

Technika Cyfrowa.  
Ćwiczenie 1.

Maciej Pieta

Piotr Koproń  
Rafał Piwowar

Jakub Woś

Marzec 2023

# 1 Zadanie 1a

## 1.1 Treść zadania

Bazując wyłącznie na dwuwejściowych bramkach logicznych NAND, proszę od podstaw zaprojektować, zbudować i przetestować układ realizujący funkcję logiczną:

$$Y = \overline{A} \text{ xor } (B + C) \quad (1)$$

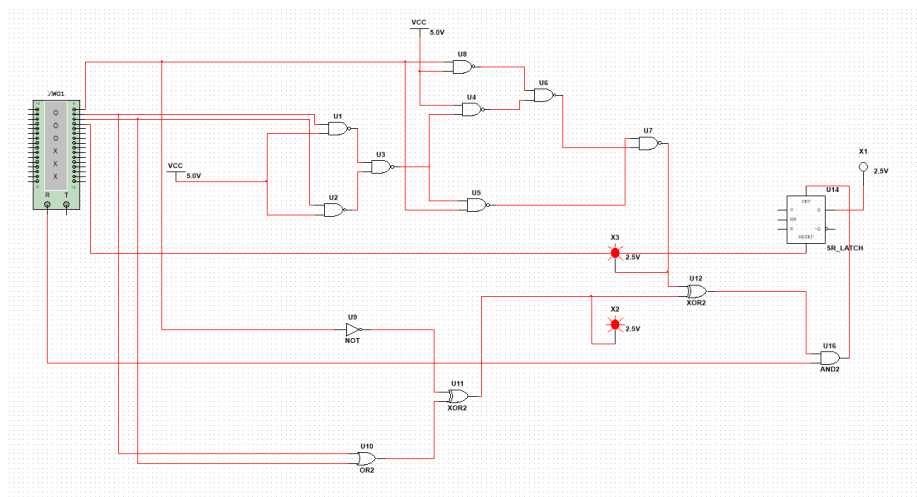
## 1.2 Rozwiązanie teoretyczne

Dokonujemy następujących przekształceń, korzystając z definicji xor, praw de Morgana oraz prawa podwójnej negacji.

$$\begin{aligned} Y &= \overline{A} \text{ xor } (B + C) \\ &= \overline{A} \cdot \overline{(B + C)} + \overline{\overline{A}} \cdot (B + C) \\ &= \overline{A} \cdot (\overline{B} \cdot \overline{C}) + A \cdot (B + C) \\ &= \overline{A} \cdot \overline{(\overline{B} \cdot \overline{C})} + A \cdot \overline{(\overline{B} \cdot \overline{C})} \\ &= \overline{A} \cdot \overline{(\overline{B} \cdot \overline{C})} + A \cdot (\overline{B} \cdot \overline{C}) \\ |K = \overline{(\overline{B} \cdot \overline{C})}| &= \overline{A} \cdot \overline{K} + A \cdot K \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{K} + A \cdot K} \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{K}} \cdot \overline{A \cdot K} \\ &= \overline{\overline{A} \cdot \overline{(\overline{B} \cdot \overline{C})}} \cdot \overline{A \cdot (\overline{B} \cdot \overline{C})} \end{aligned}$$

Otrzymaliśmy równoważny układ bezpośrednio zapisujący się jako zbiór bramek NAND.

### 1.3 Implementacja układu 1a w programie Multisim



Rysunek 1: Górna część układu to układ faktyczny, dolna część - układ testujący. Jeżeli w którymkolwiek momencie wykryta zostanie rozbieżność, przerzutnik po prawej "zapamięta" ten fakt.

Moduł XWG1 został zaprogramowany aby sprawdzał wszystkie możliwe kombinacje wartości A,B,C.

### 1.4 Wnioski

Należy zauważyć, że bramka NAND jest wystarczająca do utworzenia pełnego systemu logicznego. Tj, dowolną skończoną funkcję logiczną można fizycznie zaimplementować za pomocą skończonej ilości bramek NAND.

## 2 Zadanie 1b

### 2.1 Treść zadania

Rozważmy pomieszczenie w którym znajdują się: drzwi wejściowe i dwa okna (wszystko wyposażone w czujniki stanu zamknięcia). Poza tym znajduje się tam: czujnik ruchu, syrena alarmowa (może być reprezentowana wskaźnikiem LED), dwa przyciski: uzbrojenia i rozbrojenia alarmu, dwa wskaźniki LED: alarm uzbrojony i alarm wyłączony, LEDowy czerwony sygnalizator problemu załączenia alarmu.

Alarm można uzbroić dedykowanym przyciskiem tylko wtedy, gdy w pomieszczeniu nie wykryto ruchu, a drzwi i okna są skutecznie zamknięte. Wówczas powinna zaświecić się kontrolka uzbrojenia alarmu. Jeśli warunki te nie są spełnione, zaświeca się czerwony sygnalizator problemu, a alarm pozostaje rozbrojony, co ciągle wówczas sygnalizuje stosowny wskaźnik LED.

Poprawne uzbrojenie alarmu powoduje zgaszenie się wskaźnika rozbrojenia alarmu i sygnalizatora problemu (jeśli jest zaświecony) oraz powoduje zaświecenie się wskaźnika uzbrojenia alarmu.

Alarm uruchamia się, gdy system alarmowy jest uzbrojony i wykryty jest ruch lub sygnalizowane jest otwarcie: drzwi lub któregoś z okien.

W oparciu o dowolne bramki logiczne, przełączniki i wskaźniki LED, proszę zaprojektować, zminimalizować, zbudować i przetestować układ realizujący funkcję opisanego wyżej systemu alarmowego. Rolę czujników mogą tutaj pełnić dowolne (dostępne w Multisimie) źródła sygnału cyfrowego.

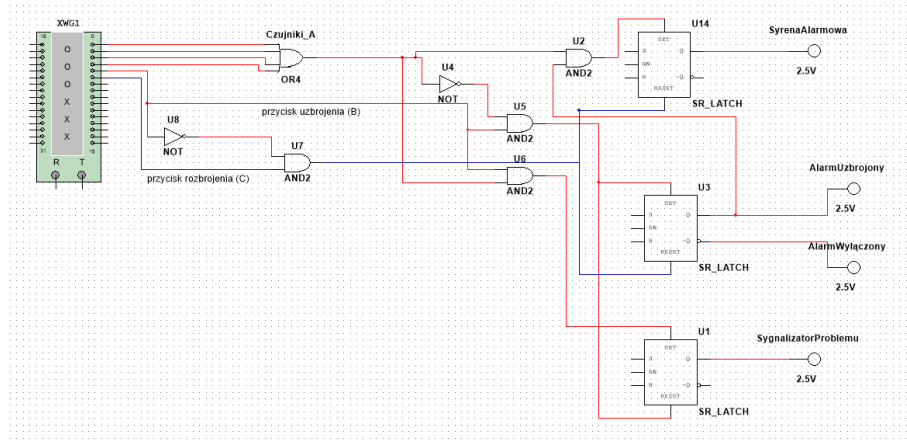
### 2.2 Rozwiązanie teoretyczne

Zauważmy, że z perspektywy alarmu, dowolne naruszenie czujników jest traktowane identycznie - nie interesuje nas to, czy otwarte są drzwi czy okna, w obu przypadkach można się dostać do pomieszczenia. Możemy więc utworzyć sygnał łączny czujników  $A$ . Skorzystamy z trzech przerzutników "zapamiętujących" odpowiednio:

- Stan syreny alarmu, reprezentowanej przez LED.
- Stan uzbrojenia alarmu: 0 - rozbrojony, 1 - uzbrojony.
- Stan lampki błędu.

**Przyciski** Przycisk uzbrojenia uzbroi alarm, lub, jeżeli zachodzi sygnał  $A$ , ustawi lampkę błędu. Przycisk rozbrojenia rozbraja alarm i wyłącza syrenę jeżeli jest włączona. Dodatkowo w celu usunięcia stanu nielegalnego, zablokujemy przycisk rozbrojenia jeżeli równocześnie wciśnięty jest przycisk uzbrojenia.

### 2.3 Implementacja układu 1b w programie Multisim



Rysunek 2: Sygnał U5 odpowiada skutecznemu uzbrojeniu, U6 - nieskutecznemu. Sygnał U2 odpowiada za aktywację syreny alarmowej.

## 2.4 Wnioski