

DUS

- diskkrétne
- udalostné
- systémy

Marček Stanislav



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

Max Flow-Min Cut

Network flows in DAG

max flow–min cut -- > cut source from sink

The maximum value of an s-t flow is equal to the minimum capacity over all s-t cuts.

- Ford-Fulkerson (1956)
- Edmonds-Karp (1972) / Dinitz (1970)
- Karger-Stein (1993/96)

$$X_c = \{(u, v) \in E : u \in S, v \in T\} = (S \times T) \cap E$$

Ford-Fulkerson

Capacity, Flow FG, Residual RG graph

Initial FG(edges=0) RG(edges=CG, back_edges=0)

Get paths from source to sink in RG (non zero)

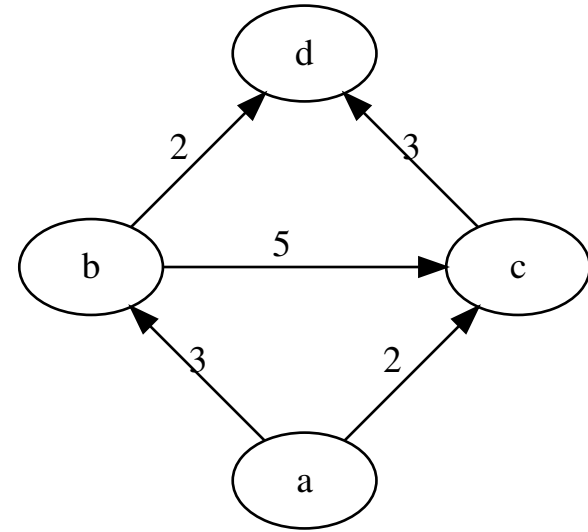
- Update FG +(min on path); RG -(min on path) +(min on back_path_edges)

Greedy (chamtivy) alg. Once added path not erased/improved ... optimal?

Blocking flow !

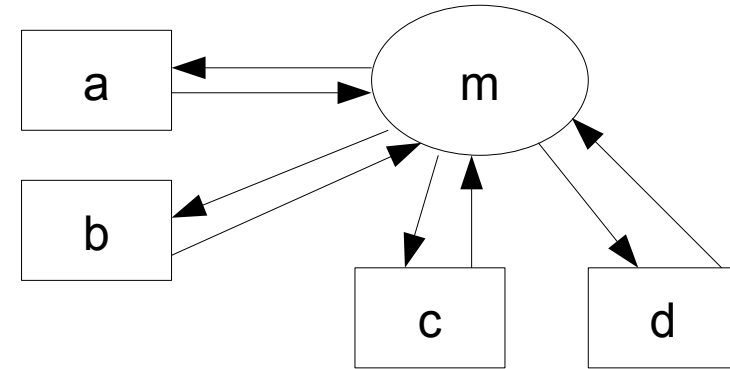
-- add back_edges ... optimal ?!

$O(|E|f)$



Synthesis from LPO

- Token Flow regions
- Classical regions



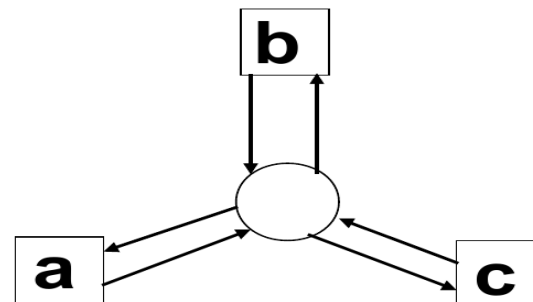
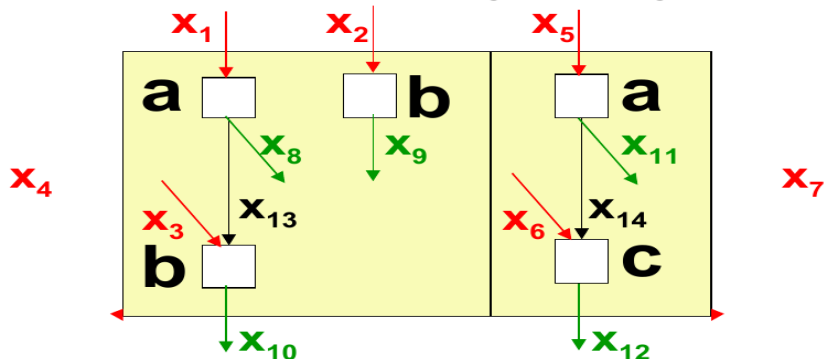
Rozdiely v alg.: počet vygenerovaných miest, rýchlosť

Synthesis from LPO

Špecifikuj distribúciu token flow

$\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14})$

n-tica nezáporných celých čísel



Značky skonzumované z počiatočného značkovania

Značky vyprodukované spustením prechodu, ktoré boli skonzumované spustením nasledovného prechodu

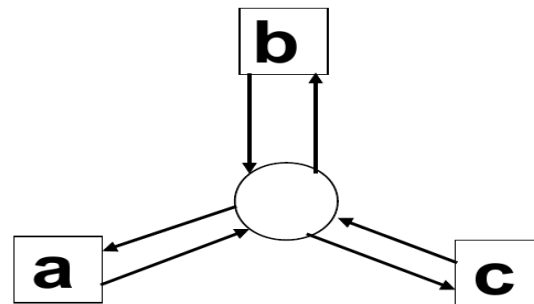
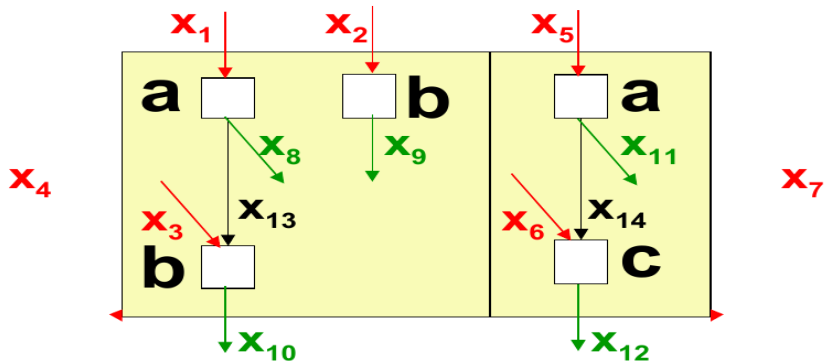
Značky zostávajúce v finálnom značovaní

Synthesis from LPO

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = x_5 + x_6 + x_7$$

$$x_2 = x_3 + x_{13}$$

$$x_{11} + x_{14} = x_8 + x_{13}$$



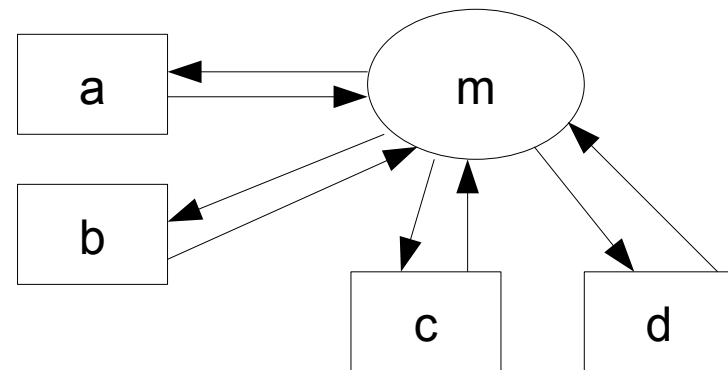
**Nezáporné celočíselné riešenia homogénnej sústavy rovníc
definujú miesta**

Konečný počet prvkov bázy polyhedrálneho kužeľa

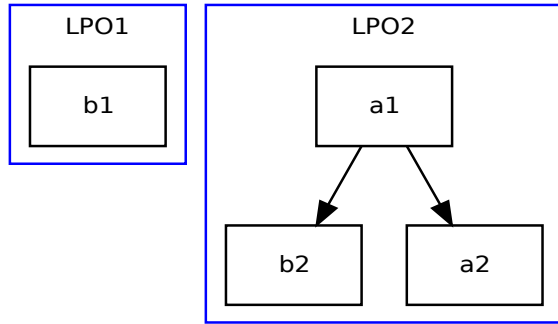
Synthesis from LPO

Špecifikuj tok značiek:

- Pridaj vrchol poč. znač. \mathbf{v}_0
- Pridaj vrcholy kon. znač. $\mathbf{v}_{1..i}$
- Špecifikuj tok medzi vrcholmi (2.k+1)
- Vytvor rovnice pre rovnaké značkovania \mathbf{t} :
 - Konzumované je rovné pre $\forall \mathbf{t}$ (nie pre $\mathbf{v}_{1..i}$)
 - Vyprodukované je rovné pre $\forall \mathbf{t}$ (i pre \mathbf{v}_0)



Synthesis from LPO



	v_0v_1	v_0b_1	b_1v_1	v_0v_2	v_0a_1	v_0b_2	v_0a_2	a_1b_2	a_1a_2	a_1v_2	b_2v_2	a_2v_2
inA					1		-1		-1			
outA								1	1	1		-1
inB		1				-1		-1				
outB			1								-1	
outV0	1	1		-1	-1	-1	-1					
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}

Synthesis from LPO

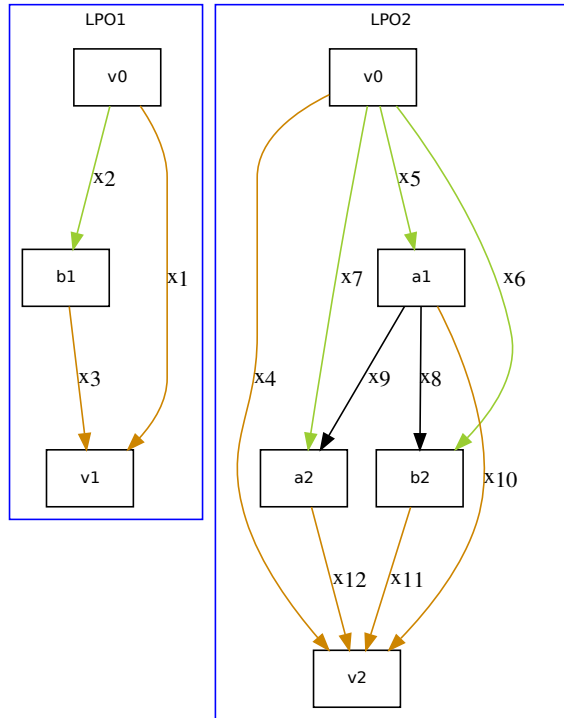
1. Vstupný tok ... (konštruktor poč. znač.)
2. Priradiť index resp. poradie vrcholom
3. Pre \forall vrcholy pridať vstupný tok a výstupný tok

- scénar neuskut.

- scénar uskut.

Minimalizácia je v polynomionálnom čase?

Synthesis from LPO



	$v_0 v_1$	$v_0 b_1$	$b_1 v_1$	$v_0 v_2$	$v_0 a_1$	$v_0 b_2$	$v_0 a_2$	$a_1 b_2$	$a_1 a_2$	$a_1 v_2$	$b_2 v_2$	$a_2 v_2$
inA					1	-1			-1			
outA								1	1	1		-1
inB		1				-1		-1				
outB			1								-1	
outV0	1	1		-1	-1	-1	-1					
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}

$$a_{in} \dots \quad x_5 = x_7 + x_9$$

$$a_{out} \dots x_8 + x_9 + x_{10} = x_{12}$$

$$b_{in} \dots \quad x_2 = x_6 + x_8$$

$$b_{out} \dots \quad x_3 = x_{11}$$

$$v_0 \dots \quad x_1 + x_2 = x_4 + x_5 + x_6 + x_7$$

Synthesis from LPO

Čo (ne)dokážeme vygenerovať ?

Z čoho sa generuje?

Synthesis from LPO

O. Gallo, Aplikovanie Petriho sietí na návrh asynchrónnych číslicových obvodov, 2014

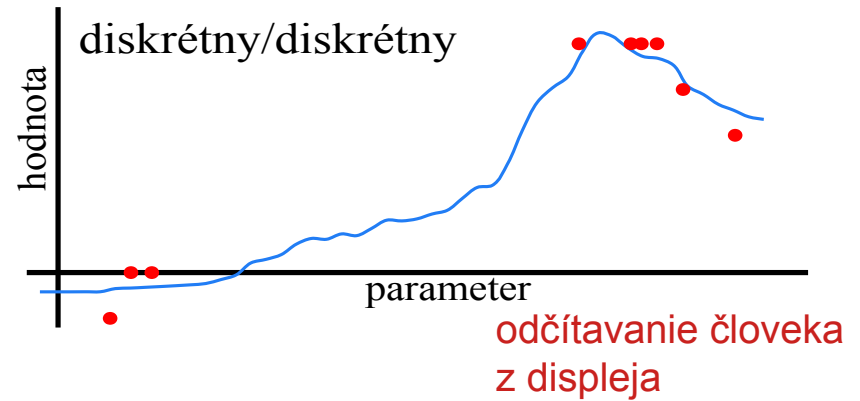
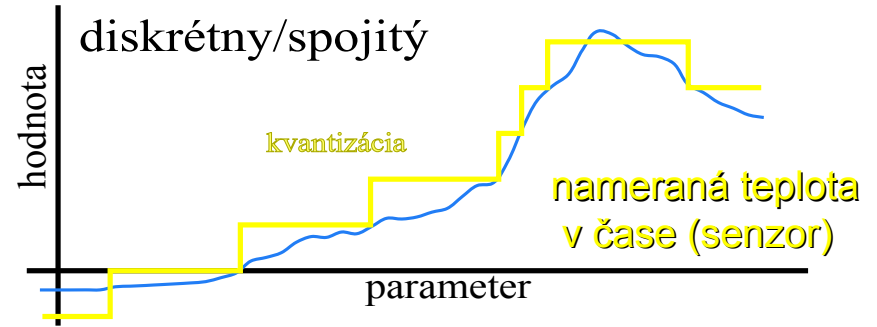
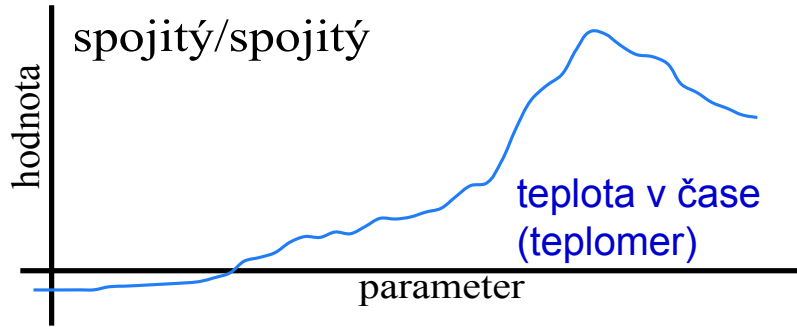
R. Devillers a R. Tredup, Synthesis of Inhibitor-Reset Petri Nets: Algorithmic and Complexity Issues, 2022

R Bergenthum a J Desel a S Mauser, Synthesis of Petri nets from term based representations of infinite partial languages, 2009

R Bergenthum a J Desel a J Kovář, ILP2 Miner–Process Discovery for Partially Ordered Event Logs Using Integer Linear Programming, 2023

W. Wu a spol, Petri Net Controller Synthesis for Discrete Event Systems Using Weighted Inhibitor Arc, 2001

DUS



Design Flow

CAD nástroje. Ako a kde umiestniť a hlavne ako smerovať cesty.
HDL (hardware description language) – VHDL, Verilog, Tangram, Balsa

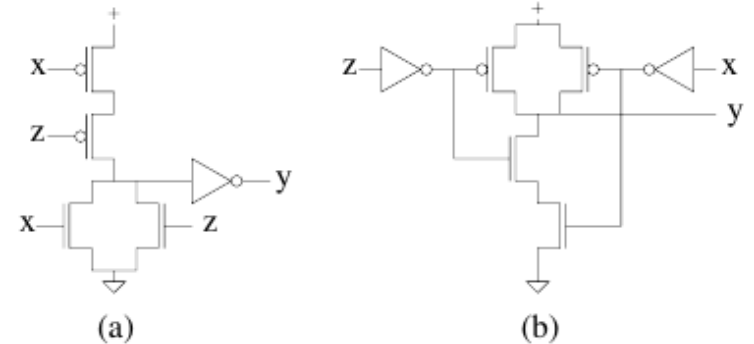
STG - Signal Transition Graphs

Def. pozorovateľných vstupov prostredia.

Def. pozorovateľných výstupov prostredia.

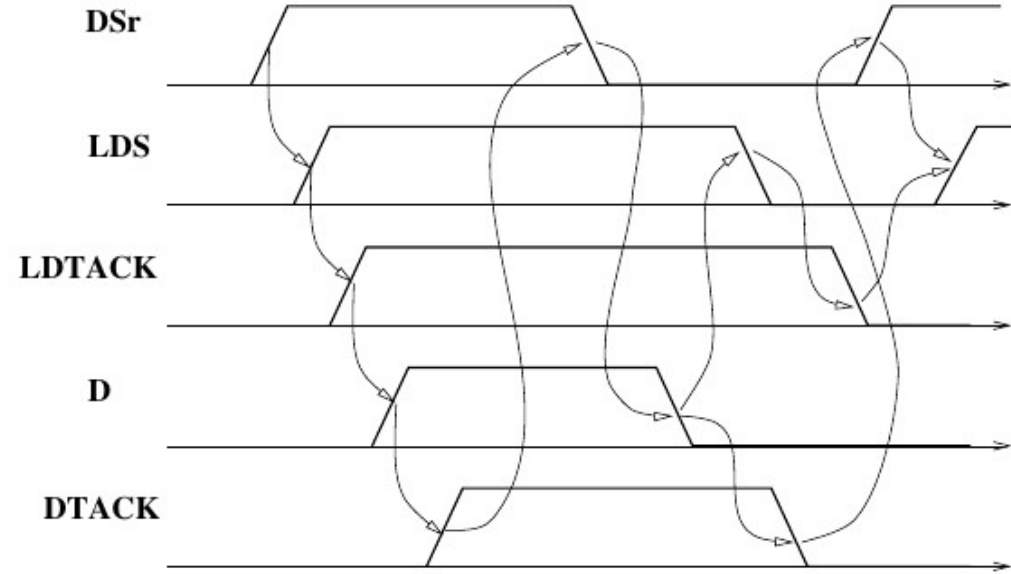
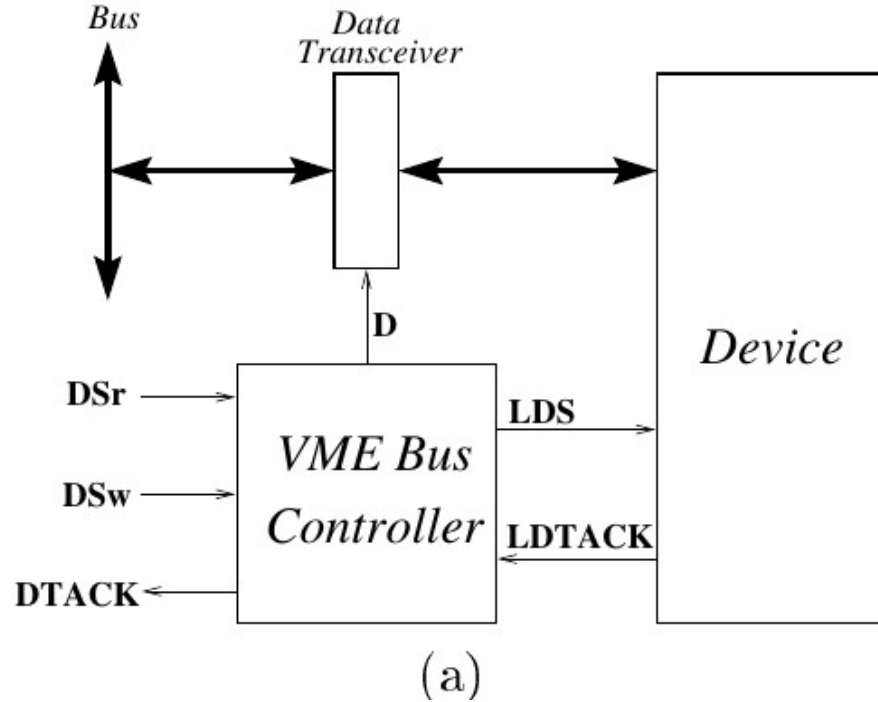
Interné signály def. nepozorované správanie.

Fiktívne symboly použité na vnútornú synchronizáciu bez aktivity systému.



$$\neg y = \neg x \neg z \quad y = z + x$$

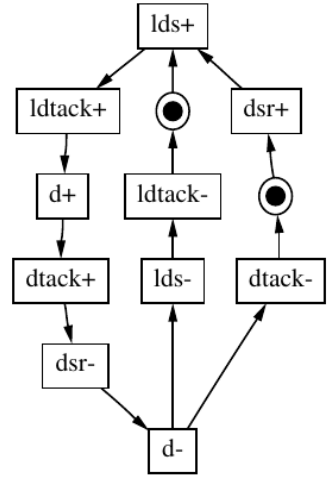
STG



(b)
Cyklus pre čítanie

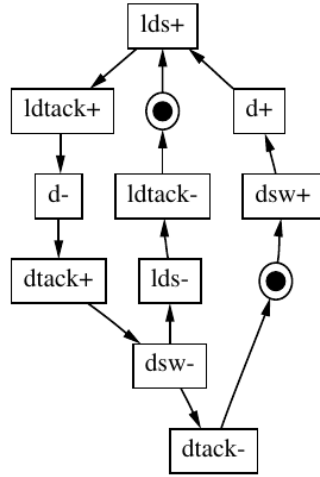
LDS,LDTACK: 4-fázový protokol komunikácie.
D: signal pre zariadenie na pripojenie k zbernici.
DSr: indikátor začiatku čítania
DSw: indikátor začiatku zápisu
DTACK: potvrdenie signalu

STG



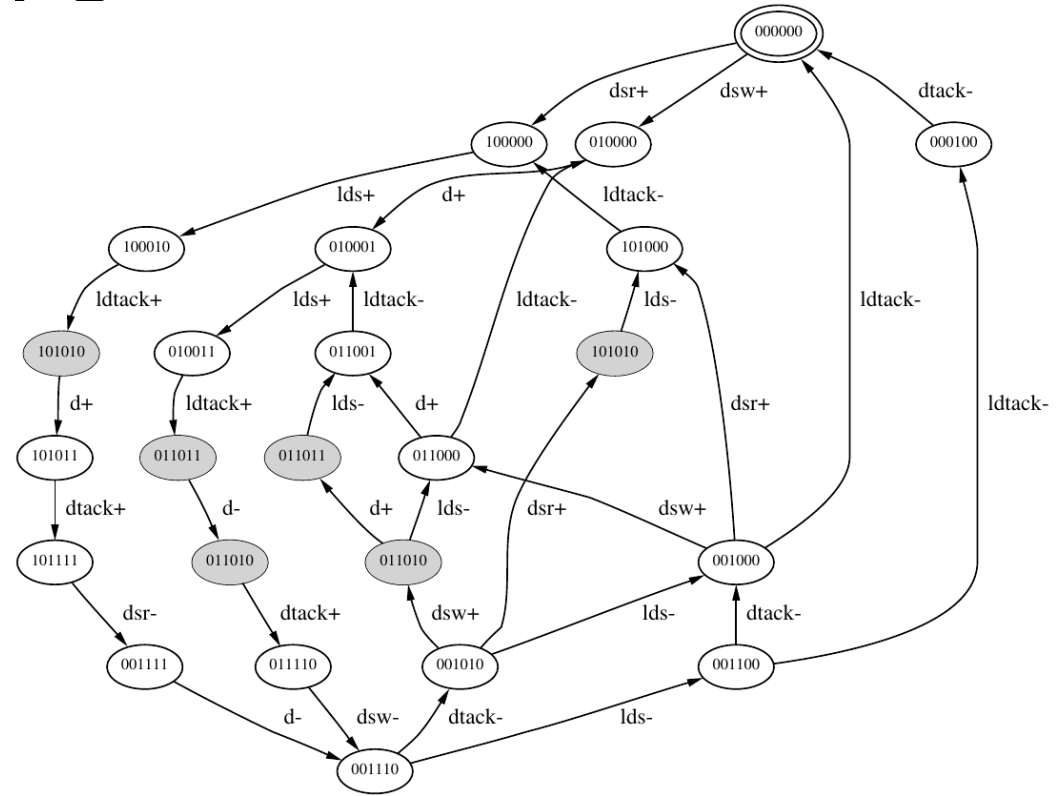
INPUTS: dsr,ldtack
 OUTPUTS: dtack,lds,d

Cyklus pre čítanie



INPUTS: dsw,ldtack
 OUTPUTS: dtack,lds,d

Cyklus pre zápis



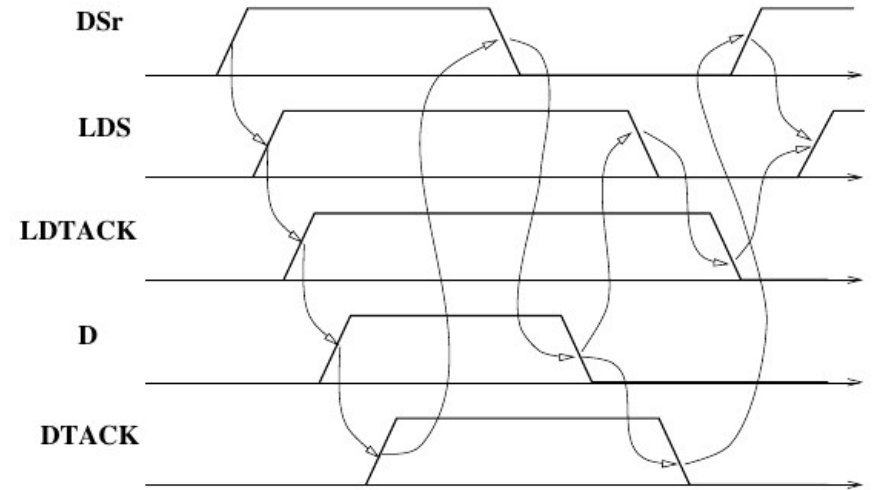
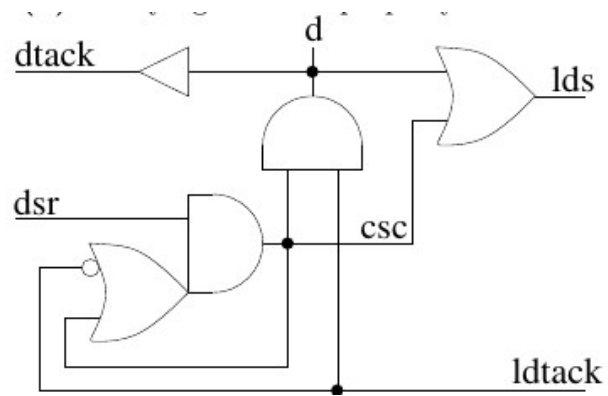
STG

$$lds = d + csc$$

$$dtack = d$$

$$d = ldtack \cdot csc$$

$$csc = dsr \cdot (csc + \overline{ldtack})$$



STG

PS: Korektná, živá, bezpečná ($k=1$), s voľným výberom (Ohraničenosť)

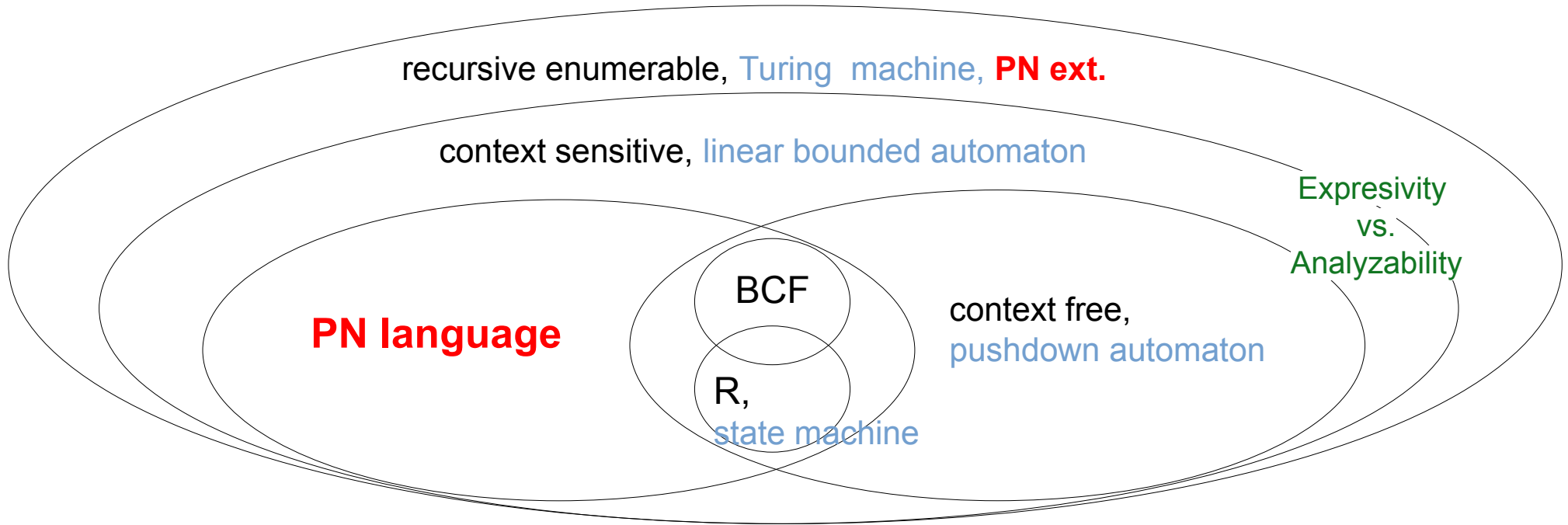
STG: - rýdza PS: $\forall p_i \in P : \bullet p_i \cap p_i \bullet = \emptyset$
- miestom jednoduchá: $\forall p_i, p_j \in P : \bullet p_i = \bullet p_j \wedge p_i \bullet = p_j \bullet$

Kompletnosť stavu: ak 2 značkovania sú rovnaké, musia mať spustiteľné rovnaké prechody.

Konzistentnosť: každý signál ma 2 alternatívy +/- a využíva ich.

Perzistentnosť: bez hazardných stavov ... žiaden signál neruší iného spustiteľnosť mimo vstupných signálov

Chomsky hierarchy - expressivity



R- regular language, finite state automaton;

BCF – Bounded Context-free language

Peterson, J.L. - Petri Net theory and the modeling of Systems, Prentice-Hall, 1981

FSA < R < linear grammar < context free < context sensitive < recur. enu.