

Sekvenční obvody

Michal Šerý

Technické principy počítačů

Obsah

1 Logické obvody

Logické obvody (LO)

Kombinační LO

Kombinační logické obvody jsou takové logické obvody, ve kterých logické stavy na výstupech závisí jen a pouze na okamžitých kombinacích vstupních proměnných a nezávisí na jejich předchozích hodnotách. (U reálných obvodů s výjimkou krátkého přechodového děje.)

Každé kombinaci hodnot vstupních proměnných odpovídá jediná výstupní kombinace funkčních hodnot.

Kombinační logické obvody nemají žádnou paměť předchozích stavů.

Logické obvody (LO)

Sekvenční logické obvody (SLO)

Sekvenční obvody se vyznačují tím, že hodnota výstupu sekvenčního obvodu záleží nejenom na hodnotách vstupních logických proměnných, ale i na vnitřních stavech obvodu, ve kterých jsou zachyceny (pamatovány) informace o předešlých stavech sekvenčního obvodu.

U jednodušších sekvenčních obvodů lze „paměť“ realizovat zpětnou vazbou z výstupu na vstup bez synchronizace speciálním vstupem. Pak hovoříme o **asynchronních** sekvenčních LO (například R-S KO). Proto je vhodné identifikovat a synchronizovat jednotlivé stavy v čase. Čas vystupuje nejčastěji ve formě speciálního periodického signálu - „hodin“ (clock), který diskrétně určuje okamžik pro synchronizaci obvodů. Pak hovoříme o **synchronních** sekvenčních LO.

Některé formy popisu chování automatu

Tabulka přechodů

Tabulka přechodů umožňuje zadat chování automatu formou tabulky. Zobrazí následný (příští) stav a výstup v závislosti na vstupu a stavu v tabulkové formě.

Graf přechodů

Graf přechodů popisuje chování automatu orientovaným grafem.

- Matice přechodů
- Vývojový diagram
- Petriho síť
- ...

Druhy SLO

Mealy

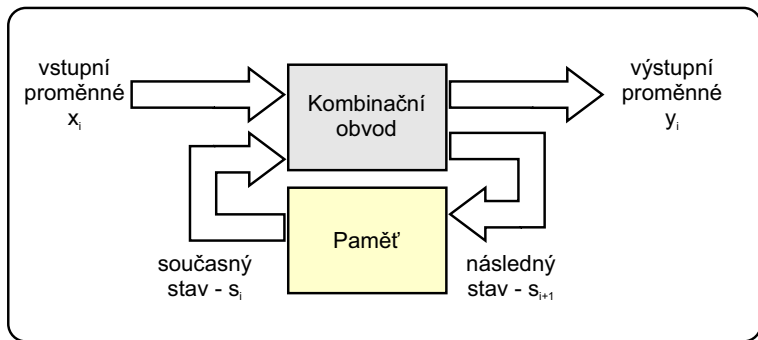
U Mealyho SLO výstup obvodu závisí na kombinaci hodnot vstupních proměnných a na stavu obvodu, ve kterém s nachází.

Rovnice:

$$y_i = Z(s_i, x_i)$$

Druhy SLO

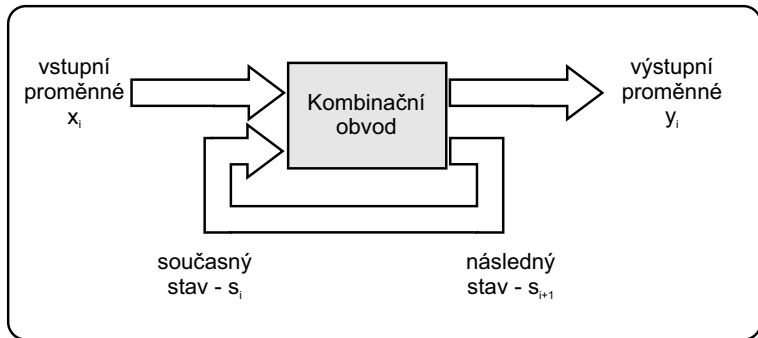
Mealy



Druhy SLO

Díky zpoždění průchodu signálu kombinační částí lze realizovat sekvenční LO i pomocí zpětnovazebního propojení některých výstupů na vstupy.

Mealy - zpětnovazební



Druhy SLO

Moore

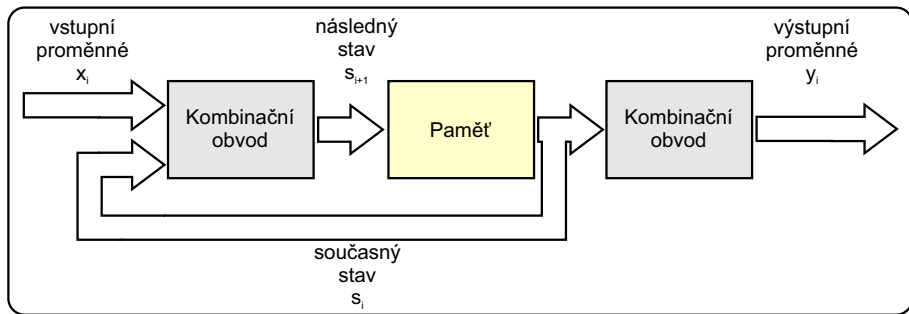
U Mooreova SLO výstup obvodu závisí na kombinaci hodnot stavových proměnných.

Rovnice:

$$y_i = Z(s_i)$$

Druhy SLO

Moore



Režimy SLO

Režimy SLO

- asynchronní - nepoužívá se synchronizační signál, přechody mezi stavy jsou iniciované změnami vstupních a stavových proměnných. Tyto změny také definují diskrétní čas. Změna vstupu vede k „okamžité“ změně výstupu.
- impulzní - u impulzního režimu jsou přechody mezi stavy iniciované významnou změnou hodnoty vstupních proměnných t.j. jsou to systémy reagující na spádové nebo náběžné hrany popřípadě na krátké pulzy vstupních proměnných.
- synchronní - celá činnost řízena extením generátorem hodinových impulsů (speciální vstup), které definují diskrétní čas automatu. Synchronizují se vstupní i stavové proměnné, bez synchronizace jsou pouze výstupní proměnné.

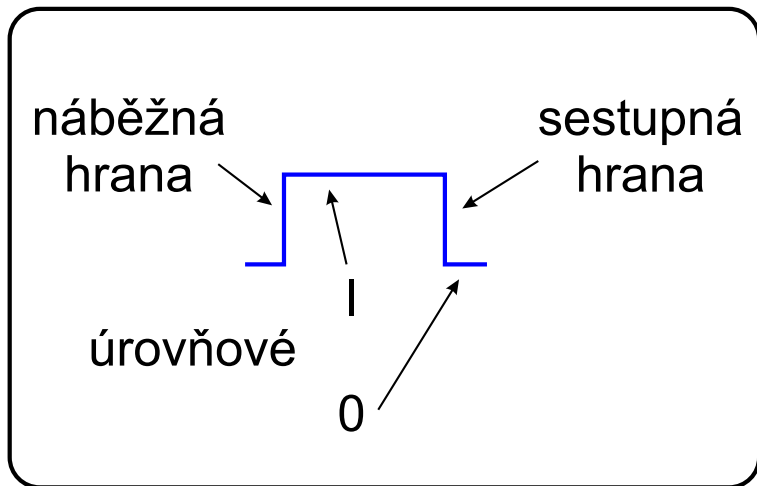
Režimy SLO

Hodinový signál

- Úrovňové – sekvenční obvod sleduje hodnoty vstupních proměnných a tím i jejich změny po celou dobu trvání hodinového signálu a průběžně na ně reaguje.
- Hranové – sekvenční obvod reaguje na hodnoty vstupních proměnných jen při příchodu hrany hodinového signálu (náběžná nebo sestupná hrana).

SLO

Hodinový signál



SLO

Uvedené informace jsou jenom výběrem základních principů činnosti sekvenčních LO. Pro zájemce o bližší informace uvádím například tento zdroj:

<https://www.fd.cvut.cz/personal/janes/HWpocitacu/Prednasky-prezentace/3Sekvencniobvody.pdf>

Klopné obvody

Podle závislosti výstupu na čase

- Monostabilní klopné obvody - mají pouze jeden ustálený stav. Po aktivaci je výstup po určité době v opačném, než ustáleném stavu.
- Bistabilní klopné obvody - mají dva možné ustálené stavy. V obou stavech může zůstat libovolnou dobu. Lze je použít např. jako paměť, tvoří i základ složitých sekvenčních obvodů - čítače atd. Nejčastěji se setkáváme s typy RS, D, JK.
- Astabilní klopné obvody - nemají ustálený stav. Výstup se stále přepíná mezi logickou nulou a jedničkou. Lze je použít jako generátory obdélníkového signálu, např. jako zdroj hodinového kmitočtu.

Tabulka přechodů

Struktura tabulky přechodů

vstupní proměnné			výstupní hodnoty	
X3	X2	X1	Y2	Y1
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

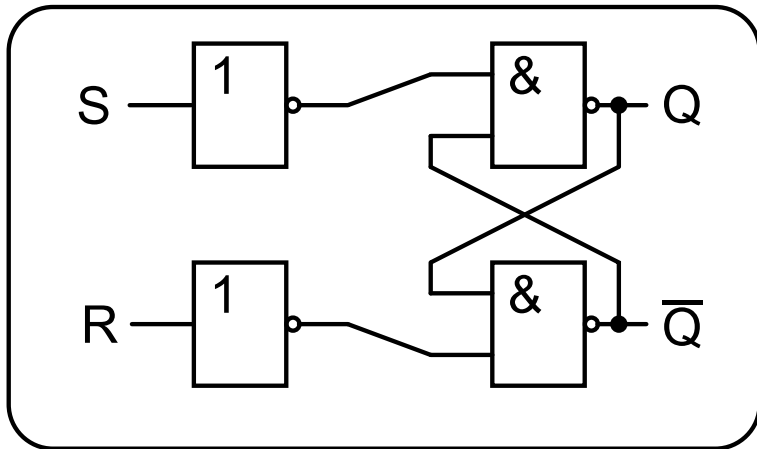
Tabulka přechodů

Tabulky přechodů R-S

S_i	R_i	Q_{i+1}	\overline{Q}_{i+1}	slovně
0	0	Q_i	\overline{Q}_i	pamatuje
0	1	0	1	nuluje
1	0	1	0	jedničkuje
1	1	?	?	zakázaný stav

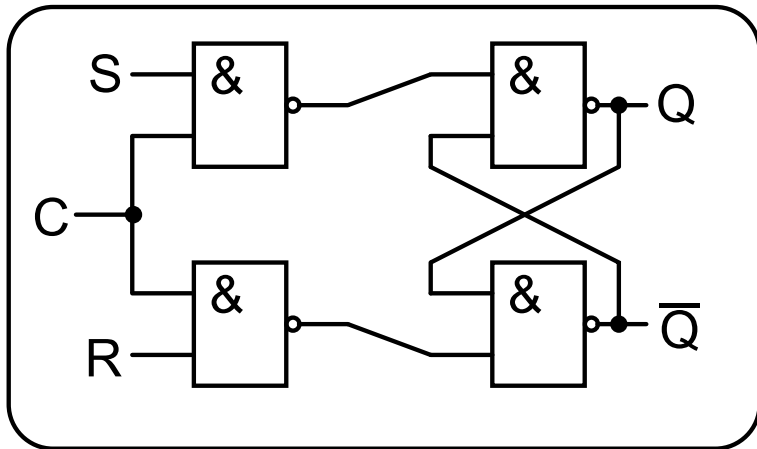
R-S klopný obvod

Schéma - asynchronní varianta



R-S klopný obvod

Schéma - synchronní varianta



Tabulka přechodů

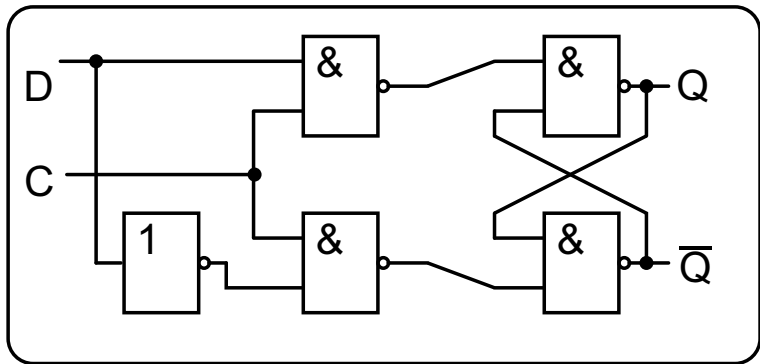
Tabulky přechodů D

D_i	Q_{i+1}	\overline{Q}_{i+1}	slovně
0	0	1	nuluje
1	1	0	jedničkuje

Klopný obvod typu D lze také použít jako jednobitovou paměť.

D klopný obvod

Schéma - synchronní varianta



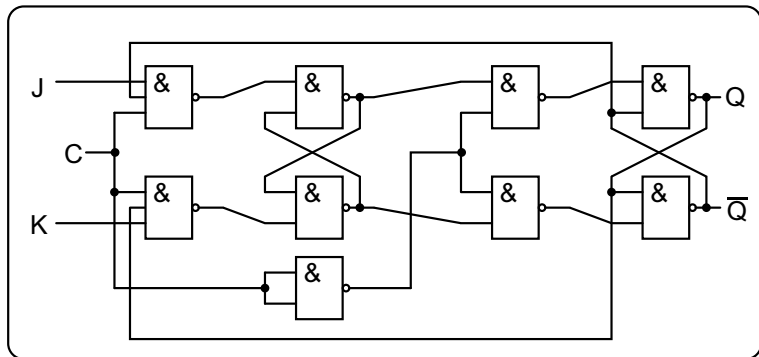
Tabulka přechodů

Tabulky přechodů J-K

J_i	K_i	Q_{i+1}	\overline{Q}_{i+1}	slovně
0	0	Q_i	\overline{Q}_i	pamatuje
0	1	0	1	nuluje
1	0	1	0	jedničkuje
1	1	\overline{Q}_i	Q_i	klopí

J-K klopný obvod

Schéma - synchronní varianta



Aplikace

Registry

Paměťové registry (latch) - slouží jako paměť pro několik bitů. Např. obvod 74175 obsahuje 4 klopné obvody typu D, může tedy sloužit jako paměť pro 4 bity.

Posuvné registry (shift) - dokáží po každém hodinovém impulsu posunout uložené číslo o jeden bit vlevo (SHL) nebo vpravo (SHR). Mohou mít paralelní nebo sériový vstup i výstup.

Aplikace

Čítače

Čítače jsou velmi používané součásti. Realizované hardwarově (integrované obvody) nebo softwarově (programovatelné automaty). Slouží k počítání vstupních impulsů. Mohou počítat nahoru nebo dolů.