

Číslicově řízené stroje

Při číslicově řízeném obrábění je program výroby součásti zadán stroji ve formě čísel, alfabatických znaků a dalších symbolů **ve zvoleném kódu na nositeli informací** (děrná nebo magnetická páska, disketa...)

Program je ohraničená posloupnost oddělených skupin znaků, kterým říkáme bloky nebo věty. Pro řídicí systém jsou zdrojem příkazů logicky uspořádaných a umožňují řízení NC stroje při provádění specifické operace.

Každá věta obsahuje dva druhy informací: **geometrické a technologické**.

Tyto jsou převáděny do **impulsů** elektrického proudu nebo jiných výstupních signálů, které aktivují servopohony a ostatní zařízení potřebné pro řádný chod stroje.

Na rozdíl od ručního řízení stroje není NC stroj ovlivňován vlastnostmi výrobního pracovníka. Běh NC stroje je **automatický** a zasahování obsluhy do procesu výroby je omezeno na minimum, což se projevuje ve spotřebě času i jakosti výroby.

Programátorem sestavujícím program pro výrobu součástí na NC stroji jsou zpracovaná data přenesena na **médium**, ze kterého jsou pomocí **řídicí jednotky** aktivovány vlastní instrukce stroje.

Zavedením NC řízení se dosáhlo **vyšší využití obráběcího stroje** a možné časté střídání tvarově i rozměrově rozdílných obrobků. Při opakované výrobě je možnost jednou vypracovaný program uložený na nositeli informací kdykoliv využít.

Číslicové řízení se uplatňuje téměř ve všech oblastech strojírenské výroby

- Obráběcí stroje
- Tvářecí stroje
- Měřicí a rýsovací stroje
- Manipulační technika

Mimo tyto oblasti je číslicové řízení rozšířeno i na vypalovací stroje, stroje pro svařování, nýtovačky, montážní stroje, stroje pro kontrolu vad materiálu apod.

Rozdělení CNC strojů

1. **jednoprofesní**
2. **víceprofesní** – obráběcí centra
 - pro výrobu rotačních obrobků hřídelových nebo přírubových
 - pro výrobu skříňových obrobků
 - umožňujících výrobu rotačních i nerotačních součástí s určitým omezením operací

Výhody použití NC techniky

- zvýšení kvality i kvantity výrobků, produktivnější a hospodárnější výroba
- možnost vícestrojové obsluhy – nutno méně pracovních sil
- zvýšení přesnosti a přizpůsobivosti výroby
- vyšší využití základních fondů, úspora výrobních a skladových ploch
- zlepšení pracovních podmínek, zvýšení úrovně řídicí práce
- zkrácení průběžné doby výroby

Nevýhody: vysoká pořizovací cena, vyšší nároky na technologickou přípravu, zvýšené nároky na údržbu a organizaci pracoviště, organizační práce apod.

Charakteristické znaky konstrukce CNC strojů

Každý obráběcí stroj je charakterizován kombinací **lineárních – posuvových a rotačních pohybů**. Rozličnost konstrukce jednotlivých NC strojů vyžaduje standardizaci v určování jednotlivých os. Používá se **pravoúhlá soustava prostorových souřadnic** (kartézský souřadnicový systém).

Schopnost NC stroje závisí na počtu os, ve kterých je stroj schopen operovat. Nejvyspělejší NC stroje umožňují lineární pohyb ve všech třech směrech, včetně rotací kolem tří os (systémy s pohybem v šesti osách).

Základní dva typy NC strojů:

- **s polohovacím systémem řízení** - mají nesynchronizované motory, konečná poloha je docílena vždy samostatným pohybem jednotlivého motoru
- **souvislým systémem řízení** - umožňují souvislý pohyb v libovolných směrech, konečná poloha zadaného bodu je docílena vektorovým součtem rychlostí v jednotlivých směrech

Charakteristické znaky konstrukce:

- konstrukce musí mít vysokou **tuhost a přesnost provedení**
- řezný režim při automatickém chodu stroje musí být co **nejhospodárnější**
- vodící plochy musí být provedeny s vysokou přesností a velkou životností, vhodnou konstrukcí je nutno zajisti snadnou vyměnitelnost opotřebovaných částí
- musí být zajištěna přesná poloha jednotlivých součástí nebo uzlů stroje. K tomu účelu se používá servomechanismů a odměřovacích zařízení, které tvoří regulační obvod pro polohování
- aby se zvýšila přesnost a životnost stroje, musí být u některých strojů stabilizace teploty oleje
- **automatickou výměnu nástrojů** během pracovního cyklu stroje zajišťují systémy automatické výměny nástrojů
- pro zajištění opracování obrobků z více stran při jednom upnutí slouží různé upínací **přípravky**, otočné a sklopné stoly, speciálně konstruované **palety** atd.
- automatický cyklus NC strojů vyžaduje tzv. **třískové hospodářství** – čištění a odvod třísek
- vybavení strojů **soubory nástrojů**, jejich předseřizování, údržba, výměna
- pro bezporuchový chod slouží pomocné, kontrolní, seřizovací a jiné přípravky
- aktivní a pasivní **kontrola** obráběných součástí apod.

Konstrukční části NC strojů

Základní část všech číslicově řízených obráběcích strojů tvoří lože nebo rám stroje. Hlavními požadavky na konstrukci lože jsou **vysoká tuhost**, schopnost přenášet všechny zatěžující síly s minimální deformací, dobrá schopnost **tlumit chvění**, jednoduchost a snadná **obsluha, údržba, dobrý odvod třísek, tepla** atd. Je nejčastěji vyrobeno z **litiny** nebo konstrukční **oceli**.

Pohon posuvu řízené osy CNC převádí příkazy **od regulátoru polohy na pohyb** nástroje nebo obrobku. Sestává se obecně z posuvového motoru (**servomotor**), který přenáší buď přímo nebo přes ozubený řemen kroutící moment na **šroubový převod** tvořený kuličkovým šroubem a maticí. Tento šroubový převod převádí otáčivý pohyb na přímočarý.

Používají se pohony elektrické nebo hydraulické. V současnosti se používají nejvíce elektrické střídavé (AC) pohony, méně často stejnosměrné DC motory.

Vnitřní zpracování dat NC strojů

Vnitřní zpracování informací probíhá v řídicím systému NC obráběcího stroje, tento lze rozdělit do tří základních částí:

1. vstupní část

- **čtečka** je snímač informačního média, jejímž úkolem je přečíst údaje na něm zaznamenané
- **dekodér** má za úkol přeměnit signál v číslicovém kódu na hodnoty vstupních signálů pro řídicí prvky pohonů. Obsahuje kontrolní obvody pro kontrolu správnosti čtecích znaků.
- **řadič informací** přijímá signály z dekodéru a ukládá je do paměti bezrozměrných a rozměrných slov
- **ruční předvolba** umožňuje zásah do spuštěného programu
- **volba korekce nástroje průměrová nebo délková** řeší úpravu průměru nebo délky nasazeného nástroje
- **volba zpomalovacích bodů**
- **volba počátku** umožňuje při obrábění rozměrově a hmotnostně náročných dílců v určitém rozsahu posunout počátek

2. část zpracování informací

- **řadič aritmetické jednotky**, který logicky seřazuje informace pro aritmetickou jednotku
- **aritmetickou jednotku** tvořenou jedním nebo několika počítači zpracovávající potřebné výpočty naprogramované dráhy nástroje v příslušných osách, dále plní funkci porovnávacího členu naprogramované a skutečně ujeté dráhy, výpočty spojené s korekcemi, zajišťuje zpomalování posuvů apod.

3. výstupní část

- výstupy funkcí vyhodnocujících údaje o funkcích F, S, T a přes přizpůsobovací obvody řídí výkonné části NC stroje
- výstupy vypočtených souřadnic, které se zesilují a mění na formu potřebnou k řízení suportu nebo saní stolu NC obráběcího stroje

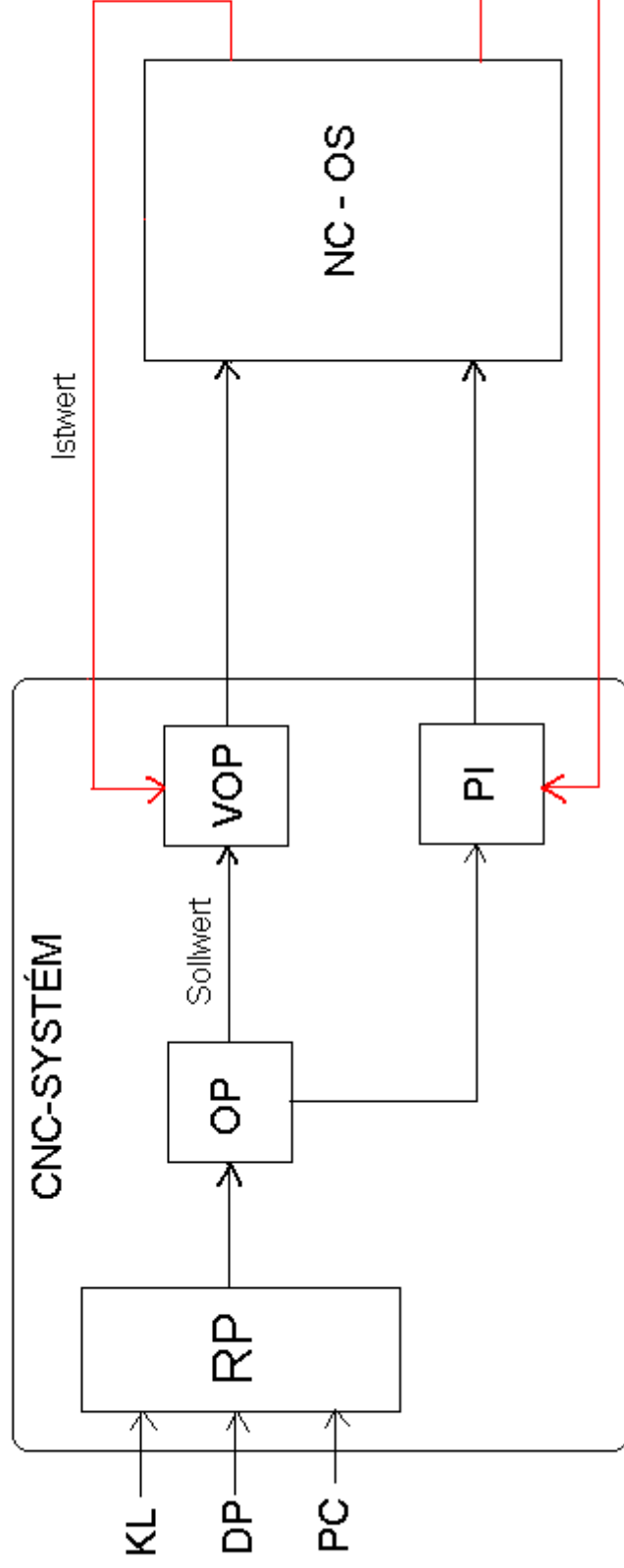
Odměrovací zařízení na číslicově řízených obráběcích strojích slouží k odměřování dráhy vykonané řídicím členem, do značné míry ovlivňuje přesnost obráběcího stroje.

V zásadě lze rozdělit odměřování podle umístění snímače polohy na obráběcím stroji na přímé a nepřímé. Další členění závisí na principu práce odměrovacího zařízení, charakteru informací, které odměrovací zařízení předává a konstrukčního provedení.

U **přímého odměřování** je zařízení umístěno přímo na pohybujiících se uzlech stroje např. suportu, stolu. Přímé odměřování se proto vyznačuje větší přesností, protože závisí jen na přesnosti snímání z měřítka. Používá se u velmi přesných strojů, zejména u souřadnicových vrtaček, vyvrtávaček a u některých obráběcích center, mají vyšší pořizovací cenu.

U **nepřímého odměřování** je snímač polohy umístěn na posuvovém kuličkovém šroubu, a to buď přímo, nebo pomocí převodu. Dráha pohybové části stroje se odměřuje nepřímou a závisí na potočení kuličkového šroubu nebo jeho převodu. Nevýhodou tohoto způsobu odměřování je, že nepřesnosti pohonu, kuličkového šroubu, převodu i vlivy silových účinků na snímač polohy se přenáší do vlastního měření. Tento způsob je rozšířený pro svou jednoduchost a cenu.

ŘÍDICÍ STRUKTURA CNC SYSTÉMU



RP-řídící paměť- společná paměť pro systémový program a partprogram

OP- operační paměť- zaznamenává obsah jednoho programového bloku partprogramu

VOP-vyhodnocovací obvod přemístění-vydává číslicový signál pro řízení pohonu posuvu (smysl pohybu,zastavení)

PI- programovatelný interface- vydává výkonný signál pro technologické operace (nahrazuje dřívější přízpůsobovací obvody z elektromagnetických relé)

Sollwert- hodnota žádaná (je zapsána v bloku partprogramu)

Istwert- hodnota skutečná (vyhodnocují odměřovací systémy)

KL- klávesnice, DP- děrná páska, PC- počítač

Souřadné systémy NC strojů

Charakteristická hlediska jsou:

- poloha os
- definice pohybu
- vztažné body

Pro popis pracovních pohybů nosiče nástroje v pracovním prostoru je nutno definovat souřadný systém stroje a souřadný systém obrobku a vztah mezi těmito souřadnými systémy. Pro zjednodušení programování je nutné, aby označování jednotlivých souřadných os souřadných systémů obráběcích strojů různých výrobců bylo stejné.

Základní souřadná soustava je **pravoúhlá pravotočivá** (systém „pravé ruky“).

Podle pravidla pravé ruky směřuje kladná osa X ve směru palce, ukazovák ukazuje kladný směr osy Y a ohnutý prostředník kladný směr osy Z. Natočení kolem souřadných os X, Y, Z označujeme adresami A, B, C, přičemž kladný smysl natočení se řídí podle pravidla „pravotočivého šroubu“.

Pravoúhlý souřadný systém na stroji se umísťuje podle určitých pravidel:

- vždy musí být definována osa X
- osa X leží v upínací rovině obrobku nebo je s ní rovnoběžná
- osa Z je totožná nebo rovnoběžná s osou pracovního vřetena
- kladný smysl lineárních os je od obrobku k nástroji, tedy ve směru zvětšujícího se obrobku

Pokud jsou na stroji další osy rovnoběžné s osami X, Y, Z, označujeme je U, V, W opět podle pravotočivé soustavy.

Uvedené souřadné osy označují pohyb nástroje vůči nehybnému obrobku. Pokud se pohybuje obrobek vůči nástroji, označují se takové osy X' , Y' , Z' , přičemž platí že $+X' = -X$ atd.

Definice pohybu

Při programování strojů se v principu vychází z toho, že se nástroj relativně pohybuje vůči obrobku.

Kromě základního souřadného systému je nutno v pracovním prostoru NC stroje definovat tzv. **vztažné body**, s jejichž pomocí se definuje vzájemná poloha stroje, nástroje a obrobku.

V závislosti na těchto bodech může být potom určena a kontrolována např. poloha nástroje

Základní body CNC stroje

Nulový bod stroje

- je zadaný počátkem systému souřadnic stroje a je pevně umístěn, zadán výrobcem, zapsán v dokumentaci stroje a je na něj seřízen měřicí systém stroje jako na nulový bod stroje. U soustruhu je umístěn většinou na čelní dorazové ploše vřetene (musí být kdykoliv zaměřitelný). Nemůže být uživatelem měněn, může být posunut do zvolené polohy.

Referenční bod

- je druhý, výrobcem pevně stanovený a pro ustavení měřicí části CNC systému stroje, velmi důležitý bod, který definuje základní (výchozí) polohu suportu nebo vřetene na stroji. Body M a R ohraničují pracovní prostor stroje. Při zahájení nebo přerušení práce (pohybu suportu) z tohoto bodu vždy vycházíme, protože takto lze snadněji stanovit velikost přírůstků (inkrementů).

Základní bod nástroje

- je bod ležící na čele vřetene v ose otáčení u frézky, u soustruhu ve středu upínacího prostoru nástrojové hlavy, řídicí systém odměřuje od tohoto bodu pohyb nástroje v příslušné ose a přepočítává k tomuto bodu základní rozměry a korekce nástrojů.

Nulový bod obrobku

- je při programování a obrábění základním bodem (počátkem) souřadnicového osového systému, můžeme jej volit naprosto volně a v průběhu programu můžeme tento bod měnit podle potřeby. Od tohoto bodu jsou počítány rozměry obrobku a přepočítány zadané souřadnice pro jednotlivé pohyby

Výchozí bod programu

- je definován jako místo pro počátek NC programů, je předepisován programovým listem a jeho umístění je zakresleno na seřizovacím listě. U většiny jednoduchých programů je totožný s nulovým bodem obrobku.

Druhy řízení číslicových systémů

- **podle řízení dráhy**

1. Řídicí systémy s přetržitým řízením

Systémy stavění souřadnic jsou nejstarším řízením, které nemělo mikroprocesor pro lineární a kruhovou interpolaci. Nástroj se pohybuje rychloposuvem na programovaný bod. Přitom nezáleží na vykonané dráze, tzn. že nejdříve dojde do koncové polohy jedna osa a potom dojde k pohybu v druhé ose. Nebo jedou z počátku obě osy současně pod 45° tak dlouho, než dosáhne první osa naprogramované hodnoty. Druhá osa jede dál až ke koncovému bodu. Po najetí polohy se provede obrobení v další ose.

Pravoúhlá řízení jejich hlavním rysem je, že přestavování nástroje je prováděno rovnoběžně se souřadnými osami. Teprve po skončení pohybu v jedné souřadnici, může nastat obrábění v druhé souřadnici. Umožňuje soustružit válcové plochy a frézovat pravoúhlé obrobky. Setkáme se s ním v současné době u jednoduchých strojů - vrtačky, soustruhy, lisy, nůžky, pily apod.

2. Řídicí systémy se souvislým řízením

Umožňují výpočet korekce a výpočet geometrie, u soustruhů umožňuje pohyb nástroje v rovině **z - x** (ve dvou dimenzích) po úkosech a kruhových obloucích. Je **to řízení 2D** tzn. ve dvou současně pracujících osách. U mnohých frézek se může provádět lineární interpolace volitelně vždy v jedné rovině ($x - y$, $z - x$ nebo $y - z$). V důsledku volného výběru interpolace hovoříme o **souvislém řízení 2 ½ D**. Pomocí souvislého řízení 3D lze u frézek obrábět libovolné obrysy a prostorové plochy. Přitom musí interpolátor vypočítat pohyb ve dvou osách v závislosti na další ose. Zde je zapotřebí více početních operací, tzn. je nutný mikroprocesor s vysokým výkonem.

Jestliže jsou vedle pohybu v osách x , y , a z možné ještě další současné pohyby (otočný kolem osy x nebo y) mluvíme o **řízení 4D** příp. **5D**.

- **podle způsobu programování**

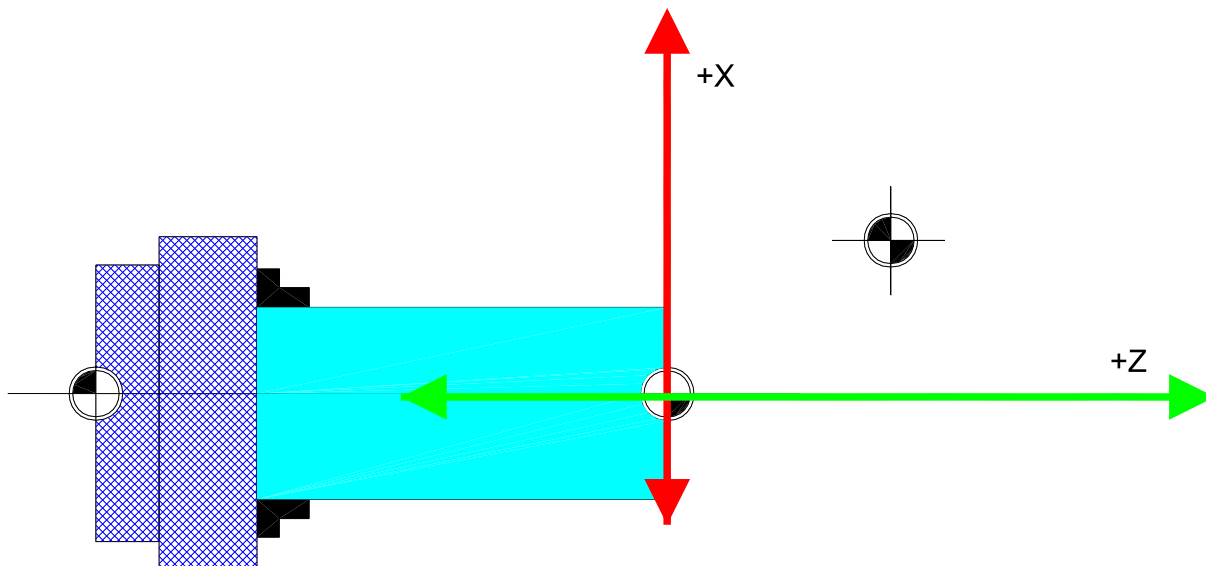
1. **Řídicí systémy s absolutním programováním** – všechny programované souřadnice bodů dráhy jsou vztaženy k předem zvolenému počátku souřadnic

2. **Řídicí systémy s přírůstkovým - inkrementálním programováním** souřadnice všech programovaných bodů se zadávají vzhledem k předchozímu bodu, tzn. že každý předchozí bod je současně považován za výchozí bod. Programuje se po přírůstku – inkrementu.

SOUŘADNÝ SYSTÉM SOUSTRUHU

Osa **z** je rovnoběžná s osou pracovního vřetena.

Kladný smysl os **z** a **x** je definován od obrobku k nástroji (nástroj může být za nebo před osou soustružení), osy definují pohyb nástroje



SOUŘADNÝ SYSTÉM FRÉZKY

Osa **z** je rovnoběžná s osou pracovního vřetena

Kladný smysl osy **z** je definován od obrobku k nástroji, osy **x** a **y** mají směr a smysl dle pravidla pravé ruky (pohyby v jednotlivých osách se předpokládají jako pohyby nástroje)

