

Zadanie 2. Wybór elementów obwodu mocy (zajęcia 4)

Materiały: notatka o zastosowaniu, rozdz. 4 (odpowiedni numer paragrafu podany przy każdym punkcie) i 6.3; instrukcja 7K, rozdz. 1 i podrozdz. 7.5

Wytyczne ogólne

- Ze względów logistycznych i finansowych (najkrótszy czas i najniższy koszt dostawy) zakupy wspólne zostaną dokonane w firmie TME. Wobec tego elementów należy szukać na stronie <http://www.tme.eu/pl>.
- Układ będzie konstruowany w technice montażu przewlekanego, dlatego szukać należy elementów w obudowach do takiego montażu (ang. *through-hole technology*, THT).
- Wybrany element musi być dostępny w magazynie w ilości co najmniej 10 sztuk.
- Wybrany element musi być oferowany do zakupu detalicznego, tj. (między innymi) w ilości ≤ 25 sztuk.
- Za podstawowe kryterium wyboru należy przyjąć cenę przy zakupie ok. 20 sztuk. Oznacza to, że wybrany ostatecznie element może należeć do innego (dokładniejszego) typoszeregu lub posiadać odmienne (lepsze) niż wymagane parametry (np. wyższe napięcie znamionowe, większy prąd znamionowy).
- Oprócz uwag zamieszczonych poniżej, parametry wybranego elementu powinny spełniać wszystkie wymagania (np. dotyczące obudowy) podane w tabeli elementów. ► § 6.3
- Listę ostatecznie wybranych elementów należy przesłać prowadzącemu zajęcia pocztą elektroniczną; opis każdego elementu musi znajdować się w osobnej linii, w formacie:
symbol elementu na schemacie, spacja, oznaczenie produktu (nie jego parametry), np.:
C1 ED1H101MNN0812
- Dla elementów obliczonych, ale niewymienionych niżej dobór konkretnego produktu nie ma sensu praktycznego. Istotne są wyłącznie ich wartości charakterystyczne (np. rezystancja, pojemność).
- Ewentualny radiator HS₁ dla tranzystora Q₁ zostanie dobrany na późniejszym etapie projektu.

Szczegółowe kryteria doboru elementów

1. **Dławik L₁** – indukcyjność, prąd znamionowy skuteczny, prąd nasycenia (przekroczona nie może być żadna z tych dwóch wartości prądu przez odpowiadającą jej wartość roboczą – skuteczną bądź szczytową; jeżeli podana jest tylko jedna wartość znamionowa – nie może jej przekraczać żadna z wartości roboczych). ► § 4.2.2
2. **Kondensator wyjściowy C₅** – technologia (elektrolityczny), pojemność, napięcie znamionowe, prąd znamionowy i temperatura maksymalna. W przypadku napięcia należy zastosować zapas +50%. W przypadku prądu należy zastosować współczynnik temperaturowy równy 2. ► § 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5

Ze względu na konieczność zapewnienia wymaganej wytrzymałości prądowej, ostatecznie wybrany kondensator może posiadać pojemność kilkakrotnie większą od obliczonej minimalnej.

Najwyższe prądy znamionowe będą posiadać kondensatory znajdujące się w kategorii elementów niskoimpedancyjnych (ang. *low impedance*) bądź dedykowanych do przekształtników o działaniu łącznikowym (*switching power supplies* itp.) Niemniej, ze względu na kryterium cenowe, poszukiwania należy rozpocząć w kategorii ogólnej, a dopiero w razie braku w niej kondensatora o wymaganych parametrach, poszukiwać w kategoriach specjalnych. Nie dla każdego kondensatora prąd znamionowy jest podany w katalogu internetowym, stąd w tym przypadku nie należy korzystać z funkcji filtru. Jeżeli wartość prądu znamionowego dla danego kondensatora nie jest podana w katalogu internetowym, to należy ją sprawdzić w jego karcie katalogowej.

Wobec faktu, że zarówno współczynnik 2 dla prądu, jak i 1,5 dla napięcia są wartościami orientacyjnymi, ostatecznie wybrany element może posiadać prąd lub napięcie znamionowe nieznacznie (do 10%)

mniejsze od ustalonego z zastosowaniem tych współczynników, jeżeli jest to uzasadnione niższym kosztem lub bardziej odpowiednimi pozostałymi parametrami.

3. **Kondensator wejściowy C_1** – jak dla kondensatora wyjściowego.
4. **Tranzystor Q_1** – typ (MOSFET), napięcie znamionowe dren-źródło, prąd znamionowy, napięcie znamionowe bramka-źródło. W przypadku napięcia należy zastosować zapas +50% związany z możliwością wystąpienia przepięć. W przypadku prądu należy zastosować zapas +20% związany z tolerancją elementów, ograniczoną dokładnością obliczeń i stanami przejściowymi. Tranzystor powinien pracować bezpiecznie w każdej temperaturze; wobec tego należy rozpatrywać prąd znamionowy dla wyższej temperatury obudowy (zwykle 100 °C), gdyż dla tranzystora MOSFET ta wartość będzie silniejszym ograniczeniem (w konsekwencji wzrostu rezystancji przyrządu unipolarnego z temperaturą).
▶ § 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3
5. **Diody D_2** – typ (Schottky’ego), napięcie znamionowe, prąd znamionowy. Należy zastosować zapasy jak dla tranzystora. Ponieważ napięcie na złączu półprzewodnikowym spada z temperaturą, więc w przypadku diody silniejsze ograniczenie prądu występuje dla niższej temperatury – należy przyjąć, że nie będzie ona niższa niż 20 °C. ▶ § 4.5.1, 4.5.2

Zadanie 3. Płytką drukowaną (zajęcia 4)

Materiały: notatka o zastosowaniu, rozdz. 6, 7; instrukcja 7K, rozdz. 2

Zaprojektuj płytkę drukowaną dla konstruowanego układu (► notatka, § 6.2, 6.3), w zgodzie z odpowiednimi wskazówkami i wymaganiami (► notatka, § 7.1, 7.2, 7.3).

Ponieważ potrzeba użycia radiatora zostanie zweryfikowana dopiero w kolejnym etapie, w tej chwili należy założyć, że jego użycie będzie konieczne i przewidzieć odpowiednią przestrzeń na jego montaż.

Zależnie od umiejętności i chęci zespołu, projekt można wykonać:

- 1) w oparciu o płytkę uniwersalną UM-8 (► instrukcja 7K, par. 2.1.a; notatka, § 7.2.2);

W aspekcie projektowania układu na płytce uniwersalnej należy kierować się ogólnymi zasadami (► instrukcja 7K, par. 2.1.b), przykładem projektowym (► instrukcja 7K, podrozdz. 2.2) oraz uwagami podanymi niżej. Pominąć należy jedynie podane w notatce wskazówki dotyczące przekroju przewodników (§ 7.2.1).

- 2) jako własny projekt topografii.

Projekt musi zachowywać oznaczenia elementów z notatki (§ 6.3) oraz uwzględniać wskazówki i wymagania w niej podane, za wyjątkiem § 7.2.2. Płytką może być wyprodukowana we własnym zakresie, bądź w Katedrze techniką frezowania. Ta ostatnia opcja wymaga stosowania się do dodatkowego zestawu reguł dostępnego na stronie <http://fiona.dmcs.pl/~bartoszp/reguly.html> oraz uwzględnienia około tygodniowego terminu realizacji.

Przed przedstawieniem topografii prowadzącemu do weryfikacji:

- 1) sprawdź po kolei, czy projekt na pewno spełnia wymagania wymienione w notatce – projekty nie spełniające tych wymagań zostaną i tak zwrócone do poprawy;
- 2) na topografii płytki zaznacz wynikające z ułożenia i połączeń elementów ścieżki przepływu silnych prądów impulsowych (tj. odcinki łamane między konkretnymi parami otworów, między którymi płynie taki prąd, a nie wszystkie ścieżki, na których teoretycznie występuje ten sam potencjał):
 - w pętli tranzystora i diody w obwodzie mocy (na schemacie w notatce zaznaczonej ●●●) – kolorem jasnozielonym (w przypadku płytki uniwersalnej – przez zmianę koloru komórek arkusza; w przypadku własnego projektu – przez naniesienie w programie graficznym na kopii obrazu płytki);
 - w pętli bramki w obwodzie sterowania (na schemacie w notatce zaznaczonej ▲▲▲) – kolorem ciemnozielonym.

Wytyczne do projektowania na płytce uniwersalnej

W celu ułatwienia realizacji i weryfikacji układów montowanych na płytkach uniwersalnych, projekt układu elementów i połączeń powinien być wykonany i zweryfikowany z użyciem skoroszytu opisanego w instrukcji 7K (podrozdz. 2.2). Dokładną instrukcję użytkowania skoroszytu można znaleźć pod instrukcją na stronie internetowej przedmiotu. Wykorzystanie skoroszytu nie jest bezwzględnie obowiązkowe, jednak prowadzący nie będzie pomagał w szukaniu błędów w układach, których projekty nie zostały uprzednio zweryfikowane automatycznie.

Skoroszyt w wersji dla niniejszego ćwiczenia zawiera:

- arkusze *UM_8_10* i *UM_8_11*, w których został zawarty rysunek pól lutowniczych i ścieżek płytki uniwersalnej UM-8, odpowiednio w wersji z 10 i z 11 pełnymi kolumnami (wskazania wykorzystywanej wersji należy szukać pod instrukcją na stronie internetowej przedmiotu),
- arkusz *Węzły schematu*, w którym został wprowadzony opis połączeń między elementami odpowiadający schematowi elektrycznemu z notatki (§ 7.1), z uwzględnieniem oznaczeń poszczególnych końcówek elementów.

W związku z powyższym nie trzeba wykonywać powyższych czynności samemu. Natomiast zaraz po otwarciu skoroszytu, przed rozpoczęciem projektowania, należy wykonać kopię arkusza *UM_8_10* albo *UM_8_11* i zmienić jego nazwę na *Płytką* (dokładnie taką, z polską literą „ł”; nie trzeba tworzyć rysunku płytki, o którym mowa w opisie skoroszytu).

Korzystając ze skoroszytu należy przestrzegać następujących wskazówek szczegółowych.

1. Odległości między wyprowadzeniami danego elementu muszą zgadzać się z danymi z tabeli w notatce (§ 6.3).
2. Należy pamiętać, że obudowa elementu posiada określone wymiary geometryczne (patrz kolumna „Obrys obudowy na płytce UM-8”) i na zajmowanym przez nią obszarze nie można umieszczać innych elementów (z zastrzeżeniem uwag pod tabelą).
3. W przypadku elementów, których obudowa może być różna w zależności od wyników doboru elementów (co jest zaznaczone w kolumnie „Obudowa”), należy założyć największe możliwe wymiary obudowy. Tym wymiarom odpowiada zawsze szkic z kolumny „Obrys obudowy na płytce UM-8”.
4. Wszystkie końcówki każdego elementu na schemacie elektrycznym płytki zostały oznaczone. Oznaczenia końcówek muszą być dodane do oznaczenia elementu po kropce, zgodnie z formatem: *oznaczenie_elementu.oznaczenie_końcówki*, np. J1.2, U1.7. Oznaczenie elementu i oznaczenie końcówki muszą być identyczne ze schematem w notatce (§ 7.1).
5. Punkty pomiarowe nie mają końcówek; w tym przypadku do skoroszytu należy wprowadzić wyłącznie oznaczenie punktu (bez kropki).
6. Kolor biały (brak wypełnienia komórki) jest zarezerwowany dla połączeń wykonanych fabrycznie na płytce. Połączenia dodatkowe, które mają być wykonane lutowniowo po stronie druku, należy nanosić innym kolorem (dowolnym oprócz szarego i zielonego). Kasowanie takich połączeń dokonuje się przez skopiowanie komórki w oryginalnym kolorze szarym.
7. Dla ułatwienia projektowania obwodu sterowania, ścieżki zasilania (VCC) i masy (końcówka GND układu U_1) można oznaczyć dowolnym kolorem (oprócz białego, szarego i zielonego).

Dla uzyskania korzystniejszego układu elementów i połączeń można odwrócić numerację końcówek elementów o budowie symetrycznej. Jest to możliwe w przypadku: złącz J_1 i J_2 oraz potencjometru R_2 . W tym celu wystarczy wpisać w odwrotnej kolejności oznaczenia końcówek w odpowiednich polach lutowniczych w arkuszu *Płytką*. W przypadku innych elementów nie jest to możliwe, gdyż role ich końcówek są zindywidualizowane i ściśle określone; należy o tym szczególnie pamiętać w przypadku tranzystora Q_1 i układu scalonego U_1 .

Po umieszczeniu i połączeniu wszystkich elementów należy dokonać automatycznej weryfikacji projektu za pomocą makra, zgodnie z opisem skoroszytu, a w przypadku negatywnego wyniku – wprowadzić niezbędne zmiany.