

## Automaty

Zaprojektować termostat, który będzie stabilizował temperaturę do wartości 22°C z histerezą  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Układ powinien działać w następujący sposób: jeśli temperatura spadnie poniżej 20°C to powinno włączyć się ogrzewanie i doprowadzić do wzrostu temperatury do (nieco powyżej) 22°C. Po osiągnięciu tej temperatury automat powinien wyłączyć ogrzewanie. Jeśli temperatura wzrośnie powyżej 24°C to powinno włączyć się chłodzenie i doprowadzić do obniżenia temperatury do wartości (nieco poniżej) 22°C. Po doprowadzeniu do temperatury 22°C fluktuacja pomiędzy 20-24°C nie powinna powodować włączenia grzania ani chłodzenia. Automat wykorzystuje do pomiaru temperatury 3 cyfrowe czujniki 1-bitowe, które na wyjściu ustawiają wartość logiczną „1” kiedy temperatura jest wyższa niż ustawiony poziom oraz wartość logiczną „0” kiedy temperatura jest niższa niż ustawiony poziom. Progi (sygnalizacji) czujników ustawiono dla temperatur 24°C (czujnik a), 22°C (czujnik b) oraz 20°C (czujnik c). Układ zaprojektować w formie automatu Moore’a.

Temperatura	Wskazania czujników		
	a	b	c
24°C	1	1	1
	0	1	1
22°C	0	0	1
20°C	0	0	0

Wskazania czujników temperatury (kolejno a b c):

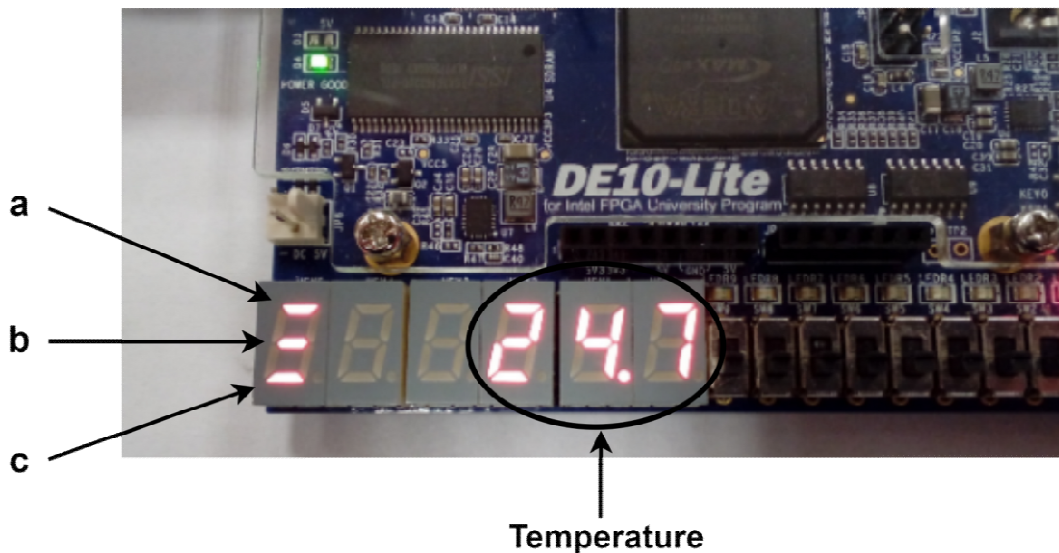
> 24°C – 111;

22°C ÷ 24°C – 011;

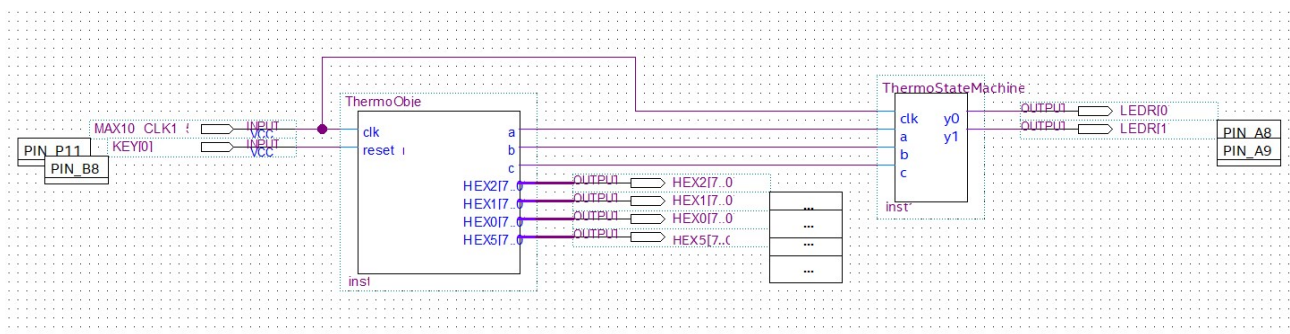
20°C ÷ 22°C – 001;

< 20°C – 000;

W celu przetestowania automatu wykorzystać moduł *ThermoObject*, który jest symulatorem obiektu sterowania i na wyjściach pokazuje wskazania czujników a, b i c (diody tworzące wyświetlacz HEX5), zgodnie z rys. 1. Dodatkowo moduł wyświetla aktualną temperaturę na wyświetlaczach 7-segmentowych HEX2...HEX0. Moduł podłączyć zgodnie z rysunkiem 2.

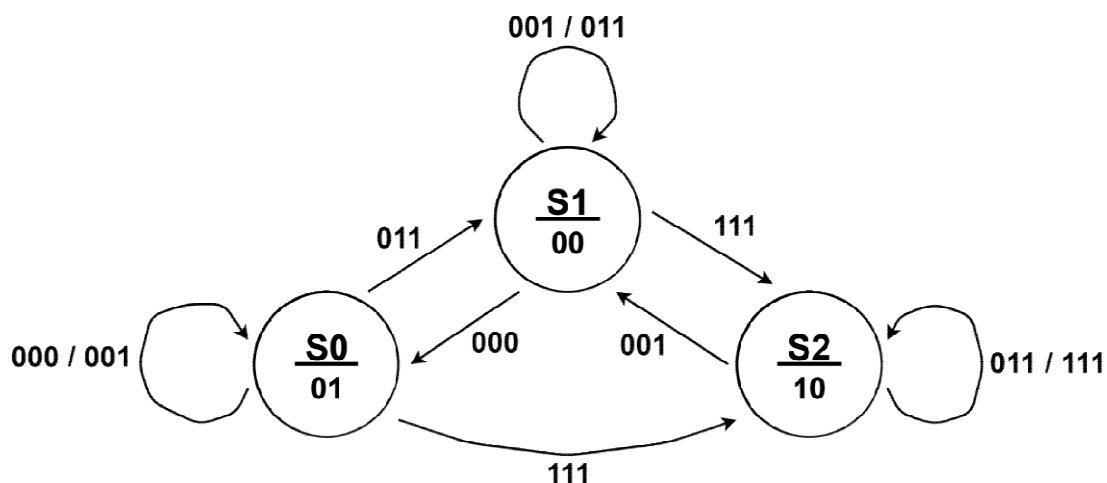


Rys. 1: Wskazania diod odpowiadające czujnikowi a, b i c oraz temperatura w °C ThermoObject



Rys. 2: Sposób podłączenia modułu ThermoObject do automatu

## SYNTEZA AUTOMATU



Rys. 3: Graf automatu (S0 – włączone grzanie, S1 – wyłączone grzanie i chłodzenie, S2 – włączone chłodzenie)  
 000: temp < 20°C; 001: temp 20°C ÷ 22°C; 011: temp 22°C ÷ 24°C; 111: temp > 24°C;

Kodowanie stanów (przypisanie wartości binarnych):

S0 -> 00

S1 -> 01

S2 -> 10

S <sub>n</sub>			X			S <sub>n+1</sub>		
S <sub>n</sub>	q <sub>1</sub>	q <sub>0</sub>	a	b	c	q <sub>1</sub> '	q <sub>0</sub> '	S <sub>n+1</sub>
S0	0	0	0	0	0	0	0	S0
S0	0	0	0	0	1	0	0	S0
S0	0	0	0	1	1	0	1	S1
S0	0	0	1	1	1	1	0	S2
S1	0	1	0	0	0	0	0	S0
S1	0	1	0	0	1	0	1	S1
S1	0	1	0	1	1	0	1	S1
S1	0	1	1	1	1	1	0	S2
S2	1	0	0	0	1	0	1	S1
S2	1	0	0	1	1	1	0	S2
S2	1	0	1	1	1	1	0	S2

Tab. 1: Tablica przejść automatu

Do syntezy automatu wybrano przerzutniki typu D.

a b c q <sub>1</sub> q <sub>0</sub>	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	0	1	-	-	0	-	-
01	0	1	1	-	-	0	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	1	0	-	-	0	-	-

$$D_0 = q_1 \bar{b} + q_0 \bar{a}c + \bar{q}_1 \bar{a}b$$

a b c q <sub>1</sub> q <sub>0</sub>	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	0	0	-	-	1	-	-
01	0	0	0	-	-	1	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	0	1	-	-	1	-	-

$$D_1 = a + q_1 b$$

S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>		Y	
	q <sub>1</sub>	q <sub>0</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>0</sub>
S0	0	0	0	1
S1	0	1	0	0
S2	1	0	1	0

Tab. 2: Tablica wyjść automatu

$$y_0 = \bar{q}_1 \bar{q}_0$$

$$y_1 = q_1 \bar{q}_0$$