

## Zadanie 7. Sprawdzenie montażu

1. Upewnij się, że na razie, zgodnie z wytycznymi do konstrukcji układu:
  - kondensator  $C_5$  nie jest przylutowany;
  - układ scalony  $U_1$  nie jest zamontowany w podstawie;
  - jeden z końców przewodu  $W_2$  nie jest przylutowany.

W celu wykrycia jak największej liczby potencjalnych problemów z montażem, pomiary należy wykonywać po stronie elementów, jeżeli to tylko możliwe.

2. Za pomocą multimetru pracującego w trybie testu ciągłości obwodu (zwykle symbol sygnału dźwiękowego) sprawdź połączenia między nóżkami elementów:
  - J1.1 – U1.VCC – D2.K – J2.1 (zwróć uwagę na polaryzację diody i kondensatora oznaczoną na ich obudowach);
  - U1.VCC – C1.P (zwróć uwagę na biegunowość tego elementu oznaczoną na jego obudowie) – C3.1;
  - J2.2 – D2.A (biorąc pod uwagę, że przewody  $W_1$  i  $W_3$  oraz – dla składowej stałej – dławik  $L_1$  stanowią zwarcie);
  - J1.2 – P1 – U1.GND – Q1.S;
  - U1.GND – C1.N (zwróć uwagę na biegunowość tego elementu oznaczoną na jego obudowie) – C2.2 – C3.2 – C4.2;
  - U1.2 – U1.6 – C2.1.
3. Za pomocą multimetru pracującego w trybie testu złącza prostowniczego (zwykle symbol diody), upewnij się, że tranzystor  $Q_1$  i dioda  $D_2$  nie uszkodziły się w trakcie montażu oraz są wlutowane poprawnie w aspekcie polaryzacji, notując obserwacje:
  - między wyprowadzeniami J2.1 i J2.2 (biorąc pod uwagę, że przewody  $W_1$  i  $W_3$  oraz – dla składowej stałej – dławik  $L_1$  stanowią zwarcie);
  - między wyprowadzeniami U1.GND i W2.N (jeżeli to ono pozostało niewlutowane według pkt. 1) albo docelowym punktem montażu wyprowadzenia W2.P (jeżeli to ono pozostało niewlutowane według pkt. 1).
4. Za pomocą multimetru pracującego w trybie omomierza upewnij się, że bramka tranzystora nie uległa uszkodzeniu, a obwód bramki jest skonstruowany poprawnie – zmierz rezystancje między końcówkami, notując wyniki:
  - U1.OUT – Q1.G;
  - Q1.G – Q1.S.
5. Za pomocą multimetru pracującego w trybie omomierza, sprawdź poprawność montażu obwodu generatora – zmierz rezystancje między końcówkami, notując wyniki:
  - U1.DCH – U1.VCC dla obu skrajnych położań ślizgacza potencjometru  $R_2$ ;
  - U1.DCH – U1.THR dla obu skrajnych położań ślizgacza potencjometru  $R_2$ .
6. Przedstaw wyniki prowadzącemu do akceptacji.

## Zadanie 8. Uruchomienie obwodu sterowania

W przypadku stwierdzenia w którymkolwiek punkcie niepoprawnego (tj. odmiennego niż spodziewane) zachowania układu, należy jak najszybciej sprowadzić napięcie zasilania do zera, a następnie – przed kontynuacją prac – ustalić i wyeliminować przyczynę (np. błąd lub niska jakość montażu, uszkodzenie elementu, niepoprawne połączenia w obwodzie zewnętrznym).

1. Do listwy  $J_1$  doprowadź zasilanie z jednej z sekcji regulowanych zasilacza (o wydajności napięciowej wystarczającej do uzyskania zakładanej w projekcie maksymalnej wartości napięcia wejściowego  $U_i$  przetwornicy); zwróć uwagę na polaryzację napięcia.
2. Tymczasowo wyjmij wtyk z gniazda „+” zasilacza.
3. Za pomocą multimetru pracującego w trybie testu ciągłości obwodu, sprawdź połączenia:
  - między wtykiem wyjętym z gniazda „+” zasilacza (nie jakimkolwiek innym obiektem) a końcówką U1.VCC w podstawce układu scalonego (nie jakimkolwiek innym punktem obwodu);
  - między wtykiem umieszczonym w gnieździe „-” zasilacza (nie jakimkolwiek innym obiektem) a końcówką U1.GND w podstawce układu scalonego (nie jakimkolwiek innym punktem obwodu).
4. Na powrót włóż wtyk do gniazda „+” zasilacza.
5. Włącz zasilacz. Przyciskiem *Local/CH* wybierz wykorzystany kanał. Wciśnij *I-Set* i ustaw prądu graniczny na 100 mA. Wciśnij *V-Set* i ustaw napięcie na 0 V. Aktywuj wyjścia przyciskiem *On/Off* i wyświetl wskazania mierników przyciskiem *Meter*. Za pomocą pokrętki stopniowo zwiększ napięcie do zakładanej w projekcie nominalnej wartości napięcia wejściowego  $U_i$  obserwując, czy nie aktywuje się ograniczenie prądowe (wskaźnik trybu *CC* zamiast *CV*).
6. Za pomocą multimetru pracującego w trybie woltomierza zmierz napięcie (łącznie ze znakiem) między końcówkami U1.VCC i U1.GND oraz potwierdź poprawność jego wartości i znaku.
7. Sprowadź napięcie zasilania do zera. Zamontuj układ scalony  $U_1$  w podstawce zwracając uwagę na orientację obudowy.
8. Oblicz spodziewaną wartość prądu zasilacza jako sumę maksymalnego prądu zasilania układu  $U_1$  przy zastosowanym napięciu zasilania (pkt 5) – zgodnie z dokumentacją tego elementu, oraz założonego w projekcie maksymalnego prądu sieci RC generatora.
9. Stopniowo przywróć napięcie wejściowe  $U_i$  obserwując, czy prąd wykazywany na amperomierzu zasilacza nie przekracza spodziewanej wartości dla żadnego położenia suwaka potencjometru  $R_2$ .
10. Za pomocą oscyloskopu zmierz przebieg napięcia na kondensatorze  $C_2$  (przyłączając masę sondy napięciowej do punktu  $P_1$ , a końcówkę gorącą np. do wyprowadzenia U1.THR albo U1.TRIG). Oscyloskop powinien być wyzwalany poziomem mierzonego przebiegu, przy czym poziom wyzwalania należy dostosować do przedziału wartości tego przebiegu. Stwierdź poprawność mierzonego przebiegu co do kształtu oraz poziomu niskiego i wysokiego – zgodnie z zasadą działania układu  $U_1$ . Jeżeli przebieg jest poprawny, zarejestruj odnośny oscylogram.
11. Zmierz przebieg napięcia wyjściowego układu  $U_1$   $u_g$  (tj. między punktami  $P_2$  i  $P_1$ ). Stwierdź poprawność przebiegu co do kształtu oraz poziomu niskiego i wysokiego – zgodnie z zasadą działania układu  $U_1$ . Jeżeli przebieg jest poprawny, za pomocą kursorów albo odpowiedniej funkcji pomiaru, dla obu skrajnych położenia potencjometru  $R_2$ , wyznacz współczynnik wypełnienia przebiegu  $u_g$  i zarejestruj odnośny oscylogram.
12. Ustaw obliczony w toku projektowania współczynnik wypełnienia dla warunków nominalnych (tj. dla nominalnego napięcia wejściowego), z uwzględnieniem szacunkowej sprawności (zad. 4). Za pomocą kursorów albo odpowiedniej funkcji pomiaru, wyznacz częstotliwość obserwowanego przebiegu i zarejestruj odnośny oscylogram.

13. Skonfrontuj wyniki uzyskane w pkt. 11 i 12 z założeniami projektu i przedstaw prowadzącemu do akceptacji.
14. Jeżeli nie przechodzisz bezpośrednio do wykonania kolejnego zadania, sprowadź napięcie zasilania do zera.

### Zadanie 9. Uruchomienie obwodu mocy

W przypadku stwierdzenia w którymkolwiek punkcie niepoprawnego (tj. odmiennego niż spodziewane) zachowania układu, należy jak najszybciej sprowadzić napięcie zasilania do zera, a następnie – przed kontynuacją prac – ustalić i wyeliminować przyczynę (np. błąd lub niska jakość montażu, uszkodzenie elementu, niepoprawne połączenia w obwodzie zewnętrznym).

Poniższy sposób postępowania oparty jest na założeniu, że układ pomiarowy znajduje się w stanie wynikającym z wykonania zad. 8. W przeciwnym razie należy powtórzyć odpowiednio wybrane czynności z zad. 8:

- z pkt. 1-4 – aby uzyskać poprawne połączenie zasilacza z układem;
  - z pkt. 5 kontrolując prąd jak w pkt. 9 – aby uzyskać nominalną wartość napięcia wejściowego przy bezpiecznie skonfigurowanym ograniczeniu prądowym;
  - z pkt. 11 z uwzględnieniem podłączenia masy i konfiguracji wyzwalania jak w pkt. 10 – aby na oscyloskopie obserwować przebieg napięcia wyjściowego generatora.
1. Ustaw współczynnik wypełnienia na połowę jego wartości nominalnej ustalonej w toku projektu (obliczonej w zad. 4 i użytej w zad. 8 pkt. 12).
  2. Sprowadź napięcie zasilania do zera. Dokonaj następujących zmian w obwodzie:
    - osobnym przewodem zewrzyj końce cewki  $L_1$  (uważając, aby nie wytworzyć jednocześnie przypadkowego, niepożądanego zwarcia innych punktów);
    - wlutuj swobodny koniec przewodu  $W_2$ .
  3. Za pomocą multimetru pracującego w trybie testu ciągłości obwodu sprawdź połączenie: J2.2 – D2.A – Q1.D.
  4. Do listwy  $J_2$  przyłącz odbiornik rezystancyjny o takiej rezystancji, by przy założonym w projekcie nominalnym napięciu wyjściowym uzyskać założony nominalny prąd wyjściowy. W celu ograniczenia temperatury obudowy odbiornika, jego moc znamionowa powinna być co najmniej 2 razy większa od nominalnej mocy wyjściowej przetwornicy (tj. wynikającej z nominalnego napięcia i prądu wyjściowego).
  5. Ustaw prąd graniczny zasilacza na 3 A.
  6. Oblicz spodziewaną wartość średnią prądu wejściowego przetwornicy przy nominalnym napięciu wejściowym, rezystancji odbiornika wynikającej z pkt. 4 i współczynnika wypełnienia wynikającym z pkt. 1. Zastosuj wzór odpowiedni dla obecnego stanu układu, tj. bez elementów biernych.
  7. Odbiornik umieść na podkładce odpornej na wysoką temperaturę oraz upewnij się, że żadne przewody ani obiekty (np. sondy) nie dotykają odbiornika ani nie będą go dotykać w przyszłości.
- Uwaga! W zależności od parametrów projektu i bieżących warunków pracy, odbiornik i tranzystor mogą nagrzać się do temperatury powyżej 100 °C! Niebezpieczeństwo poparzenia lub uszkodzenia sprzętu!**
8. Powoli przywróć napięcie wejściowe obserwując, czy prąd wykazywany na amperomierzu zasilacza nie przekracza znacząco (na tym etapie przyjmij, że maksymalnie o 20%) obliczonej w pkt. 6 wartości spodziewanej – co świadczyłoby o błędnym montażu lub uszkodzeniu jednego z elementów i oznaczałoby konieczność ustalenia przyczyny i jej wyeliminowania.

9. Za pomocą drugiej sondy napięciowej – uważając, by nie dotykała ona (ani korpus, ani przewód) obciążenia – zmierz przebieg napięcia dren-źródło tranzystora  $Q_1$   $u_{DS} \equiv u_Q$ , uwzględniając, że:
- o masy obu sond napięciowych muszą być przyłączone do tego samego potencjału elektrycznego, wobec czego masa drugiej sondy musi również być podłączona do punktu  $P_1$  – inne podłączenie grozi uszkodzeniem obwodów wejściowych oscyloskopu na skutek przepływu przez niego prądu zwarciovego;
  - o podczas pracy tranzystor może się znacząco nagrzać, co może doprowadzić do nadtopienia korpusu sondy; wobec tego nie należy jej przyłączać na stałe, a jedynie dotknąć odpowiedniego wyprowadzenia końcówką ostrzową;
  - o z budowy tranzystora MOSFET mocy wynika, że zazwyczaj potencjał drenu występuje również na metalowej podstawie obudowy, która może być najbardziej dostępnym miejscem pomiaru – należy to jednak najpierw potwierdzić w karcie katalogowej;
  - o przypadkowe zwarcie punktów układu przez końcówkę sondy może doprowadzić do uszkodzenia elementów.

Potwierdź poprawność przebiegu co do kształtu, częstotliwości (w odniesieniu do napięcia generatora) oraz wartości (biorąc pod uwagę obecny stan układu, tj. brak elementów biernych). Zarejestruj oscylogram obu napięć (dwa przebiegi na jednym oscylogramie) – generatora  $u_g$  i dren-źródło tranzystora  $u_{DS}$ .

10. Za pomocą sondy prądowej – uważając, by nie dotykała ona (ani korpus, ani przewód) odbiornika – zmierz przebieg prądu drenu tranzystora  $Q_1$   $i_Q$  (przewód pomiarowy  $W_2$ ). Potwierdź poprawność jego kształtu w odniesieniu do zasady działania tranzystora i przebiegu napięcia generatora  $u_g$ . Zweryfikuj poprawność jego wartości (w stanie przewodzenia) w odniesieniu do bieżących parametrów i stanu układu (napięcie wejściowe, rezystancja odbiornika, brak elementów biernych). Zarejestruj oscylogram obu przebiegów (dwa przebiegi na jednym oscylogramie) – napięcia generatora  $u_g$  i prądu tranzystora  $i_Q$ .
11. Przedstaw wyniki uzyskane w pkt. 9 i 10 prowadzącemu do akceptacji.