

Jan Chyczyński
Błażej Nowicki
Bartłomiej Słupik
Przemysław Węglik

Technika cyfrowa Sprawozdanie 1

6 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.

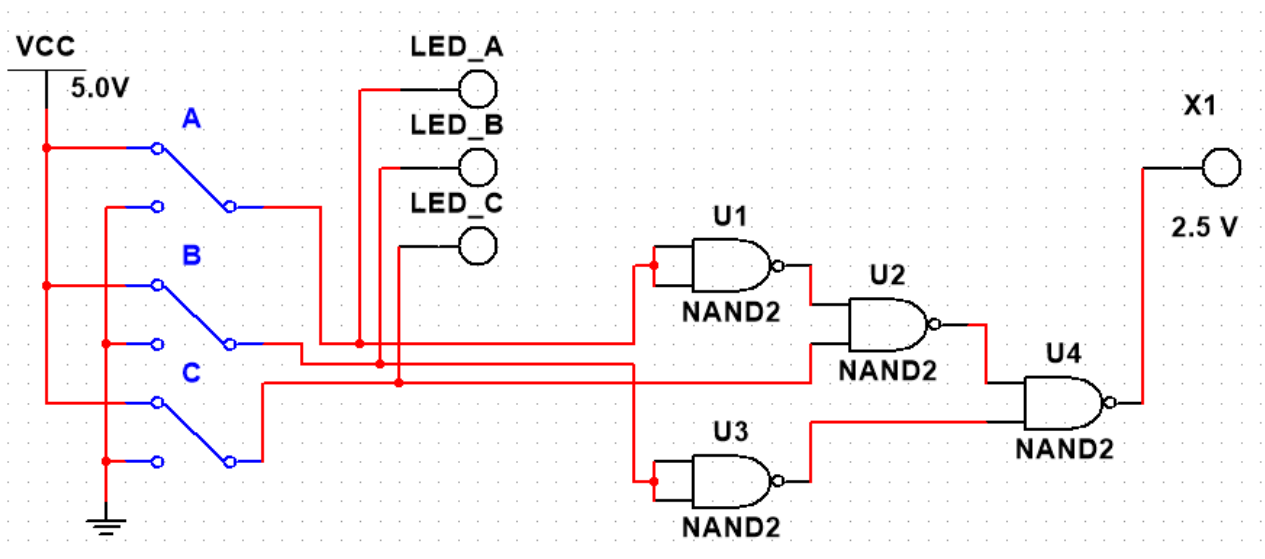
1.2. Rozwiązanie teoretyczne

Pierwszym krokiem jest przekształcenie wyrażenie do zawierającego wyłącznie operacje NAND.

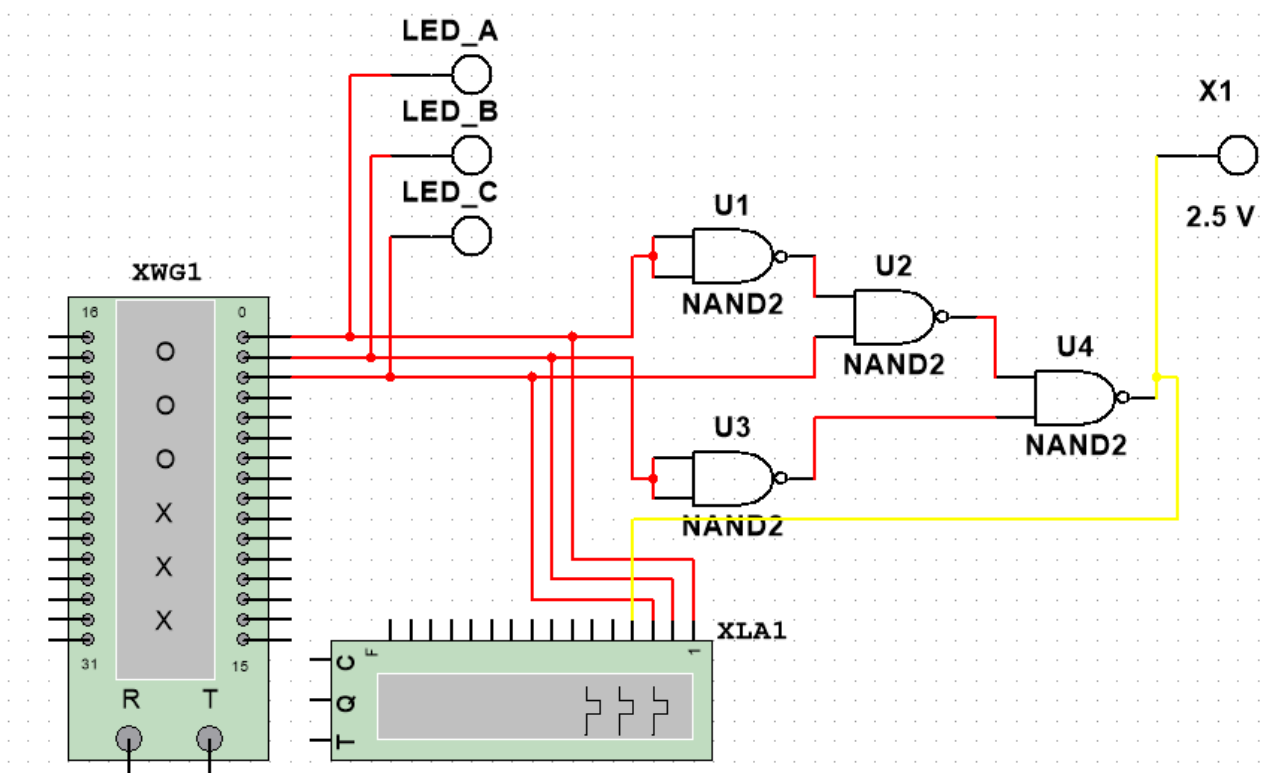
$$\begin{aligned} Y &= \overline{A}C + B(A + B) \\ &= \overline{A}C + B \\ &= \overline{\overline{\overline{A}C} \overline{B}} \end{aligned}$$

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

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

Stosując prawa przekształceń równoważnych

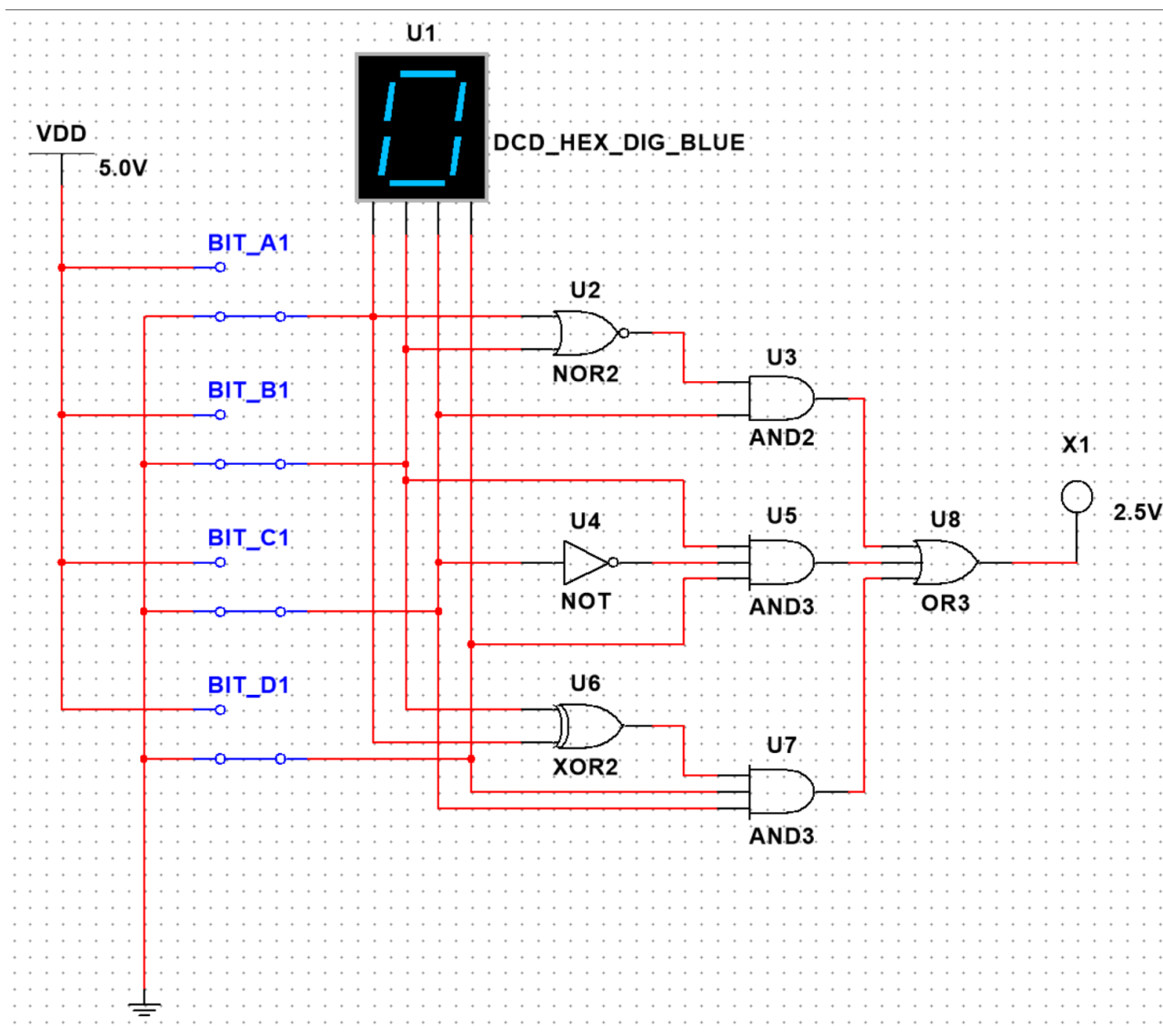
$$f(A, B, C, D) = \tilde{A}\tilde{B}C + (\tilde{A} + A)B\tilde{C}D + A\tilde{B}CD + \tilde{A}BCD$$

$$f(A, B, C, D) = \tilde{A}\tilde{B}C + B\tilde{C}D + (A\bar{B} + \bar{A}B)CD$$

2.2. Budowa i symulacja układu w programie mulitsim

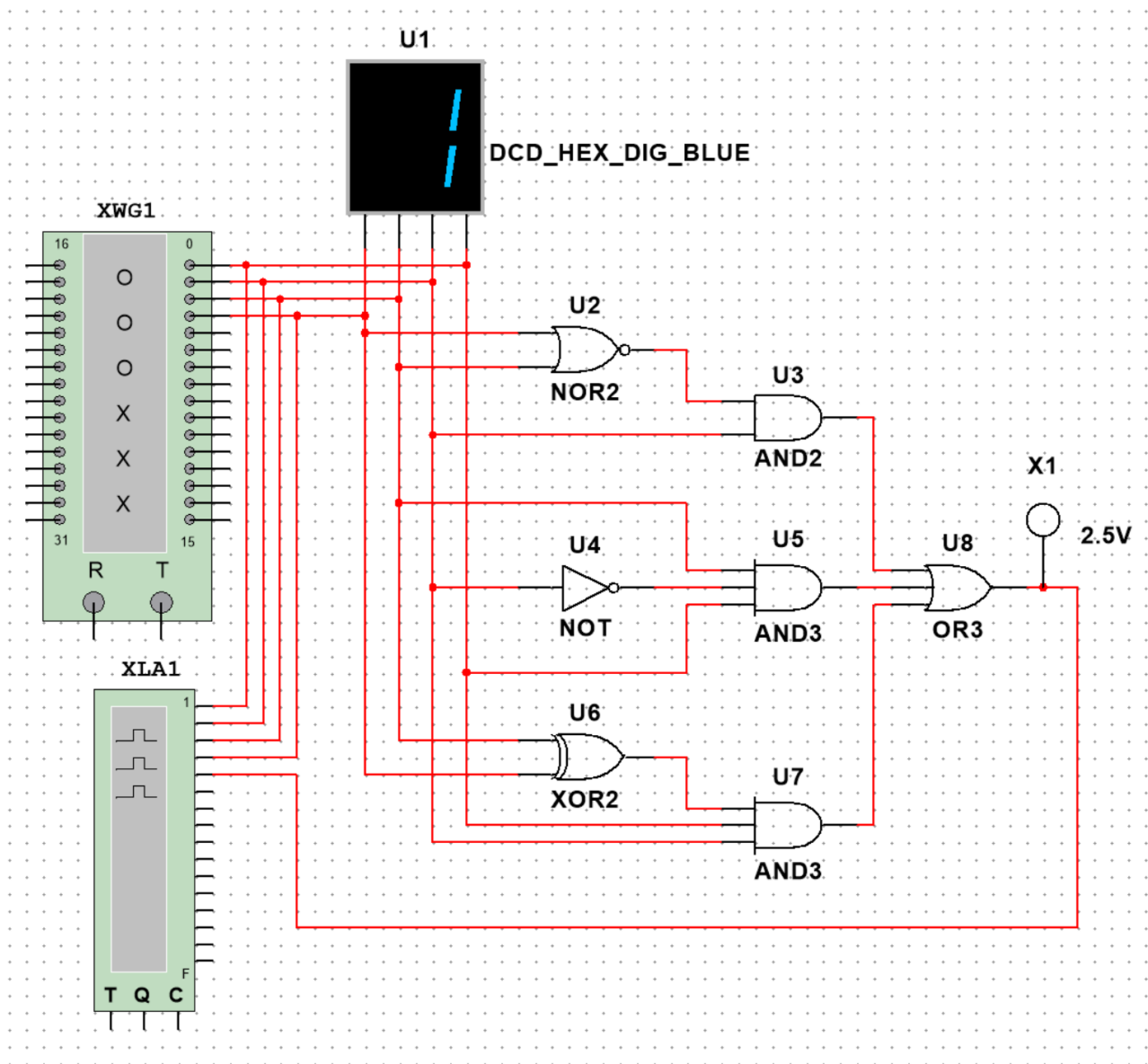
W celu konstrukcji układu należy przełożyć wzór funkcji na bramki logiczne. Funkcja jest alternatywą trzech składników. Pierwszy z nich $\tilde{A}\tilde{B}C$ można reprezentować przez bramkę NOR2 i AND2. Wyrażenie $B\tilde{C}D$ można zastąpić bramką NOT i AND3 a $(A\bar{B} + \bar{A}B)CD$ jako połączenie XOR2 i AND3. Trzy wyrażenia połączone zostały bramką logiczną OR3. Słowa bitowe reprezentujące testowane liczby można wprowadzać przez cztery przełączniki. Gdy wprowadzone zostanie słowo reprezentujące liczbę pierwszą zapala się dioda.

Opisany schemat w programie multisim.

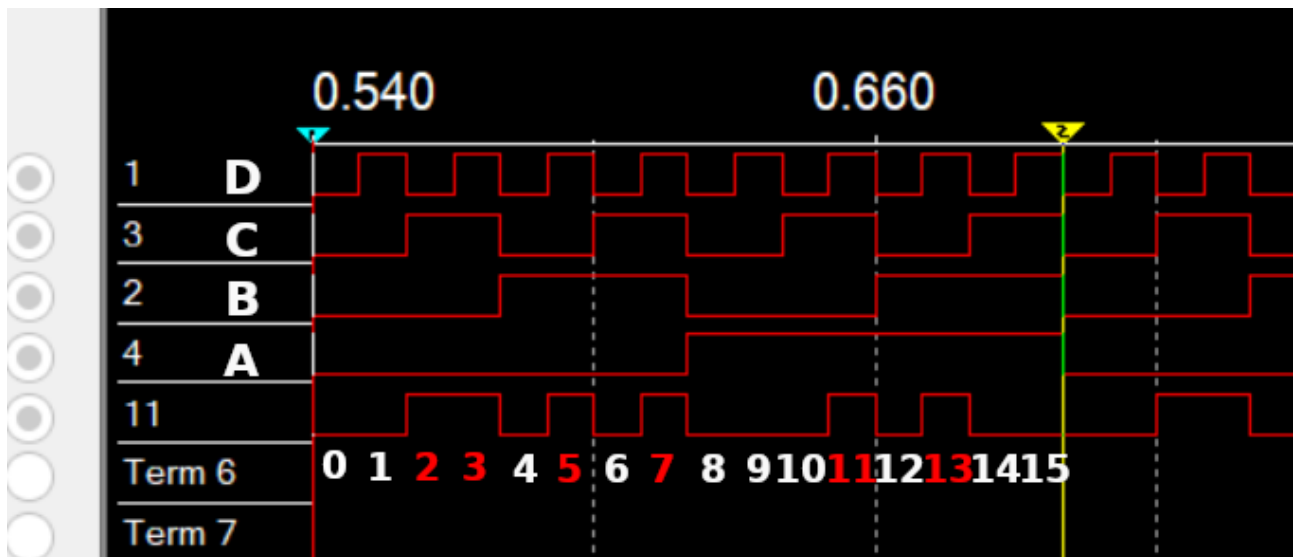


Rysunek 2.1: Układ z ręcznymi przełącznikami

W celu kompleksowego przetestowania układu przyciski zamieniono na generator słów bitowych XWG1 oraz podłączono oscyloskop pozwalający na badanie stanu logicznego pinów XLA1. Odpowiednio dobierając częstotliwości próbkowania i generowanych sygnałów możemy zweryfikować poprawność układu.



Rysunek 2.2: Układ testowy



Rysunek 2.3: Wskazania oscyloskopu

Ze wskazań oscyloskopu można stwierdzić że dla każdego możliwego słowa bitowego otrzymano poprawną wartość. Układ wygenerował stan wysoki dla słów odpowiadającym 2,3,5,7,11,13.

2.3. Zastosowania

TODO

2.4. Podsumowanie

1. Funkcja logiczna została przekształcona do postaci pozwalającej na użycie jak najmniejszej ilości bramek.
2. Układ pozwala identyfikować słowa binarne reprezentujące liczby pierwsze.
3. Przetestowano poprawność układu stosując oscyloskop i generator słów losowych.