



**CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

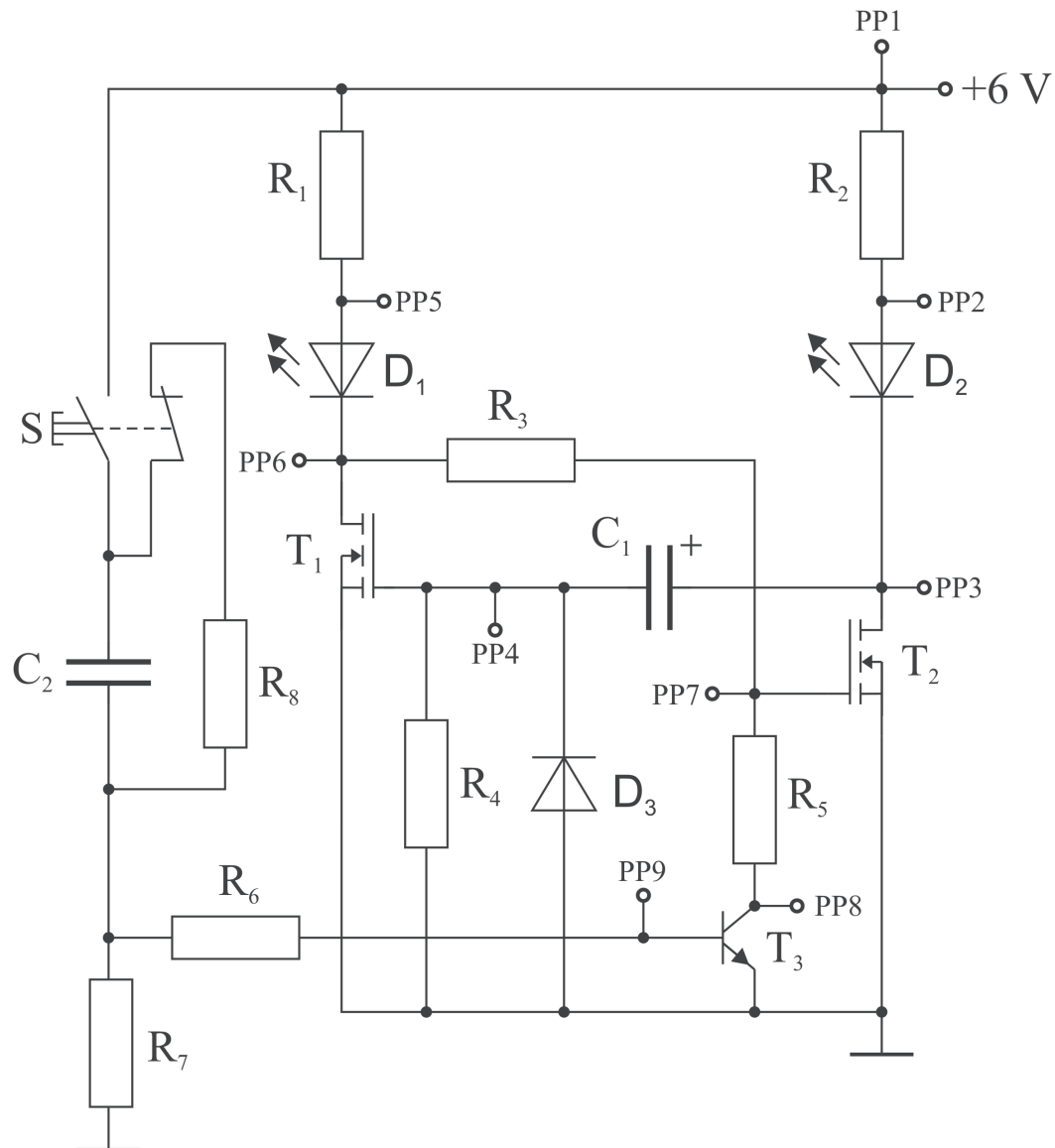
Zadanie egzaminacyjne

Na schemacie ideowym układu sterownika sygnalizatora świetlnego zaznaczono punkty pomiarowe PP. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 3.

Układ uległ uszkodzeniu. Na podstawie opisu uszkodzenia, wyników pomiarów napięć i rezystancji oraz przebiegów prądów i napięć wskaż przyczynę wadliwego działania układu i sposób jego naprawy. Przeprowadź modyfikację układu zgodnie z wymaganiami.

Zadanie egzaminacyjne rozwiąż, wypełniając kartę badania układu sterownika sygnalizatora świetlnego.

Schemat ideowy układu sterownika sygnalizatora świetlnego



Opis działania układu sterownika sygnalizatora świetlnego

Układ steruje dwiema diodami LED tak, że zawsze tylko jedna z nich świeci. W stanie stabilnym świeci czerwona dioda D₂. Uaktywnienie (zaświecenie) zielonej diody D₁ następuje po naciśnięciu przycisku S. Po czasie t_i, ustalonym przez wartość kondensatora C₁ i połączonego z nim rezystora R₄ oraz rezystora R₂, układ powraca do stanu stabilnego.

Algorytm działania układu:

1. Przycisk S w stanie spoczynkowym, układ w stanie początkowym – świeci dioda czerwona
 - a) T_3 zatkany, $U_{GST2} \approx U_Z - U_{D1} > U_{T2th}$, T_2 przewodzi, D_2 świeci
 - b) $U_{R4} \approx U_{C1} \approx 0$, T_1 zatkany, D_1 nie świeci
2. Po wciśnięciu przycisku S
 - a) impuls wyzwala T_3 , który zwiera do masy bramkę T_2 , $U_{GST2} \approx 0$, T_2 zatyka się, D_2 nie świeci
 - b) U_{GST2} gwałtownie rośnie, T_1 przewodzi, D_1 świeci
 - c) U_{C1} rośnie (C_1 ładuje się), U_{GST1} maleje
 - d) gdy U_{GST1} spadnie poniżej U_{T1th} T_1 się zatyka, D_1 gaśnie, T_2 przewodzi, D_2 świeci

Czas świecenia diody D_1

$$t_i = C_1 \cdot (R_2 + R_4) \cdot \ln \left(\frac{R_4 \cdot (U_Z - U_{D2} - U_{C1})}{(R_2 + R_4) \cdot U_{T1th}} \right) = C_1 \cdot K$$

Do zmiany czasu świecenia diody D_1 można wykorzystać kondensator C_1 .

W układzie prawidłowo działającym czas ten dla danych znamionowych elementów układu oraz napięcia na diodzie D_2 (w tym stanie dioda D_2 nie świeci) $U_{D2} \approx 1,29$ V i napięcia odcięcia tranzystora T_1 $U_{T1th} = 2,36$ V (zakładając, że przed naciśnięciem przycisku S kondensator był rozładowany $U_{C1} = 0$) wynosi:

$$t_i = C_1 \cdot K = C_1 \cdot 68788,5 = 270 \cdot 10^{-6} \cdot 68788,5 = 18,57 \text{ s}$$

gdzie:

U_{GST1} – napięcie bramka-źródło tranzystora T_1

U_{GST2} – napięcie bramka-źródło tranzystora T_2

U_Z – napięcie zasilające

U_{T1th} – napięcie odcięcia tranzystora T_1

U_{T2th} – napięcie odcięcia tranzystora T_2

U_{D1} – napięcie na diodzie D_1

U_{D2} – napięcie na diodzie D_2

U_{R4} – napięcie na rezystorze R_4

U_{C1} – napięcie na kondensatorze C_1

K – współczynnik o wartości 68788,5

Wykaz elementów zastosowanych do budowy układu sterownika sygnalizatora świetlnego

Tabela 1.

L.p.	Nazwa elementu	Typ/wartość znamionowa
Przerzutnik monostabilny		
1.	Tranzystor polowy T_1	IRLU042N
2.	Tranzystor polowy T_2	IRLU042N
3.	Tranzystor bipolarny T_3	BC107B
4.	Rezystor R_1	200 Ω
5.	Rezystor R_2	200 Ω
6.	Rezystor R_3	10 k Ω
7.	Rezystor R_4	100 k Ω
8.	Rezystor R_5	1 k Ω
9.	Kondensator elektrolityczny C_1	270 μ F
10.	Dioda LED, zielona D_1	HLMP-3507
11.	Dioda LED, czerwona D_2	HLMP-3301
12.	Dioda prostownicza D_3	1N5059
Układ wyzwalający tranzystor T_3		
13.	Rezystor R_6	1 k Ω
14.	Rezystor R_7	10 k Ω
15.	Rezystor R_8	1 k Ω
16.	Kondensator C_2	200 nF
17.	Przełącznik monostabilny S	-
<i>Uwaga: Wartości rezystorów i kondensatorów z szeregu E12</i>		

Wybrane dane katalogowe tranzystorów i diod zastosowanych w układzie sterownika sygnalizatora świetlnego

Tabela 2.

Oznaczenie	BC107B
Polaryzacja	NPN
Maksymalne napięcie kolektor-emiter, U_{CEmax} [V]	45
Maksymalny prąd kolektora, I_{Cmax} [mA]	100
Współczynnik wzmocnienia prądowego, h_{fe} [-]	200÷450
Częstotliwość graniczna, f_T [MHz]	150
Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	300

Oznaczenie	IRLU042N
Rodzaj	MOSFET N (kanał wzbogacony)
Maksymalne napięcie dren-źródło, U_{DSmax} [V]	60
Maksymalne napięcie bramka-dren, U_{GDmax} [V]	-
Maksymalne napięcie bramka-źródło, U_{GSmax} [V]	±10
Napięcie odcięcia U_{Gsth} [V]	1÷2,5
Maksymalny prąd drenu, I_D [A]	14
§Maksymalna moc, P_{tot} [W]	42

Oznaczenie	HLMP-3507	HLMP-3301
Długość fali emitowanego światła [nm]	569	626
Napięcie przewodzenia, U_F [V] dla $I_F=10$ mA	2,1	1,9
Maksymalne napięcie wsteczne, U_R [V]	5	5
Maksymalny średni prąd przewodzenia, I_O [mA]	25	25
Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	135	135

Oznaczenie	1N5059
Napięcie przewodzenia, U_F [V] dla $I_F=1$ A	<1
Maksymalne napięcie wsteczne, U_R [V]	200
Maksymalny średni prąd przewodzenia, I_O [A]	2
Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	-

Opis uszkodzenia układu sterownika sygnalizatora świetlnego

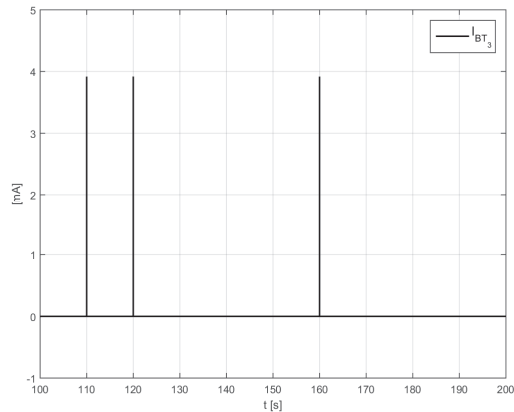
W wyniku uszkodzenia układu po włączeniu zasilania i odczekaniu kilku sekund (w tym czasie przycisk S w stanie spoczynkowym) stwierdzono, że obie diody LED nie świecą. Następnie naciśnięto na chwilę przełącznik S i zaobserwowano świecenie diody zielonej D_1 , przez około 24 s. Po upływie tego czasu ponownie odnotowano, że obie diody LED nie świecą.

Wyniki pomiarów napięć i rezystancji uszkodzonego układu dla przycisku S w stanie spoczynkowym

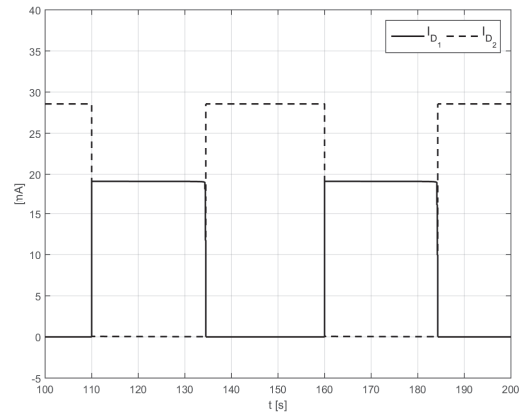
Tabela 3.

L.p.	Parametr	Wartość	Uwagi
1.	Napięcie w punkcie PP1	6 V	Pomiar napięcia względem masy
2.	Napięcie w punkcie PP2	2,42 mV	
3.	Napięcie w punkcie PP3	2,39 mV	
4.	Napięcie w punkcie PP4	0 V	
5.	Napięcie w punkcie PP5	6 V	
6.	Napięcie w punkcie PP6	4,69 V	
7.	Napięcie w punkcie PP7	4,69 V	
8.	Napięcie w punkcie PP8	4,69 V	
9.	Napięcie w punkcie PP9	0 V	
10.	Rezystancja rezystora R_1	195 Ω	Pomiar rezystancji w układzie przy odłączonym zasilaniu
11.	Rezystancja rezystora R_2	210 Ω	
12.	Rezystancja rezystora R_3	9,7 k Ω	
13.	Rezystancja rezystora R_4	98 k Ω	
14.	Rezystancja rezystora R_5	920 Ω	
Uwaga: Elementy układu wyzwalającego tranzystor T_3 (R_6 , R_7 , R_8 , C_2 , S) są sprawne.			

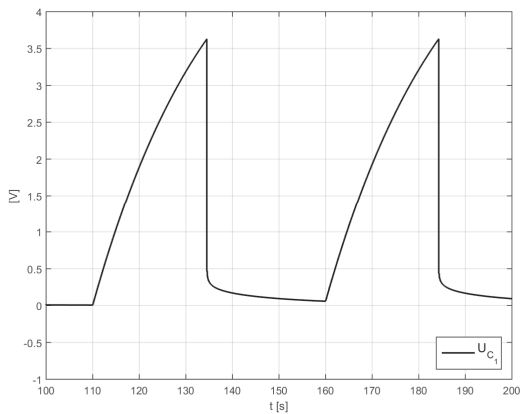
Przebiegi prądów i napięć w uszkodzonym układzie



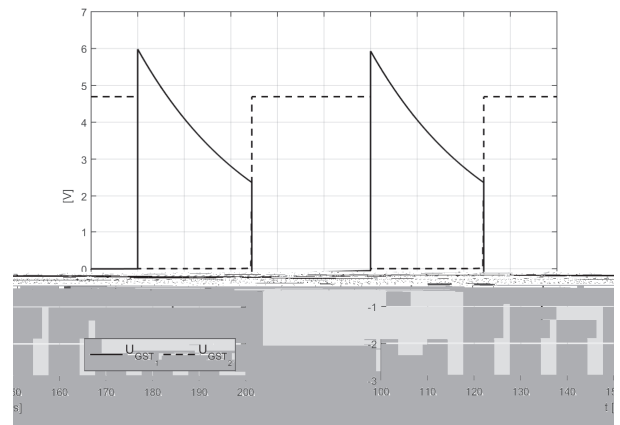
Rys. 2. Czasowy przebieg prądu bazy tranzystora T_3



Rys. 3. Czasowe przebiegi prądów diod D_1 i D_2



Rys. 4. Czasowy przebieg napięcia na kondensatorze C_1



Rys. 5. Czasowe przebiegi napięć G-S tranzystorów T_1 i T_2

Wymagania modyfikacji układu sterownika sygnalizatora świetlnego

Z treści zadania wynika, że czas świecenia diody D_1 jest uzależniony od wartości elementów C_1 , R_2 i R_4 . W przypadku sprawnego układu czas ten wynosi około 18 s. Przeprowadź modyfikację układu tak, aby wydłużyć czas świecenia diody D_1 do około 30 s. Wartości rezystorów R_2 oraz R_4 pozostaw bez zmian.

Wybrane dane katalogowe dostępnych tranzystorów (zamienników)

Oznaczenie	BC109C	BC177C	BFT25A	2N2907A
Polaryzacja	NPN	PNP	NPN	PNP
Maksymalne napięcie kolektor-emiter, U_{CEmax} [V]	25	45	5	60
Maksymalny prąd kolektora, I_{Cmax} [mA]	100	100	6,5	600
Współczynnik wzmocnienia prądowego, h_{fe} [-]	420-800	380-800		

Oznaczenie	2SK30A	2N5114	IRF9530	IRF431
Rodzaj	JFET N	JFET P	MOSFET P kanał wzbogacony	MOSFET N kanał wzbogacony
Maksymalne napięcie dren-źródło, U_{DSmax} [V]	-	-	-100	450
Maksymalne napięcie bramka-dren, U_{GDmax} [V]	-50	-40	-	-
Maksymalne napięcie bramka-źródło, U_{GSmax} [V]	-50	-40	± 20	± 20
Napięcie odcięcia U_{Gsth} [V]	$-5 \div -0,4$	$5 \div 10$	$-4 \div -2$	$2 \div 4$
Maksymalny prąd drenu, I_{Dmax} [A]	-	-	-12	4,5
Maksymalna moc, P_{tot} [W]	0,25	0,5	88	75

Wybrane dane katalogowe dostępnych diod (zamienników)

Oznaczenie	LL-503ID2E	LL-503YD2E	LL-503GD2E
Długość fali emitowanego światła [nm]	631	590	568
Napięcie przewodzenia, U_F [V] dla $I_F=20$ mA	2	2	2,2
Maksymalne napięcie wsteczne, U_R [V]	5	5	5
Maksymalny średni prąd przewodzenia, I_O [mA]	50	35	50
Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	100	100	100

Inne elementy

Rezystory o wartościach i odchyłkach wynikających z szeregu E12 w zakresie 1Ω do $1 M\Omega$ o mocy znamionowej 0,25 W oraz kondensatory elektrolityczne o wartościach i odchyłkach wynikających z szeregu E12 w zakresie $10 \mu F$ do 1 mF na napięcie 50 V i powyżej.

Szereg E12 $\pm 10\%$

10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- wykaz przyrządów pomiarowych,
- porównanie pomiarów napięć z wartościami znamionowym,
- porównanie pomiarów rezystancji z wartościami znamionowym,
- ocena stanu technicznego wybranych elementów układu sygnalizatora świetlnego,
- wykaz elementów przeznaczonych do wymiany/modyfikacji.

KARTA BADANIA UKŁADU STEROWNIKA SYGNALIZATORA ŚWIETLNEGO

Wykaz przyrządów pomiarowych do sprawdzenia działania układu sygnalizatora świetlnego

L.p.	Nazwa przyrządu pomiarowego	Mierzona wielkość /wykonywana funkcja
1		pomiar potencjałów
2		obserwacja przebiegów
3		pomiar rezystancji

Porównanie wyników pomiarów z wartościami znamionowymi

Porównanie pomiarów napięć

L.p.	Parametr	Wartość zmierzona	Wpisz zgodne/niezgodne
1.	Napięcie w punkcie PP1	6 V	
2.	Napięcie w punkcie PP2	2,42 mV	
3.	Napięcie w punkcie PP3	2,39 mV	
4.	Napięcie w punkcie PP4	0 V	
5.	Napięcie w punkcie PP5	6 V	
6.	Napięcie w punkcie PP6	4,69 V	
7.	Napięcie w punkcie PP7	4,69 V	
8.	Napięcie w punkcie PP8	4,69 V	
9.	Napięcie w punkcie PP9	0 V	

Porównanie pomiarów rezystancji

L.p.	Parametr	Wartość zmierzona	Wpisz zgodna/niezgodna
1.	Rezystancja rezystora R_1	195 Ω	
2.	Rezystancja rezystora R_2	210 Ω	
3.	Rezystancja rezystora R_3	9,7 k Ω	
4.	Rezystancja rezystora R_4	98 k Ω	
5.	Rezystancja rezystora R_5	920 Ω	

Ocena stanu technicznego wybranych elementów układu sygnalizatora świetlnego

L.p.	Nazwa elementu	Typ/Wartość znamionowa	Wpisz sprawny/niesprawny
1.	Tranzystor polowy T_1	IRLU042N	
2.	Tranzystor polowy T_2	IRLU042N	
3.	Dioda LED, zielona D_1	HLMP-3507	
4.	Dioda LED, czerwona D_2	HLMP-3301	
5.	Tranzystor bipolarny T_3	BC107B	
6.	Kondensator elektrolityczny C_1	270 μ F	
7.	Rezystor R_1	200 Ω	
8.	Rezystor R_2	200 Ω	
9.	Rezystor R_3	10 k Ω	
10.	Rezystor R_4	100 k Ω	
11.	Rezystor R_5	1 k Ω	

Wykaz elementów przeznaczonych do wymiany/modyfikacji

Element przeznaczony do wymiany/modyfikacji		Zamiennik
Oznaczenie na schemacie	Typ/wartość znamionowa	Typ/wartość znamionowa