

dr inż. Mirosław Dopiera
mgr inż. Grzegorz Barzyk
Zakład Elektrotechniki Przemysłowej, Politechnika Szczecińska

PEWNE ASPEKTY REGULACJI NISKONAPIĘCIOWYCH LAMP HALOGENOWYCH

Streszczenie W publikacji, w sposób zrozumiały dla osób eksploatujących niskonapięciowe lampy halogenowe lub tylko zainteresowanych wyborem niezawodnego oświetlenia do reprezentacyjnych pomieszczeń, zaprezentowano krótką ich charakterystykę, omówiono podstawowe układy regulacji oraz elementy ich konstrukcji i zastosowanie. Zwrócono uwagę na pewne problemy występujące przy ich regulacji. Omówiono napotkany w praktyce problem migotania światła w niektórych zakresach pracy urządzeń regulujących napięcie zasilania oraz przedstawiono jego rozwiązanie.

I. Wstęp

Niskonapięciowe lampy halogenowe, stały się w ostatnim dziesięcioleciu jednymi z chętniej stosowanych źródeł światła. Zastosowanie znalazły przede wszystkim do oświetlenia miejsc i pomieszczeń reprezentacyjnych typu: foyer, pasaż, pomieszczenia handlowe, wystawy, pomieszczenia biurowe i konferencyjne oraz jako oświetlenie akcentowe i dekoracyjne. To szerokie zastosowanie, wynika z właściwości, które odróżniają je od zwykłych lamp żarowych. Należą do nich:

- Większa skuteczność świetlna (25÷33 lm/W)
- Zwiększona żywotność (2000 h)
- Wyższa temperatura barwowa (3000÷3400 K, czego efektem jest przyjemne, stałe, białe światło)
- Mniejsze wymiary zewnętrzne (wewnętrzna objętość żarówki halogenowej jest w przybliżeniu 50÷150 razy mniejsza od objętości normalnej żarówki tej samej mocy)
- Trwały, odporny na wstrząsy żarnik
- Bańka ze szkła kwarcowego (trwalsza niż bańka ze zwykłego szkła)
- Możliwość szerokiej regulacji natężenia świecenia bez zmiany pozostałych parametrów

Cechy te, spowodowały, że pomimo względnie wysokiej ceny tych lamp, znalazły one uznanie w oczach nabywców i użytkowników. Celowym zatem wydaje się fakt, szerszego rozpatrzenia aspektów związanych z rzeczywistą pracą tego typu źródeł światła współpracą z osprzętem oraz zaobserwowanych podczas eksploatacji tych lamp - problemów.

II. Regulatory niskonapięciowych lamp halogenowych.

Podniesienie granicznej dopuszczalnej temperatury roboczej żarnika lampy halogenowej, umożliwiło wzrost strumienia świetlnego oraz skuteczności świetlnej. To, w konsekwencji sprawiło, że możliwym stała się realizacja konstrukcji lamp halogenowych zasilanych napięciem 12V. Dodatkową zaletą lamp niskonapięciowych okazała się nieograniczona możliwość ich ściemniania.

Zasilanie lamp niskim napięciem wymusiło jednakże zastosowanie tzw. elementu pośredniczącego, obniżającego napięcie, często również z przekształtnikiem regulującym wartość napięcia. Urządzenia stosowane do osiągnięcia powyższych celów, można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- urządzenia tylko obniżające napięcie
- urządzenia obniżające i regulujące napięcie

Spośród urządzeń należących do pierwszej z wymienionych grup wystarczy wymienić przede wszystkim:

- transformatory konwencjonalne,
- transformatory elektroniczne o stałym napięciu wyjściowym.

Do drugiej z wymienionych grup, należą transformatory elektroniczne z regulacją napięcia wyjściowego o różnych sposobach realizacji tego celu, tj.

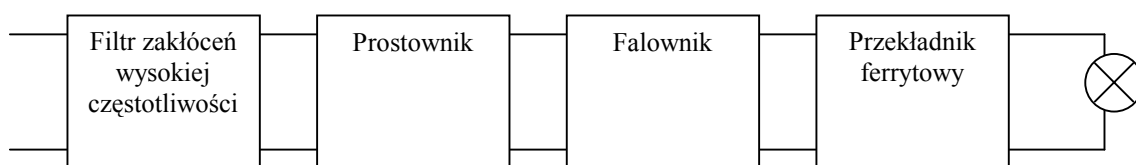
- z regulacją na początku fazy,
- z regulacją poprzez sterowanie wewnętrznym falownikiem,
- z regulacją za pomocą obcych układów sterujących

Transformatory konwencjonalne, często montowane są bezpośrednio przy lampach. W związku z tym, ich konstrukcja musi być zaprojektowana tak, by w maksymalny możliwy sposób ograniczała emisję powstających pól elektromagnetycznych. Problem ten, eliminuje się w praktyce poprzez nawijanie transformatorów w postaci toroidów.

Coraz częściej jednak, tradycyjne transformatory są wypierane przez transformatory elektroniczne. Są one bowiem znacznie lżejsze, zazwyczaj o mniejszych gabarytach. Dodatkowo, ponieważ zbudowane są z wielu elementów, można je umieszczać w obudowach o dowolnym kształcie. Najczęściej transformator elektroniczny składa się z czterech podstawowych członów:

1. tłumika zakłóceń wysokiej częstotliwości, którego celem jest doprowadzenie napięcia powstającego podczas wewnętrznej komutacji, a wysyłanego do sieci do poziomu określonego odpowiednimi normami
2. prostownika sieciowego pełnookresowego, który wytwarza wyprostowane przebiegi sinusoidalne (50Hz)
3. falownika wytwarzającego prostokątny przebieg napięcia wyjściowego o częstotliwości $20\div 50$ kHz,
4. wyjściowego przekładnika ferrytowego transformującego napięcie z falownika na napięcie znamionowe lampy.

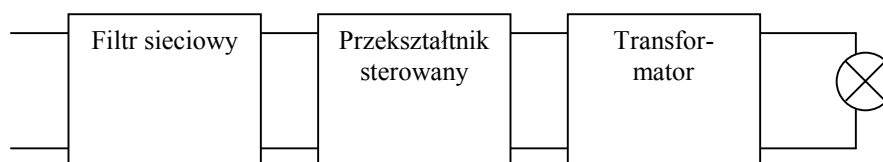
Poniżej przedstawiono schemat blokowy takiego transformatora:



Rys. 1 Blokowy schemat elektronicznego transformatora

Omówione transformatory, są wykorzystywane w tych przypadkach, gdy nie jest wymagana regulacja natężenia oświetlenia, a to z kolei ogranicza znacznie ich zastosowanie.

Znacznie szersze zastosowanie mają urządzenia zapewniające płynną regulację napięcia lub prądu zasilającego lampy. Najprostszy i najczęściej spotykanym spośród tej grupy regulatorów jest regulator o zmiennym początku fazy. Schemat blokowy takiego regulatora, przedstawia rys.2.

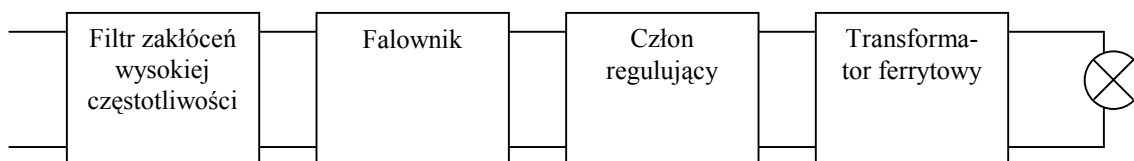


Rys. 2 Blokowy, funkcjonalny schemat regulatora napięcia wg zasady regulacji fazy początkowej.

Urządzenie takie, zbudowane jest z trzech członów:

- filtra sieciowego – którego zadaniem jest ograniczanie wartości wyższych harmonicznych napięcia
- przekształtnika sterowanego (najczęściej triaka) – mającego za zadanie regulację wartości skutecznej napięcia zasilania
- transformatora – obniżającego napięcie

Inną grupę, urządzeń regulujących napięcie stanowią regulatory z wewnętrznym falownikiem. Zasada ich działania polega na zmodulowaniu napięcia sieciowego (zwykle do częstotliwości rzędu 20÷50kHz). Takie zmodulowane napięcie może mieć różną częstotliwość zależną od wartości zadanej. Między falownikiem a transformatorem ferrytowym znajduje się człon regulujący. Zwykle jest nim cewka lub dławik. Jego impedancja jest zależna od częstotliwości napięcia, regulując tym samym napięcie na transformatorze, a pośrednio napięcie na lampie halogenowej. Schemat blokowy takiego urządzenia przedstawia rys. 3.



Rys. 3 Blokowy funkcjonalny schemat regulatora napięcia wg zasady falownika.

Układy ze zdalną regulacją za pomocą obcych układów sterujących wykraczają z przyczyn oczywistych poza dziedzinę omawianą w tym referacie i zostaną pominięte.

III. Właściwości regulatorów napięcia

1. Regulatory stałonapięciowe

Transformatory klasyczne, mają większe gabaryty oraz masę aniżeli transformatory elektroniczne, jednakże napięcie „dostarczone” do odbiornika nie zawiera wyższych harmonicznych, nie oddziałując w ten sposób na sieć. Natomiast transformatory elektroniczne, posiadają lepszą charakterystykę obciążenia. Pomimo złożoności budowy, ich cena jest niewiele wyższa niż cena transformatorów konwencjonalnych. Zasadniczą wadą jednak jest ich relatywnie znacznie wyższa zawodność (MTBF nieporównywalnie gorszy) i mniejsza żywotność niż klasycznych transformatorów. Nie bez znaczenia jest tu również cecha związana z rozpraszaniem pola elektromagnetycznego.

2. Regulatory zmiennonapięciowe

Regulatory działające w oparciu o regulację na początku fazy są proste w budowie, niezawodne, jednakże ich podstawową wadą jest oddawanie do sieci wyższych harmonicznych oraz pików przepięciowych, zwłaszcza przy kątach wysterowania bliskich 0° i 180° .

Regulatory, których działanie oparte jest na falowniku o zmiennej częstotliwości są najbardziej złożonymi z wyżej omówionych. Posiadają jednak szereg zalet jak np. regulacja częstotliwościowa w zakresie 1÷5 – umożliwia regulację strumienia światła w zakresie 1÷100%. Do sieci oddawana jest sinusoida o niewielkiej zawartości harmonicznych. Przy odłączonym regulatorze istnieje możliwość pełnego świecenia lampy.

IV. Wnioski

Na podstawie badań praktycznych układów oświetleniowych wyposażonych w niskonapięciowe lampy halogenowe, autorzy określili zakresy stosowalności poszczególnych, wyżej zaprezentowanych typów regulatorów napięcia.

Transformatory konwencjonalne, są często stosowane w instalacjach domowych, gdzie nie ma dużych jakościowych wymagań dotyczących regulacji natężenia oświetlenia. Ważną zaletę stanowi możliwość podłączania wielu odbiorników pod jeden transformator. Klasyczny transformator jest najprostszym, najbardziej niezawodnym urządzeniem, co często stanowi najważniejszy argument dla użytkownika.

Transformatory elektroniczne, zazwyczaj są wykorzystywane w przypadkach, gdy producent dostarcza lampy razem z regulatorami (cena). Należy pamiętać, że jeżeli odległość pomiędzy lampą a regulatorem będzie większa niż 2m, to przewód łączący te elementy będzie zachowywał się jak antena, emitując fale elektromagnetyczne w paśmie radiowym. Emisja ta

często może zakłócać pracę położonych w pobliżu urządzeń zawierających zestawy głośnikowe, telefony bezprzewodowe itp.

Ekranowanie przewodów może w znacznym stopniu ograniczyć emisję fal, lecz podraża to zasadniczo koszt urządzenia, a efektu działań nigdy nie można być pewnym.

Regulatory działające w oparciu o zmianę fazy początkowej, charakteryzują się dużą niezawodnością i prostotą budowy. Często są to dimery (ściemniacze) mające dołączone na wyjściu transformatory obniżające napięcie. Ich wadą jest odprowadzanie do sieci wyższych harmonicznych napięcia związanych z „obcinaniem sinusoidy” podczas regulacji. Osobnym problemem są „piki” pojawiające się podczas załączania elementów energoelektronicznych. Są one szczególnie duże przy bardzo małych i bardzo dużych kątach wysterowania (okolice 0° i 180°). Przy odpowiednio dużej mocy lamp halogenowych podłączonych do regulatora, efekt może być odczuwalny przez inne urządzenia znajdujące się w sieci.

Regulatory napięcia działające na zasadzie falownika o zmiennej częstotliwości wydają się być, pomimo swej złożoności, najlepszym układem, zwłaszcza, że reagują one nie tylko na wartość zadaną, ale kontrolują również wartość regulowaną. Jest to o tyle istotne, że przy napięciu tylko o 10% wyższym od znamionowego, życie lampy halogenowej skraca się aż o 65%. Wadę natomiast stanowi wysoka częstotliwość napięcia po stronie lampy i problemy które mogą wystąpić przy dużych odległościach między regulatorem i lampą.

Podsumowując, jeżeli lampy halogenowe nie wymagają regulacji napięcia i są one wyposażone w transformatory elektroniczne, to należy je montować możliwie blisko lamp. W sytuacjach, kiedy system oświetlenia jest modernizowany i nie ma możliwości umieszczenia regulatorów w pobliżu lamp, autorzy sugerują korzystanie z transformatorów konwencjonalnych. W przypadku regulatorów zmieniających napięcie zasilające lampy, najlepsze wydają się układy oparte na falowniku. Nie można ich natomiast stosować, podobnie jak w przypadku transformatorów elektronicznych, w przypadku, gdy odległość między regulatorem i lampą przekracza 2m. Wtedy, pomimo swych wad, najlepszym rozwiązaniem wydaje się być układ o regulacji fazy początkowej. Wyższe harmoniczne wytwarzane przez ten układ są niekorzystne dla sieci, ale nie emitują fal elektromagnetycznych w zakresie radiowym. Wyższe harmoniczne, można ograniczyć przez dodatkowe obwody wejściowe np. w postaci filtrów.

Osobnym problemem, jest zasilanie zespołów lamp halogenowych ze źródła trójfazowego. Należy wtedy uwzględnić wzajemne oddziaływanie regulatorów pracujących w różnych fazach, przesuniętych o 120° . Dotyczy to przede wszystkim układu z regulacją fazy początkowej. Autorzy, w trakcie badań doświadczalnych napotkali i przeanalizowali wadliwą pracę dużego zespołu niskonapięciowych lamp halogenowych zasilanych ze źródła trójfazowego. Zespół lamp oświetlał dużą salę konferencyjno-bankietową w jednym z najlepszych hoteli w Szczecinie. Wymiary sali (30 x 10m) oraz lokalizacja regulatorów w jednym miejscu (z dala od lamp) wymusiły zastosowanie regulatorów opartych na zmianie fazy początkowej. Każdy z regulatorów zasiliał około 100 lamp halogenowych. W każdej z trzech faz pracowały po 4 takie same regulatory. Tak zbudowany system powodował, że w każdym z regulatorów płynął prąd o natężeniu kilku amperów. System pracował wadliwie, gdyż przy wysterowaniu elementów energoelektronicznych w okolicy 0° i 180° następowało migotanie oświetlenia. Przyczyną tego były „piki” przepięciowe o bardzo dużej amplitudzie powstające przy załączaniu triaka w jednej z faz i przenoszone przez sieć do pozostałych faz, powodując niekontrolowane załączanie lamp zasilanych w innych fazach. Autorom po wielu próbach udało się usunąć wadliwość systemu. Wymagało to zastosowania specjalnych filtrów sieciowych o odpowiednio dobranych parametrach. Powyższy przykład dowodzi, że wybierając sposób regulacji napięcia zasilającego lampy halogenowe, należy zwrócić uwagę na wiele czynników, gdyż każdy z regulatorów ma w swym zakresie stosowania wiele ograniczeń, o których z reguły mówi się bardzo rzadko.

V. Literatura

1. Dąbczyński W; Filmowy i telewizyjny sprzęt oświetleniowy; WNT; W-wa 1992
2. Henderson S.T., Marsden A.M.; Lamps & Lighting; 2nd. Ed. E. Arnold Ltd.; London 1972
3. Tunia i inni; Układy energoelektroniczne; WNT; W-wa 1982
4. Katalogi sprzętu oświetleniowego różnych firm

VI. O Autorach

dr inż. Mirosław Dopiera (uk. studia 1984) – adiunkt w Zakładzie Elektrotechniki Przemysłowej Instytutu Elektrotechniki Politechniki Szczecińskiej; E-mail: dopiera@arcadia.tuniv.szczecin.pl

mgr inż. Grzegorz Barzyk (uk. studia. 1996) – asystent w Zakładzie Elektrotechniki Przemysłowej Instytutu Elektrotechniki Politechniki Szczecińskiej; E-mail: barzyk@arcadia.tuniv.szczecin.pl