

Laboratorium nr 7

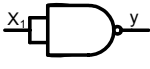
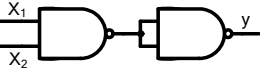
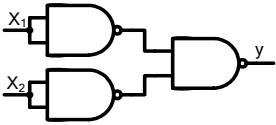

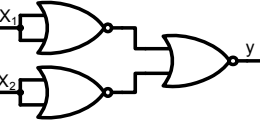
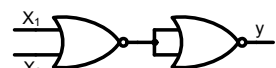
Realizacja funkcji przełączających

1. Cele ćwiczenia

- zapoznanie się z metodą minimalizacji funkcji przełączających metodą tablic Karnaugh'a,
- ~~zapoznanie się z podstawowymi możliwościami programu LabView,~~
- projektowanie i symulacja działania prostych układów sterowania, z zastosowaniem metody Karnaugh'a

2. Wprowadzenie teoretyczne

2.1. Podstawowe funkcje logiczne

Funkcja logiczna	NOT	AND	OR
Zapis	$y = \overline{x_1}$	$y = x_1 \cdot x_2$	$y = x_1 + x_2$
NAND			
NOR			

2.2. Metoda minimalizacji funkcji metodą tablic Karnaugh'a

Metoda tablicy Karnaugh'a należy do grupy najszybszych metod minimalizacji funkcji przełączających małej liczby zmiennych, co wynika z dużej komplikacji samego zapisu następującej wraz ze wzrostem ilości zmiennych.

Upraszczając funkcję przełączającą przy wykorzystaniu tablicy Karnaugh'a, należy pamiętać o następujących zasadach:

- wiersze i kolumny tablicy Karnaugh'a opisane są w kodzie Grey'a, tzn. każdy kolejny wiersz i kolumna różnią się od siebie o negację jednej zmiennej,
- zakreślając jedyne (zera), tworzy się grupy liczące 2, 4, 8, 16 ... elementów,
- zawsze zakreśla się grupy z największą możliwą ilością jedynek (zer), przy czym należy pamiętać o możliwości sklejania ze sobą krawędzi równoległych tablicy,
- grupy mogą posiadać części wspólne,
- liczba grup jedynek (zer) odpowiada liczbie składników sumy (iloczynu) poszukiwanej funkcji,
- w przypadku kiedy istnieje możliwość zakreślenia grup na kilka sposobów, arbitralnie wybiera się jeden z nich,
- dana grupa reprezentuje iloczyn (sumę) tych zmiennych, które nie zmieniają swojej wartości,
- w przypadku gdy funkcja przełączająca posiada elementy o wartości nieokreślonej elementy te wpisujemy do tabeli wprowadzając dla nich specjalne oznaczenie np. – a następnie wykorzystujemy lub pomijamy w zależności od potrzeby przy tworzeniu grup (patrz punkt b).

2.3. Podstawowe informacje o programie LabVIEW

LabVIEW (**L**aboratory **V**irtual **I**nstrument **E**ngineering **W**orkbench) umożliwia tworzenie programów za pomocą języka graficznego (tzw. język G). Programowanie w LabVIEW polega na budowie schematu blokowego i korespondującego z nim panelu stanowiącego interfejs użytkownika. Budowa tego interfejsu jest możliwa dzięki dostępnym bibliotekom gotowych elementów takich, jak: wyświetlacze cyfrowe, mierniki, potencjometry, termometry, diody LED, tabele, wykresy itp. Elementy te konfiguruje się w zależności od zastosowania. Panel użytkownika umożliwia zbudowanie wirtualnego przyrządu obsługiwane: z klawiatury, za pomocą myszy lub innego urządzenia wejściowego służącego do komunikacji komputera z użytkownikiem.

Następnie, przy pomocy graficznego języka konstruuje się odpowiedni schemat blokowy, będący równocześnie kodem źródłowym. Budowany schemat blokowy można porównać z grafem przepływu informacji, a jego elementy to funkcje zawarte w bibliotekach, np. algebraiczne, boolowskie, statystyczne, związane z obsługą plików, przetwarzaniem sygnałów lub obsługą urządzeń we/wy itp. Relacje między blokami funkcyjnymi reprezentowane są przez połączenia o różnych kolorach i grubościach. Rodzaj połączenia świadczy o typie przekazywanych danych. Można łączyć ze sobą tylko elementy tego samego typu. Tworzone aplikacje nazywane są virtual instruments (VI), ponieważ ich wygląd i operacje imitują działanie rzeczywistych przyrządów. Program zawiera wszystkie narzędzia niezbędne do akwizycji, analizy i prezentacji danych.

Wszystkie aplikacje używają struktury hierarchicznej i modularnej. Oznacza to, że można ich używać również jako podprogramy. Aplikacje użyte w innej aplikacji nazywane są subVI.

2.4. Przykładowe zadania z rozwiązaniami

Przykład 1.

Zaprojektować układ o trzech wejściach x_1 , x_2 i x_3 , w którym sygnał wyjściowy $y = 1$ gdy na wejściu pojawi się liczba w naturalnym kodzie binarnym podzielna przez trzy lub nieparzysta. Wyznaczyć postać minimalną funkcji $y = f(x_1, x_2, x_3)$ oraz przedstawić schemat logiczny tego układu z zastosowaniem bramek NAND i NOR.

Działanie układu opisuje poniższa tabela stanów:

Liczba wejściowa	Wejścia			Wyjście
	x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0	0
1	1	0	0	1
2	0	1	0	0
3	1	1	0	1
4	0	0	1	0
5	1	0	1	1
6	0	1	1	1
7	1	1	1	1

Na podstawie tabeli można napisać równanie funkcji y w kanonicznej postaci alternatywnej

$$y = x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 + \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 x_2 x_3$$

lub w kanonicznej postaci koniunkcyjnej

$$y = (x_1 + x_2 + x_3)(x_1 + \bar{x}_2 + x_3)(x_1 + x_2 + \bar{x}_3)$$

Minimalizacji funkcji y dokonujemy za pomocą tablic Karnaugh'a:

x_1x_2	00	01	11	10
x_3				
0	0	0	1	1
1	0	1	1	1

Postać alternatywna

x_1x_2	00	01	11	10
x_3				
0	0	0	1	1
1	0	1	1	1

Postać koniunkcyjna

Właściwą minimalizację przeprowadzamy sklejając jedynki (dla postaci alternatywnej) lub zera (dla postaci koniunkcyjnej) otrzymując

$$y = x_1 + x_2x_3$$

$$y = (x_1 + x_3)(x_1 + x_2)$$

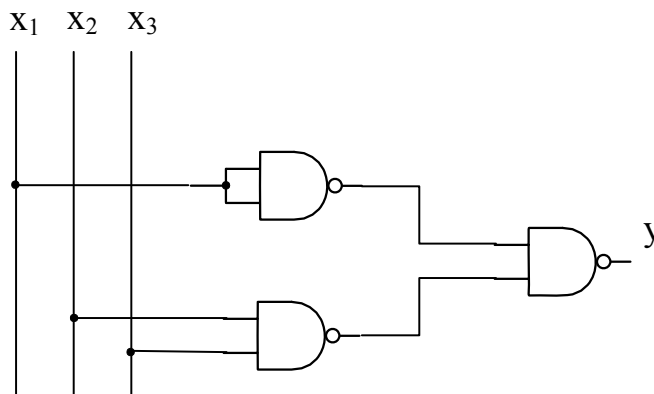
Stosując prawa rozdzielności i pochłaniania, przekształcając $y = (x_1 + x_3)(x_1 + x_2)$, otrzymamy

$$y = (x_1 + x_3)(x_1 + x_2) = x_1x_1 + x_1x_2 + x_3x_1 + x_3x_2 = x_1(x_1 + x_2 + x_3) + x_3x_2 = x_1 + x_3x_2$$

Stąd wniosek, że postać koniunkcyjna jest równoważna postaci alternatywnej.

Schemat logiczny układu z zastosowaniem bramek NAND przedstawia rys. 1.

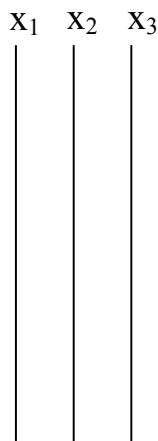
$$y = x_1 + x_2x_3 = \overline{\overline{x_1 + x_2x_3}} = \overline{\overline{x_1} \cdot \overline{x_2x_3}}$$



Rys. 1. Schemat logiczny z bramek NAND

Schemat logiczny układu z zastosowaniem bramek NOR przedstawia rys. 2.

$$y = (x_1 + x_3)(x_1 + x_2) = \overline{\overline{(x_1 + x_3)(x_1 + x_2)}} = \overline{\overline{(x_1 + x_3)} + \overline{\overline{(x_1 + x_2)}}}$$



Rys. 2. Schemat logiczny z bramek NOR

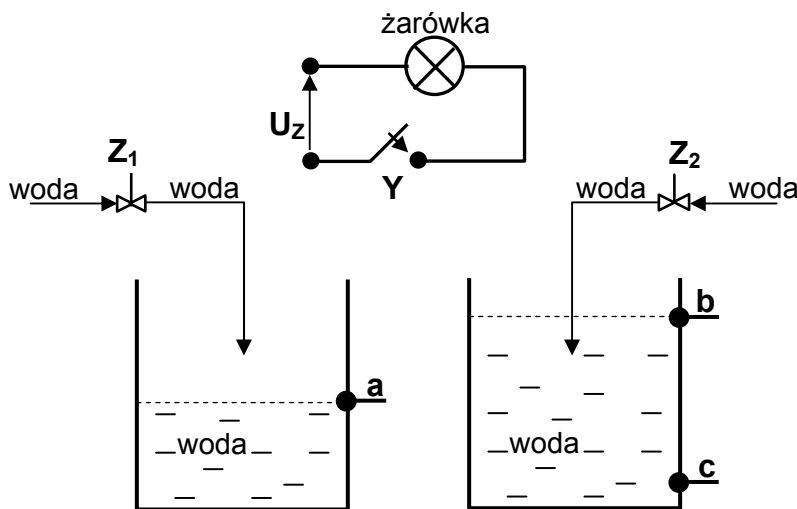
Przykład 2.

Zaprojektować układ sterowania dopływem wody do dwóch zbiorników (rys. 3). Poziom wody w zbiornikach kontrolowany jest czujnikami *a*, *b*, *c* ($a = 0$ gdy poziom wody jest poniżej czujnika *a*, natomiast $a = 1$ gdy poziom wody jest powyżej czujnika *a*, itp. dla pozostałych czujników). Dopływem wody sterują zawory elektromagnetyczne Z_1 i Z_2 .

Program pracy układu:

- zawór Z_1 powinien być otwarty ($Z_1 = 1$) stale, gdy zbiornik jest niepełny ($a = 0$),
- zawór Z_2 powinien być otwarty, gdy poziom wody w zbiorniku nie osiągnął poziomu czujnika *c*. Po jego przekroczeniu zawór zamyka się i otwiera się dopiero wtedy, gdy poziom wody w drugim zbiorniku osiągnął poziom czujnika *a*,
- zawór Z_2 powinien być zamknięty, gdy zbiornik napełni się ($b = 1$),

Napełnienie zbiorników powinno być sygnalizowane mignięciem żarówki. Żarówka jest włączana w obwód „przełącznikiem impulsowym” *Y*. (chwilowe zamknięcie obwodu następuje, gdy $Y = 1$).



Rys. 3. Układ zbiorników z wodą

Przedstawić **schemat logiczny** tego układu z zastosowaniem bramek logicznych NOR.

Działanie układu opisuje poniższa tabela stanów:

Wejścia			Wyjścia		
a	b	c	Z_1	Z_2	Y
0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	—	—	—
0	1	1	—	—	—
1	0	0	—	—	—
1	0	1	0	1	0
1	1	0	—	—	—
1	1	1	0	0	1

Na podstawie tabeli można napisać równanie funkcji Z_1 , Z_2 i *Y* w kanonicznej postaci alternatywnej

$$Z_1 = \overline{a}bc + a\overline{b}c$$

$$Z_2 = \overline{a}bc + a\overline{b}c$$

$$Y = abc$$

Minimalizacji funkcji Z_1 , Z_2 i *Y* dokonujemy za pomocą tablic Karnaugh

<i>ab</i>	00	01	11	10
<i>c</i>				
0	1	—	—	—
1	1	—	0	0

$$Z_1 = \overline{a}$$

<i>ab</i>	00	01	11	10
<i>c</i>				
0	1	—	—	—
1	0	—	0	1

$$Z_2 = \overline{c} + a\overline{b}$$

<i>ab</i>	00	01	11	10
<i>c</i>				
0	0	—	—	—
1	0	—	1	0

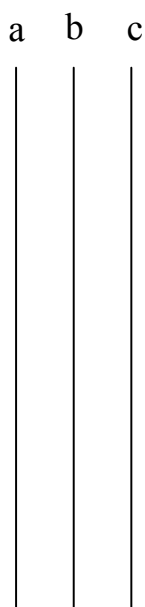
$$Y = b$$

Schemat logiczny układu z zastosowaniem bramek NOR przedstawia rys. 4.

$$Z_1 = \bar{a}$$

$$Z_2 = \bar{c} + a\bar{b} = \bar{c} + \overline{\overline{ab}} = \bar{c} + \overline{\overline{a+b}} = \bar{c} + \overline{\overline{\overline{a+b}}}$$

$$Y = b$$



Rys. 4. Schemat logiczny z bramek NOR

3. Przebieg ćwiczenia - projekty do wykonania

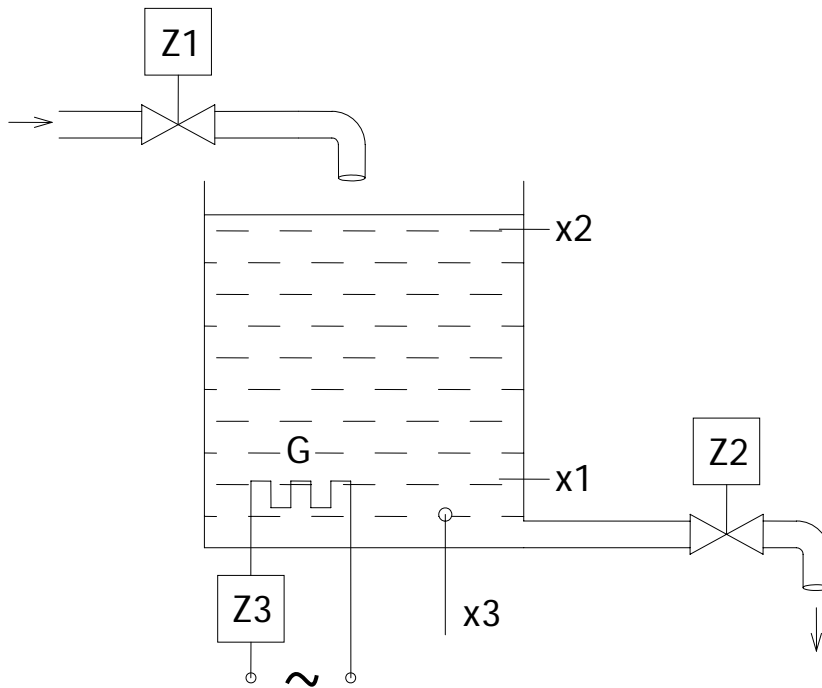
Projekt 1.

Zaprojektować układ sterowania pracą podgrzewacza wody (rys. 5). Poziom wody kontrolowany jest czujnikami X_1 oraz X_2 ($X_i=0$, gdy poziom wody jest poniżej X_i , natomiast $X_i=1$ gdy poziom wody jest powyżej X_i , $i=1,2$) a temperatura wody w podgrzewaczu czujnikiem X_3 ($X_3=0$ gdy $T_W < T_G$, $X_3=1$ gdy $T_W > T_G$, T_W – temp. wody, T_G – temp. zadana). Dopływ i odpływ wody uzależnione są od stanu zaworów elektromagnetycznych Z_1 , Z_2 . Zbiornik ogrzewany jest grzałką G włączaną do sieci za pomocą stycznika Z_3 .

Program pracy podgrzewacza jest następujący:

- zawór Z_1 powinien być otwarty ($Z_1=1$) stale, jeżeli zbiornik jest niepełny ($X_2=0$)
- zawór Z_2 powinien być otwarty gdy temperatura wody w podgrzewaczu $T_W > T_G$ i poziom wody przekracza X_1
- grzałka G powinna być załączona, gdy temperatura wody $T_W < T_G$ i poziom wody przekracza X_1

Przedstawić schemat logiczny tego układu z zastosowaniem dwuwejściowych bramek NOR.



Rys. 5. Układ sterowania pracą podgrzewacza wody

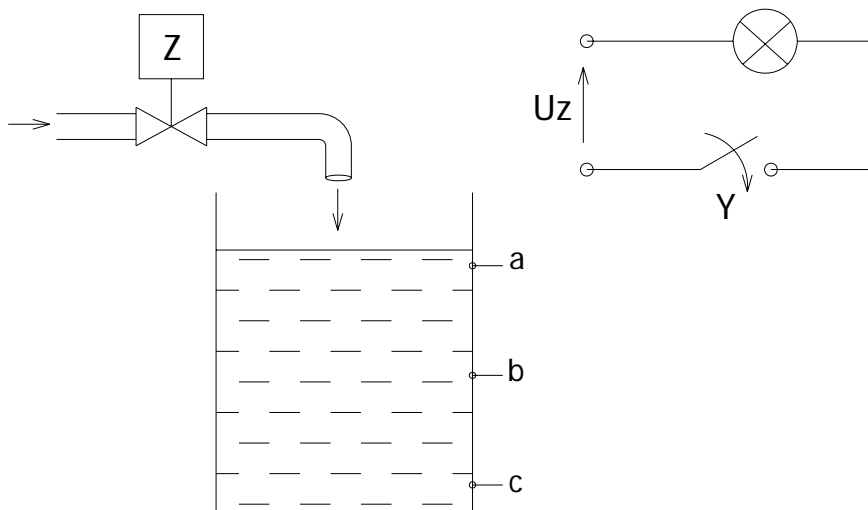
Projekt 2.

Zaprojektować układ sterowania dopływem wody do zbiornika (rys.6). Poziom wody kontrolowany jest czujnikami a, b, c (a=0 gdy poziom wody jest poniżej a, natomiast a=1 gdy poziom wody jest powyżej a, itp. dla pozostałych czujników). Dopływem wody steruje zawór elektromagnetyczny Z Określony poziom wody w zbiorniku jest sygnalizowany mignięciem żarówki.

Program pracy układu:

- 1) zawór Z powinien być otwarty ($Z=1$) stale, gdy zbiornik jest niepełny ($a=0$)
- 2) osiągnięcie kolejnych poziomów c, b, a powinno być sygnalizowane mignięciem żarówki. Żarówkę włącza w obwód „przełącznik impulsowy” Y (chwilowe zamknięcie obwodu następuje, gdy $Y=1$)

Przedstawić schemat logiczny tego układu z zastosowaniem dwuwejściowych bramek NAND.



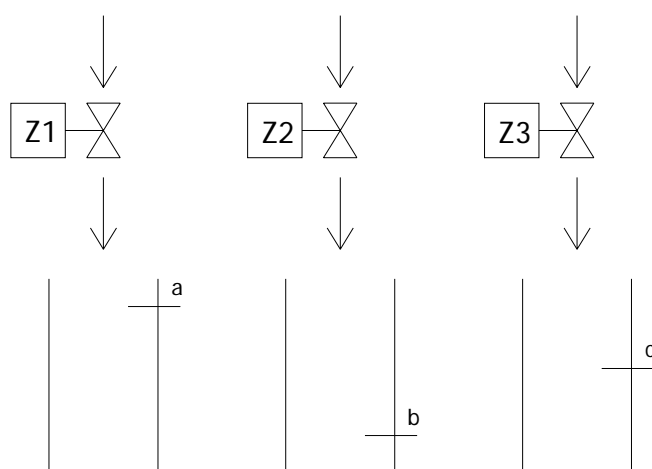
Rys. 6. Układ sterowania dopływem wody do zbiornika

Projekt 3.

Zaprojektować układ sterowania dopływem wody do 3 jednakowych zbiorników (rys. 7). Trzy czujniki (oznaczone odpowiednio **a**, **b**, **c**) podają informacje o poziomach cieczy w trzech zbiornikach. Dopływem wody w zbiorniku steruje jeden zawór **Z**.

Program pracy układu jest następujący:

- 1) zawór **Z** powinien być otwarty stale jeżeli zbiorniki są niepełne
- 2) poszczególne zawory powinny być otwarte stale jeżeli akurat poziom wody w danym zbiorniku ($Z=1$) nie został osiągnięty (**a**, **b**, **c** = 0)
- 3) osiągnięcie określonych poziomów we wszystkich zbiornikach powinno być zasygnalizowane dźwiękiem generowanym przez dzwonek **D**



Rys. 7. Układ sterowania dopływem wody do zbiorników

4. Sprawozdanie z przebiegu ćwiczenia

Na podstawie przeprowadzonego projektu dla wybranego układu należy przygotować sprawozdanie, które powinno zawierać: tabelę stanów – określającą działanie układu, zminimalizowane postaci funkcji przełączających (przy pomocy tabel Karnaugh'a) i ich realizację z wykorzystaniem bramek logicznych w środowisku LabView.