A blue text on a black background

Description automatically generated

**Architektura systemów komputerowych**

Laboratorium nr 3

**Wstęp teoretyczny**

W projekcie tego układu logicznego sterujemy grzałkami G1 i G2 na podstawie trzech czujników temperatury (x1, x2, x3). Realizacja opiera się na kilku kluczowych pojęciach:

1. **Tabela prawdy**

Przedstawia wszystkie możliwe kombinacje wejść i odpowiadające im stany wyjść y1 i y2, co definiuje logikę sterowania grzałkami.

1. **Minimalizacja funkcji logicznych**

Za pomocą tablic Karnougha upraszczamy wyrażenia logiczne, zmniejszając liczbę potrzebnych bramek logicznych. Dzięki temu układ jest bardziej efektywny.

1. **Bramki NAND**

Układ realizujemy wyłącznie przy użyciu bramek NAND, które są uniwersalne.   
Twierdzenia De Morgana pozwalają przekształcić wyrażenia logiczne do tej formy.

1. **Odporność na awarie**

Wprowadzamy logikę wykrywającą awarie czujników.  
Gdy jeden z czujników utknie na stałej wartości (0 lub 1), system rozpoznaje niezgodność i aktywuje sygnał awarii y3.

**Zadanie 1) Rozwiązanie według tabeli prawdy**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | x2 | x3 | G1 | G2 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Tab. 1) Tabela prawdy według zadania (na niebiesko ozn. przypadki nie uwzgl. bezpośrednio w treści)

Wzory wynikające z tabeli:

**G1 = +**

**G2 = +**

**Schemat logiczny: A diagram of a machine

Description automatically generated**

Schemat 1) Schemat wynikający bezpośrednio z tabeli prawdy

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | x2 | x3 | G1 | G2 |
| 0 | 0 | 0 | **1** | **1** |
| 0 | 0 | 1 | **1** | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | **1** |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Tab. 2) Tabela sprawdzająca działanie schematu z tabelą prawdy według zadania

Działanie schematu jest zgodne z tabelą prawdy. Jedynki powinny być tylko i włącznie w miejscach podświetlonych na różowo.

**Zadanie 2) Metoda Karnough.**

Tablica dla pierwszej grzałki. (G1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 \ x2 \* x3 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | **1** | **1** | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Jedna grupa jedynek dla x1 = 0, x2x3  = 00 lub x2x3  = 01   
Grzałka numer 1 - G1 nie jest zależna od czujnika numer 3 – x3.

**G1 =**

Tablica dla drugiej grzałki. (G2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 \ x2 \* x3 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | **1** | 0 | **1** | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Dwie grupy pojedynczych jedynek.

**I grupa** - dla x1 = 0, x2x3 = 00

**II grupa** - dla x1 = 0, x2x3 = 11

**G2 = +**

Można wyłączyć przed nawias

**G2 = ( + )**

Stosując następujące **twierdzenie De Morgana** do wyprowadzenia:

**(A+B)′=A′⋅B′**

oraz definicję XOR, możemy urościć wyrażenie

**( + ) = ()**

A więc wyrażenie logiczne grzałki numer dwa ma postać:

**G2 = ()**

**A diagram of a block diagram

Description automatically generated**

Schemat 2) Schemat wynikający z tablic Karnough.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | x2 | x3 | G1 | G2 |
| 0 | 0 | 0 | **1** | **1** |
| 0 | 0 | 1 | **1** | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | **1** |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Tab. 3) Tabela sprawdzająca działanie schematu z tabelą prawdy według zadania

Działanie schematu jest zgodne z tabelą prawdy. Jedynki powinny być tylko i włącznie w miejscach podświetlonych na różowo.

**Zadanie 3) Zbudowanie schematu tylko za pomocą jednego rodzaju bramek - NAND**

Korzystając z własności:

**=**

**=** ( ()*NAND*() )

**=** ( ()*NAND*() )

Przekształcamy wzory na G1  oraz G2.

**G1 =   
G1 =**

**G1 =**  (( )) (( ))

**G2 = +   
G2 =**    **+**

**A computer screen shot of a diagram

Description automatically generated*G2****= (((( ) NAND ) )*

Schemat 3) Schemat zbudowany tylko za pomocą bramek NAND.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | x2 | x3 | G1 | G2 |
| 0 | 0 | 0 | **1** | **1** |
| 0 | 0 | 1 | **1** | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | **1** |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Tab. 4) Tabela sprawdzająca działanie schematu z tabelą prawdy według zadania

Działanie schematu jest zgodne z tabelą prawdy. Jedynki powinny być tylko i włącznie w miejscach podświetlonych na różowo.

**Zadanie 4) Zbudować układ uwzględniający możliwość awarii czujników.**

**Założenia:**

* Może być uszkodzony tylko jeden czujnik, może wtedy pokazywać trwale stan 0 lub 1.
* Awaria jednego z czujników rozpoznawana jest wtedy, gdy czujnik wyższej temperatury

pokazuje, że temperatura została osiągnięta, a czujnik niższej pokazuje, że ta nie została

osiągnięta.

* Grzałki powinny być sterowane jak najdokładniej. W sytuacji niejednoznacznej ważniejsze jest, aby nie przekroczyć mocy grzania odpowiadającej danej temperaturze.
* W każdym przypadku awarii powinna się zaświecić dodatkowa lampka sygnalizująca stan awarii (𝑦3 = 1)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 | x2 | x3 | G1 | G2 | Y(awaira) |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tab. 5) Tabela prawdy uwzględniająca awarię

**y = 1 wszędzie tam gdzie xn =1 oraz xn+1 = 0 lub xn+2 = 0**

**Tablica Karnough dla Y awarii**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x1 \ x2\*x3 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Grupa 1 dla x1 =1, x2=0, nie zależne od x3

X1 \* x2’

Grupa 2 dla x2 =1, x3 =0, niezlaeżny od x1

X2 \* x3’

**Y =**

A diagram of a computer program

Description automatically generated

Schemat 4) Schemat zbudowany z dodatkowym czujnikiem awarii.

**Wnioski:**

1. Układ zrealizowano zgodnie z założeniami, wyłącznie przy użyciu bramek NAND, co zapewnia zgodność z wymogami zadania.
2. Funkcje G1​ i G2​ działają poprawnie, uzyskując oczekiwane wyniki dla każdej kombinacji wejść, co potwierdzono na podstawie tabeli prawdy.
3. Uproszczenie wyrażeń za pomocą tablic Karnaugha pozwoliło na zredukowanie liczby bramek, co poprawia efektywność i niezawodność układu.
4. Uwzględniono obsługę awarii czujników, co zwiększa bezpieczeństwo systemu.   
   W przypadku wykrycia błędu sygnalizowany jest stan awarii, zgodnie z funkcją Y=x1⋅x2′+x2⋅x3′