

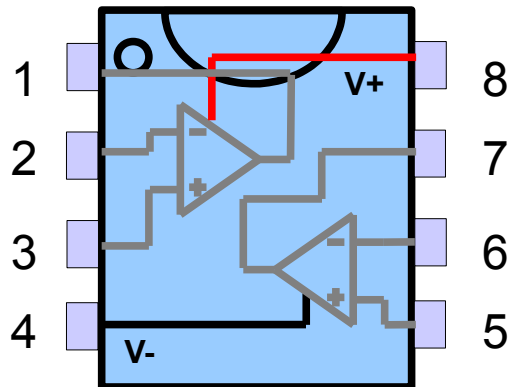
# **Laboratorium Analogowych Układów Elektronicznych**

## **Laboratorium 5**

# Termometr analogowy

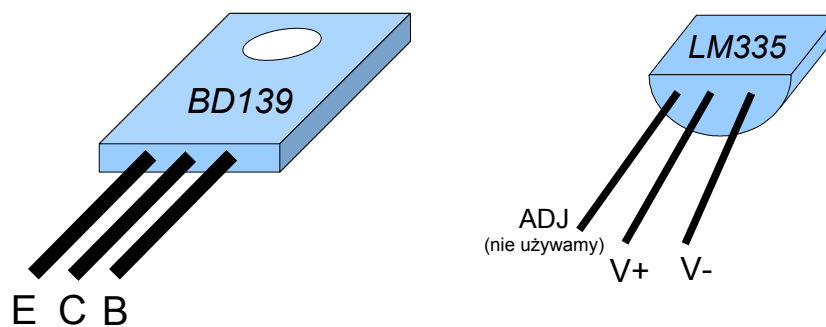
Zadaniem jest projektowanie, budowa i przebadanie działania układów z termometrem LM335. Budowany będzie również prosty układ termostatu – układ regulacji automatycznej.

1. W ćwiczeniu wykorzystywany będzie układ scalony typu LM358, zawierający dwa wzmacniacze operacyjne. Wyprowadzenia układu połączone są w następujący sposób:



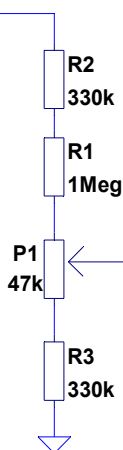
Jeśli w ćwiczeniu wykorzystywany jest tylko jeden wzmacniacz operacyjny, drugi wzmacniacz należy połączyć w konfiguracji wtórnika (wyjście połączone z wejściem odwracającym), a wejście nieodwracające połączyć z masą układu.

W ćwiczeniu wykorzystywany będzie również tranzystor bipolarny NPN. Rozkład wyprowadzeń dla wykorzystywanego typu tranzystora (BD139) podany jest na poniższym rysunku. Strona obudowy z napisami skierowana jest do góry.

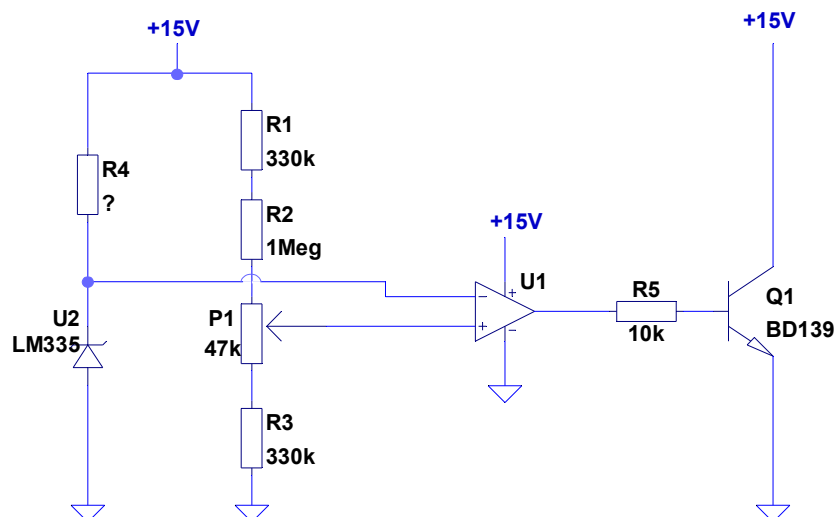


Kolejnym elementem wykorzystywanym w ćwiczeniu jest układ scalony LM335. Rozkład jego wyprowadzeń można odnaleźć w dokumentacji tego elementu, jest również pokazany powyżej.

1. Układ LM335 jest układem czujnika temperatury. Proszę **odnaleźć w dokumentacji** tego elementu informacje na temat sposobu podłączania jako czujnika temperatury, zalecanych warunków pracy (minimalny prąd pracy). Proszę pamiętać, że w przypadku czujnika temperatury korzystnie jest wybrać mały prąd pracy, aby uniknąć problemu samonagrzewania się czujnika. Proszę **podać wzór** wiążący napięcie wyjściowe z temperaturą w stopniach Celsjusza.
2. Proszę **zestawić układ** czujnika temperatury zasilanego napięciem +15V, dla którego przez czujnik płynnie wybrany przez Państwa prąd pracy o małej wartości, jednak zapewniający prawidłowe działanie czujnika. Proszę **zbadać prawidłowość działania układu** – zmierzyć napięcie wyjściowe i porównać odczyt temperatury z odczytem z innego termometru (multimetr Sanwa z dołączoną sondą temperatury). Proszę spróbować też **ogrzać** czujnik palcami i sprawdzić, czy odczyt nadal jest prawidłowy.
3. Proszę **zestawić układ dzielnika** napięcia według rysunku poniżej. Proszę **obliczyć** na podstawie wartości ze schematu, a następnie **sprawdzić** w rzeczywistym układzie, jakie są wartości napięcia wyjściowego dla skrajnych ustawień potencjometru. Proszę **obliczyć**, dla jakiej temperatury takie samo napięcie byłoby obecne na wyjściu układu czujnika z poprzedniego punktu.



4. Proszę **zbudować układ** prostego termostatu według rysunku poniżej. WAŻNE! tranzystor Q1 musi mocno dotykać metalowym fragmentem obudowy do ściętej części czujnika temperatury. Przed pierwszym włączeniu układu proszę usunąć na chwilę rezystor R5, włączyć urządzenie i sprawdzić, czy na wyjściu wzmacniacza pojawia się napięcie 0V gdy napięcie na jego wejściu nieodwracającym ustawione jest na minimum oraz czy na wyjściu wzmacniacza pojawia się napięcie 14V gdy napięcie na jego wejściu nieodwracającym ustawione jest na maksimum. Następnie proszę zamontować rezystor R5 i **zbadać poprawność działania** układu przez ustawienie żądanej temperatury na około 50 – 60 stopni Celsjusza i kontrolowanie temperatury przez pomiar napięcia wyjściowego z układu termometru. Proszę również kontrolować temperaturę innych elementów, aby w razie nieprawidłowego działania układu odłączyć zasilanie i uniknąć strat w sprzęcie i sile żywej.



5. Proszę **rozbudować układ** z poprzedniego punktu o bezpośredni odczyt aktualnej temperatury czujnika. Odczyt powinien być dokonywany przy pomocy woltomierza napięcia stałego. Odczytywane na nim napięcie powinno odpowiadać temperaturze w stopniach Celsjusza podzielonej przez 10 (dla temperatury 25 stopni Celsjusza napięcie powinno wynosić 2,5V). Napięcie powinno być mierzone w odniesieniu do potencjału masy. Odczyt powinien być poprawny dla temperatur z zakresu +10 do +60 stopni Celsjusza lub szerszego. Do budowy tego układu proszę wykorzystać drugi wzmacniacz operacyjny znajdujący się w obudowie wykorzystywanego już układu scalonego. Można tu wykorzystać wzmacniacz w konfiguracji wzmacniacza różnicowego, na przykład ze wzmocnieniem 10 razy. Potrzebne będzie również napięcie stałe o określonej wartości – należy tu wykorzystać dzielnik napięcia dzielący napięcie zasilania +15V. Proszę pamiętać, że dzielnik rezystorowy nie powinien być obciążany prądem wyjściowym większym niż 10% całkowitego prądu dzielnika.
6. Proszę zbudować układ działający na podobnej zasadzie, co układ z poprzedniego punktu, lecz pokazujący aktualną temperaturę w skali stopni Fahrenheita.

$$\text{temperatura } [^{\circ}\text{F}] = \text{temperatura } [^{\circ}\text{C}] * 1,8 + 32$$

U <sub>wyj</sub>	deg K	deg C	deg F
2,6	260	-13	8,6
2,7	270	-3	26,6
2,8	280	7	44,6
2,9	290	17	62,6
3,0	300	27	80,6
3,1	310	37	98,6
3,2	320	47	116,6
3,3	330	57	134,6
3,4	340	67	152,6
3,5	350	77	170,6