

0.1 Lampy nixie

Lampy nixie są to szklane lampy wyświetlające cyfry, litery lub inne symbole. Lampa znajduje się wewnątrz szklanej bańki. Składa się z katod w kształcie cyfr, liter lub innych symboli np. plus czy minus, oraz anoda w kształcie siatki. Wyświetlenia danej cyfry odbywa się poprzez podanie napięcia na katodę odpowiadającą danej cyfrze, oraz napięcie na anodę.

Nixie były używane w latach 50-70 XX wieku w różnych urządzeniach pomiarowych, licznikach, zegarach, itp. Obecnie są one nie praktyczne ze względu na konieczność zasilania wysokim napięciem, skomplikowanym układem sterującym oraz drogą produkcją. Mają one natomiast bardzo duże walory estetyczne, co było powodem ich wyboru.

0.1.1 Zasada działania

Zjawisko zachodzące w lampach zwane jest jako wyładowanie gazowe. Naładowane elektrycznie cząstki (elektrony), poprzez wysokie napięcie osiągają dużą energię kinetyczną. W momencie zderzenia z atomami gazu, elektrony w atomie gazu są wzbudzone do wyższych stanów energetycznych, a następnie wracają do stanu podstawowego emitując foton światła.

Barwa światła zależy od gazu:

- jony neonowe - czerwono-pomarańczowe,
- wodór - niebieskawo-fioletowy,
- azot - fiolet,
- krypton - biało-niebiesko.

Najczęściej stosowana jest mieszanka neonu i argonu pod małym ciśnieniem. Dodawana jest również rtęć, która ma za zadanie zwiększyć trwałość lampy, minimalizując tak zwane zatrucie katodowe. Efekt ten powoduje nie pełne pokrycie katody warstwą gazową, co powoduje zanikanie wyświetlania cyfr.

0.1.2 Schemat elektryczny

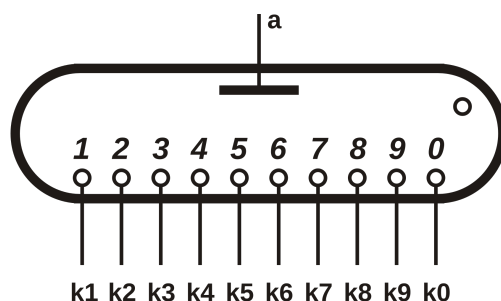


Figure 0.1: Schemat elektryczny lampy nixie ze wspólną anodą

Najczęściej spotykaną konfiguracją jest wspólna anoda, gdzie katody są podłączone do napięcia sterującego, a anoda do napięcia zasilania.

0.1.3 Problemy lamp

Lampy są podatne na wiele problemów, które mogą wystąpić podczas użytkowania, takie jak:

- **Zatrucie katodowe** - zanikanie wyświetlania cyfr, spowodowane nie pełnym pokryciem katody warstwą gazową.
- **Zjawisko kropkowania** - zjawisko polegające na wyświetlaniu kropek w miejscach gdzie nie powinny się one znajdować.
- **Zjawisko spalania** - zjawisko polegające na spalaniu się katod, spowodowane zbyt dużym prądem płynącym przez katodę.
- **Zjawisko cienia** - zjawisko polegające na wyświetlaniu cienia cyfr, spowodowane zbyt dużym napięciem na anodzie.
- **Zjawisko zaniku** - zjawisko polegające na zanikaniu wyświetlania cyfr, spowodowane zbyt małym napięciem na anodzie.
- **Zjawisko migotania** - zjawisko polegające na migotaniu wyświetlania cyfr, spowodowane zbyt małym prądem płynącym przez katodę.

Największym problemem jest zatrucie katodowe w szczególności w kontekście lamp używanych w zegarach nixie. Tylko parzyste wyświetlacze działają w optymalny sposób, ponieważ używają wszystkich cyfr, a więc wszystkie cyfry są używane równomiernie. Problem pojawia się w przypadku nieparzystych wyświetlaczy, gdzie niektóre cyfry są używane znacznie rzadziej niż inne.

Na przykład, lampa po skrajnej lewej stronie używa cyfr 0, 1, 2 do wyświetlania części dziesiątek godziny. Trzecia lampa (pozycja dziesiątek minut) używa cyfr 0, 1, 2, 3, 4, 5. Gdy konkretna cyfra nie jest używana przez długi czas (np. cyfra 8 na najbardziej po lewej stronie lampy), cyfra ta jest pokryta osadem metalu uwolnionym z innych aktywowanych cyfr. Te konkretne cyfry ostatecznie będą miały defekty w świeceniu, jeżeli nie zostaną użyte przez długi czas.

0.1.4 Rozwiązania problemów

Rozwiązaniem problemu zatrucia katodowego jest sterowanie lampami w taki sposób, aby wszystkie cyfry były używane. Można to osiągnąć na przykład poprzez animacje na wszystkich cyfrach przy zmianie minuty w zegarze. Można również w godzinach nocnych przez jakiś czas wyświetlać cyklicznie wszystkie cyfry, aby zapobiec zatruciu katodowemu.

W celu zwiększenia trwałości lamp można również tak sterować lampami, aby zmniejszyć napięcie na anodzie, co spowoduje zmniejszenie prądu płynącego przez katody. Mniejszy prąd katodowy ogranicza zjawisko spalania katod, natomiast prąd musi być wystarczająco duży aby lampa świeciła jasno.

0.1.5 Sterowanie lampami

Sterowanie lampami nixie jest trudne ze względu na konieczność zastosowania wysokiego napięcia, które wynosi od 150 V do 200 V. Istnieje kilka sposobów sterowania lampami nixie:

- Sterowanie bezpośrednie - każda lampka ma swoje wejście i jest sterowana osobno za pomocą tranzystora HV połączonego z mikrokontrolerem. Wadą jest konieczność posiadania wielu pinów GPIO, co jest nieoptymalne. W przypadku 66 pinów GPIO oraz 66 tranzystorów HV. Można by w tym porządku zastosować multiplexery co zmniejszyło by ilość wymaganych pinów GPIO do 16, ale zwiększa to skomplikowanie układu.
- Multiplexing - wszystkie lampy są podłączone do jednego drivera, który wybiera katodę i załączamy odpowiednią anodę. Wymaga to mniej pinów GPIO bo tylko 10, ale multipleksacja powoduje szybsze zużycie lamp i pojawia się efekt migotania(ghosting).
- Wykorzystanie dedykowanych driverów - istnieją specjalne układy scalone, które są przeznaczone do sterowania lampami nixie, niestety one również wymagają wielu pinów GPIO po 4 na każdą lampkę, co daje 24 wymaganych pinów GPIO.
- Rejestr przesuwany HV - najbardziej optymalne rozwiązanie, wymaga tylko 3 pinów GPIO. Rejestry HV są ciężko dostępne i dość drogie, wymagane jest też by były to rejestry z zatraskiem. Wymagane jest również by rejestry miały wyjścia typu Open Drain.
- Połączenie rejestrów przesuwanych z driverami - połączenie rejestrów przesuwanych HV z dedykowanymi driverami, pozwala na zastosowanie rejestru przesuwanego dla niskiego napięcia. Ta kombinacja również wymaga 3 pinów GPIO, przy rejestrze 32 bitowym i 6 driverach. Powoduje jednak to większe skomplikowanie układu oraz układ taki zajmuje więcej miejsca.

Nazwa	Ilość pinów	Cena	Trudność implementacji	Objętość
Sterowanie bezpośrednie	66	niska-średnia	niska-średnia	duża
Multiplexing	10	niska	wysoka	mała
Dedykowane drivery	24	średnia	niska	średnia
Rejestr przesuwany HV	3	wysoka	niska	średnia
Rejestr przesuwany + drivery	3	wysoka	średnia	duża

Table 1: Tabela opłacalności sposobów sterowania lampami nixie

0.1.6 Sytuacja na rynku

Obecnie dostępność części do lamp nixie jest ograniczona, gdyż nie są one już produkowane masowo. Istnieją małe firmy, które zajmują się produkcją, ale są to bardzo duże lampy w małych ilościach, co powoduje ich wysoką cenę. Dostępne są również lampy używane, ale w tym przypadku również duże lampy są drogie, a małe lampy są trudne do znalezienia. Problem jest również nie wiadomy czas ich działania, ponieważ są to używane lampy, które mogą być w różnym stanie.