

Vysoká škola strojní a textilní Liberec  
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

obor 23 - 07 - 8 - strojírenská technologie  
zaměření o b r á b ě n í a m o n t á ž

Počítačové zpracování programu pro NC a CNC stroj

v n.p. Technometra Semily

KOM - OM - 566

Rudolf Zappe

Vedoucí práce: Ing. Přemysl Pokorný (VŠST Liberec)

Konzultant : Ing. Kubíček (n.p. Technometra záv. Semily)

Počet stran ..... 73  
Počet příloh  
a tabulek ..... 8  
Počet obrázků ..... 8  
Počet výkresů ..... 2  
Počet děrných  
pásek ..... 1

Datum: 10.5.1988

Vysoká škola: strojná a textilní Fakulta: strojná  
Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1987/88

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Rudolf Zappe  
obor 23-07-8

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Počítačové zpracování programu pro NC a CNC  
stroj v n.p. Technometra Semily

## Zásady pro vypracování:

1. Úvod hospodářsko-politický rozbor
2. Rozbor současného stavu
3. Řešení dílčí technologie a programu dané součásti
4. Odladění programu
5. Zhodnocení předností a nedostatků, vlastní závěry
6. Perspektivy pro rozvoj, ekonomický rozbor

V 312 / 88 S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5  
PSČ 461 17

*Skupina dílčí technol. a programy - kousky*

73412

3. od. ml.

Kom/om

Rozsah grafických prací: 4

Rozsah průvodní zprávy: 40 stran

Seznam odborné literatury:

APT - manuál procesoru

Podklady součástí a stroj. vybavení n.p. Technometra

Vlach, B.: Technologie obrábění na číslicově řízených strojích.  
SNTL Praha

Kopřivová, H.: DP 1987. VŠST Liberec

Černá, L.: DP 1987. VŠST Liberec

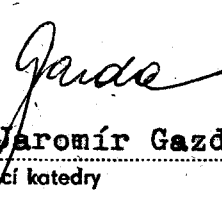
Vedoucí diplomové práce: Ing. Přemysl Pokorný


Konzultant: Ing. Kubiček - Technometra Semily

Datum zadání diplomové práce: 30. 9. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10. 5. 1988

L.S.

  
Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.  
Vedoucí katedry

  
Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.  
Děkan

v Liberci dne 30. 9. 1987

## PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou  
práci vypracoval samostatně s použitím uvedené  
literatury.

V Liberci 10.5.1988

*Lappe Rudolf*

## OBSAH

	str.
1. Úvod, hospodářskopolitický rozbor .....	6
1.1 Podstata číslicového řízení obrábění .....	8
1.2 Přímé řízení počítačem - CNC .....	8
1.3 Výhody nasazení NC ( CNC) techniky .....	9
2. Rozbor současného stavu v n. p. Technometra, závod Semily .....	10
2.1 Výběr součásti .....	11
3. Programování číslicově řízeného obrábění .....	12
3.1 Strojní programování .....	12
3.2 Absolutní a přírůstkové programování .....	14
3.3 Parametrické programování .....	14
3.3.1 Možnosti a způsoby volání parametric- kých podprogramů .....	14
3.3.2 Typy parametrů .....	15
3.3.3 Operace s parametry .....	21
4. Řešení dílčí technologie a programu dané sou- části .....	23
4.1 Popis stroje FCQV 63 NC .....	23
4.2 Upnutí součásti .....	33
4.3 Výběr nástrojů .....	36
4.4 Řezné podmínky .....	36
4.5 Stavba programu .....	37
4.6 Seznam podprogramů ,,.....	38
4.7 Posunutí počátků .....	40
4.8 Korekce nástrojů .....	41
5. Zpracování programu .....	42

	str.
6. Ekonomické hodnocení .....	66
7. Závěr .....	70
8. Seznam příloh .....	72
9. Seznam použité literatury .....	73

## 1. ÚVOD, HOSPODÁŘSKOPOLITICKÝ ROZBOR

Číslicově řízená technologie obrábění nabývá v celosvětovém měřítku stále většího významu. Je to především proto, že kromě standartizace technologie je v současné době jedinou cestou automatizace obrábění v kusových, maloseriových a středně seriových výrobcích, které tvoří prakticky ve všech technicky vyspělých státech převažující část.

Automatizace se stále více uplatňuje a prosazuje ve všech oblastech technologie. Příčinou je především trvale se rozšiřující horizont vědeckého a technického poznání. Vědění lidstva se každých patnáct let zdvojnásobuje, takže pokrok lidstva jde neustále vpřed. Na druhé straně i počet obyvatel na Zemi přibývá rychleji, takže je zřejmé, že požadavky na výrobu zboží jsou stále vyšší.

Na tyto skutečnosti ostatně v poslední době reaguje i přestavba hospodářského mechanismu. Hospodářský mechanismus, jak uvedlo 7. zasedání Ústředního výboru KSČ, které proběhlo 17. a 18. 12. 1987, je koncipován tak, aby maximální měrou působil na urychlování vědeckotechnického rozvoje a inovační činnosti jako neoddělitelné součásti celého reprodukčního procesu, všech jeho částí.

Z toho vyplývá, že nemůže být do budoucna redukován pouze na řízení výzkumu a vývoje, ale že mírou jeho účinnosti je především celková technickoekonomická úroveň národního hospodářství. Toto pojetí zejména znamená, že technický rozvoj spolu s aktivitou a tvůrčí schopností lidí rozhoduje o

úrovni produktivity práce s níž vyrábíme, o spotřebě surovin a materiálů, o kvalitě užitných hodnot výrobků a jejich spolehlivosti. To vše je podmíněno i technickou úrovní základních fondů a používaných technologií.

Nelze již nadále považovat za jediný zdroj vědeckotechnického rozvoje naši vědeckovýzkumnou základnu, ale celý tvůrčí vědeckotechnický potenciál národního hospodářství včetně ostatních zdrojů vědeckotechnického rozvoje, jako jsou dovoz efektivní techniky, míra a kvalita zapojení do mezinárodní dělby práce, přísun nových poznatků, využívání vědeckotechnických informací a nákup licencí. Musí se brát v úvahu i spojování vědeckotechnického rozvoje s investiční výstavbou, jejími parametry a strukturou, s jejím podílem na modernizaci výrobní základny. Požadavkem je přitom špičková technicko-ekonomická úroveň strojů a zařízení, jak z tuzemska, tak z dovozu. K tomu je třeba zaměřit budoucí dovozní politiku i licenční politiku pro investiční výstavbu apod.

Z těchto závěrů jednoznačně vyplývá, že dojde k modernizaci strojového parku v našich podnicích a vedle ostatních progresivních prvků bude v národním hospodářství, zvláště pak ve strojírenství, nabývat na významu automatizovaná výroba, což prakticky znamená počítačem řízené obráběcí i jiné stroje.



## 1.1 Podstata číslicového řízení obrábění

---

Podstatou číslicového řízení obrábění je zadávání programu výroby součásti obráběcímu stroji ve formě čísel. Aby stroj rozuměl tomuto druhu zadání, jsou informace zaznamenávány v určitém kódu na nositeli informací, kterým může být např. děrná páska, děrný štítek či magnetická páska nebo disk. Při opakované výrobě je pak velkou výhodou možnost použít jednou vypracovaný program kdykoliv je potřeba.

## 1.2 Přímé řízení počítačem - CNC

---

Přímé řízení počítačem - CNC je vyšším stupněm řízení obráběcího stroje. CNC způsob představuje volně programovatelné řízení s řídicím počítačem obsahující paměť. Svou funkcí odpovídá číslicovému řízení, avšak hlavní funkce jsou řešeny pomocí softwarových stavebnicových prvků uložených v paměti počítače. V souboru tvoří tzv. CNC systémový program. Stejně jako u NC programu je i u CNC program obrobku zadán pomocí děrné pásky nebo ručního ovládacího panelu. Místo zapojení dekodéru je však zabudován díl systémového programu, který zabezpečí sejmutí řídicí pásky a dekodování. Sejmutá NC data je možno uložit do centrální paměti řídicího počítače. Ovládací funkce jsou zadány na přizpůsobovací obvody stroje z programu výstupů v číslicovém tvaru. Po transformaci souřadnic jsou dále zpracovány geometrické údaje programu interpolace.

CNC systémy mají následující přednosti:

- snížení počtu stavebnicových prvků, z čehož plyne zvýšení spolehlivosti,
- vysoká pružnost při změně výroby,
- využití počítače z čehož plyne, že odpadají chyby čtení dílčích programů během práce stroje,
- chyby nebo změny v programu je možno přímo korigovat na pultu.

### 1.3 Výhody nasazení NC (CNC) techniky

Nasazení NC techniky umožňuje zvláště:

- zvýšení výtěžnosti na jednotku zastavení plochy,
- zkrácení průběžného času výroby,
- zvýšení produktivity práce na jednoho pracovníka,
- snížení pracnosti,
- zavádění nových výrobních programů,
- zvýšení kvalitativních parametrů výrobků.

Řídící počítače jsou nasazovány tam, kde nestačí sledovat rychlost průběhu procesu, nebo kde je třeba sledovat velké množství řídicích funkcí.

K hlavním úlohám řídicích počítačů patří:

- zjišťování hodnot měření,
- zpracování měřených hodnot,
- kontrola,
- protokolování,
- řízení - polohy
  - výkonu apod.,
- strategické úlohy (optimalizace procesu).

## 2. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU V n.p. TECHNOMETRA ZÁVOD SEMILY

V n.p. Technometra, závod Semily je soustředěna převážně maloseriová výroba. Proto rozbor součástkové základny je zde velmi obtížný, mění se rok od roku a není v něm možno obsáhnout všechny výrobky.

Vyrábějí se zde letecké podvozky a jiné součásti pro letecký průmysl. Tyto součásti jsou mnohdy tvarově složité, náročné na přesnost a jakost povrchu, proto se z velké části vyrábějí na NC strojích, které nejlépe kladené požadavky zajišťují.

Při zvažování o výběru vhodných obráběcích strojů bylo řešeno několik variant. Nakonec bylo rozhodnuto o nákupu strojů z TOSu Kuřim, na které byly obstarány řídicí systémy firmy SIEMENS typu SINUMERIK 6ME. K nákupu zahraničních řídicích systémů bylo přistoupeno hlavně z toho důvodu, že naše systémy nejsou schopny zpracovávat tak rozsáhlé programy. Druhým důvodem byla poměrně malá provozní spolehlivost tuzemských systémů.

Obráběcí stroje jsou dvojího typu:

1. obráběcí centrum FCQV 63 NC
2. vertikální frézka FCEV 63 NC

Řídicí systém SINUMERK 6 ME je systémem stavebnicového typu, který lze snadno přizpůsobit pro řízení stroje, na kterém má být používán. Jeho centrální jednotka je řízena šestnáctibitovým mikroprocesorem INTEL 8086.

Uživatelská paměť je dodávána v rozsahu 64 kB až 1 MB. Nakoupené systémy jsou vybaveny pamětí 128 kB. Vstup a výstup řídicího programu je možný buď na děrné pásce nebo systémem DNC, vzhledem k tomu, že programovací středisko je vybaveno speciálním programovacím pracovištěm firmy RWT, které umožňuje propojení s řídicími systémy.

## 2.1 Výběr součástí

Mým úkolem bylo vytvoření programu pro obráběcí stroj FCQV 63 NC. Zhotovený program obrábí kapsu obrobku 3 211 101 2. Je to levé kování, které je součástí podvozku nově vyráběného letounu L 610 (viz příloha). Obrobek je z materiálu V. ROL N. 5, označení materiálu odpovídá označení dle ČSN 16532.

### 3. PROGRAMOVÁNÍ ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉHO OBRÁBĚNÍ

Nejčastěji jsou způsoby programování rozděleny podle zadávání programových souřadnic a podle stupně automatizace zpracování vstupních informací. S ohledem na zadávání souřadnic rozeznáváme programování absolutní a přírůstkové. Podle stupně automatizace zpracování vstupních informací rozdělujeme programování na programování ruční a strojní.

#### 3.1 Strojní programování

Potřeba podstatného rozšíření oblasti strojního programování vedla ke vzniku geometrických programovacích jazyků. Tyto jazyky zadávají počítači úlohy v symbolické formě a mají v podstatě univerzální použití. Nejvýznamnější představitel je jazyk APT používající se především v technické oblasti.

Základní vlastností programovacích jazyků je, že dovolují v poměrně jednoduché, symbolické formě napsat pro počítač vstupní program obsahující geometrické, technologické, povelové a pomocné instrukce.

Vypracovaný zdrojový program je zpracován v takové formě, aby z instrukcí v něm obsažených mohl počítač zvláštním výpočetním programem určit všechny potřebné informace pro sestavení řídicího programu pro NC stroj.

**P r o c e s o r** - zpracovává informace obecného charakteru.

Obvykle obsahuje 3 sekce:

pro překlad  
geometrické  
technologické

P o s t p r o c e s o r - zpracovává informace z geometrického  
a technologického procesoru s ohle-  
dem na konkrétní stroj a jeho  
možnosti.

Přestup k systému APT na EC 1033

System APT/360 včetně postprocesorů a katalogu nástrojů je  
nahrán na mg. disku DAPT Ø 1.

K překladu programu a spuštění výpočtu je třeba zadat násle-  
dující posloupnost řídicích příkazů:

```
// AAAAXXXX JOB ZZZZ, PPPPPP, REGION = 300 K
```

```
// EXEC ATPRUN 1
```

```
// SYSIN DD +
```

```
    PARTNO - jméno
```

```
    zdrojový text programu
```

```
/
```

```
//
```

kde AAAA je čtyřmístná alfanumerická značka programátora  
přidělená výpočetním střediskem

XXXX je čtyřmístná alfanumerická značka programátora

ZZZZ je čtyřmístné číslo zakázky přidělené organizací  
provozu

PPPPPP je jedenáctimístné jméno programátora

Podrobnější funkce a popis programovacího jazyka APT je  
uveden v manuálu APT a DP I. Žebrákové z r. 1987 /2/.

### 3.2 Absolutní a přírůstkové programování

---

Při absolutním programování se zadávají vzdálenosti bodů od předem určeného počátku - nulového bodu. Smysl pohybu nástroje vzhledem k obrobku není třeba v programu uvádět. Jsou určeny řídicím systémem na základě porovnání polohy v právě vykonávaném a následujícím bloku programu.

Při přírůstkovém programování se postupně od výchozí polohy nástroje zaznamenává přírůstek dráhy ve směru následného pohybu. Pro určení smyslu pohybu se musí přiřadit znaménko plus nebo minus, které vyjadřuje pohyb v kladném nebo záporném smyslu souřadných os. Základní kontrolou takového programu je, že součty inkrementů v jednotlivých osách musí být nulové.

### 3.3 Parametrické programování

---

#### 3.3.1 Možnosti a způsoby volání parametrických podprogramů

---

Technika tohoto programování umožňuje vytvářet libovolné obráběcí cykly v rámci kapacity uživatelské paměti. Je totiž podmínkou, že podprogramy ať už jsou či nejsou parametrické musí být uloženy výhradně v uživatelské paměti. Hlavní program může být v případě potřeby zpracován z děrné pásky.

Pomocí parametrického programování lze vytvářet:

1. Přeřazovací příkazy.
2. Aritmetické, logické operace, trigonometrické funkce.
3. Podmíněné, nepodmíněné skoky, podmíněné a nepodmíněné cykly.

Každý parametrický program je sestaven z tzv. formálních parametrů, kterým se před jeho vlastním zpracování přiřadí skutečné hodnoty. Vzhledem k tomuto principu lze vytvářet univerzální program např. pro obrábění proniku dvou válců proměnných průměrů.

Pro volání parametrických podprogramů jsou k dispozici dva typy funkcí.

Funkce G 65 je funkcí, která volá podprogram, jež se může až 99 opakovat.

Funkce G 66 je funkcí, která volá podprogram po každém zaplohování libovolné osy. Volání se ruší funkcí G 67.

Pro uložení programů do paměti mohou být použita čísla 0001 až 9999. Tato čísla jsou rozdělena do několika skupin. Některé jsou možné volat volitelnými funkcem M a G a lze je chránit proti případnému nepovolanému zásahu.

### 3.3.2 Typy parametrů

Parametry, kterými programátor při programování může disponovat jsou rozděleny do třech skupin:

1. Lokální parametry
2. Společné parametry
3. Systémové parametry

Lokální parametry -

jsou takové, které jsou účinné pouze v daném volaném podprogramu, kdy spolu s funkcí G 65 (G 66) jsou definovány přes



adresy A, B, C, I, J, K, D, E, F, H, M, Q, R, S, T, U,  
V, W, X, Y, Z.

Těmto adresám jsou pevně přiřazena čísla parametrů dle  
tabulky.

Typ 1	Typ 2	
A	A	1
B	B	2
C	C	3
I	I 1	4
J	J 1	5
K	K 1	6
D	I 2	7
E	J 2	8
F	K 2	9
-	I 3	10
H	J 3	11
-	K 3	12
M	I 4	13
-	J 4	14
-	K 4	15
-	I 5	16
Q	J 5	17
R	K 5	18
S	I 6	19
T	J 6	20
U	K 6	21
V	I 7	22
W	J 7	23
X	K 7	24
Y	I 8	25
Z	J 8	26
-	K 8	27
-	I 9	28
-	J 9	29

Typ 1	Typ 2	
-	K 9	30
-	I 10	31
-	J 10	32
-	K 10	33

V případě volání podprogramu z podprogramu a po opětovném se vracení jsou lokální parametry rovny hodnotám před voláním. Toto je zaručeno i při dovoleném čtyřnásobném vrstvení, neboť vyrovnávací paměť je řízena tak jako by byly lokální parametry 1 až 33 v systému zahrnuty 4 krát. Uskuteční-li se volání podprogramu přes funkci M je možné tyto lokální parametry použít jako společné.

Společné parametry -

jsou oproti lokálním parametrům účinné ve všech podprogramech a lze pomocí nich např. přenášet potřebné hodnoty z podprogramu do podprogramu.

Jsou rozděleny do 3 skupin:

- a) 100 až 149 při vypnutí systému jsou nulovány
- b) 500 až 511 jsou zachovány i při vypnutí systému
- c) 512 až 559 jsou uchovány, ale na monitoru nezobrazitelné

Pro společné parametry neexistují přiřazené adresy.

Systémové parametry

1. Systémové parametry pro korekce nástrojů

2000 - 2064

pozn. 2000 vždy roven nule

2. Systémové parametry pro posun nulového bodu  
Aditivní nulový bod

G 54		2501
G 55		2502
G 56	osa x	2503
G 57		2504
G 58		2505
G 59		2506
G 54		2601
G 55		2602
G 56	osa y	2603
G 57		2604
G 58		2605
G 59		2606
G 54		2701
G 55		2702
G 56	osa z	2703
G 57		2704
G 58		2705
G 59		2706
G 54		2801
G 55		2802
G 56	osa A	2803
G 57		2804
G 58		2805
G 59		2806

3. Systémové parametry pro dodatečné hlášení chyb

Hlášení je možné programovat přes 3000

př.: 3000 = 199 (SDĚLENÍ CHYBY)

max. 26 znaků

#### 4. Systémové parametry pro zachycení času

3001 je pro zachycení času v milisekundách. Maximální čas je 65 536 ms. Po dosažení této hodnoty se automaticky nuluje.

3002 je pro zachycení času v hodinách. Jsou uvedeny do činnosti po stisknutí tlačítka START CYKL. Po ukončení aut. cyklu se zastavují na dosaženém čase.

Nulování: 3002 = 0

#### 5. Systémový parametr 3005 pro ovládání provozních režimů

Tabulka provozních režimů

1.	zrcadlení osy X	0	0 OFF	1 ON
2	zrcadlení osy Y	0	0 OFF	
4	zrcadlení osy A	0	0 OFF	
8	kontrola parity	1	0 OFF	
16	kód pro výstup programu	1	0 EIA	1 ISO
32	odměřovací soustava	0	0 mm	1 INCH
64	vstupní zařízení	0	0 TAPE	1 RMT
128	výstup programu	1	1 RS232C	

#### 6. Systémové parametry k pomocnému vložení samodržných nebo-li modálních funkcí

4001	účinná funkce G skupiny 1
4002	účinná funkce G skupiny 2
.	
.	
.	
4021	účinná funkce G skupiny 21

4102	účinná	B funkce
4107	účinná	P - fce
4109	účinná	F - fce
4111	účinná	H - fce
4113	účinná	H - fce
4114	číslo věty	
4115	číslo programu	
4119	hodnota S - fce	
4120	hodnota T - fce	

### 7. Systémové parametry pro snímání polohy

5001	X	
5002	Y	
5003	Z	skutečná poloha bez korekce
5004	A	nástroje s posunem nul. bodu
5021	X	
5022	Y	
5023	Z	skutečná vzdálenost od
5024	A	ref. bodu
5041	X	
5042	Y	
5043	Z	skutečná poloha s korekcí nástroje
5044	A	s posunem nul. bodu
5083		aktuální korekce nástroje
5101	X	
5102	Y	
5103	Z	
5104	A	vlečná vzdálenost

### 3.3.3 Operace s parametry

#### 1. Aritmetické funkce

+	sčítání
-	odečítání
*	násobení
/	dělení
SQRT	druhá odmocnina
ABS	absolutní hodnota
ROUND	zaokrouhlení
FIX	zaokrouhlení dolů
FUP	zaokrouhlení nahoru

Pro aritmetické operace platí běžná prioritní pravidla.

#### 2. Trigonometrické funkce

SIN	sinus
COS	cosinus
TAN	tangens
ATAN	arcustangens

Argumenty jednotlivých funkcí jsou nutné zadávat ve stupních

#### 3. Skokové funkce

V podprogramech mohou být provedeny příkazy skoku, kdy čísla jednotlivých bloků mají význam návěští skoku.

Příkazy skoku můžeme rozdělit do dvou skupin:

##### 1) nepodmíněné skoky

GOTO

příkazem GOTO a číslem bloku může být definová nepodmíněný skok a to směrem vpřed i zpět.

## 2) podmíněné skoky

IF [            ] GOTO n

V závislosti na pravdivosti podmínky v hranaté závorce se buď provede skok nebo program pokračuje.

Je-li výrok pravdivý.

Pro podmínku skoku jsou povoleny tyto operátory:

EQ	=
NE	≠
GT	>
LT	<
GE	≥
LE	≤

## 4. Příkazy pro cykly opakování určitých částí programu.

Uvnitř programu mohou být provedeny opakované instrukce s podmínkou nebo bez. Cyklus pro opakování začíná příkazem DO a končí příkazem END.

V podprogramech mohou být realizovány maximálně trojnásobné cykly otevřené instrukcemi DO 1, DO 2, DO 3. Uzavřeny musí být v opačném pořadí END 3, END 2, END 1.

Z cyklu opakování může být proveden podmíněný skok. Skok opačným směrem je však nepřípustný.

Dále je možno programovat cyklus opakování omezený podmínkou. Takovéto cykly jsou realizovatelné příkazy.

WHILE [ ..... ] DO 1, DO 2, DO 3 a END 3, END 2, END 1.

Je-li podmínka pravdivá je prováděn cyklus opakování.

Pokud tato podmínka pravdivá není je prováděn příkaz následující za příslušným END 3, 2, 1.

#### 4. ŘEŠENÍ DÍLČÍ TECHNOLOGIE A PROGRAMU DANÉ SOUČÁSTI

##### 4.1 Popis stroje FCQV 63 NC -----

Vertilání frézka FCQV 63 NC se sestává z několika montážních skupin. Rám stroje tvoří stojan pevně spojený šrouby s ložem. Na loži se pohybují příčně saně, po nichž se pohybuje v podélném směru stůl. Na stojanu je připevněn zásobník s výměníkem nástrojů a po vedení stojanu se pohybuje ve svislém směru vřeteník.

L o ž e je tuhé konstrukce, v přední části opatřené plochým vedením, ve kterém se pohybují příčně saně nesoucí pracovní stůl. Na zadní části lože je pevně přišroubován stojan. Pro odstranění třísek z prostoru pracovního stolu jsou v loži vytvořeny skluzy, kterými jsou třísky odváděny do odpadových mís. Odpadové mísy jsou na nádržích chladící kapaliny, které jsou umístěny po obou stranách lože. Proti znečištění jsou vodící plochy chráněny teleskopickými plechovými kryty.

S t o j a n je pevně přišroubován na zadní část lože. Přední strana stojanu je opatřena plochým vedením, ve kterém se pohybuje ve svislém směru vřeteník. Vedení je chráněno proti znečištění teleskopickými plechovými kryty. Vnitřní prostor stojanu je využit pro instalaci elektro, chlazení a hydrauliku.



P o d é l n ý a p ř í č n ý s t ů l je obdélníkového tvaru. Upínací plocha je opatřena T drážkami pro upnutí obrobku. Jednotná rovina stolu dovoluje upínat součásti bez ohledu na sběrné kanály chladící kapaliny. Požélný stůl se pohybuje v plochem vedení, které je vytvořeno na příčných saních. Příčné saně se pohybují po vedení lože, jehož široké vodící plochy zaručují stabilitu, jak podélného stolu, tak i příčných saní.

V ř e t e n í k se pohybuje svíse ve vodících plochách stojanu. Vřeteno je uloženo v přesných válečkových ložiskách, axiální síly jsou zachyceny axiálním ložiskem. Ložiska jsou uložena v ocelové přírubě, která je chlazena probíhajícíím olejem. Náhon převodovky je proveden regulačním elektromotorem přes čtyřstupňovou převodovku, automaticky řazenou. Otáčkové stupně jsou jemně odstupňovány a lze je v celém rozsahu programovat. Upínání nástrojů je automatické pomocí mechanismů umístěných v tělese vřeteníku.

V ý m ě n a n á s t r o j ů ze zásobníků je automatická podle technologických potřeb, které umožňuje programovat program pracovních cyklů, uvedených v programu. Nástroje jsou kódovány.

P o s u v y - každý směr posuvu má vlastní servopohon MEZOMATIC, který přes spojku nahání kuličkový předepjatý pohybový šroub, uloženy ve speciálních radiálně axiálních ložiskách. Vůle mezi maticí a šroubem je vymezena výrobcem.

Změna rychlosti posuvu je programovatelná. Při ručním řízení je změna posuvu umožněna přepínačem na ovládacím panelu.

**M a z á n í** - po uvedení stroje do chodu jsou automaticky mazány všechny vodící plochy, matice kuličkových šroubů a převodová skříň vřeteníku. Množství oleje dodávané pro mazání vodících ploch a matic kuličkových šroubů je závislé na čase.

**CH l a z e n í** - je provedeno samostatným čerpadlem přes regulační ventil k nástroji. Dodávka chladicí kapaliny je programovatelná pro případ automatických pracovních cyklů.

**H y d r a u l i c k ý s y s t é m** - sestává z hydraulického agregátu pro pomocné funkce stroje, zejména

- pro vyvažování vřeteníku
- pro automatické řazení ozubených převodů vřeteníku
- pro upínání nástrojů
- pro ovládání funkcí zásobníku nástrojů

**Ch l a d í c í a g r e g á t** - médiem pro chlazení vřeteníku je protékající olej chlazený v kompresorovém chladiči oleje. Pro větší účinnost chlazení jsou ložiska vřetena uložena v ocelové přírubě, její povrch je upraven pro větší účinnost chlazení.

**Z á s o b n í k n á s t r o j ů** - je umístěn na stojanu. Nástroje jsou kódovány. Na zásobník je pevně připevněn výměník nástrojů a mechanismy pro funkci zásobníku.

Zásobník je trvale v místě výměny a výměna se provádí při konstantní výškové poloze vřeteníku. Vyhledání a dopravení nástroje do místa pro výměnu se provádí během pracovní operace, vlastní výměna trvá 7 s.

Technická data zásobníku:

počet nástrojů	. . . .	24
maximální průměr nástroje	. . . .	340 mm
maximální délka nástroje od cíle vřetena	. . . .	130 mm
maximální hmotnost nástroje	. . . .	20 kg

V ý m ě n í k n á s t r o j ů je připevněn na konstrukci zásobníku a tvoří s ním jeden celek. Všechny pohyby dvou-ramenné páky pro výměnu nástrojů jsou ovládány hydraulicky.

Celá výměna má dvě fáze:

- vyhledání nástroje podle kódu a jeho doprava do místa výměny
- uvolnění nástroje, jeho výměna a upnutí

E l e k t r i c k é v y b a v e n í zajišťuje funkci stroje jak v programu řízeném řídicím systémem, tak v ruční obsluze, kdy je stroj ovládán tlačítky z řídicího panelu. Elektropřístroje a programovatelný automat určený k ovládání jednotlivých částí stroje je umístěn ve skříni rozvaděče. Z řídicího závěsného panelu lze ovládat stroj z místa pro obsluhu nejvýhodnějšího.

O v l á d á n í s t r o j e je automatické prostřednictvím souvislého řídicího systému nebo ruční ze závěsného