

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń elektronicznych**
Symbol kwalifikacji: **ELM.05**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

ELM.05-01-25.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2025

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 9 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

Uszkodzeniu uległ sterownik sygnalizatora świetlnego, którego schemat ideowy przedstawia rysunek 1. W wyniku uszkodzenia układu po włączeniu zasilania i odczekaniu kilkunastu sekund (w tym czasie przycisk S jest w stanie spoczynkowym) stwierdzono, że świeci wyłącznie dioda D_2 o barwie czerwonej. Następnie naciśnięto na chwilę przycisk S i zaobserwowano, że obie diody nie świecą przez czas około 12 s po czym ponownie świeci wyłącznie dioda D_2 o barwie czerwonej. W ramach diagnostyki uszkodzonego układu pomierzono występujące napięcia w punktach pomiarowych PP01 ÷ PP09 – zapisane w tabeli 3 oraz zarejestrowano oscylogramy: rysunki 2 ÷ 4.

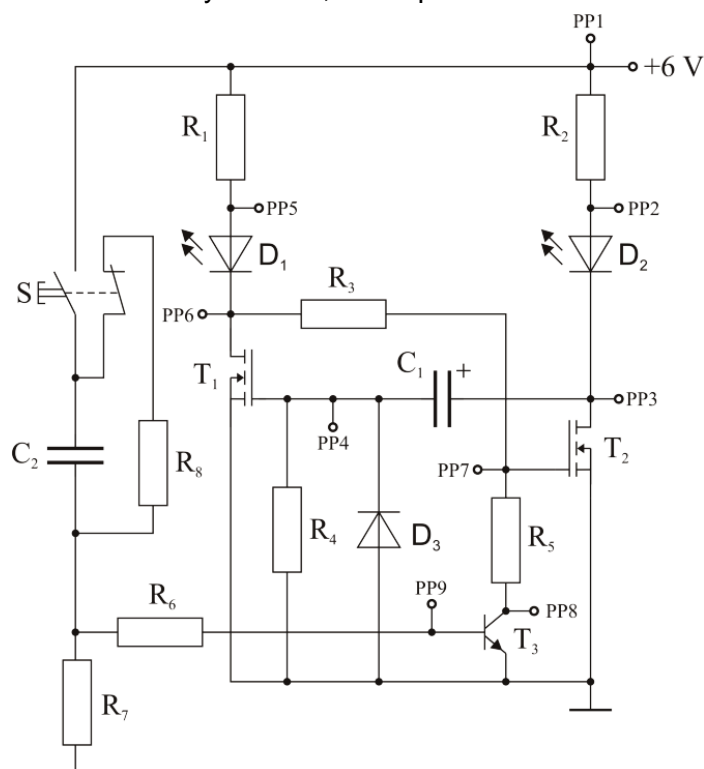
Na podstawie opisu uszkodzenia, wyników pomiarów napięć i rezystancji oraz przebiegów napięć i prądów wskaż przyczynę wadliwego działania układu i sposób jego naprawy.

Przeprowadź modyfikację układu tak, aby czas świecenia diody o barwie zielonej D_1 był dwa razy dłuższy. Wartości rezystorów R_2 i R_4 pozostaw bez zmian.

Zadanie egzaminacyjne rozwiąż wypełniając kartę badania sterownika sygnalizatora świetlnego.

Opis działania sterownika sygnalizatora świetlnego

Układ steruje dwiema diodami LED tak, że zawsze tylko jedna z nich świeci. W stanie stabilnym świeci dioda D_2 o barwie czerwonej. Po naciśnięciu przycisku S układ przechodzi do stanu niestabilnego, w którym następuje zaświecenie diody D_1 o barwie zielonej. Po czasie t_i , ustalonym przez wartość kondensatora C_1 i połączonego z nim rezystora R_4 oraz rezystora R_2 , układ powraca do stanu stabilnego.



Rys. 1. Schemat ideowy sterownika sygnalizatora świetlnego

Algorytm działania układu

1. Przycisk S w stanie spoczynkowym

- T_3 zatkany, $U_{GST2} \approx U_Z - U_{D1} > U_{T2th}$, T_2 przewodzi, D_2 świeci
- $U_{R4} \approx U_{C1} \approx 0$, T_1 zatkany, D_1 nie świeci

2. Po wciśnięciu przycisku S

- impuls wyzwała T_3 , który zwiera do masy bramkę T_2 , $U_{GST2} \approx 0$, T_2 zatyka się, D_2 nie świeci
- U_{GST1} gwałtownie rośnie, T_1 przewodzi, D_1 świeci
- U_{C1} rośnie (C_1 się ładuje), U_{GST1} maleje
- gdy U_{GST1} spadnie poniżej U_{T1th} T_1 się zatyka, D_1 przestaje świecić, T_2 przewodzi, D_2 świeci, kondensator C_1 rozładowuje się

Czas świecenia diody D₁

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

Do zmiany czasu świecenia diody D₁ należy wykorzystać kondensator C₁.

W prawidłowo działającym układzie czas ten dla danych znamionowych elementów układu oraz napięcia na diodzie D₂ U_{D2} ≈ 1,3 V (w tym stanie dioda nie świeci) i napięcia odcięcia tranzystora T₁ U_{T1th} = 2,89 V (zakładając, że przed naciśnięciem przycisku S kondensator C₁ był rozładowany U_{C1} = 0 V) wynosi:

$$t_i = 100180 \cdot 270 \cdot 10^{-6} \cdot \ln \left(\frac{100 \cdot 10^3 \cdot (6 - 1,3 - 0)}{100180 \cdot 2,89} \right) = K \cdot C_1 = 13,1 \text{ s}$$

gdzie:

U_{GST1} - napięcie bramka-źródło tranzystora T₁

U_{GST2} - napięcie bramka-źródło tranzystora T₂

U_Z - napięcie zasilające

U_{T1th} - napięcie odcięcia tranzystora T₁

U_{T2th} - napięcie odcięcia tranzystora T₂

U_{D1} - napięcie na diodzie D₁

U_{D2} - napięcie na diodzie D₂

U_{R4} - napięcie na rezystorze R₄

U_{C1} - napięcie na kondensatorze C₁

K - współczynnik o wartości 48538 s/F

Tabela 1.

Wykaz elementów użytych do budowy sterownika sygnalizatora świetlnego		
Lp.	Nazwa elementu	Typ/wartość znamionowa
Przerzutnik monostabilny		
1	Tranzystor polowy T ₁	IRF150
2	Tranzystor polowy T ₂	IRF150
3	Tranzystor bipolarny T ₃	BC107B
4	Rezystor R ₁	180 Ω
5	Rezystor R ₂	180 Ω
6	Rezystor R ₃	10 kΩ
7	Rezystor R ₄	100 kΩ
8	Rezystor R ₅	1 kΩ
9	Kondensator elektrolityczny C ₁	270 μF
10	Dioda LED o barwie zielonej D ₁	HLMP-3507
11	Dioda LED o barwie czerwonej D ₂	HLMP-3301
12	Dioda prostownicza D ₃	1N5059
Układ wyzwalający tranzystor T₃		
13	Rezystor R ₆	1 kΩ
14	Rezystor R ₇	10 kΩ
15	Rezystor R ₈	1 kΩ
16	Kondensator C ₂	200 nF
17	Przełącznik S	monostabilny

Tabela 2.

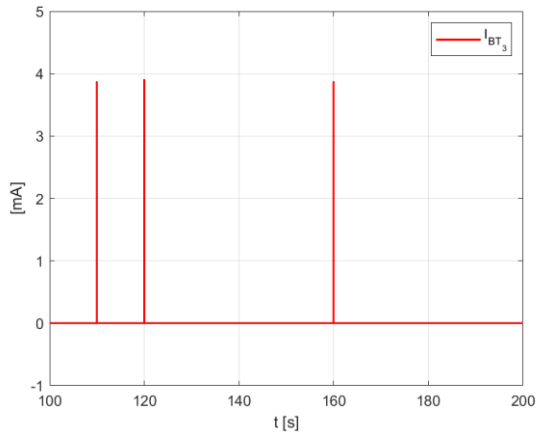
Wybrane dane katalogowe diod i tranzystorów zastosowanych w sterowniku sygnalizatora świetlnego		
Typ elementu	Parametr	Wartość parametru
BC107B	Polaryzacja	NPN
	Maksymalne napięcie kolektor-emiter, U_{CEmax} [V]	45
	Maksymalny prąd kolektora, I_{Cmax} [mA]	100
	Współczynnik wzmocnienia prądowego, h_{fe} [-]	200÷450
	Częstotliwość graniczna, f_T [MHz]	150
	Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	300
IRF150	Rodzaj	MOSFET N (normalnie wyłączony)
	Maksymalne napięcie dren-źródło, U_{DSmax} [V]	100
	Maksymalne napięcie bramka-źródło, U_{GSmax} [V]	±20
	Napięcie progowe U_{GSth} [V]	2÷4
	Maksymalny prąd drenu, I_D [A]	40
	Maksymalna moc, P_{tot} [W]	150
HLMP-3507	Długość fali emitowanego światła [nm]	569
	Napięcie przewodzenia, U_F [V] dla $I_F=10$ mA	2,1
	Maksymalne napięcie wsteczne, U_R [V]	5
	Maksymalny średni prąd przewodzenia, I_O [mA]	25
	Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	135
HLMP-3301	Długość fali emitowanego światła [nm]	626
	Napięcie przewodzenia, U_F [V] dla $I_F=10$ mA	1,9
	Maksymalne napięcie wsteczne, U_R [V]	5
	Maksymalny średni prąd przewodzenia, I_O [mA]	25
	Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	135
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

Tabela 3.

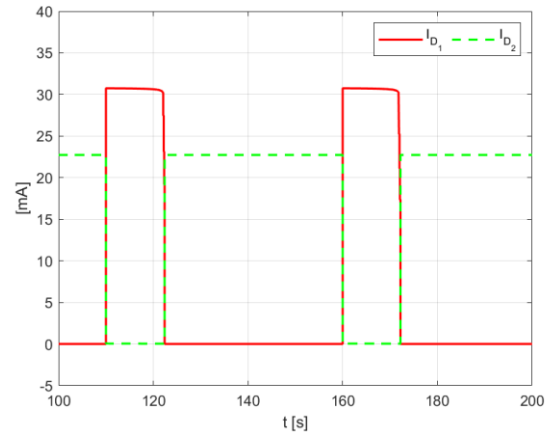
Wyniki pomiarów napięć i rezystancji uszkodzonego układu dla przycisku S w stanie spoczynkowym			
Lp.	Parametr	Wynik pomiaru	Uwagi
1	Napięcie w punkcie pomiarowym PP1	6 V	Pomiar napięcia względem masy
2	Napięcie w punkcie pomiarowym PP2	2,13 V	
3	Napięcie w punkcie pomiarowym PP3	1,74 mV	
4	Napięcie w punkcie pomiarowym PP4	-61,7 mV	
5	Napięcie w punkcie pomiarowym PP5	6 V	
6	Napięcie w punkcie pomiarowym PP6	6 V	
7	Napięcie w punkcie pomiarowym PP7	6 V	
8	Napięcie w punkcie pomiarowym PP8	6 V	
9	Napięcie w punkcie pomiarowym PP9	0 V	
10	Rezystancja rezystora R_1	195 Ω	Pomiary wykonano po wymontowaniu elementów z układu
11	Rezystancja rezystora R_2	170 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

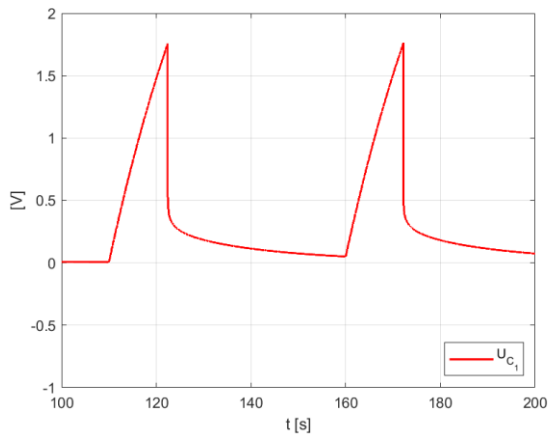
Przebiegi prądów i napięć w uszkodzonym układzie



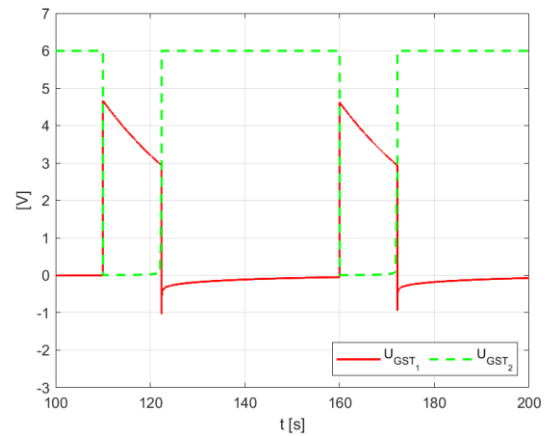
Rys. 2. Prąd bazy tranzystora T_3



Rys. 3. Prądy diod D_1 i D_2



Rys. 4. Napięcie na kondensatorze C_1



Rys. 5. Napięcia G-S tranzystorów T_1 i T_2

Tabela 4.

Wybrane dane katalogowe dostępnych diod i tranzystorów				
Wybrane parametry dostępnych tranzystorów bipolarnych				
Parametr	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	50÷200	100÷300
Częstotliwość graniczna, f_T [MHz]	150	200	5000	200
Maksymalna moc, P_{tot} [mW]	300	600	32	400
Wybrane parametry dostępnych tranzystorów unipolarnych				
Parametr	2SK30A	2N5114	IRF9530	IRF431
Rodzaj	JFET N	JFET P	MOSFET P (normalnie wyłączony)	MOSFET N (normalnie wyłączony)
Maksymalne napięcie dren-źródło, U_{DSmax} [V]	-	-	-100	450
Maksymalne napięcie bramka-źródło, U_{GSmax} [V]	-50	-40	±20	±20
Napięcie progowe U_{GSth} [V]	-5÷-0,4	5÷10	-4÷-2	2÷4
Maksymalny prąd drenu, I_{Dmax} [A]	-	-	-12	4,5
Maksymalna moc, P_{tot} [W]	0,25	0,5	88	75
Wybrane parametry dostępnych diod				
Parametr	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	

Pozostałe elementy dostępne na stanowisku

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

Szereg E12 (maksymalna tolerancja 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 do sprawdzenia działania sterownika sygnalizatora świetlnego - Tabela 5,
- porównanie wyników wykonanych pomiarów z przewidywanymi dla sterownika sygnalizatora świetlnego funkcjonującego poprawnie - Tabela 6,
- ocena poprawności działania wybranych elementów wchodzących w skład sterownika sygnalizatora świetlnego - Tabela 7,
- dobór elementów przeznaczonych do wymiany - Tabela 8,
- dobór elementów przeznaczonych do modyfikacji - Tabela 9.

KARTA BADANIA STEROWNIKA SYGNALIZATORA ŚWIETLNEGO

Tabela 5.

Wykaz przyrządów pomiarowych do sprawdzenia działania sterownika sygnalizatora świetlnego		
Lp.	Przyrząd pomiarowy	Przeznaczenie przyrządu pomiarowego w tym układzie
1		
2		
3		

Tabela 6.

Porównanie wyników wykonanych pomiarów z przewidywanymi dla sterownika sygnalizatora świetlnego funkcjonującego poprawnie			
Lp.	Parametr	Wynik pomiaru	Wniosek zapisz zgodny lub niezgodny
1	Napięcie w punkcie pomiarowym PP1	6 V	
2	Napięcie w punkcie pomiarowym PP2	2,13 V	
3	Napięcie w punkcie pomiarowym PP3	1,74 mV	
4	Napięcie w punkcie pomiarowym PP4	-61,7 mV	
5	Napięcie w punkcie pomiarowym PP5	6 V	
6.	Napięcie w punkcie pomiarowym PP6	6 V	
7	Napięcie w punkcie pomiarowym PP7	6 V	
8	Napięcie w punkcie pomiarowym PP8	6 V	
9	Napięcie w punkcie pomiarowym PP9	0 V	
10	Rezystancja rezystora R ₁	195 Ω	
11	Rezystancja rezystora R ₂	170 Ω	
12	Rezystancja rezystora R ₃	9,7 kΩ	
13	Rezystancja rezystora R ₄	98 kΩ	
14	Rezystancja rezystora R ₅	920 Ω	

Tabela 7.

Ocena poprawności działania wybranych elementów wchodzących w skład sterownika sygnalizatora świetlnego			
Lp.	Element	Typ/ wartość znamionowa	Wniosek zapisz sprawny lub nieprawny
1	Tranzystor polowy T ₁	IRF150	
2	Tranzystor polowy T ₂	IRF150	
3	Dioda LED o barwie zielonej D ₁	HLMP-3507	
4	Dioda LED o barwie czerwonej D ₂	HLMP-3301	
5	Tranzystor bipolarny T ₃	BC107B	
6	Kondensator elektrolityczny C ₁	270 μF	
7	Rezystor R ₁	180 Ω	
8	Rezystor R ₂	180 Ω	
9	Rezystor R ₃	10 kΩ	
10	Rezystor R ₄	100 kΩ	
11	Rezystor R ₅	1 kΩ	

Tabela 8.

Dobór elementów przeznaczonych do wymiany		
Element przeznaczony do wymiany w celu naprawy		Element zastępczy
Oznaczenie na schemacie	Typ/wartość znamionowa	Typ/wartość znamionowa

Tabela 9.

Dobór elementów przeznaczonych do modyfikacji		
Element przeznaczony do wymiany w celu modyfikacji		Element zastępczy
Oznaczenie na schemacie	Typ/wartość znamionowa	Typ/wartość znamionowa