

Politechnika Poznańska  
**Instytut Technologii Mechanicznej**

# **Laboratorium**

## **Programowanie Obrabiarek CNC**

### **Nr H5**

**Programowanie obróbki zarysów dowolnych**

Opracował:  
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 18 marca 2010

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się programowaniem obróbki dowolnych zarysów z wykorzystaniem cykli obróbkowych w układzie sterowania typu TNC firmy Heidenhain.

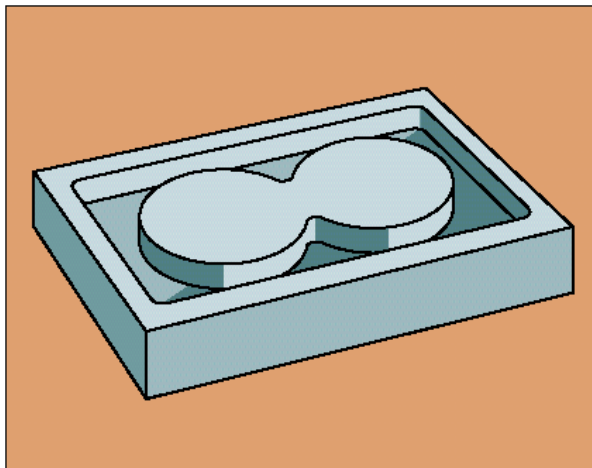
## 2. Wprowadzenie

Bardzo rzadko spotykamy się z kształtami regularnymi, do obróbki których możemy wykorzystać cykle proste (kieszenie i wyspy okrągłe i prostokątne). Do obróbki zarysów dowolnych w układach typu TNC przygotowano specjalne cykle. Listę obecnie wykorzystywanych cykli do obróbki zarysów przedstawiono w tabeli 1 (dotyczy sterowań od TNC407 do iTNC530).

**Tabela 1.** Cykle do obróbki zarysów swobodnych

Nr cyklu	Nazwa	Funkcja
14	CONTOUR GEOMETRY	Definiowanie zarysu dowolnego,
20	CONTOUR DATA	Dane konturu
21	PILOT DRILLING	Nawiercanie miejsc zagłębienia narzędzia,
22	ROUGH-OUT	Obróbka zgrubna,
23	FLOR FINISHING	Frezowanie wykańczające dna,
24	SIDE FINISHING	Frezowanie wykańczające boków,
25	CONTOUR TRAIN	Frezowanie zarysu otwartego (ścieżki)

Cykle frezowania konturów można używać do obróbki pojedynczych zarysów lub konturów złożonych z kilku zarysów (do 12 wysp lub kieszeni) (rys. 1).



Rys. 1. Przykład zarysu złożonego

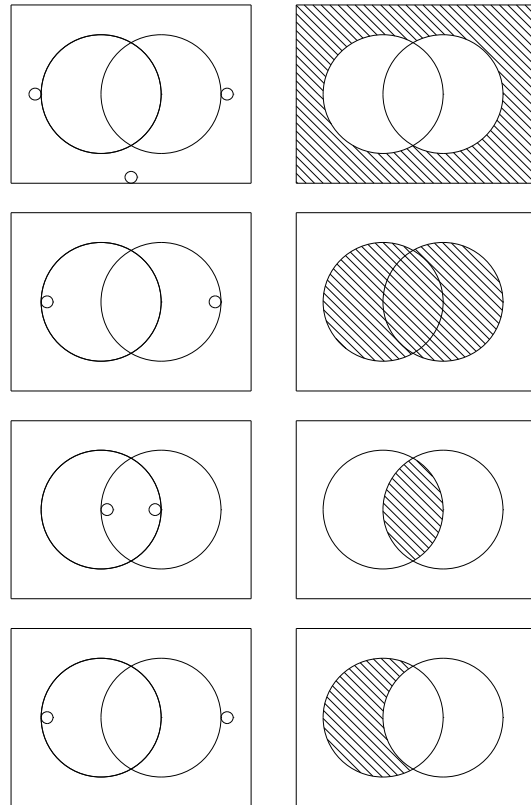
Pojedyncze zarysy definiuje się w podprogramach (na końcu programu po linii zawierającej funkcję M2 lub M30 i między liniami LBL\* – LBL0: gdzie \* - numer podprogramu)

### UWAGA:

- przy definicji kieszeni narzędzie musi skrawać wewnątrz zarysu, natomiast przy definicji wyspy narzędzie musi skrawać na zewnątrz zarysu. Miejsce skrawania określa się

funkcjami kompensacji narzędzia (RL lub RR), które w tym przypadku określają tylko miejsce położenia narzędzia (skrawania) względem definiowanego zarysu.

- w przypadku obróbki kieszeni i wysp wszystkie zarysy muszą być zamknięte, tzn. początek zarysu musi się pokrywać z jego końcem.
- w przypadku obróbki ścieżki cyklem 25 CONTOUR TRAIN kontur nie może być zamknięty.
- maksymalna liczba linii programu konturu wynosi 128.
- w blokach zapisu konturów adresy F oraz M są ignorowane,
- w przypadku złożonych konturów z kilku zarysów obszar przeznaczony do obróbki wyznaczany jest matematycznie zależnie od położenia narzędzia względem zarysu i jego początku (rys. 2).



Rys. 2. Przykłady wyznaczania obszaru do obróbki

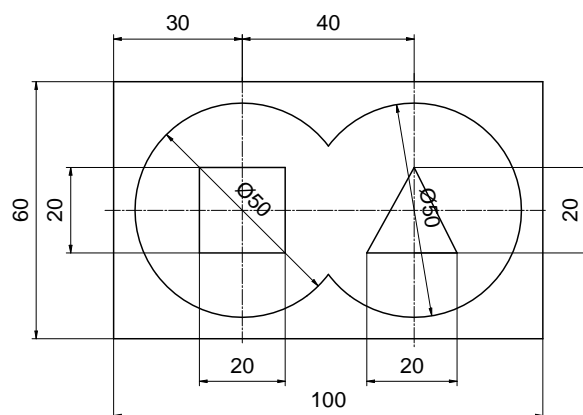
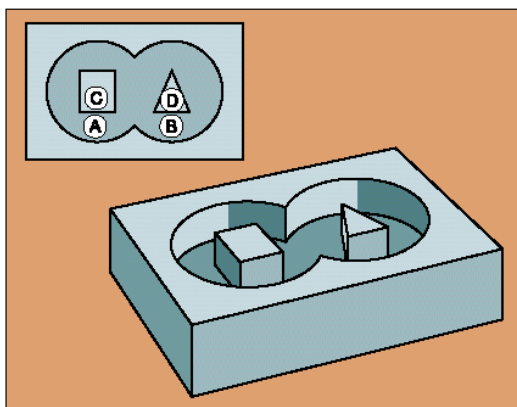
### 3. Definiowanie zarysu

Do definiowania zarysu dowolnego przeznaczony jest cykl CONTOUR GEOMETRY, w którym wykazuje się podprogramy zamkniętych zarysów, z których ma powstać gotowy kontur. Cykl ten ma dwie linie:

CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOM  
CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1/2/3/4

;nazwa cyklu  
;wykazane podprogramy definiujące pojedyncze zarysy

Cykl CONTOUR GEOMETRY jest aktywny po zdefiniowaniu tzn. nie wywołuje się go funkcją CYCL CALL.



Rys. 2. Przykładowy zarys dowolny

Na rys. 2 przedstawiono przykładowy kontur dowolny składający się z 4 zarysów: A i B to kieszenie a C i D to wyspy.

### Przykład zapisu programu definicji dowolnego konturu

```

4 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOM      ;definicja konturu
5 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1/2/3/4
...
36 L Z+200 R0 FMAX M2              ; koniec programu
37 LBL 1                            ; pierwszy podprogram - okrąg A
38 CC X+30 Y+30                    ; środek okręgu
39 L X+5 Y+30 RL                    ; punkt początkowy oraz RL określa, że obróbka z
                                   ; lewej strony definiowanego okręgu zarysu
40 C X+5 Y+30 DR+                   ; zapis okręgu
41 LBL 0                            ; koniec podprogramu
42 LBL 2                            ; podprogram 2 dla okręgu B
43 CC X+70 Y+30
44 L X+95 Y+30 RL
45 C X+95 Y+30 DR+
46 LBL 0                            ; koniec podprogramu 2
47 LBL 3                            ; podprogram 3 dla kwadratu C
48 L X+20 Y+20 RL
49 L Y+40
50 L X+40
51 L Y+20
52 L X+20
53 LBL 0                            ; koniec podprogramu 3
54 LBL 4                            ; podprogram 4 dla trójkąta D
55 L X+60 Y+20 RL
56 L X+70 Y+40
57 L X+80 Y+20
58 L X+60 Y+20
LBL 0                                ; koniec podprogramu 4

```

Do definicji zarysów można wykorzystywać zarysy swobodne FK.

### 3. Dane konturu

W cyklu CONTOUR DATA definiuje się parametry obróbki konturu, zwłaszcza jego głębokość oraz naddatki. Wszystkie parametry wprowadza się w adresach Q. W cyklu tym wprowadza się następujące parametry:

- Q1 - głębokość frezowania (przyrostowo) – odległość dna przedmiotu od jego powierzchni,
- Q2 - nakładanie się torów współczynnik Q2, Q2=1 oznacza szerokość skrawania równa promieniowi narzędzia,
- Q3 - naddatek dla na obróbkę wykańczającą z boku,
- Q4 - naddatek dla na obróbkę wykańczającą dna,
- Q5 - współrzędna powierzchni obrabianego przedmiotu (absolutnie),

- Q6 - bezpieczna wysokość (przyrostowo) – odstęp pomiędzy narzędziem a powierzchnią przedmiotu w chwili rozpoczęcia obróbki – ruchu roboczego.
- Q7 – 2 bezpieczna wysokość (absolutnie) – odstęp bezpieczeństwa od powierzchni przedmiotu w czasie przemieszczania narzędzia,
- Q8 - promień zaokrąglenia wewnętrznych narożników. Promień ten powinien być większy od promienia narzędzia lub 0. Jeśli wprowadzono 0 wówczas promień zaokrąglenia narożników wewnętrznych będzie taki jaki promień narzędzia,
- Q9 - Kierunek skrawania – Q9=+1 – współbieżnie, Q9=-1 – przeciwbieżnie.

Parametry z tego cyklu są aktywne dla cykli od 21 do 25

Cykl ten jest aktywny zaraz po zdefiniowaniu i nie trzeba go wywoływać.

#### 4. Nawiercanie

Aby uniknąć problemów z pionowym zagłębianiem się narzędzia w materiał można wykorzystać specjalny cykl wstępnego nawiercania, który wykona nawiercania w miejscach zagłębiania się narzędzia. W cyklu tym wprowadza się następujące parametry:

- Q10 - głębokość dosuwu Q10 (przyrostowo) – głębokość jednego zagłębiania,
- Q11 - posuw wiercenia mm/min,
- Q13 - numer narzędzia do obróbki zgrubnej.

W cyklu tym uwzględniane są naddatki na obróbkę wykończającą. W przypadku wąskich szczelin, gdy wiertło ma większą średnicę od frezu do obróbki zgrubnej nawiercanie może nie być wykonane.

Cykl ten wymaga wywołania funkcja CYCL CALL lub adresem M99.

#### 5. Obróbka zgrubna

Do obróbki zgrubnej dowolnego zarysu wykorzystuje się cykl 22 ROUGH-OUT. W czasie działania tego cyklu TNC pozycjonuje narzędzie na 2 płaszczyźnie bezpieczeństwa nad pierwszym punktem zagłębiania a następnie z ruchem szybkim przemieszcza na płaszczyznę bezpieczeństwa. Narzędzie po zagłębianiu narzędzia na pierwszą głębokość frezuje z posuwem frezowania Q12 kontur od wewnątrz na zewnątrz pomijając wysepki aż usunie cały materiał. Następnie zagłębia się na następną głębokość itd.. Na koniec TNC przemieszcza narzędzie na 2 bezpieczną wysokość.

Narzędzie może zagłębiać się w materiał pionowo, wahadłowo lub po linii śrubowej (heliakalnej). Sposób zagłębiania określa się w parametrze Q19 (posuw zagłębiania skośnego) i w tabeli narzędziowej w kolumnach ANGLE (kąt zagłębiania) i LCUTS (długość krawędzi).

Jeśli Q19=0 (posuw zagłębiania), to TNC zagłębia narzędzia w materiał prostopadle, nawet jeśli określono dla aktywnego narzędzia kąt zagłębiania (ANGLE).

Jeśli w tabeli narzędziowej wprowadzono ANGLE=90°, to TNC zagłębia narzędzie w materiał prostopadle a posuwu zagłębiania jest równy posuwowi ruchu wahadłowego Q19.

Jeśli układ geometryczny nie pozwala na zagłębienie w materiał po linii śrubowej (zbyt mało miejsca), to TNC próbuje zagłębić narzędzie w materiał ruchem wahadłowym. Długość odchylenia ruchu wahadłowego zostaje obliczane z LCUTS i ANGLE.

## 6. Obróbka wykańczająca

Do obróbki wykańczającej dostępne są dwa cykle

- FLOR FINISHING - obróbka wykańczająca dna,
- SIDE FINISHING - obróbka wykańczająca boków.

W cyklu SIDE FINISHING TNC przemieszcza narzędzie na pierwszą głębokość w pobliżu zarysu z uwzględnieniem naddatku a następnie stycznie dosuwa narzędzie do obrabianej powierzchni i usuwa pozostawiony naddatek. W cyklu tym są następujące parametry:

- Q9 – sposób skrawania: +1 – przeciwbieżnie, -1 – współbieżnie,
- Q10 – wartość jednego zagłębienia. Bardzo często przy obróbce wykańczającej obrabiana jest cała wysokość ścianki, o ile długość krawędzi narzędzia na to pozwala.
- Q11 – posuw zagłębienia,
- Q12 – posuw frezowania
- Q14 – posuw dla obróbki wykańczającej dla obróbki wykańczającej w wielu przejściach. Gdy wprowadzono  $Q14 = 0$  wówczas obróbka wykańczająca będzie w jednym przejściu.

W cyklu FLOR FINISHING TNC przemieszcza narzędzie stycznie do obrabianej powierzchni a następnie usuwa pozostawiony naddatek. W cyklu tym są następujące parametry:

- Q11 – posuw zagłębienia,
- Q12 – posuw frezowania.

Oba cykle muszą być wywołane funkcją CYCL CALL lub M99

## 7. Obróbka ścieżki

Przy pomocy tego cyklu można obrabiać „otwarte” kontury (ścieżki): Początek konturu i jego koniec nie leżą w tym samym punkcie. Cykl ten wykazuje, w porównaniu do obróbki otwartego konturu z blokami pozycjonowania, znaczne zalety:

- TNC nadzoruje obróbkę w kilku przejściach,
- jeśli promień narzędzia jest za duży, to kontur może być wtórnie obrobiony na narożach wewnętrznych,
- obróbka można wykonywać na całej długości ruchem współbieżnym lub przeciwbieżnym niezależnie od kierunku definicji konturu. Rodzaj frezowania pozostanie nawet zachowany, jeśli nastąpi odbicie lustrzane konturów,
- można także wprowadzić wartości naddatków, aby w kilku przejściach roboczych dokonywać obróbki zgrubnej i wykańczającej.

Cykl ten ma następujące parametry:

- Q1 - głębokość frezowania Q1 (przyrostowo), odstęp powierzchnia obrabianego przedmiotu i dno konturu,
- Q3 - naddatek dla obróbki wykańczającej z boku (przyrostowo),
- Q5 - Współrzędna powierzchni obrabianego przedmiotu (absolutnie),
- Q7 - bezpieczna wysokość (absolutnie) - Bezwzględna wysokość, na której nie może dojść do kolizji z obrabianym przedmiotem (dla pozycji powrotu na końcu cyklu)
- Q10 - głębokość dosuwu (przyrostowo). Wymiar, o jaki narzędzie zostaje każdorazowo dosunięte.

- Q11 - posuw dosuwu wgłębnego,
- Q12 - posuw frezowania.
- Q15 - rodzaj frezowania: -1 przeciwbieżnie, +1 – współbieżnie, 0 – frezowanie naprzemienne przy kilku przejściach tam i z powrotem.

Cykl ten wymaga wywołania.

## 8. Przebieg ćwiczenia

- a) po otrzymaniu od prowadzącego zajęcia rysunku przedmiotu należy wrysować układ współrzędnych
- b) dobrać narzędzia oraz odpowiednie dla nich parametry obróbki z dostępnego katalogu (prędkość skrawania oraz posuw na ostrze) i obliczyć obroty wrzeciona [1/min] oraz posuw [mm/min],
- c) opracować program obróbki kieszeni z wykorzystaniem cykli,
- d) przeprowadzić symulację graficzną programu,
- e) skopiować program w celu sporządzenia sprawozdania.

## 9. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- datę ćwiczenia nr grupy i podgrupy,
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu,
- rysunek przedmiot z zaznaczonym układem współrzędnych,
- wydruk programu,
- wnioski.

## 10. Przygotowanie do ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń wymagana jest znajomość układów współrzędnych i wymiarowania, dobierania parametrów obróbki, rodzaje ruchów możliwych do zaprogramowania, składników poszczególnych cykli.

## 11. Literatura

1. Instrukcje do podstaw programowania w układzie TNC