

# Magiczne oczko

„Magiczne oczko” to lampa, która przeżywa swój renesans. To nietuzinkowy element mający wiele zalet: ożywia bezduszne dotychczas urządzenie, nadaje mu ciekawy wygląd, a funkcjonalnie jest to wskaźnik, który nie ma żadnej bezwładności mechanicznej. Trudno też nie przyznać, że nawet współcześnie dzięki swojej „naturze analogowej” wygląda o wiele lepiej, niż wskaźnik zbudowany z diod LED.

Elektronowe wskaźnikiysterowania (dostrojenia) zaczęto stosować na początku lat 30 ubiegłego wieku w Niemczech. Były one wykorzystywane do wizualizacji dokładnego dostrojenia odbiornika radiowego do nadajnika stacji radiowej. Innym celem, o którym jednak w środowisku technicznym nie wspomiano, była próba podniesienia sprzedaży radioodbiorników poprzez zaoferowanie nowych aparatów radiowych, które nie tylko umożliwiały odbiór audycji, ale i były „ożywione” pięknym i dotychczas nieznanym urządzeniem z poruszającym się świecącym segmentem, o położeniu zależnym od poziomu sygnału odbieranej stacji radiowej. To w dosłownym sensie ożywiało odbiornik. Dziś powiedzielibyśmy, że był to „chwyt marketingowy”, ponieważ fakt dostrojenia odbiornika przecież łatwo stwierdzić za pomocą słuchu. Niemniej twórcom nowej lampy elektronowej tzw. „magicznego oczka” udało się zafascynować użytkowników na całe dziesięciolecie.

## Co dostępne w handlu?

Protoplastą tego kierunku w elektronice lampowej była firma Philips. Pierwszy wskaźnikysterowania EM1 był wykonany w kształcie lampy w szklanej obudowie. Wewnątrz umieszczono okrągły ekran stożkowy o średnicy 23 mm, na którym był wyświetlony krzyż maltański w kolorze zielonym. W zależności od poziomu sygnału podawanego na wskaźnik napięcia, zmieniła się szerokość ramion krzyża (rysunek 1). Ten

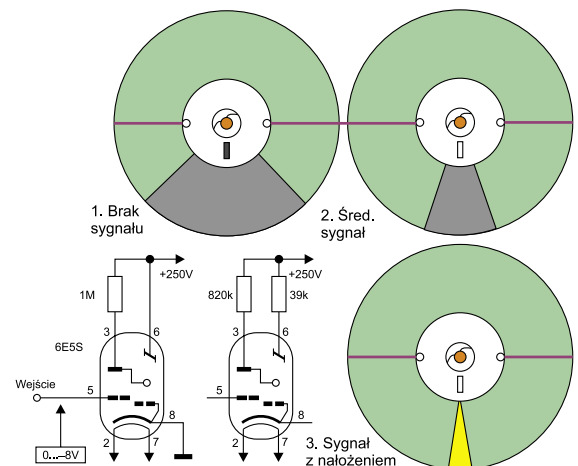
widok dosłownie oczarowywał i dlatego lampę nazwano „magic eye” – magiczne oko.

Uproszczoną wersję tego wskaźnika z jednym zmieniającym się segmentem wytwarzała amerykańska firma RCA pod oznaczeniem 6E5. W ZSSR, w połowie lat 30, rozpoczęto produkcję lampy elektronowej 6E5 z użyciem amerykańskiego wyposażenia – później otrzymała ona nazwę 6E5S (rysunek 2). Właśnie w ten wskaźnik były wyposażone były wszystkie radzieckie radioodbiorniki wyższej i średniej klasy. Przez dłuższy czas wskaźnikysterowania 6E5S pozostawał jedynym dostępnym i produkowanym w ZSRR. Chęć urozmaicenia sposobów obrazowania poziomu sygnału był przyczyną opracowania nowych układów pracy lampy, między innymi zastosowano dodatkowy rezystor w obwodzie ekranu, który powodował nakładanie się świecących segmentów przy wysokim poziomie sygnału wejściowego, co podwyższało jasność w obszarze nakładania się „listków”. Ten efekt we wczesnych latach rozwoju jednego z kierunków radioamatorstwa nawet znalazł swój odzwierciedlenie w żargonie krótkofalarskim: gdy operator chciał podkreślić, że radiostacja korespondenta słyszalna jest bardzo głośno, to jej operator mówił „odbieram cię z nakładem”.

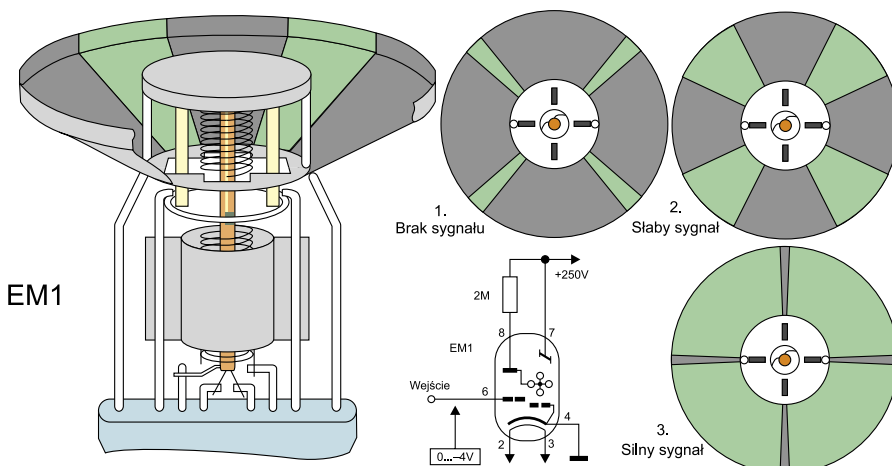
**Uwaga:** współczesne, graficzne przedstawienie tych wskaźników „magiczne oko” jest zbyt uproszczone i nie odzwierciedla zasady funkcjonowania tej lampy, dlatego w artykule zastosowano symbole z lat 50.

Lampa podobna do amerykańskiej 6E5 była również produkowana w Europie pod oznaczeniem EM71 (rysunek 3). Jednak tu zwiększono średnicę jej ekranu do 25,4 mm, przesunęło przesłonę względem centrum powiększając w ten sposób powierzchnię przeznaczoną do wizualizacji świecących segmentów. Otrzymano w ten sposób bardzo udaną i estetyczną konstrukcję. Zmieniono również charakterystykę w taki sposób, aby miała ona kształt logarytmiczny.

Prażnienie otrzymania powiększonej skali wskaźnika poziomu sygnałów doprowadziło do opracowania dwustrefowego wskaźnika EM4 mającego dwie pary segmentów o różnej czu-



Rysunek 2. Produkowany w ZSRR wskaźnik 6E5S



Rysunek 1. Wskaźnik EM1



www.bertibenis.it

łości. Podczas, gdy bardziej czuła para segmentów (część górna na **rysunku 4**) jest już całkowicie „zamknięta” (listki schodzą się), świecą ce listki drugiej pary segmentów (część dolna rys. 4) zaprojektowanej w celu wizualizacji silnego sygnału, dopiero zaczynają się schodzić. Faktycznie, w tym wskaźniku są jakby umieszczone dwie lampy elektronowe 6E5S różniące się czułością.

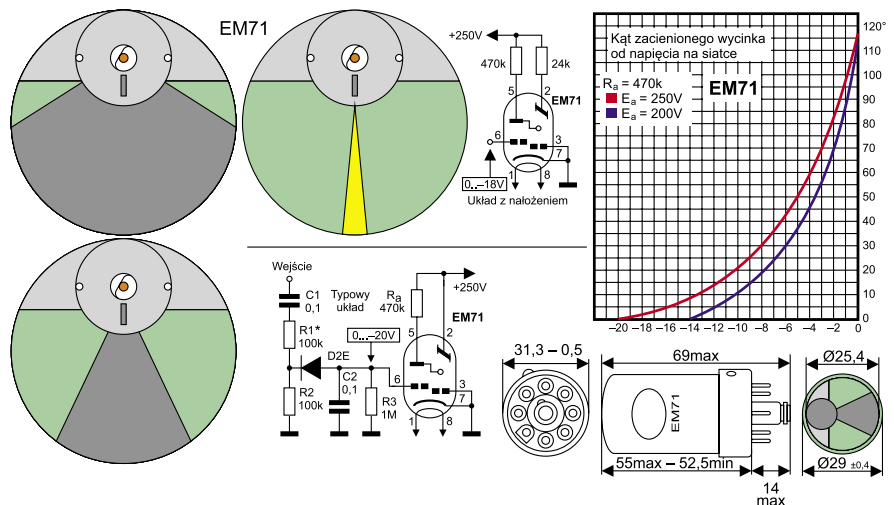
Kolejną wersją rozwojową okrągłego „magicznego oka” był podwójny, dwustrefowy wskaźnik EM11 (**rysunek 5**), w którym obraz na ekranie przy braku sygnału jest taki sam, jak i w wypadku EM1. Jednak w odróżnieniu od niego ta lampa nie ma dwóch par segmentów o jednakowej czułości ale dwie skrzyżowane pary segmentów o różnej czułości.

**Zasada działania**

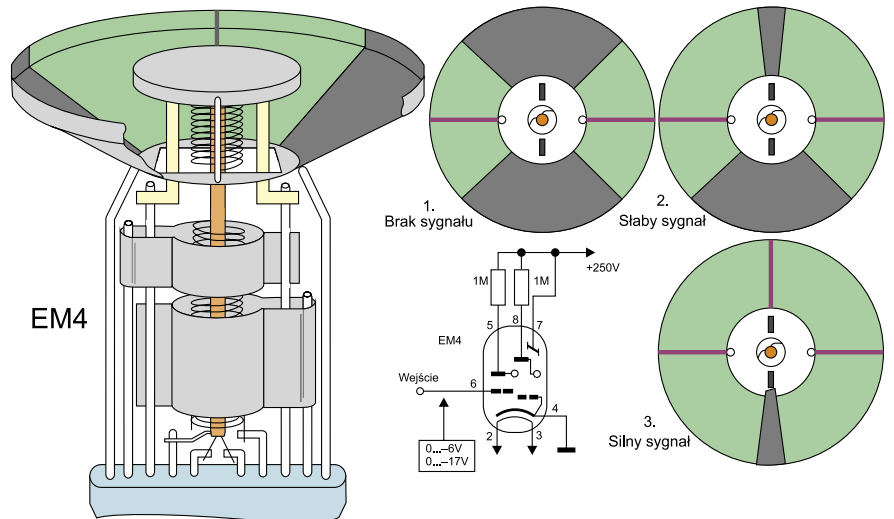
Zasadę działania „magicznego oka” wyjaśnimy na przykładzie lampy 6E5S, ponieważ jej konstrukcja jest najprostsza. Rozmieszczenie elektrod oraz ich nazwy pokazano na **rysunku 6**. Lampa 6E5S jest podwójna i składa się z triody i właściwego wskaźnika wysterowania ze wspólną katodą dla obu wewnętrznych lamp. Ekran stożkowy wskaźnika od strony wewnętrznej jest pokryty drobnym, sproszkowanym krzemianem cynku (willemit) – minerału świecącego jaskrawozielonym światłem podczas bombardowania go strumieniem elektronów. Dzięki obecności siatki katodowej zakrywającej katodę w sąsiedztwie ekranu, przyspieszające pole elektryczne nie działa na ładunek przestrzenny obłoku elektronów dookoła katody, co jest zabezpieczeniem stałej jasności świecenia ekranu przy zmianie napięcia na elektrodzie odchylającej. Oprócz tego, powierzchnia katody jest chroniona od wyrwania z niej elektronów i od bombardowania jonami szczątkowymi. Sprzyja to długotrwałej eksploatacji lampy. W stanie spoczynkowym, gdy na siatce triody sterujące potencjał wynosi 0, prąd anody jest maksymalny (220  $\mu$ A), a na rezystorze anodowym występuje maksymalny spadek napięcia i napięcie na anodzie wynosi około 30 V. Ponieważ ekran jest dołączony do napięcia 250 V, to względem niego elektroda odchylająca, która jest połączona z anodą triody, ma potencjał ujemny wynoszący 220 V. Powoduje on odpychanie strumienia elektronów. W ten sposób, z lewej i z prawej strony elektrody odchylającej utworzy się strefa cienia, ponieważ tam nie dociera strumień elektronów. W związku z tym, że świecenie ekranu jest wywoływane przez strumień elektronów, to na ekranie tworzy się cień. Stosunek wielkości elektrod i ich potencjały są tak dobrane, aby zacieniony wycinek ekranu przy nieobecności sygnału na siatce wskaźnika wysterowania, wynosił 80...90°.

Przy podaniu na siatkę triody sygnału o potencjale ujemnym, prąd anody triody zmniejsza się, co wywołuje odpowiednie zmniejszenie się spadku napięcia na rezystorze obciążenia anody. Prowadzi to do wzrostu potencjału anody i połączonej z nim elektrody odchylającej, co wywołuje zmniejszenie się modułu ujemnego potencjału elektrody odchylającej względem

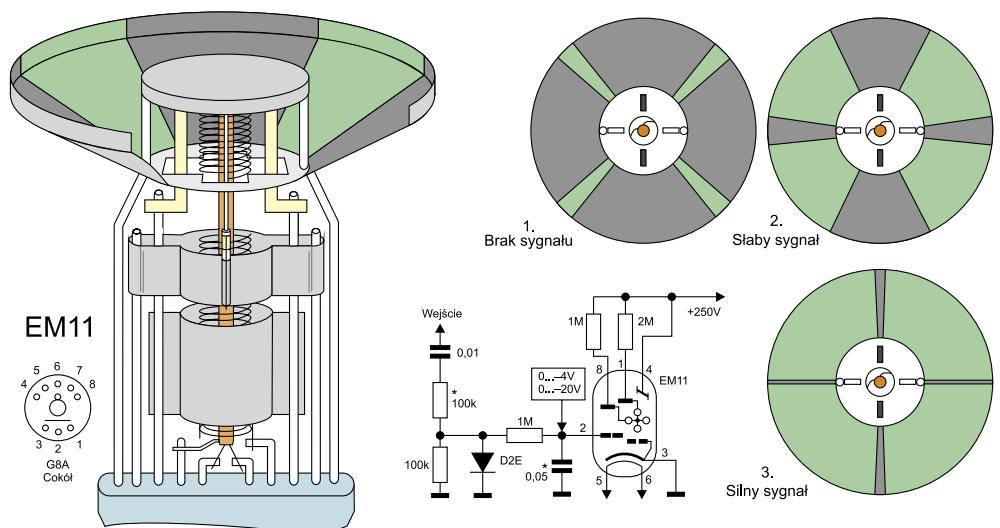
ekranu. Odpychające działanie elektrody na strumień elektronów zmniejsza się i zacieniony wycinek zwęża się. Charakter zależności kąta zacienionego wycinka od napięcia na siatce przypomina anodowo – sieciową charakterystykę triody. Przy zbliżaniu się napięcia siatki do punktu zatykania lampy, stromość charakterystyki triody zmniejsza się i ma miejsce natu-



**Rysunek 3. Wskaźnik EM71**



**Rysunek 4. Wskaźnik EM4**

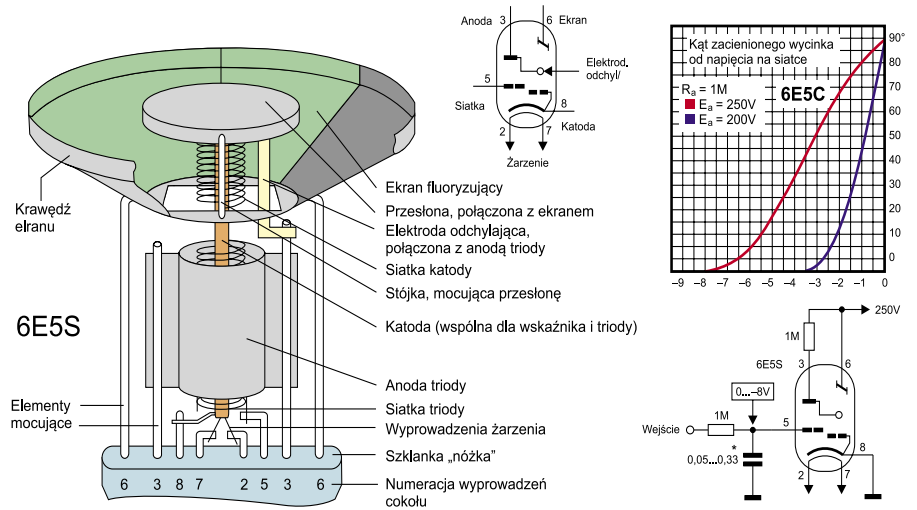


**Rysunek 5. Wskaźnik EM11**

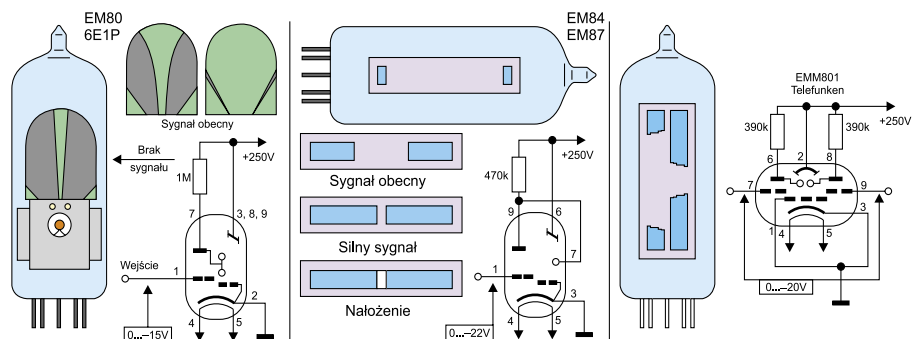
ralna kompresja sygnałów o dużej amplitudzie, co zwiększa zakres dynamiczny wskaźnika.

Po osiągnięciu przez napięcie na siatce triody potencjału zatykania się lampy (dla 6E5S wynosi ono  $-8\text{ V}$ ), prąd anody jest niewielki a jej potencjał wzrasta do  $220...230\text{ V}$ . W ten sposób ujemny potencjał elektrody odchylającej wynosi w odniesieniu do ekranu około  $20...30\text{ V}$  i nie ma dostrzegalnego działania odpychającego strumień elektronów. Wówczas zacieniony wycinek praktycznie zwiernia się.

Przy zmianach napięcia wejściowego triody i, odpowiednio, kąta zacienionego wycinka, prąd ekranu pozostaje prawie niezmienny i w lampie 6E5S wynosi on  $1...1,2\text{ mA}$ . Jeśli w obwód ekranu włączy się kolejny rezystor o oporności na przykład  $39\text{ k}\Omega$ , to potencjał ekranu obniży się o  $40...45\text{ V}$  i będzie wynosił  $205...210\text{ V}$ . Wtedy po zatykaniu triody potencjał anody będzie wyższy od potencjału ekranu, a elektroda odchylająca przy maksymalnym sygnale wejściowym zamiast odpychać będzie przyciągała strumień elektronów. Strumienie elektronów lecących do ekranu z obu stron elektrody odchylającej będą przyciągane się i uginane, a omijając elektrodę będą nakładały się na siebie tworząc za elektrodą obszar o podwyższonej koncentracji strumienia elektronów. Co oczywiste, jasność świecenia się ekranu, na który pada strumień elektronów, będzie wyższa w obszarze jego oddziaływania. W ten sposób



Rysunek 6. Budowa wskaźnika 6E5S



Rysunek 7. Wskaźnik z obrazowaniem bocznym EM8 (6E1P), EM84, EM87 i EMM801

REKLAMA

# In Circuit Spy ICS32sx

Wielofunkcyjne urządzenie kontrolno-pomiarowe

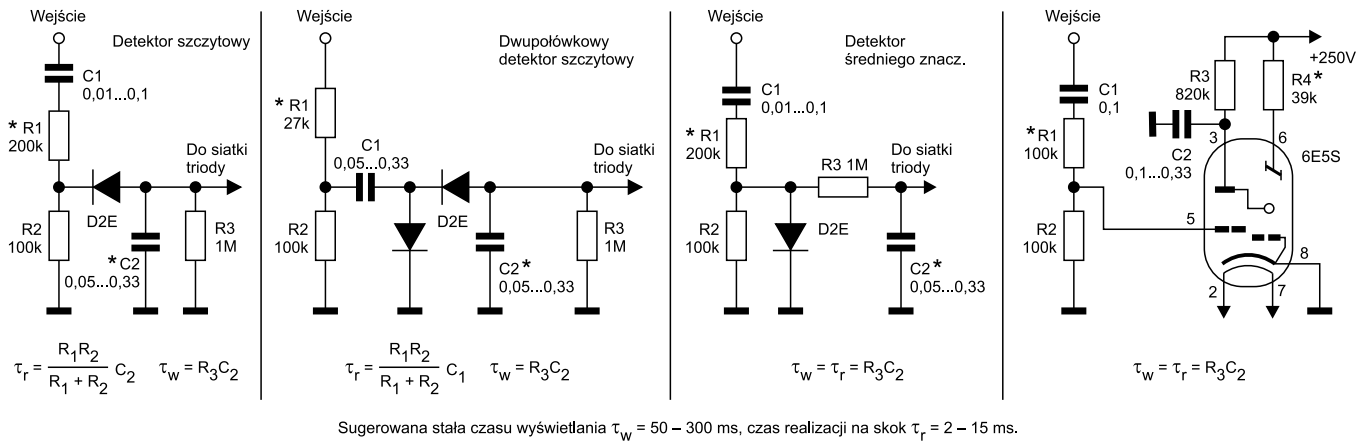


Wielofunkcyjne urządzenie kontrolno-pomiarowe, konfigurowalne przez użytkownika:

- analizator stanów logicznych - 32-kanaly, 200 MS/s, wiele trybów wyzwalania
- częstotliwościomierz / okresomierz - 2-kanaly, pomiar od 1 Hz do 250 MHz
- obsługa przez USB lub zdalna (TCP/IP), rozbudowany GUI oraz konsola
- polska konstrukcja i produkcja, otwarta architektura, pełna dokumentacja



ul. Przybyły 2, 43-300 Bielsko-Biała, tel. 33 499 59 00, 499 59 12  
eda@evatronix.com.pl, www.evatronix.com.pl/eda



Rysunek 8. Układy przeznaczone do sterowania wskaźnikami, od lewej: detektor napięcia szczytowego, detektor napięcia szczytowego z podwajaniem, detektor napięcia średniego z prostownikiem diodowym, detektor napięcia średniego z prostownikiem na triodzie

powstanie efekt, że zielone brzegi zaciemnionego wycinka połączyły się a przy dalszym powiększeniu wejściowego sygnału – nałożyły się.

W ten sposób można uzyskać znaczne rozszerzenie dynamicznej skali wskaźnika. Zazwyczaj nałożenie się na siebie obszarów świecących jest powodowane przez sygnał wyższy o ok. 20...25% od wielkości sygnału wejściowego, przy którym zaciemniony wycinek zwiera się. Przy napięciu zasilania 250 V i oporności rezystora w obwodzie ekranu 47 kΩ, efekt nakładania się występuje przy sygnale większym o 25%, przy rezystorze 39 kΩ o 20%. Dla napięcia zasilania 200 V rezystory będą miały wartość znamionową 39 kΩ i 33 kΩ, odpowiednio dla 25% i 20%.

Używanie lampowego wskaźnika poziomu z nakładaniem się obszarów ma sens w nowoczesnych, lampowych wzmacniaczach mocy w celu zasygnalizowania, że jest przekraczany znamionowy poziom mocy wyjściowej i przy nałożeniu się obszarów wzmacniacz pracuje już z podwyższonym poziomem zniekształceń nieliniowych. W tym wypadku, za pomocą dzielnika na wejściu detektora ustala się maksymalny poziom sygnału, a rezystorem w obwodzie ekranu – poziom nałożenia tj. próg pracy nieliniowej.

**Wskaźniki boczne**

Lampy miniaturowe, tzw. paluszkowe spowodowały skonstruowanie i wyprodukowanie wskaźników elektronowo – świetlnych wskaźników z ekranem umieszczonym na boku. Były one produkowane masowo i z tego powodu omówimy tylko niektóre. Kolejnym wytwarzanym masowo w ZSRR wskaźnikiemysterowania był odpowiednik europejskiej lampy EM80 – otrzymał on nazwę 6E1P (rysunek 7). Wskaźnik ten różni się od EM1 tym, że obserwacja ekranu odbywa się przez boczną powierzchnię szklanej bańki lampy, ekran jest wydłużony, a informację oysterowaniu odbiornika daje szerokość środkowego, świecącego się sektora. Przy zwiększaniu sygnału poszerza się on (dwa zaciemnione segmenty z każdej

strony zwężają się). Sposób aplikacji lampy jest identyczny z lampą EM1 lub 6E5S. Jednak przy takiej konstrukcji wskaźnika traci się na znaczeniu efektu nakładania się i używanie go z tą lampą nie jest racjonalne.

Kolejna lampa wytwarzana masowo dotarła do ZSRR z Europy wschodniej w latach aktywności RWPG (Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej). Była to EM84 – jej radzieckim odpowiednikiem jest 6E3P. Wśród jej elektrod nie ma odrębnej elektrody ekranu, a pasek luminoforu naniesiono bezpośrednio na szkło bańki, wzdłuż osi lampy. Sygnalizacja poziomu odbywa się za pomocą dwóch słupki, zwiększających się naprzeciwko sobie przy powiększaniu ujemnego potencjału na siatce triody. Przy takiej formie świecącego rysunku efekt nałożenia się obszarów świecących jest bardzo użyteczny. Dlatego ten przypadek on do gustu konstruktorom opracowującym wskaźnikiysterowania i ukazała się lampa EM87, podobna do lampy EM84 tylko z tą różnicą, że nakładanie się nie musi być tworzone za pomocą specjalnych obwodów – jest ono zapewniane przez odpowiednią budowę wewnętrzną lampy. Aplikacja wskaźników EM84 i EM87 jest taka sama, jak lampy 6E5S z tą tylko różnicą, że elektroda odchylająca wewnątrz bańki nie jest połączona z anodą triody i ma osobne wyprowadzenie. Umożliwia to używanie wskaźnika niezależnie od wbudowanej triody.

Nierzadko w układach występuje powolnie zmieniające się napięcie w granicach od 20...30 i do 220...240 V, które warto obserwować. Dla przykładu, średnie napięcie na anodzie lampy wzmacniacza SE lub składowa zmienna z wyjścia π-filtra nadajnika radiowego (po poddaniu detekcji). Należy zauważyć, że taki wskaźnik jest oscyloskopem bez rozwinięcia w czasie. Amplituda jest dobrze widoczna, a obserwowanie kształtu sygnału jest w wielu wypadkach niepotrzebne. Jedna lampa, para rezystorów i jesteśmy w posiadaniu wskaźnika dostrojenia odbiornika lub wskaźnika WFS. Wskaźniki z ustrojem elektromagnetycznym lub mierniki cyfrowe są w opisywanej sytuacji znacznie gorsze.

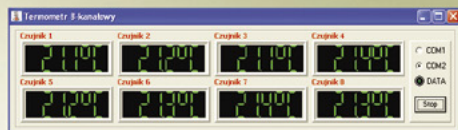
Zakończymy przegląd wskaźników elektronowo – świetlnych podwójnym EMM801 firmy Telefunken, przedstawiającym poziomy dwóch kanałów wzmacniacza stereofonicznego. Wewnątrz pojedynczej lampy umieszczono dwa systemy elektrod, identyczne z EM84. Lampa jest miniaturowa, ma sporo możliwości aplikacji. Był również opracowany podwójny wskaźnik 6E2P, ale produkowano go w bardzo ograniczonych ilościach. W tym okresie już ukazały się tranzystorowe układy wzmacniaczy niskiej częstotliwości, a w nich nie było źródeł wysokich napięć zdolnych zasilac to całe piękno. Z rozwojem półprzewodników otrzymaliśmy tranzystorowy dźwięk, nadmiar informacji i straciliśmy piękno wskaźników analogowych.

**Obwody sterujące wskaźnikami**

Myszę, że warto osobno zająć się obwodami detektorów wyświetlanego sygnału, na wyjściu, których otrzymujemy napięcie ujemne, proporcjonalne do amplitudy napięcia wyjściowego wzmacniacza. Napięcie to jest podawane na siatkę sterującą triody. Zwykle chcemy, aby wskaźnik szybko reagował na gwałtowne zmiany sygnału (np. głośne dźwięki perkusji), a jednocześnie sygnalizacja maksymalnego sygnału była podtrzymywana przez pewien czas po to, aby można było obserwować nie migotanie świecących sektorów, lecz ich płynny ruch w takt dźwięku. Do tego celu jest niezbędny detektor szczytowy, który ma stałą czasu reakcji 25...30 razy mniejszą, niż stała czasu wyświetlania. Schemat obwodu takiego detektora pokazano na rysunku 8, po lewej stronie. Jeśli chcemy, aby wskaźnik wyświetlał małe sygnały o amplitudzie pojedynczych woltów, np. ozywając „magicznym okiem” wzmacniacz tranzystorowy, to należy używać innego układu – dwupołówkowego detektora szczytowego z podwajaniem napięcia (drugi od lewej na rys. 8). Wówczas doysterowania lampy 6E5S jest wystarczający sygnał o amplitudzie napięcia ok. 5 V. Obniżenie napięcia zasilania wskaźnika z 250 do 200 V nie wpłynie szcze-

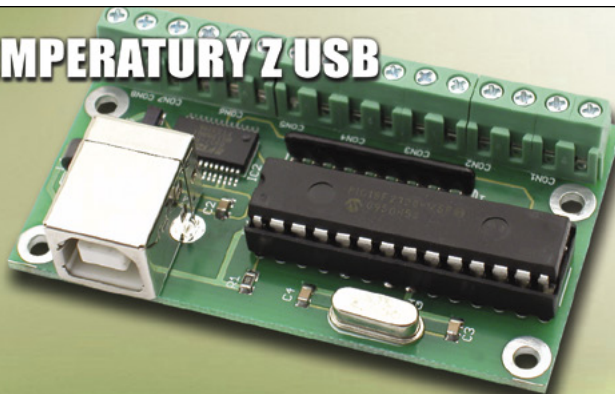
# 8-KANAŁOWY SYSTEM POMIARU TEMPERATURY Z USB

## AVT570/USB



z możliwością tworzenia własnych aplikacji

[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)



gólnie na jasność jego świecenia, ale znacznie wzrośnie czułość wskaźnika i do zetknięcia się sektorów świecących potrzebne będzie napięcie sterujące wynoszące nie 8 V, lecz tylko 4 V. Dzięki temu oraz zastosowaniu detektora szczytowego z podwajaniem napięcia wymagana do zamknięcia się sektorów amplituda napięcia obniży się do 2,5 V. Wskaźnik EM1 ma dwukrotnie wyższą czułość niż 6E5S. Za jego pomocą można więc wyświetlać poziomy logiczne sygnałów układów TTL.

Bywają wypadki, gdy nie należy reagować na skoki sygnału wejściowego, lecz trzeba wyświetlać średnią wartość napięcia zmiennego. Służą do tego dwie wersje detektorów napięcia średniego (trzeci i czwarty od lewej, rys. 8). Oba są wykonane na bazie typowego układu

detektora równoległego z kondensatorem rozdzielającym i dzielnikiem napięcia na wejściu. W pierwszym wypadku sygnał jest prostowany za pomocą diody D2E (lub innej diody prostowniczej małej mocy), w drugim w charakterze diody jest użyta przestrzeń siatki – katoda triody sterującej. Niezbędną stałą czasu wyświetlania otrzymuje się w obwodzie anody za pomocą kondensatora C2 i rezystora R3.

Lampy elektronowe nie mają tak długiego czasu pracy, jak elementy półprzewodnikowe. Dlatego, jeśli chcemy aby służyły nam jak najdłużej, należy używać ich przy obniżonym napięciu anodowym. Wymienione wskaźniki mają dwa typowe tryby pracy opisane w ich danych katalogowych: przy napięciu ekranu 250 i 200 V. Obniżenie napięcia anodowego prowa-

dzi do nieznacznego zmniejszenia jaskrawości, ale jednocześnie prowadzi do podwyższenia czułości wskaźników i wyraźnego wydłużenia czasu ich pracy, czasami nawet kilka razy! Dlatego radziłby je stosować przy zasilaniu napięciem anodowym rzędu 180...220 V (zalecane 180 V). Dobrze jest również obniżyć o kilka dziesiątych napięcie zarzenia np. do 6 V i stabilizować je z dokładnością  $\pm 2\%$ . W momencie załączania należy koniecznie ograniczyć skok prądu do wielkości znamionowej. Współczesna komponenty i baza schematów pozwolą na rozwiązanie z łatwością tych problemów.

**Jerzy Grnaderjan**  
 jurek14@gazeta.pl  
 (na podstawie artykułu  
 Siergieja Komarowa)

REKLAMA

**kompleksowe rozwiązania dla elektroniki**

**klawiatury** •  
idealnie dopasowane

**technologie** •  
dodatkowa funkcjonalność

**obudowy** •  
katalogowe, indywidualne

**www.lcel.com.pl**

LC Elektronik ul. Pułkowska 58, 01-969 Warszawa  
 tel. (22) 569 53 00 fax (22) 569 53 10 e-mail: lcel@lcel.com.pl

- SPeDO
- ffc
- backlight
- silicon
- stk
- membrane
- pcb
- emi/rfi
- duraswitch
- touch panel

**Komunikacja urzędów szeregowych przez Ethernet na wyciągnięcie ręki**

**Serwery portów szeregowych do zabudowy MiiNePort**

**Elastyczne rozwiązanie**  
 Rodzina modułów do zabudowy MiiNePort, dzięki wielu przydatnym funkcjom i właściwościom daje się łatwo dostosować do wielu aplikacji.

**Innowacyjna technologia**  
 Zestaw funkcji NetEZ znacznie rozszerza możliwości modułów MiiNePort, zwiększając tym samym funkcjonalność urządzeń w których są wbudowane.

**Zaawansowane funkcje**  
 Funkcjonalności takie jak SCM – zarządzanie MiiNePort'em poprzez port szeregowy, oraz MSC – praca jednocześnie w trybie klienta i serwera, dają nowe możliwości, nieosiągalne w konkurencyjnych modułach.

**MiiNePort E1**  
 Serwer portu szeregowego do zabudowy, w standardzie 10/100 Mbps  
 - Ta sama wielkość co złącze RJ45 33.9 x 16.25 x 13.5 mm  
 - MiiNe- Nowa generacja SoC firmy Moxa

**MiiNePort E2**  
 Moduł serwera portu szeregowego  
 - Najmniejszy serwer portów szeregowych do zabudowy  
 - Bardzo niski pobór energii: 0,46 W

**MiiNePort E3**  
 Serwer portów szeregowych z funkcją POE  
 - Zgodny z 802.3.af, PoE  
 - Wspiera kilka trybów pracy

**MiiNePort W1**  
 Bezprzewodowy serwer portu szeregowego, z portem Ethernet  
 - Zgodny ze standardem 802.11 b/g  
 - Szybki roaming zapewniający szybkie przełączanie między Access pointami

ELMARK Automatyka sp. z o.o.  
 Tel. 22 541-84-60  
 Fax. 22 541-84-61  
 moxa@elmark.com.pl

[www.elmark.com.pl](http://www.elmark.com.pl)