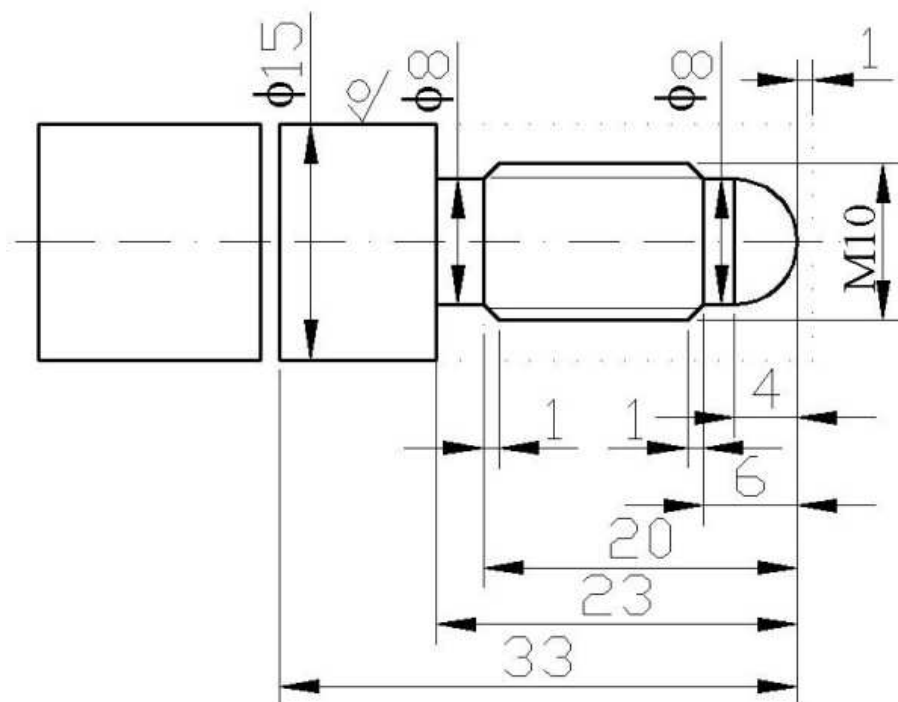


## 4. Programování – řešené příklady

### a. Programování v absolutních souřadnicích – soustruh

Pro řešení příkladu byl použit software řídicího systému Mikronex, který používá soustruh SUF 16 CNC. Je určen především pro výcvik programátorů a obsluhy, má nenáročný programování a obsluhu stroje.



Obr. 27 Zátka, kótováno od základny výhodné pro absolutní programování

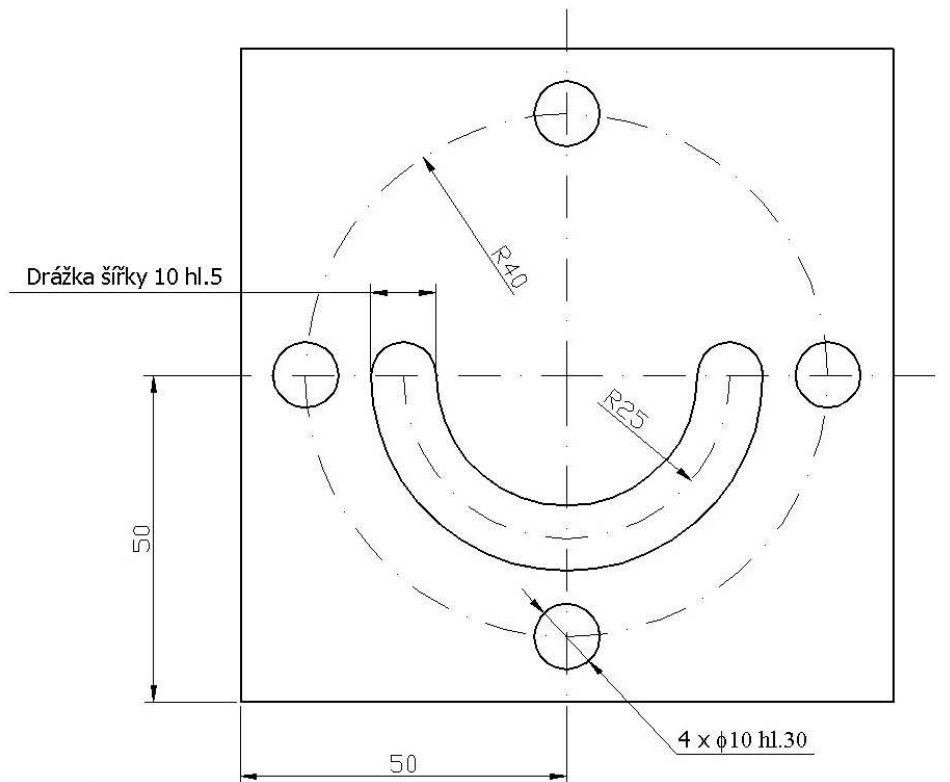
Řešený příklad pro soustruh SUF 16 CNC obr. 27.

(řezné podmínky neřešeny, posuv v mm/min, pro názornost se tvar nehrubuje).

N	G (M)	X	Z	Ostatní symbol y	Popis činností

4	92	20	25		Poloha nástroje. Též bod výměny nástroje.
8	M03			S2000	Otáčky vřetene, nástroj před osou.
12	00	8	2		V Z je 1 mm přídavek na čele +1 mm bezpečnostní vzdálenost.
16	01	8	-6	F200	Soustružení osazení $\phi 8$
20	01	10	-7	F200	Soustružení sražení.
24	01	10	-19	F200	Soustružení pro závit
28	01	8	-20	F200	
32	01	8	-23	F200	Soustružení tvarového zápichu,
36	01	16	-23	F200	nůž musí mít vhodný úhel $H'$ .
40	00	16	0		Odjezd rychloposuvem
44	00	8,1	0		Příjezd k zarovnání čela
48	01	-1	0	F200	Soustružení čela za osu - vzhledem k rádiusu špičky nože.
52	03	8	-4	R4 F200	Soustružení rádiusu.
56	00	20	25		Odjezd do bodu výměny nástroje.
60	M03			S200	Snížení otáček pro následující závit
64	M06	dosadit korekce		T2	Závitový nůž
68	00	10,1	-5,5		Rychloposuvem před závit
72	78	8,16	-20,5	U0,2 K1,5	Použití závitového cyklu U=hloubka třísky K=stoupání závitu. 8,16=malý průměr závitu
76	00	20	25		Odjezd do bodu výměny nástroje
80	M06	dosadit korekce		T3	Upichovací nůž – šířka 3 mm
84	00	16,1	-33,5		Příjezd pro upíchnutí. Přídavek na čele pro další obrábění.
88	01	-1	-33,5	F200	Upichování.
92	00	20	-33,5		Výjezd nožem.
96	00	20	25		Odjezd do bodu výměny nástroje.
100	M05				Zastavení vřetene. (Funkce M06 startuje předchozí otáčky.)
104	M06	0	0		Původní nástroj – rohák(stranový) – korekční.
108	M30				Konec programu

b. Programování v absolutních souřadnicích – frézka



Obr. 28 Deska, kótováno z osy souměrnosti výhodné je posunout nulový bod do osy souměrnosti

Řešený příklad, obr. 28, - použit software řídicího systému Sinumerik 810/810 T.

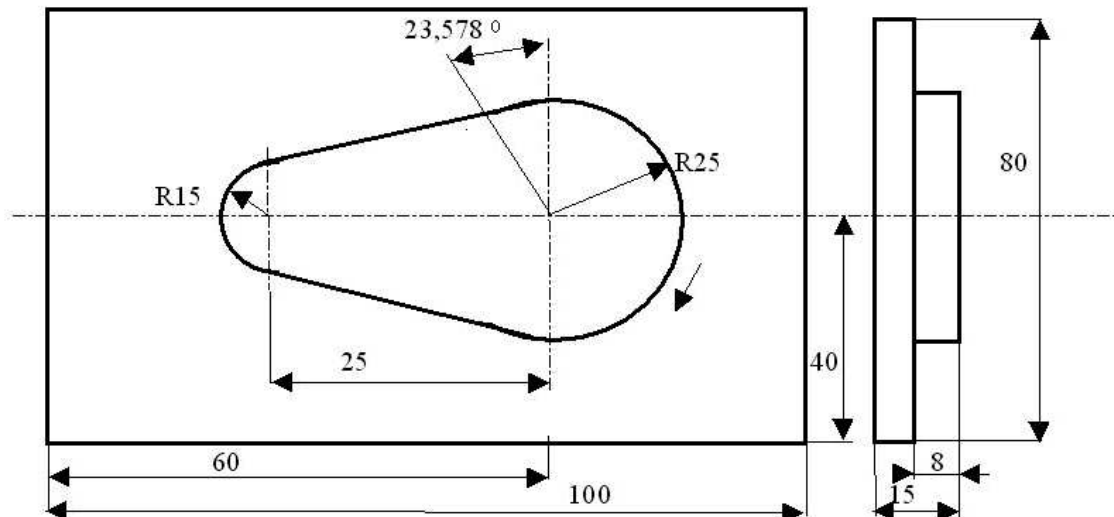
Z technologického postupu popis operace : Frézovat půlkruhovou drážku a 4 otvory.  
 Výchozí materiál : 100 x 100 – 50 Jakost neudána. *Řezné podmínky a jakost plochy neřešeny.*

Bloky programu	Popis činností
N0005 G 90 G 54	Absolutní programování. Posun nulového bodu na čelisti.
N0010 G 58 X 50 Y 50 Z 5	Další posun 0 bodu na obrobek – do středu součásti.
N0015 G 00 X -100 Y 0 Z 50	Stanoven bod výměny nástroje.
N0020 T1 D1 M3 S1000 F200	Technologický řádek T1 = drážkovací fréza $\phi$ 10.
N0025 G 0 X 0 Y 0 Z 1	Nájezd nad střed obrobku (nad nulový bod).
N0030 G 0 X -25 Y 0 Z 1	Nájezd nad osu kruhové drážky. 1 mm bezpečnostní vzdálenost.
N0035 G 1 Z -5	Nástroj zapichuje hloubku drážky

N0040 G 3 X 25 Y 0 Z -5 I 25 J 0	Frézování půlkruhové drážky, proti směru hod. ručiček.
N0041 G 0 Z 1	Výjezd z drážky.
N0045 X-100 Y 0 Z 50	Odjezd do bodu výměny nástroje.
N0055 T2 D2 S1500 F280	Výměna nástroje T2 vrták $\phi$ 10 a řezné podmínky.
N0065 G 0 X -40 Y 0 Z 1	Najetí nad otvor roztečné kružnice R 40. Nepoužít cyklus vrtání na roztečné kružnici,
N0070 G 1 Z -30	vrtání a výjezd řešen funkcemi G 01, G 02.
N0075 G 0 Z 1	
N0080 G 0 X 0 Y 40	
N0085 G 1 Z -30	Přejezd do jiných souřadnic a opakování.
N0090 G 0 Z 1	
N0095 X 40 Y 0	
N0100 G 1 Z- 30	Přejezd do jiných souřadnic a opakování.
N0105 G 0 Z 1	
N0110 X 0 Y -40	
N0115 G 1 Z -30	Přejezd do jiných souřadnic a opakování.
N0120 G 0 Z 1	
N0125 X -100 Y 0 Z 50	Odjezd do bodu výměny nástroje.
N0130 M 30	Konec programu.

### c. Pomocí polárních souřadnic – frézka

Pro řešení příkladu byl použit software MTS. Určen především pro výcvik programátorů, jednoduché programování.



Obr. 29 Vačka - příklad pro programování pomocí polárních souřadnic

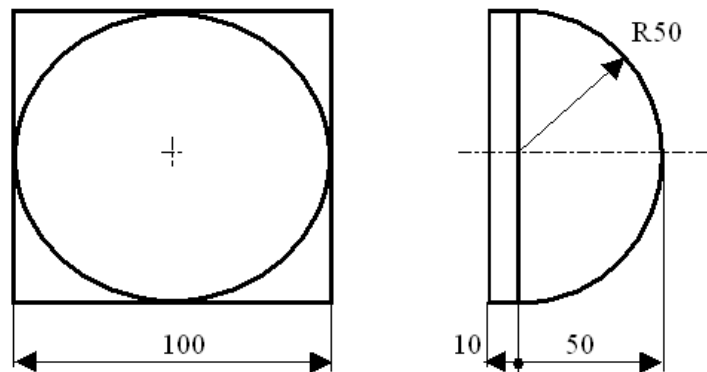
Řešený příklad, obr. 29, - použit software MTS

Z technologického postupu popis operace : frézovat tvar vačky  
 Výchozí materiál : 100 x 80 – 15 *Řezné podmínky a jakost plochy neřešeny.*  
 Nulový bod: levý přední horní bod polotovaru  
 Nástroj: T1 válcová fréza D=50 správné hodnoty korekcí.

Bloky programu	Popis činností
N G90 ....	Absolutní programování.
N G54 X150 Y160 Z15 ....	Posunutí souřadnicové soustavy do nulového bodu obrobku.
N G59 X60 Y40 ....	Další posuv přírůstkově do středu R 25.
N T0101 S1000 F300 .... M03	Technologický řádek.
N G0 X70 Y0 Z-8 ....	Příjezd k materiálu, k tříisce, programována osa frézy.
N G41 X25 Y0 G46 A15 ....	Rádiusové korekce. Nájezd po oblouku r15 do prvního bodu kontury.
N G12 I0 J0 A-113,578 .... P070	Středový bod pólu. Cílový bod rádiusu ve stupních, rádius vyjádřen v předchozím bloku souřadnicemi X 25 Y0.
N G11 I-25 J0 A-113,578 .... B15	Přímka v cílovém bodu (definován souřadnicemi) rádiusu R(B)15.
N G12 I-25 J0 .... A+113,578	Obrábění rádiusu R15.
N G11 I0 J0 A113,578 .... B25	Přímka k R25.
N G12 I0 J0 A0 ....	Obrábění rádiusu R25, výchozího bodu obrábění.
N G40 G46 A15 ....	Zrušení korekcí a odjezd nástroje po oblouku.
N G26 ....	Odjezd do výchozího bodu výměny nástroje, definován na stroji.
N M30 ....	Konec programu

d. Pomocí parametrů – frézka

Pro řešení příkladu byl použit software MTS. Určen především pro výcvik programátorů, jednoduché programování. Zde je uvedeno jedno z možných řešení. Lze takto řešit různé tvary.



Obr. 30 Polokoule

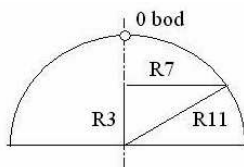
Příklad pro programování pomocí parametrů na frézce

Řešený příklad, obr. 30, - použit software MTS

**Z technologického postupu popisu operace : frézovat tvar polokoule jako tvar ve formě zápusky. Výchozí materiál : 100 x 100 – 60 Jakost neudána. Řezné podmínky a jakost plochy neřešit!**

Nulový bod: levý přední horní bod polotovaru- po přesunu je nulový bod na vrcholu polokoule.

Nástroj: T1 stopková fréza D=40 správné hodnoty korekcí



Obr. 31

Vyjadřuje definování pro výpočet parametrů – použití Pythagorovy věty

Bloky programu	Popis činností
N0 G90 1	Absolutní programování.
02 G54 X150 Y150 Z60	Posun nulového bodu.
03 G59 X50 Y50	Další posun přírůstkově.
04 T0101 M03 S1000 F200	Technologický řádek.

*následně budeme zapisovat – definovat parametry:*

05 R01=+100	Průměr polokoule.
06 ) R11=R1/2	Poloměr polokoule.
07 ) R2=[R11*-1]	Základna polokoule $R2 = 50 * -1 = -50$ .
08 R03=0,0	Přírůstek v ose Z od základny.
09 R04=2,0	Přírůstek v ose Z (Tříska 2mm neodpovídá jakosti plochy , zde pro názornost).
10 ) R5=R11/R4	Počet opakování. $R5 = -50 / 2 = -25$
11 R6=20	Poloměr nástroje.
12 ) R7=SQRT[[R11*R11]- [R3*R3]]	(odmocnina v Pythagorově větě). Obr.31 Aktuální poloměr polokoule. $R7 = \sqrt{(25^2 - 0^2)}$
13 ) R8=[-1*R7]	Souřadnice středu rádiusu. $R8 -1 * 25 = -25$
14 ) R9=[R7+R6+9]	Hodnota najetí v ose X (9 je bezpečnostní rezerva). $R9=25+20+9$
<i>nyní pokračujeme v programování</i>	
15 G00 XR09 Y0 ZR02	Příjezd k materiálu.
16 G41 XR07 Y0 G46 A2	Korekce a nájezdy.
17 G02 XR07 Y0 IR08 J0	Frézování po kružnici.
18 G40 G46 A2	Ukončení korekcí a odjetí.
19 ) R02=[R02+R04]	Oprava základny polokoule při další třísce.
20 ) R03=[R03+R04]	Oprava souřadnice Z.
21 G23 SR05 P12 Q20	Opakování programu (S krát) od bloku na 12-tém řádku (P) až do 20-tého řádku (Q).
22 G26	Odjetí do bodu výměny nástroje.
23 M30	Konec programu.

#### e. Programování konturové

Často se programátoři setkávají s výkresy kde konstruktér nezakótoval důležité body, které jsou nutné pro programování např. kontury, které musí zapsat do programu. Jde zejména o průsečíky, tečné body přímek, kruhových oblouků. Pokud přímky jsou rovnoběžné s osami souřadnic, lze požadované body vypočítat bez větších problémů z výkresu. V případě, když oblouky nejsou v celých kvadrantech a přímky nejsou rovnoběžné s osami, to vyžaduje náročné výpočty. Softwarové řešení nabízí možnost tak, že zadáním různých možností spojení základních elementů (které mohou být zadány tečným spojením, úhlem, bodem, sražením, zaoblením) vypočítat požadované body souřadnic a tyto přenést do programu.

#### f. Programování dílenské

Postupem doby a vývojem techniky (výkonnější hardware přímo na stroji) v některých případech přenáší se programování do dílny. Kvalifikovaná obsluha v překrytém čase, kdy koná pasivní dozor u CNC stroje který obrábí, využívá čas a připravuje si program pro další vyráběnou součást. Zde je jednotnost programováním v dílně s externím programátorským pracovištěm. Programuje se interaktivně, při využití grafické podpory tak, že je možno přímo na simulátoru vidět simulaci obrábění dynamicky po jednotlivě napsaných blocích. Programuje se ve smyslu zde popsanych způsobů. Při napojení na síť je možnost přebírání výkresů z CADu (často i použit CAD/CAM), přebírání externě vyhotovených programů.

## 5. Závěrem k ručnímu programování.

Při ručním programování se v současnosti se převážně používá kód ISO v popsaném absolutním programování. Znalost programování přírůstkového byla nutná pro stroje NC řízené děrnou páskou, které „znaly“ pouze programování přírůstkové, avšak toto již nyní ztratilo na významu. Ruční programování se také používá v systémech, které nahrazují kód ISO, tyto mají za úkol zpřehlednit, zjednodušit a zejména zrychlit tvorbu programu. Za představitele lze považovat firmu HAIDENHAIN, MAZAK s jazykem Mazatrol a jsou i další. V programech se používají mnemotechnické zkratky, zachová se řádková struktura. Často lze při tvorbě programu kombinovat tento specifický programovací jazyk s programováním v kódu ISO. Viz závěrečná kapitola této publikace s ukázkami příkladů.

Programy je výhodné tvořit, zejména ty náročné, mimo stroj programátorem na vhodném PC s příslušným softwarem řídicího systému a též v tomto systému jej softwarově odsimulovat – odladit. Výhoda spočívá v ekonomii provozu : Programátor se lépe může soustředit na svůj úkol. Náklady na nevyrábějící stroj na kterém by se tvořil program jsou vyšší než náklady na PC se softwarem, na kterém pracuje programátor. Programátor takto obsluhuje více CNC strojů. Programy lze nahrávat do stroje pomocí přenosného počítače, diskety nebo sítě. Programování na stroji provádí se vyjímečně, to v případech relativně jednoduchých programů. Programuje se pokud možno v překrytém čase (kdy stroj pracuje) a to provádí většinou kvalifikovaný pracovník obsluhující stroj. Využití času obsluhy lze též obsluhou více strojů, to vše záleží na organizaci práce, charakteru výroby na daném pracovišti, dílně, firmě.

Obecně platí, že dobrý technolog - programátor si ověří vytvořený program na stroji při výrobě první součásti. Jde zejména o průběžné získávání zkušeností z oblastí tvorby programu, zadaných řezných podmínek, znalostí strojů a nástrojů.

Produktivnější, rychlejší pro vytvoření CNC programu jsou CAD/CAM systémy, nyní již jsou efektivní i pro méně náročné součásti. V CAD/CAM systémech se pomocí postprocesoru se přeloží vytvořený program pro řídicí systém daného stroje. Z tohoto důvodu již přestává být aktuální programování polární a parametrické vzhledem ke své náročnosti. Programování pomocí softwarů CAD/CAM je programování automatizované, to na rozdíl od ručně psaných bloků do bloků programu.