

W EdW 5/98 w rubryce "Nowości, ciekawostki" pojawiła się informacja o nowych źródłach światła - świecących foliach. Obecnie takie foliowe lampy są dostępne także w naszym krsaju. Czytelnicy EdW mają niepowtarzalną okazję zapoznać się z tymi nowoczesnymi źródłami światła nie tylko z pomocą informacji zawartych w artykule, ale również osobiście.

Redakcja EdW, we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronowych, w ramach Klubu Konstruktorów, daje bezpłatnie do dyspozycji Czytelników EdW serię takich lamp. Czytelnicy, którzy chcieliby przeprowadzić stosowne eksperymenty powinni do 15 listopada 1999 nadesłać listy z propozycjami ich wykorzystania. Z uwagi na znaczną liczbę dostępnych próbek, lamp powinno starczyć dla wszystkich chętnych. Zapraszamy do eksperymentów!

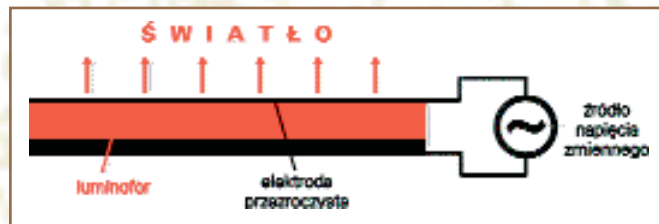


Lampy EL - świecące kondensatory

Efekt elektroluminescencji związków siarki i cynku został odkryty już w 1936 roku przez francuskiego uczonego Destriau. Efekt ten polega na emisji światła przez luminofor umieszczony w zmiennym polu elektrycznym. W latach 50., podejmowano intensywne próby uzyskania płaskich "lamp przyszłości", wykorzystujących to zjawisko. Próby zakończyły się niepowodzeniem głównie ze względu na niewielką trwałość takich lamp, a na dodatek wynalezione nieco później diody LED i lasery półprzewodnikowe na ponad dwadzieścia lat odwróciły uwagę naukowców od lamp elektroluminescencyjnych. Temat wrócił na tapetę dosłownie kilka lat temu, gdy wreszcie firma DuPont opracowała znacznie trwalsze luminofory, a na rynku potrzebne były energooszczędne i ekonomiczne źródła światła do podświetlania różnego rodzaju wyświetlaczy (LCD), klawiatur oraz telefonów komórkowych.

Pojawiły się lampy EL (EL to skrót od Electroluminescent). By uzyskać lampę elektroluminescencyjną, wystarczy umieścić luminofor między okładzinami kondensatora (w którym przy-

najmniej jedna elektroda będzie przezroczysta) i podłączyć przebieg zmienny o na-



Rys. 1 Lampa elektroluminescencyjna - świecący kondensator

pięciu 20...200V. Ilustruje to rysunek 1. Tym samym lampą EL jest w rzeczywistości świecący kondensator, i analogicznie do nazwy LED (Light Emitting Diode), znacznie bardziej stosowna byłaby nazwa LEC (Light Emitting Capacitor) i symbol, jak na rysunku 2. W literaturze dominuje nazwa *lampa EL* (EL lamp - Electroluminescent lamp). Obecnie daje się zauważyć

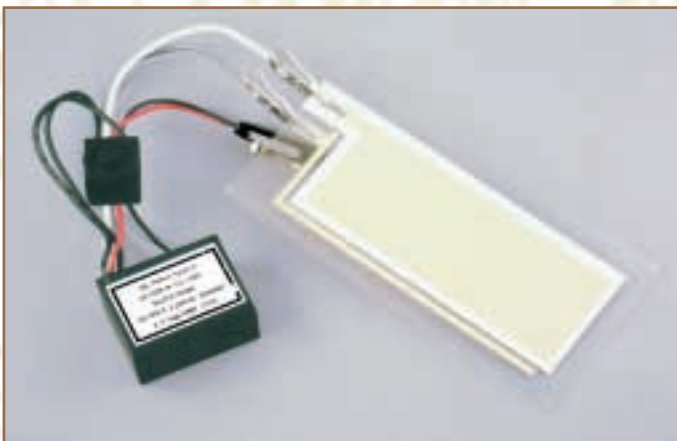


Rys. 2 Symbol lampy EL

bardzo duże zainteresowanie "świecącymi kondensatorami", między innymi z tego powodu, że opracowano proste technologie produkcji świecących folii o różnych kolorach, dowolnych kształtach i rozmiarach. W ten sposób końcowy wykonawca nie jest zdany na ofertę dostawcy, lecz we własnym zakresie wykonuje

świecące pola według swych potrzeb, wykorzystując znaną, tanią i powszechnie używaną technologię sitodrukową. Znany koncern DuPont, dostarcza wszystkich niezbędnych komponentów w postaci past. Dostępne są też odpowiednie folie na podłoże, a do tego pasty metalizacyjne na elektrody, luminofory o kilku kolorach oraz lakiery zabezpieczające. Łatwość wytwarzania lamp EL o dowolnych kształtach u końcowego producenta jest na tyle istotna, że rekompensuje istotną wadę opisywanych lamp - konieczność zasilania ich napięciem zmiennym 100...200V i częstotliwości kilkuset herców.

Lampy elektroluminescencyjne wzbudzają obecnie ogromne zainteresowanie konstruktorów na całym świecie. Oprócz komponentów do ich produkcji, na rynku pojawiły się układy scalone przeznaczone do wytwarzania potrzebnego napięcia sterującego. W naszym kraju próby wykonywania lamp EL podjął Instytut Technologii Materiałów Elektronowych (ITME) w Zakładzie Past. **Fotografia 1** pokazuje jeden z wytworzonych tam prototypów. Jak widać, lampy EL to w rzeczywistości kawałki folii, z naniesionymi warstwami luminoforu, okładzin i zabezpieczenia. **Fotografia 2** przed-



Fot. 1. Lampa EL z ITME

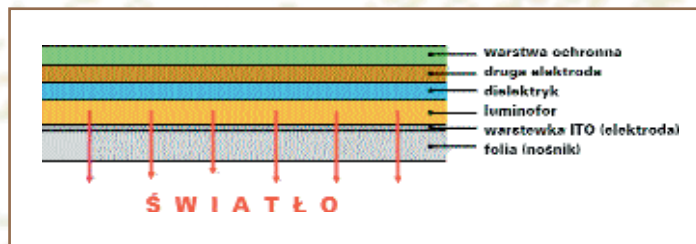


Fot. 2. Sterowniki lamp EL

stawia dwa sterowniki, jeden importowany, drugi wykonany w kraju. Układy te zamieniają napięcie 9-woltowej baterii na przebieg zmienny do sterowania lamp.

W ramach Klubu Konstruktorów do dyspozycji Czytelników EdW przekazano lampy (świecące kondensatory) podobne do tych z fotografii 1 i 2.

Temat lamp EL jest obecnie bardzo popularny, wielu Czytelników zechce wykorzystać takie świecące folie, dlatego w dalszej części artykułu zostaną omówione kolejne istotne szczegóły.



Rys. 3 Budowa foliowej lampy EL

Odmiany

Większość lamp EL budowana jest na bazie przezroczystej folii ze sztucznego tworzywa. Szczegóły budowy pokazuje **rysunek 3**.

Na folię naparowana jest cieniutka, dobrze przewodząca prąd i przezroczysta warstewka materiału oznaczonego ITO (Indium Tin Oxide; tlenek cynowo-indowy). Na nią nałożony jest luminofor oraz właściwy dielektryk. Dopiero na to położona jest warstwa przewodząca, stanowiąca drugą okładkę kondensatora oraz warstwa zabezpieczająca (lakier).

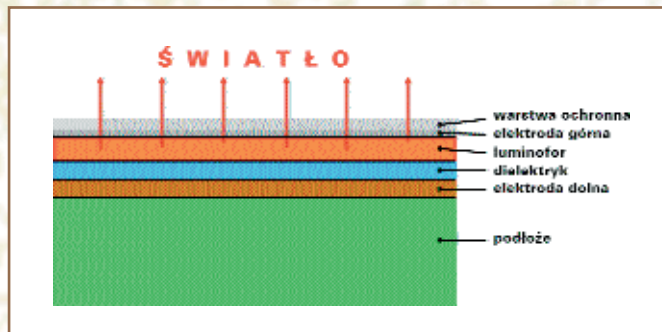
Przy takiej konstrukcji światło wydostaje się przez przezroczyste warstwy ITO oraz folii.

Wykonanie tego typu lampy EL polega na nałożeniu metodą sitodruku warstw luminoforu, dielektryka, drugiej okładki oraz zabezpieczenia na folię pokrytą fabrycznie warstwą ITO. Grubość gotowej lampy zależy głównie od grubości folii nośnej i wynosi 0,3...0,8mm. Uzyskiwane wymiary pól świecących sięgają 100x30cm, przy czym na jednej folii można nanieść obszary świecące w różnych kolorach i o dowolnych kształtach. Poszczególne fragmenty mogą być sterowane oddzielnie. Pole świecące, napis lub logo mogą się pojawiać i znikać, albo też migać

w dowolnym rytmie. Przez dobranie odpowiednich kształtów pól świecących oraz nieprzezroczystych masek można uzyskać różne, interesujące efekty.

Opisaną metodą można również wykonać lampy EL na szkłe lub innych przezroczystych materiałach. Można również zastąpić folie wykonane z przewodzącego, przezroczystego tworzywa, jednak są one drogie i mają słabe właściwości przewodzące, co uniemożliwia uzyskanie lamp o większych wymiarach.

Inny sposób pozwala wykonać lampę EL na praktycznie dowolnym podłożu. W tym wypadku na dowolne stałe podłoże należy kolejno nanieść: jedną okładkę kondensatora, dielektryk, luminofor, cieniutką, przezroczystą drugą elektrodę i przezroczystą warstewkę ochronną. Ilustruje to **rysunek 4**. Choć sposób ten wydaje się znacznie bardziej interesujący, bo pozwala nanosić świecące warstwy na dowolne (nieprzezroczyste) przedmioty, w praktyce jest znacznie gorszy. Głównie chodzi o to, że znacznie trudniej jest uzyskać drugą elektrodę kondensatora oraz warstewkę ochronną o dobrej przezroczystości. Przy dostępnych obecnie środkach i sposobach w tych dwóch warstwach traci się do 50% wytworzonego światła, czyli dużo więcej, niż w przypadku folii z fabrycznie naniesioną warstwą ITO. Na dodatek ta druga elektroda ma dużą rezystancję, co



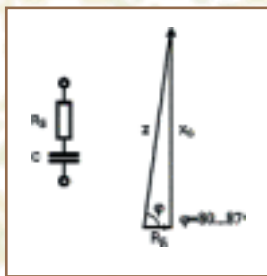
Rys. 4 Inna wersja lampy

utrudnia wykonanie dużych powierzchni świejących równomiernie.

Z podanych względów obecnie dominują lampy EL zbudowane wg rysunku 3.

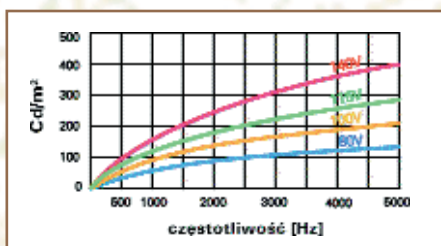
Parametry techniczne

Jak wspomniano, lampa EL jest w rzeczywistości kondensatorem. Pojemność takiego kondensatora wynosi mniej więcej 0,2...0,6nF/cm². Przy zmianach pola elektrycznego przez kondensator płynie prąd. Jak wiadomo, w idealnym kondensatorze dzięki przesunięciu fazy między prądem a napięciem, nie wydziela się żadna moc - kondensator na przemian magazynuje energię i ją oddaje. Nie ma żadnych strat, ani wydzielania ciepła. W tym wypadku kryształy luminoforu pobudzone są do świecenia. Część energii zamienia się na światło, a tym samym kondensator nie jest idealny, wykazuje znaczną rezystancję szeregową. Jego schemat zastępczy i impedancja wyglądają mniej więcej tak, jak na **rysunku 5**. Na rezystancję szeregową składają się, oprócz emisji światła, także szkodliwe rezystancje doprowadzeń i cieniutkich elektrod. W sumie szacunkowa rezystancja szeregową wynosi około 100kΩcm². Reaktancja pojemnościowa wynosi $X_c = 1 / 2fC$.



Rys. 5 Schemat zastępczy i impedancja

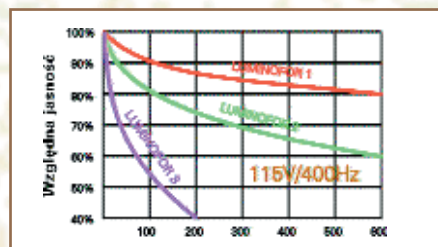
Jasność świecenia lampy zależna jest od natężenia płynącego prądu, czyli od napięcia zasilania (zmiennego) oraz częstotliwości. Czym większa częstotliwość i większe napięcie, tym lampa świeci jaśniej. Zależność jasności (wyrażonej w kandelach na metr kwadratowy) od napięcia i częstotliwości dla przykładowej lampy pokazana jest na **rysunku 6**. Dane z tego rysunku nie świadczą jednak, że należy pracować przy jak największych częstotliwościach. Okazuje się, że wraz ze wzrostem częstotliwości maleje ogólna sprawność przetwarzania. Właśnie z tego względu w praktyce stosuje się częstotliwość około 400Hz, która przy na-



Rys. 6 Zależność jasności od napięcia i częstotliwości

pięciu skutecznym 110...120V pozwala uzyskać wystarczającą jasność świecenia przy zachowaniu dobrej sprawności. W każdym przypadku moc pobierana i zużywana jest bardzo mała. Lampy EL praktycznie się nie grzeją.

Należy tu dodać, że produkowane współcześnie lampy EL nie dają zbyt dużo światła. Na pewno nie jest to więc cudowne źródło intensywnego światła o sprawności bliskiej 100%, pozwalające zastąpić dzisiejsze żarówki i jarzeniówki. Kolor emitowanego światła zależy od użytego luminoforu. Niektóre rodzaje luminoforów wykazują nieoczekiwane zjawisko - barwa światła zauważalnie zmienia się wraz ze wzrostem częstotliwości. Nie jest to wadą, poza tym nie wszystkie luminofory się tak zachowują. Inną niekorzystną właściwością wszystkich luminoforów jest zmniejszanie się z upływem czasu sprawności przetwarzania energii elektrycznej na światło. Choć współczesne luminofory można określić mianem długowiecznych, efekt starzenia występuje w zauważalnym stopniu. **Rysunek 7** pokazuje przebieg względnych zmian jasności z upływem czasu dla trzech rodzajów luminoforu. Jak wskazują zaznaczone krzywe, w każdym wypadku należy liczyć się ze zmniejszeniem jasności do 50% pierwotnej wartości po kilkuset godzinach pracy.



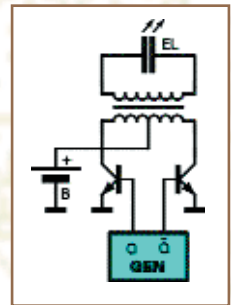
Rys. 7 Spadek jasności w funkcji czasu

Sterowanie

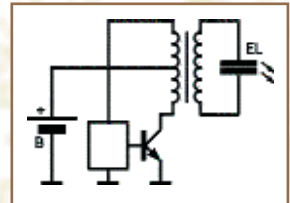
Minimalna wartość napięcia, przy którym lampa zaczyna świecić to 20V (napięcia skutecznego). W praktyce najczęściej steruje się lampę przebiegami 115V, 400Hz, przy czym dopuszczalny zakres wynosi 20...200V, 200...3000Hz. Do wytwarzania potrzebnego napięcia sterującego wykorzystuje się różnorodne przetwornice. **Rysunek 8** pokazuje

przetwornicę przeciwsobną ze sterowaniem zewnętrznym.

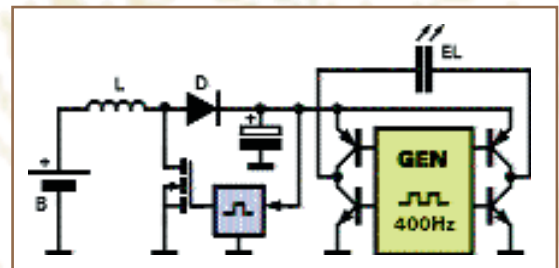
Rysunek 9 pokazuje bardzo popularną przed laty, prostą przetwornicę samowzbudną. Z kolei **rysunek 10** przedstawia jedno z bardziej zaawansowanych rozwiązań - połączenie przetwornicy zaporowej DC/DC wytwarzającej podwyższone napięcie oraz mostka tranzystorowego służącego do wytworzenia przebiegu



Rys. 8 Przetwornica przeciwsobna obcowzbudna



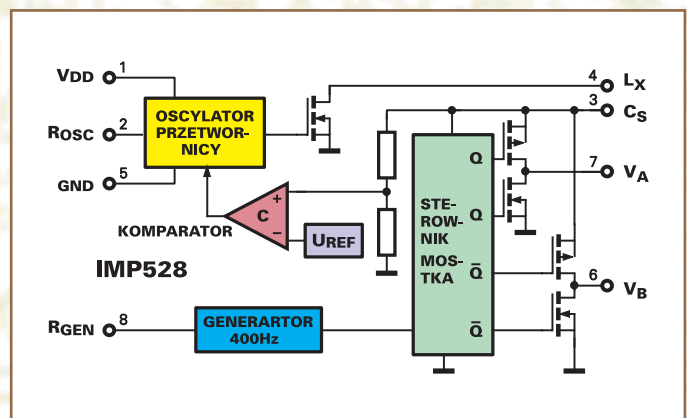
Rys. 9 Przetwornica samowzbudna



Rys. 10 Sterownik z przetwornicą zaporową i "siekaczem" mostkowym

przemienne. Dopiero takie rozwiązanie pozwala w prosty sposób kontrolować jasność świecenia przez zmianę napięcia i częstotliwości. Kilka firm już produkuje wysokonapięciowe układy scalone, umożliwiające budowę prostych sterowników lamp EL.

Na **rysunku 11** pokazano budowę wewnętrznej układu IMP528, amerykańskiej firmy IMP Inc. Na **rysunku 11** łatwo doszukać się bloków pokazanych na **rysunku 10**. Cały sterownik, zawierający kostkę IMP528 w obudowie SO-8 (SMD) i kilka elemen-



Rys. 11 Schemat wewnętrzny układu IMP528

Klub Konstruktorów

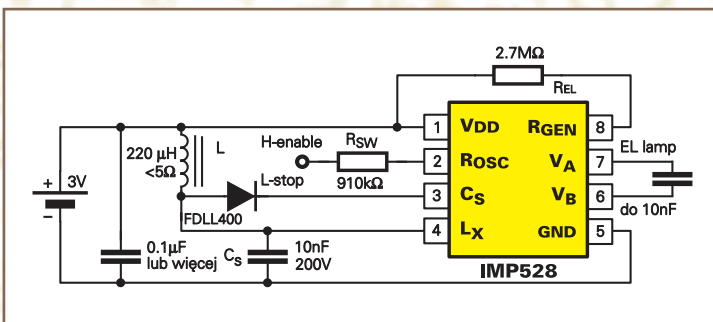
tów (SMD), można łatwo zbudować na małej płytce według schematu z rysunku 12. Sterownik lampy EL nie musi mieć dużej mocy. Potrzebne jest tylko duże napięcie, natomiast prąd jest rzędu ułamków miliampera, a moc pobierana przez lampę wynosi kilka miliwatów.

Jak się łatwo zorientować, budowa sterownika lamp EL według schematu z rysunku 10 nie jest skomplikowana, i podobny układ o mocy kilku czy nawet kilkudziesięciu miliwatów można wykonać samodzielnie, bez kostki IMP, z użyciem nieco większych elementów, popularnych tranzystorów (wysokonapięciowych) i układów scalonych. Ze względów bezpieczeństwa, **lampy EL w żadnym wypadku nie powinny być zasilane bezpośrednio z sieci**



gadgets. Świejące folie pozwalają uzyskać wspaniałe efekty artystyczne i bywają używane podczas inscenizacji teatralnych i występów estradowych. Niektóre przykłady zastosowania pokazano na fotografiach.

Podjęto też pierwsze udane próby wykorzystania lamp EL do budowy dużych wskaźników siedmiosegmentowych. Doniesiono również o zbudowaniu czujnika przesunięcia.



Rys. 12 Podstawowa aplikacja układu IMP528

220V 50Hz, ani też za pośrednictwem sterowników nie posiadających odpowiedniej izolacji od tej sieci.

Zakres zastosowań

Choć dostępne obecnie lampy EL nie zastąpią w najbliższym czasie żarówek i świetlówek, już teraz są wykorzystywane w najróżniejszych dziedzinach. Można je spotkać w telekomunikacji ruchomej, w zastosowaniach medycznych, militarnych, przemysłowych. Coraz częściej spotyka się podświetlanie lampami EL klawiatur i wyświetlaczy LCD (telefony, pagery, urządzenia Hi-Fi, odbiorniki samochodowe, komputery). Z użyciem tych lamp coraz częściej budowane są tablice informacyjne, reklamowe, promocyjne, znaki drogowe, znaki (tablice) ewakuacyjne, panele wystawowe i elementy dekoracyjne. W lampy EL wyposażone bywają zegarki, gry elektroniczne, zabawki i inne



gadgets. Ruchoma przesłona zasilania fragment świecącego pola. Umieszczony naprzeciwko fotoelement mierzyci ilość docierającego doń światła - czym przesłona



wsunięta głębiej, tym mniej światła dociera do fotoelementu. Sygnałem wyjściowym jest prąd fotoelementu, zależny od pozycji przesłony.

Należy się spodziewać, że zakres zastosowań będzie stale rósł, a sterowniki do tych lamp staną się popularne, tanie i będą powszechnie dostępne. Niewątpliwie także niezawodni Czytelnicy EdW zaproponują szereg interesujących, w tym nietypowych zastosowań lamp EL.

Osoby, które chciałyby bezpłatnie otrzymać w ramach Klubu Konstruktorów próbki takich lamp, powinny do 15 listopada 1999 nadesłać swoje zgłoszenie na adres: Redakcja EdW, ul. Burska 9, 01-939 Warszawa.

Otrzymanie bezpłatnej próbki nie powoduje żadnych zobowiązań względem Redakcji. Mile widziane są późniejsze listy z opisem przeprowadzonych doświadczeń, ewentualnych porażek oraz wnioskami. Przy okazji Redakcja EdW dziękuje za takie listy od osób, które w przeszłości otrzymały różne próbki w ramach Klubu (czujniki przyspieszenia, lasery, wzmacniacze D, itp.) a potem napisały do Redakcji o zastosowaniu tych elementów.

(red)

Dodatkowych informacji na temat możliwości produkcji lamp EL o dowolnych kształtach i różnych kolorach, udziela dr Selim Achmatowicz z Instytutu Technologii Materiałów Elektronowych ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, tel. (0-22) 835-30-41 w. 457, fax (0-22) 834-90-03, e-mail: achmat_s@wa.onet.pl, achmat_s@sp.itme.edn.pl Informacje techniczne na temat układu IMP528 i podobnych można ściągnąć spod adresu www.impweb.com Kartę katalogową IMP528 można też ściągnąć z redakcyjnej strony internetowej EdW (www.avt.com.pl/avt/edw/). O możliwości zakupu układów IMP należy pytać w firmie WG Electronic - Warszawa, tel. (0-22) 621-77-04, (0-22) 629-57-58, fax (0-22) 628-48-50, e-mail: wghte@polbox.pl