanej bańce.

Zjawisko świecenia neonu pod wpływem prądu elektrycznego zostało odkryte w 1909 przez francuza Georges Claude, ale sam wyświetlacz Nixie skonstruowali w 1952 roku dwaj bracia, węgierscy emigranci zamieszkali w Stanach Zjednoczonych: George i Zoltan Haydn. Jeszcze w latach siedemdziesiątych te wskaźniki były jedyną alternatywą dla wyświetlaczy cyfrowych. Wyświetlacze Nixie stosowano aż do momentu wynalezienia i upowszechnienia się wyświetlaczy LED i LCD, co w Polsce, ze względu na pewne opóźnienie technologii półprzewodnikowej w porównaniu do krajów zachodnich, nastąpiło z opóźnieniem. Dzięki temu, zachowało się u nas stosunkowo dużo przyrządów z wyświetlaczami Nixie i można je znaleźć na po-

bliskim bazarze staroci, giełdzie elektronicznej lub w szufladzie dziadka lub starszego kolegi. Okazjonalnie, można też nabyć wyświetlacze Nixie na aukcjach internetowych.

Lampy Nixie nie wymagają żarzenia, ponieważ taki wyświetlacz działa dokładnie tak samo, jak neonówka. W bańce szklanej wypełnionej gazem szlachetnym najczęściej neonem (stąd nazwa neonówka) lub mieszaniną gazów, zatopione są dwie elektrody: anoda i katoda. Gdy do elektrod neonówki zostanie przyłożone napięcie, wówczas jony obecne zawsze w gazie (m. in. dzięki promieniotwórczości naturalnej) są przyspieszane w powstałym polu elektrycznym. Jeżeli średnia droga swobodna jest wystarczająco duża, jony mogą uzyskać dostatecznie dużą energię do jonizacji kolejnych atomów, które znowu są przyspieszane. Powstająca w ten sposób lawina jonów (prąd elektryczny) powoduje efekt świetlny. Każda lampka neonowa ma ściśle określone napięcie zapłonu, dla którego lampka zaczyną świecić. Długość

### W ofercie AVT\* AVT-5390 A

#### Podstawowe informacje:

- Zasilanie z sieci energetycznej 230 V AC.
- Odmierzanie czasu w systemie 12- lub 24-godzinny.
- Przystosowany do zasilania z sieci 50 lub 60 Hz.
- Brak generatora kwarcowego - podstawą czasu jest częstotliwość sieciowa.
- Bez mikrokontrolera i innych układów programowalnych.

#### Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 75282, pass: 852sjb64

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

#### Projekty pokrewne na CD/FTP:

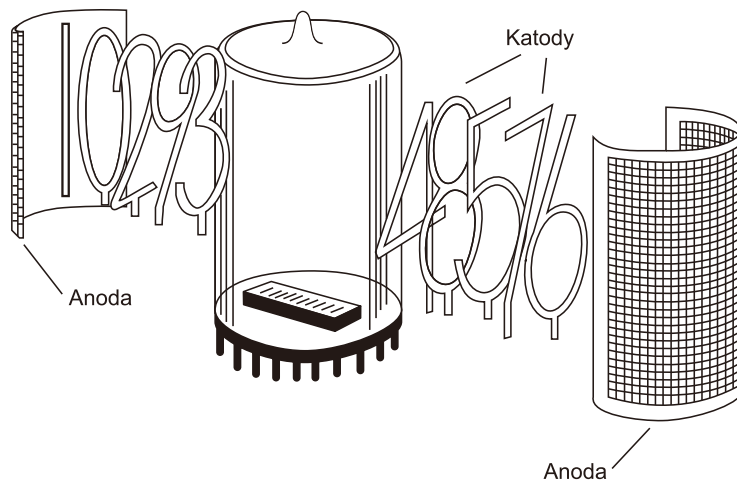
- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- Projekt208 Zegar Nixie z jedną lampą (EP 3/2013)
  - AVT-5245 Zegar widmowy (EP 7/2010)
  - AVT-5145 Zegar retro na lampach Nixie (EP 9/2008)
  - AVT-521 Zegar Nixie dla oszczędnych (EP 8/2003)

#### \* Uwaga:

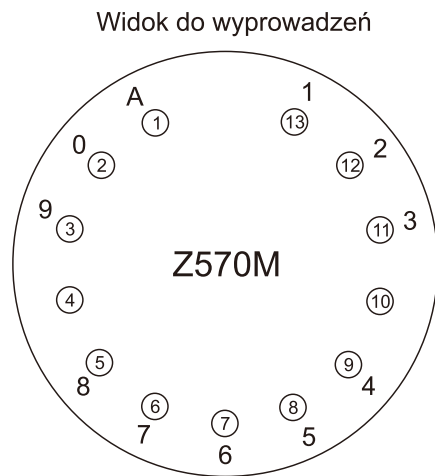
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
 AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko 1 wyłączenie. Bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.  
 AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku PDF.  
 AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlotowane 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.  
 AVT xxxx CD 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>

drogi swobodnej zależy od składu i ciśnienia gazu w bańce. Od powierzchni, kształtu i odległości elektrod zależy natomiast natężenie pola elektrycznego w lampie. Wszystkie te czynniki mają wpływ na wartość napięcia zapłonu, które może wahać się od około 60 V do kilku kilowoltów. Przekroczenie tego napięcia powoduje świecenie jonów gazu wokół tej z elektrod, która ma potencjał ujemny (katody), natomiast gaz wokół anody pozostaje ciemny<sup>1</sup>.

Najczęściej lampy Nixie wyświetlają najczęściej cyfry od 0 do 9. Zdarzają się też takie, które wyświetlają jednostki np. Hz,



Rysunek 1. Poglądowy rysunek złożeniowy lampy Nixie



Rysunek 2. Numeracja wyprowadzeń lampy Z570M. Widok od strony wyprowadzeń

V, A, W,  $\Omega$ ,  $\mu$ , n, F, plus, minus, sinus itp. Kształt wyświetlanego symbolu jest taki sam, jak kształt katody, wokół której zjonizowane cząsteczki gazu jarzą się najczęściej pomarańczowym światłem. Kolor świecenia jest zależny od rodzaju gazu w bańce oraz odległości pomiędzy elektrodami. Anoda jest wspólna dla wszystkich znaków i ma postać siatki, która otacza równomiernie katody

Tabela 1. Wyprowadzenia lampy Z570M

PIN	Połączenie
1	Anoda
2	Katoda 0
3	Katoda 9
4	NC
5	Katoda 8
6	Katoda 7
7	Katoda 6
8	Katoda 5
9	Katoda 4
10	NC
11	Katoda 3
12	Katoda 2
13	Katoda 1

ze wszystkich stron. Znaki umieszczone są jeden za drugim i oddzielone są od siebie izolatorem. Elementy składowe lampy Nixie pokazano na **rysunku 1**.

### Wybór lampy

Płytkę zegara zaprojektowano dla lamp firmy WF o symbolu Z570M, jednak są zamienniki, które można zastosować bez wykonywania zmian w połączeniach: Z5730M, Z573M, Z5740M, Z574M, ZM1080. W zegarze można zastosować prawie wszystkie inne lampy, jednak niektóre z nich mają inaczej rozmieszczone wyprowadzenia i trzeba będzie połączyć je z płytką za pomocą przewodów lub pozaginać wyprowadzenia lamp. W **tabeli 1** umieszczono opis wyprowadzeń lampy Z570M natomiast na **rysunku 2** pokazano ich rozmieszczenie.

### Budowa zegara i zasada działania

Schemat ideowy zegara pokazano na **rysunku 3**. Źródłem zasilania całego układu jest sieć energetyczna 230 V AC/50 Hz dołączona przewodem sieciowym do złącza ARK2. Takie rozwiązanie pozwoliło na uproszczenie sposobu zasilania lamp Nixie. Sygnał sieci energetycznej stanowi również podstawę czasu dla układów zliczających godziny, minuty i sekundy.

Układy cyfrowe zasilane są napięciem stałym o wartości ok. 4,5 V uzyskiwanym w nieskomplikowanym układzie stabilizatora z diodami Zenera DZ1 i DZ2. Układy zastosowane w zegarze są wykonane w technologii CMOS, więc wydajność prądowa takich dwóch stabilizatorów (jeden do zasilania układów U1...U5 drugi do zasilania układów U6...U10) jest zupełnie wystarczająca.

Jak wspomniano, źródłem podstawy czasu dla zegara jest częstotliwość sieci energetycznej 50 Hz. Współcześnie jest to wystarczająco dokładne źródło do zastosowań „domowych”, kontrolowane przez dostawców energii i regulowane odpowiednimi przepisami. W modelowym zegarze w ciągu miesiąca nie zaobserwowano odchyłki więk-

szej niż około 2 sekundy. Niestety, zegar jest wrażliwy na różne impulsy, które mogą występować w sieci energetycznej np. na skutek załączenia dużego obciążenia, więc jeśli zaobserwuje się niewłaściwe wskazania czasu, należy zastosować listwę zasilającą z filtrem.

W celu uzyskania przebiegu o częstotliwości 1 Hz dla licznika sekund zastosowano dwa dzielniki z układami U2 i U3. Układ U2, w zależności od ustawienia zworki JP3, dzieli częstotliwość sieciową przez 5 lub 6, natomiast U3 dzieli ją przez 10. Na nóżce 12 (CO) układu U3 uzyskuje się przebieg o częstotliwości 1 Hz taktujący układ U4 będący licznikiem jednostek sekund. Zworką JP3 należy wybrać odpowiednią częstotliwość sieciową, oczywiście w Europie jest to 50 Hz.

Katody lamp Nixie są sterowane wysokonapięciowymi tranzystorami T1...T47 typu MPSA42. Aby zaświecić segment należy połączyć daną katodę z masą, więc do baz tranzystorów należy doprowadzić dziesięć poziomów logicznych, z czego tylko jeden z nich może mieć wartość logicznej jedynki, natomiast pozostałe muszą być zerami. Opisywany efekt najłatwiej jest uzyskać za pomocą licznika pierścieniowego. Wykonano go w oparciu o układ scalony 4017.

Na wejście zegarowe układu U4 (4017) jest doprowadzony sygnał zegarowy o częstotliwości 1 Hz. Wyprowadzenia RES (nóżka 15) oraz ENA (14) podłączone są do masy, natomiast wyjście CO (12) jest połączone z wejściem zegarowym kolejnego licznika pierścieniowego, sterującego załączeniem dziesiątek sekund. Impuls z jego wyjścia jest sygnałem taktującym układ U5 i będzie występował z częstotliwością 0,1 Hz. Wyjście CO zostanie ustawione co 10 s lub wyzerowania układu.

W układzie sterującym cyframi dziesiątek sekund trzeba użyć wyprowadzenia RST, ponieważ ze względu na system odmierzania czasu (1 minuta = 60 sekund) ten układ zlicza tylko 6 impulsów, a po odebraniu 7 powinien wyzerować się. W tym celu najłatwiej wyjście Q6 (nóżka 5) połączyć z wejściem RES (15). Przy takim rozwiązaniu sześćdziesiąty impuls wyzeruje licznik i rozpocznie nowy cykl zliczania. Układy U6 i U7 tworzące licznik minut pracują z wykorzystaniem tej samej zasady, co licznik sekund. Niestety, nie można jej użyć dla układów U8 i U9 tworzących licznik godzin. Licznik jednostek godzin dwukrotnie zlicza impulsy od 0 do 9, a za trzecim razem tylko od 0 do 3 (lub 0...1 w wersji 12-godzinnej), natomiast dziesiątek godzin od 0 do

Tabela 2. Ustawienie zworek JP1 i JP2 dla trybu 24h oraz 12h

Zworka	JP1	JP2
Tryb 24h	2-3	1-2
Tryb 12h	1-2	2-3

2 (lub 0...1). Rozwiązanie zaproponowane w tym układzie pozwoliło na dwa tryby pracy zegarka 24-o i 12-sto godzinny, przełączane jumperami JP1 i JP2. Opis sposobu wyboru trybu odmierzania czasu za pomocą zworek umieszczono w tabeli 2.

W trybie 24-godzinnym wyjścia Q4 układu U8 i Q2 układu U9 są doprowadzone do wejść bramki NAND układu U10. Gdy zegar wskaże czas 24:00, to wyjścia Q2 i Q4 będą ustawione. Spowoduje to wyzerowanie wyjść U10D, jednak licznik jest zerowany za pomocą poziomego wysokiego – w celu jego uzyskania dołączono inwerter wykonany z bramki U10C. Sygnał z wyjścia tej bramki zeruje zegar i powoduje odmierzanie czasu od godziny 0:00.

Licznik sekund jest zerowany po wciśnięciu przycisku S3, co pozwala on na precyzyjne zsynchronizowanie zegara z wzorcem czasu. Rezystory R9 i R10 polaryzują wejścia RES układów U4 i U5. Tryb „szybki” i „wolny” ustawiania godzin polega na podaniu na wejście zegarowe układu U6 (nóżka 14) przebiegu o częstotliwości 1 Hz

**Uwaga!** Przy uruchamianiu układu należy zachować szczególną ostrożność ze względu na występujące w nim napięcia groźne dla życia. Jeśli nie masz doświadczenia lub się boisz poprosz kogoś, kto się na tym zna. Nigdy nie podnoś, nie przekraczaj, nie dotykaj płytki, jeśli jest dołączona do sieci! W razie wykonywania jakichkolwiek zmian w układzie wyjmij wtyczkę z gniazdka!

**Wykaz elementów**

**Rezystory:**

- R1: 1 kΩ
- R2, R3: 1 MΩ
- R4, R6: 51 kΩ/0,5W
- R5: zwora 10 mm
- R7, R10: 10 kΩ
- R8, R9: 100 kΩ
- R11...R16: 47 kΩ
- R17, R18: 680 kΩ
- R19...R65: 33 kΩ

**Kondensatory:**

- C1, C2: 100 μF/16V
- C3, C4: 1 nF

**Półprzewodniki:**

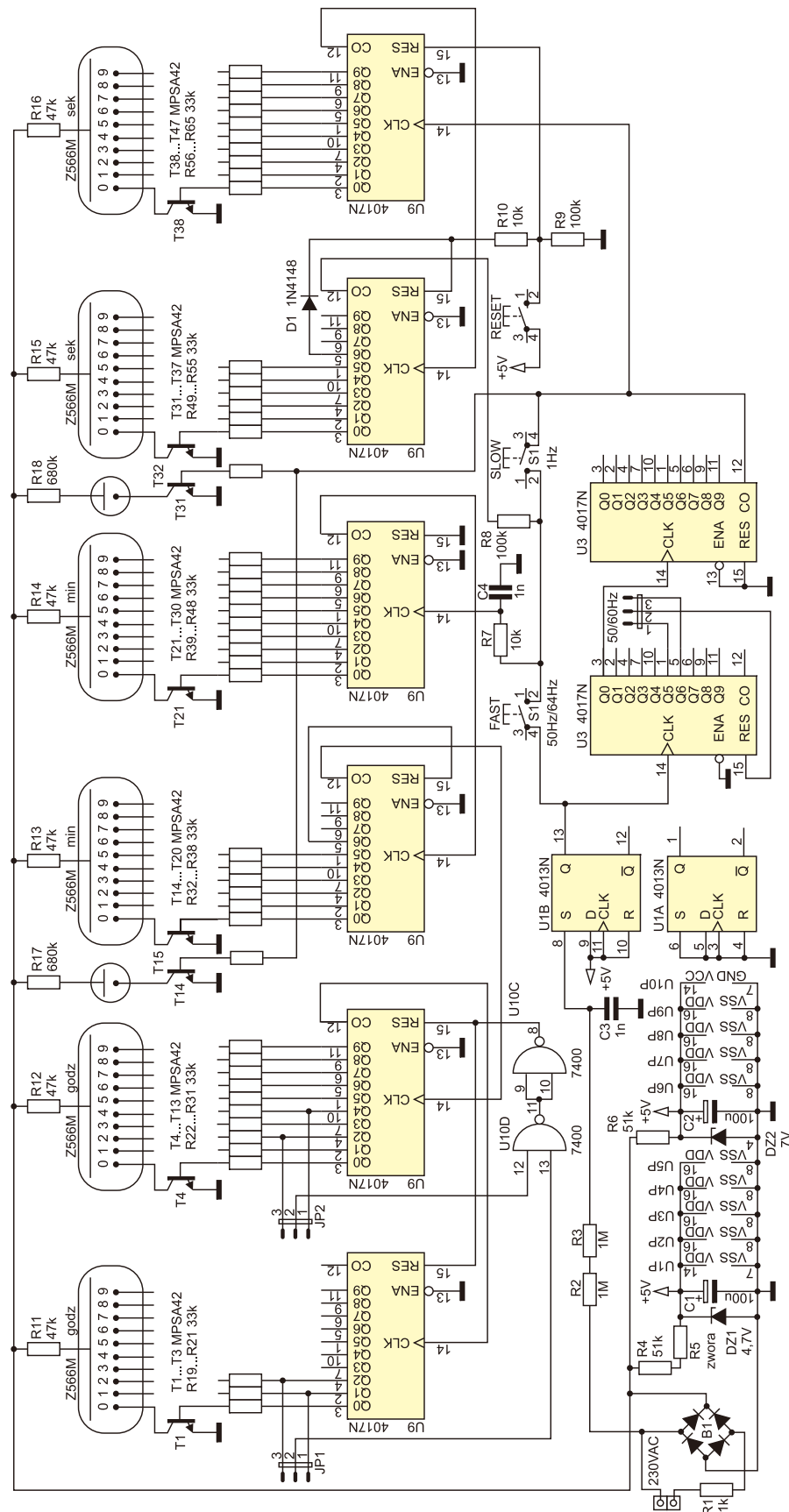
- U1: 4013
- U2...U9: 4017
- U10: SN74LS132N (UCY7400)
- T1-T47: MPSA42
- DZ1, DZ2: dioda Zenera 4,7V/1W
- D1: 1N4148
- B1: mostek prostowniczy 1A
- Inne:**
- ARK2 (5 mm): 1 szt.
- Goldpin 1×3: 3 szt.
- Jumper: 3 szt.
- Podstawki pod układy scalone:
- DIL 16: 8 szt.
- DIL 14: 2 szt.
- Switch 3,5 mm: 3 szt.
- Neonówki: 2 szt.
- Płytki: 1 szt.
- Lampy Nixie Z570M lub Z573M: 6 szt.

z wyjścia układu U3 lub 50 Hz (60 Hz) z wyjścia układu U1.

**Obsługa zegara**

Przed dołączeniem zegara do sieci należy ustawić jeszcze zworcę JP3 odpowiedzialną

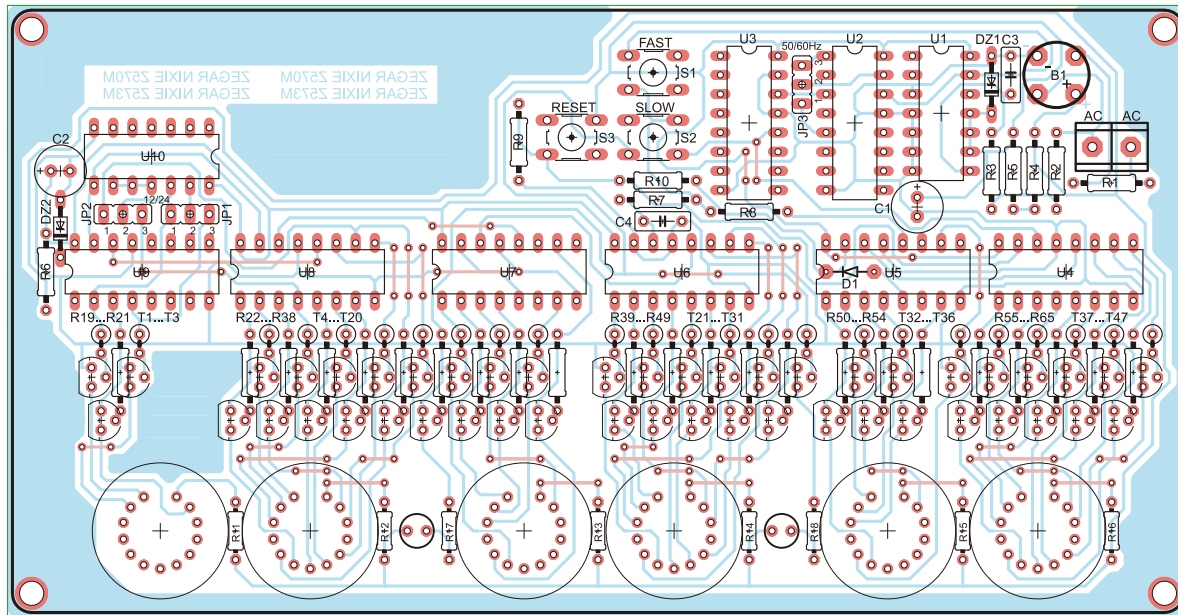
za podział częstotliwości sieciowej. Dla częstotliwości 50 Hz zworka powinna być w pozycji 2-3. Za pomocą zworek JP1/JP2 należy wybrać odpowiedni tryb pracy zegara. Za pomocą przycisków S1, S2 i S3 ustawia się godziny. Tryb szybki S1 (FAST) powoduje



Rysunek 3. Schemat ideowy zegara na lampach Nixie

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym





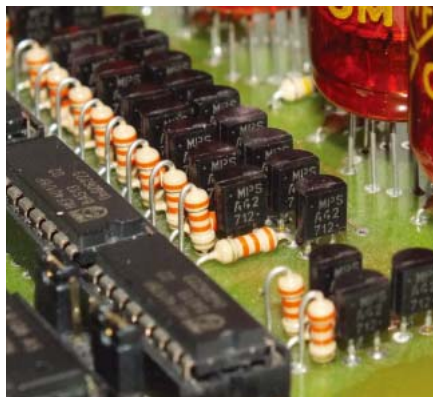
Rysunek 4. Schemat montażowy zegara

zmianę wskazań z częstotliwością 50 Hz natomiast wolny S2 (SLOW) z częstotliwością 1 Hz. Przycisk RESET zeruje licznik sekund.

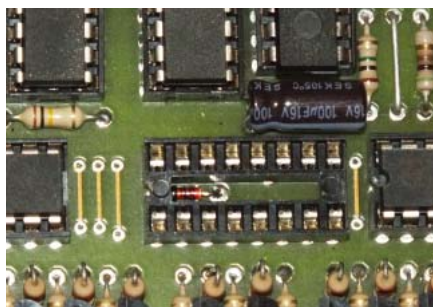
### Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 4** pokazano schemat montażowy zegara. Płytkę zaprojektowano w taki sposób, że można ją wykonać na laminacie jednostronnym, jednak wtedy w miejscach ścieżek na górnej warstwie należy włutować zworki.

Montaż układu jest wykonywany typowo. Zaczynamy od elementów najmniejszych a kończymy na największych. Należy



Fotografia 6. Sposób montażu rezystorów R19...R65



Fotografia 7. Sposób montażu diody D1

przy tym zwrócić uwagę na odpowiednią polaryzację elementów półprzewodnikowych i kondensatorów elektrolitycznych. Lamy należy włutować na samym końcu, zachowując przy tym szczególną ostrożność. Rezystory R19...R65 należy włutować w sposób pokazany na **fotografii 5**. Część z nich jest montowana poziomo, a część pionowo. Diodę D1 należy przylutować w taki sposób, aby nie przeszkadzała w zamontowaniu podstawki pod układ U5 (**fotografia 6**). Można również zamontować ją od spodu płytki drukarskiej. Tranzystory T1...T47 należy włutować tak, aby ich górna krawędź była na tej samej wysokości, co płaszczyzna obudowy układów scalonych włożonych w podstawki. Warto też zwrócić uwagę na to czy elementy są równo – w końcu zegarek ma stać w widocznym miejscu na półce.

Uruchomienie układu zaczynamy od kontroli wizualnej. Jeśli nie ma zwarć, a montaż nie budzi naszych wątpliwości, to włączamy układ bez układów scalonych w podstawkach do gniazdka 230 V AC i mie-

rzymy napięcie w podstawkach układów scalonych pomiędzy nóżkami 8 i 16 układów U2...U9 i IC9 oraz 7 i 14 w U1 i U10. Powinno ono wynosić ok. 4,5...5 V. Jeśli ma inną wartość, należy wyjąć wtyczkę z gniazdka i odszukać przyczynę. Gdy wszystko jest w porządku, należy odłączyć zegarek od sieci zasilającej i rozładować kondensatory C1 i C2. Następnie włożyć układy scalone w podstawki pamiętając o zachowaniu prawidłowej polaryzacji. Teraz można włutować lampy NIXIE oraz ustawić jumpery wg wcześniejszego opisu. Widok zmontowanej płytki zegara pokazano na **fotografii 8**.

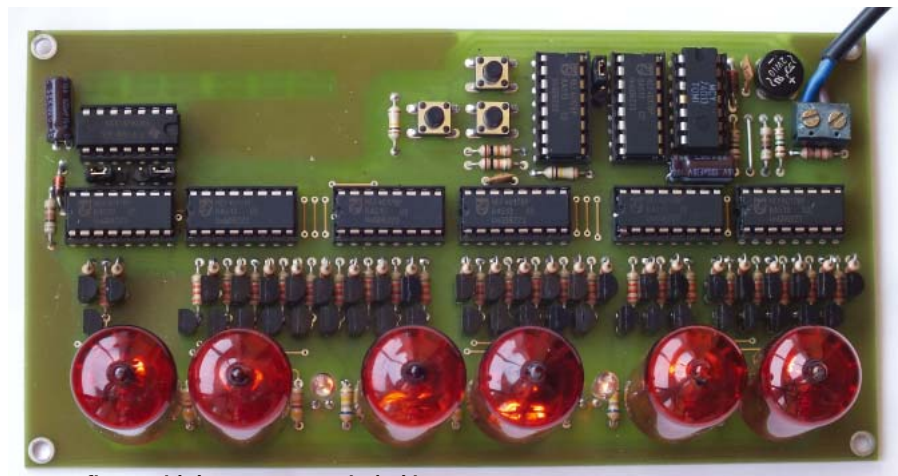
Podczas prób i testów zauważono, że układ U10 powinien być typu SN74LS132N, CD4017 lub też standardowy 74132. Stosując układ z innej serii, np. z układów tzw. szybkich, lampy godzinowe mogą czasami nie zerować się.

AW

*Bibliografia:*

*(Endnotes)*

1. [http://pl.wikipedia.org/wiki/Lampa\\_neonowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Lampa_neonowa)



Fotografia 8. Widok zmontowanej płytki zegara