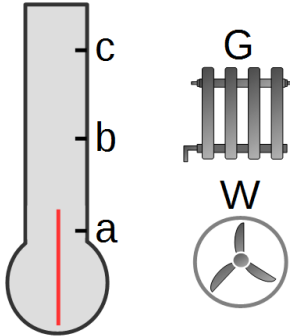


## Układy kombinacyjne

1. Zrealizuj układ sterujący grzejnikiem i wentylatorem. Urządzenia należy wyłączyć przy niepoprawnych pomiarach.



Włączanie grzejnika i wentylatora w zależności od poziomu cieczy:

- G, gdy  $t < t_a$
- G, W, gdy  $t_a \leq t < t_b$
- oba wyłączone, gdy  $t_b \leq t < t_c$
- W, gdy  $t_c \leq t$

**Rozwiązanie**

a) Tworzę tablicę wejść i wyjść:

Czujniki poziomu (wejścia)			Zmienne sterujące (wyjścia)	
c	b	a	G	W
0	0	0	1	0
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0
1	1	1	0	1

**Przykład.** Jeśli poziom czerwonej cieczy byłby taki jak na rysunku ( $a = 1, b = 0, c = 0$ ), to załączona byłaby grzałka ( $G = 1$ ) i wentylator ( $W = 1$ ) zgodnie z tabelą wejść i wyjść.

b) Rysuję siatkę Karnaugh osobno dla każdego wyjścia:

Dla grzałki G:

ba \ c	00	01	11	10
0	1	1	0	-
1	-	-	0	-

Dla wentylatora W:

ba \ c	00	01	11	10
0	0	1	0	-
1	-	-	1	-

- Pola zaznaczone na zielono to wartości przeniesione z tablicy wyjść dla danej wartości wejść.
- Pozostałe pola to stany nieokreślone (nieuwzględnione w tablicy wejść i wyjść), które oznaczają się znakiem pauzy.
- W przypadku 3 czujników wejściowych siatka ma osiem pól do wypełnienia ( $2^3 = 8$ ), w przypadku 4 czujników siatka miałaby 16 pól ( $2^4 = 16$ ).
- Współrzędne pól elementarnych (komórki w kolorze szarym) opisane są refleksyjnym kodem Graya. Więcej informacji: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kod\\_Graya](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kod_Graya)

**c) Minimalizuję siatki dla wyjść:**

- Liczba pól łączonych ze sobą musi być potęgą 2 (1, 2, 4, 8, ...).
- Zaznaczam wyłącznie znak pauzy '-' i jedynki '1'.
- Zaznaczenia mogą zachodzić na siebie.
- Górny i dolny wiersz uważa się za sąsiednie, tak samo jak lewą i prawą kolumnę.

G:

ba \ c	00	01	11	10
0	1	1	0	-
1	-	-	0	-

↓ Wypisuję stany wejść dla zaznaczonych komórek.

c	b	a
0	0	0
0	0	1
1	0	0
1	0	1

Biorę tylko wejścia, których wartość się nie zmienia:

$$G = \bar{b}$$

Podkreślenie górne nad zmienną b oznacza zaprzeczenie, ponieważ ma ona wartość 0.

W:

ba \ c	00	01	11	10
0	0	1	0	-
1	-	-	1	-

c	b	a
1	0	0
1	0	1
1	1	1
1	1	0

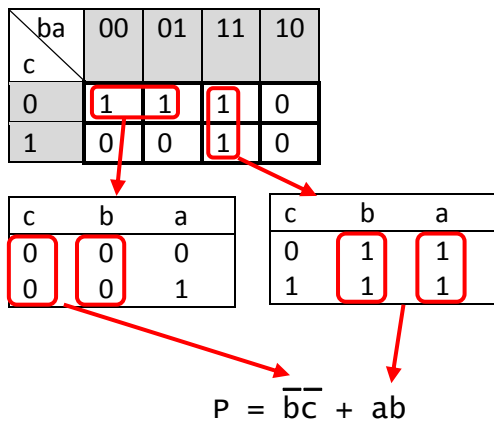
c	b	a
0	0	1
1	0	1

$$W = c + \bar{b}a$$

Osobne zaznaczenia łączę znakiem '+' (operator OR), natomiast zmienne w tym samym zaznaczeniu łączę iloczynem (operator AND).

**d) Rysuję i minimalizuję siatkę poprawności:**

- Siatkę poprawności rysuję zamieniając na siatce dowolnego wyjścia: '0' na '1' i '-' na '0'.



**e) Program w języku ST:**

$G = \overline{b}$                      $\Rightarrow$     G:= NOT b;  
 $W = c + \overline{b}a$                  $\Rightarrow$     W:= c OR (NOT b AND a);  
 $P = \overline{b\overline{c}} + ab$                 $\Rightarrow$     P:= (NOT b AND NOT c) OR (a AND b);

Finalny program (wszystkie zmienne typu BOOL):

- Jeżeli pomiar czujników jest poprawny to ustawiamy zmienne wyjściowe wg obliczonych funkcji w przeciwnym wypadku ustawiamy wyjścia na FALSE.

**Deklaracje:**

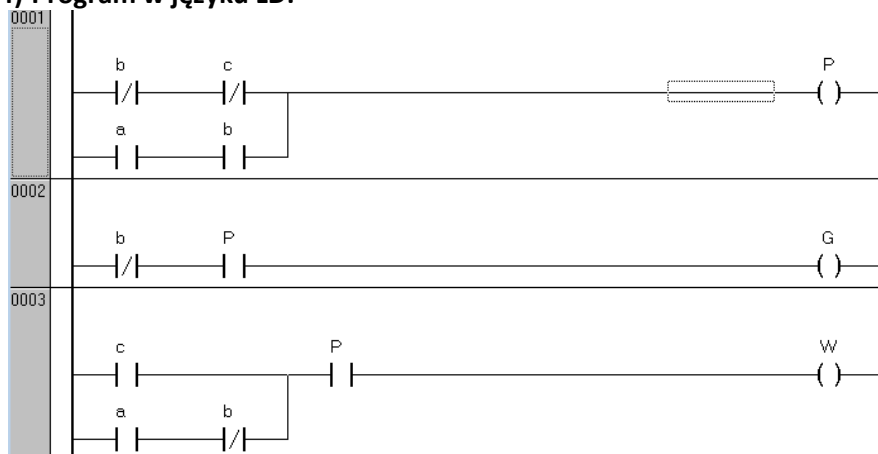
P, G, W, a, b, c : BOOL;

**Kod wykonywany w cyklach: ST**

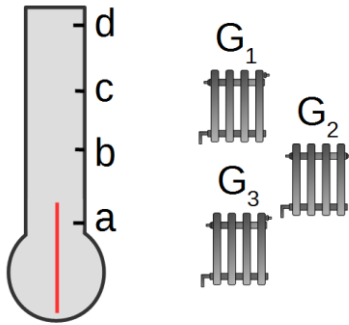
```

P:= (NOT b AND NOT c) OR (a AND b);
IF P THEN
  G:= NOT b;
  W:= c OR (NOT b AND a);
ELSE
  G:= W:= FALSE;
END_IF
  
```

**f) Program w języku LD:**



2. Zrealizuj program sterujący temperaturą t z użyciem grzejników. Do rozwiązania wykorzystaj siatki Karnaugh.



Włączanie grzejników w zależności od poziomu cieczy:

- $G_1, G_2$ , gdy  $t < t_a$
- $G_1$ , gdy  $t_a \leq t < t_b$
- $G_2$ , gdy  $t_b \leq t < t_c$
- $G_2, G_3$ , gdy  $t_c \leq t < t_d$
- wszystkie wyłączone, gdy  $t_d \leq t$

a) Rysuję siatkę Karnaugh osobno dla każdego wyjścia i ją minimalizuję:

$G_1$ :

ba	00	01	11	10
dc				
00	1	1	0	-
01	-	-	0	-
11	-	-	0	-
10	-	-	-	-

d	c	b	a
0	0	0	0
0	0	0	1
0	1	0	0
0	1	0	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	0	0	0
1	0	0	1

$$G_1 = \bar{b}$$

$G_2$ :

ba	00	01	11	10
dc				
00	1	0	1	-
01	-	-	1	-
11	-	-	0	-
10	-	-	-	-

d	c	b	a
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0

d	c	b	a
0	0	1	1
0	0	1	0
0	1	1	1
0	1	1	0

$$G_2 = \bar{a} + b\bar{d}$$

$G_3$ :

ba	00	01	11	10
dc				
00	0	0	0	-
01	-	-	1	-
11	-	-	0	-
10	-	-	-	-

d	c	b	a
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	1
0	1	1	0

$$G_3 = c\bar{d}$$

b) Obliczam poprawność:

ba \ dc	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	0

$$P = \overline{bcd} + \overline{acd} + abc$$

c) Program w języku ST:

Deklaracje:

P, G1, G2, G3, a, b, c, d : BOOL;

Kod wykonywany w cyklach:

```
P:= (NOT b AND NOT c AND NOT d) OR (a AND NOT c AND NOT d) OR (a AND
b AND c);
IF P THEN
  G1:= NOT b;
  G2:= NOT a OR (b AND NOT d);
  G3:= c AND NOT d;
ELSE
  G1:= G2:= G3:= FALSE;
END_IF
```