

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

**Laboratorium
Programowanie Obrabiarek CNC**

Przewodnik do ćwiczenia

Nr H5

Programowanie parametryczne

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 20 kwietnia 2020

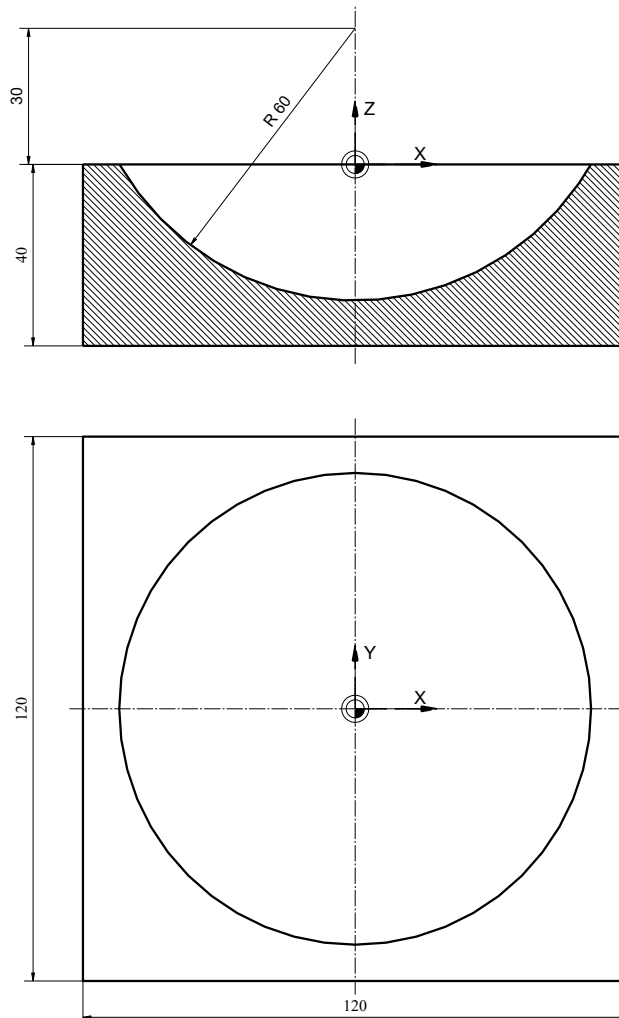
1. Przygotowanie

Przed wykonaniem danego ćwiczenia należy:

- zapoznać się z Przewodnikiem 0H – instalacja, uruchomienie i obsługa iTNC520,
- zainstalować lub mieć dostęp do zainstalowanego programu iTNC530
- zapoznać się z instrukcją do ćwiczenia 6H-programowanie podprogramów oraz 7H-programowanie parametryczne

2. Układ współrzędnych

Przed rozpoczęciem pisania programu należy na rysunku nanieść początek układu współrzędnych WCS (symbol) oraz oznaczyć osie współrzędnych, tak aby było widoczne gdzie jest $X=0$, $Y=0$ i $Z=0$. Dla tej części najlepiej wybrać punkt środkowy na powierzchni górnej.



Przykładowy rysunek przedmiotu

3. Wprowadzenie danych programu

Na początku należy dobrać narzędzia. Załóżmy że materiałem obrabianym będzie PA6 (stop aluminium). W tym zadaniu będą potrzebne 2 narzędzia:

- dobór narzędzia - dla obróbki tej części należy dobrać narzędzia i parametry:
 - frez składany o średnicy około 25 mm do obróbki zgrubnej,
 - frez kulisty o średnicy ok $\varnothing 10$ do obróbki wykańczającej,
- zapisać dobrane dane narzędzi do tabelki narzędziowej pod rysunkiem,
- zdefiniować narzędzia w tabeli narzędziowej układu sterowania. Dla freza kulistego należy wprowadzić, oprócz długości, promień R np. R=5 promień naroża R2=5 aby na symulacji pokazywane było narzędzie jako kuliste,
- utworzyć nowy program,
- zdefiniować półfabrykat.

4. Opracowanie programu

4.1.Wprowadzanie danych

Przy programowaniu parametrycznym będziemy często używali klawisza Q (parametru). W niektórych przypadkach lepiej jest wcisnąć klawisz Q na klawiaturze alfanumerycznej po lewej stronie (będę nazywał Q alfanumeryczna) a czasami Q na klawiaturze numerycznej (Q numeryczna)

W przypadku programowania parametrycznego zakładamy, że program może być wykonywany dla różnych wymiarów przedmiotu, gdzie w parametrach zapisane będą wymiary, które można zmieniać przy obróbce konkretnego przedmiotu. Ponieważ w tym przypadku nie będziemy korzystali z cykli o numerach od 20 – 24 możemy użyć parametrów Q od 1 do 99.

W tym przypadku na początku programu, zaraz po BLK FORM wprowadzimy wymiary tego przedmiotu do parametrów.

Aby wprowadzić parametr Q należy: wcisnąć klawisz Q (alfanumeryczna), wprowadzić numer parametru, zatwierdzamy ENTER i po znaku równa się wprowadzić wartość parametru, można opisać ten parametr wciskając klawisz średnika a po nim opis parametru, np.:

```
Q1 = 60 ;PROMIEŃ CZASZY
Q2 = 30 ;ŚRODEK CZASZY W OSI Z
;
;
```

W tym miejscu będziemy dopisywali następne parametry Q, które będą nam potrzebne w trakcie pisania programu. Można zostawić kilka linii wolnych wciskając klawisz średnika aby wizualnie oddzielić te parametry od programu.

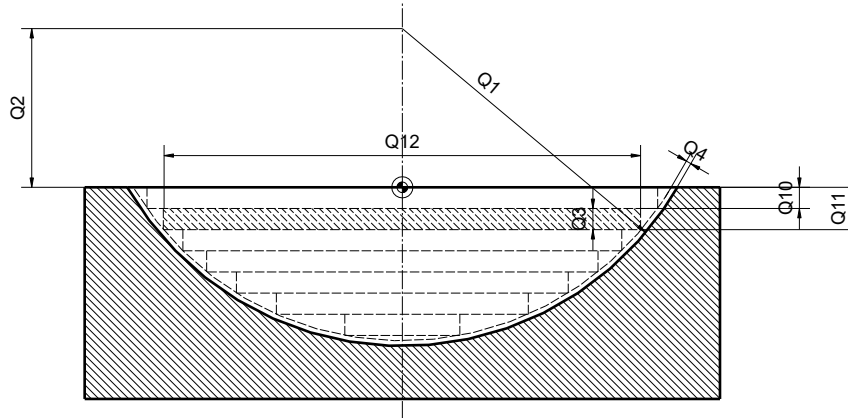
4.2.Obróbka zgrubna

Obróbkę zgrubną (wybranie materiału z wnętrza tej czaszy) wykonamy cyklem frezowania wnęki okrągłej.

Najpierw wywołamy narzędzie i parametry obróbki oraz ustawimy narzędzie w środku czaszy i włączymy obroty.

TOOL CALL 4 Z S3000 F600 ;frez 25
L X+0 Y+0 Z+100 FMAX M3

Do zaprogramowania kolejnych warstw zgrubnego wybierania materiału ze środka czaszy posłużymy się schematem.



Będziemy wybierali kolejno warstwy zaznaczone na rysunku. Ale w tym celu musimy wprowadzić kolejne parametry ustawcze, które należy dopisać po parametrze Q2, i tak przyjmujemy:

Q3 = 2 ; GRUBOŚĆ WARSTWY

Q4 = 0.3 ;NADDATEK NA OBRÓBKĘ WYKAŃCZAJĄCĄ

Pewną część parametrów Q będziemy używali w programie jako zmienne. Aby pozostawić kilka wolnych parametrów Q ustawczych na początku (do wykorzystania później), zmienne parametry Q będziemy definiowali od Q10.

Na początek zdefiniujemy współrzędną górnej powierzchni wnęki (będzie zmienna) oraz wymiar od powierzchni górnej przedmiotu do dna wnęki. Te wartości należy wpisać po bloku L ze wstępnymi ustawieniem narzędzia.

L...

Q10 = 0 ;WSPÓŁRZĘDNA GÓRNEJ POWIERZCHNI WNĘKI

Q11 = Q3

Kolejne warstwy będziemy wybierali w pętli, gdzie wymiary gniazda, średnicę, będziemy obliczali z równań uwzględniając naddatek na obróbkę wykańczającą. Na początek obliczymy promień wnęki r , skorzystamy z powyższego schematu i równania Pitagorasa:

$$(Q1 - Q4)^2 = (Q2 + Q11)^2 + r^2$$

Po przekształceniu otrzymamy:

$$r = \sqrt{(Q1 - Q4)^2 - (Q2 + Q11)^2}$$

Ponieważ będziemy wykonywali obróbkę kolejnych warstw w pętli wprowadzimy do programu etykietę, od której będziemy w pętli wykonywali powtórzenia (po bloku z Q11=), (klawisz LBL SET)

LBL 1

a następnie obliczymy średnicę gniazda na podstawie wyprowadzonego równania (r^2) i zapiszemy w zapisie programu (Q alfanumeryczne), jako zmienna Q12. Po wprowadzeniu „Q12=” w dolnych klawiszach menu szukamy odpowiednich działań matematycznych (uwaga przy wpisywaniu po znaku „=” parametrów Q musimy użyć klawisza Q numeryczna):

$$Q12 = \text{SQRT}((Q1-Q4)^2 - (Q2+Q11)^2) * 2$$

Teraz można zdefiniować cykl ogólny do frezowania wnęki. Wybieramy CYCL DEF następnie z dolnego menu „Kieszenie czopy” oraz cykl 252 „Wybieranie kołowe”. Jako niektóre parametry tego cyklu wprowadzamy Q parametry obliczone lub przyjęte i wprowadzamy:

```

CYCL DEF 252 WYBIERANIE KOŁOWE
Q215=+1      ; OBRÓBKA ZGRUBNA
Q223=Q12     ; ŚREDNICA OKRĘGU
Q368=+0      ; NADDATEK NA STRONĘ (NIEISTOTNE)
Q207=AUTO    ; POSUW FREZOWANIA (DOLNY KLAWISZ)
Q351=1       ; RODZAJ FREZOWANIA
Q201=-Q3     ; GŁĘBOKOŚĆ FREZOWANIA (PRZYJĘTE Q3)
Q202=+Q3     ; GŁĘBOKOŚĆ DOSUWU (ZA JEDNYM RAZEM)
Q369=+0      ; NADDATEK NA DNIE (NIEISTOTNE)
Q206=AUTO    ; POSUW ZAGŁĘBIANIA
Q338=+0      ; DOSUW OBRÓBKI WYKAŃCZAJĄCEJ (NIEISTOTNY)
Q200=+2      ; BEZPIECZNA WYSOKOŚĆ
Q203=+Q10    ; WSPÓŁRZĘDNA GÓRNEJ POWIERZCHNI GNIAZDA
Q204=+50     ; 2-GA BEZPIECZNA WYSOKOŚĆ
Q370=+1      ; ZACHODZENIE TORÓW
Q366=+1      ; RODZAJ ZAGŁĘBIANIA (HELIKALNE)
Q385=+500    ; POSUW OBRÓBKI WYKAŃCZAJĄCEJ (NIEISTOTNE)

```

oraz wywołujemy cykl

```
CYCL CALL
```

Po wykonaniu pierwszej warstwy zmieniamy wartości współrzędnej górnej powierzchni wnęki oraz odległość dna kolejnego gniazda od powierzchni górnej przedmiotu i zapisujemy:

```

Q10=Q10-Q3
Q11=Q11+Q3

```

Te operacje będziemy wykonywali aż do dnia, to znaczy aż do czasu gdy parametr Q11 będzie mniejszy niż głębokość wnęki. Najpierw obliczymy głębokość wnęki, np.:

$$Q13 = Q1 - Q2$$

A następnie wywołamy powtórzenie programu warunkowe. W tym celu wciskamy klawisz Q (numeryczna) następnie dolnym menu wybieramy klawisz „Skok” i warunek FN12 X LT Y GOTO (mniejsze niż) i zapisujemy:

FN12: IF +Q11 LT +Q13 GOTO LBL 1

Czasami zdarza się, że przy pewnym zbiegu wymiarów narzędzia i gniazda program zatrzymuje się ponieważ nie może wykonać ostatniej wneki, ma zbyt małą średnicę dla danego narzędzia. Dlatego też wprowadzimy dodatkowy warunek zabezpieczający. Najpierw po bloku z FN12 IF +Q11... dopisujemy:

LBL 2

Następnie dopisujemy, ale po bloku gdzie obliczana była średnica, warunek wyjścia z pętli. Na początku obliczymy minimalną średnicę wneki, którą możemy obrabiać z równania:

Q12= ...

Q14= Q108 * 2.2

Gdzie: Q108 – odczytany aktualny promień narzędzia

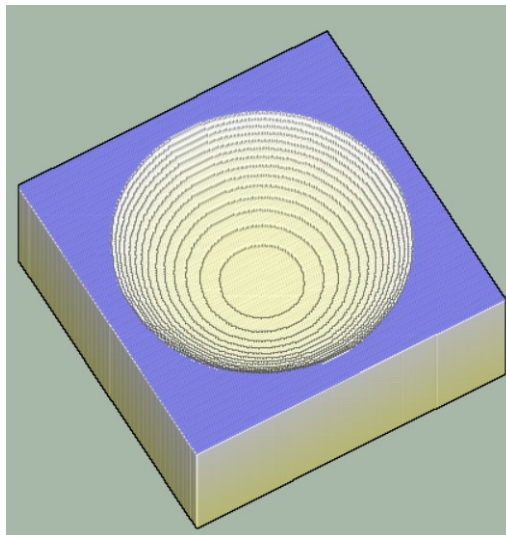
2.2 – przyjęty współczynnik. Średnica minimalna wneki równa się $D=Rn*2.2$. Można ten parametr dopasować indywidualnie, jeśli błąd będzie się występował.

Następnie wprowadzamy kolejno warunek wyjścia z pętli (po bloku z Q14=).

Wyciskamy Q numeryczne, następnie z dolnego menu „Skok” i tak samo FN 12 (jeśli średnica gniazda jest mniejsza (LT) od minimalnej średnicy to wyjdź z pętli):

FN12: IF +Q12 LT +Q14 GOTO LBL 2

Można teraz wykonać symulację graficzną i sprawdzić program.

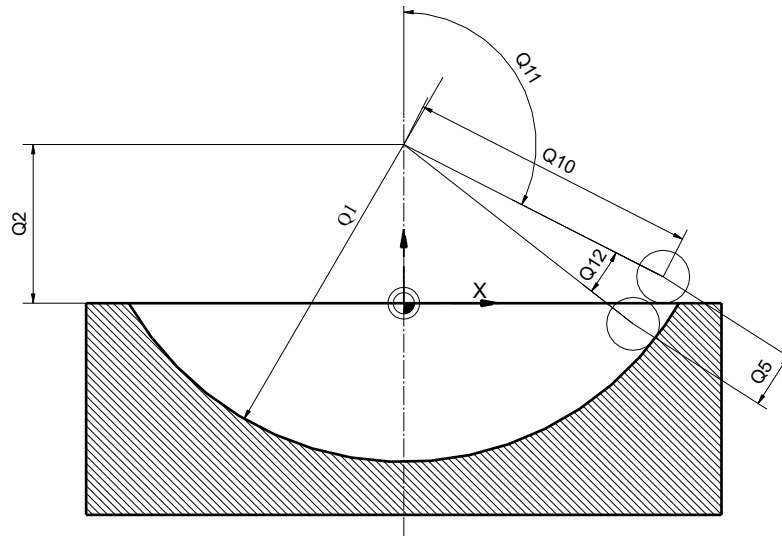


4.3.Obróbka wykańczająca

Do obróbki wykańczającej wnęki kulistej wykorzystamy frez kulisty. Na początku musimy go wywołać:

```
TOOL CALL 20 Z S10000 F1000 ;KULA FI10
L X+0 Y+0 Z+100 FMAX M3
```

Obróbkę będziemy wykonywali pojedynczymi interpolacjami kołowymi ale we współrzędnych biegunowych. Do obliczeń kolejnych przejść wykorzystamy schemat:



Wartością ustawczą tej części programu będzie odległość kolejnych ścieżek narzędzia na powierzchni obrabianej czaszy Q5, decyduje on o chropowatości powierzchni po obróbce. Dopiszemy ten parametr na początku programu za blokiem z parametrem Q4:

```
Q4= ...
Q5=2 ;odległość ścieżek 2mm (wstępnie)
```

Przyjmujemy, że punktem charakterystycznym narzędzia będzie środek kuli freza. Do ustawień początkowych we współrzędnych biegunowych potrzebujemy promień położenia punktu charakterystycznego względem środka czaszy oraz kąt początkowy (Q11) (na płaszczyźnie Z-X – kąt liczymy od osi Z w kierunku X). Wprowadzamy to na końcu programu po bloku L ustawienia narzędzia kulistego. Możemy tu wykorzystać numery parametrów, które już nie są używane:

```
Q10 = Q1-Q108 ;promień biegunowy położenia narzędzia
Q11=180-ACOS(Q2/Q1) ;kąt początkowy położenia narzędzia
```

Będziemy przesuwali się na kolejne warstwy również w układzie biegunowym dlatego też musimy obliczyć to przesunięcie w mierze kątowej [°]. Skorzystamy ze wzoru na długość wycinka łuku o znanym kącie wewnętrznym i promieniu (krótki odcinek łukowy będzie porównywalny z długością linii prostej):

$$l = R \cdot \varphi \quad \rightarrow \quad \varphi = \frac{l}{R}$$

Gdzie: l – długość wycinak łuku

R – promień łuku,

φ – kat wewnętrzny wycinak łuku [rad]

Przyjmując: $l = Q5$, $R = Q1$ i zamieniając radiany na stopnie katowe w zapisie programu otrzymamy (zapisujemy na końcu po $Q11=180\dots$), (PI – szukamy w dolnych klawiszach)

$$Q12=(180*Q5)/(PI*Q1)$$

Kolejne przejścia będziemy wykonywali również w pętlach dlatego teraz wprowadzimy kolejną etykietę:

LBL 3

Ustawianie narzędzia w płaszczyźnie Z-Y będziemy wykonywali we współrzędnych biegunowych, na początek zdefiniujemy początek układu współrzędnych biegunowych w płaszczyźnie Z-X. Na początku przyjęliśmy, że punkt charakterystyczny narzędzia znajduje się w środku kuli freza, ale tak nie jest. Punkt charakterystyczny znajduje się na czubku freza, niżej o promień narzędzia. Dlatego też musimy odpowiednio skorygować początek tej współrzędnej biegunowej obliczając:

$$Q13=Q2-Q108$$

A następnie definiujemy środek współrzędnej biegunowej w środku czaszy ale obniżone o promień narzędzia (przy wprowadzaniu parametrów Q do adresów X, Y, Z itp. Q-numeryczne):

CC X+0 Z+Q13

Następnie przesuniemy narzędzie na początek pierwszego ruchu we współrzędnych biegunowych (najpierw wciskamy klawisz L a następnie pomarańczowy P):

L PR+Q10 PA+Q11 FAUTO

Teraz możemy wykonać pierwszy ruch kołowy na płaszczyźnie X-Y również w układzie biegunowym. Dlatego też musimy zdefiniować płaszczyznę (podać adresy X i Y) i nowy początek układu współrzędnych biegunowych:

CC X+0 Y+0

oraz wykonać ruch pełne 360 (inkrementalnie - przy wprowadzaniu adresu PA wciskamy pomarańczowy klawisz I), przeciwnie do ruchu wskazówek zegara DR+ aby było skrawania współbieżne. Przy wprowadzaniu łuku w układzie biegunowym najpierw wciskamy C a następnie pomarańczowy P:

CP IPA+360 DR+

Po wykonaniu pierwszego ruchu kołowego obliczamy nowy kąt Q11 ustawienia narzędzia z obliczonym krokiem Q12, a więc:

$$Q11=Q11+Q12$$

Te operacje będziemy wykonywali aż do kąta maksymalnie 180° co zapiszemy warunkiem:

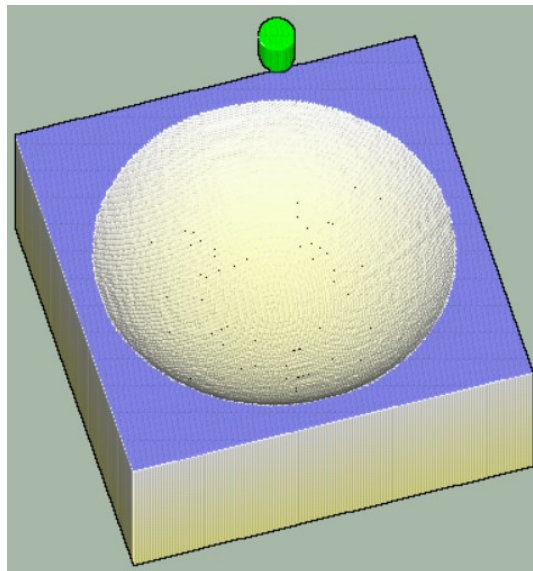
FN12: IF +Q11 LT 180 GOTO LBL 3

Po zakończeniu obróbki odjeżdżamy na bezpieczna wysokość i kończymy program.

L Z+100 FMAX M3

Jeśli jakość powierzchni jest niezadawalająca można zmienić parametr Q5 na mniejsza wartość.

Widok poprawnej obróbki poniżej:



5. Zaliczenie zadana

W celu zaliczenia zadania należy dostarczyć do prowadzącego:

- rysunek przedmiotu z wrysowanym układem współrzędnych oraz wypełnioną tabelą narzędzi i parametrów obróbki,
- wydruk programu obróbkowego zgranego z programu iTNC530,
- Print Screen ekranu symulacji graficznej widoku kompletnej obróbki.