

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA MIGACZY ELEKTRONICZNYCH DO ŚWIATEŁ OSTRZEGAWCZYCH

Streszczenie

W artykule określono wymagania techniczne dotyczące migaczy do zasilania migających świateł ostrzegawczych. Opisano rozwiązania migaczy elektronicznych do ledowych i żarówkowych źródeł światła, umożliwiających sterowanie światłami włączanymi jednocześnie lub na przemian. Przedstawiono także wyniki badań funkcjonalnych przeprowadzonych na układzie migacza do żarówkowych źródeł światła, umożliwiającym podgrzewanie żarówek po włączeniu napięcia zasilającego oraz w czasie pracy migacza, w celu wydłużenia ich trwałości.

WSTĘP

W wielu układach sygnalizacyjnych jest często konieczne wyświetlanie światła ostrzegawczego migającego. Przykładem mogą być światła kierunkowskazów i światła awaryjne w samochodach [2], światła na zaporach i sygnalizatorach drogowych na przejazdach kolejowych, lampki sygnalizacyjne na pulpitych nastawczych. Impulsowe napięcie zasilające jest uzyskiwane przez cykliczne przerywanie napięcia ciągłego zestykiem przekaźnika lub za pomocą klucza tyrystorowego lub tranzystorowego. Jako źródła światła są stosowane zarówno diody LED jak i żarówki.

1. WYMAGANIA

Proces projektowania urządzenia elektronicznego rozpoczyna się od ustalenia wymagań, jakie projektowane urządzenie musi spełniać. Formulowane wymagania są różne w zależności od rodzaju i przeznaczenia urządzenia. Wymagania techniczne dotyczące migaczy elektronicznych do sygnalizacji kolejowej, niezależnie od technologii ich wykonania, powinny określać:

- częstotliwość migania światła,
- czas świecenia światła i przerwy w świeceniu,
- znamionowe napięcie zasilające,
- zakres zmian napięcia zasilającego,
- maksymalny prąd obciążenia,
- warunki środowiskowe (klimatyczne, mechaniczne, kompatybilność elektromagnetyczna),
- niezawodność działania.

Zgodnie z Rozporządzeniem [8] częstotliwość migania światła powinna wynosić ok. 1 Hz, co daje 50-70 błysków/min. Przy wartości współczynnika wypełnienia wynoszącej 50% czas świecenia światła i przerwy w świeceniu będzie w przybliżeniu równy 0,5 s. Wartość znamionowego napięcia zasilającego wynosi 24 V DC. Napięcie to jest doprowadzane z baterii akumulatorów połączonych buforowo z prostownikiem. Jego dopuszczalne obniżenie i podwyższenie, przy którym musi być zapewniona prawidłowa praca migaczy nie przekracza -10% i $+10\%$ w stosunku do wartości napięcia znamionowego. Załączanie napięcia zasilającego może być realizowane zestykiem przekaźnika sterującego. Prąd obciążenia migaczy dobiera się odpowiednio do mocy zastosowanych źródeł światła. Na przykład przy włączeniu dwóch szeregowo połączonych żarówek na napięcie 12 V i mocy 24 W, prąd obciążenia będzie równy 2 A.

Wymagania środowiskowe zależą od czynników środowiskowych, na jakie są narażone migacze w czasie eksploatacji. Konkret-

ne wymagania klimatyczne, mechaniczne i elektryczne można znaleźć m. in. w zharmonizowanych dokumentach normalizacyjnych:

- EN 60721-3-0 Klasyfikacja warunków środowiskowych -- Część 3-0: Klasyfikacja grup czynników środowiskowych i ich ostrości – Wytyczne ogólne [6],
- EN 50125-3 Zastosowania kolejowe -- Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom -- Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji [5],
- EN 50121-4 Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 4: Emisja i odporność urządzeń sterowania ruchem kolejowym i urządzeń telekomunikacyjnych [4].

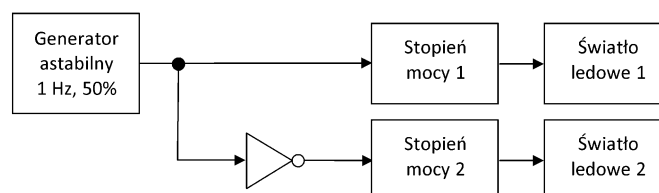
Migacze do świateł ostrzegawczych na przejazdach kolejowych powinny być przystosowane do pracy w pomieszczeniach niezabezpieczonych przed oddziaływaniem czynników atmosferycznych, ponieważ mogą być także umieszczone w napędach rogatkowych. Wymagania środowiskowe, jakie są stawiane urządzeniom eksploatowanym w pomieszczeniach niechronionych przed wpływem czynników środowiskowych są podane w normie EN 60721-3-4 [7].

Migacze są przeznaczone do pracy okresowej, tzn. rozpoczynają pracę w chwili wystąpienia zapotrzebowania na wykonanie realizowanego przez nie zadania. Jest przy tym wymagane, aby nie były one uszkodzone w momencie rozpoczęcia pracy i nie uległy uszkodzeniu w czasie realizacji zadania. A więc wymagania niezawodnościowe dla migaczy można określić jako prawdopodobieństwo wykonania zadania w czasie operacyjnym. W celu wyznaczenia tego prawdopodobieństwa można przyjąć, że jest ono równoważne prawdopodobieństwu, że migacz nie ulegnie w tym czasie uszkodzeniu [1]. Wymagania te można poszerzyć o dodatkowe wskaźniki niezawodności, jak np. trwałość.

Migacze powinny umożliwiać także sterowanie miniaturowym przekaźnikiem, co pozwoli je włączyć w obwody sterowania światłami zasilane napięciem stałym lub przemiennym.

2. MIGACZ DO LEDOWYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA

Schemat blokowy migacza elektronicznego do ledowych źródeł światła jest przedstawiony na rysunku 1.

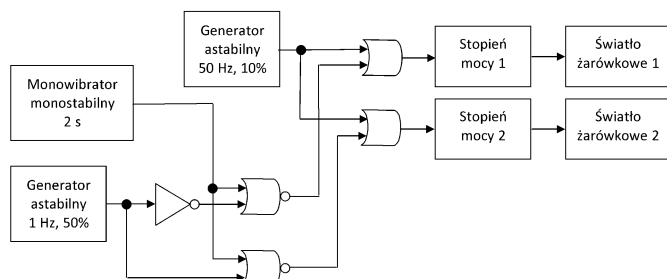


Rys. 1. Schemat blokowy migacza do ledowych źródeł światła

Migacz ten składa się z generatora astabilnego, dwóch stopni mocy, inwertera oraz zasilacza stabilizowanego (nie pokazany na rysunku). Generator astabilny, oparty na uniwersalnym układzie czasowym wytwarza przebieg prostokątny o częstotliwości 1 Hz i współczynniku wypełnienia 50%. Decyduje on o wartości czasu świecenia i długości przerwy w świeceniu światła. Stopnie mocy dostarczają odpowiedniego prądu do obciążenia. Ich wyjścia charakteryzują się dużym zakresem prądu i napięcia wyjściowego oraz małymi stratami mocy w stosunku do mocy dostarczonej do obciążenia. Zadaniem inwertera jest odwrócenie fazy sygnału wyjściowego generatora. Dzięki temu sygnał wysoki z wyjścia generatora jest doprowadzany do jednego stopnia mocy i jednocześnie sygnał niski do drugiego stopnia mocy, co powoduje miganie na przemian świateł podłączonych do migacza. Zasilacz stabilizowany dostosowuje napięcie zasilające do poziomu napięcia pracy generatora i zapewnia dobrą stabilność parametrów czasowych przebiegu wyjściowego generatora.

3. MIGACZ DO ŻARÓWKOWYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA

Rysunek 2 przedstawia schemat blokowy migacza elektronicznego do żarówkowych źródeł światła, będącego rozbudowaną wersją układu z rysunku 1. Migacz ten realizuje dodatkowo funkcję podgrzewania podłączonych żarówek w celu wydłużenia ich trwałości. Podgrzewanie żarówek jest realizowane zarówno po włączeniu napięcia zasilającego jak i w czasie pracy migacza. Polega ono na zasilaniu żarówek napięciem impulsowym. Duża częstotliwość powtarzania impulsów i mały współczynnik wypełnienia przebiegu zasilającego wykluczają bowiem możliwość przepływu dużego prądu występującego przy włączaniu zimnych żarówek. W opisywanym rozwiązaniu częstotliwość powtarzania impulsów jest stała i wynosi 50 Hz, a współczynnik wypełnienia jest równy 10%, co oznacza, że czas przepływu prądu przez żarówki wynosi zaledwie 2 ms, dzięki czemu nie jest widoczny efekt świetlny.



Rys. 2. Schemat blokowy migacza do żarówkowych źródeł światła

Sygnał wyjściowy generatora przebiegu prostokątnego o częstotliwości 50 Hz i współczynniku wypełnienia 10% jest podawany na jedno z wejść bramek sumy logicznej, na drugie wejście tych bramek są wprowadzane sygnały wyjściowe układu kluczującego, składającego się z dwóch bramek NAND i inwertera. Na wejście układu kluczującego są podawane sygnały wyjściowe multiwibratora monostabilnego oraz generatora przebiegu prostokątnego o częstotliwości 1 Hz i współczynniku wypełnienia 50%. Wyjścia bramek sumy sterują oddzielnymi stopniami mocy.

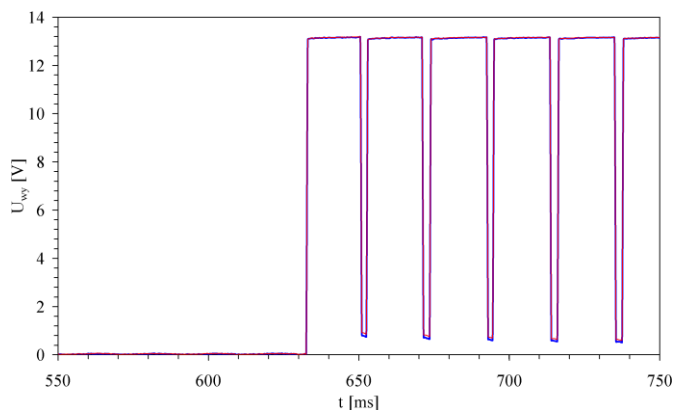
Po załączeniu napięcia zasilania, na wyjściu multiwibratora monostabilnego pojawia się impuls o długości ok. 2 s, wymuszający na obydwu wyjściach układu kluczującego stan niski. Długość tego impulsu można zmienić przez zmianę w układzie multiwibratora monostabilnego pojemności i rezystancji. Przy stanie niskim układu kluczującego, na wyjściach obu bramek sumy logicznej pojawi się przebieg prostokątny o częstotliwości 50 Hz i współczynniku wypełnienia 10%, powodujący przełączanie tranzystorów stopni mocy i w efekcie żarzenie włókien żarówek.

Natomiast w trakcie pracy migacza na wyjściach układu kluczującego występują przebiegi prostokątne o częstotliwości 1 Hz i współczynniku wypełnienia 50%, przesunięte w fazie względem siebie o kąt 180°. Dzięki temu przy impulsie pojawia się na wyjściu migacza stan niski, powodując świecenie światła, przy przerwie zaś – przebieg prostokątny o częstotliwości 50 Hz i współczynniku wypełnienia 10%, który podtrzymuje żarzenie żarówek. Odwrócenie fazy przebiegu prostokątnego o częstotliwości 1 Hz i współczynniku wypełnienia 50% następuje w inwerterze.

4. BADANIA MIGACZY

Poprawność przedstawionych rozwiązań migaczy sprawdzono w wyniku przeprowadzenia badań funkcjonalnych. Badania zostały przeprowadzone na układzie migacza do żarówkowych źródeł światła. W czasie prowadzonych badań każde z wyjść badanego migacza było obciążone żarówką na napięcie 12 V i mocy 24 W. Do zasilania migacza jak i żarówek wykorzystano zasilacz prądu stałego. Napięcie zasilające wynosiło 12 V. Przebiegi czasowe napięć na wyjściach migacza zarejestrowano za pomocą komputera klasy IBM PC zawierającego kartę pomiarową z przetwornikami analogowo-cyfrowymi o rozdzielczości 14 bitów. Kanały analogowe karty pomiarowej włączono między wyjściami migacza a masę. To oznacza, że przy włączonej żarówce na wyjściu migacza będzie stan niski, a po jej wyłączeniu – stan wysoki. Pomiary wykonano dla częstotliwości próbkowania 2 kS/s, tj. co 0,5 ms oraz liczby próbek 20 kS. Zakres pomiarowy napięcia wynosił $\pm 15V$.

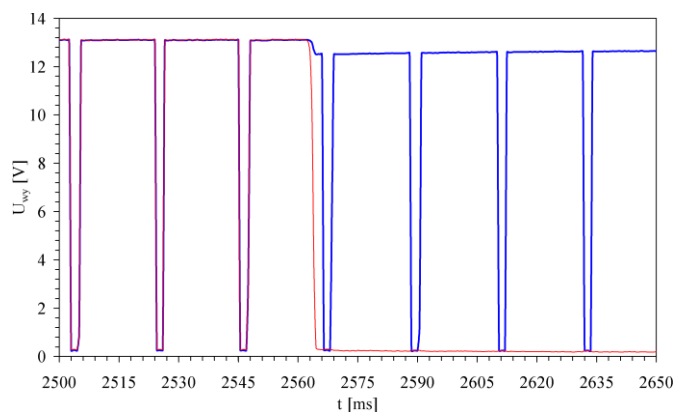
Przebiegi czasowe napięć na wyjściach migacza przedstawiono na rysunkach 3, 4 i 5. Rysunek 3 przedstawia przebiegi czasowe napięć po włączeniu napięcia zasilającego. Przez ok. 2 s na obu wyjściach migacza występuje przebieg prostokątny o częstotliwości ok. 50 Hz i wypełnieniu 10%. W tym czasie następuje podgrzanie żarówek, co powoduje ich żarzenie. Z rysunku tego widać, że przez ok. 18 ms występuje na wyjściach migacza impuls prostokątny odpowiadający przerwie w przepływie prądu przez żarówki, natomiast przez pozostałe 2 ms napięcie wyjściowe jest równe zero, co jest jednoznaczne z przepływem prądu przez żarówki.



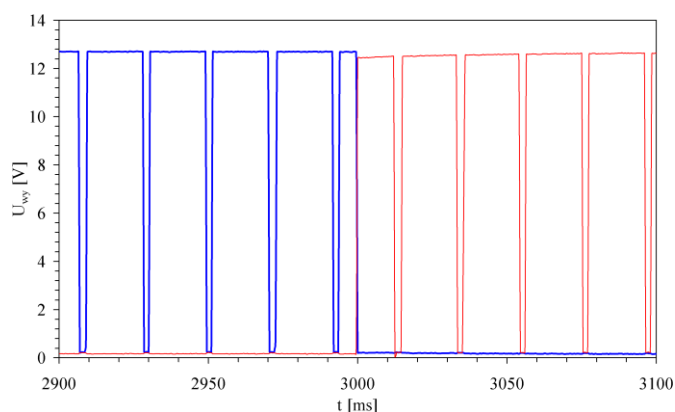
Rys. 3. Przebiegi czasowe napięć na wyjściach migacza do żarówek po włączeniu napięcia zasilającego

Na rysunku 4 przedstawiono przebiegi czasowe napięć na wyjściach migacza podczas jego pracy. Po upływie ok. 2 s, licząc od chwili włączenia napięcia zasilającego, jedna z żarówek zostaje włączona na ok. 0,5 s (przebieg czasowy oznaczony kolorem czerwonym), a druga będzie nadal podgrzewana.

Po upływie 0,5 s następuje zmiana stanu wyjść migacza na przeciwny, na skutek czego żarząca się dotąd żarówka rozbliśnie, a druga będzie się żarzyć (rys. 5). Proces powtarza się cyklicznie co 0,5 s.



Rys. 4. Przebiegi czasowe napięć na wyjściach migacza do żarówek podczas jego pracy



Rys. 5. Przebiegi czasowe napięć na wyjściach migacza do żarówek w czasie przełączania

ZAKOŃCZENIE

Opisane rozwiązania migaczy elektronicznych umożliwiają sterowanie światłami włączanymi jednocześnie lub na przemian. Dzięki zastosowaniu uniwersalnych układów czasowych [3] i stabilizatora napięcia migacze odznaczają się dużą stabilnością częstotliwości migania światła, czasu świecenia światła i przerwy w świeceniu. Oprócz tego napięcie zasilania migaczy (napięcie wejściowe stabilizatora) może się zmieniać w dość szerokim zakresie.

Migacz do ledowych źródeł światła można również zastosować do sterowania przekaźnikiem, umożliwiającym włączenie obwodów dużej mocy. W układzie migacza do żarówkowych źródeł światła, w celu zapobieżenia przedwczesnemu ich zużyciu, wprowadzono podgrzewanie żarówek po włączeniu napięcia zasilania jak i w czasie pracy migacza. Przy założonym współczynniku wypełnienia napięcia impulsowego do podgrzewania żarówek, trwałość żarówek można wydłużyć przez zwiększenie częstotliwości tego napięcia do 100 Hz.

Przedstawione rozwiązania migaczy elektronicznych mogą być wykorzystane do budowy urządzeń ostrzegawczych i alarmowych. Poprawność rozwiązań potwierdziły przeprowadzone badania funkcjonalne układu migacza do żarówkowych źródeł światła.

BIBLIOGRAFIA

1. Bartzak M., *Oszacowanie eksploatacyjnej niezawodności migacza do sygnalizacji przejazdowej*, Logistyka 3/2015.
2. Herner A., Riehl H.-J., *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 2007.

3. Pieńkos J., Turczyński J., *Układy scalone TTL w systemach cyfrowych*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 1986.
4. PN-EN 50121-4 *Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 4: Emisja i odporność na zakłócenia urządzeń sterowania ruchem kolejowym i urządzeń telekomunikacyjnych..*
5. PN-EN 50125-3 *Zastosowania kolejowe -- Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom -- Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji..*
6. PN-EN 60721-3-0 *Klasyfikacja warunków środowiskowych -- Część 3-0: Klasyfikacja grup czynników środowiskowych i ich ostrości -- Wytyczne ogólne.*
7. EN 60721-3-4 *Klasyfikacja warunków środowiskowych -- Część 3-4: Klasyfikacja grup czynników środowiskowych i ich ostrości -- Stacjonarne użytkowanie wyrobów w miejscach niechronionych przed wpływem czynników atmosferycznych..*
8. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie (Dz. U. z 1996 r Nr 33., poz. 144).

THE EXEMPLARY SOLUTIONS OF ELECTRONIC BLINKERS TO WARNING LIGHTS

Abstract

In the article there were defined the technical requirements for the blinkers to power of blinking warning lights. There were described the solutions of electronic lights to LED and bulb sources of light enabling light control simultaneously or alternately. There were also showed the results of functional studies carried on the blinker system to bulb sources of light, enabling the heating of the bulbs after turning on the power supply and during the work of blinker to increase their stability.

Autorzy:

dr inż. **Marek Bartzak** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki

dr inż. **Zbigniew Wolczyński** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Mechaniczny