

Jan Chyczyński
Błażej Nowicki
Bartłomiej Słupik
Przemysław Węglik

Technika cyfrowa

Sprawozdanie 1

5 marca 2022

1. Zadanie 1a

1.1. Wstęp

Zadanie polega na zaprojektowaniu układu realizującego funkcję logiczną:

$$Y = \overline{A}C + B(A + B)$$

Układ można zrealizować wyłącznie dzięki użyciu bramek NAND ponieważ bramka NAND jest systemem funkcjonalnie pełnym tzn. korzystając wyłącznie z niej można przedstawić dowolną funkcję boolowską.

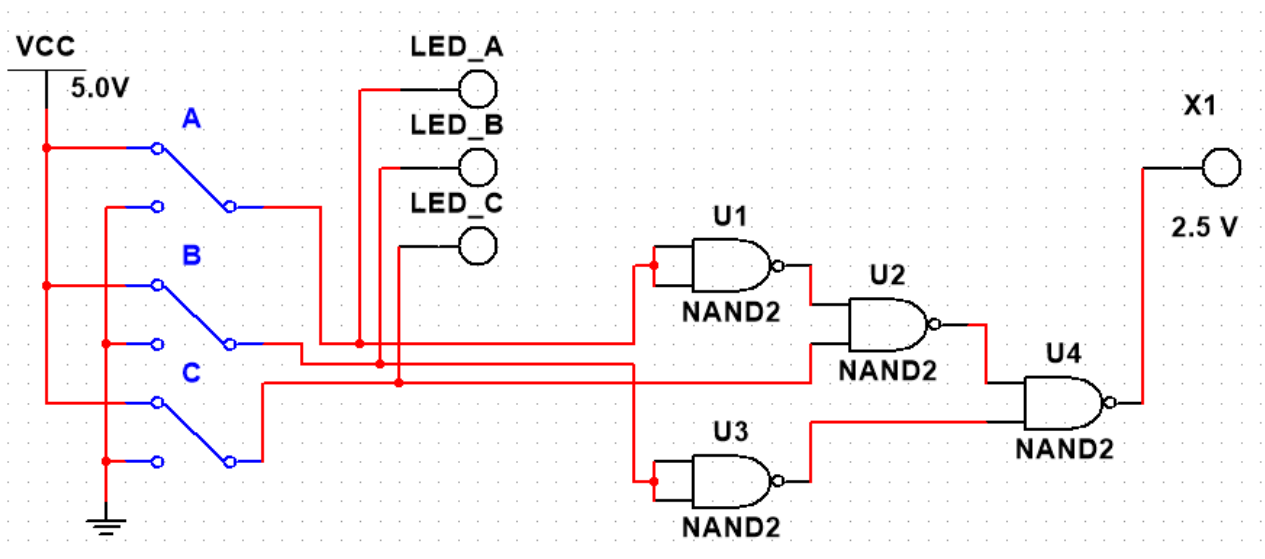
1.2. Rozwiązanie teoretyczne

Pierwszym krokiem jest przekształcenie wyrażenie do zawierającego wyłącznie operacje NAND.

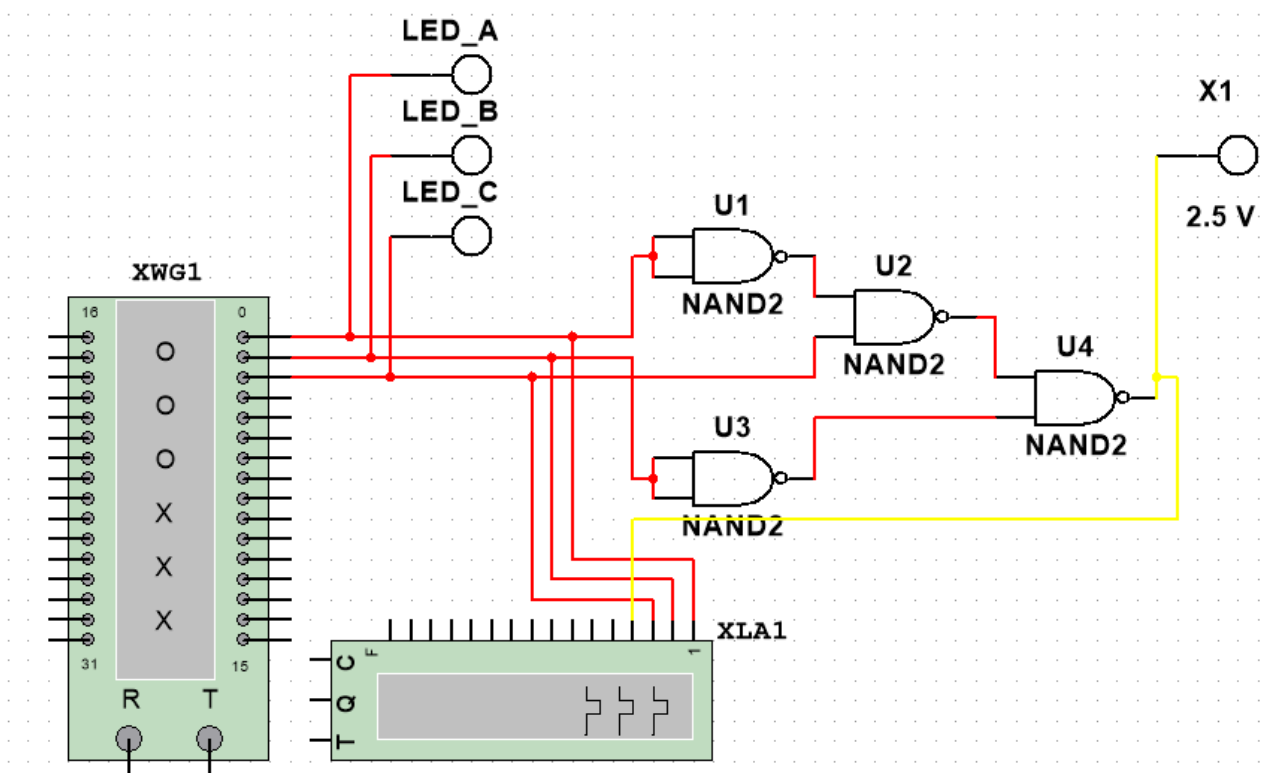
$$\begin{aligned} Y &= \overline{A}C + B(A + B) \\ &= \overline{A}C + B \\ &= \overline{\overline{\overline{A}C} \overline{B}} \end{aligned}$$

1.3. Symulacja w programie Multisim

Układ zbudowano w dwóch wersjach: pierwszej, z ręcznymi przełącznikami pozwalającymi na zmianę stanu A, B i C oraz drugiej, z generatorami sygnału i oscyloskopem.



Rysunek 1.1: Układ z ręcznymi przełącznikami



Rysunek 1.2: Układ z generatorami i oscyloskopem



Rysunek 1.3: Przebieg czasowy sygnałów. Od góry: A, B, C, Y

1.4. Wnioski

1. Dzięki prawom logiki możemy uprościć skomplikowane wyrażenia w taki sposób, aby używały mniejszej ilości operacji logicznych.
2. Przedstawienie funkcji logicznej tylko za pomocą bramek NAND ma praktyczne zastosowanie, ponieważ komercyjnie dostępne chipy często zawierają kilka bramek tego samego rodzaju (np. 4xNAND, 4xOR itp.). Dzięki uproszczeniu układu do bramek NAND, możemy go skonstruować w rzeczywistości używając tylko jednego chipu 4xNAND zamiast trzech różnych: 4xNOT, 4xOR i 4xAND.
3. Podana funkcja logiczna po drobnym przekształceniu

$$Y = \overline{A}C + B(A + B) = \overline{A}C + B$$

przedstawia równanie charakterystyczne przerzutnika asynchronicznego typu RS. Po podstawieniach

$$A = R$$

$$B = S$$

$$C = Q_{n-1}$$

$$Y = Q_n$$

otrzymujemy

$$Q_n = S + \overline{R}Q_{n-1}$$

2. Zadanie 1b

Celem zadania jest zaprojektowanie, zbudowanie i przetestowanie układu detekcji liczby pierwszej w binarnym słowie czterobitowym

2.1. Rozwiązanie teoretyczne

W binarnym czterobitowym słowie można zapisać liczby od 0 do 15. Liczby pierwsze w tym zakresie to 2,3,5,7,11,13. Przy oznaczeniach wartości bitów A,B,C,D w kolejności od najbardziej znaczącego funkcja logiczna ma postać

$$f(A, B, C, D) = \sum(2, 3, 5, 7, 11, 13)$$

W celu wyznaczenia najprostrzej postaci wpisano ją w tabeli Karnough

AB/CD	00	01	10	11
00	0	0	1	1
01	0	1	0	1
10	0	0	0	1
11	0	1	0	0

Tabela 2.1: Tabela Karnough dla badanej funkcji

Z tabeli można odczytać postać funkcji logicznej

$$f(A, B, C, D) = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C}D + AB\overline{C}D + A\overline{B}CD + \overline{A}BCD$$

Stosując prawa przekształceń równoważnych

$$\begin{aligned} f(A, B, C, D) &= \overline{A}\overline{B}C + (\overline{A} + A)B\overline{C}D + A\overline{B}CD + \overline{A}BCD \\ f(A, B, C, D) &= \overline{A}\overline{B}C + B\overline{C}D + (A\overline{B} + \overline{A}B)CD \end{aligned} \tag{2.1}$$