**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 (postupnosti sa môžu prekrývať, v tomto prípade 1010101 je možné chápať ako dve postupnosti).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).

*Diagram, schematic

Description automatically generated*

**Riešenie**

Zadaná postupnosť: **101000**

Prechodová tabuľka pre automat typu Moore

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nový stav | | Y | Čo je splnené? |
| stav | x=0 | x=1 |  |
| S0 | S0 | S1 | 0 | Nič |
| S1 | S2 | S1 | 0 | “1” |
| S2 | S0 | S3 | 0 | “10” |
| S3 | S4 | S1 | 0 | “101” |
| S4 | S5 | S3 | 0 | “1010” |
| S5 | S6 | S1 |  | “10100” |
| S6 | S0 | S1 | **1** | “101000” |

Zostrojíme prechodový graf stavového automat typu Moore.

Prechodový graf typu Moore (hodnota hrany reprezentuje hodnotu vstupnej premennej):

Diagram

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 MOOR po dosadení zakódovaných stavov

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nový stav | | Y | Čo je splnené? |
| stav | x=0 | x=1 |  |
| 000 | 000 | 001 | 0 | Nič |
| 001 | 010 | 001 | 0 | “1” |
| 010 | 000 | 011 | 0 | “10” |
| 011 | 100 | 001 | 0 | “101” |
| 100 | 101 | 011 | 0 | “1010” |
| 101 | 110 | 001 | 0 | “10100” |
| 110 | 000 | 001 | **1** | “101000” |

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

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

D1,D2,D3

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

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

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | 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 | 0 |
|  |  |  | 1 | 1 | X | 1 |
| X |  |  | X | X | X | X |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Z3 |  |
|  |  |  |  | Z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | X | X | 1 |
|  | Z1 |  | 0 | X | X | 1 |
|  |  |  | 1 | X | X | 0 |
| X |  |  | 0 | X | X | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Z3 |  |
|  |  |  |  | Z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | X | 1 | 1 | X |
|  | Z1 |  | X | 1 | X | X |
|  |  |  | X | 1 | X | X |
| X |  |  | X | 0 | 1 | X |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Z3 |  |
|  |  |  |  | Z2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | 0 | 0 | X | X |
|  | Z1 |  | 1 | 0 | X | X |
|  |  |  | 1 | 1 | X | X |
| X |  |  | 1 | 1 | X | X |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Z3 |  |  |
|  |  |  |  | Z2 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | X | X | 1 |  | 1 |
|  | Z1 |  | X | X | X |  | 1 |
|  |  |  | X | X | X |  | 0 |
| X |  |  | X | X | 0 |  | 0 |

Riešenia sú rovnaké.

**Espresso**

*# vstup*

*.i 4*

*.o 6*

*.ilb X Z1 Z2 Z3*

*.ob J1 K1 J2 K2 J3 K3*

*.type fr*

*.p 16*

*0000 0-0-0-*

*0001 0-1-0-*

*0010 0-0-0-*

*0011 1-0-0-*

*0100 -0-1-0*

*0101 -0-0-1*

*0110 -1-1-1*

*0111 ------*

*1000 0-1-1-*

*1001 0-1-1-*

*1010 0-0-1-*

*1011 0-1-1-*

*1100 -1-0-0*

*1101 -1-1-0*

*1110 -1-1-0*

*1111 ------*

*.e*

*# vystup*

*J1 = (!X&Z2&Z3);*

*K1 = (Z2) | (X);*

*J2 = (X&!Z2) | (!X&!Z2&Z3) | (X&Z3);*

*K2 = (!X&!Z3) | (Z2) | (X&Z3);*

*J3 = (X);*

*K3 = (!X&Z2) | (!X&!Z2&Z3);*

**Prepis na NAND s využitím Shefferovej operácie:**

Vyjadrenie k počtu logických členov obvodu: 15 členov NAND a 3 preklápacie obvody JK

Vyjadrenie k počtu vstupov do logických členov obvodu: 47 (34 v kombinačnej časti a 13 v pamäťovej časti

**Schéma:**

Diagram

Description automatically generated

**Zhodnotenie**

Zhodnotenie Navrhli sme synchrónny sekvenčný obvod so vstupom x a výstupom y tak, že na výstupe Y bude 1 vždy vtedy, ak sa (zo začiatočného stavu) vo vstupnej postupnosti vyskytne postupnosť s tým, že postupnosti sa môžu prekrývať. Použili sme automat typu Moore. V pamäťovej časti sme použili minimálny počet JK-PO obvodov. Riešenie sme overili prostriedkami ESPRESSO a simuláciou v programe LOGISIM. Výsledný obvod má 15 logických členov NAND, a 47 vstupov (34 v kombinačnej časti a 13 v pamäťovej)