

Szczegółowa koncepcja układu wymaga rozbicia na poszczególne sekcje układu, ponieważ wybory jednego elementu wpływają na wybór kolejnych elementów.

0.0.1 Sterowanie lampami nixie

Kluczowym jest wybór sterownia lampami nixie, ponieważ na podstawie tego wyboru zostanie zaprojektowany reszta układu. Zgodnie z analizą przeprowadzoną w podrozdziale ??, zdecydowano się na sterowanie lampami za pomocą rejestrów przesuwanych HV. Zastosowanie tego rozwiązania pozwala na zredukowanie ilości potrzebnych pinów mikrokontrolera do sterowania lampami oraz jest to rozwiązanie proste w implementacji.

Niezależnie od wyboru lamp każda ma 10 katod z cyframi i jedną katodę od kropki dziesiętnej, więc wymagane jest 11 wyjść na każdą lampę. Dostępne w sprzedaży są rejestry 32 bitowe, co pozwala na sterowanie 3 lampami nixie bez kropek i jedną neonówką która będzie służyć jako separator między godzinami a minutami oraz między minutami a sekundami. Do sterownia kropkami dziesiętnymi zostaną użyte tranzystory HV podłączone do wyjść mikrokontrolera, ponieważ nie opłacalnym jest dodawanie kolejnego rejestru przesuwanego HV tylko do sterowania kropkami dziesiętnymi.

Wynika z tego, że potrzebne są 2 rejestry przesuwne HV do sterownia lampi i neonówkami oraz 6 tranzystorów HV do sterowania kropkami dziesiętnymi. Do sterowania rejestrami prawdopodobnie będzie potrzebny konwerter poziomów logicznych, ponieważ mikrokontroler ESP32-S3 pracuje na 3.3V, a rejestry prawdopodobnie będą operować na wyższym napięciu.

0.0.2 Mikrokontroler

Wybór sposobu sterowania lampami nixie wpłynął na wybór mikrokontrolera, ponieważ musi on posiadać odpowiednią ilość pinów GPIO oraz musi być w stanie generować sygnał zegarowy. Potrzebne jest 9 pinów GPIO do pełnego sterownia lampami oraz kropkami dziesiętnym, do tego trzeba pamiętać o zapasie pinów na pozostałe funkcje. W związku z tym wybrano mikrokontroler ESP32-S3, który posiada 45 programowalnych GPIO, co pozwala na swobodne zaprojektowanie reszty układu. Ma też on dużą zaletę w postaci kontrolera USB/JTAG, dzięki czemu nie jest potrzebny dodatkowy programator do programowania układu. Jest to też popularny mikrokontroler dla którego istnieje dużo bibliotek i przykładów.

0.0.3 Źródło dźwięku

Jako źródło dźwięku wybrano głośnik piezoelektryczny, który jest prosty w implementacji i nie wymaga dodatkowego wzmacniacza, do tego jest mały i tani. Wystarczy jedynie podłączyć go do pinu GPIO mikrokontrolera i za pomocą PWM można generować proste melodie. Głośnik piezoelektryczny jest wystarczająco głośny aby być słyszalnym w pomieszczeniu, w którym będzie znajdował się budzik.

0.0.4 Pasek LED

Pasek LED będzie służył jako dodatkowe źródło światła, które będzie sygnalizować alarm i jako element estetyczny. Pasek ten musi zawierać w sobie adresowane diody LED, które pozwolą na wyświetlanie różnych kolorów(RGB). Rozwiązanie to jest proste w implementacji, wystarczy podłączyć go do pinu GPIO mikrokontrolera i za pomocą PWM można sterować jasnością.

0.0.5 Interfejs użytkownika

Interfejs użytkownika będzie składał się z enkodera z przyciskiem, który będzie służył do regulacji jasności, a przycisk do wyłączania alarmu. Enkoder jest też na tyle uniwersalnym rozwiązaniem, które pozwala na mnogość kombinacji sterowania, ale wygodniejsze jest korzystanie z aplikacji mobilnej.

0.0.6 Zasilanie

Kluczowe jest zaprojektowanie przetwornicy wysokiego napięcia do zasilania lamp nixie, ponieważ jest to najbardziej wymagający element układu.

Możliwe są dwa rozwiązania:

- Przetwornica typu flyback
- Przetwornica typu boost

Przetwornica typu flyback ma zaletę w postaci izolacji galwanicznej między wejściem a wyjściem oraz jest możliwe zaprojektowanie przetwornicy z napięciem zasilania 5V co by pozwoliło na użycie zasilacza USB. Wadą jest to, że jest potrzebny transformator który jest drogi i trudno dostępny, do tego jest to bardziej skomplikowane rozwiązanie na etapie projektowania.

Ze względu na duży problem ze znalezieniem transformatora, zdecydowano się na przetwornicę typu boost, która jest prostsza w implementacji i tańsza. Natomiast wymagało to zastosowania zasilania 12V, co uniemożliwia użycie tylko złącza USB do zasilania układu, natomiast znacząco upraszcza projektowanie układu.

Wybrano więc przetwornicę typu boost, która będzie zasilana z zasilacza 12V, a wyjście będzie podłączone do anod lamp nixie.

Do tego będzie potrzebne zasilanie 5V dla paska LED oraz 3.3V dla mikrokontrolera. Moduł zasilania 5V będzie zasilał pasek LED, który potrafi pobrać większy prąd, to ze względu na zachowanie wysokiej efektywności, zdecydowano się na przetwornicę typu buck. Moduł zasilania 3.3V będzie zasilaniem mikrokontrolera, więc wystarczy zastosować stabilizator liniowy.

Można, więc podzielić zasilanie na 3 pod moduły:

- Przetwornica typu boost z zasilacza 12V na HV
- Przetwornica typu buck z zasilacza 12V na 5V
- Stabilizator liniowy z zasilacza 5V na 3.3V

0.0.7 Złącza

W związku z tym, że będzie potrzebne zasilanie z zasilacza 12V, zdecydowano się na zastosowanie złącza DC jack, które jest powszechnie stosowane w zasilaczach. Do zasilania mikrokontrolera oraz programowania, zdecydowano się na złącze USB-C, które jest obecnie najbardziej uniwersalnym rozwiązaniem. Zostanie również dodane złącze Goldpin, które będzie służyło jako złącze debugowe, co pozwoli na łatwe debugowanie układu, na etapie tworzenia oprogramowania.

Urządzenie będzie posiadać 3 złącza:

- Złącze USB-C do programowania mikrokontrolera
- Złącze DC do zasilania układu
- Złącze Goldpin jako złącze debugowe

0.0.8 Obudowa

By zachować wygląd retro, zdecydowano się na zastosowanie obudowy drewnianej. Od góry będzie znajdowało się szkło akrylowe, które będzie służyło jako osłona przed kurzem i jednocześnie będą widoczne elementy elektryczne.

0.0.9 Szczegółowy schemat projektu

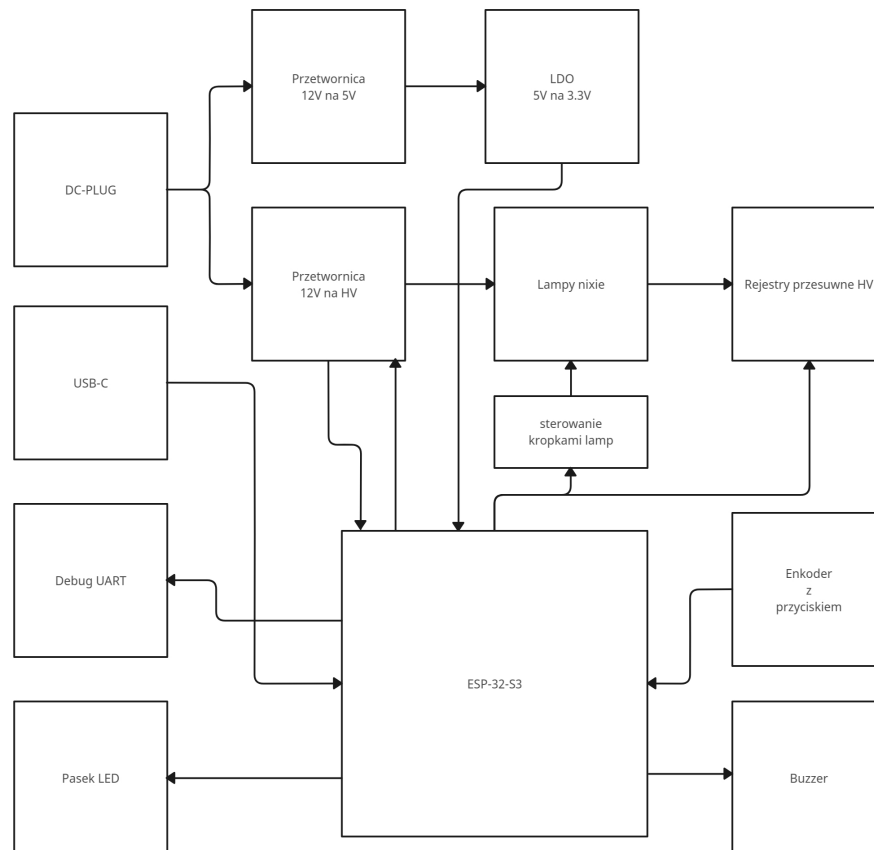


Figure 0.1: Schemat blokowy projektu