

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

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

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

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

ELM.05-01-26.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 12 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. 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

** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

W celu zapobieżenia przegrzania zasilacza laboratoryjnego zastosowano układ mierzący temperaturę w obudowie zasilacza i włączający wentylator, gdy temperatura osiągnie 48 °C. Schemat rozważanego układu przedstawiono na rysunku 1., wykaz elementów użytych do jego budowy w tabeli 1., a katalogowe wartości parametrów dla wybranych elementów układu w tabeli 2.

Układ automatycznego włącznika wentylatora zbudowany jest w oparciu o termometr elektroniczny mierzący temperaturę w zasilaczu, wyposażony w układ komparatora w postaci wzmacniacza operacyjnego.

Układ automatycznego włącznika wentylatora uległ uszkodzeniu. Awaria objawia się tym, że sprawny wentylator nie włącza się, a dioda LED nie świeci, bez względu na zmiany temperatury w obudowie zasilacza.

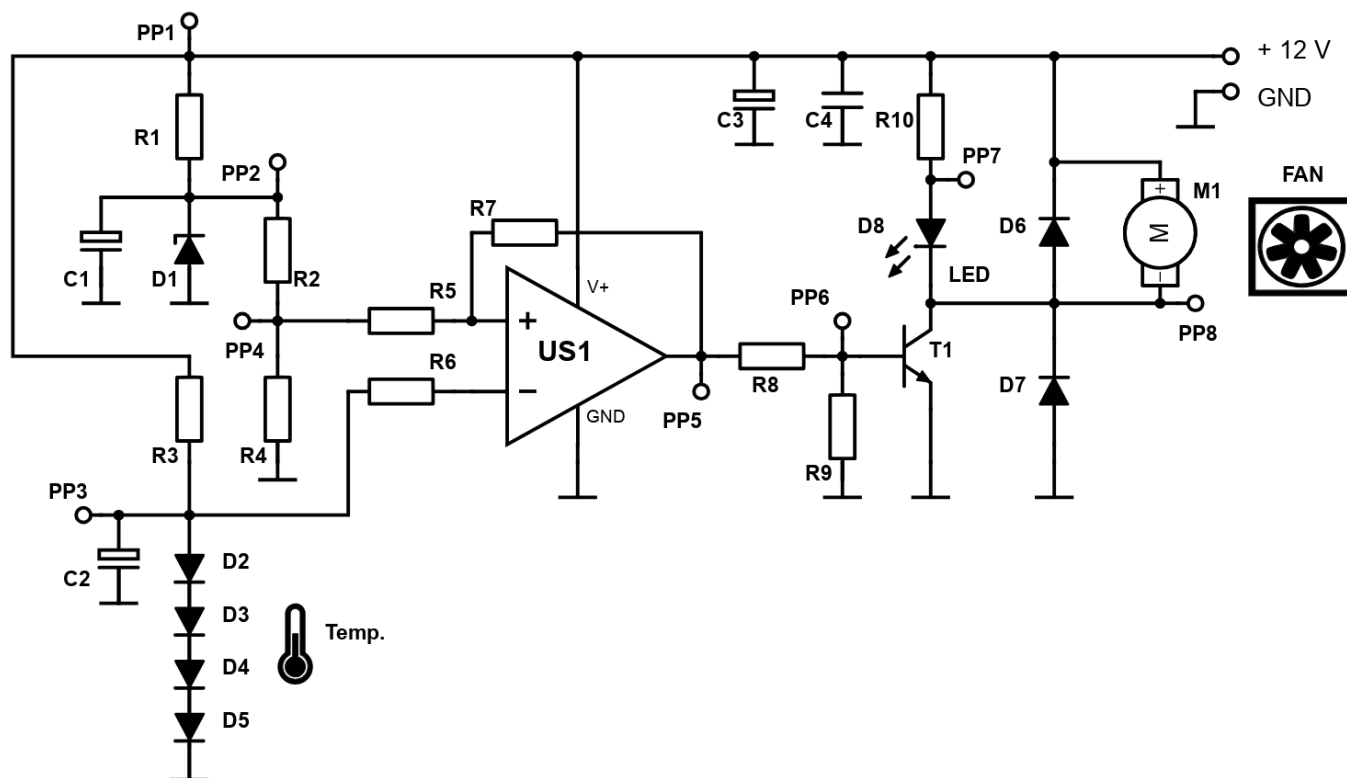
Wykonano badanie testowe uszkodzonego układu automatycznego włącznika wentylatora poprzez pomiary napięć w punktach testowych PP1 ÷ PP8 zaznaczonych na rysunku 1., rezystancji i pojemności wybranych elementów układu oraz testu złączy tranzystorów i diod.

Znajdź usterki w układzie automatycznego włącznika wentylatora oraz wskaż sposób ich usunięcia. Następnie zaproponuj modyfikację układu w taki sposób, aby:

- wentylator załączał się już przy temperaturze 34 °C,
- można było zastosować w układzie wentylator większej mocy $P = 15\text{ W}$.

Do usunięcia usterki i modyfikacji układu wykorzystaj wyłącznie elementy wymienione w wykazie elementów w tabeli 3 dostępnych na stanowisku pomiarowym.

Zadanie rozwiąż wypełniając KARTĘ BADANIA UKŁADU AUTOMATYCZNEGO WŁĄCZNIKA WENTYLATORA.



Rysunek 1. Schemat układu automatycznego włącznika wentylatora

Tabela 1. Wykaz elementów użytych do budowy układu automatycznego włącznika wentylatora

Lp.	Nazwa elementu	Typ/wartość
1.	Układ scalony US1	TL082
2.	Tranzystor T1	BC337-10
3.	Dioda D1	BZP683 C5V1
4.	Diody D2 ÷ D5	1N4148
5.	Diody D6, D7	1N4148
6.	Dioda LED D8	L-53GD
7.	Rezystor R1	1 kΩ/0,125 W
8.	Rezystor R2	10 kΩ/0,125 W
9.	Rezystor R3	10 kΩ/0,125 W
10.	Rezystor R4	8,2 kΩ/0,125 W
11.	Rezystor R5	10 kΩ/0,125 W
12.	Rezystor R6	10 kΩ/0,125 W
13.	Rezystor R7	4,7 MΩ/0,125 W
14.	Rezystor R8	1,5 kΩ/0,125 W
15.	Rezystor R9	5,6 kΩ/0,125 W
16.	Rezystor R10	2 kΩ/0,25 W
17.	Kondensator C1	4,7 μF/40 V
18.	Kondensator C2	4,7 μF/40 V
19.	Kondensator C3	22 μF/25 V
20.	Kondensator C4	47 nF/50 V ceramiczny
21.	Wentylator M1	EEC0381B1-A99

Wartości szeregu E24 (dotyczy rezystorów):

10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Wartości szeregu E12 (dotyczy kondensatorów):

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

Opis działania układu

Jako elementy wrażliwe na zmiany temperatury zastosowano połączone szeregowo 4 uniwersalne diody krzemowe D2 ÷ D5. Temperaturowy współczynnik zmian napięcia przewodzenia diody krzemowej jest ujemny i wynosi około $-2,3 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$. W przypadku czterech połączonych szeregowo diod jest on proporcjonalnie większy i wynosi około $-9,2 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$. Wraz ze wzrostem temperatury diod D2 ÷ D5 maleje napięcie na kondensatorze C2, które jest podawane na wejście (-) komparatora US1. Na wejście (+) komparatora doprowadzono napięcie referencyjne uzyskiwane w układzie złożonym z diody Zenera oraz dzielnika R2 i R4.

W chwili zrównania się napięć wejściowych komparatora US1 zmienia on swój stan na wysoki. Efektem tego jest nasycenie się tranzystora T1 i włączenie wentylatora. Praca wentylatora sygnalizowana jest świeceniem się diody D8. W przypadku uruchomionego chłodzenia, gdy temperatura diod D2 ÷ D5 obniża się, to napięcie na kondensatorze C2 rośnie. Jeżeli przekroczy ono wartość referencyjną, nastąpi zatkanie tranzystora T1 i wyłączenie wentylatora.

Komparator wyposażono w pętlę histerezy, wprowadzając dodatnie sprzężenie zwrotne przy pomocy rezystora R7. Dzięki tej pętli wentylator wyłączy się dopiero w chwili, gdy temperatura w zasilaczu obniży się o 2°C w stosunku do temperatury, przy której nastąpiło włączenie wentylatora. Kondensatory C3 i C4 filtrują zakłócenia napięcia zasilającego. Diody D6 i D7 zabezpieczają tranzystor T1 przed uszkodzeniem wskutek przebiegów wprowadzanych do układu przez silnik wentylatora.

Tabela 2. Katalogowe wartości parametrów wybranych elementów układu automatycznego włącznika wentylatora

Typ elementu	Parametr	Wartość parametru
TL082	Maksymalne napięcie zasilania V_{CC}	$\pm 18\text{ V}$
	Maksymalny prąd wejściowy I_{INMAX}	400 pA
	Maksymalny prąd offsetu I_{OS}	100 pA
	Zakres różnicowego napięcia wejściowego U_{ID}	$\pm 30\text{ V}$
	Moc znamionowa dla $V_{CC} = \pm 15\text{ V}$	680 mW
	Prąd wyjściowy I_O	40 mA
BC337-10	Polaryzacja	NPN
	Obudowa	TO-92
	Maksymalne napięcie kolektor-emiter U_{CEmax}	45 V
	Maksymalny prąd kolektora I_{Cmax}	0,85 A
	Współczynnik wzmocnienia prądowego h_{FE}	100 ÷ 630
	Maksymalna moc P_{tot}	0,5 W
BZP683 C5V1	Napięcie Zenera U_Z	4,8 V ÷ 5,4 V
	Rezystancja dynamiczna dla $I_Z = 5\text{ mA}$, r_Z	$< 75\ \Omega$
	Maksymalna moc P_{tot}	0,4 W
1N4148	Maksymalne napięcie wsteczne U_R	100 V
	Maksymalny średni prąd przewodzenia I_O	0,2 A
	Maksymalna moc P_{tot}	0,5 W
L-53GD	Długość fali emitowanego światła λ	565 nm
	Napięcie przewodzenia U_F dla $I_F = 20\text{ mA}$	2,2 V
	Maksymalne napięcie wsteczne U_R	5 V
	Maksymalny średni prąd przewodzenia I_O	25 mA
	Maksymalna moc P_{tot}	105 mW
EEC0381B1-A99	Napięcie zasilania U_Z	12 V DC
	Prąd znamionowy I_O	0,8 A
	Pobór mocy P_O	9,6 W
	Wydajność powietrza	234,4 m³/h
	Poziom hałasu	48 dBA

Tabela 3. Wykaz elementów elektronicznych dostępnych na stanowisku badawczym przeznaczonych do usunięcia usterki i modyfikacji układu automatycznego włącznika wentylatora

Układy scalone			
Parametr	LM311N	LM393	μA741
Maksymalne napięcie zasilania V_{CC}	36 V	36 V	36 V
Maksymalny prąd wejściowy I_{INMAX}	150 nA	400 nA	80 nA
Maksymalny prąd offsetu I_{OS}	20 nA	150 nA	20 nA
Zakres różnicowego napięcia wejściowego U_{ID}	± 30 V	± 36 V	± 15 V
Moc znamionowa dla $V_{CC} = \pm 15$ V	135 mW	780 mW	50 mW
Prąd wyjściowy I_O	50 mA	16 mA	25 mA
Tranzystory			
Parametr	SS8050	BC307	BC635
Polaryzacja	NPN	PNP	NPN
Obudowa	TO-92	TO-92	TO-92
Maksymalne napięcie kolektor-emiter U_{CEmax}	25 V	50 V	45 V
Maksymalny prąd kolektora I_{Cmax}	1,5 A	0,1 A	1 A
Współczynnik wzmocnienia prądowego h_{FE}	160 ÷ 300	200 ÷ 460	40 ÷ 250
Maksymalna moc P_{tot}	1 W	0,5 W	0,8 W
Diody			
Parametr	1N4007	1N457	1N4001
Maksymalne napięcie wsteczne U_R	600 V	70 V	50 V
Maksymalny średni prąd przewodzenia I_O	1 A	0,2 A	1 A
Maksymalna moc P_{tot}	3 W	0,5 W	3 W
Diody Zenera			
Parametr	BZX79-B5V1	ZPD5B1	BZX55-C5V1
Napięcie Zenera U_Z	5,00 V ÷ 5,20 V	5,00 V ÷ 5,20 V	4,80 V ÷ 5,40 V
Rezystancja dynamiczna dla $I_Z = 5$ mA, r_Z	40 Ω ÷ 60 Ω	< 60 Ω	< 35 Ω
Maksymalna moc P_{tot}	0,5 W	0,5 W	0,5 W
Diody LED			
Parametr	HLMP-3301	HLMP-3507	HLMP-3401
Długość fali emitowanego światła λ	626 nm	569 nm	585 nm
Napięcie przewodzenia U_F dla $I_F = 20$ mA	1,9 V	2,1 V	2 V
Maksymalne napięcie wsteczne U_R	5 V	5 V	5 V
Maksymalny średni prąd przewodzenia I_O	25 mA	25 mA	20 mA
Maksymalna moc P_{tot}	135 mW	135 mW	85 mW
Wentylatory			
Parametr	MEC0381V1-A99	EEC0251B1-A99	MC30060V2-A99
Napięcie zasilania U_Z	12 V DC	12 V DC	5 V DC
Prąd znamionowy I_O	833 mA	445 mA	72 mA
Pobór mocy P_O	10 W	5,3 W	0,36 W
Wydajność powietrza	234,41 m³/h	183,79 m³/h	6,28 m³/h
Poziom hałasu	48 dBA	44,5 dBA	24 dBA
Rezystory i potencjometry			
o wartościach i odchyłkach wynikających z szeregu E24 w zakresie 1 Ω do 1 MΩ, o mocy znamionowej 0,125 W i 0,25 W			
Kondensatory elektrolityczne			
o wartościach i odchyłkach wynikających z szeregu E12 w zakresie 1 μF do 1000 μF na napięcie 25 V i powyżej			
Kondensatory ceramiczne			
o wartościach i odchyłkach wynikających z szeregu E12 na napięcie 50 V			

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenię będzie podlegać 6 rezultatów:

- wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej niezbędnej do sprawdzenia działania układu automatycznego włącznika wentylatora – Tabela 4.,
- schematy pomiarowe układu automatycznego włącznika wentylatora – Rysunek 2. i Rysunek 3.,
- porównanie wykonanych pomiarów z przewidywanymi dla układu automatycznego włącznika wentylatora funkcjonującego poprawnie – Tabela 5.,
- ocena poprawności działania wybranych elementów wchodzących w skład układu automatycznego włącznika wentylatora – Tabela 6.,
- dobór elementów przeznaczonych do usunięcia usterki układu automatycznego włącznika wentylatora – Tabela 7.,
- dobór elementów do modyfikacji działania układu automatycznego włącznika wentylatora – Tabela 8.

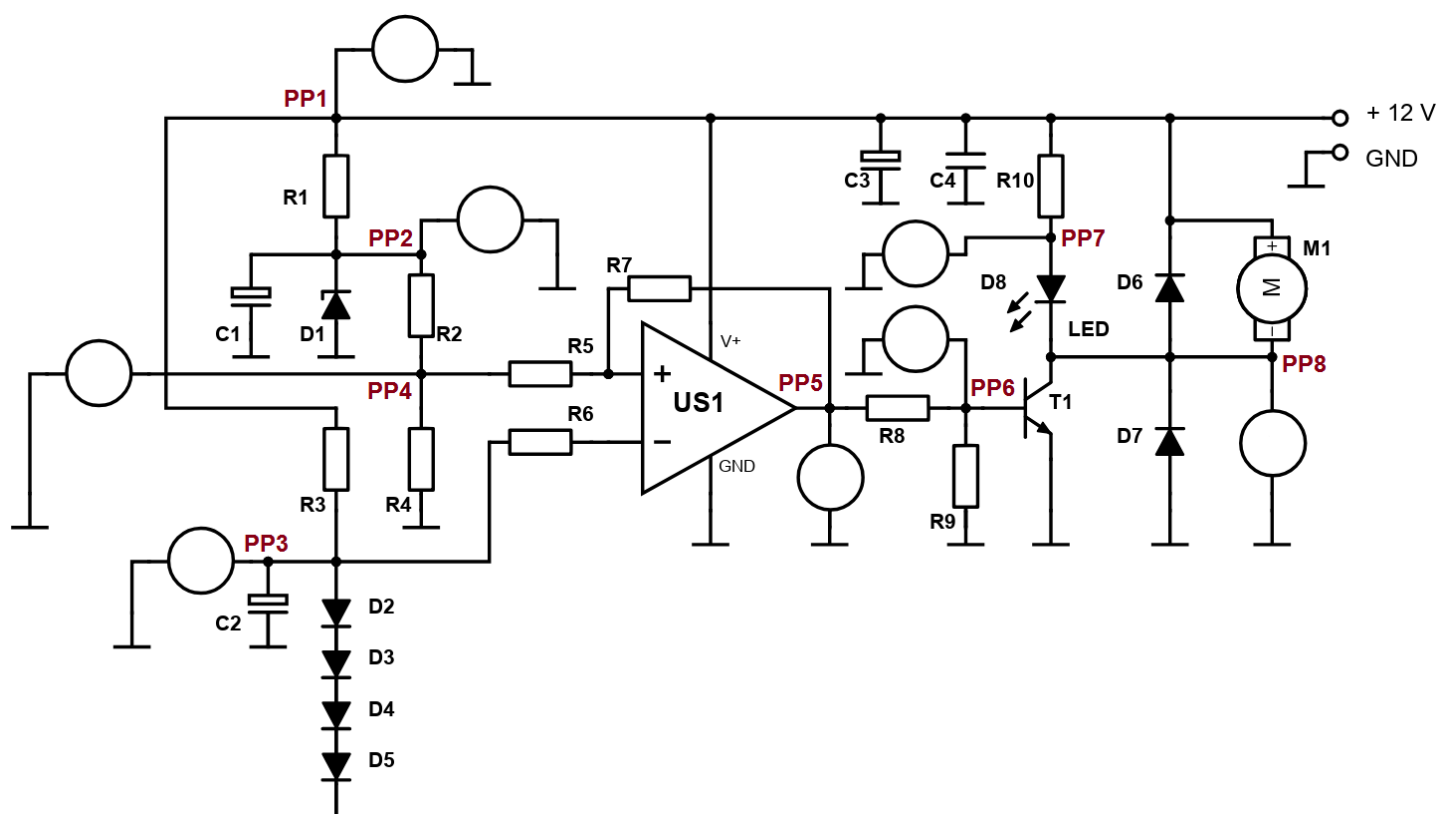
KARTA BADANIA UKŁADU AUTOMATYCZNEGO WŁĄCZNIKA WENTYLATORA

Tabela 4. Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej niezbędnej do sprawdzenia działania układu automatycznego włącznika wentylatora

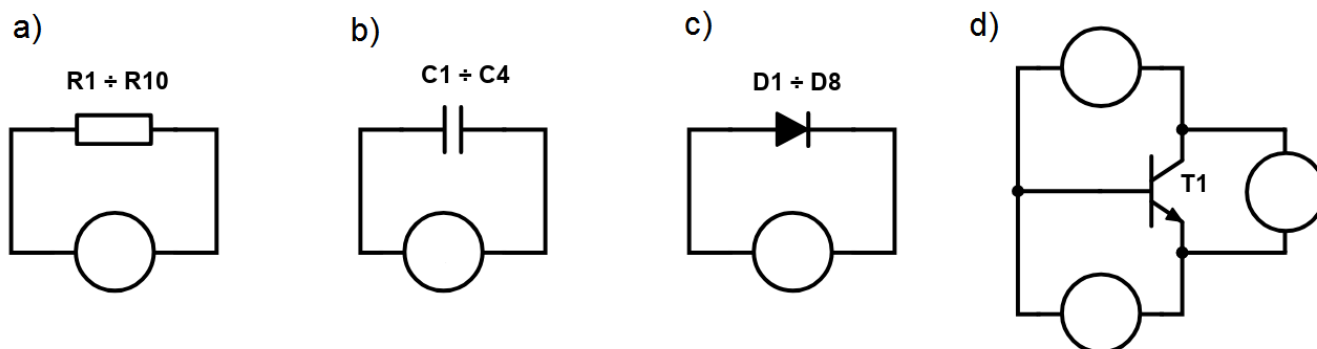
Przyrząd pomiarowy	Przeznaczenie przyrządu pomiarowego w tym układzie

Schematy pomiarowe

Uwaga: pomiędzy punkty pomiarowe PP1 ÷ PP8 a masę (Rysunek 2.) oraz punkty pomiarowe wybranych podzespołów elektronicznych (Rysunek 3.) wstaw symbole przyrządów pomiarowych.



Rysunek 2. Schemat pomiarowy układu automatycznego włącznika wentylatora



Rysunek 3. Schemat pomiarowy wybranych, wylutowanych z układu automatycznego włącznika wentylatora, podzespołów elektronicznych

Tabela 5. Porównanie wykonanych pomiarów z przewidywanymi dla układu automatycznego włącznika wentylatora funkcjonującego poprawnie

Wyniki pomiarów napięcia w punktach pomiarowych uszkodzonego układu (Pomiarów napięcia dokonano względem masy)				
Lp.	Parametr	Wartość		WNIOSEK wpisz zgodny lub niezgodny
		dla T = 20 °C	dla T = 48 °C	
1	Napięcie w punkcie PP1	12,05 V	12,01 V	
2	Napięcie w punkcie PP2	5,1 V	5,1 V	
3	Napięcie w punkcie PP3	2,56 V	2,30 V	
4	Napięcie w punkcie PP4	2,30 V	2,30 V	
5	Napięcie w punkcie PP5	0,11 V	11,90 V	
6	Napięcie w punkcie PP6	0,01 V	0,01 V	
7	Napięcie w punkcie PP7	11,98 V	11,98 V	
8	Napięcie w punkcie PP8	11,98 V	11,98 V	
Wyniki pomiarów rezystancji (Pomiarów dokonano po wymontowaniu elementów z układu)				
Lp.	Parametr	Wartość		WNIOSEK wpisz zgodny lub niezgodny
1	Rezystancja rezystora R1	1,04 kΩ		
2	Rezystancja rezystora R2	10,01 kΩ		
3	Rezystancja rezystora R3	10,01 kΩ		
4	Rezystancja rezystora R4	8,22 kΩ		
5	Rezystancja rezystora R5	9,98 kΩ		
6	Rezystancja rezystora R6	10,02 kΩ		
7	Rezystancja rezystora R7	4,73 MΩ		
8	Rezystancja rezystora R8	1,51 kΩ		
9	Rezystancja rezystora R9	0,01 Ω		
10	Rezystancja rezystora R10	2,02 kΩ		
Wyniki pomiarów pojemności (Pomiarów dokonano po wymontowaniu elementów z układu)				
Lp.	Parametr	Wartość		WNIOSEK wpisz zgodny lub niezgodny
1	Pojemność kondensatora C1	4,55 μF		
2	Pojemność kondensatora C2	4,47 μF		
3	Pojemność kondensatora C3	23,1 μF		
4	Pojemność kondensatora C4	44,3 nF		

Wyniki pomiarów elementów półprzewodnikowych

(Pomiarów dokonano po wymontowaniu elementów z układu w temperaturze otoczenia $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Lp.	Parametr	Wartość	WNIOSEK wpisz zgodny lub niezgodny
1	Spadek napięcia na złączu P-N diody D1 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,71 V	
2	Spadek napięcia na złączu P-N diody D1 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	
3	Spadek napięcia na złączu P-N każdej diody D2 ÷ D5 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,64 V	
4	Spadek napięcia na złączu P-N każdej diody D2 ÷ D5 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	
5	Spadek napięcia na złączu P-N diody D6 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,64 V	
6	Spadek napięcia na złączu P-N diody D6 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	
7	Spadek napięcia na złączu P-N diody D7 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,64 V	
8	Spadek napięcia na złączu P-N diody D7 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	
9	Spadek napięcia na złączu P-N diody D8 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,01 V	
10	Spadek napięcia na złączu P-N diody D8 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	0,01 V	
11	Spadek napięcia na złączu B-E tranzystora T1 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,71 V	
12	Spadek napięcia na złączu B-E tranzystora T1 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	
13	Spadek napięcia na złączu B-C tranzystora T1 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	0,72 V	
14	Spadek napięcia na złączu B-C tranzystora T1 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	
15	Spadek napięcia na złączu C-E tranzystora T1 spolaryzowanym w kierunku przewodzenia	∞ (przekroczenie zakresu)	
16	Spadek napięcia na złączu C-E tranzystora T1 spolaryzowanym w kierunku zaporowym	∞ (przekroczenie zakresu)	

Tabela 6. Ocena poprawności działania wybranych elementów wchodzących w skład układu automatycznego włącznika wentylatora

Lp.	Nazwa elementu	Typ/wartość	WNIOSEK wpisz sprawny lub niesprawny
1	Układ scalony US1	TL082	
2	Tranzystor T1	BC337-10	
3	Dioda D1	BZP683 C5V1	
4	Diody D2 ÷ D5	1N4148	
5	Dioda D6	1N4148	
6	Dioda D7	1N4148	
7	Dioda LED D8	L-53GD	
8	Rezystor R1	1 kΩ/0,125 W	
9	Rezystor R2	10 kΩ/0,125 W	
10	Rezystor R3	10 kΩ/0,125 W	
11	Rezystor R4	8,2 kΩ/0,125 W	
12	Rezystor R5	10 kΩ/0,125 W	
13	Rezystor R6	10 kΩ/0,125 W	
14	Rezystor R7	4,7 MΩ/0,125 W	
15	Rezystor R8	1,5 kΩ/0,125 W	
16	Rezystor R9	5,6 kΩ/0,125 W	
17	Rezystor R10	2 kΩ/0,25 W	
18	Kondensator C1	4,7 μF/40 V	
19	Kondensator C2	4,7 μF/40 V	
20	Kondensator C3	22 μF/25 V	
21	Kondensator C4	47 nF/50 V	
22	Wentylator M1	EEC0381B1-A99	

Tabela 7. Dobór elementów przeznaczonych do usunięcia usterki układu automatycznego włącznika wentylatora

Element przeznaczony do wymiany w celu usunięcia usterki		Element zastępczy
Oznaczenie na schemacie	Typ/wartość	Typ/wartość

Tabela 8. Dobór elementów do modyfikacji działania układu automatycznego włącznika wentylatora

Element przeznaczony do wymiany w celu modyfikacji		Element zastępczy
Oznaczenie na schemacie	Typ/wartość	Typ/wartość

Miejsce na obliczenia
(niepodlegające ocenie)

