Konečné automaty a modelovanie DES

KOLEKTÍV AUTOROV

KEGA 038STU-4/2018 - KONVERGENCIA AUTOMATIZÁCIE A POKROČILÝCH IKT

SYSTÉM

- *skupina objektov vydelená z univerza*

POCHOPENIE FYZIKÁLNYCH JAVOV

↓

SPRÁVANIE SA SYSTÉMU V ČASE

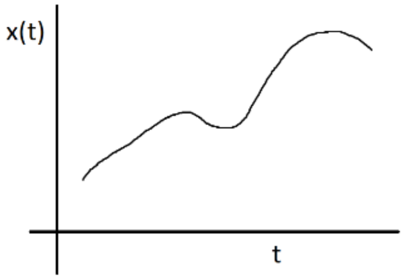
↓

RIADENIE SYSTÉMU?

MODELOVANIE SYSTÉMU

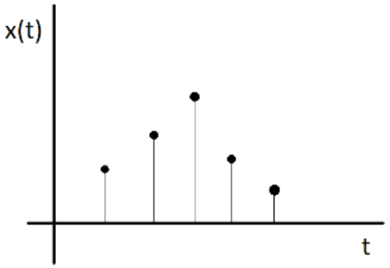
KLASIFIKÁCIA SYSTÉMOV

Spojitý systém



- varenie vody, napúšťanie nádrže...

Diskretizovaný systém

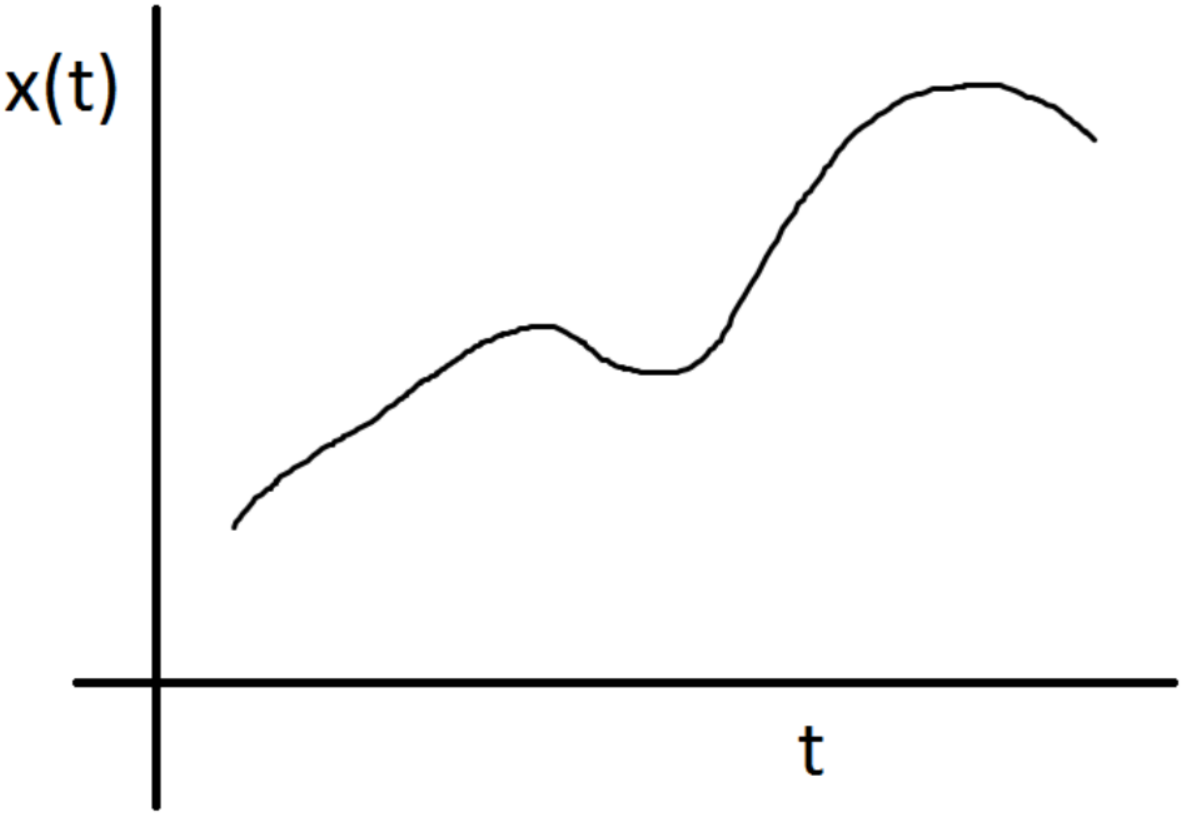


- sledovanie teploty vody v rôznych časových okamihoch

Diskrétny udalostný dynamický systém DUDS

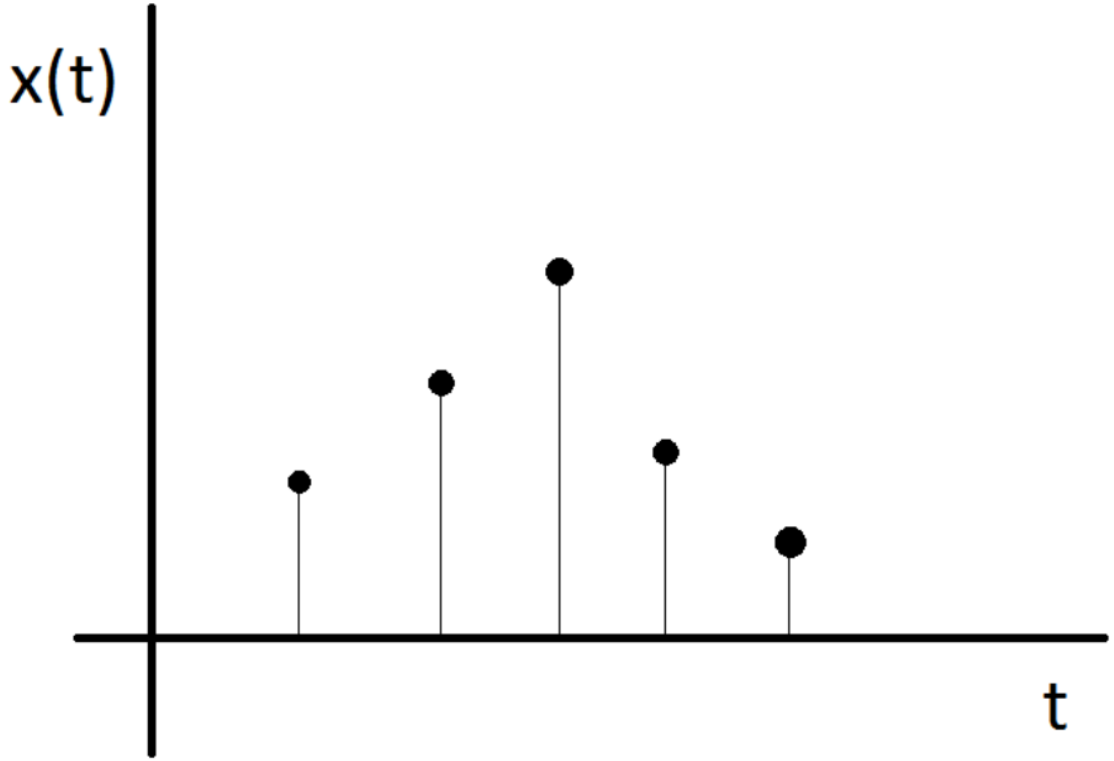
OBLASŤ NÁŠHO ZÁUJMU

Spojitý systém



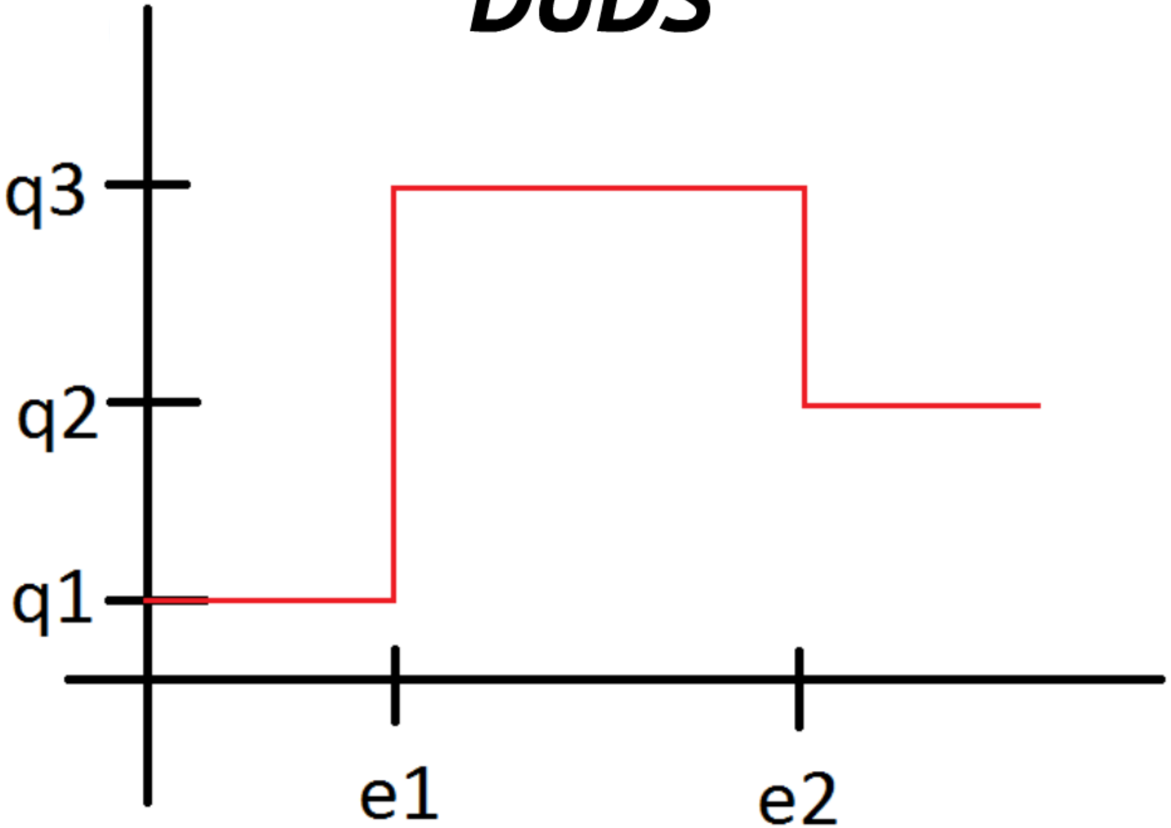
- varenie vody, napúšťanie nádrže...

Diskretizovaný systém



- sledovanie teploty vody v rôznych časových okamihoch

Diskrétny udalostný dynamický systém
DUDS



OBLASŤ NÁŠHO ZÁUJMU

DUDS

Charakter diskrétnych dynamických udalostných systémov

- ***množina stavov, do ktorých sa môže systém dostať***
- ***množina udalostí, ktorým zodpovedajú prechody medzi stavmi***

Úlohou teórie DUDS je tvorba adekvátnych opisov - MODELOV, ktoré opisujú dynamiku daného DUDS.

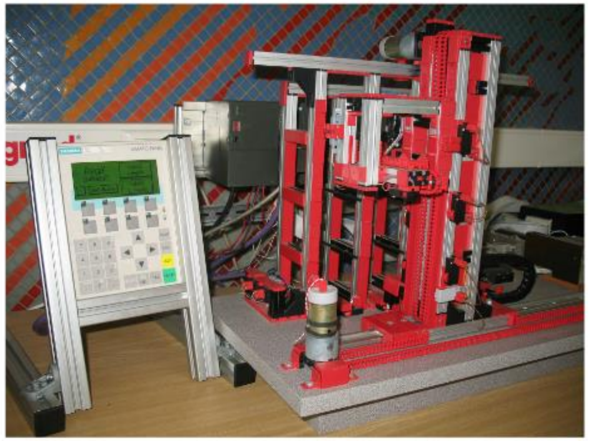
Rôzne označenia

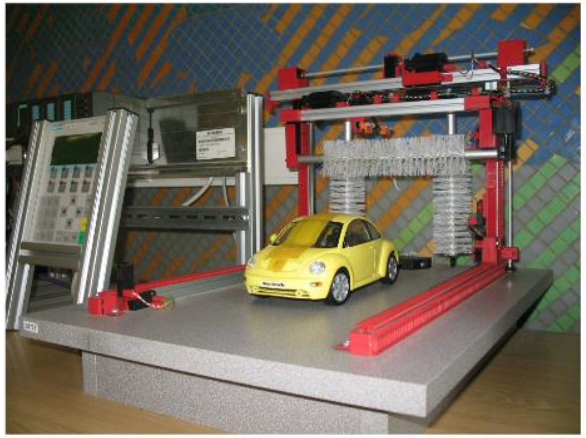
- Diskrétne udalostné systémy (DUS)
- Diskrétne udalostné dynamické systémy (DUDS)
- Udalostný systém (US)
- Discrete event systems (DES)
- Discrete event dynamic systems (DEDS)

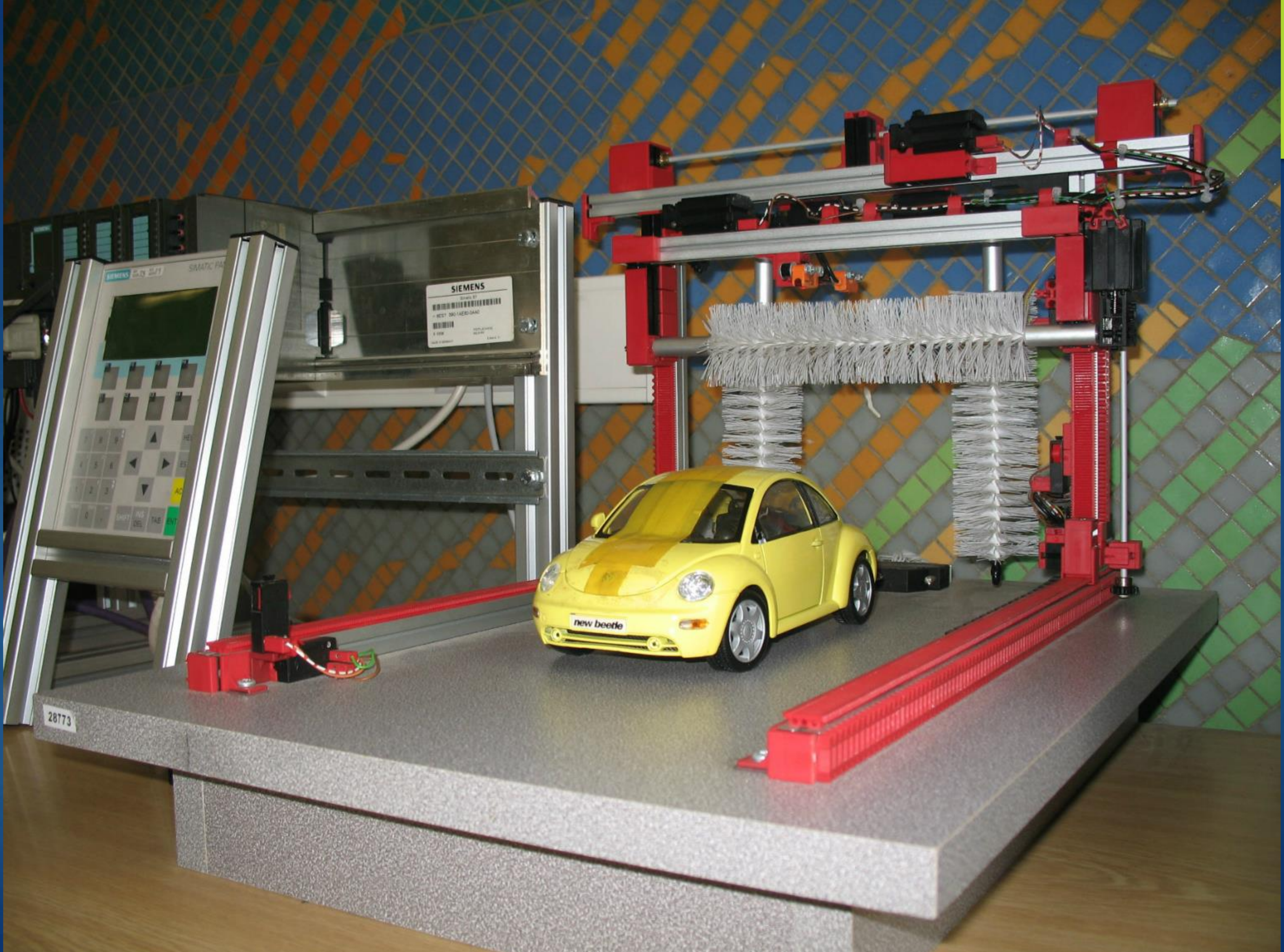
- Tieto označenia sú spravidla ekvivalentné

LABORATÓRIUM UDALOSTNÝCH SYSTÉMOV

URČENÉ NA VÝUČBU UDALOSTNÝCH SYSTÉMOV PRE PROGRAMY KYBERNETIKA A ROBOTIKA



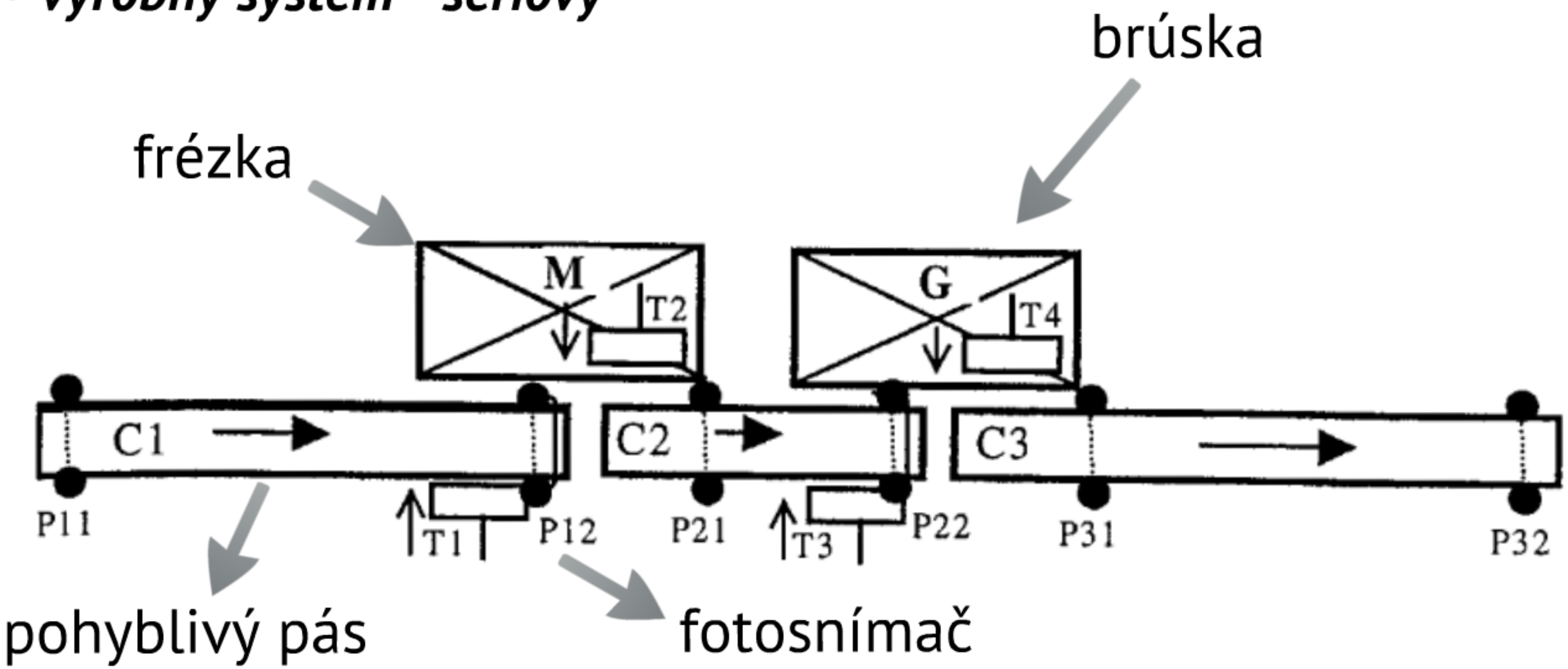



SIEMENS
new beetle
28773

DUDS

Príklady takýchto systémov

- ***výrobný systém - sériový***



DUDS

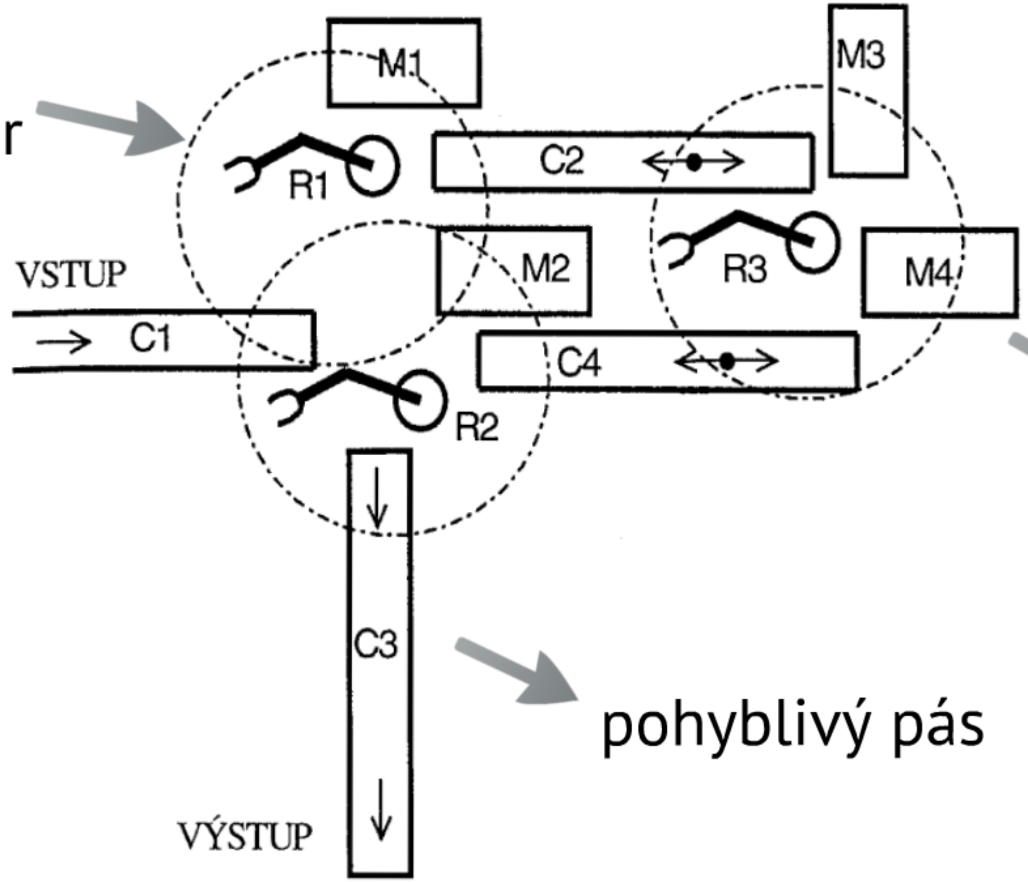
A čo keby bolo treba každý výrobok opracovať inak?

POŽADOVANÉ TECHNOLOGICKÉ POSTUPY

	Výrobok			
Operácia	**A**	**B**	**C**	**D**
1	M1	M3	M2	M1
2	M2 alebo M3	M2 alebo M4	M4	M3
3	M4	M3 alebo M4	M3 alebo M4	M3 alebo M4
4		M4		M2

DUDS

Riešenie - systém so sériovo-paralelnou štruktúrou



robotický manipulátor

stroj č.4

pohyblivý pás

Vlastnosti DUDS

Ďalšie príklady DUDS:

- ***pružné výrobné systémy, číslicové počítače, dopravné systémy pozemné, vzdušné, vodné atď.***
- ***oblasti uplatnenia problematiky sú veľmi široké (nielen workflow!)***

Skúmanie vlastností DUDS:

- ***synchronizácia udalostí, súbežnosť, paralelizmus, mŕtve stavy systému, živosť systému, reverzibilnosť, dosiahnuteľnosť stavov, rozvrhovanie udalostí a iné...***

Modelovanie DUDS

Vybrané nástroje na modelovanie:

- *konečné automaty*
- *Grafcet*
- *stavové diagramy*
- *rebríkové diagramy*
- *Petriho siete*

… → STAV → PRECHOD → STAV → PRECHOD → …

Matematické grafy a ich využitie pri špecifikácii systémov.

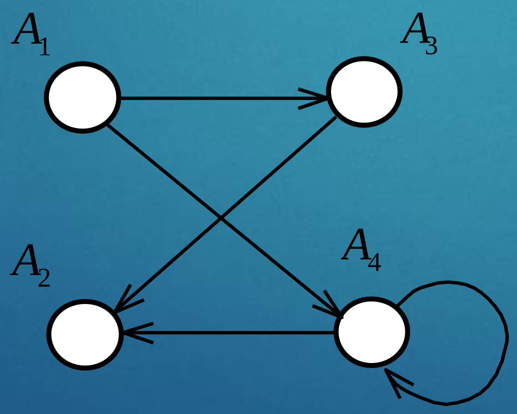
Definícia 1.

Jednoduchý neohodnotený orientovaný matematický graf je daný usporiadanou dvojicou

$$G = (A, R)$$

kde *A* je konečná neprázdna množina prvkov nazývaných uzlami grafu,
R je binárna relácia na *A* (môže byť aj prázdna).

Príklad.



Definícia 2.

Jednoduchý ohodnotený orientovaný matematický graf je 6-tica

$$G = (A, R, f_1, f_2, S_1, S_2)$$

kde A je konečná neprázdna množina uzlov

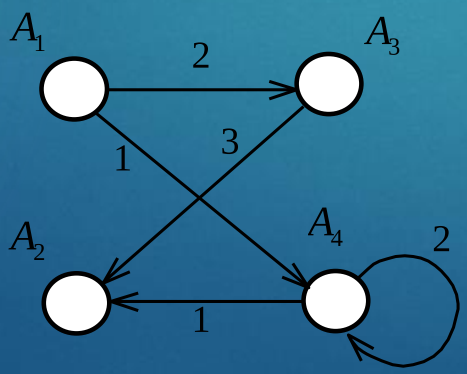
R je relácia na množine A, ktorá môže byť aj prázdna

f_1 je funkcia $A \to S_1$

f_2 je funkcia $R \to S_2$

S_1, S_2 sú množiny, pričom jedna, prípadne obe môžu byť prázdne

Príklad.



Definícia.

Deterministický konečný automat (DKA) je pätica

$$A = \left(\Sigma, Q, q_0, \delta, F\right)$$

kde

1. Σ je neprázdna množina udalostí,

2. *Q* je neprázdna množina prvkov nazývaných stavy,

3. $q_0 \in Q$ počiatočný (alebo štartovací) stav,

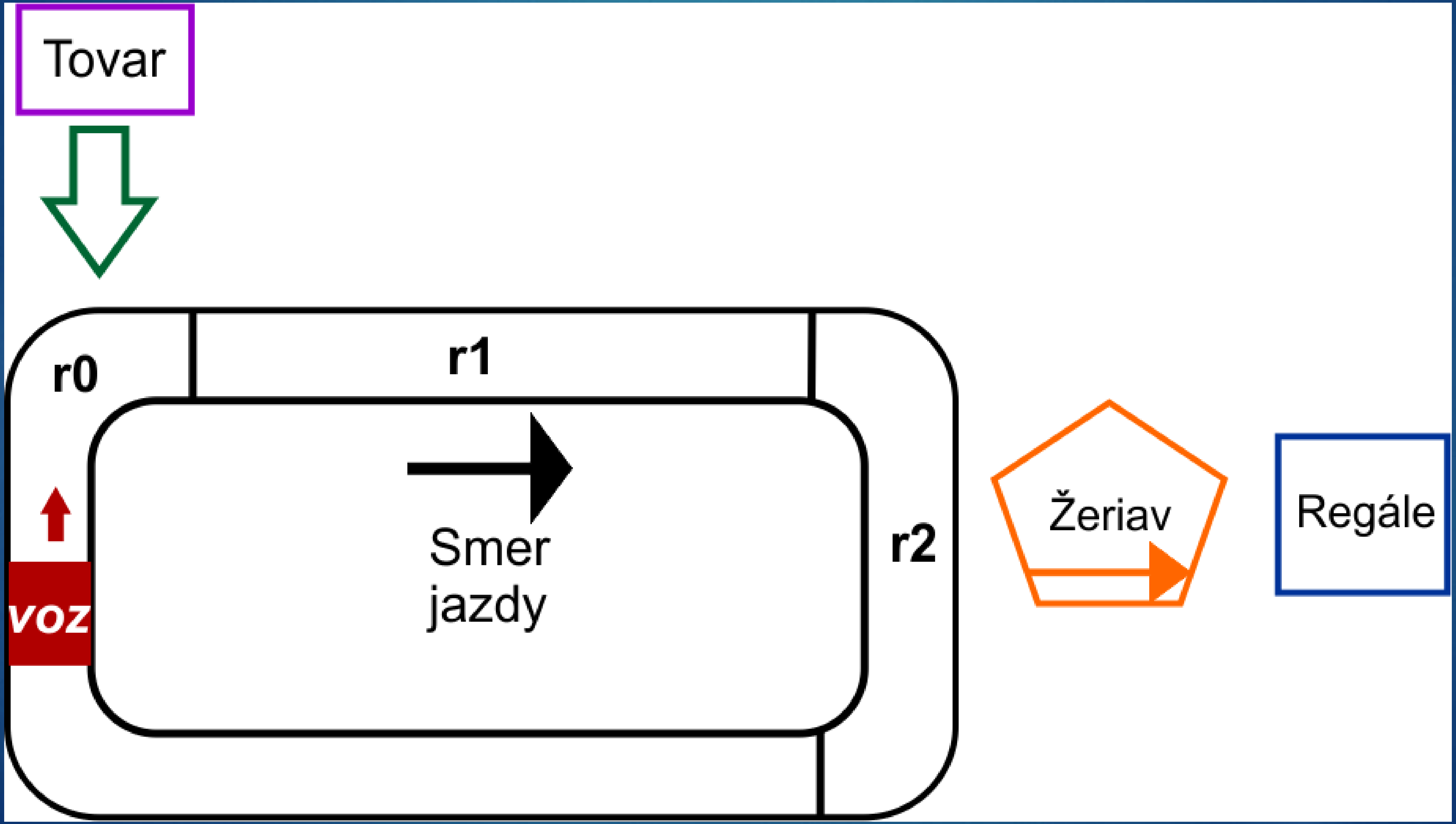
4. δ je parciálna prechodová funkcia daná výrazom $\delta : Q \times \Sigma \to Q$,

5. *F* je množina cieľových stavov daná ako podmnožina *Q*: $F \subseteq Q$,
kde *F* môže byť prázdna množina.

Konečný automat môžeme zapísať ako **usporiadanú päticu** ($Q, \sum, \sigma, q_0, F$):

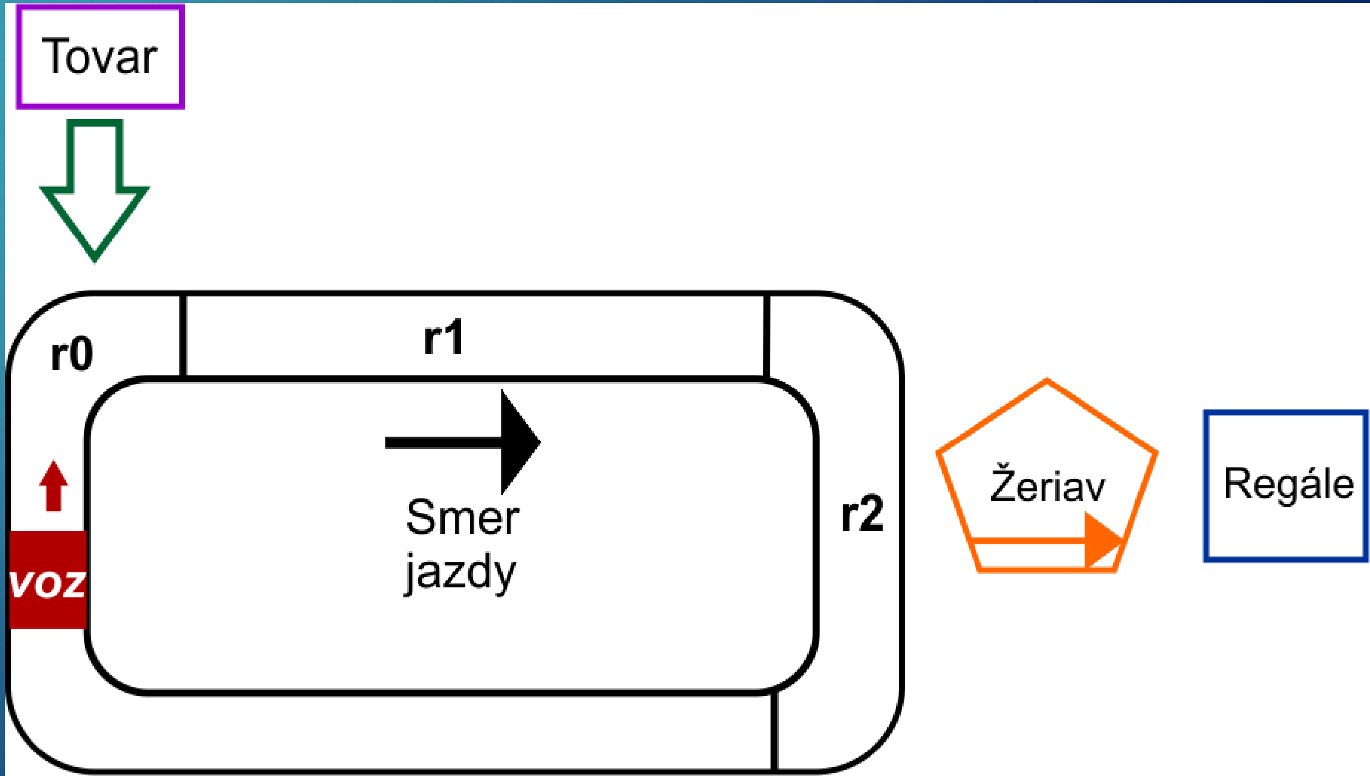
- Q je konečná a neprázdna **množina stavov**.
- $\sum$ je konečná **množina vstupných symbolov** (*abeceda*). Túto množinu môžeme tiež interpretovať ako množinu udalostí.
- σ je **prechodová funkcia** (túto je možné zapísať pomocou tzv. prechodovej tabuľky), ktorá popisuje pravidlá prechodov medzi stavmi. Má podobu $Q \times \sum \rightarrow Q$ (t.j. deterministický automat) alebo $Q \times \{ \sum \cup \varepsilon \} \rightarrow P(Q)$ (t.j. nedeterministický automat), kde $P(Q)$ je potenčná množina, t.j. množina všetkých podmnožín množiny Q.
- q_0 je **počiatočný stav**, $q_0 \in Q$
- F je množina **tzv. cieľových stavov,** $F \subseteq S$

Príklad 1 – sklad s 1 druhom tovaru

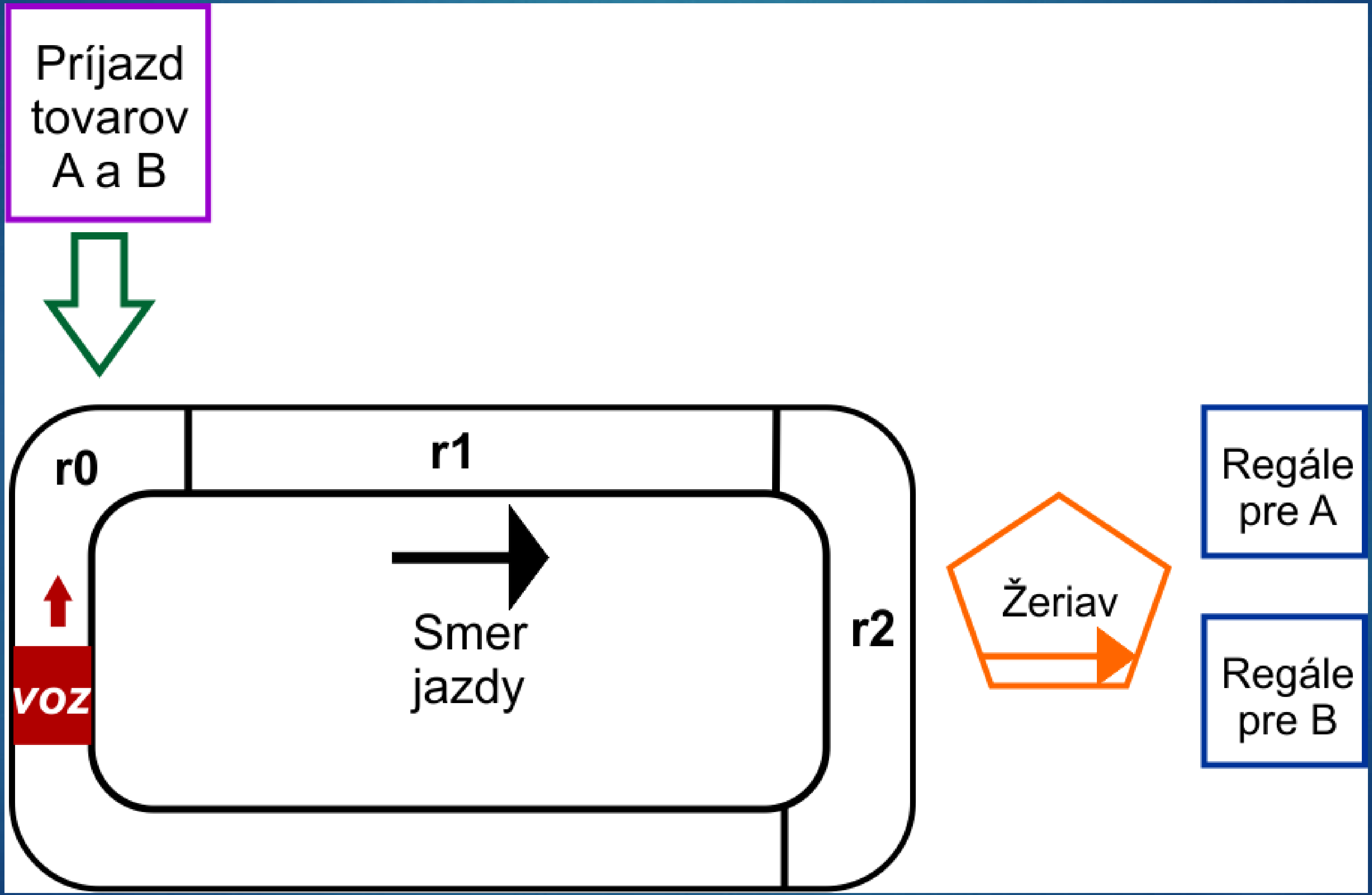


Príklad 1 – sklad s 1 druhom tovaru

- Do skladového systému prichádza jeden druh tovaru, ktorý je vykladaný pomocou pásového dopravníka do koľajového vozidla („voz“). Koľajové vozidlo sa následne presúva cez zónu r1 do zóny r2, kde zastaví. Tu je aktivovaný žeriav, ktorý prenesie tovar z vozidla do regálov. Po prenesení tovaru ide vozidlo naspäť do zóny r0 po ďalší tovar. Toto sa cyklicky opakuje.

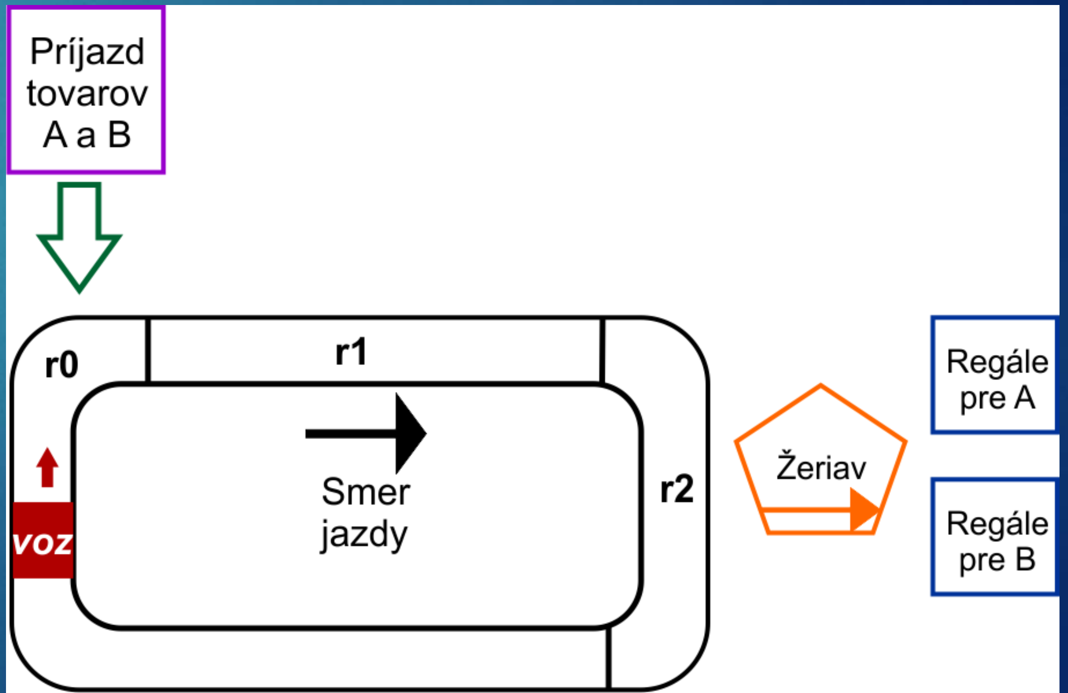


Príklad 1 – sklad s 2 druhmi tovaru



Príklad 1 – sklad s 2 druhmi tovaru

- Do skladového systému prichádzajú tovary A a B. Sled príchodu tovarov nie je vopred známy. Tovar, ktorý príde, je vykladaný pomocou pásového dopravníka do koľajového vozidla („voz“). Koľajové vozidlo sa následne presúva cez zónu r1 do zóny r2, kde zastaví. Tu je aktivovaný žeriav, ktorý prenesie tovar z vozidla do regálov. Ak ide o tovar A, tak bude vyložený do regálu A. Ak ide o tovar B, tak bude vyložený do regálu B. Po prenesení tovaru ide vozidlo naspäť do zóny r0 po ďalší tovar (A alebo B). Toto sa cyklicky opakuje.



Petriho siete

KOLEKTÍV AUTOROV

KEGA 038STU-4/2018 - KONVERGENCIA AUTOMATIZÁCIE A POKROČILÝCH IKT

Automat vs. Petriho sieť

Konečné automaty => množina stavov + prechodová funkcia

Prechodová funkcia priradí aktuálnemu stavu nový stav.

Aktuálny stav = okamžitý aktívny stav

Nový stav = nasledujúci stav - závisí od udalosti, ktorá sa v systéme vyskytla

Automat vs. Petriho sieť

Kde je teda problém?

V konečných automatoch existuje v jednom okamihu len jeden aktívny stav.

Dekompozícia systému na subsystém => žiada sa opísať aktivity subsystémov a ich vzťahy.

AUTOMAT SA STÁVA ŤAŽKOPÁDNYM
KAŽDÁ KOMBINÁCIA STAVOV POTREBUJE VLASTNÝ STAV V AUTOMATE

Automat vs. Petriho sieť

Nevýhody odstraňuje Petriho sieť

Hlavnou myšlienkou Petriho sietí je reprezentovať stavy subsystémov separátne => efektívne modelovanie distribuovaných aktivít systému.

Mnohé vlastnosti DUDS (synchronizácia, súbežnosť, ohraničenosť...) môžu byť veľmi dobre reprezentované a analyzované pomocou Petriho sietí.

Používajú sa nielen na modelovanie správania DUDS, ale aj pri návrhu ich riadenia.

Petriho sieť (Hrúz)

$PN = (P, T, F, W, M_0)$

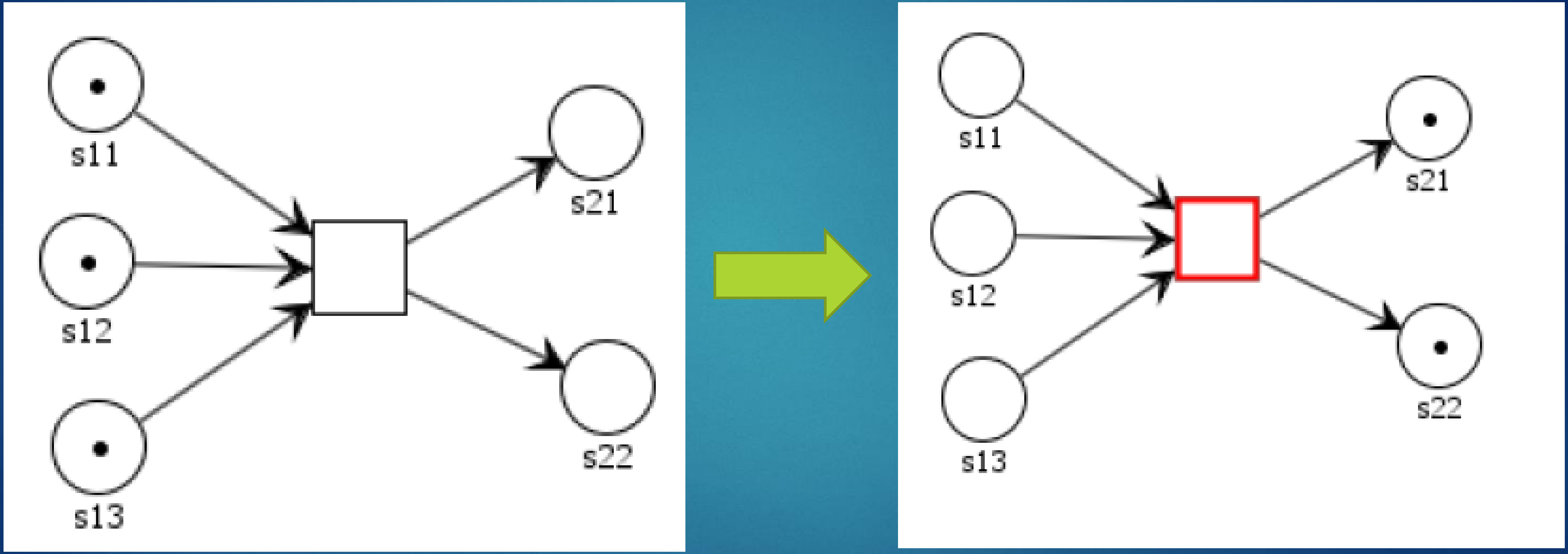
$P = \{ p_1, p_2, \ldots, p_n \}$ - konečná neprázdna množina miest

$T = \{ t_1, t_2, \ldots, t_n \}$ - konečná neprázdna množina prechodov

F sa nazýva toková relácia ($F = F_1 \cup F_2$), kde $F_1 \subseteq P \times T$ a $F_2 \subseteq T \times P$.

W je váhová funkcia $W: F \rightarrow I^+$, kde I^+ je množina kladných čísel.

M_0 - funkcia počiatočného označkovania $M_0 : P \rightarrow I^+ \cup \{0\}$


s11
s12
s13
s21
s22
s11
s12
s13
s21
s22

Farebné Petriho siete

KOLEKTÍV AUTOROV

KEGA 038STU-4/2018 - KONVERGENCIA AUTOMATIZÁCIE A POKROČILÝCH IKT

Farebné Petriho siete

Rozšírenie PN

- Petriho siete vyššej úrovne - rozšírenie klasických PN o možnosť popisu časových vzťahov alebo dátových typov
- Farebné Petriho siete (CPN) - značky v CPN majú svoju individualitu, údaj určitého typu - farbu
- Farba reprezentuje priradenie určitej hodnoty najrôznejších dátových typov
- Miesta, prechody a hrany - logické podmienky týkajúce sa farieb jednotlivých značiek

Farebné Petriho siete

Dôvody použitia

- CPN majú grafickú reprezentáciu
- Formalizmus CPN poskytuje aj hierarchický opis systému
- CPN ponúkajú interaktívnu simuláciu systému
- K CPN sú dostupné softvérové nástroje na ich konštrukciu, analýzu a simuláciu