**Vzorové riešenie 3. zadania**

**SYNTÉZA SEKVENČNÝCH LOGICKÝCH OBVODOV**

Navrhnite synchrónny sekvenčný obvod so vstupom x a výstupom y s nasledujúcim správaním: na výstupe Y bude 1 vždy vtedy, ak sa (zo začiatočného stavu) vo vstupnej postupnosti vyskytne postupnosť **110001** Vlastné riešenie overte progr. prostriedkami ESPRESSO a LogiSim (príp. LOG alebo FitBoard).

Úlohy:

1. V pamäťovej časti použite minimálny počet preklápacích obvodov **JK-PO**.
2. Navrhnuté B-funkcie v tvare MDNF overte programom pre ESPRESSO. Pri návrhu B-funkcií klaďte dôraz na skupinovú minimalizáciu funkcií.
3. Optimálne riešenie (treba zhodnotiť, ktoré riešenie je lepšie a prečo) vytvorte obvod s členmi NAND (výhradne NAND, t.j. ani žiadne NOT).
4. Výslednú schému nakreslite v simulátore LogiSim (príp. LOG alebo FitBoard) a overte simuláciou.
5. Riešenie vyhodnoťte (zhodnotenie zadania, postup riešenia, vyjadrenie sa k počtu logických členov).

**A diagram of a circuit

Description automatically generated**

**Riešenie**

Zadaná postupnosť: **110001**

Prechodová tabuľka pre automat typu Moore

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| stav | Nový stav | | Y | Čo je splnené? |
| X=0 | X=1 |  |
| S0 | S0 | S1 | 0 | Nič |
| S1 | S0 | S2 | 0 | “1” |
| S2 | S3 | S2 | 0 | “11” |
| S3 | S4 | S1 | 0 | “110” |
| S4 | S5 | S1 | 0 | “1100” |
| S5 | S0 | S6 | 0 | “11000” |
| S6 | S0 | S2 | 1 | “110001” |

Zostrojíme prechodový graf stavového automat typu Moore: A group of white circles with numbers on a black background

Description automatically generated

**Kódovanie stavov**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  | S0 | S2 | S3 | S1 |
| z1 |  | S4 | S6 | X | S5 |

|  |  |
| --- | --- |
| Stav | z1z2z3 |
| S0 | 000 |
| S1 | 001 |
| S2 | 010 |
| S3 | 011 |
| S4 | 100 |
| S5 | 101 |
| S6 | 110 |

Prechodová tabuľka pre automat Moore po dosadení zakódovaných stavov

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Stav | Nový stav | | Y | Čo je splnené? |
| X=0 | X=1 |
| 000 | 000 | 001 | 0 | Nič |
| 001 | 000 | 010 | 0 | „1“ |
| 010 | 011 | 010 | 0 | „11“ |
| 011 | 100 | 001 | 0 | „110“ |
| 100 | 101 | 001 | 0 | „1100“ |
| 101 | 000 | 110 | 0 | „11000“ |
| 110 | 000 | 010 | 1 | „110001“ |

**Budiace funkcie pre D preklápacie obvody (D-PO) a výstupná funkcia**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 000 | 011 | 100 | 000 |
|  | z1 |  | 101 | 000 | XXX | 000 |
|  |  |  | 001 | 010 | XXX | 110 |
| X |  |  | 001 | 010 | 001 | 010 |

D1,D2,D3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 | 1 | 0 |
|  | z1 |  | 1 | 0 | X | 0 |
|  |  |  | 0 | 0 | X | 1 |
| X |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  | z1 |  | 0 | 0 | X | 0 |
|  |  |  | 0 | 1 | X | 1 |
| X |  |  | 0 | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  | z1 |  | 1 | 0 | X | 0 |
|  |  |  | 1 | 0 | X | 0 |
| X |  |  | 1 | 0 | 1 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | z1 |  | 0 | 0 | X | 0 |
|  |  |  | 0 | 1 | X | 0 |
| X |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Budiace funkcie pre JK preklápacie obvody (JK-PO)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| z->Z | J | K |
| 0->0 | 0 | X |
| 0->1 | 1 | X |
| 1->**0** | X | **1** |
| 1->**1** | X | **0** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 | 1 | 0 |
|  | z1 |  | X | X | X | X |
|  |  |  | X | X | X | X |
| X |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | X | X | X | X |
|  | z1 |  | 0 | 1 | X | 1 |
|  |  |  | 1 | 1 | X | 0 |
| X |  |  | X | X | X | X |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | X | X | 0 |
|  | z1 |  | 0 | X | X | 0 |
|  |  |  | 0 | X | X | 1 |
| X |  |  | 0 | X | X | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | X | 0 | 1 | X |
|  | z1 |  | X | 1 | X | X |
|  |  |  | X | 0 | X | X |
| X |  |  | X | 0 | 1 | X |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 1 | X | X |
|  | z1 |  | 1 | 0 | X | X |
|  |  |  | 1 | 0 | X | X |
| X |  |  | 1 | 0 | X | X |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | z3 |  |
|  |  |  |  | z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | X | X | 1 | 1 |
|  | z1 |  | X | X | X | 1 |
|  |  |  | X | X | X | 1 |
| X |  |  | X | X | 0 | 1 |

**Espresso**

**Obsah vstupného súboru pre ESPRESSO:** #110001 skupinova minimalizacia  
.i 4  
.o 6  
.ilb x z1 z2 z3  
.ob j1 k1 j2 k2 j3 k3  
.type fr  
.p 16  
0000 0-0-0-  
0010 0--01-  
0011 1--1-1  
0001 0-0—1  
0100 -00-1-  
0110 -1-10-  
0111 ------  
0101 -10—1  
1100 -10-1-  
1110 -1-00-  
1111 ------  
1101 -01—1  
1000 0-0-1-  
1010 0--00-  
1011 0--1-0  
1001 0-1—1  
.e **Výstup programu ESPRESSO:**#110001 skupinova minimalizacia  
**Prepis na NAND s využitím Shefferovej operácie:**

Počet logických členov obvodu: 18 členov NAND a 3 preklápacie obvody JK Vyjadrenie k počtu

vstupov do logických členov obvodu: 56 (44 v kombinačnej

časti a 12 v pamäťovej časti)

A diagram of a machine

Description automatically generated

Zhodnotenie:

Cieľom tejto úlohy bolo navrhnúť sekvenčný obvod s vstupom X a výstupom Y, schopný rozpoznať postupnosť 110001 v sekvencii núl a jednotiek a zmeniť stav výstupu Y z nuly na jednotku. Celý proces som riešil využitím automatu typu Moore, na ktorom som postavil prechodovú tabuľku a prechodový graf. Stavy som zakódoval binárne a tieto hodnoty som následne využil pri tvorbe Karnaughových máp pre D-preklopné obvody.

Na základe týchto máp som zostavil budiace funkcie pre JK-preklopné obvody a využil som skupinovú minimalizáciu. Následne som tieto funkcie upravil pomocou Shefferovej operácie, čím som získal funkcie využívajúce NAND brány. Tieto funkcie som následne použil na zostavenie obvodu v simulátore LogiSim, pričom som vychádzal zo základnej schémy dostupnej v zadání.

Výsledný obvod korektne reaguje na zadanú postupnosť 110001. Celkový počet logických členov v obvode bol 18 NAND brán a počet vstupov do týchto logických členov činil 56 (s 44 v kombinačnej časti a 12 v pamäťovej časti). Toto zhodnotenie zhrnuje môj postup riešenia úlohy a úspešnú implementáciu sekvenčného obvodu.