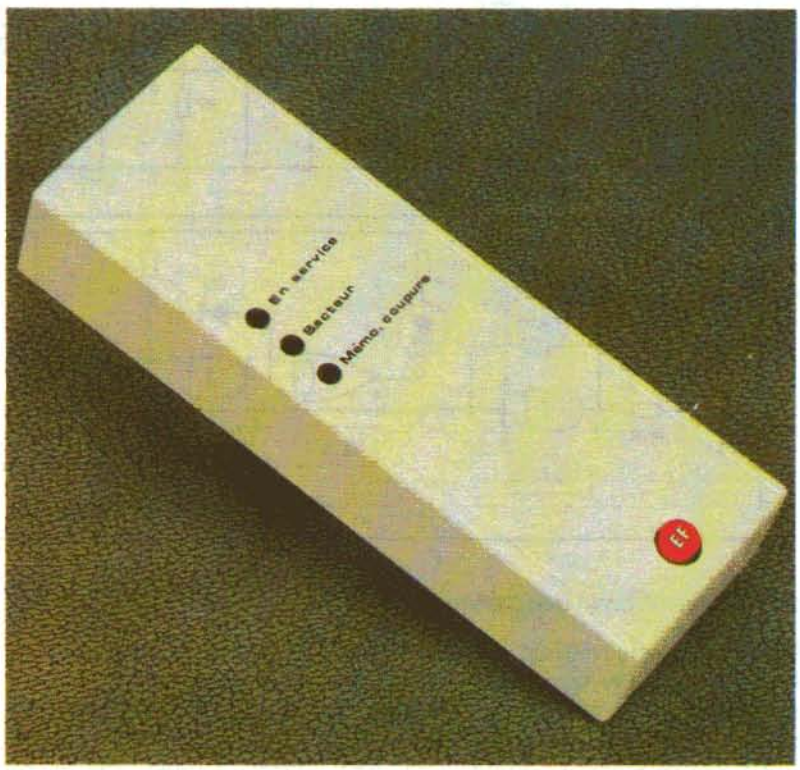
# Nadzór napięcia sieci

*W sieci energetycznej 220V zdarzają się zakłócenia, które mogą być szkodliwe dla niektórych delikatnych odbiorników, na przykład komputerów lub telewizorów. Przedstawiamy więc prosty przyrząd kontrolny wykonujący trzy funkcje:*
*- zapamiętanie przerwy w zasilaniu*
*- opóźnienie ponownego włączenia zasilania chronionego odbiornika*
*- wyłączanie zasilania w razie nadmiernego wzrostu napięcia.*




## Wiadomości podstawowe

### Przeznaczenie

Dobrze jest wiedzieć po powrocie do domu, czy w czasie naszej nieobecności nie było przerwy w zasilaniu. Nawet dość krótka przerwa może wpływać na niektóre urządzenia, jak na przykład zegar magnetowidu, czy piekarnika. Skutki mogą być znacznie poważniejsze w przypadku wypełnionej zamrażarki... Przyrząd sygnalizuje przerwę w zasilaniu za pomocą świecącej czerwonej LED.

Jeżeli są to powtarzające się przerwy wywołane wyładowaniami atmosferycznymi czy burzą, przywróceniu zasilania często towarzyszy impulsowy skok napięcia, mogący uszkodzić elementy wejściowe delikatnych odbiorników. Ma on często charakter atakującej fali o czasie trwania kilku dziesiątych sekundy, którą można czasem zaobserwować nawet w przypadku normalnego włączania napięcia. Opisywany przyrząd włącza napięcie zasilające odbiornik dopiero po kilku sekundach opóźnienia, czekając aż napięcie się ustabilizuje. Zostało to sprawdzone w przypadku odbiornika telewizyjnego, którego rezystor zabezpieczający był systematycznie niszczony przepięciami wywoływanymi przez burze.

Wiadomo też, że sieć energetyczna nie dostarcza napięcia idealnie stabilnego. Na skutek przełączeń i zmian obciążenia w niektórych porach doby napięcie może osiągać niebezpiecznie wysoki poziom, w niektórych wypadkach przewyższający 220V o wiele więcej niż o 10% . Przedstawiany przyrząd można wyregulować w ten sposób, że będzie wyłączał zasilanie, jeżeli napięcie przewyższy zadany poziom. Wyłączenie to będzie trwało tak długo, jak długo napięcie będzie za duże.

### Zasada działania

Napięcia szczytowe dodatnich impulsów uformowanych wprost z połówek napięcia sieci są nieustannie porównywane ze stałym napięciem odniesienia, o dobieralnej wielkości. W razie przekroczenia tej wielkości, po odpowiedniej obróbce otrzymanego sygnału przekaźnik zostaje zwolniony, odłączając napięcie zasilające odbiornik. Stan ten trwa tak długo, jak długo napięcie sieciowe przekracza zadaną wielkość graniczną.

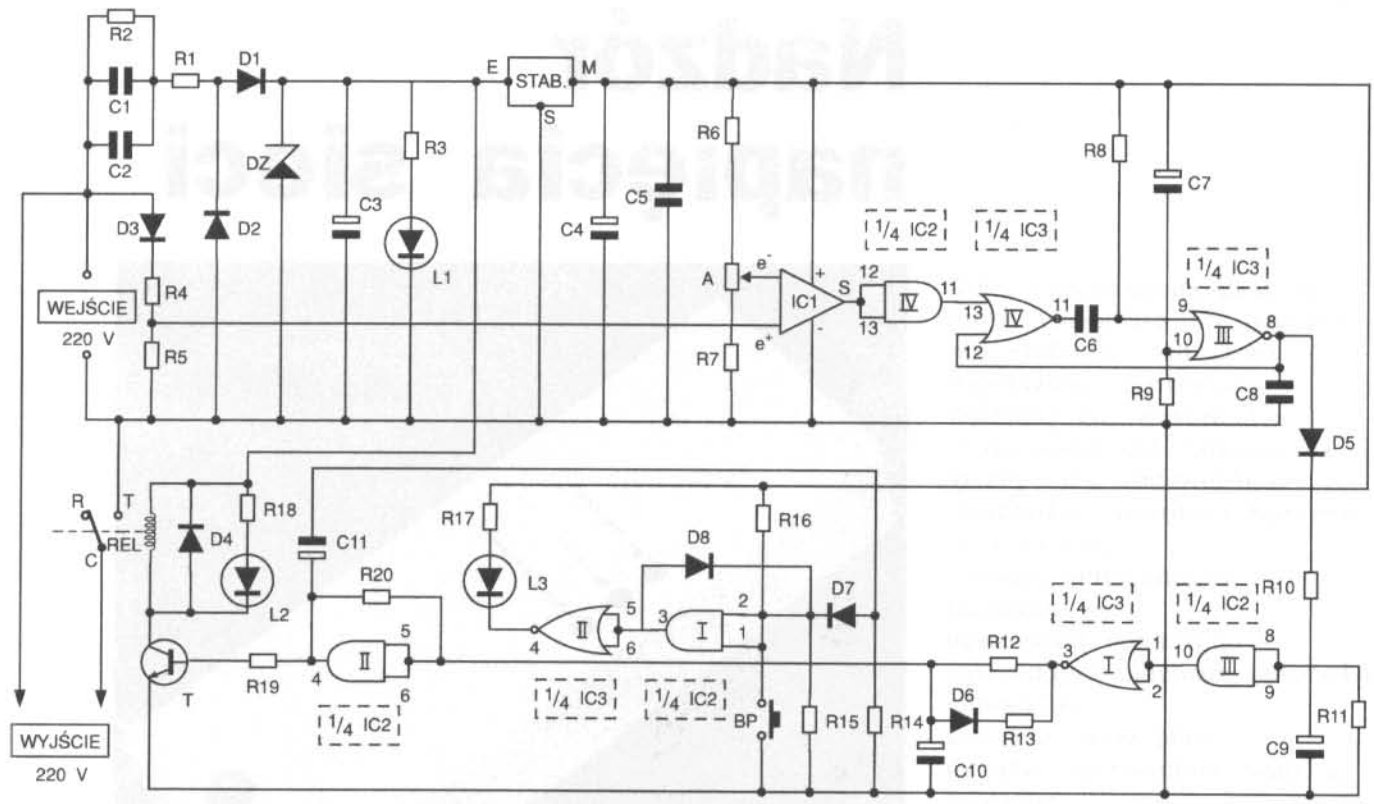
Po odłączeniu, którego przyczyną może być zarówno przekroczenie wartości granicznej, jak i zanik napięcia sieci, ponowne włączenie przekaźnika następuje z opóźnieniem około 3 sekund, wywołanym ładowaniem się kondensatora przez rezystor.

W momencie ponownego włączenia przekaźnika zostaje przerzucony przerzutnik zasilający czerwoną LED, sygnalizującą przerwę zasilania. Można ją zgasić przez naciśnięcie przycisku kasującego.

## Działanie

### Zasilanie

Energia niezbędna do działania urządzenia jest pobierana z sieci za pośrednictwem sprzężenia pojemnościowego, składającego się z kondensatorów C1 i C2 oraz rezystora R1. Kondensatory te ładują się dodatnio poprzez D1 w czasie dodat-




Rys. 1. Schemat elektryczny urządzenia

nich połówek napięcia, ładuje się też C3 do napięcia 12V, ograniczonego przez diodę Zenera DZ. W czasie ujemnych połówek układ D1, DZ i C3 jest bocznikowany diodą D2, a kondensatory C1 i C2 rozładowują się aby zostać naładowane ujemnie. Rezystor R2 służy do ich rozładowania w czasie gdy układ jest wyłączony. Zielona LED L1 sygnalizuje w sposób ciągły przyłączenie do sieci.

Stabilizator STAB typu 7809 dostarcza stałego napięcia 9V do zasilania całego układu. Kondensator C4 zapewnia dodatkową filtrację, podczas gdy C5 stanowi odsprzężenie zasilacza.

**Detekcja przepięć**

Gałąź D3, R4 i R5 tworzy dzielnik dodatnich połówek napięcia sieci. Jeśli na przykład napięcie skuteczne wynosi 230V, to jego wartość szczytowa 230 $\cdot\sqrt{2}$ = 325V. Na wyjściu dzielnika będziemy więc mieli impulsy połówkowe 50Hz o amplitudzie

$$235V \cdot \frac{R5}{R4 + R5} = \frac{235V \cdot 8,2}{8,2 + 470} = 5,58V$$

Impulsy te są podawane na wejście nieodwracające IC1 „741", pracującego jako komparator. Do wejścia odwracającego doprowadzone jest napięcie stałe z dzielnika utworzonego z potencjometru nastawnego A i rezystorów R6 i R7. Czytelnik może sprawdzić, że napięcie to da się regulować od 2,5V do 7,8V. Jeżeli ustawi się je na przykład na 5,58V, na wyjściu IC1 otrzymuje się alternatywnie:

- ciągły stan niski, o ile wartość skuteczna napięcia sieci jest mniejsza od 230V,
- krótkie dodatnie impulsy 50Hz, czyli co 20ms, o ile wartość skuteczna napięcia sieci przekracza 230V.

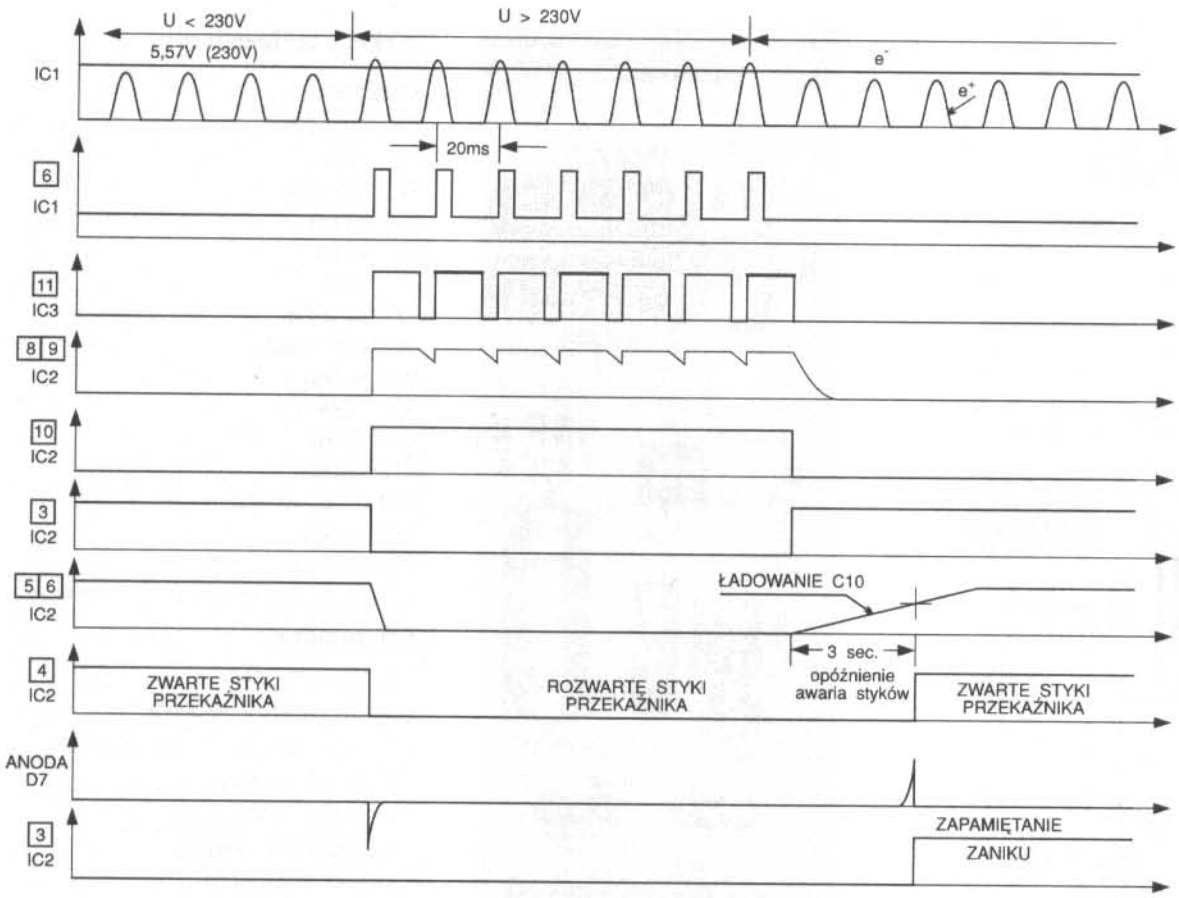
W praktyce stan niski IC1 wynosi około 1,8V, a wysoki jest nieco niższy od 9V, za to bramka AND IV IC2 dostarcza właściwych poziomów napięć.

**Poszerzanie sygnału przepięciowego**

Bramki NOR IV i III IC3 tworzą przerzutnik monostabilny. Każdy impuls wejściowy wywołuje na jego wyjściu stan wysoki, o czasie trwania określonym przez wielkość R8 i C6, w tym przypadku około 15ms. W momencie pojawienia się napięcia zasilania, wejście 10 bramki NOR III otrzymuje przez około pół sekundy stan wysoki, co wymusza niski stan na wyjściu tego przerzutnika po każdym włączeniu napięcia sieci. Jest to zapewnione ładowaniem się C7 przez R9. Elementy D5, R10, R11 i C9 tworzą układ całkujący. Kondensator C9 ładuje się szybko impulsem z przerzutnika poprzez D5 i R10, ale rozładowywać się może tylko przez R11, o znacznie większej oporności. Piłowe napięcie na wejściu 8/9 bramki AND III IC2 ma minima wyraźnie wyższe od połowy napięcia zasilania, więc na jej wyjściu jest nieprzerwanie stan wysoki, tak długo, jak długo progowa wartość napięcia sieci jest przekroczona.

**Sterowanie przekaźnikiem**

Po włączeniu przyrządu po raz pierwszy do sieci, lub gdy napięcie sieci ustabilizuje się na nowo po zaniku i gdy nie jest za duże, na wyjściu bramki AND III IC2 jest stan niski. Na wyjściu bramki NOR I IC3 ustala się więc stan wysoki w wyniku czego C10 ładuje się poprzez R12. Po około trzech sekundach potencjał na kondensatorze C10 osiąga wartość połowy napięcia zasilania w wyniku czego bramka AND II IC2 przerzuca się i na jej wyjściu pojawia się stan wysoki. Rezystor R20 dostarcza dodatniego sprzężenia zwrotnego, jest to więc przerzutnik Schmitta, a jego rolą jest dostarczenie szybkiego skoku dodatniego. Tranzystor NPN, w którego obwodzie kolektorowym znajduje się




Rys. 2. Przebiegi w charakterystycznych punktach układu

uzwojenie przekaźnika, zostaje nasycony. Przekaźnik włącza napięcie zasilające odbiornik. Styki zastosowanego przekaźnika mogą sterować mocą do około 1kW. Dioda D4 chroni tranzystor przed przepięciami wywołanymi indukcyjnością cewki przekaźnika. Żółta LED L2 w obwodzie kolektorowym tranzystora służy do sygnalizowania włączenia przekaźnika. Należy zwrócić uwagę na to, że przekaźnik jest zasilany napięciem 12V pobieranym przed stabilizatorem. W przypadku przekroczenia napięcia progowego, na wyjściu bramki AND III IC2 pojawia się stan wysoki, wyjście bramki NOR I IC3 przechodzi więc w stan niski. Powoduje to szybkie rozładowanie kondensatora C10 przez D6 i R13, który ma znacznie niższą oporność niż R12. Następuje więc szybki przerzut bramki AND II IC2 do stanu niskiego i rozwarcie przez przekaźnik obwodu zasilającego odbiornik.

**Zapamiętywanie przerw zasilania**

Bramka AND I IC2 służy jako przerzutnik zapamiętujący. Normalnie wejście 1 tej bramki utrzymywane jest stale w stanie wysokim poprzez rezystor R16. Po przerwie zasilania spowodowanej czy to przez zanik napięcia sieci, czy przez wyłączenie wywołane przepięciem, styki przekaźnika zwierają się ponownie gdy na wyjściu bramki AND II IC2 pojawi się dodatni skok napięcia. Zostaje on zróżniczkowany w układzie C11, R14, D7 i R15, a na anodzie diody D7 można zaobserwować krótki dodatni impuls odpowiadający ładowaniu się pojemności C11. Impuls ten, podany na wejście 2 bramki AND I IC2, powoduje jej przerzut do stanu wysokiego na wyjściu, podtrzymywanego następnie poprzez diodę D8. W ten sposób zostają zapamiętane przerwy zasilania, co jest sygnalizowane przez czerwoną LED L3, ponieważ na wyjściu bramki NOR II IC3 utrzymuje się stan niski. Stan ten można skasować naciskając przycisk BP, co sprowadza wejście 1 bramki AND I IC2 do stanu niskiego.

## Wykonanie

Mozaikę ścieżek płytki drukowanej przedstawia **rys. 3**, a rozmieszczenie elementów **rys 4**. Przy montażu nie należy zapomnieć o wlutowaniu trzech zworek. Następnie montuje się elementy o mniejszych wymiarach a na koniec większe. Nie należy zapominać o polaryzacji takich elementów jak diody, kondensatory elektrolityczne i układy scalone. Przycisk należy umocować na podwyższonych wyprowadzeniach. Ważne jest aby przycisk wystawał nieco ponad obudowę.

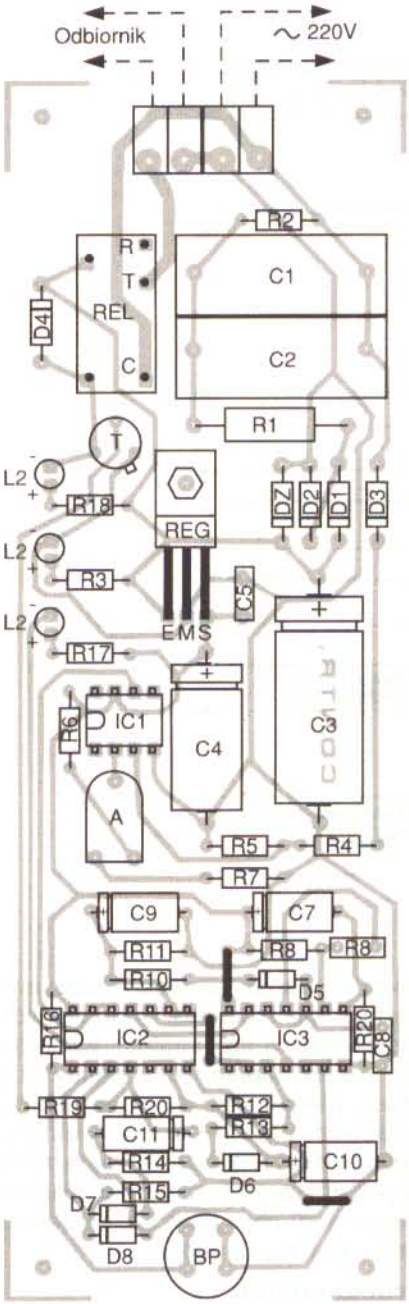
## Uruchomienie

Uruchomienie jest bardzo proste: polega na doregulowaniu poziomu napięcia, przy którym ma nastąpić otwarcie styków przekaźnika. Najprostszą metodą jest obliczenie właściwego napięcia wyjściowego potencjometru i doregulowanie go następnie przy pomocy miernika. Dla zastosowanych wartości rezystorów R4 i R5 napięcie to będzie

$$u = \sqrt{2} \cdot \frac{8,2}{478,2} \cdot U$$

przy napięciu granicznym sieci U. Uwaga: regulacja musi być wykonana pod napięciem, należy więc zachować ostrożność i użyć śrubokręta izolowanego koszulką izolacyjną.

**EP**




Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

## WYKAZ ELEMENTÓW

**Rezystory**

R1: 22Ω, 2W
R2: 1MΩ
R3, R17, R18: 1kΩ
R4: 470kΩ
R5: 8,2kΩ
R6: 22kΩ
R7, R8: 47kΩ
R9, R16: 10kΩ
R10: 4,7kΩ
R11: 100kΩ
R12: 33kΩ
R13: 3,3kΩ
R14, R15: 100kΩ
R19: 4,7kΩ
R20: 330kΩ
A: 100kΩ, potencjometr dostrojczy

**Kondensatory**

C1, C2: 1µF/400V
C3: 2200µF/16V, elektrolit
C4, C10: 100µF/10V, elektrolit
C5: 0,1µF, foliowy
C6: 0,47µF, foliowy
C7: 22µF/10V, elektrolit
C8: 1nF, foliowy
C9, C11: 4,7µF/10V, elektrolit

**Diody**

D1 do D4: 1N4004
D5 do D8: 1N4148 lub 1N914
L1: LED ϕ 3 zielona
L3: LED ϕ 3 żółta
L3: LED ϕ 3 czerwona
DZ: dioda Zenera 12V, 1,3W

**Tranzystory**

T: 2N1711 lub 2N1613, tranzystor NPN

**Układy scalone**

IC1: µA741, wzmacniacz operacyjny
IC2: CD4081, 4 bramki AND
IC3: CD4001, 4 bramki NOR

**Inne półprzewodniki**

STAB: 7809 stabilizator 9V

**Różne**

1 podstawka 8-końcówkowa
2 podstawki 14-końcówkowe
przyłącze poczwórne do przewodów, do wlutowania
przekaźnik 12V, styki 1kW
przycisk aktywny, 1 obwodowy, do wlutowania