Automaty

Zaprojektować termostat, który będzie stabilizował temperaturę do wartości 22°C z histerezą ±2°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
22°C	0	1	1
20°C	0	0	1
	0	0	0

Wskazania czujników temperatury (kolejno a b c):

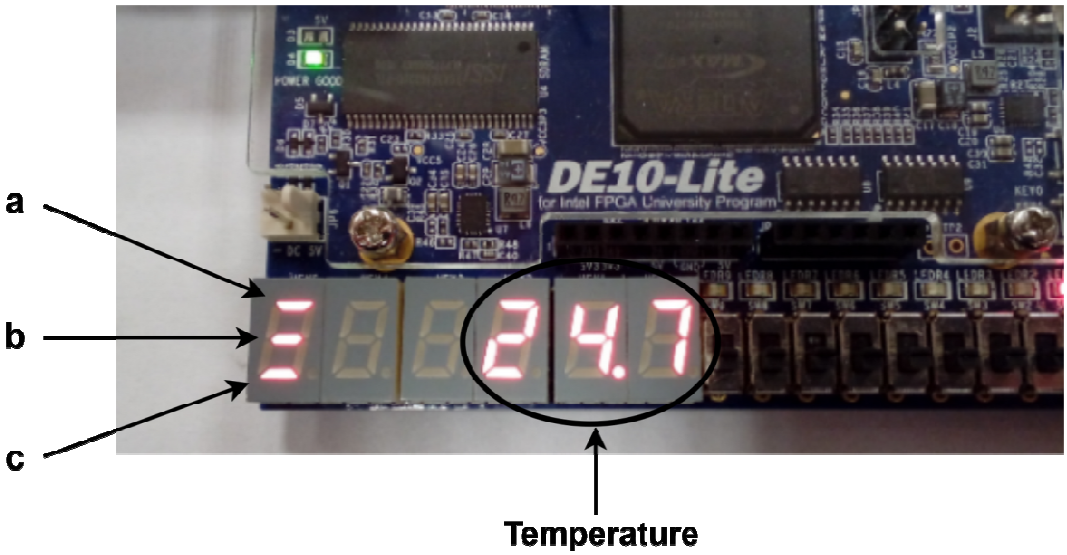
> 24°C – 111;

22°C ÷ 24°C – 011;

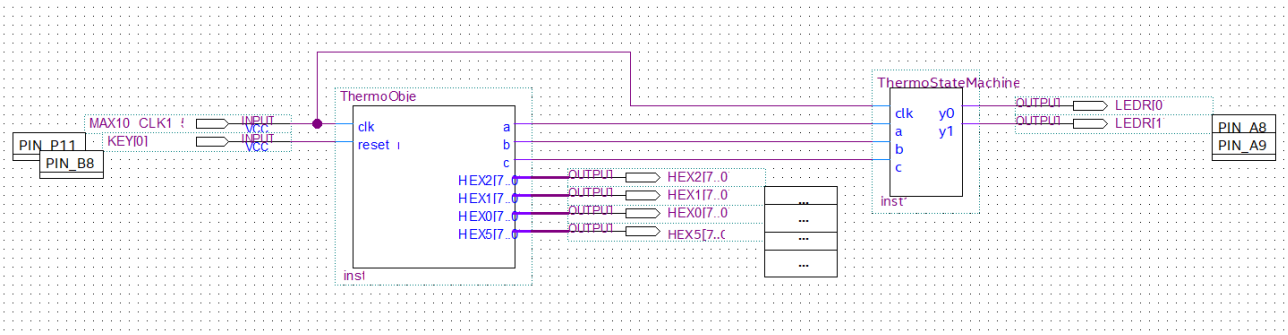
20°C ÷ 22°C – 001;

< 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.

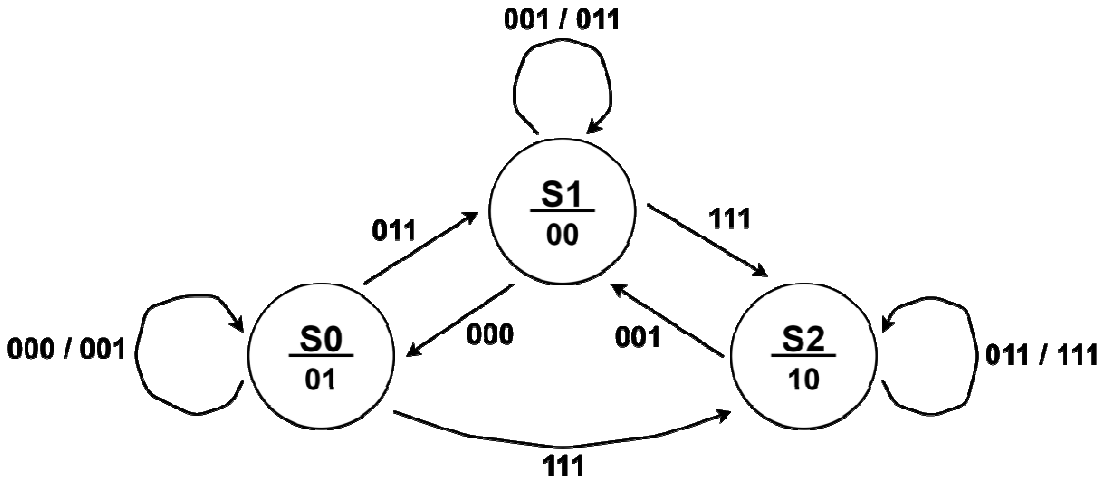


Rys. 1: Wskazania diod odpowiadające czujnikowi a, b i c oraz temperatura w °C ThermoObject



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_n			X			S_{n+1}		
S_n	q_1	q_0	a	b	c	q_1'	q_0'	S_{n+1}
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.

LOGIKA PRZEJŚĆ AUTOMATU:

$q_1\ q_0$ \ a b c	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	0	1	-	-	0	-	-
01	0	1	1	-	-	0	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	1	0	-	-	0	-	-

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

$q_1\ q_0$ \ a b c	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	0	0	-	-	1	-	-
01	0	0	0	-	-	1	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	0	1	-	-	1	-	-

$$D_1 = a + q_1 b$$

LOGIKA WYJŚĆ AUTOMATU:

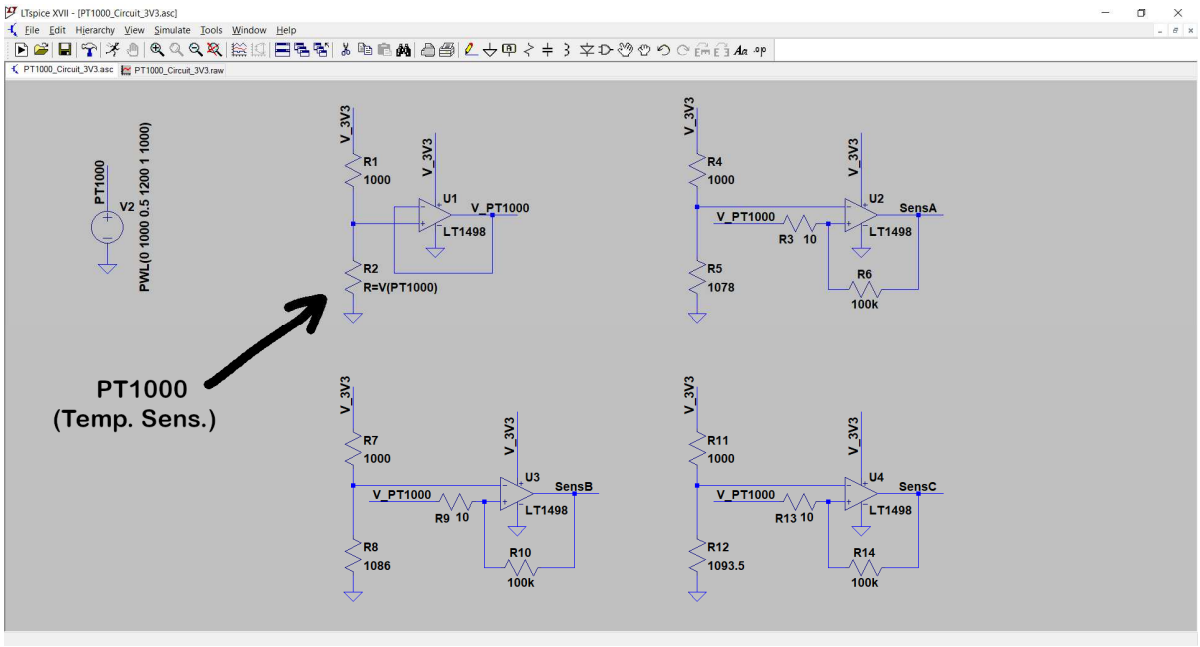
S_n			Y	
S_n	q_1	q_0	y_1	y_0
S0	0	0	0	1
S1	0	1	0	0
S2	1	0	1	0

Tab. 2: Tablica wyjść automatu

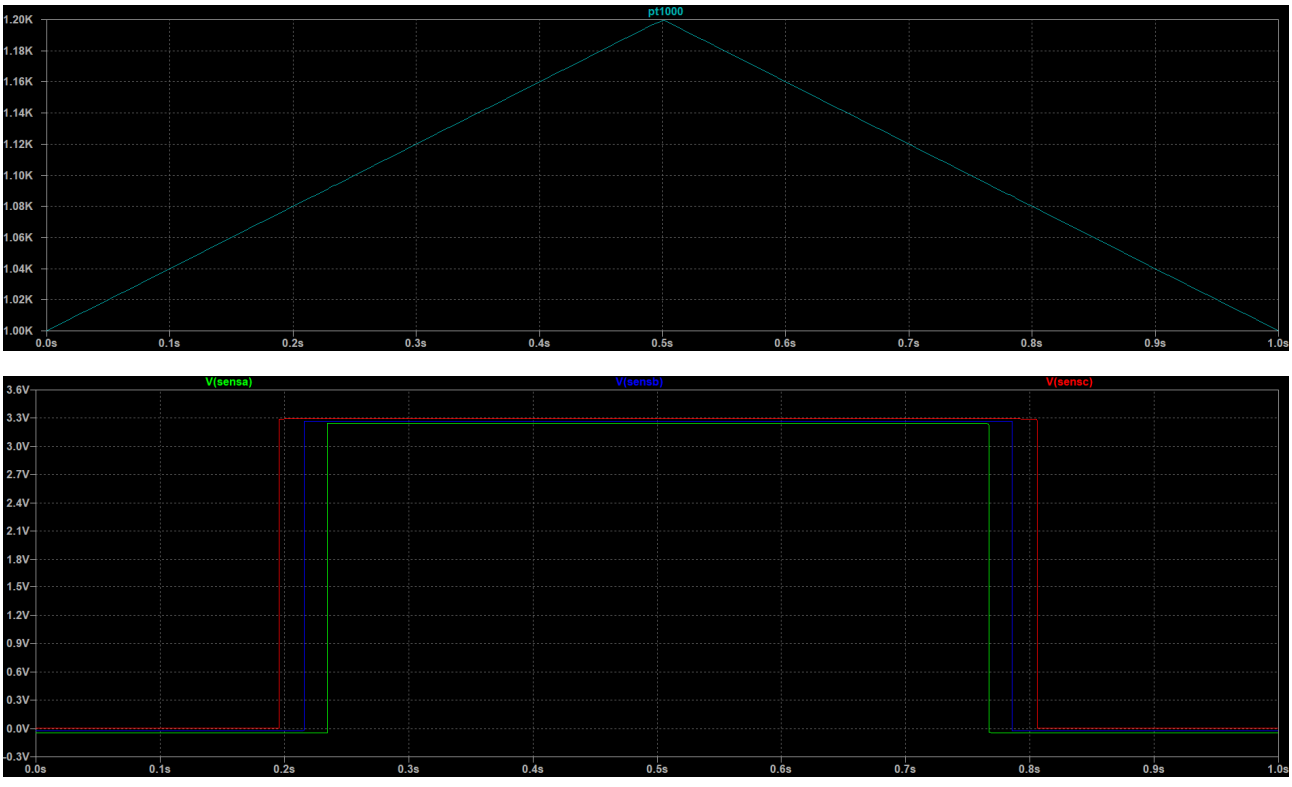
$$y_0 = \overline{q_1}\,\overline{q_0}$$

$$y_1 = q_1\,\overline{q_0}$$

DODATEK A – Układ 3 czujników 1-bitowych



Rys. 4: Obwód 3 czujników 1-bitowych – symulacja w programie LTspice



Rys. 5: Wyniki symulacji obwodu 3 czujników 1-bitowych:
a) zmiana rezystancji czujnika PT1000 w zakresie 1000 Ω – 1200 Ω (odpowiadająca zmianie temp. 0°C - 52°C);
b) stan wyjść cyfrowych SensA, SensB i SensC.

NOMINAL RESISTANCE VALUE						
TEMPERATURE	R/R_0 RATIO	NOMINAL RESISTANCE VALUES			CLASS F0.3	CLASS F0.6
		R_0 100 Ω	R_0 500 Ω	R_0 1000 Ω	$T_{Tol.}$	$T_{Tol.}$
(°C)		(Ω)	(Ω)	(Ω)	(°C)	(°C)
- 55	0.78319	78.32	391.59	783.19	± 0.58	± 1.15
- 50	0.80306	80.31	401.53	803.06	± 0.55	± 1.10
- 45	0.82290	82.29	411.45	822.90	± 0.53	± 1.05
- 40	0.84271	84.27	421.35	842.71	± 0.50	± 1.00
- 35	0.86248	86.25	431.24	862.48	± 0.48	± 0.95
- 30	0.88222	88.22	441.11	882.22	± 0.45	± 0.90
- 25	0.90192	90.19	450.96	901.92	± 0.43	± 0.85
- 20	0.92160	92.16	460.80	921.60	± 0.40	± 0.80
- 15	0.94124	94.12	470.62	941.24	± 0.38	± 0.75
- 10	0.96086	96.09	480.43	960.86	± 0.35	± 0.70
- 5	0.98044	98.04	490.22	980.44	± 0.33	± 0.65
0	**1.00000**	**100.00**	**500.00**	**1000.00**	**± 0.30**	**± 0.60**
5	1.01953	101.95	509.76	1019.53	± 0.33	± 0.65
10	1.03903	103.90	519.51	1039.03	± 0.35	± 0.70
15	1.05849	105.85	529.25	1058.49	± 0.38	± 0.75
20	1.07794	107.79	538.97	1077.94	± 0.40	± 0.80
25	1.09735	109.73	548.67	1097.35	± 0.43	± 0.85
30	1.11673	111.67	558.36	1116.73	± 0.45	± 0.90
35	1.13608	113.61	568.04	1136.08	± 0.48	± 0.95
40	1.15541	115.54	577.70	1155.41	± 0.50	± 1.00
45	1.17470	117.47	587.35	1174.70	± 0.53	± 1.05
50	1.19397	119.40	596.99	1193.97	± 0.55	± 1.10
55	1.21321	121.32	606.60	1213.21	± 0.58	± 1.15
60	1.23242	123.24	616.21	1232.42	± 0.60	± 1.20
65	1.25160	125.16	625.80	1251.60	± 0.63	± 1.25
70	1.27075	127.08	635.38	1270.75	± 0.65	± 1.30
75	1.28987	128.99	644.94	1289.87	± 0.68	± 1.35
80	1.30897	130.90	654.48	1308.97	± 0.70	± 1.40
85	1.32803	132.80	664.02	1328.03	± 0.73	± 1.45
90	1.34707	134.71	673.53	1347.07	± 0.75	± 1.50
95	1.36608	136.61	683.04	1366.08	± 0.78	± 1.55
100	1.38506	138.51	692.53	1385.06	± 0.80	± 1.60

Rys. 6: Tabela dyskretnych wartości charakterystyki czujnika PT1000