



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Automatické řízení výrobní techniky

(KKS/ARVT)

na téma

Podklady k základnímu popisu a programování PLC, CNC

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

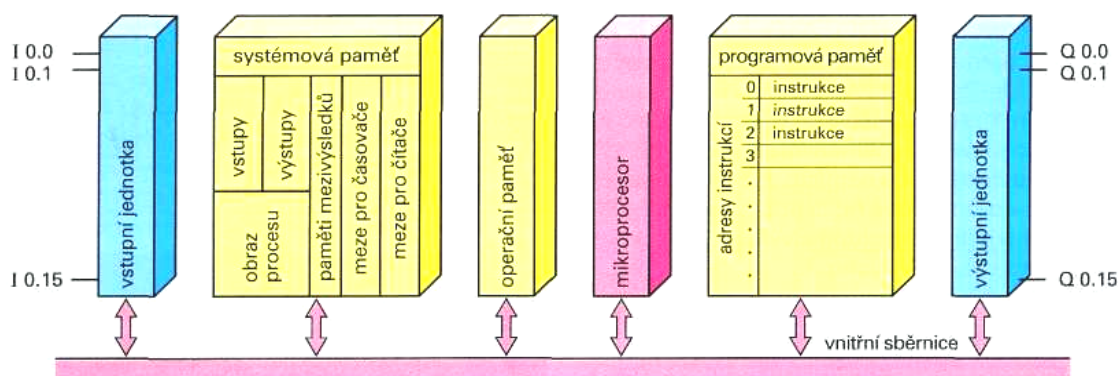
Podklady k základnímu popisu a programování PLC, CNC

PLC systémy

Programovatelné automaty, které se značí PA (Programmable Automat) nebo PLC (Programmable Logic Controllers) jsou počítačová zařízení s procesorem, která jsou řízena programem (jednobitových povelů) v oblasti jednobitových informací a logického řízení. Hlavní využití je pro řízení a regulaci procesů.

PLC nebo PA přijímá přes vstupní jednotky logické signály, které dávají informaci o stavu procesu (např. upnutí nástroje ve sklíčidle, vložený materiál pro obrábění atd.). Vstupní signály jsou dále zpracovány procesorem, která realizuje logické funkce. Tyto funkce jsou buď pevně naprogramovány nebo uloženy v paměti programu. Výstupem jsou opět jednobitové signály vysílané jako řídicí signál přes výstupní (výkonové) jednotky zpět do pracovního procesu technického zařízení (např. zapnutí nebo vypnutí motoru apod.).

Programovatelné automaty (PA) mají podobnou strukturu jako počítače nebo mikropočítače, ale jsou však orientované na interaktivní binární řízení v reálném čase. Na rozdíl od pevně nastavených řídicích systémů (s pevně propojenými relé, hydraulickými ventily nebo elektronickými logickými obvody), která mají řídicí algoritmus (program) pevně zapojen (propojením součástek), je řídicí algoritmus PA nebo PLC uložen v programové paměti (např. EPROM, EEPROM), kterou je možné „vyměnit“ za paměť s jiným programem nebo „přehrát“ přeprogramovat přes PC.



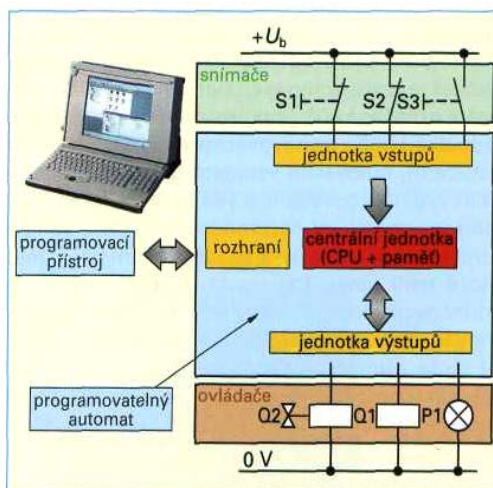
Obr. 1 Příklad vnitřního uspořádání programovatelného automatu [4]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

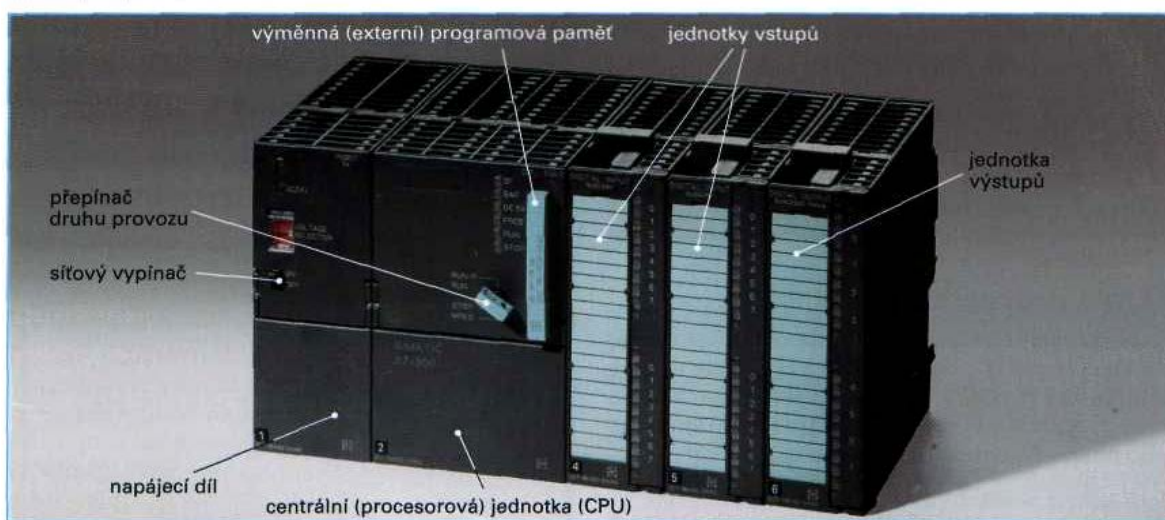
Program se do programovatelného automatu nahrává buď ze speciálního programovacího přístroje nebo z PC se speciálním rozhraní (interface). Velmi často se toto provádí přes přenosné PC typu laptop se speciálním programovým vybavením např. STEP5 nebo STEP7.

PA nebo PLC jsou modulární systémy, které se sestavují podle požadavků na počty vstupů, výstupů a speciálních modulů (např. rychlých čítačů impulsů atd.). Kompletně sestavený PLC obsahuje napájení díl, centrální jednotku, jednotku vstupů, jednotku výstupů a speciální jednotky.

Dnešní PA a PLC jsou univerzálně programovatelné přes rozhraní v PC na rozdíl od původních a starších PA, do kterých bylo nutno při změně programu vložit paměťové moduly s novým programem.



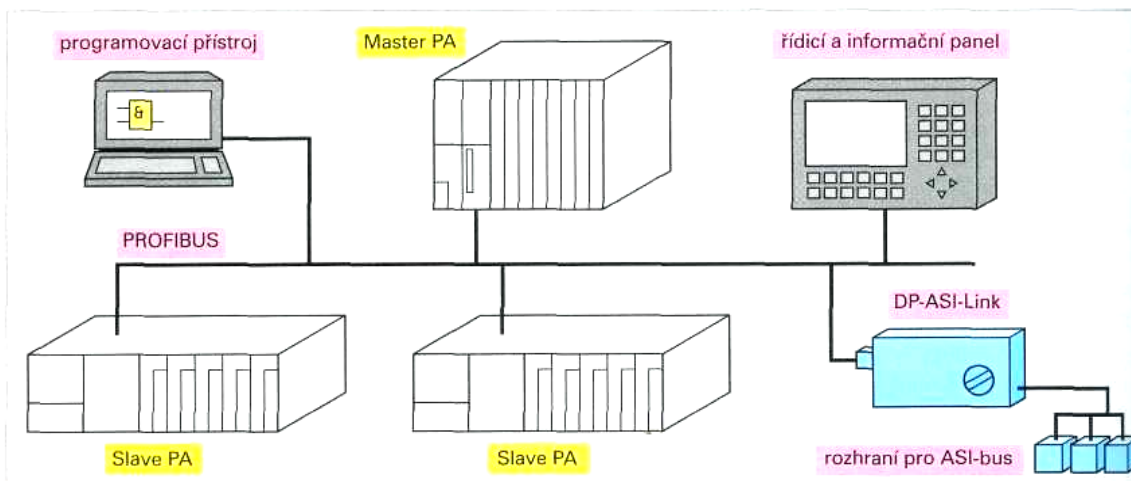
Obr. 1.1 Příklad blokového zobrazení programovatelného automatu [4]



Obr. 1.2 Příklad programovatelného automatu Siativ S7-300 firmy Siemens [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

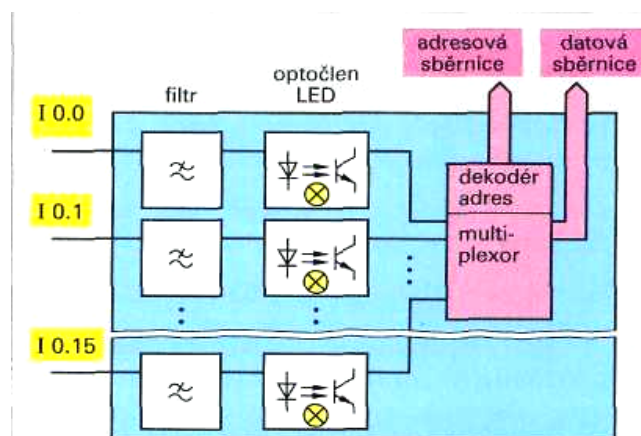
Často bývají jednotlivými PA nebo PLC řízena jednotlivá automatizovaná pracoviště (strojní zařízení) a tím se následně jednotlivé PA nebo PLC propojují (připojují) na sběrnice, např. PROFIBUS-DP apod., přes kterou jsou centrálně řízeny a synchronizovány řídícím PA/PLC, označovaným jako master. „Podřízené“ PA/PLC jsou označovány jako slave.



Obr. 1.3 Příklad blokového zobrazení propojení programovatelných automatů sběrnice [1]

Vnitřní struktura

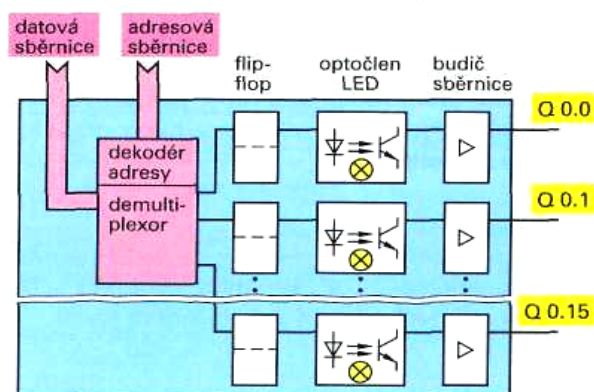
Jednotka vstupů je převážně rozdělena na skupiny po 8 nebo 16 binárních vstupech. Tato vstupní jednotka obsahuje obvody pro přizpůsobení vstupních signálů, např. ochranné diody, děliče pro snížení napětí, RC filtry po potlačení rušení, oddělovací členy apod. Stav vstupů signalizují LED diody, které jsou umístěny na čelním panelu.



Obr. 1.4 Příklad blokového zobrazení zapojení vstupů programovatelného automatu [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jednotky výstupů je taktéž převážně rozdělena na skupiny po 8 nebo 16 binárních výstupech (jednobitových). Výstupní jednotka obsahuje logické členy, oddělovací optické členy a výstupní budiče ve formě výkonových tranzistorů apod.



Obr. 1.5 Příklad blokového zobrazení zapojení výstupů programovatelného automatu [1]

Při jakékoliv poruše vnitřního řízení, je logická část po určeném časovém úseku uvedena do výchozího stavu (vynulování výstupů). Tím lze předejít vniknutí nebezpečných provozních stavů a situací.

Programovací jazyk

Pro programování PA/PLC byly vyvinuty textové (ve formě příkazů) nebo grafické programovací jazyky. K nedůležitějším programovým prostředkům patří:

- A) Textové
 - posloupnost příkazů (AWL)
 - strukturovaný text (ST)
- B) Grafické
 - kontaktní schéma (KOP)
 - funkční schéma (FUP)
 - sekvenční jazyk (AS)

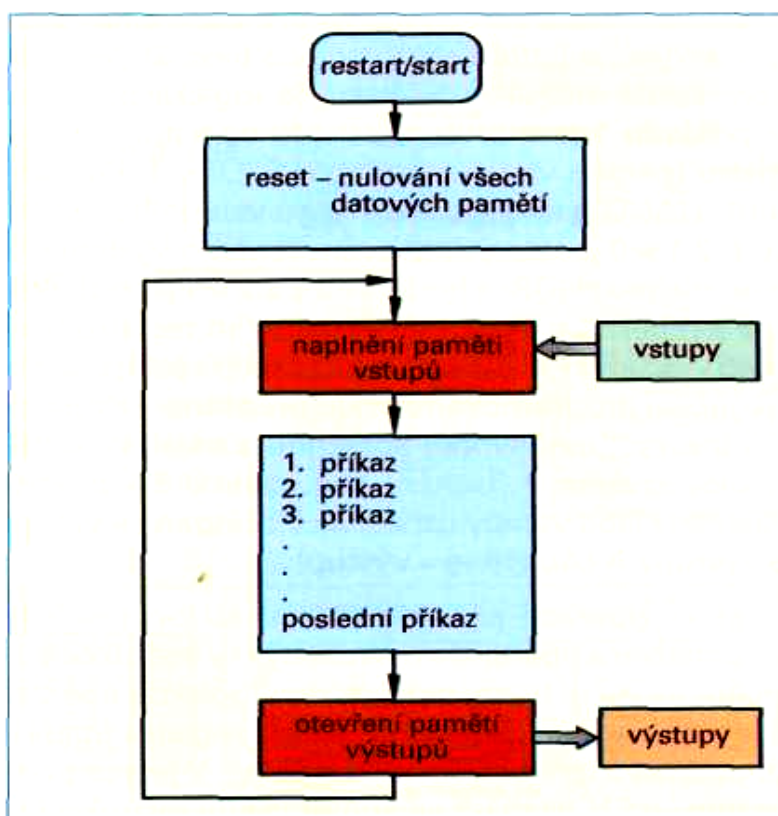
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Činnost PA/PLC

Program probíhá cyklicky (opakovaně) v těchto krocích:

- zjištění aktuálního stavu vstupních signálů (uložení do paměti vstupů)
- zpracování vstupních hodnot programem (uložení hodnot výsledků do paměti výstupů)
- hodnoty z paměti výstupů jsou přeneseny na výkonové výstupy

Program s určitou opakovací periodou monitoruje stav procesu a na základě toho „vydává povely“, kterými je proces řízen. Jedná se o logické sekvenční řízení a PA/PLC zde reprezentuje sekvenční logický obvod se střídavě spínanými vstupy a výstupy.



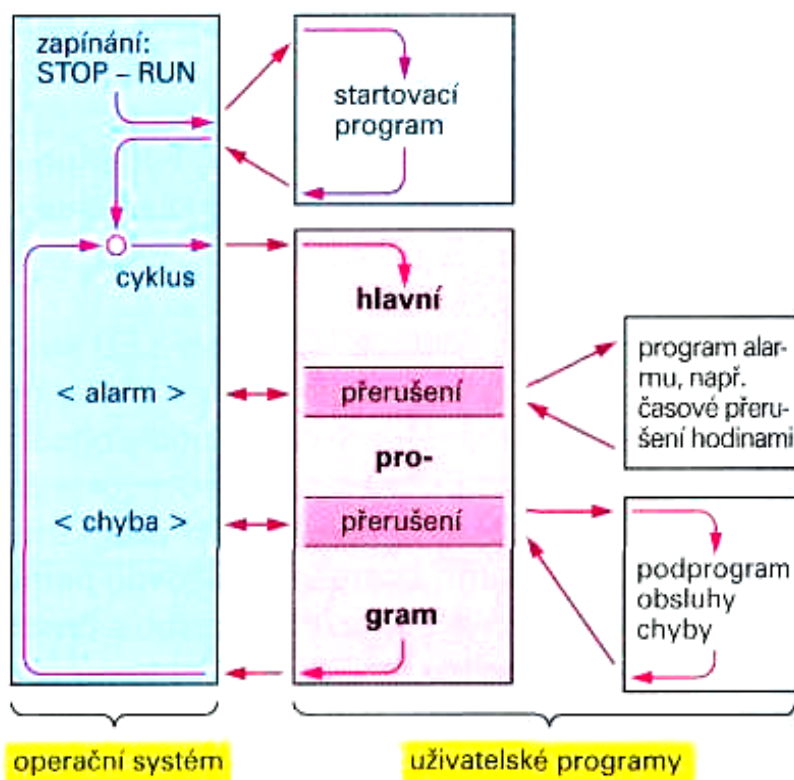
Obr. 1.6 Příklad zobrazení blokového diagramu cyklické činnosti [4]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Činnost programu

Výkonný uživatelský řídicí program se skládá z jednotlivých po sobě jdoucích příkazů. Tento uživatelský program je uložen v paměti centrální jednotky. Operační paměť je tvořena rychlou pamětí RAM, kam po spuštění PA/PLC je načten uživatelský program a další důležitá data. Systémová paměť obsahuje registry pro uložení proměnných (operandů) a její velikost závisí na použitém procesoru.

Doba jednoho pracovního cyklu uživatelského programu je tím delší, čím je program rozsáhlejší (delší) a čím je procesor (CPU) pomalejší. Pracovní cyklus vykonání požadovaného programu trvá většinou několik ms.



Obr. 1.7 Příklad blokového zobrazení běhu uživatelského programu [4]



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CNC systémy

Číslicově řízení stroje (NC nebo CNC stroje) jsou ovládané právě číslicovými signály, ve kterých jsou zakódované (pomocí čísel) příkazy a souřadnice polohy nástroje. První číslicově řízení stroje byly řízené číslicovými signály, které byly snímány z děrných štítků nebo pásek a nebylo je (nebo jen velmi složitě) měnit v paměti řídicího počítače.

V dnešních CNC řídicích systémech je možné program měnit, upravovat a i simulovat, pro kontrolu správnosti. Další možností jsou též optimalizace přímo v řídicím systému daného stroje. Při přímém řízení výrobních procesů tzv. nadřazeným počítačem, je možné měnit skladbu programů v jednotlivých CNC systémech strojů po počítačové síti.

CNC program řídí koordinovaně pohyby výrobního stroje ve všech osách. Program může být generován pomocí obslužného programu přímo na stroji postupných programování (zadáváním dat) jednotlivých pohybů, nebo jej lze vytvořit mimo stroj na editorech v PC a následně jej přenést na požadovaný stroj, nebo jej nahrát do stroje pomocí počítačové datové sítě.



Obr. 1.8 Příklad obslužného panelu CNC stroje [4]

Obslužný panel je rozdělen na několik částí. Na obrazovce je možné zobrazit číslicový kód, zdrojový program, aktuální souřadnice polohy nástroje, model obráběného nebo měřeného dílu nebo např. komentáře a nápovědu. Obslužný panel je často vybaven alfanumerickou klávesnicí, umožňující programování přímo na stroji. Zatímco alfanumerická klávesnice slouží k zadávání souřadnic a psaní komentářů atd., zadávají se důležité příkazy pohybu, např.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

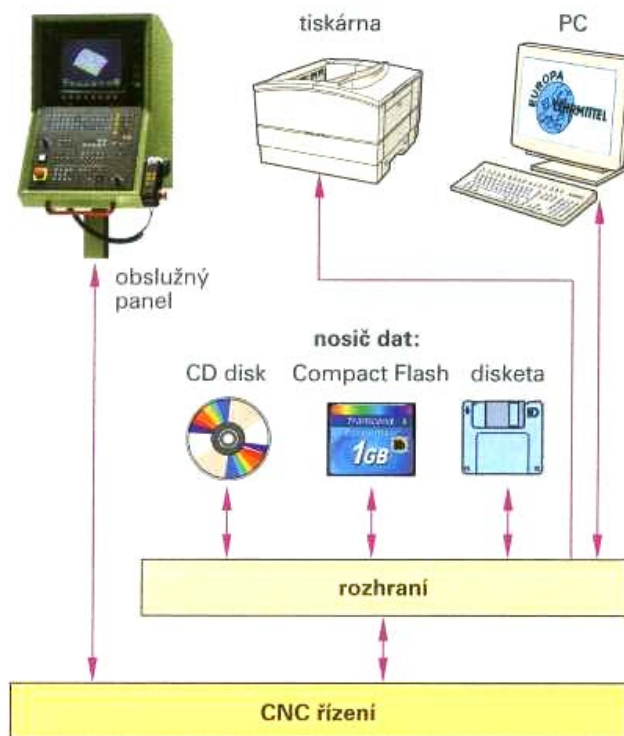
zapnutí pohonu hlavního vřetene nebo jeho zastavení případně nouzové vypnutí a to přímo ovládacími tlačítky a spínači na obslužném (řídícím) panelu stroje. Z důvodu bezpečnosti a ochrany životního prostředí jsou výrobní CNC stroje většinou úplně zakrytovány.

Druhy číslicového řízení:

- Číslicové řízení – Numerical kontrol (NC)
- Počítačové číslicové řízení – Computerized numerical kontrol (CNC)
- Přímé číslicové řízení – Direkt numerical kontrol (DNC)

Konstrukce a funkce CNC řídicího systému

K nejdůležitějším funkcím CNC řídicího systému patří snímání stavu výrobního procesu pomocí snímačů, zpracování dat a uložení výsledků na výstupy a stálá konsola regulačních procesů, např. dodržení nastavených otáček pohonu nebo polohy nástroje.



Obr. 1.8 Příklad datové komunikace CNC řídicí jednotky stroje [4]



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vstup dat

Řídící programy pro CNC zařízení nebo změnu programu je možné v jednodušších případech zadat:

- z obslužného panelu
- z datového nosiče (diskety, CD, flash paměť) přes rozhraní
- z nadřazeného PC (při DNC řízení) přes rozhraní datové sítě, kdy se řídicí program generuje automaticky při konstruování pomocí CAD software.

Do řídicí jednotky dále vstupují data z řízeného výrobního procesu a to hlavně ze snímačů odměřovacích systémů v jednotlivých osách.

Zpracování dat

Řídící CNC systém má kromě centrálního procesoru (pracující stejně jako procesor v PC) i další procesory pro řízení a regulaci pohybů v jednotlivých osách. Při tvorbě složitých zakřivených tvarů jsou pohyby jednotlivých os korigovány pomocí speciálních algoritmů, zaručující dodržení požadovaných tvarů.

Výstup dat

Data vystupující z CNC řídicí jednotky neovládají přímo elektromotory pohonných členů, ale ovládají řídicí jednotky těchto elektromotorů. Tyto jednotky mohou být tzv. frekvenční měniče (pro střídavé elektromotory) nebo stejnosměrné spínané zdroje (pro stejnosměrné elektromotory). CNC řídicí jednotka poskytuje i data, která jsou využívána pro zobrazení procesu na obrazovce nebo LCD displeji.

Vytváření CNC programu

Struktura programu pro CNC stroje je stanovena normou DIN 66 025. K provedení jednoho kroku musí dílčí program (pro dílčí operaci) obsahovat všechny potřebné informace k zahajovací a ukončovací činnosti, tvaru dráhy nástroje a další pomocní informace.

K řízení CNC stroje jsou potřebné tyto informace:

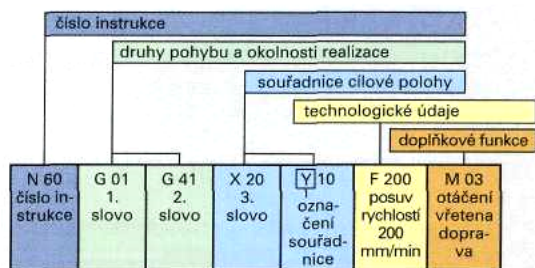
- druh nebo okolnosti pohybu (G), např. rychloposuv, přímý pohyb, kruhový pohyb, volby roviny, zadání měřítka nebo korekcí
- souřadnice cíle pohybu (X, Y, Z) pro posuvy ve směrech os a (A, B, C) pro otočení kolem těchto os
- technologické údaje (F, S, T) pro rychlost posuvu, otáčky vřetena a nástroj
- doplňkové informace (M) jako např. pro výměnu nástroje, zapnutí přívodu chladicích kapalin a konec programu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- instrukce cyklu a volání programu, např. při použití standardních funkcí.

| Part program (instrukce) | Vysvětlení významu |
|--------------------------|--|
| % 1000 | č. programu |
| šroub | název |
| N5 G90 | 1. instrukce |
| N10 G00 G53 X280 Z380 T0 | 2. instrukce |
| N15 G59 X0 Z180 | 3. instrukce |
| N25 G95 S180 T0606 M04 | |
| N30 G00 X62 Z0.1 | |
| N35 G01 X-1.6 F0.2 | |
| N40 G00 Z2 | |
| . | |
| N285 M30 | poslední instrukce (konec programu) |

| Kód | Význam |
|-----|---|
| G00 | rychloupřesuv z bodu do bodu |
| G01 | posuv s lineární interpolací |
| G02 | kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček (doprava) |
| G03 | kruhová interpolace doleva |
| G40 | zrušení korekce nástroje |
| G41 | korekce dráhy nástroje, nástroj vlevo |
| G42 | korekce dráhy nástroje, nástroj vpravo |
| G53 | zrušení přesunutí nulového bodu |
| G59 | programové přesunutí nulového bodu |
| G90 | absolutní souřadnice |
| G96 | režim konstantní řezné rychlosti |
| G98 | volně programovatelná funkce (uživatelsky) |



Obr. 1.9 Příklad instrukce CNC programu [4]

| Kód | Význam |
|-----|-------------------------------------|
| M03 | otáčení vřetena doprava (zapnutí) |
| M04 | otáčení vřetena doleva (zapnutí) |
| M05 | zastavení vřetena |
| M08 | zapnutí přívodu obráběcí kapaliny |
| M09 | zastavení přívodu obráběcí kapaliny |
| M30 | konec a reset programu |

Obr. 1.10 Přehledové tabulky [4]

Přednosti výroby na CNC řízených výrobních strojích

Výkonnost CNC výrobních strojů se stále zvyšuje díky vývoji řídicích systémů, nástrojům (nové řezné materiály) i konstrukci výrobních strojů.

Přednosti CNC strojů:

- stálá výrobní přesnost, krátké výrobní časy, možnosti výroby složitých tvarů, snadná optimalizace výrobního procesu, snadná přenositelnost řídicího programu, velká přizpůsobivost procesu, snadná automatizace výroby, malá náročnost na přítomnost obsluhy



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [2] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [3] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [4] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9