

Řídící systémy

Radomír Mendřický – Elektrické pohony a servomechanismy

6. 12. 2013



Obsah prezentace

- Úvod
- Vývoj – historie VT a pružné automatizace výrobních strojů
- Struktura ŘS
- Dělení ŘS (dle počtu řízených os, dle způsobu interpolace)
- Způsoby řízení pohonu – mikrointerpolátor, interpolátor
- Software ovládající CNC stroj (přerušitelné a nepřerušitelné programy)
- Řízení rychlosti

Historie výpočetní techniky

- 1642 PASCAL – 1.mechanický kalkulátor
- 1834 BABBAGE – zdokonalil mechanický kalkulátor
- 1940 AIKEN (USA), ZUSE (Něm.) – reléový kalkulátor
- 1943 ENIAC – 1. elektronkový PC



Historie výpočetní techniky

ENIAC

ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*) je historicky první elektronkový počítač vyvinutý v roce 1944 v Penn State University v Pensylvánii v USA.

Konstrukce

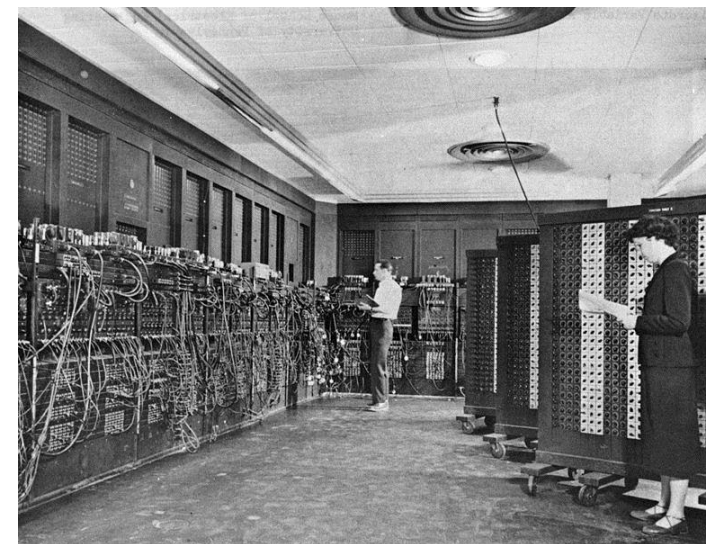
Tento PC světa byl sestaven z 17 468 elektronek, 7200 krystalových diod, 1500 relé, 70 000 odporů, 10 000 kondenzátorů, okolo 5 miliónů ručně pájených spojů, vážil 27 tun, zabíral 63 m² (2,6 m × 0,9 m × 26 m), spotřeboval 150 kW elektrické energie (byl chlazen dvěma leteckými motory) a jeho vývoj stál 500 000 dolarů. Byl poměrně poruchový a k závadám na elektronekách docházelo nejčastěji při zapínání nebo vypínání počítače. Vstup i výstup obstarávaly děrné štítky a tisk se prováděl na specializovaném stroji.

Výpočty a programování

Podle náročnosti zvládl až 5000 operací za sekundu. ENIAC byl programován pomocí přepínačů. Zajímavé je, že nepoužíval dvojkovou, ale desítkovou soustavu.

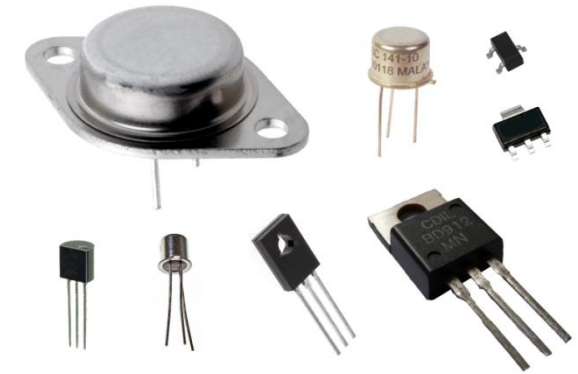
Využití

ENIAC byl určen pro výpočty palebných tabulek pro dělostřelectvo americké armády za druhé světové války, avšak válka skončila dříve nežli mohl být stroj ve válce využit. Po válce posloužil např. i k výzkumu vodíkové pumy.



Historie výpočetní techniky

- 1642 PASCAL – 1.mechanický kalkulátor
- 1834 BABBAGE – zdokonalil mechanický kalkulátor
- 1940 AIKEN (USA), ZUSE (Něm.) – releový kalkulátor
- 1943 ENIAC – 1. elektronkový PC
- **1948** Objev tranzistoru
- **1959** IO (integrované obvody)
- **1965** LSI (vysoká integrace)
- **1974** μ P 8080
- **1978** 8086
- **1982** 80286
- **1985** 80386
- **1988** 80486
- **1992** PENTIUM



Moderní superpočítač v NASA.

Historie pružné automatizace výrobních strojů

- 1808 JACQUARD – řízení tkalcovských stavů kovovými děrnými štítky
- 1949 PARSONS (MIT) – koncepce NC obr. stroje pro letecký průmysl
- 1952 1.NCOS (MIT) – vert. frézka (elektronky, děrná páska, 3 osy)
- 1950 1. GENERACE NC (elektronky, relé)
- 1960 2. GENERACE (tranzistory)
- 1968 3. GENERACE (IO)
- 1972 4. GENERACE (minipočítač)
- 1975 NC s μ Procesorem
- 1981 NC obvody s LSI
- ...

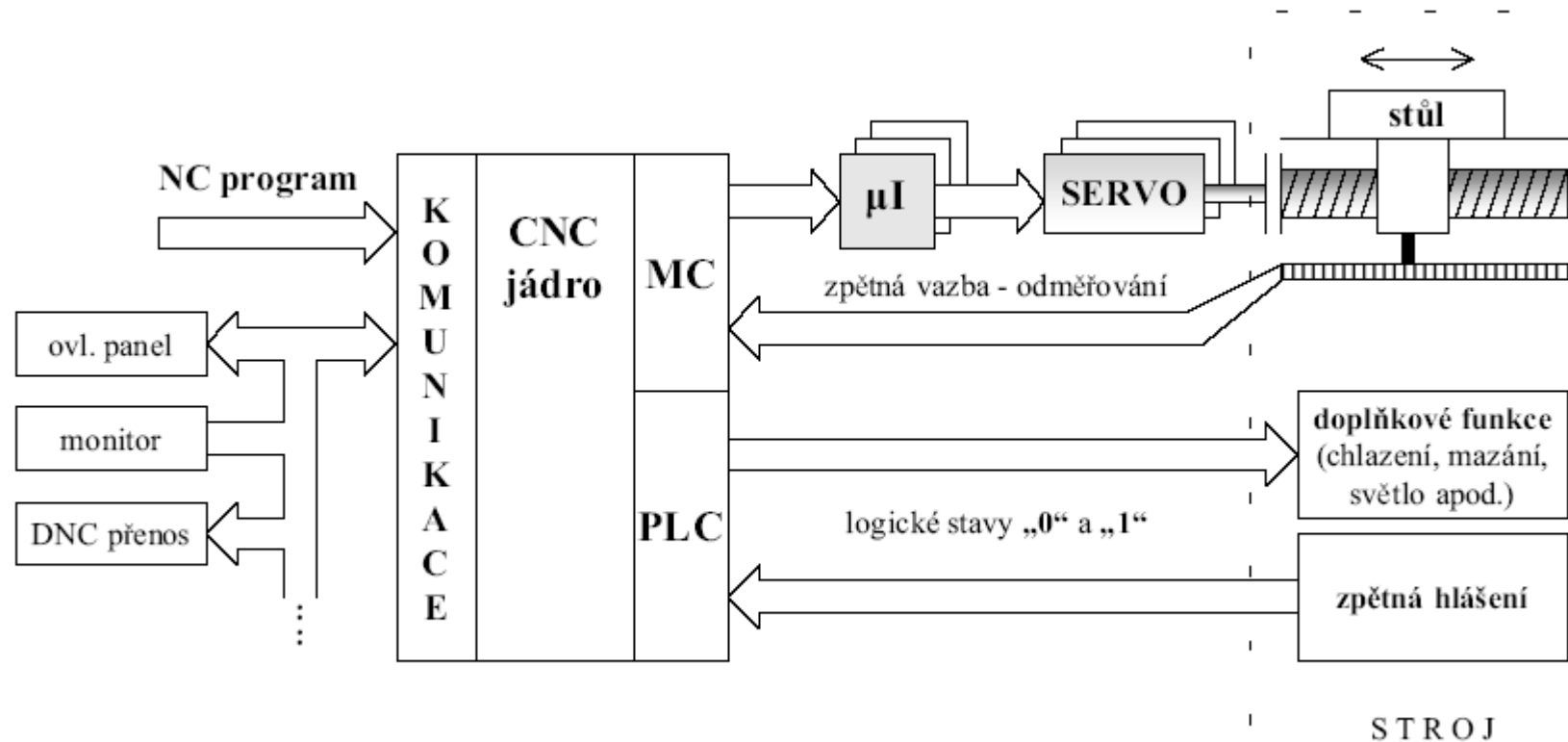
NC – pevné propojení

CNC – paměť konfigurovat.



Tkalcovský stav řízený děrnými štítky

Struktura ŘS



- MC (Motion Control) – řízení pohybu
- PLC (Programmable Logic Control) – programovatelný logický automat - řídí a vyhodnocuje funkce stroje popsané logickými úrovněmi „0“ a „1“
- μI – mikrointerpolátor - - stará se o generování dráhy a výkonové řízení servomotoru

Dělení ŘS podle počtu současně řízených os

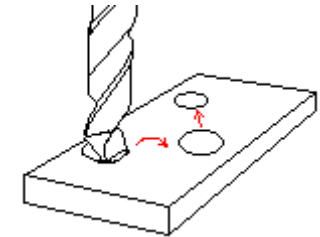
- 1 osé - např. CNC vrtačky
 - 2 osé – např. CNC soustruhy
 - 3 osé – např. CNC frézky
 - 4 a více osé – obráběcí centra
-
- Více osé stroje – možnost výroby složitějších tvarů (formy, lopatková kola)
 - Lepší kvalita obráběného povrchu
 - Náročnější na programování



Dělení ŘS dle způsobu řízení pohybu

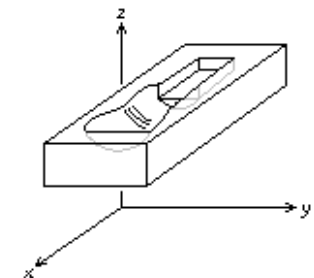
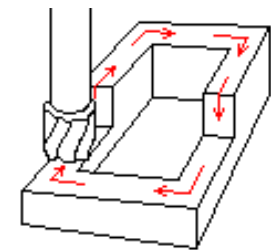
bez polohové
vazby

- Narážkové systémy – bez odměřování
- Z bodu do bodu (PTP) – nelze řídit tvar dráhy ani rychlost



polohové
servopohony

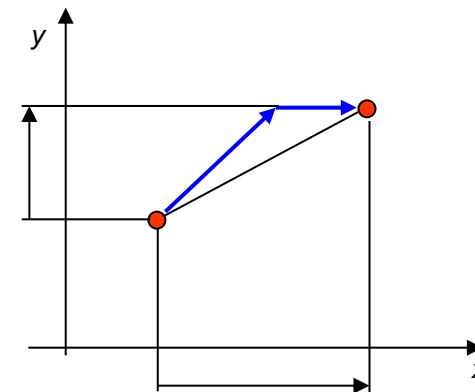
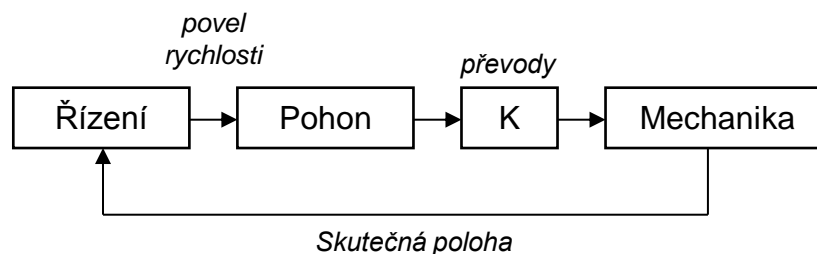
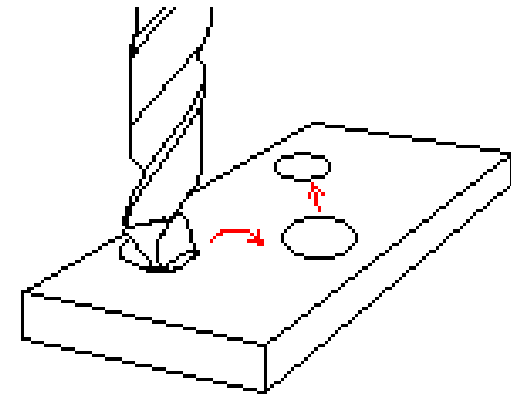
- Pravouhlé (přímočaré řízení) – dráhové řízení pohybů rovnoběžných s osou posuvu, pohybová osa je řízena polohovým servem, ale mezi osami není vzájemná vazba
- Souvislé (interpolace) - pohyby vázány interpolátorem
 - lineární – pohyb po přímce pod libovolným úhlem
 - kruhové – kruhový oblouk leží v základní rovině souřadného systému (XY, YZ, XZ)
 - hélické – kruhová interpolace ve 2 osách, 3. osa – lineární interpolace
 - vyšší stupně interpolace (parabolické, kubické, spline interpolátory = prostorová interpolace)



Dělení ŘS dle způsobu řízení pohybu

Z bodu do bodu (PTP)

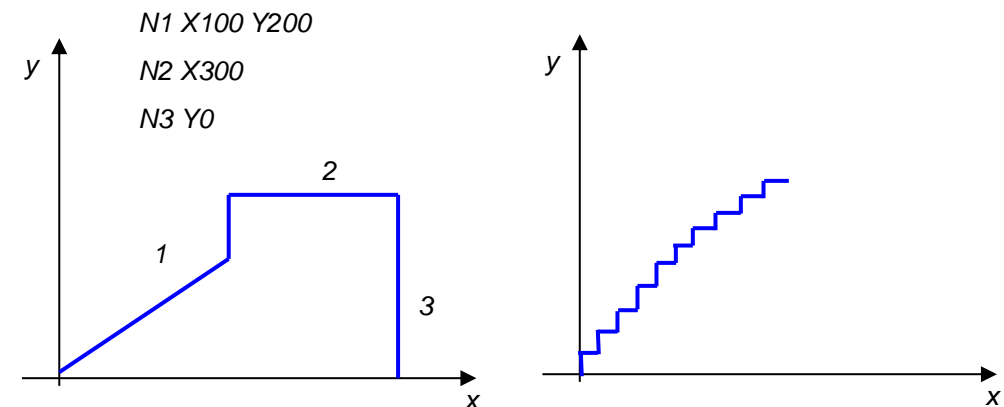
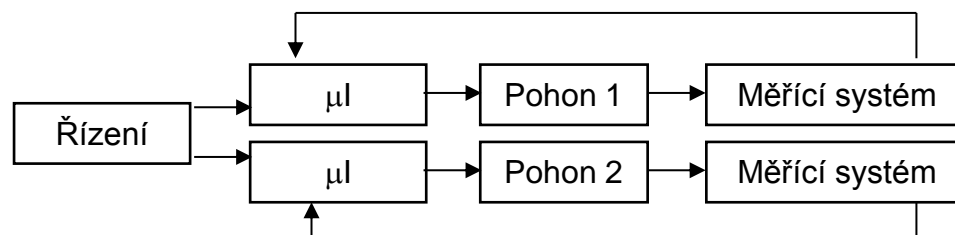
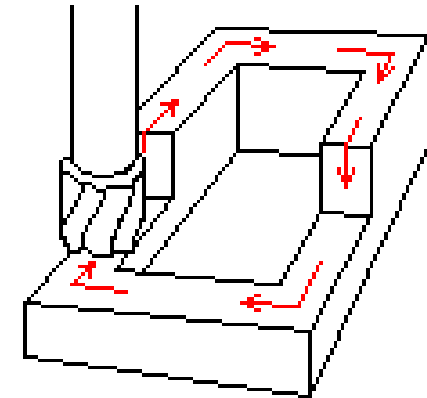
- nástroj je nastavován do programované polohy
- při pohybu se neobrábí – tvar dráhy, ani rychlost nejsou zaručeny



Dělení ŘS dle způsobu řízení pohybu

Pravoúhlé

- systém realizuje pohyby ve směru souřadných os stroje předepsanou rychlostí posuvu (může obrábět)
- vazba mezi osami není kontrolována

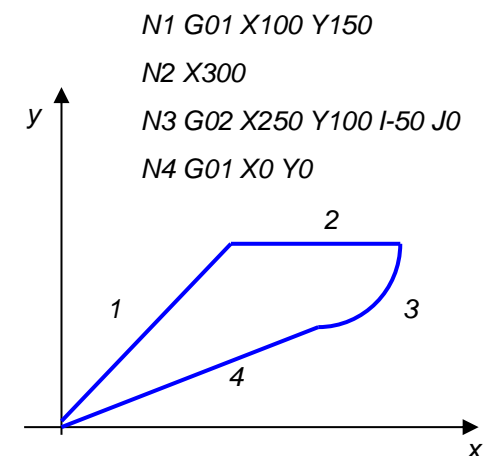
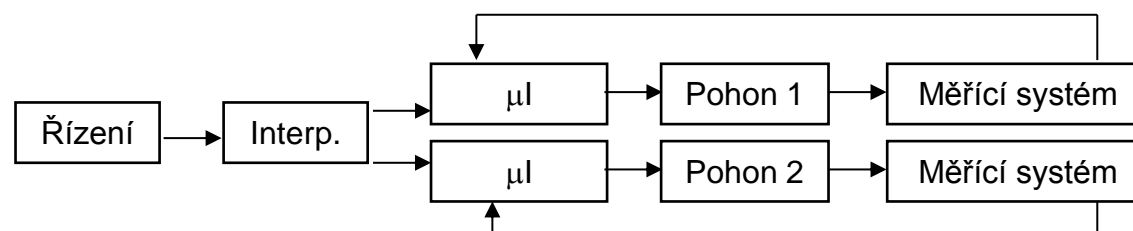
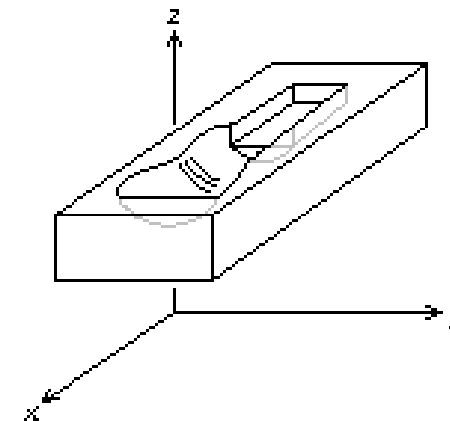


Křivkové dráhy jsou programovány „schodovitou“ funkcí

Dělení ŘS dle způsobu řízení pohybu

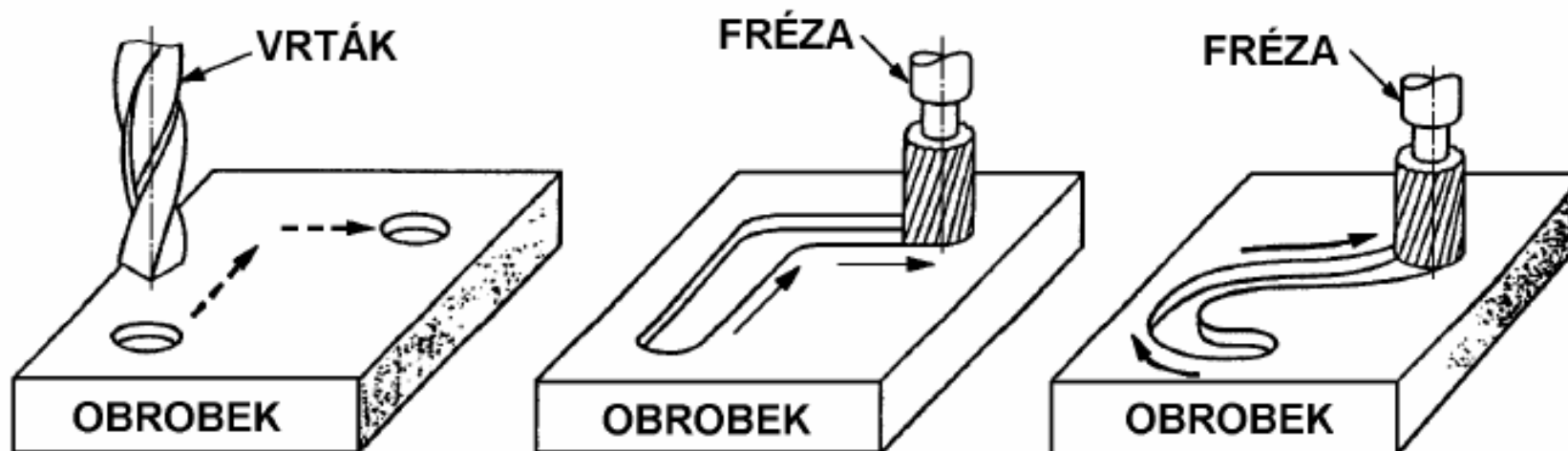
Souvislé

- systém realizuje řízení v n-rozměrném prostoru po definované dráze (přímka, kružnice, parabola)
- je řízen nejen geometrický tvar dráhy, ale i posuvová rychlost na ní
- za pohybu lze tedy obecně obrábět



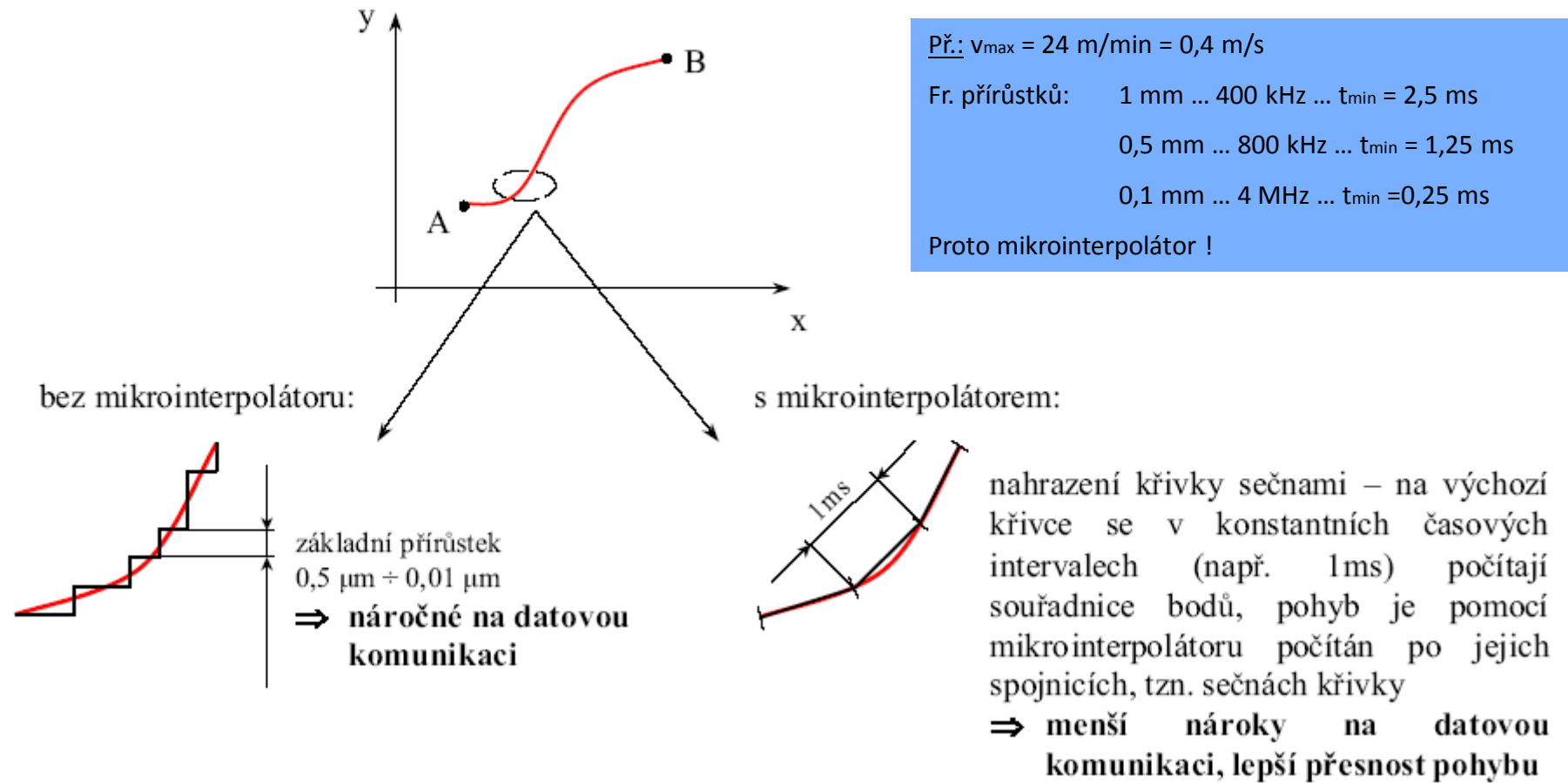
Dělení ŘS dle způsobu řízení pohybu

- Z bodu do bodu (PTP)
- Pravoúhlé (přímočaré řízení)
- Souvislé (interpolace)

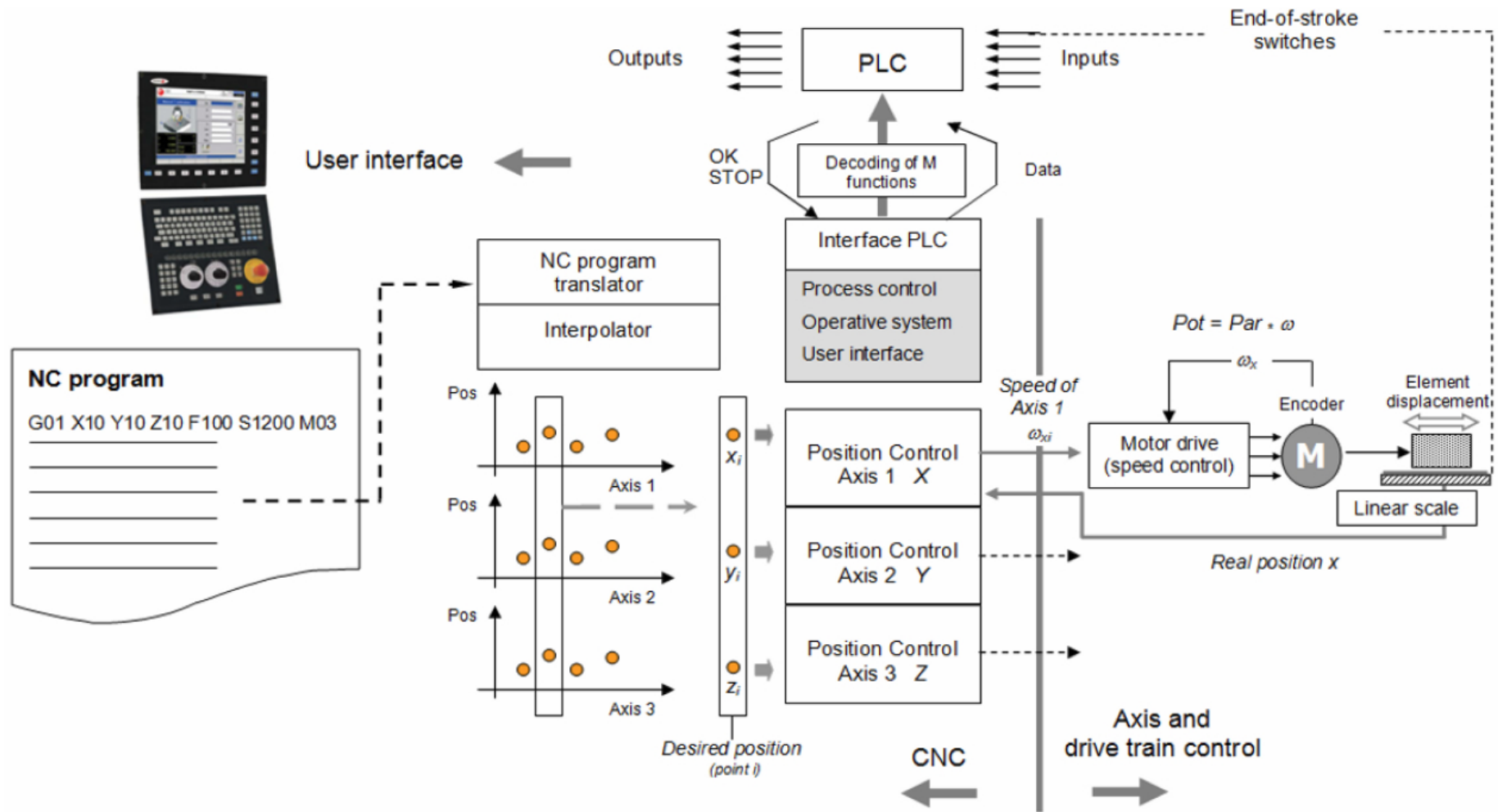


Způsob řízení pohonu - interpolace

Příklad generování dráhy bez a s použitím mikrointerpolátoru:



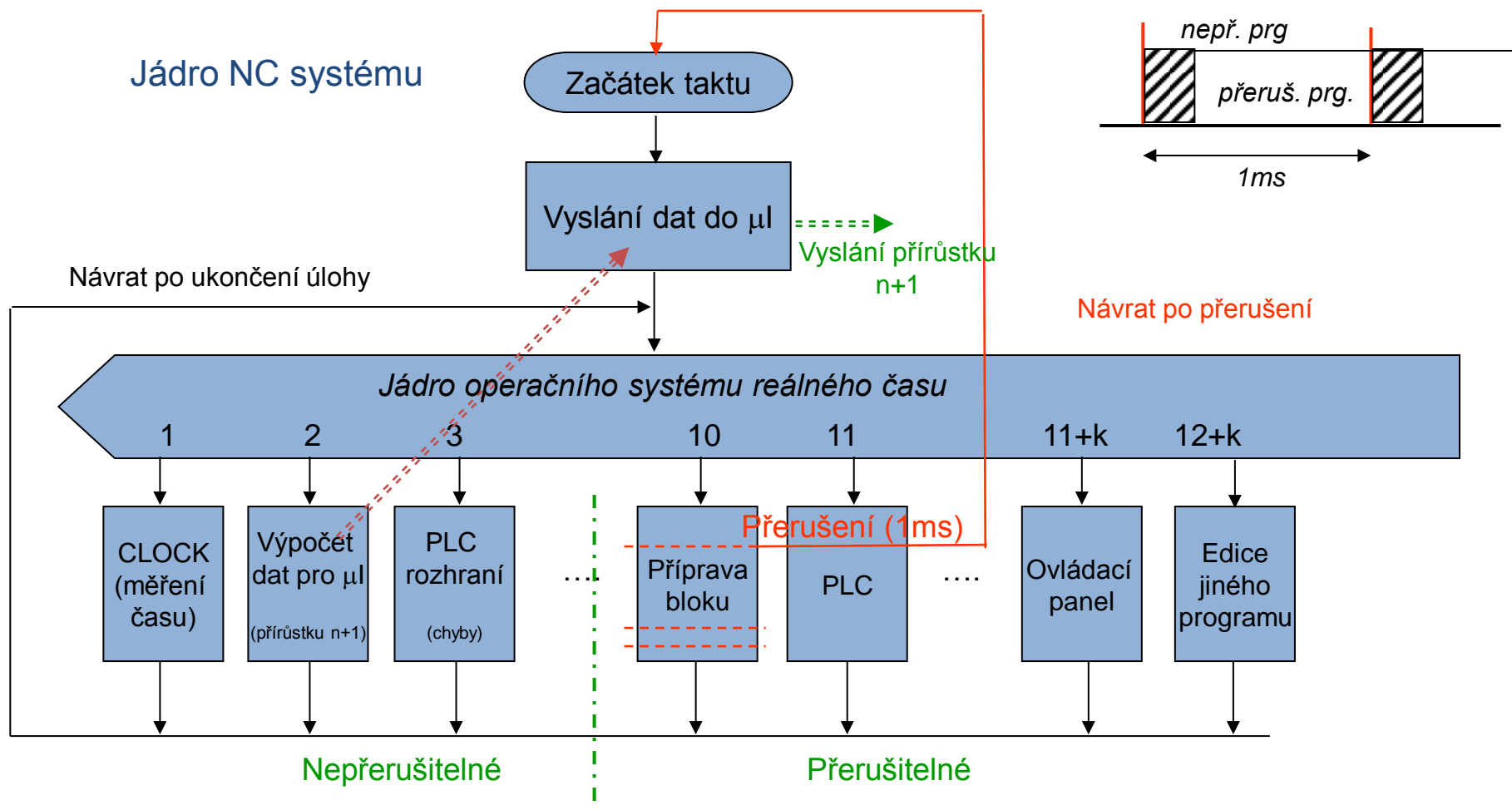
Způsob řízení pohonu - interpolace



SW ovládající NC stroj

Přerušitelné a nepřerušitelné programy

- Vycházíme z principu, že pokud má být dodržena posuvová rychlost, musí být μ plněn velmi přesně ve zvoleném taktu (1ms)



SW ovládající NC stroj

 PLC
rozhraní

(chyby)

Akce při poruchách (PLC)

Možnost	Akce (priority)	Příklad
1	STOP po dokončení části / celého programu	Růst teploty motoru (desítky minut)
2	STOP po dokončení bloku	Mazání, chlazení (desítky vteřin)
3	Okamžitý STOP	Překročení $x_{\max 1}$ – STOP NC Překročení $x_{\max 2}$ – TOTAL STOP



0	0	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

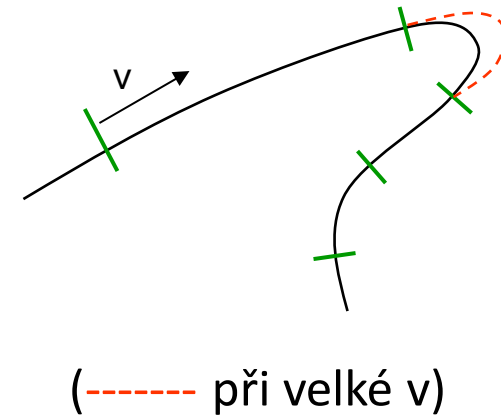
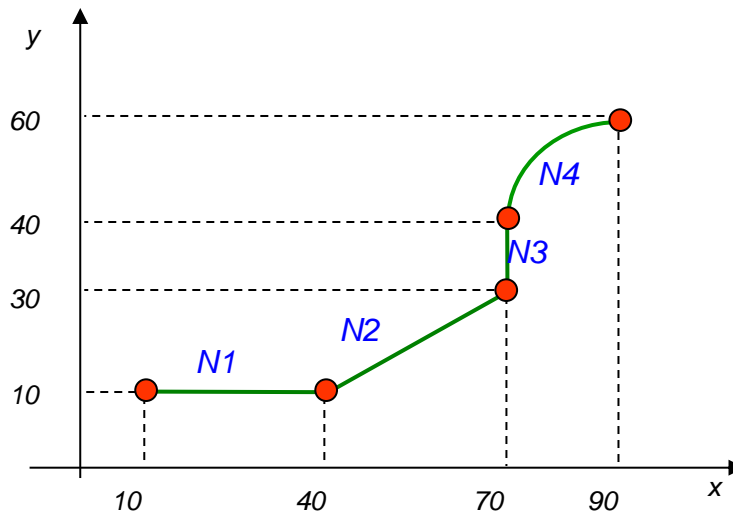
PLC – NC rozhraní např. 1 byte
Všechno „0“ – OK, 1 – porucha

SW ovládající NC stroj

Příprava bloku

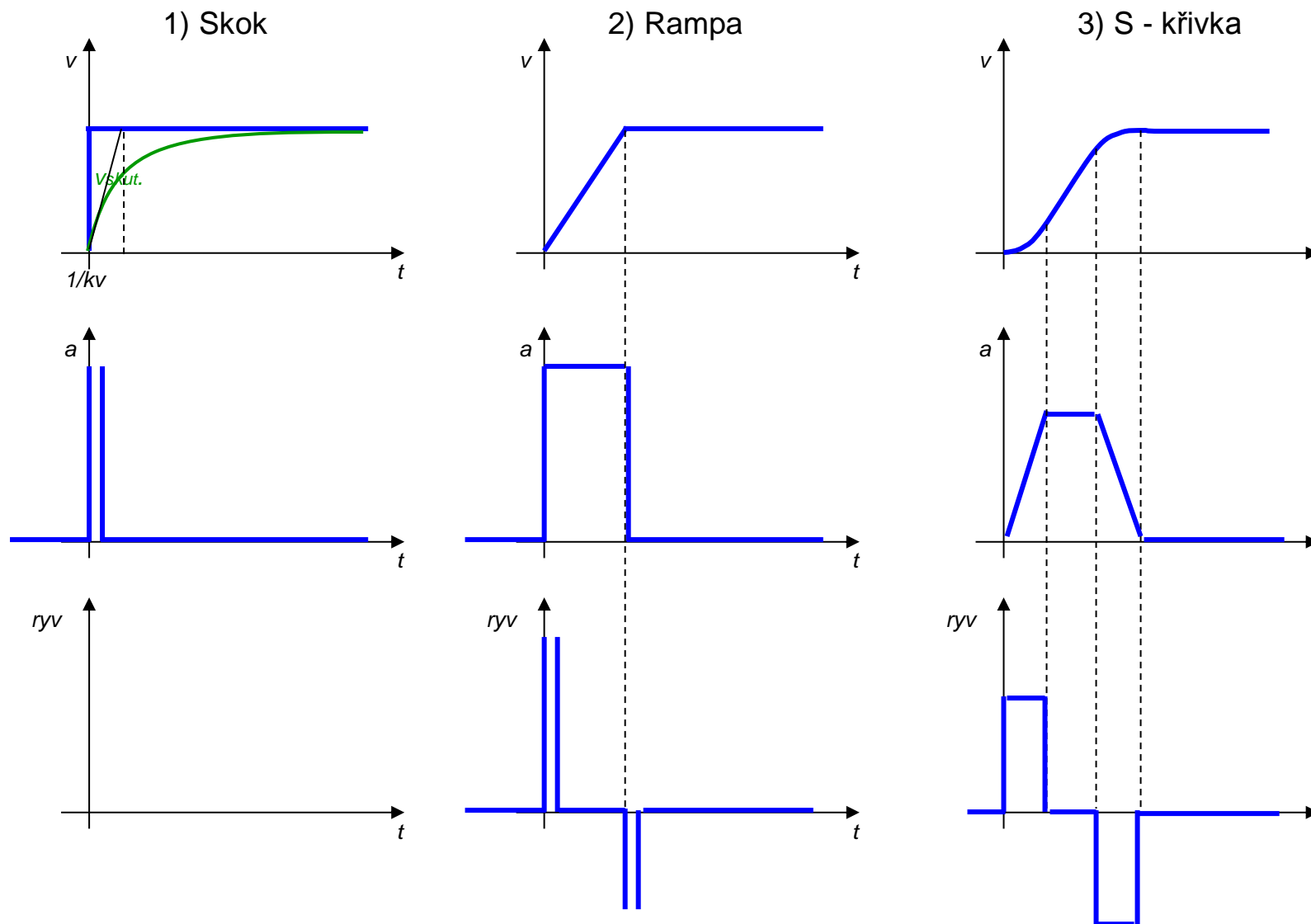
Příprava bloku

Dnes příprava až 50 -100 bloků dopředu



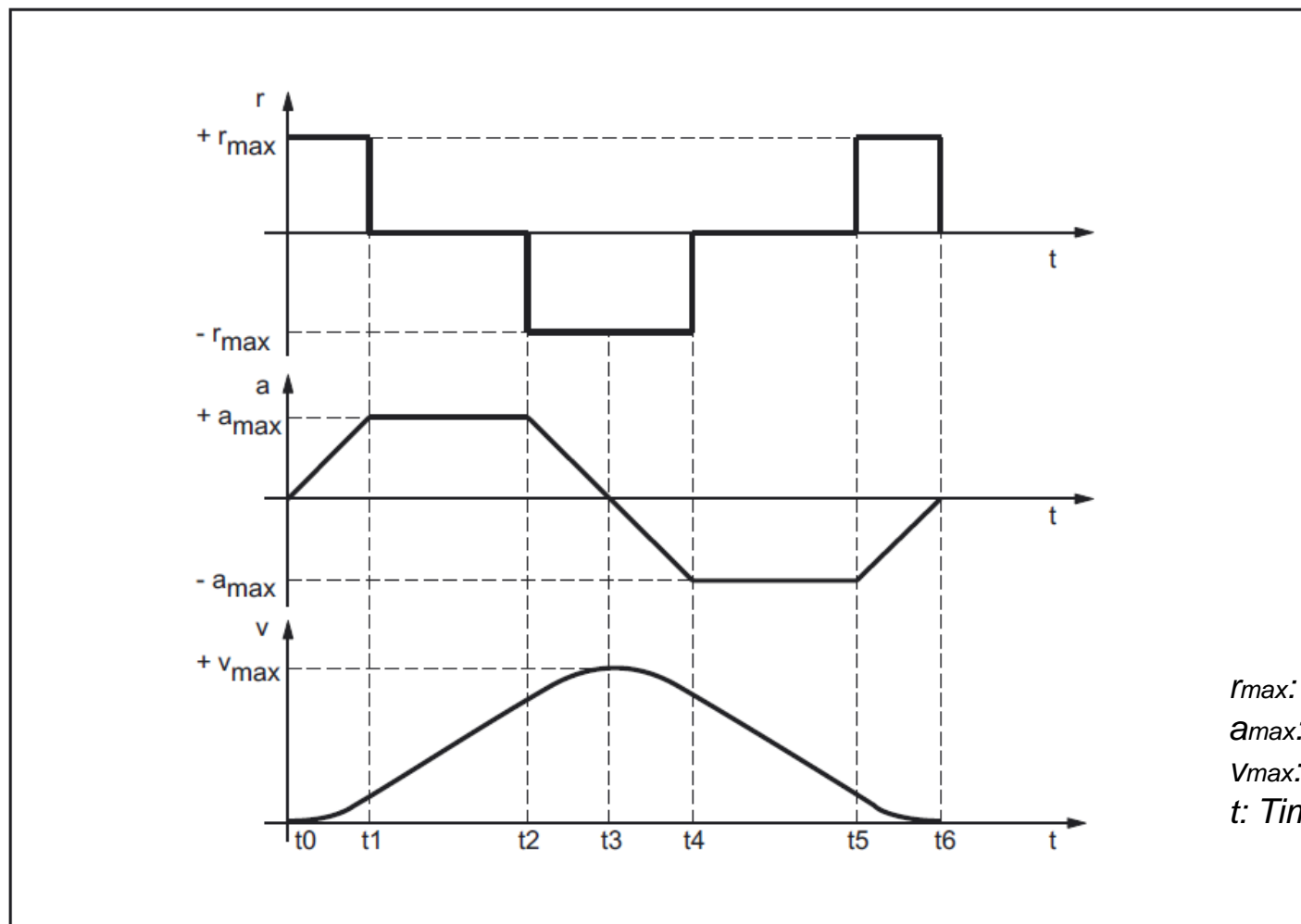
- Kontrola a_{\max} , rv_{\max} !
(přechody bloků, dostředivé zrychlení apod.)

Řízení rychlosti



Akcelerační profil

SINUMERIK 840 D



r_{max} : Maximum jerk value
 a_{max} : Maximum acceleration value
 v_{max} : Maximum velocity value
 t : Time

Jerk, acceleration and velocity schematic with jerk limitation acceleration profile