NCT® 100T

Instrukcja programowania

wersja Az x.060 SW

producent: **NCT Apery Electronic kft**.
H1148 Budapest Fogarasi út 7
⊠ adres pocztowy: 1631 Bp. pf.26
Dystrybucja i serwis:
ELEKTRONIS MASZYNY CNC
☎ Telefon: 68 32 610 69
☎ fax 68 32 610 68
poczta elektroniczna: info@elektronis.pl
strona internetowa: www.elektronis.pl

Spis treści

1 Wprowadzenie 8
1.1 Program technologiczny 8
Program główny i podprogram 9
Kanał DNC 10
1.2 Podstawowe pojęcia 11

2 Sterowane osie 15
2.1 Nazwy osi 15
2.2 Miara osi i system inkrementalny 16

3 Funkcje przygotowawcze (kody G) 17

4 Interpolacja 21
4.1 Pozycjonowanie (G00) 21
4.2 Interpolacja liniowa (G01) 21
4.3 Interpolacja kołowa i spiralna w płaszczyźnie (G02,G03) 22
4.4 Nacinanie gwintu o stałym skoku (G33) 28
4.5 Nacinanie gwintu o zmiennym skoku (G34) 29
4.6 Interpolacja we współrzędnych biegunowych (G12.1, G13.1) 30
4.7 Interpolacja walcowa (G7.1) 34

5 Dane współrzędnych 36
5.1 Programowanie absolutne i przyrostowe (G90, G91), operator I 36
5.2 Transformacja Calowy/metryczny (G20, G21) 37
5.3 Zadawanie danych współrzędnych i graniczne wartości 38
5.4 Programowanie w średnicy lub w promieniu 38
5.5 Obsługa odwrócenia osi obrotowych 39

6 Posuw 42
6.1 Szybki posuw 42
6.2 Posuw roboczy 42
6.2 .1 Posuw roboczy na minutę (G94) i na obrót (G95) 43
6.2 .2 Ograniczanie wartości posuwu roboczego 45
6.3 Przyśpieszanie/spowalnianie. Uwzględnianie posuwu F 45
6.4 Funkcje sterujące posuwem roboczym 46
6.4 .1 G09:Dokładne zatrzymywanie 46
6.4 .2 G61: Rodzaj pracy dokładne zatrzymywanie 47
6.4 .3 G64: rodzaj pracy ciągła obróbka 47
6.4 .4 G63: zakaz stop i przełącznika procentowego 47
6.4 .5 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych narożnikach (G62) 47
6.4 .6 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych łukach. 48
6.5 Automatyczne spowalnianie w narożniku 48
6.6 Ograniczenie przyśpieszeń występujących w normalnym kierunku przy łuku . 50

7 Wyczekiwanie 51

8 Punkt referencyjny 52
8.1 Automatyczne przyjmowanie punktu referencyjnego (G28) 52
8.2 Stawanie na punkcie referencyjnym 1, 2, 3, 4. (G30) 53
8.3 Automatyczny powrót z punktu referencyjnego (G29) 53

9 Układy współrzędnych, wybór płaszczyzny 55
9.1 Układ współrzędnych maszynowych 55
9.1 .1 Ustawianie maszynowego układu współrzędnych 55
9.1 .2 Wybór maszynowego układu współrzędnych (G53) 56
9.2 Układy współrzędnych detalu 56
9.2 .1 Ustawianie układów współrzędnych detalu 56
9.2 .2 Wybór układu współrzędnych detalu 57
9.2 .3 Ustawianie przesunięcia układu współrzędnych detalu z programu . . 58
9.2 .4 Tworzenie układu współrzędnych nowego detalu (G92) 59
9.3 Lokalny układ współrzędnych 60
9.4 Wybór płaszczyzny(G17, G18, G19) 61

10 Funkcje wrzeciona 63
10.1 Rozkaz liczby obrotów wrzeciona (kod S) 63
10.2 Programowanie wyliczania stałej prędkości skrawania. 63
10.2 .1 Zadawanie wyliczania stałej prędkości skrawania (G96, G97) 64
10.2 .2 ograniczenie stałej prędkości skrawania (G92) 64
10.2 .3 Wyznaczanie osi do wyliczania stałej prędkości skrawania 65
10.3 Regulacja pozycji wrzeciona 65
10.4 Zorientowane zatrzymanie wrzeciona. 65
10.5 Pozycjonowanie wrzeciona (indeksacja) 66
10.6 Śledzenie zmian liczby obrotów wrzeciona (G25, G26) 66

11 Obsługa narzędzia 69

12 Funkcje różne i pomocnicze 70
12.1 Funkcje różne (M kody) 70
12.2 Funkcje pomocnicze (kody A, B, C) 71
12.3 Porządek wykonywania różnych funkcji 71

13 Struktura programu technologicznego 72
13.1 Numer bloku (adres N) 72
13.2 Warunkowe pomijanie bloków (/ adres) 72
13.3 Program główny i podprogram 72
13.3 .1 Wywoływanie podprogramów 73
13.3 .2 Powrót z podprogramu 74
13.3 .3 Skok wewnątrz programu głównego 74

14 Korekcja narzędzia 76
14.1 Wywoływanie korekcji 76
14.2 Modyfikowanie wartości korekcji z programu (G10) 80
14.3 Uwzględnianie korekcji długości narzędzia 80

14.4 Korekcja promienia narzędzia (G38, G39, G40, G41, G42) 82
14.4 .1 Włączanie wyliczania korekcji promienia. Pozycjonowanie na kontur. 85
14.4 .2 Stan włączonego wyliczania korekcji promienia. Nadążanie po konturze. 89
14.4 .3 Wyłączenie wyliczania korekcji promienia narzędzia. Wyjście z konturu 92
14.4 .4 Zmiana kierunku w wyliczaniu korekcji promienia. 94
14.4 .5 Programowanie utrzymania wektora (G38) 96
14.4 .6 Programowanie łuku narożnika (G39) 97
14.4 .7 Ogólne informacje o stosowaniu korekcji promienia na płaszczyźnie 98
14.4 .8 Problemy z zakłóceniami śledzenia konturu. Badanie interferencji. 104

15 Szczególne transformacje 108
15.1 Odbicie lustrzane w przypadku dwóch oprawek (G68) 108
15.2 Skalowanie (G50, G51) 109
15.3 Lustrzane odbicie (G50.1, G51.1) 110

16 Automatyczne geometryczne wyliczenia 111
16.1 Programowanie fazki i zaokrąglenia 111
16.2 Zadawanie prostej kątem kierunkowym 112
16.3 Wyliczanie punktów przecięcia w płaszczyźnie 114
16.3 .1 Punkt przecięcia dwóch prostych 114
16.3 .2 Punkt przecięcie prostej i koła 116
16.3 .3 Punkt przecięcia koła i prostej 118
16.3 .4 Punkt przecięcia dwóch kół 120
16.3 .5 Tworzenie łańcuchów wyliczania punktów przecięcia 121

17 Cykle toczenia 122
17.1 Proste cykle 122
17.1 .1 Cykl toczenia wzdłużnego (G77) 122
17.1 .2 Prosty cykl gwintowania (G78) 124
17.1 .3 Cykl planowania (G79) 126
17.1 .4 Zastosowanie prostych cykli 128
17.2 Cykle złożone 129
17.2 .1 Cykl obróbki zgrubnej (G71) 129
17.2 .2 Cykl zgrubnego planowania (G72) 134
17.2 .3 Cykl powtarzający wzorzec (G73) 136
17.2 .4 Cykl wygładzania (G70) 138
17.2 .5 Cykle podcinania czoła (G74) 140
17.2 .6 Cykl podcinania (G75) 142

18 cykle wiercenia 149
18.1 Szczegółowy opis cykli wiercenia. 155
18.1.1.2 Cykl lewego gwintu (G84.1) 156
18.1.1.3 Wytaczanie z automatycznym odchodzeniem narzędzia(G86.1) . . 157
18.1.1.4 Wyłączanie stanu cyklu (G80) 158

18.1.1.5 Cykl wiercenia, wyjście szybkim posuwem (G81) 158
18.1.1.6 Cykl wiercenia z wyczekiwaniem, wyjście szybkim posuwem (G82) 159
18.1.1.7 Cykl głębokiego wiercenia (G83) 160
18.1.1.8 Cykl wiercenia gwintu(G84) 161
18.1.1.9 Cykl wiercenia cyklu bez wkładki kompensacyjnej (G84.2, G84.3) 162
18.1.1.10 Cykl wiercenia, wyjście szybkim posuwem(G85) 165
18.1.1.11 Cykl wiercenia, odejście szybkim posuwem przy stojącym wrzecionie (G86) 166
18.1.1.12 Cykl wiercenia, reczne działania w punkcie podstawy/ wytaczanie w drodze powrotnej , z automatycznym odejściem(G87) 167
18.1.1.13 Cykl wiercenia, działanie w punkcie podstawy po wyczekiwaniu (G88) 169
18.1.1.14 Cykl wiercenia, wyczekiwanie w punkcie podstawy, odejście posuwem roboczym, (G89) 170
. 170

09-02-11

© Copyright **NCT** 09-02-11

1 Wprowadzenie

1.1 Program technologiczny

Program technologiczny zawiera takie instrukcje, które sterowanie jest w stanie zinterpretować i przy ich pomocy kierować pracą maszyny. Program składa się z bloków. Bloki tworzą słowa .

Słowo:adres i dane

Słowo składa się z dwóch części: adresu i danej. Adres to jeden lub kilka znaków, dana natomiast jest wartością cyfrową , która może być całością lub częścią dziesiętną. Pewne adresy mogą dostać przedznak lub operator I.

Łańcuch adresowy:

adresy	znaczenie	zakres wartości
O	numer programu	0001 - 9999
/	blok opcjonalny	1 - 9
N	numer bloku	1 - 99999
G	funkcja przygotowawcza	*
X, Y, Z, U, V ,W	współrzędne długości	I, -, *
A, B, C, H	współrzędna kątowa	I, -, *
R	promień koła, dana pomocnicza	I, -, *
I, J, K	współrzędna środka koła, pomocnicza współrzędna	-, *
E	pomocnicza współrzędna	-, *
F	posuw roboczy	*
S	liczba obrotów wrzeciona	*
M	funkcja mieszana	1 - 999
T	numer narzędzia/korekcji	1 - 9999
L	liczba powtórzeń	1 - 9999
P	dana pomocnicza, czas oczekiwania	-, *
Q	dana pomocnicza	-, *
,C	długość fazki	-, *
,R	promień zaokrąglenia	-, *
,A	kąt kierunku prostej	-, *
(	uwaga	*

Dane tych adresów które oznaczono * mogą przyjmować wartości dziesiętne.
Dane tych adresów, przy których są znaki **I** lub - mogą być opatrzone operatorem inkrementalnym lub przedznakiem.
Nie zaznaczamy i nie przechowujemy +.

Blok

Blok składa się ze słów. Bloki oddziela od siebie w pamięci znak ╘ (**L**ine **F**eed)

Podczas edycji programu zamykanie bloków odbywa się klawiszem ➡ <ENTER> który podnosi wiersz i na końcu bloku automatycznie umieszcza znak ╘.Kursor pod wpływem klawisza skacze na początek następnego wiersza . Początek nowe bloku w pierwszej kolumnie na ekranie sygnalizuje znak > Jeśli blok nie zmieści się w jednym wierszu to wolnym pozostawia pierwszą kolumnę i do drugiej kolumny trafi pierwszy znak.

Na początek bloków możemy wpisać pod adresem **N** numer bloku. Używanie numerów bloków nie jest obowiązkowe.

Po naciśnięciu przycisku ➡ <ENTER> sterowanie powiększa numer bloku o liczbę określoną w parametrze i automatycznie wstawia pod adresem N, na początku nowego bloku. Jeśli wartość parametru 10 to Numery bloków N10, N20, N30

Do bloku możemy wpisywać komentarze, które zaczynają się znakiem “(“ a kończą “)”

Numer programu i nazwa programu

Numer programu i nazwa programu służą identyfikacji. Używanie numeru programu jest obowiązkowe., nazwa programu nie.

Adres programu: **O**. Po adresie zawsze idą 4 cyfry. Pierwsze zera trzeba wpisywać. Pomiędzy znakami "**(**" i"**)**"można wpisywać dowolne informacje

Początek programu, koniec programu

Program zaczyna się i kończy znakiem **%**..

Po tym jak na obrazie BIBLIOTEKA przy pomocy operacji NOWY przyjęliśmy nowy program,

Znaki %Onnnn╘%

utworzą się automatycznie.

Jeśli piszemy program na zewnętrznym urządzeniu, np. na PC zaczynający i kończący % oraz numer programu (Onnnn) musimy wpisać obowiązkowo.

Format programu w pamięci

Program umiejscowiony w pamięci zawiera znaki ASCII. Format programu :

%O1234(NAZWA PROGRAMU)╘/1 N12345 G1 X0 Y...╘G2 Z5....╘.....╘.....╘G0 G40...M2**%**

.

Program główny i podprogram

Programy technologiczne można podzielić na dwie części:

Programy główne i

podprogramy

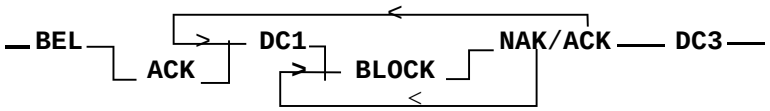
Obróbkę detalu opisuje program główny. Jeśli podczas obróbki pojawiają się wzorcowo jednakowe fragmenty to nie trzeba ponownie opisywać ich w głównym programie, ale należy zorganizować podprogram, który można przywołać z dowolnego miejsca, chociażby z innego podprogramu. Z podprogramu można wrócić z powrotem do programu głównego.

.

Kanał DNC

Mamy możliwość realizacji programu również z zewnętrznej jednostki / np. z komputera/, bez konieczności przechowywania go w pamięci sterowania. W takim przypadku sterowanie nie odczytuje programu z własnej pamięci ale przez RS232 z zewnętrznego nośnika danych.
Takie połączenie nazywamy kanałem DNC.
Ten sposób jest szczególnie użyteczny przy realizacji bardzo dużych programów, nie mieszczących się w pamięci sterowania.
Kanał DNC jest kanałem transmisji danych sterowanym protokołem w następujący sposób:

Sterowanie:
Wysyłanie:



gdzie

BEL (7): sterowanie wzywa stronę zewnętrzną do nawiązania połączenia. Jeśli po określonym czasie nie otrzyma ACK ponownie wysyła BEL..

ACK (6): potwierdzenie

NAK (21): błędna transmisja (Na przykład błąd hardwerowy na linii lub błąd BCC), transmisję BLOCK trzeba powtórzyć.

DC1 (17): niech ruszy następny przekaz BLOCK

DC3 (19):przerwanie połączenia

Na sterowaniu możemy włączać i wyłączać stan DNC przyciskiem funkcyjnym automatycznego rodzaju pracy. Program realizowany kanałem DNC musi mieć sekwencję liniową. Nie dotyczy to ewentualnie przywoływanych podprogramów i makro, które muszą być przechowywane w pamięci sterowania. Jeśli w programie głównym odstąpimy od liniowej sekwencji (Go to, Do while) sterowanie wyemituje komunikat błędu 30 58 NIE MOŻNA W TRAKCIE DNC. Jeśli zauważy błąd BLOCK, to BLOCK trzeba powtórzyć.

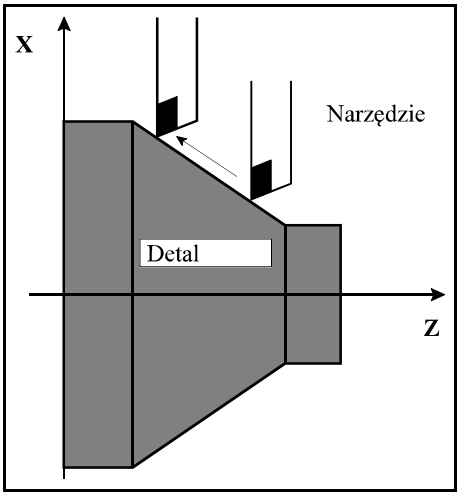
1.2 Podstawowe pojęcia

Interpolacja

Sterowanie w trakcie obróbki jest w stanie kierować narzędziem wzdłuż prostej i koła. To działanie dalej będziemy nazywać interpolacją.
Ruch narzędzia wzdłuż prostej:

program:

```
G01 Z__
X__ Z__
```

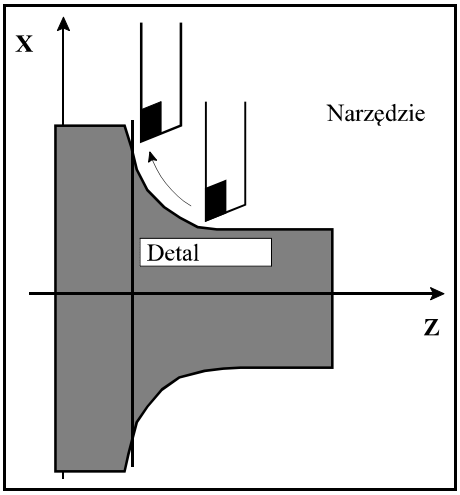


1.2-1 rysunek

Ruch narzędzia po kole:

program:

```
G02 X__ Z__ R__
```



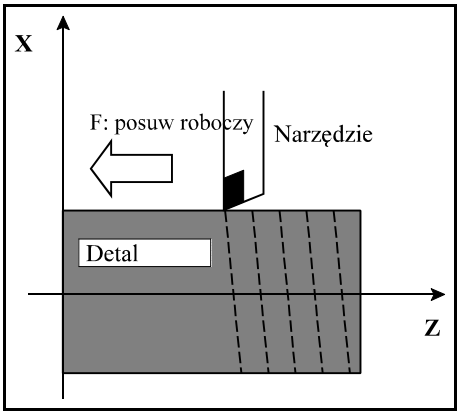
1.2-2 rysunek

Funkcje przygotowawcze (kody G)

Typ działania możliwego do wykonania w jednym bloku opisujemy przy pomocy funkcji przygotowawczej inaczej zwanej kodem G.Na przykład kod G01 wprowadza interpolację liniową.

Posuw roboczy

Posuwem roboczym nazywamy prędkość narzędzia w czasie obróbki, odniesioną do detalu.. W programie pożądany posuw roboczy zadajemy wartością cyfrową pod adresem F. Na przykład: F2 oznacza 2mm/obrót.



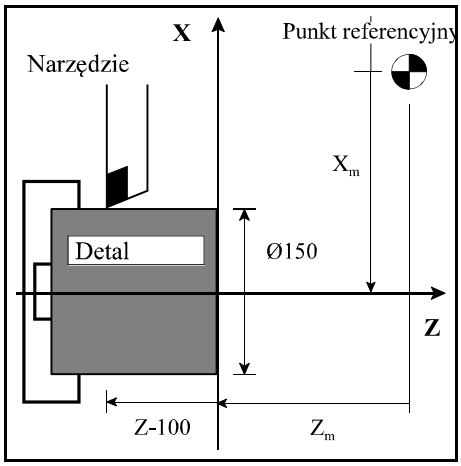
1.2-3 rysunek

Punkt referencyjny

Punkt referencyjny jest stałym punktem obrabiarki. Po załączeniu maszyny sanie trzeba wysłać do punktu referencyjnego. Po tym sterowanie jest w stanie interpretować dane współrzędnych absolutnych..

Układ współrzędnych

Widoczne na rysunku wymiary należy odnieść do danego punktu detalu. Ten punkt jest punktem zerowym układu współrzędnych detalu. W programie technologicznym należy wpisać te wymiary pod adresami współrzędnych. Na przykład: znaczenie X150 Z -100: współrzędne w kierunkach X i Z w układzie współrzędnych detalu. Do tego aby sterowanie mogło interpretować programowane dane współrzędnych należy podaæ odległość między punktem referencyjnym i zerem detalu. Odbywa się to przez pomiar punktu zerowego detalu.



1.2- 4 rysunek

Absolutne zadawanie współrzędnych

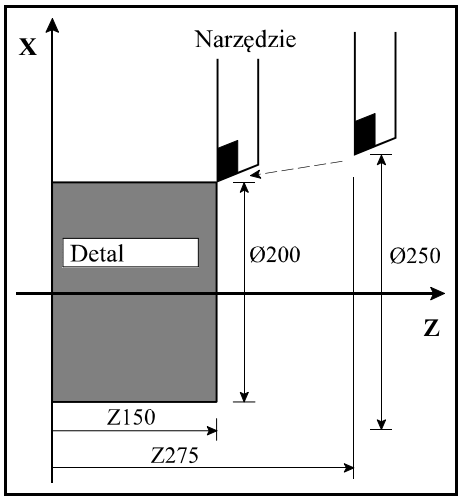
Przy absolutnym zadawaniu współrzędnych narzędzie porusza się na odległość liczoną od punktu początkowego układu współrzędnych, a więc na pozycję podanej współrzędnej.

Kod absolutnego zadawania : G90

po rozkazie

```
G90 X200 Z150
```

sterowanie przesuwa narzędzie do podanego punktu, niezależnie od tego gdzie stało przed wydaniem instrukcji.



1.2-5 rysunek

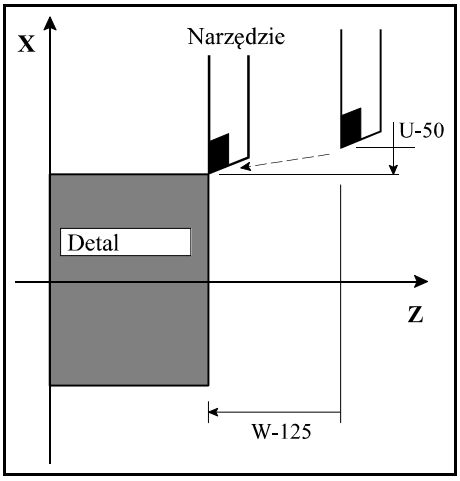
Przyrostowe (inkrementalne) zadawanie danych

W przypadku przyrostowego zadawania danych sterowanie tak interpretuje dane, by narzędzie przejechało na pozycję liczoną od chwilowego położenia: :

```
U-50 W-125
```

Kod inkrementalnego zadawania danych: G91. Kod G91 dotyczy wszystkich współrzędnych. Powyższy wiersz instrukcji można również wyrazić wierszem:

```
G91 X-50 Z-125
```



1.2-6 rysunek

Programowanie w średnicy

Po odpowiednim ustawieniu parametru wymiary w osi X można programować w średnicy.

Funkcje dziedziczone

W programie działanie niektórych instrukcji lub wielkość wartości jest dziedziczona dopóty, dopóki nie wydamy rozkazu o przeciwnym znaczeniu lub nie nadamy innej wielkości odpowiedniej funkcji.. Na przykład:

```
N15 G90 G1 X20 Z30 F0.2
N16 X30
N17 Z100
```

we fragmencie programu stan przyjętych w bloku funkcji G90 (absolutne zadawanie) i G01(interpolacja liniowa) oraz F (posuw roboczy) dziedziczony jest w blokach N16 i N17. W ten sposób nie ma konieczności zadawania tych funkcji z bloku na blok

Funkcje nie dziedziczone

Wpływ niektórych funkcji jest aktualny tylko w jednym bloku

Rozkaz liczby obrotów wrzeciona

Liczbę obrotów wrzeciona można podać pod adresem S. Rozkaz S1500 oznacza, iż wrzeciono ma się obracać z prędkością obrotową 1500obr./min

Wyliczanie stałej prędkości skrawania

Sterowanie automatycznie zmienia obroty w funkcji średnicy, by prędkość ostrza narzędzia, odniesiona do powierzchni detalu była stała. Nazywamy to wyliczaniem stałej prędkości skrawania.

Numer narzędzia

W trakcie obróbki potrzebujemy wykonywać różne operacje skrawania różnymi narzędziami. Narzędzia jedne od drugich rozróżniamy numerami. Na narzędzie powołujemy się kodem T. Dwie pierwsze cyfry kodu T są kodem narzędzia (oznaczają pozycję, na której znajdziemy narzędzie w głowicy rewolwerowej) . Dwie następne cyfry są numerem grupy korekcji należącej do wybranego narzędzia.

W programie instrukcja

```
T0212
```

oznacza, iż wybraliśmy 02 - gie narzędzie i przyporządkowaliśmy do niego 12- tą grupę

korekcji.

Funkcje różne

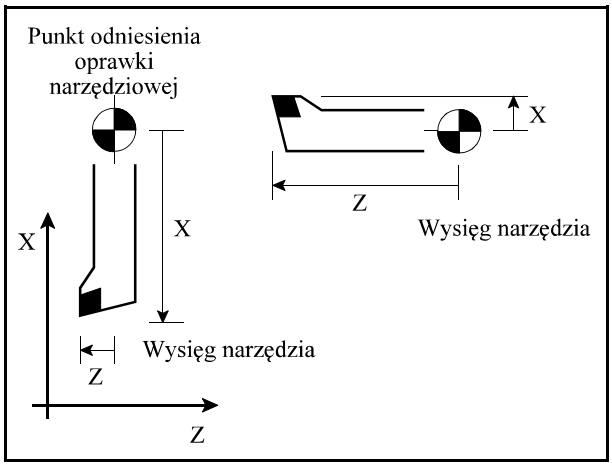
W trakcie obróbki musimy realizować liczne operacje za- i wyłączania. Na przykład: uruchomić wrzeciono, włączyć chłodziwo. Tych operacji dokonujemy przy pomocy funkcji M..

Na przykład: M3, M8.

M3: kierunek obrotów zgodny z ruchem wskazówek zegara, M8: włącz chłodziwo.

Korekcja długości

W trakcie obróbki wykonujemy operacje narzędziami o różnej długości. Natomiast tę samą operację również często, przy produkcji wielkoseryjnej , trzeba wykonać narzędziem o zmienionej długości, na przykład na skutek zużycia Po to by w programie opisane ruchy były niezależne od długości narzędzi, to znaczy od ich wysięgu trzeba o długości narzędzi powiadomić sterowanie. W tym celu narzędzia trzeba zmierzyć. Jeśli w programie chcemy, by ostrze narzędzia osiągnęło dany punkt, musimy przywołać tę wartość , którą wprowadziliśmy w trakcie pomiarów. Odbywa się to przy pomocy dwóch ostatnich cyfr kodu T. Od tego momentu zaczynając sterowanie poprowadzi ostrze narzędzia do zadanego punktu.



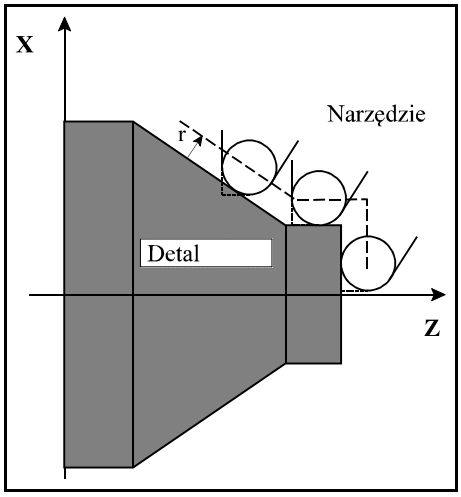
1.2-7 Rysunek

Korekcja promienia

Przy toczeniu konturu, jeśli narzędzie realizuje ruch nierównoległy do osi, otrzymamy dokładny wymiar jeśli nie ostrze narzędzia prowadzimy po konturze, ale środek promienia narzędzia prowadzimy prostopadle do konturu w odległości od niego równej promieniowi(r).

W tym celu, by w programie nie opisywać tor środka zaokrąglenia ostrza narzędzia, ale rzeczywisty kontur detalu, trzeba wprowadzić korekcję promienia. W przywołanej w programie adresem T grupie korekcji trzeba zadać promień narzędzia.

.



1.2-8 rysunek

2 Sterowane osie

Liczba osi w podstawowym wykonaniu	2 osie
Liczba poszerzenia osi	6 osi (łącznie 8 osi)
Liczba jednocześnie poruszanych osi	8 osi (z interpolacją liniową)

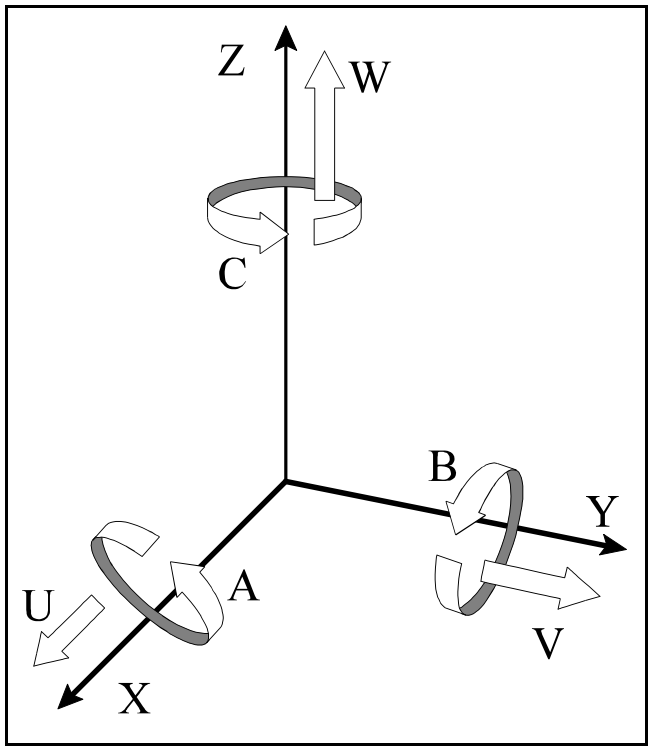
2.1 Nazwy osi

Nazwy sterowanych osi można zdefiniować w pamięci parametrów. Można tam zdefiniować , która fizyczna oś z jakim adresem ma się poruszać. Nazwy osi w podstawowym wykonaniu to : X i Z. Nazwy rozszerzeń zależą od typu osi. Nazwy rozszerzonych osi wykonujących ruch liniowy: Y, U, Vi W. Jeśli U,V,W są, w którymś kierunku równoległe do głównego kierunku, to rozszerzona oś równoległa do X nazywa się U, do Y V, a do Z W.

Nazwy osi realizujących ruch obrotowy: A, B,i C. Nazwa osi obrotowej równoległej do X to A, do Y to B, a do Z to C.

Nazwa osi wrzeciona, gdy używamy polarnej lub cylindryczne interpolacji to C

W przypadku inkrementalnych ruchów w osi C stosujemy adres H.



2.1-1 Rysunek

2.2 Miara osi i system inkrementalny

Dane współrzędnych można podawać ośmiocyfrowo. Dane te mogą mieć przedznak. Znaku + nie umieszczamy przed liczbą. Dane współrzędnych długości można podawać w calach i milimetrach.. Jest to wejściowy system miary. Można go wybierać z programu.
Zainstalowany na maszynie układ pomiarowy może mierzyć pozycję w milimetrach i w calach. Układ pomiarowy określa wyjściowy system miary, który trzeba podać sterowaniu w postaci parametru. W ramach jednej maszyny nie można mieszać systemów miary. Jeżeli wejściowy i wyjściowy systemy są różne sterowanie automatycznie dokonuje przestawień..
Systemem miary osi obrotowych zawsze jest stopień..
Najmniejszy, możliwy do zadania wymiar nazywamy wejściowym inkrementalnym systemem.. Wejściowy inkrementalny system można wybierać przy pomocy parametru..
Możemy wybierać między trzema systemami: IR-A, IR-B, IR-C. W jednej maszynie nie można tych systemów mieszać.Sterowanie, po opracowaniu wchodzących danych wysyła dane drogowe do poruszania osi. Rozdzielczość tych danych zawsze jest podwojeniem wejściowego inkrementalnego systemu. Nazywamy to wyjściowym , inkrementalnym systemem sterowania.
Zatem wejściowy inkrementalny system determinuje rozdzielczość układów pomiarowych.

system inkrementalny	najmniejsza możliwa wartość	największa możliwa wartość
IR-A	0.01 mm	999999.99 mm
	0.001 cal	99999.999 cal
	0.01 stopień	999999.99 stopień
IR-B	0.001 mm	99999.999 mm
	0.0001 cal	9999.9999 cal
	0.001 stopień	99999.999 stopień
IR-C	0.0001 mm	9999.9999 mm
	0.00001 cal	999.99999 cal
	0.0001 stopień	9999.9999 stopień

Dane współrzędnych w osi X sterowanie interpretuje w średnicy, jeśli parametr 4762 DIAM jest 1. Wartości graniczne z tablicy rozumiane są w średnicy i ich wielkość nie zmienia się.

3 Funkcje przygotowawcze (kody G)

Adres G i następująca po nim liczba określa charakter danego w bloku rozkazu.
Następna tablica zawiera kody G ich grupy i funkcje.

.

G kod	grupa	**funkcja**	**strona** l
G00*	01	pozycjonowanie	21
G01*		interpolacja liniowa	21
G02		interpolacja kołowa zgodnie ze wskazówkami zegara	24
G03		interpolacja kołowa przeciwnie do wskazówek zegara.	24
G04	00	oczekiwanie	51
G05.1		Załączenie trybu multi buforowania.	
G07.1		interpolacja we współrzędnych cylindrycznych	34
G09		dokładne zatrzymanie w danym bloku	46
G10		programowane podawanie danych	58, 80
G11		zakaz programowanego podawania danych	
G12.1	26	włączenie interpolacji polarnej	
G13.1*		wyłączenie interpolacji polarnej	
G17	2	wybór płaszczyzny X_pY_p	61
G18*		wybór płaszczyzny Z_pX_p	61
G19		wybór płaszczyzny Y_pZ_p	61
G20	06	calowe podawanie danych	37
G21		metryczne podawanie danych	37
G22*	04	włączenie określenia przestrzeni roboczej	185
G23		wyłączenie określenia przestrzeni roboczej	185
G25*	25	wyłączenie śledzenia wahania obrotów wrzeciona	66
G26		włączenie śledzenia wahania obrotów wrzeciona	66
G28	00	programowane przyjęcie punktu referencyjnego	52
G29		powrót z punktu referencyjnego	53
G30		pierwszy, drugi, trzeci, czwarty najazd na punkt referencyjny	53
G31		pomiar z kasowaniem reszty drogi	182
G33	1	gwintowanie	28
G34		cięcie gwintu ze zmiennym skokiem	29
G36	0	automatyczny pomiar długości narzędzia w kierunku X	183
G37		automatyczny pomiar długości narzędzia w kierunku Z	183
G38		utrzymanie wektora korekcji promienia	96
G39		łuk w kącie z korekcją promienia	97
G40*	07	wyłączenie wyliczania korekcji promienia narzędzia	82, 92

G kod	grupa	**funkcja**	**strona** l
G41		wyliczanie korekcji promienia z lewej	82, 85
G42		wyliczanie korekcji promienia z prawej	82, 85
G50*	11	wyłączenie skalowania	109
G51		skalowanie	109
G50.1*	18	wyłączenie odbicia lustrzanego	110
G51.1		włączenie odbicia lustrzanego	110
G51.2	20	włączenie toczenia wielokąta	
G50.2		wyłączenie toczenia wielokąta	
G52	0	przesunięcie współrzędnych	60
G53		pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszynowych	56
G54*	14	wybór układu współrzędnych pierwszego detalu	57
G55		wybór układu współrzędnych drugiego detalu	57
G56		wybór układu współrzędnych trzeciego detalu	57
G57		wybór układu współrzędnych czwartego detalu	57
G58		wybór układu współrzędnych piątego detalu	57
G59		wybór układu współrzędnych szóstego detalu	57
G61	15	rodzaj pracy dokładnego pozycjonowania	47
G62		zmniejszenie posuwu roboczego w kącie	47
G63		zakaz override	47
G64*		rodzaj pracy ciągłej obróbki	47
G65		proste wywołanie makro	188
G66		dziedziczone wywołanie makro po każdym rozkazie ruchu	189
G66.1		dziedziczone wywołanie makro z każdego bloku	190
G67		kasowanie dziedziczonego wywołania makro	189
G68	16	włączenie odbicia lustrzanego na podwójną oprawkę	108
G69*		wyłączenie odbicia lustrzanego na podwójną oprawkę	108
G70	0	cykl wygładzający	138
G71		cykl obróbki zgrubnej	129
G72		cykl obróbki zgrubnej czoła	134
G73		cykl powtarzający wzorzec	136
G74		cykl podcinajacy czoło	140
G75		cykl wcinania	142
G76		cykl gwintowania	143
G77	1	cykl długiego toczenia	122
G78		prosty cykl gwintowania	124
G79		cykl planowania	

G kod	grupa	**funkcja**	**strona**
G80*	9	wyłączenie stanu cyklu	158
G81		cykl wiercenia z odejściem szybkim posuwem	158
G82		cykl wiercenia z wyczekiwaniem, odejście szybkim posuwem	159
G83		cykl głębokiego wiercenia	160
G83.1		cykl szybkiego głębokiego wiercenia	155
G84		cykl gwintowania	161
G84.1		cykl lewego gwintu	156
G84.2		cykl wiercenia prawego gwintu bez wkładki wyrównującej	162
G84.3		cykl wiercenia lewego gwintu bez wkładki wyrównującej	162
G85		cykl wiercenia z odejściem posuwem roboczym	165
G86		cykl wiercenia z odejściem szybkim posuwem przy stojącym wrzecionie	166
G86.1		wytaczanie z automatycznym odciąganiem narzędzia	157
G87		wytaczanie do tyłu z automatycznym /ręcznym odciąganiem narzędzia	167
G88		cykl gwintowania, ręczne działanie	169
G89		cykl gwintowania	170
G90*	3	absolutne zadawanie danych	36
G91*		przyrostowe zadawanie danych	36
G92	00	ustawianie układu współrzędnych	59
G94*	5	posuw roboczy w minutach	43
G95*		posuw roboczy na obrót	43
G96	13	włączanie wyliczania stałej prędkości skrawania	64
G97*		wyłączenie wyliczania stałej prędkości skrawania	64
G98*	10	powrót z cyklu wiercenia do punktu wyjścia	157
G99		powrót z cyklu wiercenia do punktu R	157

☞ *uwagi*:

–W jednej grupie oznaczony znakiem * kod G oznacza stan jaki przyjmuje sterowanie po załączeniu. .

– tam gdzie w ramach jednej grupy kilka kodów oznaczonych jest * można wybrać kody aktualne po załączeniu maszyny. Dotyczy to : G00, G01; G17, G18; G90, G91; G94, G95.

– spośród G20 i G21 po załączeniu ten będzie aktualny, który był aktywny podczas wyłączenia.

– rozkaz G05.1 podstawową interpretację po załączeniu może dostać w parametrze *1227 MULBUF*.

– Kody należące do grupy 00 nie dziedziczą się, pozostałe tak.

– Do jednego bloku można wpisać kilka kodów pod warunkiem iż, z grupy podobnych kodów w bloku figuruje tylko jeden.

– powołanie się na nielegalny kod, lub należący do tej samej grupy spowoduje komunikat błędu 3005 NIEWŁAŚCIWY ‘G’ KOD

4 Interpolacja

4.1 Pozycjonowanie (G00)

Szereg instrukcji

G00v

dotyczy pozycjonowania w aktualnym układzie współrzędnych. Pozycjonowanie odbywa się w punkcie o współrzędnej v . Oznaczenie v tutaj (i dalej) odnosi się do wszystkich osi używanych na obrabiarce. . (Mogą to być: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C)

Na przykład:

```
G00 X(U)__ Z(W)__
```

gdzie X,Y zadane absolutnie, U,W inkrementalnie (jeśli U,W nie są wyznaczone jako osie)

Pozycjonowanie z zadanym w jednym bloku jednoczesnym ruchem wszystkich osi odbywa się wzdłuż prostej. Współrzędne mogą być danymi absolutnymi i inkrementalnymi. Prędkości pozycjonowania nie można ustalić z programu. Odbywa się ono z wartościami ustawionymi w parametrach przez producenta maszyny, oddzielnie dla każdej osi.

W przypadku jednoczesnego ruchu kilku osi sterowanie tak wylicza wypadkową wektora prędkości, by pozycjonowanie odbyło się podczas minimalnego czasu, ale by nie spowodowało przekroczenia prędkości szybkiego ruchu dla każdej osi. Podczas realizacji rozkazu G00 sterowanie w każdym przypadku przy ruszaniu i zatrzymywaniu wykonuje liniowe przyśpieszenie i spowalnianie.

4.2 Interpolacja liniowa (G01)

Wiersz instrukcji

G01 v F

ustawia interpolację liniową. Dane wpisane w v mogą być absolutne lub inkrementalne. Prędkość ruchu można określić adresem F. Zaprogramowany pod adresem F posuw zawsze aktualny jest wzdłuż toru.

Posuw wzdłuż osi X :

$$F_x = \frac{x}{L} F$$

Posuw wzdłuż osi Z:

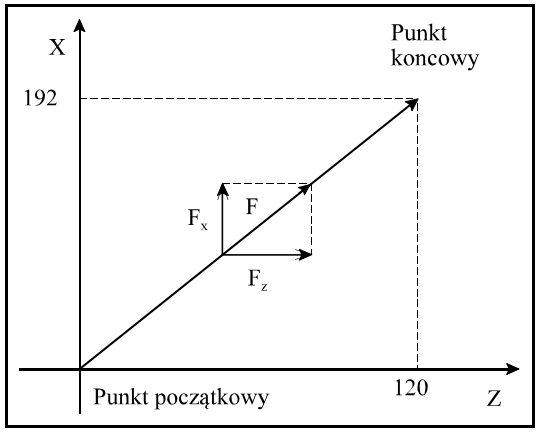
$$F_z = \frac{z}{L} F$$

gdzie x, z wielkości przesunięć wzdłuż osi

L:długość programowanego przesunięcia

$$L = \sqrt{x^2 + z^2}$$

```
G01 X192 Z120 F0.15
```



4.2-1 rysunek

Wzdłuż osi obrotowej posuw roboczy jest interpretowany w wymiarze °/ min : w bloku

```
G01 C270 F120
```

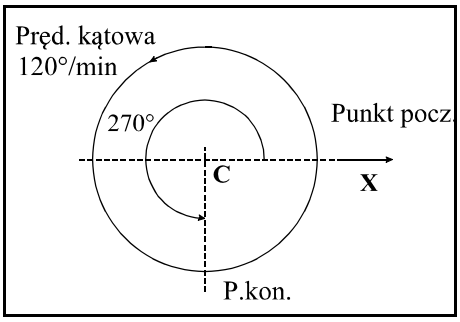
znaczenie F120 120 °/min.

W takim przypadku, gdy włączymy liniową interpolację z osią długości i obrotową, składowe prędkości rozłożą się według powyższych formuł.

Na przykład w bloku :

```
G91 G01 Z100 C45 F120
```

składowa posuwu wzdłuż osi z:



4.2-2 rysunek

: $F_z = \frac{100}{\sqrt{100^2+45^2}} 120 = 109.4$ mm/min

Składowa posuwu wzdłuż osi C: $F_c = \frac{45}{\sqrt{100^2+45^2}} 120 = 49.2$ °/min

Dziedziczony kod G01 jest aktualny dopóty , dopóki nie wpisze się innego kodu interpolacji. Po załączeniu zgodnie z wartością określoną w grupie parametrów *CODES* aktualny jest kod G00,albo G01.

4.3 Interpolacja kołowa i spiralna w płaszczyźnie (G02,G03)

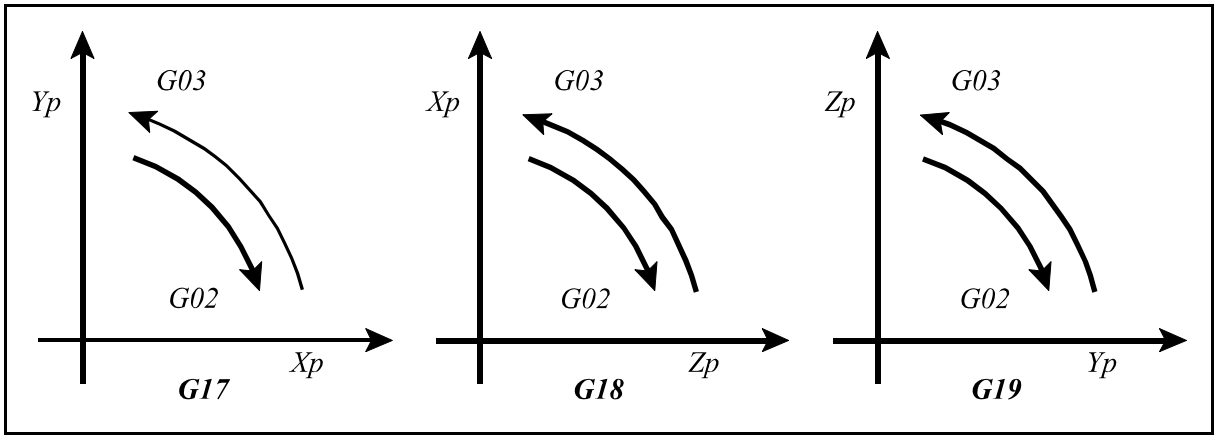
Szereg instrukcji opisujący interpolację kołową

$$G17 \left\{\frac{G02}{G03}\right\} X_p \; Y_p \left\{\frac{R}{I \; J}\right\} F$$

$$G18 \left\{\frac{G02}{G03}\right\} X_p \; Z_p \left\{\frac{R}{I \; K}\right\} F$$

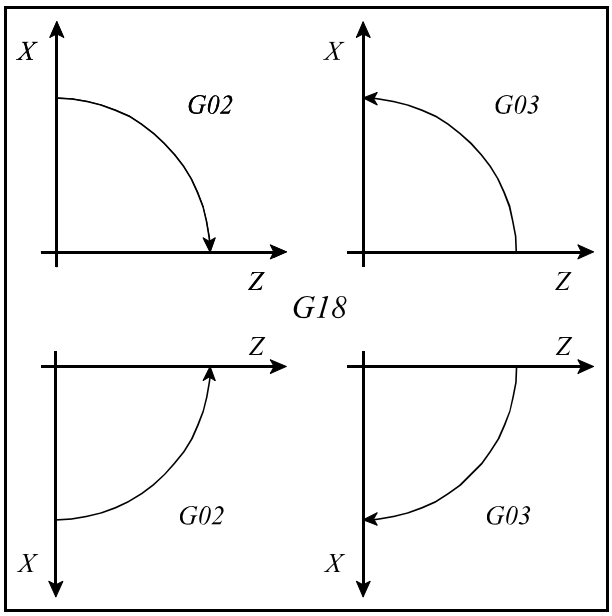
$$G19 \left\{\frac{G02}{G03}\right\} Y_p \; Z_p \left\{\frac{R}{J \; K}\right\} F$$

Interpolacja kołowa odbywa się w płaszczyznach wybranych instrukcjami G17, G18, G19, w przypadku G02 w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, w przypadku G03 w przeciwnym.



4.3-1 Rysunek

Powyższy rysunek pokazuje w płaszczyźnie G18 kierunki koła w prawoskrętnym układzie współrzędnych. W zależności od układu oprawki narzędziowej układ współrzędnych tokarki może być lewoskrętny. Wówczas interpretacja kierunków koła odwraca się.



4.3-2 Rysunek

Znaczenie X_p, Y_p, Z_p tutaj i dalej :

X_p: oś X, lub oś do niej równoległa
Y_p: oś Y lub oś do niej równoległa
Z_p: oś Z lub oś do niej równoległa

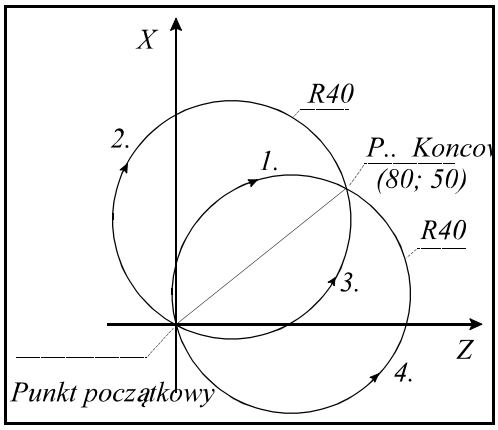
wartości X_p, Y_p, Z_p w danym układzie współrzędnych współrzędne punktu końcowego koła podane jako dane absolutne lub inkrementalne.

Jeśli adresy U, V, W nie są przeznaczone dla osi, to wyznaczają inkrementalne współrzędne punktu końcowego w kierunkach X, Y, Z..

Podawanie dalszych danych koła odbywa się dwojako:

1.przypadek:

Przez adres R, gdzie R jest promieniem koła. Wtedy sterowanie ze współrzędnych punktu początkowego (punkt w którym znajduje się sterowanie w chwili odczytywania bloku koła) i punktu końcowego (wartości definiowane adresem Xp,Yp, Zp) oraz z zaprogramowanego promienia koła R automatycznie wylicza współrzędne środka koła.
Ponieważ w jednym kierunku (G02 lub G03) można poprowadzić przez punkty końcowy i początkowy dwa koła o promieniu R , to jeśli promień koła określimy dodatnią liczbą, to sterowanie wybierze ruch wzdłuż łuku mniejszego niż 180°., Jeżeli natomiast pod adresem R wpiszemy ujemną liczbę wybierze łuk większy od 180°



4.3-3 Rysunek

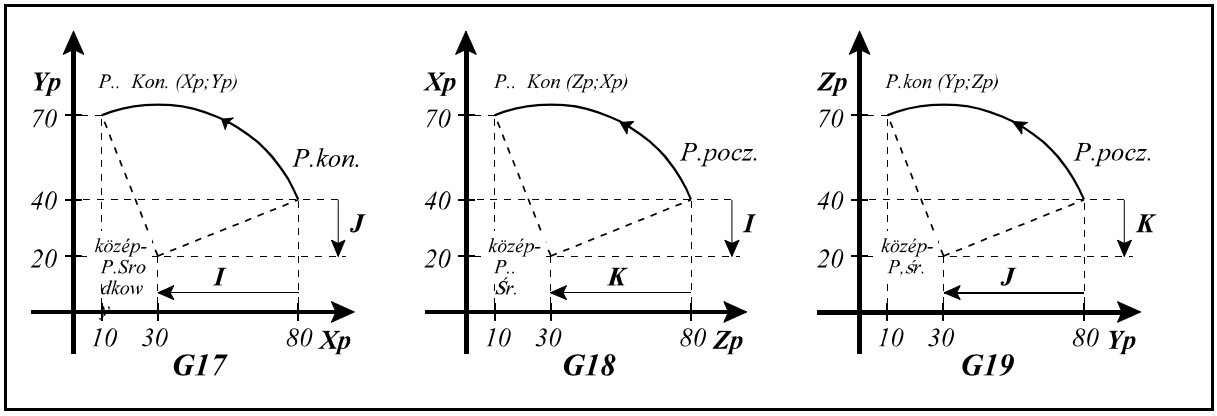
Na przykład:

1.odcinek łuku: `G02 X80 Z50 R40`
2.odcinek łuku: `G02 X80 Z50 R-40`
3.odcinek łuku: `G03 X80 Z50 R40`
4.odcinek łuku: `G03 X80 Z50 R-40`

2. Przypadek:

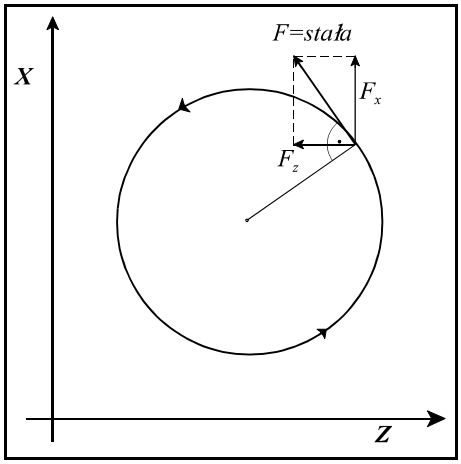
Środek koła podajemy adresami I, J, K , dla osi X_p, Y_p, $Z_{p.}$ Wartości podane adresami I, J, K zawsze są interpretowane przez sterowanie inkrementalnie, tak, że wektor zdefiniowany przez wartości I, J, K wskazuje od punktu początkowego koła do punktu końcowego Wartość I trzeba zawsze podawać w promieniu, nawet jeśli oś X ustawiona jest w średnicy. Na przykład :

w przypadku G17 : `G03 X10 Y70 I-50 J-20` (X programowany w promieniu)
w przypadku G18 : `G03 X70 Z10 I-20 K-50` (X programowany w promieniu)
w przypadku G19 : `G03 Y10 Z70 J-50 K-20`



4.3-4 rysunek

Adresem F możemy programować posuw styczny do toru.



4.3-5 rysunek

.☞ *Uwagi*:

– I0, J0, K0 można pominąć . Na przykład:

```
G03 X0 Z100 I-100
```

– Jeśli X_p, Y_p, Z_p pominiemy, albo jeśli współrzędne punktu końcowego zgadzają się ze współrzędnymi punktu początkowego to

a. Jeśli zaprogramowaliśmy współrzędne środka koła używając adresów I, J, K: 360° pełne koło interpoluje sterowanie.

Na przykład:

```
G03 I-100,
```

b. Jeśli programowaliśmy promień R sterowanie wyemituje komunikat błędu 3012 ZADAWANIE KOŁA Z BŁĘDEM R

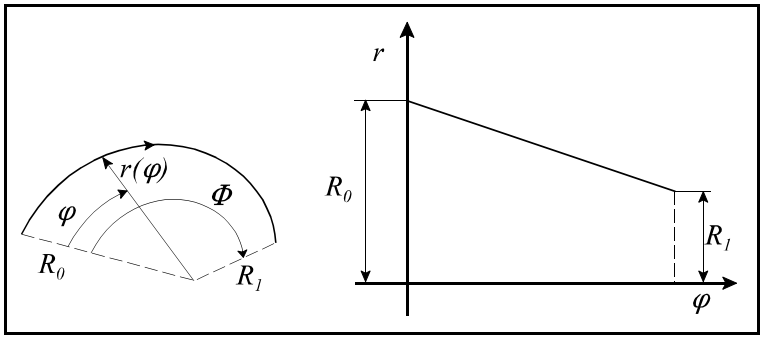
– Jeśli blok z kołem:

a. Nie zawiera ani promienia (R), ani I, J, K

b. Albo poza wybraną powierzchnię trafią wywołane adresy I, J, K , pojawi się komunikat *3014 BŁĄD ZADAWANIA KOŁA* na przykład: G03 X0 Y100, albo (G18) G02 X0 Z100 J-100.

– Jeśli w blokach G02, G03 określona różnica między początkowym i końcowym punktem promienia jest większa od wartości parametru *RADDIF* pojawi się błąd *3011 BŁĄD PROMIENIA W KOLE.*

Jeśli różnica między promieniami jest mniejsza od podanej w parametrze to sterowanie poprowadzi narzędzie po takie spirali na płaszczyźnie,

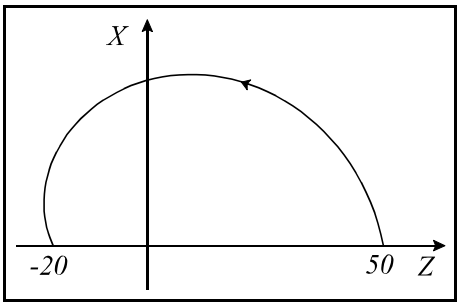


4.3-6 rysunek

w której promień zmienia się liniowo w funkcji kąta środkowego. W interpolacji ze zmiennym promieniem stała będzie nie prędkość wzdłuż toru ale prędkość kątowa.

Poniższy fragment programu pokazuje, iż można programować koło ze zmiennym promieniem używając adresów I,K:

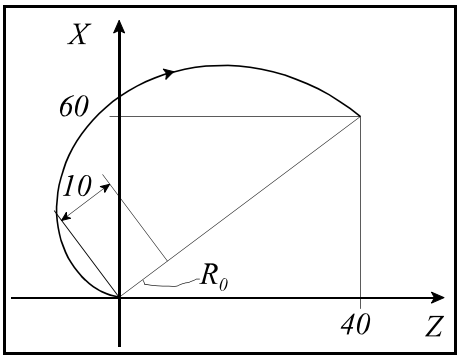
```
G90 G0 X0 Z50
G3 Z-20 K-50
```



4.3-7 rysunek

Jeśli podany promień koła mniejszy jest od połowy odcinka łączącego punkt początkowy z końcowym, to sterowanie traktuje podaną wartość promienia jako punkt początkowy promienia i interpoluje takie koło o zmiennym promieniu, którego punkt środkowy leży na prostej łączącej punkt początkowy z końcowym, w odległości R od punktu początkowego:

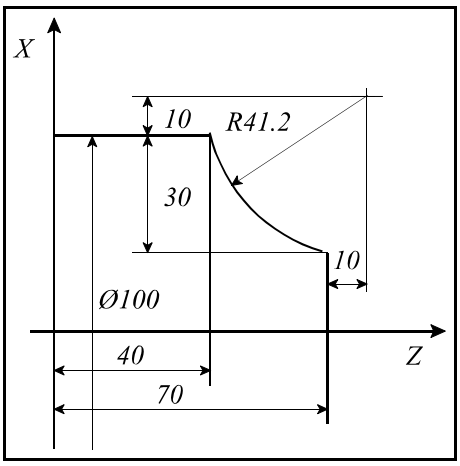
```
G0 G90 X0 Z0
G2 X60 Z40 R10
```



4.3-8 rysunek

We wzorcowych przykładach współrzędna X programowana jest w średnicy a U i W nie są określone jako osie.

```
G2 G90 X100 Z40 R41.2
G2 G90 X100 Z40 I40 K10
G2 G91 X60 Z30 R41.2
G2 (G90) U60 W30 R41.2
G2 (G90) XI60 ZI30 R41.2
G2 G91 X60 Z30 I40 K10
G2 (G90) U60 W30 I40 K10
G2 (G90) XI60 ZI30 I40 K10
```



4.3-9 rysunek

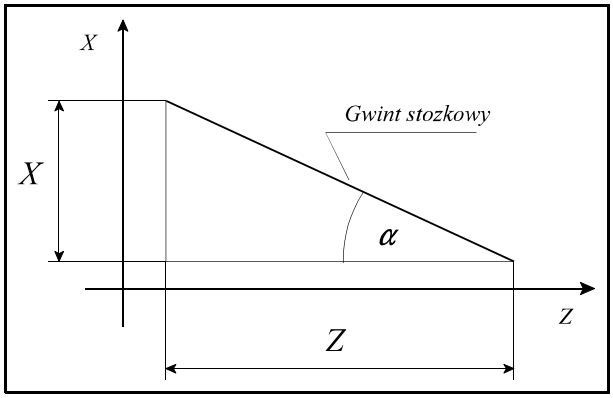
4.4 Nacinanie gwintu o stałym skoku (G33)

Instrukcje

G33 v F Q

G33 v E Q

definiują nacinanie gwintu cylindrycznego lub stożkowego o stałym skoku. Jako wektor v można wpisać maksymalnie dwie osie. Jeśli w wektorze v zaznaczone są dwie współrzędne sterowanie nacina gwint stożkowy.
Sterowanie bierze pod uwagę skok gwintu w tej osi, w której wypada dłuższe przesunięcie.

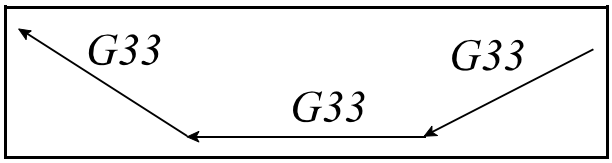


4.4-1 rysunek

Jeśli α<45°,to znaczy Z>X programowany skok gwintu w osi Z
jeśli α>45° ,to znaczy X>Z programowany skok gwintu w osi X

Skok gwintu można programować na dwa sposoby:

– Jeśli skok gwintu podajemy adresem F, to dana jest interpretowana w mm/min lub cal/min. Tak więc, gdy chcemy nacinać gwint o skoku 2,5 milimetra programujemy F2.5.
– Jeśli skok gwintu programujemy adresem E sterowanie nacina gwint calowy. Jeśli na przykład programujemy E3 wtedy sterowanie nacina gwint o skoku ⅓"=25.4/3=8.4667mm.



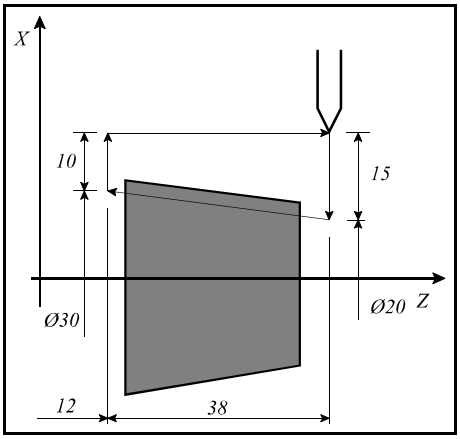
4.4-2 rysunek

Pod adresem Q podajemy tę wartość kąta, o którą ma się obrócić wrzeciono po zauważeniu zerowego impulsu układu pomiarowego wrzeciona, zanim zacznie nacinać gwint. Gwint wielowejściowy można nacinać po odpowiednim zaprogramowaniu Q, to znaczy można programować po jakim kącie obrotu ma zacząć nacinać sterowanie następne nitki gwintu.Na przykład, jeśli chcemy naciąć gwint dwuwejściowy pierwsze wejście uruchomimy z Q0 (nie trzeba oddzielnie programować), drugie wejście natomiast z Q180.
G33 jest funkcją dziedziczoną. Jeśli programujemy większą liczbę bloków z gwintem to nacinamy gwint na dowolnej powierzchni określonej odcinkami.

Wrzeciono już w pierwszym bloku synchronizuje się po pierwszym impulsie zerowym układu pomiarowego wrzeciona i w następnych blokach nie realizuje synchronizacji, w następstwie czego skok gwintu będzie równy na całym odcinku. Z tego wynika dalej, iż obrót kątowy wrzeciona Q również tylko w pierwszym bloku jest brany pod uwagę.

Przykład na programowanie gwintu

```
G0 G90 X50 Z40
U-30
G33 U10 W38 F2
G0 U20
W-38
```



4.4- 3 rysunek

W przykładzie wzięliśmy pod uwagę programowanie X w średnicy.

☞*Uwagi*:

– Jeśli w bloku z gwintem wprowadzono więcej niż dwie współrzędne albo wypełnione są jednocześnie adresy F i E sterowanie wyświetli błąd *3020 BŁĄD DEF. DANYCH* G33 G34

– Jeśli w bloku z gwintem w adresie E wstawimy 0, otrzymamy komunikat błędu *3022 DZIELENIE PRZEZ 0 W G33*

– do wykonania G33 trzeba zainstalować układ pomiarowy na wrzecionie.

– instrukcja G33 automatycznie ustawia override-y na 100%.

– z powodu błędu nadążania systemu serwo, by gwint był równomierny na całej długości trzeba odjeżdżać od gwintu i najeżdżać na gwint z pewnej odległości.

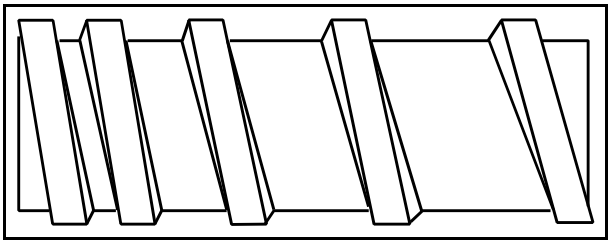
– w trakcie gwintowania wielkość posuwu nie może przekraczać wartości ustalonej dla każdej osi w parametrze *FEEDMAXn*.

4.5 Nacinanie gwintu o zmiennym skoku (G34)

Instrukcja

G34 v F Q K

definiuje nacinanie cylindrycznego lub stożkowego gwintu o zmiennym skoku . Interpretacja wejściowych danych zgadza się z tym co napisano omawiając G33.


4.5-1 Rysunek

K: Zwiększanie lub zmniejszanie skoku gwintu po każdym obrocie.

Wartość K może zmieniać się od 0.001 mm/obrót (0.0001cal/obrót) do 500 mm/obrót (10 cal/obrót).

4.6 Interpolacja we współrzędnych biegunowych (G12.1, G13.1)

Interpolacja we współrzędnych biegunowych jest takim działaniem sterowania, które w układzie współrzędnych prostokątnych opisany tor konturu detalu wykonuje ruchem liniowym osi i obrotowym wrzeciona

G12.1 - włączenie interpolacji biegunowej włącza działanie współrzędnych biegunowych

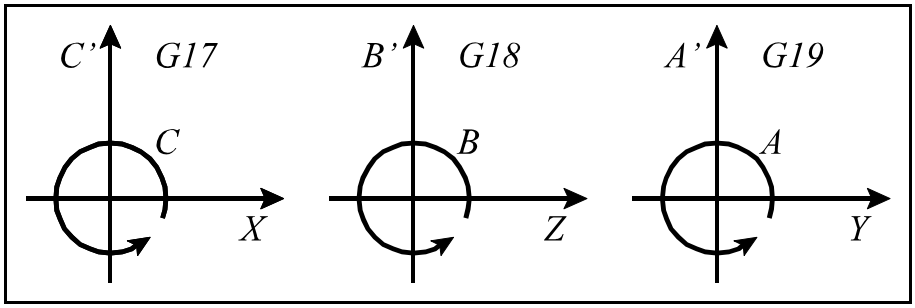
W następującej po tym części programu tor frezu możemy opisać w tradycyjny sposób w układzie współrzędnych prostokątnych z liniową i kołową interpolacją z uwzględnieniem korekcji promienia narzędzia.Rozkaz ten zawsze programujemy w oddzielnym bloku i nie możemy podać innej instrukcji obok niego

G13.1- wyłączanie interpolacji biegunowej

Instrukcja wyłącza działanie współrzędnych biegunowych. Rozkaz ten zawsze musimy podawać w oddzielnym bloku. Po włączeniu lub resecie sterowanie zawsze przyjmuje G13.1.

Wybór płaszczyzny

Przed włączeniem interpolacji polarnej trzeba wybrać płaszczyznę, która poda te adresy osi liniowej i obrotowej, które chcemy zastosować.



?-rysunek

instrukcja

G17 X_ C_

wyznacza liniową oś X i obrotową C. Na rysunku wyznaczyliśmy wirtualną oś C', której programowanie odbywa się przez podawanie wymiarów długości.

instrukcje G18 Z_ B_

G19 Y_ A_

odnoszą się do pozostałych osi obrotowych.

Położenie punktu zerowego detalu we współrzędnych polarnych

W przypadku stosowania interpolacji polarnej punkt zerowy zastosowanego układu współrzędnych tak trzeba wybrać na osi liniowej, by obowiązkowo wypadł na osi obrotu.

Położenie osi w chwili włączenia interpolacji polarnej

Przed włączeniem interpolacji polarnej (G12.1 rozkaz) trzeba zatroszczyć się o to by **oś obrotowa była w pozycji 0** , a liniowa oś może być w pozycji dodatniej lub ujemnej, ale **nie może być w zerze.**

Programowanie danych długości w trakcie interpolacji polarnej

We włączonym stanie interpolacji polarnej w obu osiach należących do wybranej powierzchni programujemy dane długości: występująca w wybranej płaszczyźnie oś obrotowa będzie drugą(wirtualną) osią. Jeśli na przykład instrukcją G17 X_wybraliśmy osie C, X , to adres C tak programujemy jak oś Y, w przypadku wyboru płaszczyzny_ G17 X_ Y.
Programowanie wirtualnej osi nie wpływa na to czy programowanie pierwszej osi odbywa się w średnicy, czy nie. **W osi wirtualnej** zawsze trzeba podawać wartości **w promieniu.**
Jeśli na przykład interpolacja polarna odbywa się w płaszczyźnie X C, to niezależnie od tego czy adres X podamy w średnicy, czy w promieniu, wartości podane na adres C trzeba podać w promieniu

Ruchy osi nie biorących udziału w interpolacji polarnej
Narzędzie w osiach nie biorących udziału w interpolacji porusza się jak w normalnym przypadku.

Programowanie interpolacji kołowej w trakcie interpolacji polarnej
We włączonym stanie interpolacji polarnej możliwe jest zadawanie koła w znany już sposób, przez programowanie promienia lub środka koła. Jeśli wybieramy to ostatnie, to adresy odpowiednie do wybranej powierzchni I,J,K należy używać w następujący sposób:

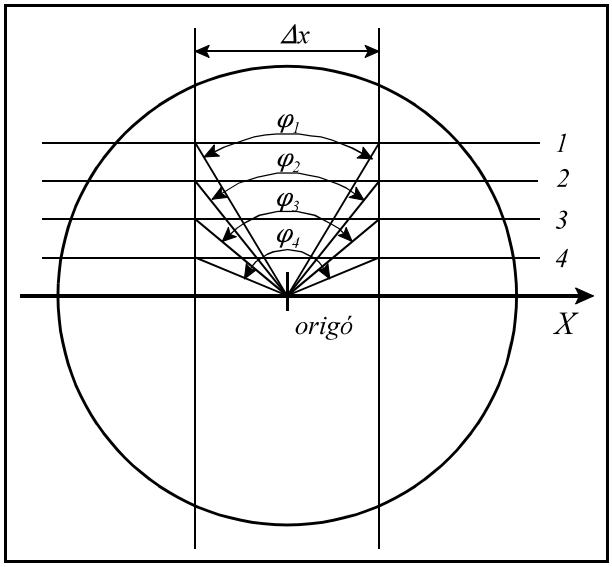
G17 X_ C_	G18 Z_ B_	G19 Y_ A_
G12.1	G12.1	G12.1
...	...	...
G2 (G3) X_ C_ I_ J_	G2 (G3) B_ Z_ I_ K_	G2 (G3) Y_ A_ J_ K_

Uzywanie korekcji promienia narzędzia w przypadku interpolacji polarnej
Instrukcji G41, G42 można używać w zwykły sposób, ale trzeba liczyć się z ograniczeniami:
– Włączanie interpolacji polarnej możliwe jest tylko w stanie G40 ,
– Jeśli w stanie G12.1 włączyliśmy G41, lub G42, to przed wyłączeniem interpolacji polarnej (G13.1) trzeba zaprogramować G40.

Ograniczenia w programowaniu podczas interpolacji polarnej
Nie możemy stosować następujących instrukcji:
– wybór płaszczyzny: G17, G18, G19,
– transformacje współrzędnych: G52, G92,
– zmiany układu współrzędnych detalu: G54, ..., G59,
– pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszynowych: G53.

Posuw roboczy w trakcie interpolacji liniowej
Interpretacja posuwu roboczego we włączonym stanie interpolacji polarnej odbywa się tak jak w układzie współrzędnych prostokątnych.
.

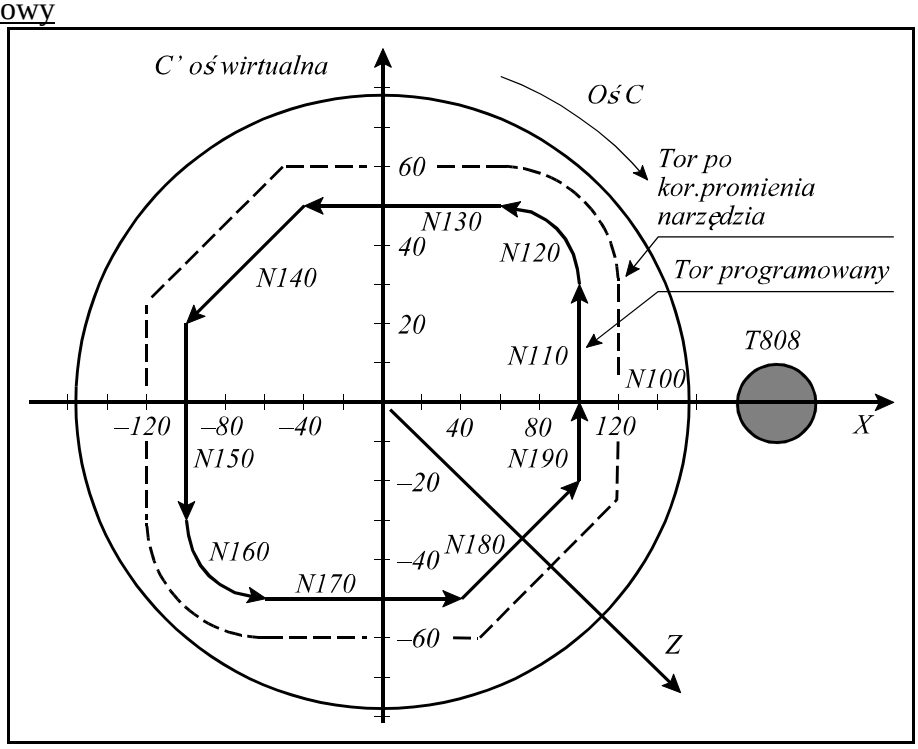
Rysunek obok pokazuje przypadek gdy programujemy proste równoległe do osi X (1, 2, 3, 4). Programowanemu posuwowi w jednostce czasu odpowiada przesunięcie . Δx .Poszczególnym przesunięciom Δx , w przypadku różnych prostych (1, 2, 3, 4) różne obroty kątowe (φ_1, φ_2, φ_3, φ_4) Widać, iż im bardziej interpolacja zbliża się do origo, tym większy obrót kątowy musi wykonać oś obrotowa w jednostce czasu, by utrzymać zaprogramowany posuw.
Jeżeli obrót kątowy w jednostce czasu przewyższa wartość określoną w parametrze FEEDMAX sterowanie stopniowo zmniejsza posuw wzdłuż toru.



?.2- rysunek

Przykład wzorcowy

Osie biorące udział w interpolacji Oś X (oś liniowa) i C (oś obrotowa). Oś X zaprogramowana jest w średnicy, oś C w promieniu.



?-3 rysunek

```
%O7500(interpolacja polarna)

...
N050 T808
N060 G59                        (G59 punkt początkowy układu współrzędnych w
                                 kierunku X, c oś obrotowa)
N070 G17 G0 X200 C0             (Wybór płaszczyzny X, C;pozycjonowanie na
                                 współrzędną X≠0, C=0)
N080 G94 Z-3 S1000 M3
N090 G12.1                      (włączenie polarnej interpolacji)
N100 G42 G1 X100 F1000
N110 C30
N120 G3 X60 C50 I-20 J0
N130 G1 X-40
N140 X-100 C20
N150 C-30
N160 G3 X-60 C-50 R20
N170 G1 X40
N180 X100 C-20
N190 C0
N200 G40 G0 X150
N210 G13.1                      (Wyłączenie polarnej interpolacji)
N220 G0 G18 Z100
...

%
```

4.7 Interpolacja walcowa (G7.1)

Jeżeli na powierzchni walcowej chcemy wyfrezować sterowany tor, stosujemy interpolację walcową. Wówczas osie walca i obrotowa musza się pokrywać. Ruchy osi obrotowej programujemy w stopniach., co sterowanie przeliczy na ruchy liniowe po powierzchni walca, w funkcji promienia walca, tak by interpolację liniową i kołową można było programować łącznie z inną osią.

Instrukcja

G7.1 Qr włącza interpolację walcową

gdzie

Q: adres biorącej udział w interpolacji walcowej osi obrotowej

r: promień walca.

Jeśli w interpolacji walcowej bierze udział obrotowa oś C i promień walca 50 mm wtedy interpolację walcową włączamy instrukcją G7.1 C50.

W następnej części programu zadając liniową i kołową interpolację możemy opisać tor na powierzchni walcowej. W osi podłużnej współrzędne podajemy w milimetrach lub w calach, w osi obrotowej w stopniach.

Instrukcja

G7.1 Q0 wyłącza interpolację walcową

względnie kod G będzie taki jak podczas załączania, tylko pod adres osi obrotowej trzeba wpisać 0.

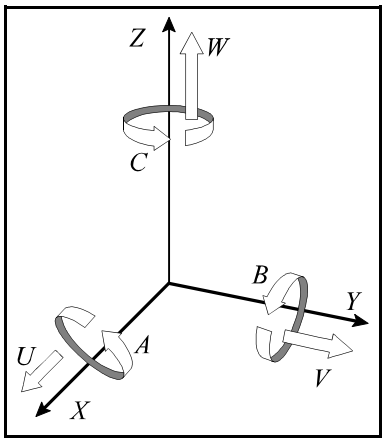
W powyższym przykładzie włączoną interpolację (G7.1 C50) można wyłączyć instrukcją G7.1 C0

Instrukcję G7.1 trzeba podać w oddzielnym bloku

Wybór płaszczyzny

Kod wyboru płaszczyzny zawsze określa nazwa osi równoległej do osi obrotów.

G17 X A, albo	G18 Z C, albo	G19 Y B, albo
G17 B Y	G18 A X	G19 C Z



4.7-1 rysunek

Interpolacja kołowa

W rodzaju pracy interpolacja walcowa zadawanie interpolacji kołowej możliwe jest tylko przez promień R.

Promień koła może być podawany w milimetrach lub w calach, nigdy w stopniach. Interpolację kołową na przykład w osi Z i C możemy zadać na dwa sposoby

G18 Z_ C_	G19 C_ Z_
G2 (G3) Z_ C_ R_	G2 (G3) C_ Z_ R_

Używanie korekcji promienia narzędzia w przypadku interpolacji n walcowej.

Instrukcji G41, G42 używa się w tradycyjny sposób z ograniczeniami:

– Włączanie interpolacji walcowej możliwe jest tylko w stanie G40 ,

– Jeśli w stanie G 71 Qr włączyliśmy G41, lub G42 to przed wyłączeniem interpolacji walcowej (G77.1 Q0) trzeba zaprogramować G40.

,

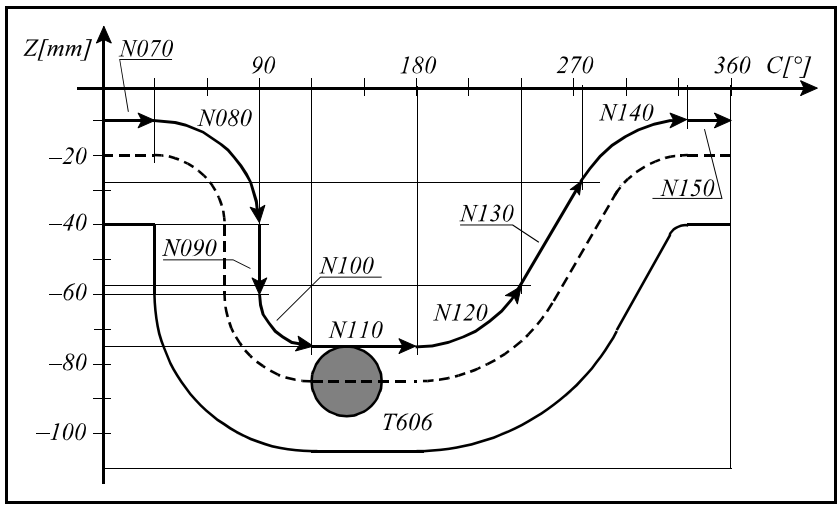
Ograniczenia w programowaniu podczas interpolacji walcowej

Nie można stosować następujących instrukcji:
– wybór płaszczyzny: G17, G18, G19,
–transformacje współrzędnych: G52, G92,
–zmiana układu współrzędnych detalu: G54, ..., G59,
– pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszynowych G53
– interpolacja kołowa z określaniem środka koła (I, J, K),
–cykle wiercenia

Przykład wzorcowy

Wyfrezujmy na płaszczyźnie walcowej o promieniu R=28.65 mm tor o głębokości 3 mm . Jak na rysunku Obrotowe narzędzie T606 jest równoległe z osią X . Pierwszy ruch na powierzchni walca to jeden stopień (1°) :

$$28.65mm \cdot \frac{1^\circ}{180^\circ} \cdot \pi = 0.5mm$$



4.7-2 rysunek

Widoczny na rysunku układ osi odpowiada wyborowi płaszczyzny G19.

```
%O7602(interpolacja walcowa)
...
N020 G0 X200 Z20 S500 M3 T606
N030 G19 Z-20 C0                    (G19:płaszczyzna C–Z)
N040 G1 X51.3 F100
N050 G7.1 C28.65                    ( włączenie interpolacji walcowej, oś
                                    obrotowa: C, promień walca
                                    28.65mm)
N060 G1 G42 Z-10 F250
N070 C30
N080 G2 Z-40 C90 R30
N090 G1 Z-60
N100 G3 Z-75 C120 R15
N110 G1 C180
N120 G3 Z-57.5 C240 R35
N130 G1 Z-27.5 C275
N140 G2 Z-10 C335 R35
N150 G1 C360
N160 G40 Z-20
N170 G7.1 C0                        (Wyłączenie interpolacji walcowej)
N180 G0 X100
...
%
```

5 Dane współrzędnych

5.1 Programowanie absolutne i przyrostowe (G90, G91), operator I

Wejściowe dane współrzędnych mogą być podawane jako wartości absolutne lub przyrostowe. Przy absolutnym zadawaniu danych trzeba podać sterowaniu współrzędne punktu końcowego, podczas gdy przy przyrostowym odległość do przejechania.

G90: programowanie zadawania danych absolutnych

G91: programowanie zadawania danych przyrostowych

Funkcje G90, G91 są dziedziczone. Parametr *CODES* decyduje, którą sterowanie przyjmie przy załączeniu.

Ruch na pozycję absolutną możliwy jest tylko po przyjęciu punktu referencyjnego

Przykład:

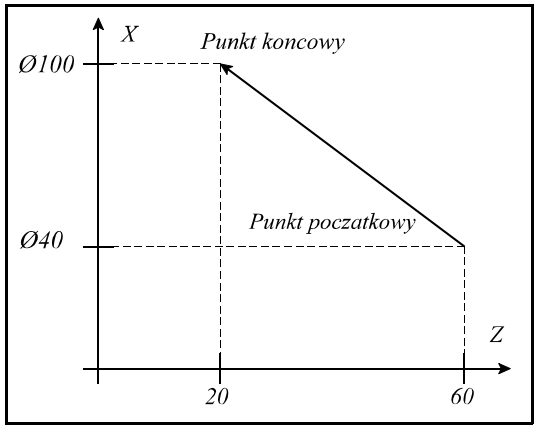
Na podstawie rysunku ruch można programować dwojako:

```
G90 G01 X100 Z20
G91 G01 X60 Z-40
```

Operator I ma znaczenie tylko przy G90. Odnosi się tylko do tej współrzędnej, za której adresem stoi. Jego znaczenie : dana przyrostowa.

Przykład ten można również rozwiązać następująco:

```
(G90) G01 XI60 ZI-40
G01 XI60 Z20
G01 X100 ZI-40
```



5.1- 1 rysunek

Jeśli adresy U, V, W nie są użyte dla określenia osi, mogą być użyte dla inkrementalnych ruchów w osiach X, Y, Z

	adres absolutnego rozkazu	adres inkrementalnego rozkazu
rozkaz ruchu w kierunku X	X	U
rozkaz ruchu w kierunku Z	Z	W
rozkaz ruchu w kierunku C	C	H
rozkaz ruch w kierunku Y	Y	V

Biorąc pod uwagę powyższe przykład wzorcowy:

```
(G90) G01 U60 W-40
      G01 U60 Z20
      G01 X100 W-40
```

5.2 Transformacja Calowy/metryczny (G20, G21)

G20: wybór calowego systemu miar
G21:wybór metrycznego systemu miar

Na początku programu trzeba wybrać system miar podając odpowiedni kod

5.3 Zadawanie danych współrzędnych i graniczne wartości

Dane współrzędnych można podawać przy pomocy 8 cyfr.
Interpretuje punkt dziesiętny w funkcji zastosowanego systemu miar:
– znaczenie X2.134 2.134 mm, lub 2.134 cale
– znaczenie B24.36 24.36 stopnie, jeśli pod adresem B przechowujemy dane kątowe.
Używanie punktu dziesiętnego nie jest obowiązkowe:
– znaczenie X325 - 325 mm.
Początkowe zera można pominąć :
– .032=0.032
Zera po punkcie dziesiętnym można pominąć :
– 0.320=.32
Graniczne wartości współrzędnych długości pokazuje tabela:

wejściowy system miary	wyjściowy sestem miary	system inkrementalny	graniczna wartość współrzędnych długości	wymiar
mm	mm	IR-A	± 0.01-999999.99	mm
		IR-B	± 0.001-99999.999	
		IR-C	± 0.0001-9999.9999	
cal	mm	IR-A	± 0.001-39370.078	cal
		IR-B	± 0.0001-3937.0078	
		IR-C	± 0.00001-393.70078	
cal	cal	IR-A	± 0.001-99999.999	cal
		IR-B	± 0.0001-9999.9999	
		IR-C	± 0.00001-999.99999	
mm	cal	IR-A	± 0.01-999999.99	mm
		IR-B	± 0.001-99999.999	
		IR-C	± 0.0001-9999.9999	

Graniczne wartości współrzędnych kątowych :

system inkrementalny	graniczna wartość współrzędnych kątowych	wymiar
IR-A	± 0.01-999999.99	stopień
IR-B	± 0.001-99999.999	
IR-C	± 0.0001-9999.9999	

5.4 Programowanie w średnicy lub w promieniu

Ponieważ przekrój detali wykonanych na tokarce jest zazwyczaj kołem, wymiary w osi X można podawać w średnicy
w przypadku
Programowania w promieniu
parametr
4762 DIAM=0,
programowania w srednicy:
4762 DIAM=1
W przypadku programowania w średnicy najmniejszy możliwy wymiar to 1 inkrement, w średnicy połowa.
Jeśli parametr ustawiliśmy na programowanie w średnicy następujące przypadki weźmy pod uwagę:

przypadek	uwagi
absolutny rozkaz ruch w osi X	w średnicy
inkrementalny rozkaz ruchu w osi X	w średnicy (na rysunku $D_2 - D_1$)
przesunięcie współrzędnej i punktu zerowego w osi X	w średnicy
korekcja długości narzędzia w osi X	w średnicy
Odnoszące się do osi X parametry w cyklach, na przykład grubość przejścia	zawsze w promieniu
wartość R i I przy zadawaniu interpolacji kołowej	zawsze w promieniu
wyświetlanie pozycji X	w średnicy
obróbka zgrubna w kierunku X	zawsze promień/obrót, albo promień/min
wielkość kroku w kroczeniu i ręcznym kółku	w przypadku wyboru 1 inkrementu 1μm w średnicy

5.5 Obsługa odwrócenia osi obrotowych

Funkcja ta ma zastosowanie w przypadku osi obrotowych, a więc A, a B i C. Przez obsługę odwrócenia rozumiemy ,iż w danej osi pozycję nie rejestrujemy pomiędzy plus minus nieskończoność , ale bierzemy pod uwagę periodyczność osi na przykład : pomiędzy 0˚ i 360˚

Wyznaczenie osi jako obrotowej
Odbywa się przez wpisanie wartości 1 do parametrów: w przypadku osi A: 0182 A.ROTARY, B 0185 B.ROTARY, C 0188 C.ROTARY
– w osiach obrotowych sterowanie nie dokonuje konwersji calowy/metryczny
– wpisaniem 1 do parametru ROLLOVEN można dokonać odwrócenia

Zezwolenie na funkję odwrócenia
Wpisanie 1 do parametru: dla osi A 0241 ROLLOVEN_, B 0242 ROLLOVEN_ C 0243 ROLLOVEN_

Zadawanie drogi przypadającej na jeden obrót

W inkrementach przy pomocy parametrów A 0261 ROLLAMNT_ B 0262 ROLLAMNT_ C 0263 ROLLAMNT_

Ruchy osi obrotowych w programowaniu absolutnym

Jeśli jest zezwolenie na odwrócenie osi obrotowej (ROLLOVEN_x=1),w przypadku absolutnego zadawania danych oś nigdy nie poruszy się więcej ponad wartość ustaloną w parametrze ROLLAMNT_x , to znaczy , jeśli na przykład : ROLLAMNT_C=360000 (360˚),największe przesunięcie 359.999°.

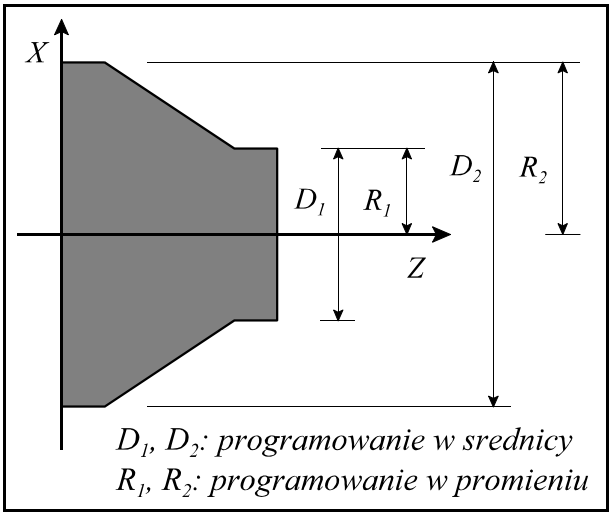
Można ustalić parametrycznie, by kierunek ruchu zawsze odpowiadał przedznakowi podanemu pod adresem osi lub po najkrótszej drodze. Oś A 0244 ABSHORT_ oś B0245 ABSHORT_oś C ABSHORT_C

– =0: zawsze zgodnie z przedznakiem
– =1: zawsze w krótszym kierunku .

0188 **C.ROTARY**=1, 0243 **ROLLOVEN_C**=1 0263 **ROLLAMNT_C**= =360000	Blok programowany absolutnie	przesunięcie wykonane pod wpływem bloku	pozycja na końcu bloku
0246 **ABSHORT_C**=0 zawsze porusza się w kierunku zgodnie z przedznakiem programowanym pod adresen C			C=0
	G90 C450	90	C=90
	G90 C0 (**0 liczba dodatnia!**)	270	C=0
	G90 C–90	–90	C=270
	G90 C–360	–270	C=0
0246 **ABSHORT_C**=1 porusza się zawsze po najkrótszej drodze			C=0
	G90 C450	90	C=90
	G90 C0	–90	C=0
	G90 C–90	–90	C=270
	G90 C–360	90	C=0

Ruch osi obrotowej w programowaniu inkrementalnym

W przypadku inkrementalnego zadawania danych kierunek ruchu zawsze odbywa się zgodnie z zaprogramowanym przedznakiem.



5.4-1 rysunek

Przy pomocy parametru 0247 RELROUND_w osi A , 0248 RELROUND,_ w osi B 0249 RELROUND, w osi_C można ustawić by wielkość ruchu stosowała się lub nie do odpowiednich parametrów ROLLAMNT_x . Jeśli odpowiedni parametr RELROUND_x:

– =0: nie stosuje się parametru ROLLAMNT_x a wiec przesunięcie może być większe niż 360˚,

– =1:stosuje się parametr ROLLAMNT_x. Jeśli na przykład parametr ROLLAMNT_C=360000 (360˚), największe przesunięcie w osi C może być 359.999° .

0188 **C.ROTARY**=1, 0243 **ROLLOVEN_C**=1 0263 **ROLLAMNT_C**= =360000	Blok programowany inkrementalnym zadawaniem	Droga wykonana pod wpływem bloku	Pozycja na końcu bloku
0249 **RELROUND_C**=0 Nie stosuje parametru ROLLAMNT_C			C=0
	G91 C450	450	C=90
	G91 C0	0	C=90
	G91 C–90	–90	C=0
	G91 C–360	–360	C=0
0249 **RELROUND_C**=1 Stosuje parametr ROLLAMNT_C			C=0
	G91 C450	90	C=90
	G91 C0	0	C=90
	G91 C–90	–90	C=0
	G91 C–360	0	C=0

6 Posuw

6.1 Szybki posuw

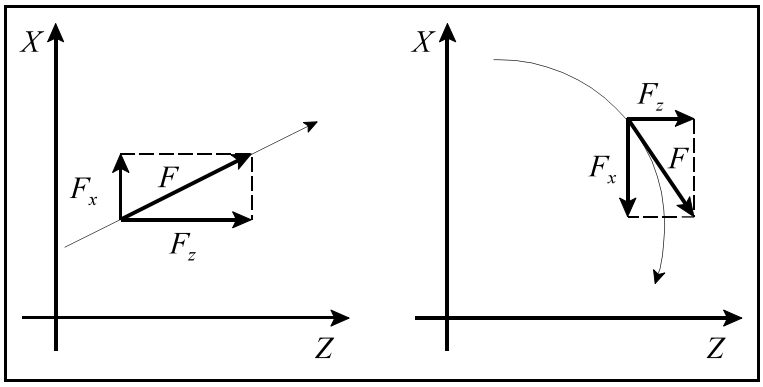
Instrukcja G00 powoduje pozycjonowanie szybkim posuwem.
Konstruktor maszyny ustala w polu parametrów szybki posuw dla każdej osi oddzielnie.
Jeśli kilka osi jednocześnie wykonuje szybki ruch to sterowanie tak wylicza wypadkową szybkość, by składowa w każdej osi nie przekraczała dopuszczalnej dla niej prędkości, a całe przesunięcie odbyło w jak najkrótszym czasie.
Szybki posuw modyfikuje przełącznik procentowy, który ma następujące położenia :

F0: wartość wpisana w parametrze 1204 RAPOVER
lub jej 25%, 50%, 100%.

Powyżej 100% nie można zwiększać szybkiego posuwu.
Szybki posuw zawsze jest zatrzymywany przez 0% położenie przełącznika procentowego roboczego posuwu.
Jeśli nie są przyjęte punkty referencyjne sterowanie zawsze zmniejsza szybki posuw do wartości określonej w parametrach.
Powyższe wartości procentowe szybkiego posuwu można uzyskać również z przełącznika procentowego posuwu roboczego. Szybkie przesuwy realizowane z przycisków panelu sterowania mają mniejszą wartość niż pozycjonowanie z programu. Ustawia się je również w parametrach, uwzględniając opóźnienie ludzkich reakcji.

6.2 Posuw roboczy

Posuw roboczy programujemy adresem.
Programowany posuw roboczy obowiązuje w blokach z interpolacją liniową (G01) i kołową (G02, G03)
Posuw roboczy przyjmuje wartość styczną do programowanego toru.



6.2-1 rysunek

F : posuw w kierunku stycznym do toru (wartość programowana)
F_x: składowa posuwu w kierunku X
F_z: składowa posuwu w kierunku Z

$$F=\sqrt{F_x^2+F_z^2}$$

Programowany posuw roboczy można modyfikować procentowym przełącznikiem w zakresie 0 - 120%, wyłączając stan G63 zabraniający używanie przełącznika. Wartość posuwu F jest

dziedziczona Po załączeniu maszyny obowiązuje wartość posuwu ustawiona w parametrze *FEED*

6.2 .1 Posuw roboczy na minutę (G94) i na obrót (G95)

W programie jednostkę miary posuwu można zadać kodami

G94: posuw roboczy na minutę

G95: posuw roboczy na obrót

Przez posuw na minutę rozumiemy posuw podawany w wymiarze: mm/min, cal/min, stopień/min.

Przez posuw na obrót natomiast: mm/obrót, cal/obrót, stopień/obrót . O posuwie na obrót możemy mówić, gdy na wrzecionie zainstalowany jest układ pomiarowy

Są to wartości dziedziczone. Po załączeniu, w zależności od wpisu do parametru *CODES , wybierany jest stan G94 lub G95.* Stan G94/95 nie ma wpływu na szybki posuw, który zawsze ma wymiar na minutę.

Poniższa tabela podaje maksymalne dopuszczalne wartości posuwu F w różnych przypadkach

wejściowy system miary	wyjściowy system miary	inkrement-system	graniczna wartość adresu F	wymiar
mm	mm	IR-A	0.001 - 250000	mm lub stop/min
		IR-B	0.0001 - 25000	
		IR-C	0.00001 - 2500	
		IR-A	0.0001 - 5000	mm lub stop/min
		IR-B	0.00001 - 500	
		IR-C	0.000001 - 50	
cal	mm	IR-A	0.0001 - 9842.5197	mm lub stop/min
		IR-B	0.00001 - 984.25197	
		IR-C	0.000001 - 98.25197	
		IR-A	0.00001 - 196.85039	mm lub stop/min
		IR-B	0.000001 - 19.685039	
		IR-C	0.0000001 - 1.9685039	
cal	cal	IR-A	0.0001 - 25000	mm lub stop/min
		IR-B	0.00001 - 2500	
		IR-C	0.000001 - 250	
		IR-A	0.00001 - 500	mm lub stop/min
		IR-B	0.000001 - 50	
		IR-C	0.0000001 - 5	
mm	cal	IR-A	0.001 - 250000	mm lub stop/min
		IR-B	0.0001-25000	
		IR-C	0.00001-2500	
		IR-A	0.0001 - 5000	mm lub stop/min
		IR-B	0.00001-500	
		IR-C	0.000001-50	

6.2 .2 Ograniczanie wartości posuwu roboczego

Konstruktor maszyny parametrycznie ogranicza wartości posuwu w poszczególnych osiach. Ograniczona w parametrach wartość rozumiana jest w mm/min. Wartość ta jest zarazem prędkością SUCHEGO PRZEBIEGU. Jeśli w programie wstawimy większy posuw to i tak sterowanie ograniczy go do największej dopuszczalnej wartości.

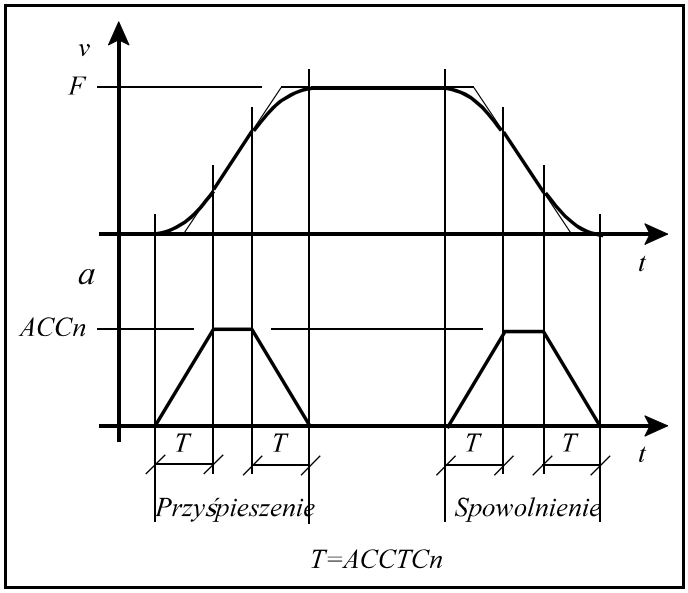
6.3 Przyśpieszanie/spowalnianie. Uwzględnianie posuwu F

Przyśpieszanie startu ruchów i spowalnianie przy zatrzymaniu jest koniecznością wynikającą z potrzeby ograniczenia wpływu sił działających na maszynę.
W normalnych warunkach sterowanie przyśpiesza lub zwalnia:

– w ręcznym ruchu
– przy szybkim pozycjonowaniu (G0)
– przy ruchach posuwem roboczym (G1, G2, G3) G9, G61
– gdy wykryje kąt podczas obróbki
– gdy zmienimy wartość posuwu podczas ruchu, lub przekroczymy dopuszczalną wartość
– spowalnia gdy naciśniemy STOP

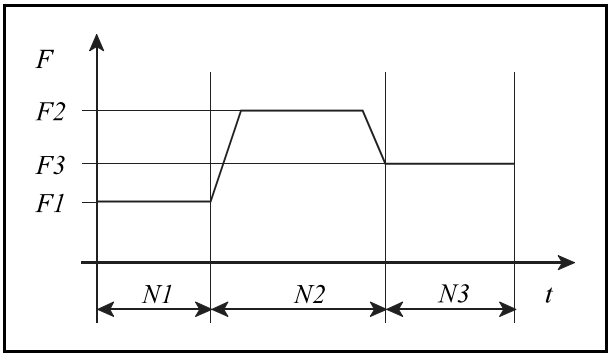
Sterowanie zawsze przyśpiesza wartość wypadkową, a nie składowe.
Może mieć charakter
– liniowy
– krzywej dzwonowej

W przypadku przyśpieszania o charakterze krzywej dzwonowej wartość przyspieszenia zmienia się. Najpierw rośnie liniowo, dopóki nie osiągnie wartości określonej w parametrze (*ACCn* parametr), ewentualnie liniowo maleje do osiągnięcia zamierzonej prędkości.



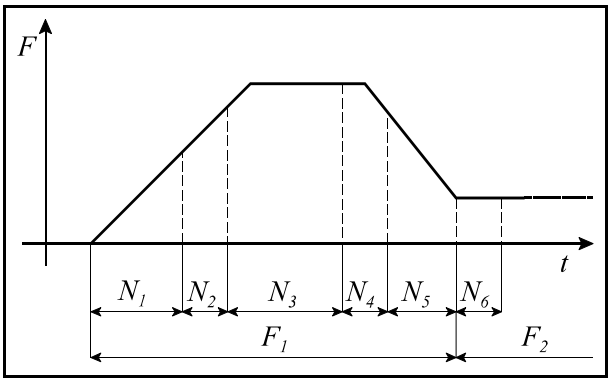
6.3-1 rysunek

Przyśpieszenie przy zadaniu większej wartości niż obowiązywała sterowanie realizuje w tym bloku, w którym zmieniono posuw.



6.3-2 rysunek

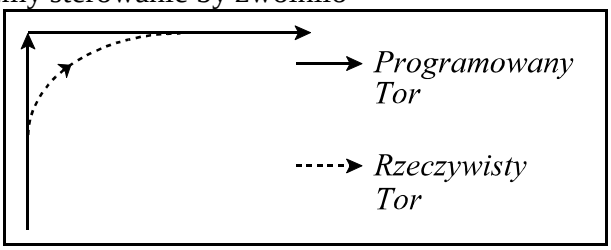
Sterowanie wcześniej zauważa i bierze pod uwagę zmiany stycznej prędkości. Jest to po to potrzebne by osiągnąć docelową prędkość w procesie przyspieszania trwającym chociażby przez kilka bloków.



6.3-3 rysunek

6.4 Funkcje sterujące posuwem roboczym

Funkcje sterujące posuwem są niezbędne podczas obróbki w narożniku, ewentualnie w takich przypadkach, gdy technologia wymaga by nie działały przełącznik procentowy i przycisk stop. Podczas obróbki narożnika, jeśli stosujemy ciągły rodzaj pracy, sanie, z powodu swej bezwładności, nie są w stanie nadążać za rozkazami sterowania i powodują zaokrąglenie kąta.Jeśli musimy wykonać ostry kąt informujemy sterowanie by zwolniło ruch, odczekało do zatrzymania osi i rozpoczęło nowy ruch



6.4-1 rysunek

6.4 .1 G09:Dokładne zatrzymywanie

Funkcja nie jest dziedziczona. Aktualna jest tylko w tym bloku, w którym jest zaprogramowana. Na końcu tego bloku sterowanie po skończonej interpolacji zwalnia i opracowuje sygnał układu pomiarowego. Jeśli właściwy sygnał nie nadejdzie w ciągu 5 sekund wyświetla błąd 1020 BŁĄD POZYCJI. Funkcję stosuje się przy dokładnym wykonywaniu kątów.

6.4 .2 G61: Rodzaj pracy dokładne zatrzymywanie

Funkcja dziedziczona.Kasowana przez G62, G63, G64 Zasada działania jak powyżej.

6.4 .3 G64: rodzaj pracy ciągła obróbka

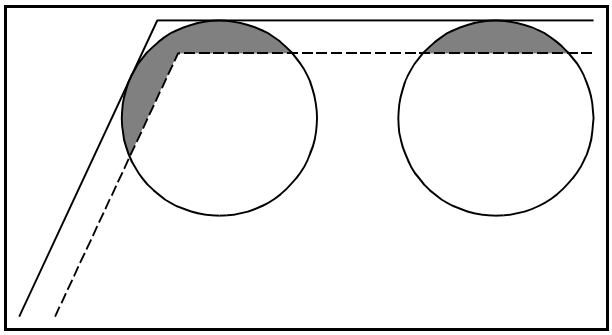
Funkcja dziedziczona. Sterowanie przyjmuje ten stan po załączeniu Kasują ją kody: G61, G62, G63.
W tym rodzaju pracy maszyna nie zatrzymuje się po zakończeniu interpolacji, nie spowalnia, tylko natychmiast zaczyna następny blok z interpolacją.W tym rodzaju pracy nie można obrabiać ostrych kątów.

6.4 .4 G63: zakaz stop i przełącznika procentowego

Funkcja dziedziczona, jej działanie przerywają kody G61, G62, G64.
W tym rodzaju pracy nieaktywne są przełączniki procentowe posuwu i obrotów wrzeciona oraz przycisk stop. Można stosować j[1] przy nacinaniu gwintów.

6.4 .5 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych narożnikach (G62)

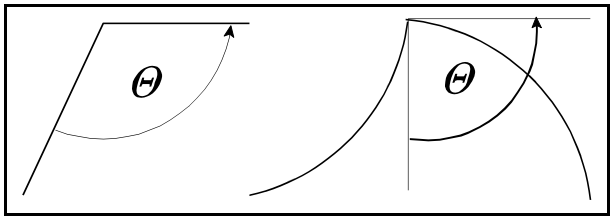
Funkcja dziedziczona. Jej stan przerywają kody G61, G63, G64 .
W przypadku obróbki wewnętrznych kątów . By uniknąć drżenia narzędzia sterowanie zmniejsza posuw na odcinkach przed narożnikiem i za nim.
Zmniejszanie posuwu funkcjonuje po spełnieniu warunków:
– 1. Włączony stan korekcji promienia (G41, G42)
– 2. W blokach G0, G1, G2, G3 ,
– 3. Podczas ruchu w wybranej płaszczyźnie
– 4. Jeśli narzędzie obrabia kąt od środka
– 5. Jeśli kąt narożnika mniejszy jest od wartości określonej w parametrze.



6.4 .5-1 rysunek

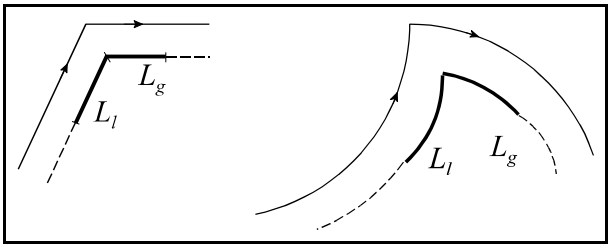
Zmniejszanie posuwu działa we wszystkich możliwych przejściach: prosta – prosta, prosta – koło, koło – prosta, koło – koło..

Wartość wewnętrznego kąta Θ można ustawić w parametrze *CORNANGL w zakresie* 1–180°.



6.4 .5-1 rysunek

W odległości L_l przed narożnikiem zaczyna zwalniać, a po L_g przyśpieszać. W przypadku łuków bierze pod uwagę odległość wzdłuż łuku Zadawanie odległości L_l odbywa się w parametrze *DECDIST* , L_g natomiast w *ACCDIST*.



6.4 .5-3 rysunek

Procentową wartość, o którą chcemy zmniejszać posuw ustawiamy w parametrze *CORNOVER*
Jeśli w stanie G62 chcemy zaprogramować dokładne zatrzymanie, do danego bloku musimy wstawiæ G09 .

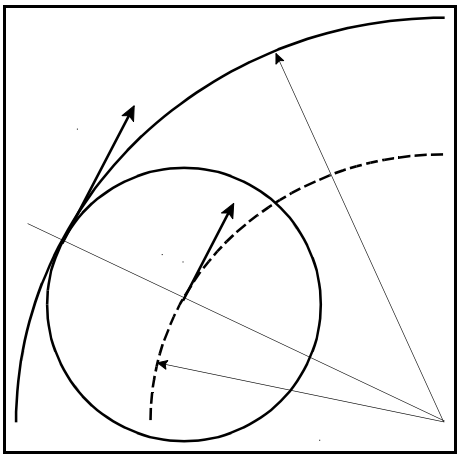
6.4 .6 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych łukach.

W stanie włączenia korekcji promienia narzędzia (G41, G42), przy obróbce wewnętrznych łuków sterowanie automatycznie zmniejsza posuw, by miał on zaprogramowaną wartość na łuku obróbki. Wielkość posuwu środka promienia narzędzia:

a

$$F_c = \frac{R_c}{R} F$$

gdzie:
R - programowany promień
Rc- korygowany promień
F- programowany posuw



6.4 .6-1 rysunek

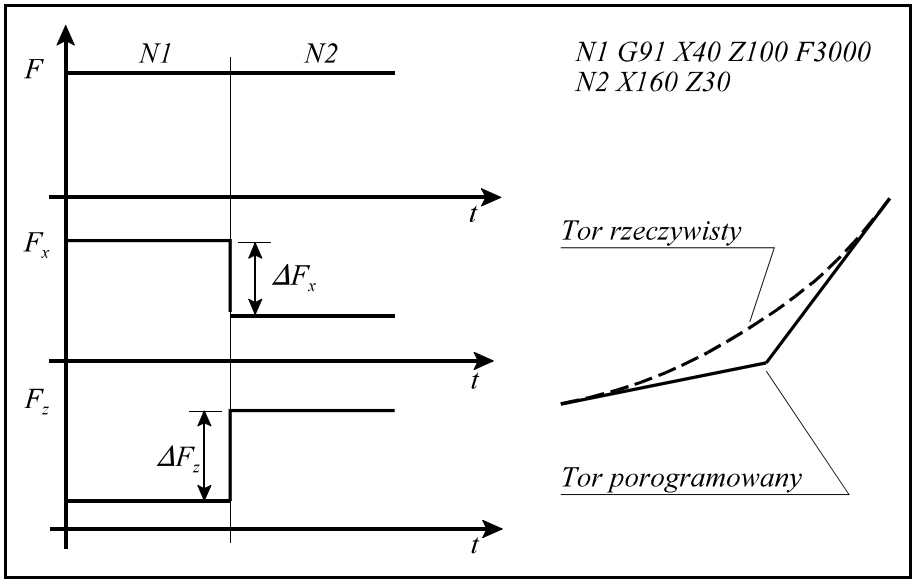
Dolną granicę automatycznego zmniejszenia posuwu określa parametr *CIRCOVER*

6.5 Automatyczne spowalnianie w narożniku

Przy szybkim pozycjonowaniu G0 sterowanie spowalnia ruch przed punktem końcowym do 0 i w następnym bloku z pozycjonowaniem przyśpiesza od 0 . W przypadku posuwu roboczego zwalnia tylko w przypadku narożników.
Z dwóch powodów potrzebna jest detekcja zmian posuwu roboczego:

– przy nagłej zmianie kierunku toru zmiana posuwu jest tak duża, iż napędy nie są w stanie jej wykonać bez spowolnienia.
– Nagła zmiana kierunku oznacza narożnik i jeżeli narożnik chcemy “wyostrzyć” również musimy zwolnić. Im bardziej zwolnimy tym narożnik będzie ostrzejszy.

Jeśli w dwóch następujących po sobie blokach N1, N2 nie zwolnimy w narożniku, to wzdłuż każdej osi wystąpią różnice prędkości (ΔF_x, $_{\Delta fz}$), widoczne na rysunku.



6.5-1 rysunek

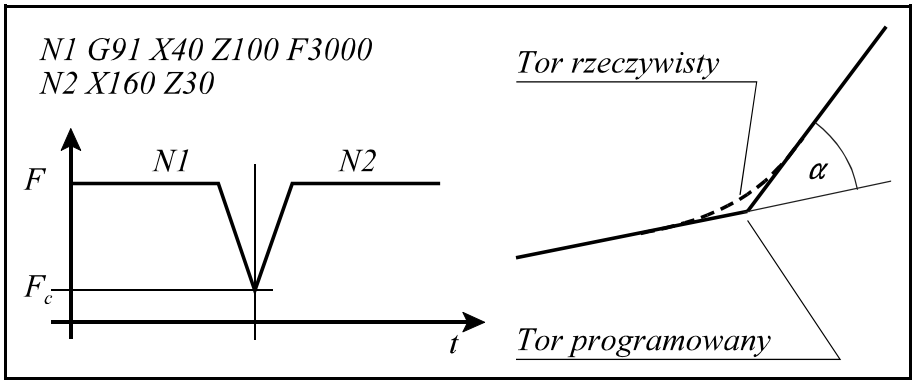
Aby działała funkcja spowalniania w narożniku w parametr 2501 CDEN trzeba wpisać 1

Detekcji narożnika sterowanie dokonuje na dwa sposoby: śledzi zmianę kierunku toru lub zmianę składowych prędkości wzdłuż osi.Parametrem wybieramy, według którego sposobu ma działać .

Zwolnienie w narożniku ze śledzeniem zmiany kąta kierunku toru

Przy stanie parametrów *2501 CDEN*=1 i *2502 FEEDDIF*=0 spowolnienie odbywa się po wykryciu zmiany kąta kierunku toru To ustawienie działa również przy . G94 i G95. .

Jeśli na styku dwóch widocznych na rysunku bloków N1, N2 kąt α przekroczy wartość dozwoloną parametrem sterowanie zwolni posuw do wartości Fc .



6.5 2 rysunek

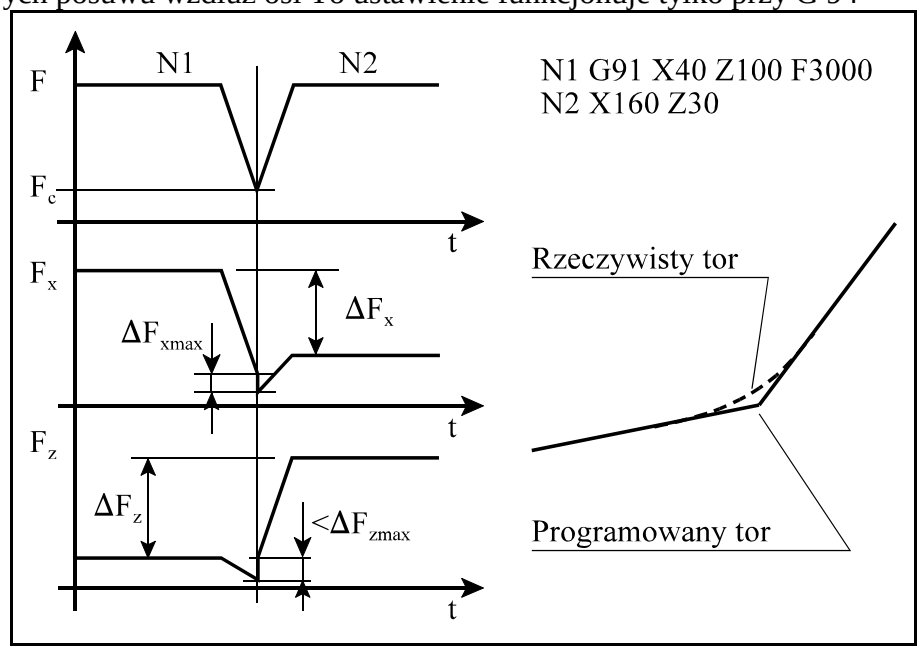
Parametrem *2511 CRITICAN* można ustawić wartość krytycznego kąta w stopniach. Wartość parametru 2512 *FEEDCORN* określa do jakiej wartości ma być zmniejszony posuw.

F_c=FEEDCORN.

Spowalnianie w narożnikach ze śledzeniem składowych posuwu wzdłuż osi.

Jeśli wartości parametrów *2501 CDEN=1* i *2502 FEEDDIF*=1, spowalnianie odbywa się ze śledzeniem składowych posuwu wzdłuż osi To ustawienie funkcjonuje tylko przy G 94

Jeśli dwa bloki N1 i N2 spotykają się w sposób widoczny na rysunku , to posuw zmniejszamy tak, by zmiana wartości posuwu w żadnej osi nie przekroczyła dopuszczalnej dla niej wartości (ΔF_{xmax}, ΔF_{zmax}) .



6.5-3 rysunek

:

ΔF_{xmax},

$\Delta F_{zmax, ...}$: dla osi X i Z ustalone wartości parametrów X, Z, ... *252n CRITFDIFn*

ΔF_x, ΔF_z, ...: Występujące w osiach X, Z różnice posuwów, .

$$F_c = \min\left\{ \frac{\Delta F_{x\,\max}}{\Delta F_x}, \frac{\Delta F_{z\,\max}}{\Delta F_z}, \ldots \right\} \times F$$

6.6 Ograniczenie przyśpieszeń występujących w normalnym kierunku przy łuku

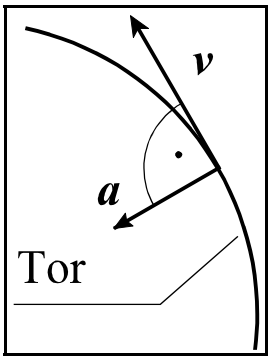
Sterowanie utrzymuje stałą wartość posuwu wzdłuż stycznej do toru. By nie dopuścić do przekroczenia wartości składowych posuwu trzeba go ograniczyć. Sterowanie ogranicza wielkość posuwu zgodnie z zależnością:

$$F = \sqrt{a \cdot r}$$

gdzie:

a: mniejsza z wartości przyśpieszenia podana dla osi biorących udział w ruchu (w parametrze (*470n ACCn*)

r: promień koła



?-**1** Rysunek

7 Wyczekiwanie

Instrukcją

(G94) **G04** P....

Możemy zaprogramować czas wyczekiwania w sekundach
Graniczne wartości P: 0.001 - 99999.999 sekund.

Rozkazem

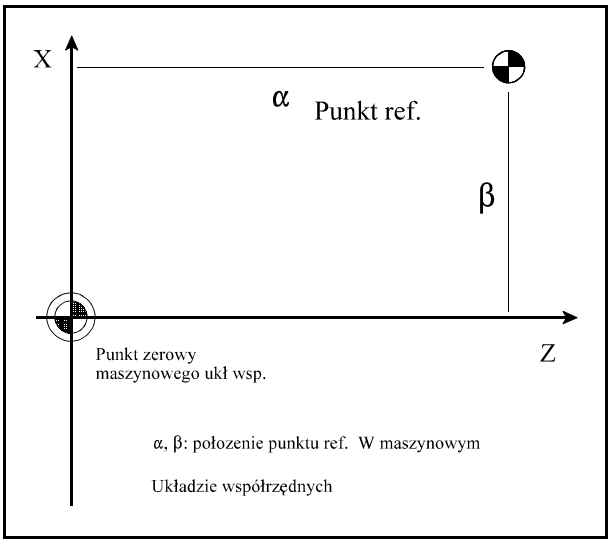
(G95) **G04** P....

Możemy zaprogramować czas wyczekiwania na obroty wrzeciona .
Graniczne wartości P: 0.001 - 99999.999 obrotów.

W funkcji parametru *SECOND* wyczekiwanie może dotyczyć zawsze sekund niezależnie od stanu G94,czy G95
Wyczekiwanie zawsze oznacza opóźnienie wykonania funkcji następnego bloku, Nie jest funkcją dziedziczoną. W 5 oknie stanu interpolacji pojawia się napis WYCZEKIWANIE , by pokazać przyczynę postoju sań.

8 Punkt referencyjny

Punkt referencyjny jest szczególną pozycją na obrabiarce, na której łatwo może stanąć sterowanie. Położenie punktu referencyjnego można określić w układzie współrzędnych maszynowych, przy pomocy parametru. Po przyjęciu punktu referencyjnego można zmierzyć współrzędne detalu i stanąć w pozycji absolutnej. Dopiero po przyjęciu punktu zerowego aktywne są parametryczne wyłączniki krańcowe i programowane ograniczenie przestrzeni roboczej.



8-1 rysunek

8.1 Automatyczne przyjmowanie punktu referencyjnego (G28)

na rozkaz

G28 v

przyjmuje punkt referencyjny określony wektorem v. Ruch składa się dwóch części. Najpierw wyznaczone przez wektor v osie szybkim posuwem przesuwają się do punktu pośredniego liniowym torem.. Współrzędne tego punktu mogą być zadane jako wartości absolutne lub inkrementalne. Ruch odbywa się zawsze w aktualnym układzie współrzędnych. Gdy staje w końcowym punkcie ruchu liniowego kasuje się wektor korekcji promienia narzędzia. Sterowanie zapamiętuje współrzędne punktu pośredniego w osiach wyznaczonych przez wektor. W drugiej fazie staje w punkcie referencyjnym, w porządku określonym ręcznym przyjmowaniem punktu referencyjnego.
Przyjmowanie punktu referencyjnego odbywa się oś po osi ruchem nieliniowym. Po przyjęciu punktu referencyjnego, tak jak w ręcznym przyjmowaniu, przyjmuje podstawowe położenie określone w polu parametrów.
Kod nie dziedziczony

☞*Uwagi*:
– Rozkaz G28 przyjmuje punkt referencyjny zawsze odpowiednio do ręcznego przyjmowania punktu referencyjnego.
– Jeśli nie ma jeszcze aktualnego punktu referencyjnego współrzędnym figurującemu w G28 v trzeba dać wartości inkrementalne.
– Współrzędne programowanego w bloku G28 v zachowują się w pamięci do wyłączenia sterowania..

8.2 Stawanie na punkcie referencyjnym 1, 2, 3, 4. (G30)

Na polecenie

G30 v P

sterowanie wysyła do określonego adresem punktu referencyjnego osie wyznaczone wektorem v.

P1: 1. Punkt referencyjny
P2: 2. Punkt referencyjny
P3: 3. Punkt referencyjny
P4: 4. Punkt referencyjny

Punkty referencyjne są punktami na obrabiarce o współrzędnych określonych w parametrach (REFPOS 1, , REFPOS4) w maszynowym układzie współrzędnych, które w zasadzie wykorzystujemy w różnego rodzaju pozycjach wymiany. Na przykład: pozycja wymiany narzędzi lub pozycja wymiany palet.
Pierwszy punkt jest zawsze punktem referencyjnym maszyny, to znaczy punktem, w którym staje maszyna po wysłaniu do punktu referencyjnego. Instrukcja może być stosowana po przyjęciu maszynowego punktu referencyjnego.
Ruch składa się z dwóch części. Najpierw przyjmując określone przez wektor v współrzędne punktu pośredniego staje w nim poruszając się liniowo, szybkim posuwem. Podane współrzędne mogą być wartościami inkrementalnym lub absolutnymi.Ruch odbywa się zawsze w aktualnym układzie współrzędnych. W punkcie pośrednim kasuje się wektor korekcji promienia narzędzia. Współrzędne punktu pośredniego zapamiętywane są w aktualnym układzie współrzędnych. Tak przechowywane współrzędne nadpisują wartości podane instrukcją G28
W drugiej fazie osie pozycjonują szybkim liniowym posuwem w punkcie P., wybranym jako punkt referencyjny.
W punkcie referencyjnym nie są brane pod uwagę wektory korekcji (długość , przesunięcie, promień) Nie trzeba kasować ich przed wydaniem rozkazu G30. Przy dalszych ruchach sterowanie zaktualizuje je.Korekcja promienia narzędzia zostanie przywrócona w pierwszym bloku z ruchem.
Kod nie jest dziedziczony.

8.3 Automatyczny powrót z punktu referencyjnego (G29)

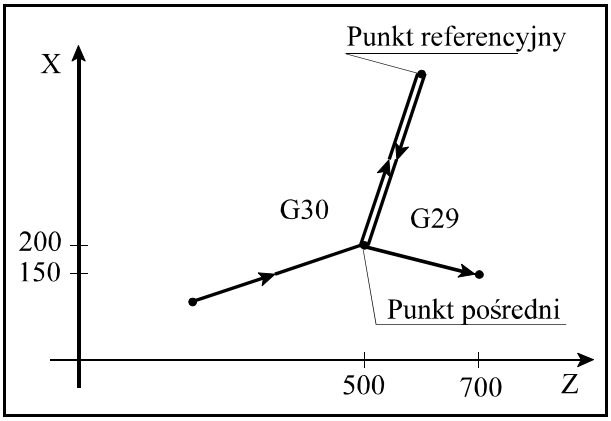
Po rozkazie

G29 v

sterowanie wraca z punktu referencyjnego w osiach określonych wektorem v. G29 jest realizowane tak jak G28 i G29. Odbywa się w dwóch fazach.

Przykład zastosowania G30, G29.

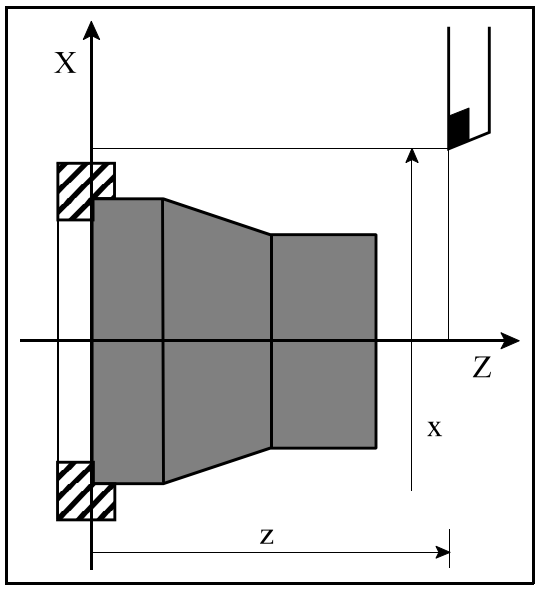
```
...
G90
...
G30 P1 X200 Z500
G29 X150 Z700
...
...
```



8.3-1 rysunek

9 Układy współrzędnych, wybór płaszczyzny

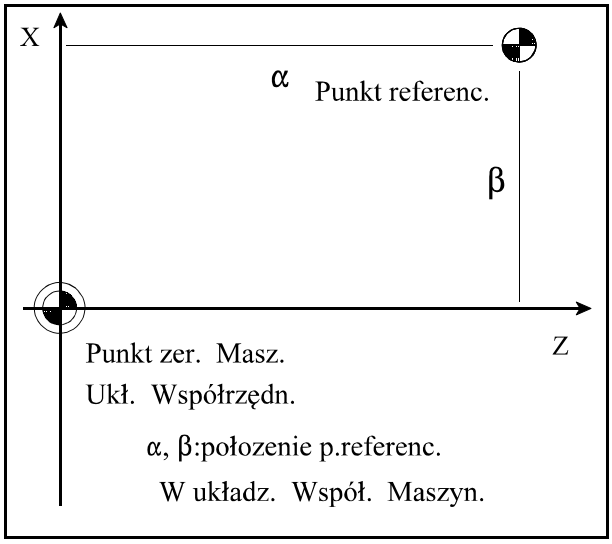
Pozycję, do której w programie chcemy przesunąć narzędzie podajemy przy pomocy danych współrzędnych . Jeśli mamy dwie osie (X, Z) . Pozycję narzędzia wyrażają dane dwóch współrzędnych: X i Z.
Współrzędne zawsze rozumiane są w danym układzie współrzędnych.
Sterowanie rozróżnia trzy rodzaje układów współrzędnych:
1. maszynowy układ współrzędnych
2. układ współrzędnych detalu
3. lokalny układ współrzędnych



9-1 rysunek

9.1 Układ współrzędnych maszynowych

Punkt zerowy maszyny, to znaczy zero maszynowego układu współrzędnych, jest takim punktem na danej obrabiarce, który zazwyczaj określa konstruktor maszyny. Sterowanie ustala maszynowy układ współrzędnych w chwili przyjęcia punktu referencyjnego. Gdy nastąpi określenie maszynowego układu współrzędnych nie może tego zmienić ani zmiana układu współrzędnych (G54...G59), ani inna transformacja (G52, G92). Zmiana następuje dopiero po wyłączeniu maszyny



9.1-1 rysunek

9.1 .1 Ustawianie maszynowego układu współrzędnych

Maszynowy układ współrzędnych można ustawić w polu parametrów, po przyjęciu punktu referencyjnego. Do grupy parametrów 7021 REFPOS1 wpisujemy odległość między punktem referencyjnym a zerem maszynowego układu współrzędnych, dla każdej osi oddzielnie.

9.1 .2 Wybór maszynowego układu współrzędnych (G53)

Po instrukcji

G53 v

narzędzie porusza się do punktu o pozycji v w maszynowym układzie współrzędnych.

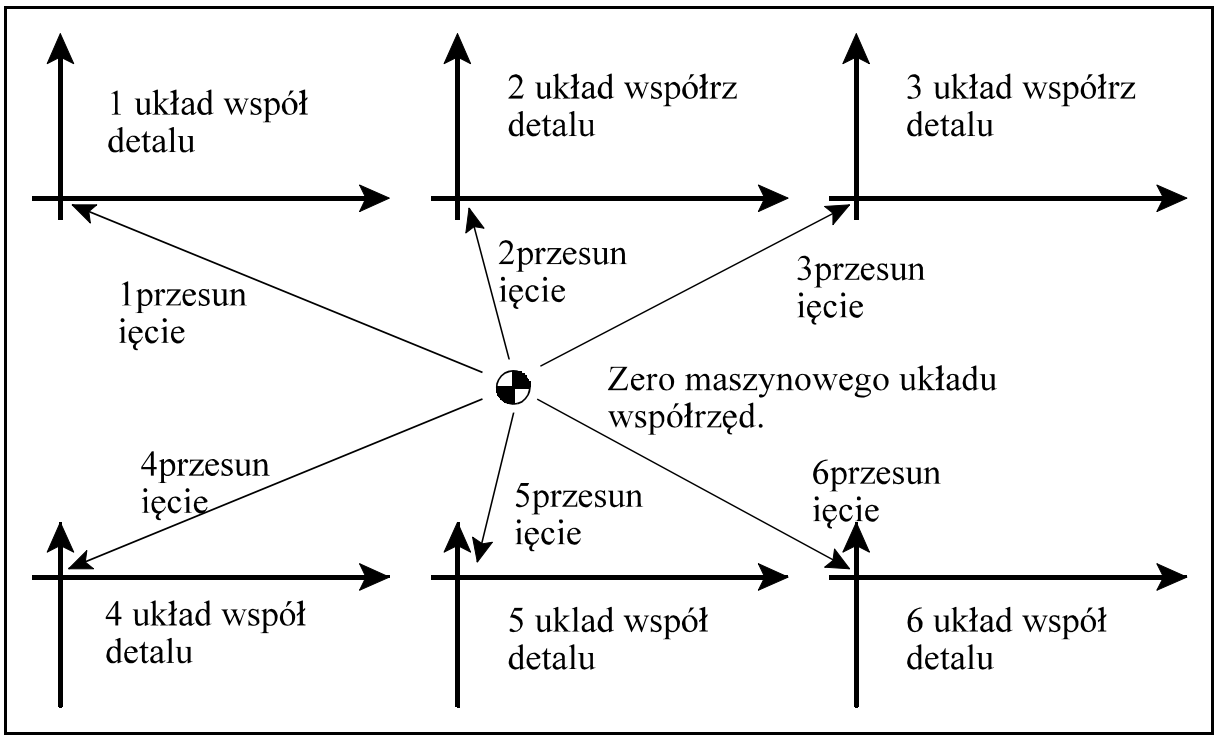
– niezależnie od stanu G90, G91 współrzędne v obsługiwane są jako współrzędne absolutne
– operator I po adresie współrzędnych i adresy U, V, W (jeśli U,V,W nie są wybrane jako osie) nie są aktywne.
– ruch odbywa się zawsze szybkim posuwem, podobnie jak przy G00
– pozycjonowanie odbywa się zawsze z uwzględnieniem korekcji

Instrukcję G53 można zrealizować tylko po przyjęciu punktu referencyjnego. Instrukcja obowiązuje tylko w bloku, w którym została użyta

9.2 Układy współrzędnych detalu

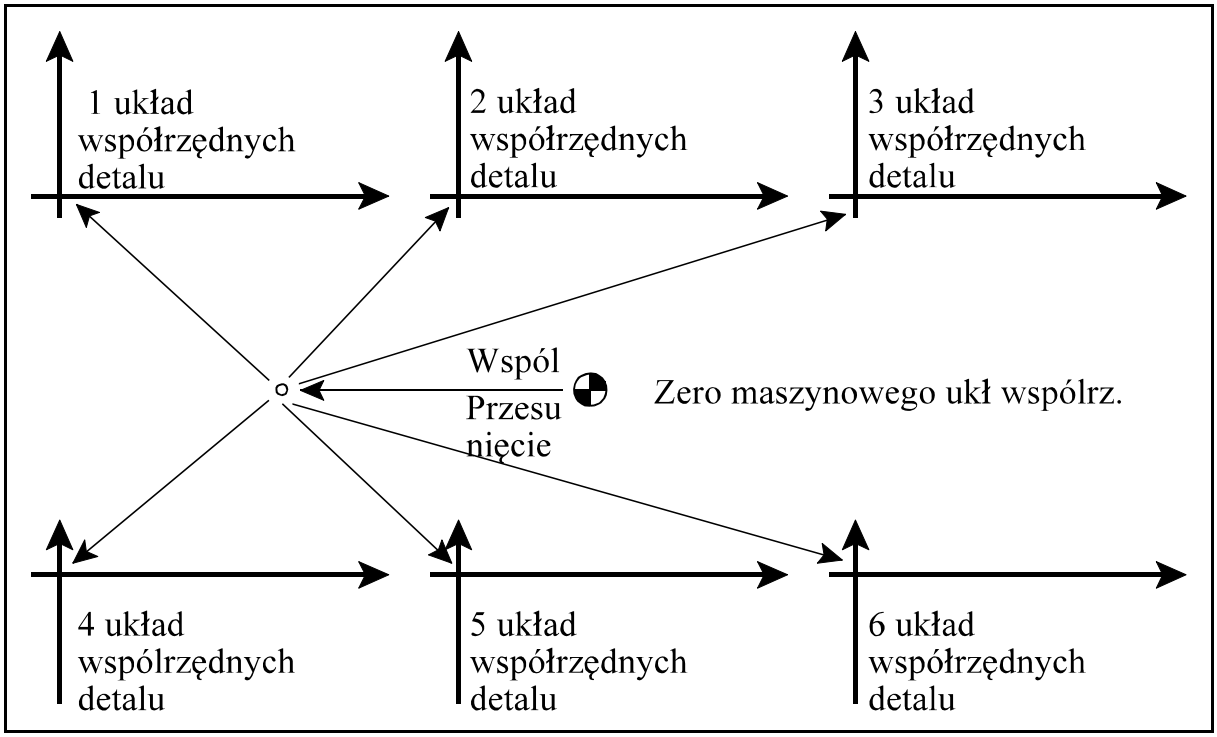
Układ współrzędnych, którego używamy podczas obróbki nazywamy układem współrzędnych detalu. W sterowaniu możemy zdefiniować sześć różnych układów współrzędnych detalu.

9.2 .1 Ustawianie układów współrzędnych detalu



9.2 .1-1 rysunek

W rodzaju pracy ustawienia można określić położenie różnych układów współrzędnych detalu w maszynowym układzie współrzędnych i ustawić potrzebne przesunięcia.



9.2 .1-2 rysunek

Cały układ współrzędnych maszynowych można przesunąć o jedną wspólną wartość, którą również podaje się w rodzaju pracy ustawienia.

9.2 .2 Wybór układu współrzędnych detalu

Instrukcjami A G54...G59 można wybierać różne układy współrzędnych detalu.

G54.....1. układ współrzędnych detalu
G55.....2. układ współrzędnych detalu
G56.....3. układ współrzędnych detalu
G57.....4. układ współrzędnych detalu
G58.....5. układ współrzędnych detalu
G59.....6. układ współrzędnych detalu

Funkcje są dziedziczone. Ich wybór przed przyjęciem punktu zerowego jest nieaktywny. Po najeździe na punkt referencyjny zostanie wybrany G54, pierwszy układ współrzędnych detalu.

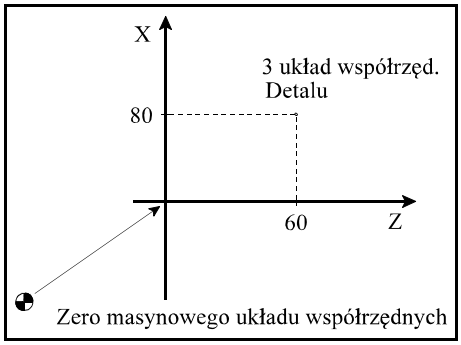
Absolutne współrzędne w blokach z interpolacją sterowanie bierze pod uwagę w aktualnym układzie współrzędnych detalu

Na przykład:

instrukcje

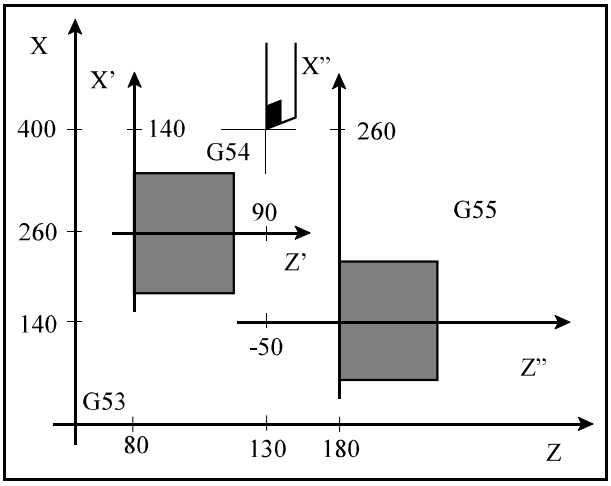
```
G56 G90 G00 X80 Z60
```

spowodują najazd na punkt X=80, Z=60 w 3-cim układzie współrzędnych detalu .



9.2 .2-1 rysunek

Po zmianie układu współrzędnych detalu wyświetlana będzie pozycja detalu w nowym układzie współrzędnych detalu. Na przykład zgodnie z rysunkiem po przesunięciu układu współrzędnych detalu zgodnie z G54 pozycja narzędzia to X=260, Z=80. Natomiast w układzie G55 X=140, Z=180. W G54 X', Z' pozycja narzędzia X'=140, Z'=90. Po rozkazie G55 X", Z" pozycja narzędzia: X"=260, Z"=–50.



9.2 .2-2 rysunek

9.2 .3 Ustawianie przesunięcia układu współrzędnych detalu z programu

Można dokonać przesunięcia układów współrzednych detalu z programu przy pomocy:

G10 v **L2** P_p

gdzie

$_p$ = 0 ustawienie rzesunięcie wszystkich układów

$_p$ = 1...6 1.- 6.- ustawienie przesunięcia wybranego układu

v (X, Z, ...): wartość przesunięcia w każdej osi

G10 nie jest dzidziczona

9.2 .4 Tworzenie układu współrzędnych nowego detalu (G92)

pod wpływem instrukcji

G92 v

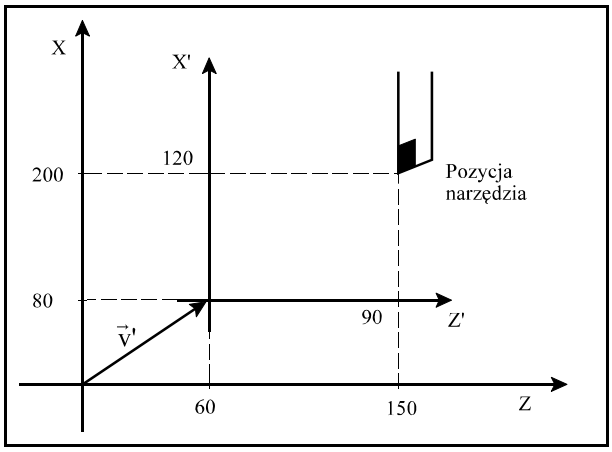
tworzy się układ współrzędnych nowego detalu w taki sposób iż jeden wyznaczony punkt, na przykład ostrze narzędzia gdy jest zaprogramowana korekcja długości lub punkt bazowy oprawki narzędziowej, będzie punktem zerowym układu współrzędnych nowego detalu. . Po tym każdy absolutny rozkaz jest rozumiany w nowym układzie.

Jeżeli na przykład narzędzie jest w punkcie o współrzędnych X=200, Z=150 w aktualnym układzie to pod wpływem instrukcji `G92 X120 Z90`

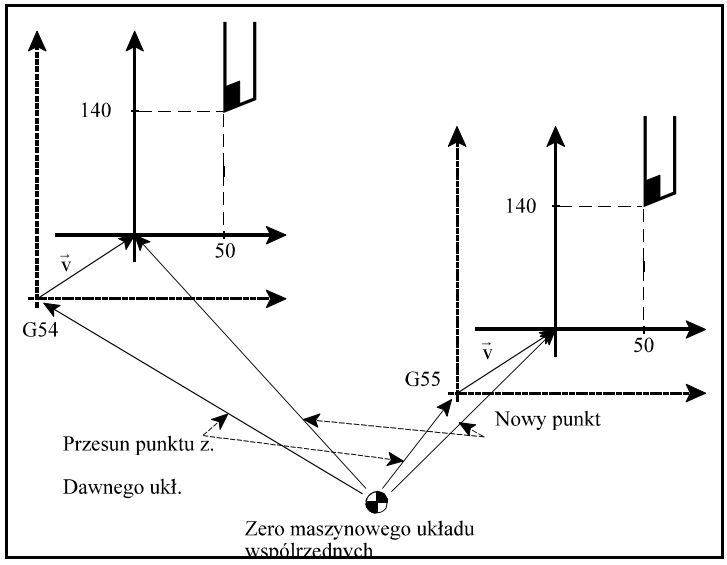
utworzy się nowy układ współrzędnych X', Y' w którym narzędzie znajdzie się w punkcie X'=120, Z'=90. Składowe wektora przesunięcia v między układami X, Z-X', Z'.

V'_x=200-80=120 i

V'_z=150-90=60.



9.2 .4-1 rysunek



9.2 .4-2 rysunek

9.3 Lokalny układ współrzędnych

Podczas pisania programu technologicznego czasami łatwiej jest podawać dane nie w układzie współrzędnych detalu ale w innym tak zwanym lokalnym układzie współrzędnych. Instrukcja

G52 v

tworzy lokalny układ współrzędnych

– Jeśli współrzędna podana jest jako wartość absolutna to zero lokalnego układu lezy w punkcie v układu współrzędnych detalu..
– Jeśli wartość v jest podana jako wartość inkrementalna to przesuwa wartość zera lokalnego układu o v, jeśli wcześniej został zdefiniowany lokalny układ współrzędnych. Jeśli nie to przesunięcie tworzy się w stosunku do zera układu współrzędnych detalu.

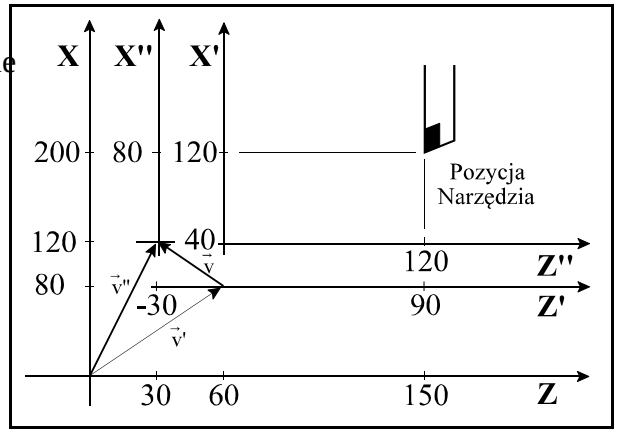
Odtąd zaczynając każdy ruch podany we współrzędnych absolutnych będzie zrealizowany w nowym układzie.

Wyświetlanie pozycji również odbędzie się w nowym układzie. Jeśli na przykład narzędzie przebywa w punkcie o współrzędnych X=200, Z=150 nowego układu współrzędnych to pod wpływem instrukcji

```
G90 G52 X80 Z60
```

utworzy się nowy lokalny układ współrzędnych X', Z' , w którym narzędzie trafi na pozycję X'=120, Z'=90. Pomiędzy układami współrzędnych X,Z-X',Z' określiliśmy instrukcją G52 przesunięcie wektorowe V' .

V'_x=80 i V'_z=60.



9.3-1 rysunek

Jeśli teraz lokalny układ współrzędnych chcemy przenieść do punktu X", Z" możemy to zrobić na dwa sposoby:

– absolutnym podaniem danych : (G90) G52 X120 Z30

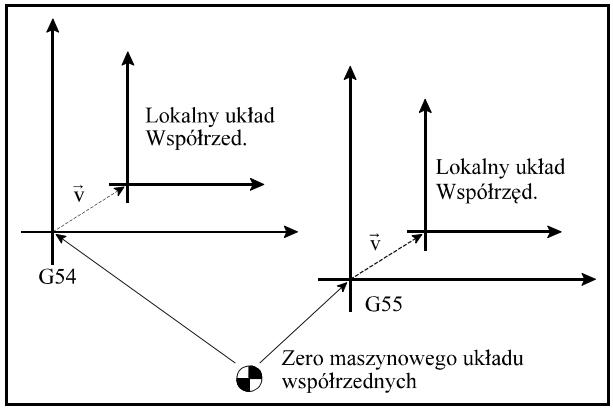
– inkrementalnym podaniem danych: G91 G52 X40 Z-3

Instrukcja

G90 G52 v0

kasuje przesunięcia punktów o współrzędnych v. Przesunięcie lokalnego układu współrzędnych działa w każdym układzie współrzędnych detalu

Instrukcja G92 w tych osiach, których wartość podaliśmy kasuje przesunięcia dokonane przez G52, tak jak byśmy dali rozkaz G52 v0..



9.3-2 rysunek

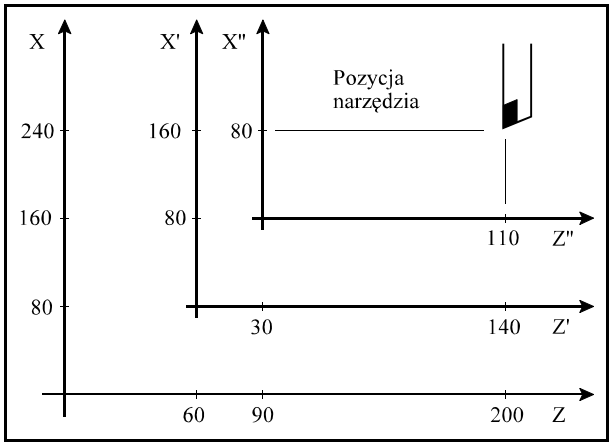
Jeśli narzędzie przebywa w punkcie X=240, Z=200 układu współrzędnych detalu X, Z to pod wpływem instrukcji:

```
G52 X80 Z60
```

jego pozycja w lokalnym układzie współrzędnych X', Z' będzie X'=160, Z'=140,
potem pod wpływem instrukcji

```
G92 X80 Z110
```

w nowym układzie współrzędnych detalu X", Z" pozycja narzędzia będzie X"=80, Z"=110 A więc lokalny układ X', Z' Pod wpływem rozkazu G92 kasuje się jakbyśmy dali rozkaz G52 X0 Z0



9.3-1 rysunek

☞*Uwaga*:
– Realizacja M2, M30 lub reset na początku programu kasuje przesunięcia lokalnego układu współrzędnych.

9.4 Wybór płaszczyzny(G17, G18, G19)

Płaszczyznę, w której odbywa się
- interpolacja kołowa
- korekcja promienia narzędzia w płaszczyźnie ,
- pozycjonowanie cykli wiercenia

można wybrać następującymi kodami:

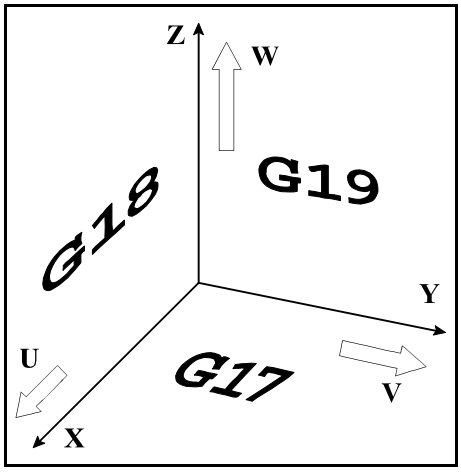
G17.....X_pY_p - płaszczyzna
G18.....Z_pX_p - płaszczyzna
G19.....Y_pZ_p -płaszczyzna ,

gdzie: X_p: X, lub oś do niej równoległa
Y_p: Y, lub oś do niej równoległa,
Z_p: Z, lub oś do niej równoległa .

Wybraną płaszczyznę nazwiemy płaszczyzną główną. To, która z równoległych osi zostanie wybrana zależy od jej zaprogramowania w bloku razem z instrukcjami G17, G18 lub G19

Jesli X i U, Y i V, Z i W są równoległymi osiami to wybraliśmy płaszczyzny:

G17 X____ Y____ XY,
G17 X____ V____ XV,
G17 U____ V____ UV,
G18 X____ W____ XW,
G19 Y____ Z____ YZ ,
G19 V____ Z____ VZ,



9.4- 1 rysunek

Jeśli G17, G18, G19 nie są podane w jednym bloku wyznaczenie pozycji zostanie niezmienione :

G17 X____ Y____płaszczyzna XY
U____ Y____ zostanie płaszczyzna XY.

Jeśli w blokach z G17, G18, G19 nie ma adresu osi to strowanie jako główne wybiera płaszczyzny:

G17	XY
G17 X	XY
G17 U	UY
G17 V	XV
G18	ZX
G18 W	WX

Rozkaz ruchu nie wpływa na wybór płaszczyzny :
pod wpływem

```
(G90) G17 G00 Z100
```

wybrana zostanie płaszczyzna XY i oś z przestawi się do punktu Z=100
Po załaczeniu zaleznie od stanu parametru *CODES* zostanie wybrana płaszczyzna : G17, lub G18 .
W jednym programie płaszczyznę możemy zmieniać wielokrotnie.
Wyznaczenie adresów U, V, W jako osi równoległych odbywa się w polu parametrów.

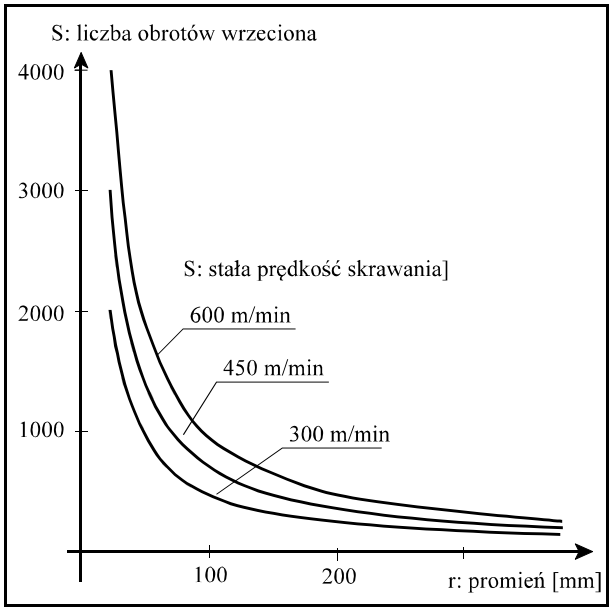
10 Funkcje wrzeciona

10.1 Rozkaz liczby obrotów wrzeciona (kod S)

Pisząc pod adres **S** jedną najwyżej pięciocyfrową liczbę przekazuje pewien kod PLC. PLC interpretuje ten kod również , zależnie od budowy maszyny, jako kod S, któremu odpowiada liczba obrotów na minutę. Jeśli rozkazy ruchu i liczby obrotów wrzeciona programujemy w tym samym bloku. To funkcja S zostanie wykonana przed albo po ruchu. Decyduje o tym konstruktor maszyny. **Wartości S są dziedziczone** Po załączeniu aktualny jest kod S0 W każdym zakresie obrotów wrzeciona określone są maksymalne i minimalne wartości obrotów. O tych wartościach decyduje konstruktor w parametrach.

10.2 Programowanie wyliczania stałej prędkości skrawania.

Wyliczanie stałej prędkości skrawania możliwe jest tylko w przypadku bezstopniowych napędów.Sterowanie wówczas tak zmienia liczę obrotów wrzeciona, iż szybkość narzędzia odniesiona do obrabianej powierzchni jest stała i równa zaprogramowanej. Wartości stałej prędkości skrawania w funkcji wejściowego układu miary należy podać według tabeli:



10.2-1 rysunek

wejściowa jednostka miary	jednostka miary stałej prędkości skrawania
mm (G21 metryczny)	m/min (metr/minuta)
cal (G20 calowy)	(stopa/min)

10.2 .1 Zadawanie wyliczania stałej prędkości skrawania (G96, G97)

Instrukcja

G96 S

włącza wyliczanie stałej prędkości skrawania Pod adresem S należy podać wartość stałej prędkości skrawania .

Instrukcja

G97 S

wyłącza zadawanie stałej prędkości skrawania. Pod adresem S można podać liczbę obrotów

– Do wyliczania stałej prędkości skrawania tak trzeba ustawić układ współrzędnych by punkt zerowy układu leżał na osi obrotów.

– wyliczanie stałej prędkości skrawania jest aktywne po M3 lub M4.

–Wartość stałej prędkości skrawania jest wielkością dziedziczoną , nawet jeśli rozkazem G97 wyłączyliśmy wyliczanie. Stałą prędkość skrawania po załączeniu określa parametr 1081

.

```
G96 S100    (100m/min,albo 100stopa/min)
G97 S1500   (1500obrót/min)
G96 X260    (100m/min,albo  100stopa/min)
```

– Wyliczanie stałej prędkości skrawania jest aktualne przy G94 (posuw/min)

– Jeśli wyłączyliśmy wyliczanie stałej prędkości skrawania rozkazem G97i nie podaliśmy nowej liczby obrotów to aktualne pozostaną ostatnie obroty aktualne przy G96. a G96

```
G96 S100    (100m/min, 100stopa/min)
      .
      .
      .
G97         (Obroty ustalone dla średnicy X)
```

– W przypadku pozycjonowania (G00) stała prędkość skrawania nie będzie wyliczana w sposób ciągły, jedynie w punkcie końcowym obroty osiągną liczbę odpowiadającą średnicy.

10.2 .2 ograniczenie stałej prędkości skrawania (G92)

Instrukcją

G92 S

ustalamy maksymalne obroty. Wartość dziedziczona.

10.2 .3 Wyznaczanie osi do wyliczania stałej prędkości skrawania

Tę oś, z której kreowanie wylicza stałą pdkość skrawania ustalamy parametrem 1182 AXIS
Jeśli z wyznaczonej osi chcemy powrócić do innej to instrukcją:

G96 P

podajemy nazwę osi.
Interpretacja adresu P:

P1: X, P2: Y, P3: Z,
P4: U, P5: V, P6: W,
P7: A, P8: B, P9: C

– Wartość ustawiona w P jest dziedziczona.

10.3 Regulacja pozycji wrzeciona

W przypadku normalnej obróbki NC wysyła wrzecionu sygnał proporcjonalny do wielkości programowanych obrotów. Napęd pracuje wówczas w rodzaju pracy regulacja obrotów.
Przy pewnych technologicznych zadaniach występuje jednak konieczność ustawienia wrzeciona w określonym położeniu kątowym. Nazywamy to pozycjonowaniem wrzeciona lub indeksacją. Przed pozycjonowaniem NC ustawia napęd w rodzaju pracy regulacja pozycji.
W praktyce oznacza to, iż NC nie wydaje sygnału proporcjonalnego do obrotów ale przy pomocy układu pomiarowego zainstalowanego na wrzecionie obraca wrzeciono pod oczekiwanym kątem.

10.4 Zorientowane zatrzymanie wrzeciona.

Orientowaniem wrzeciona lub zorientowanym zatrzymanie wrzeciona nazywamy tę funkcję, która zatrzymuje wrzeciono pod określonym kątem.Potrzebujemy tego na przykład przy automatycznej wymianie narzędzi lub w pewnych cyklach wiercenia. O tym, iż możliwe jest pozycjonowanie na maszynie trzeba powiadomić sterowanie parametrem *ORIENT1*
Rozkaz orientacji wrzeciona dajemy funkcją M19, ale w zależności od konkretnej obrabiarki można wybrać inną funkcję.
Orientacja z technicznego punktu widzenia może odbyć się na dwa sposoby.
Jeśli wrzeciona nie można przełączyć na regulację pozycji , orientacja może odbyć się po zadziałaniu wyłącznika umieszczonego na wrzecionie.
Jeśli wrzeciono można przełączyć na regulację pozycji to pod wpływem M19 sterowanie realizuje przyjęcie punktu referencyjnego wrzeciona, podobnie jak w pozostałych osiach.

10.5 Pozycjonowanie wrzeciona (indeksacja)

Pozycjonowanie wrzeciona możliwe jest tylko po zamknięciu pętli regulacji pozycji, czyli po orientacji. Funkcja ta służy więc do zamknięcia pętli .Otwarcia pętli dokonuje się rozkazem obrotów M3, M4.
W przypadku , gdy wartość parametru INDEX1=1 a wartość parametru INDEX C1=0 indeksacja odbywa się przy pomocy kodu M.
W parametrze M NUMB 1 ustawia się wartość progową, którą odejmuje się od zadanej wartości M, a otrzymana różnica oznacza inkrementalną wielkość obrotu w stopniach.
Jeśli M RUMB=100 a rozkaz obrotu M160 oznacza to, iż w stosunku do poprzedniej pozycji wrzeciono ma się obrócić o 60 stopni. Kierunek obrotu ustala się parametrem CDRS1 a szybkość obrotu RAPIDS1
Jeśli wartość parametru INDEX C!=1 kąt obrotu można podać adresem C.

10.6 Śledzenie zmian liczby obrotów wrzeciona (G25, G26)

Instrukcja

G26

włącza śledzenie wahań liczby obrotów wrzeciona.
Po załączeniu maszyny lub resecie sterowanie przyjmuje stan G26. Funkcja daje informacje o nieprawidłowych zachowaniach wrzecionach w trakcie obrotów.Wpływ na śledzenie wahań obrotów mają 4 parametry.
Parametry te mogą być przepisywane w programie adresami po kodzie G26.

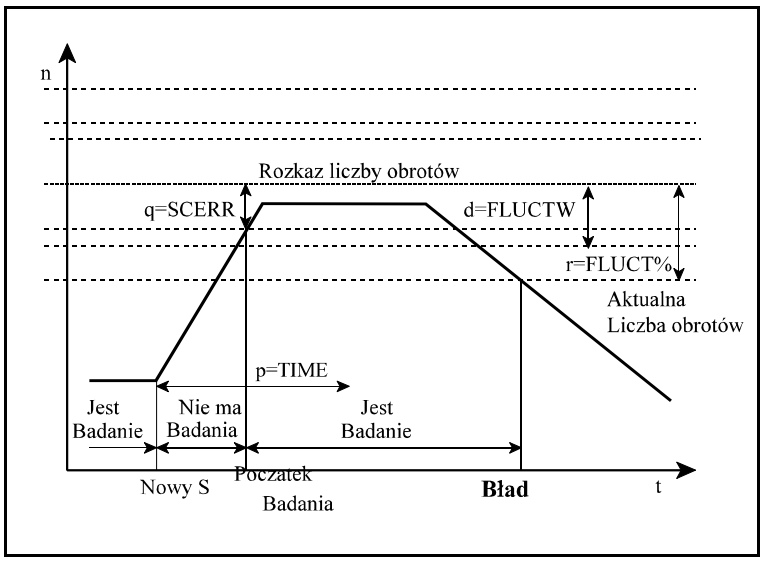
G26 Pp Qq Rr Dd

Interpretację parametrów podaje tabela:

nazwa	parametr	znaczenie	jednostka	granica wartości
p	5001 TIME	maks. czas pomiędzy wydaniem rozkazu liczby obrotów a rozpoczęciem śledzenia	100 msec	65535
q	5002 SCERR	dopuszczalna procentowa różnica pomiędzy rozkazem obrotów a rzeczywistymi obrotami	%	1-50
r	5003 FLUCT%	dopuszczalne wahanie obrotów w procencie zadanych obrotów	%	1-50
d	5004 FLUCTW	dopuszczalne wahanie w wartościach absolutnych	obrót/min	65535

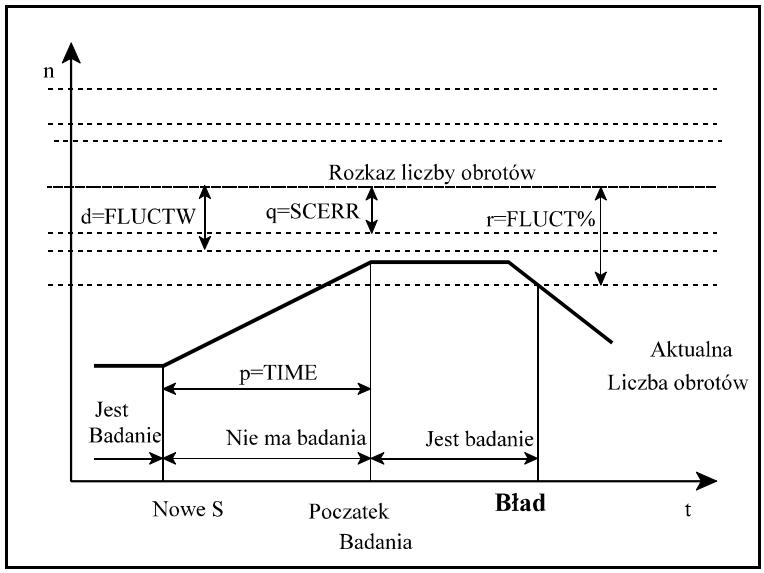
Śledzenie obrotów odbywa się w następujący sposób:

Rozpoczęcie śledzenia:
Nowy rozkaz obrotów zawiesza śledzenie wahania obrotów
Śledzenie rozpoczyna się gdy:
– aktualna liczba obrotów
osiągnie graniczną wartość q , albo



10.6-1 rysunek

– wielkość q nie jest osiągnięta
ale od wydania rozkazu upłynął
czas p



10.6 2 rysunek

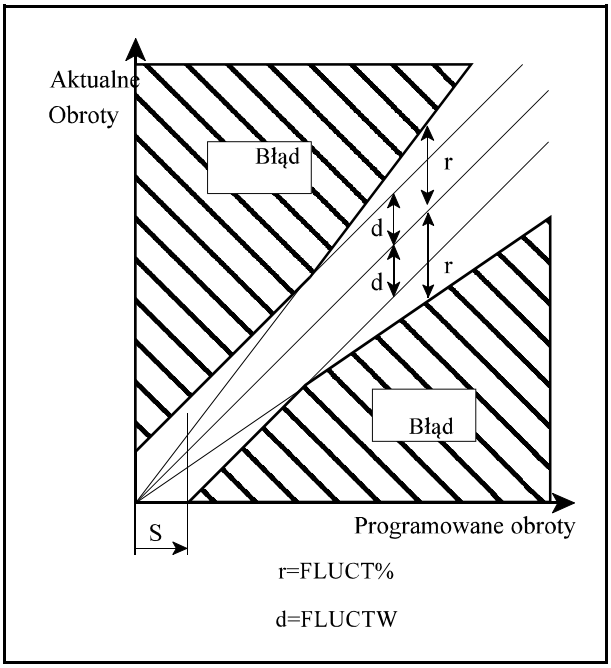
Detekcja błedu

Podczas śledzenia błędu sterowanie wtedy daje komunikat błędu, gdy różnica między aktualną a zadaną liczbą obrotów przekroczy:

– wartość “r”

– wartość "d"

Jeśli zostały przekroczone obie graniczne wartości sterowanie ustawia marker I656 . Na rysunku 3. widać zakres obrotów w którym NC wysyła komunikat błędu. Jeśli programowane obroty są poniżej wartości S, to sterowanie daje komunikat błędu gdy aktualne obroty dłużej od jednej sekundy mają wartość 0/min.



10.6-3 rysunek

– Funkcja śledzenia wahań obrotów wrzeciona aktywna jest przy zainstalowanym układzie pomiarowym wrzeciona .

– Liczba obrotów wrzeciona do której odnosi się śledzone obroty bierze pod uwagę override, zakres wrzeciona, stałą prędkość skrawania G96 .

– Śledzenie wahania liczby obrotów wrzeciona aktywne jest tylko w przypadku M3 lub M4

– Funkcja G26 musi być programowana w oddzielnym bloku.

11 Obsługa narzędzia

Liczba wpisana pod adresem T zawiera numer narzędzia – dwie pierwsze cyfry, oraz numer korekcji przyporządkowanej do narzędzia – dwie następne cyfry
Interpretacja kodu wpisanego pod adresem T:

```
T n n m m
|   |   |   |
|   |   |   |___ Numer korekcji narz.
|   |   |
|   |___|_____ Numer narzędzia
```

Znaczenie instrukcji T1236 : wybierz narzędzie numer 12 i 36 grupę korekcji

- Przy programowaniu T można pominąć początkowe zera : T101=T0101
- Jeśli programujemy 0 lub wpiszemy jedną czy dwie cyfry pod adresem T nie dokonamy zmiany narzędzia, ale przywołamy nową grupę korekcji : np. T12.

Jeśli w jednym bloku programujemy ruch i zmianę narzędzia to ruch będzie wykonany w trakcie wymiany lub po jej zakończeniu. Decyduje o tym konstruktor maszyny.

12 Funkcje różne i pomocnicze

12.1 Funkcje różne (M kody)

Wpisując pod adres **M** funkcję najwyżej 3-cyfrową powodujemy przekazanie kodu z NC do PLC. Jeśli funkcję M. I rozkaz ruchu zaprogramowaliśmy w jednym bloku to wykonacie ruchu nastąpi równolegle z M. lub po jej wykonaniu..
W śród kodów M. są takie, które odpowiadają określonym funkcjom:

M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99: kody sterujące programem
M03, M04, M05, M19: kody obsługujące wrzeciono
M07, M08, M09: obsługa chłodziwa
M11, ..., M18: zmiana zakresów wrzeciona

Pozostałe kody M. mają swobodne zastosowanie.
M. kody indeksacji wrzeciona jeśli indeksacja działa z użyciem M. będą wyznaczone przy pomocy parametrów.
Sterowanie umożliwia wpisanie do jednego bloku kilku kodów M należących do różnych grup. Przyporządkowanie i porządek realizacji są następujące

1. grupa M11, ..., M18: zmiana zakresów wrzeciona
2. grupa M03, M04, M05, M19: obsługa wrzeciona
3. grupa M07, M08, M09: obsługa chłodzenia
4. grupa Mnnn: dowolne funkcje M
5. grupa kody indeksacji wrzeciona
6. grupa M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99: kody sterujące programem

maksymalna liczba funkcji M w jednym bloku: 5 Większa ilość spowoduje wyświetlenie komunikatu: 3032 SPRZECZNE KODY M
Dokładnie działanie kodów M określa konstruktor maszyny. Wyjątek od tego stanowią kody sterujące programem.

Kody M sterujące programem:

M00: programowany stop

na końcu tego bloku, w którym umieszczono M00 generowany jest stan stop. Wszystkie funkcje dziedziczone zostają. Ponowne uruchomienie startem.

M01: stop warunkowy

Jego działanie identyczne z M00 ale przy załączonym przycisku STOP

M02, M30: koniec programu

Oznacza koniec głównego programu. Operacje stają, sterowanie trafia do stanu wyjściowego. Każde zrealizowane M02 lub M30 powiększa o 1 stan licznika detalu jeśli nie wyłaczyliśmy tej usługi parametrem *PRTCNTM*

M98: wywołanie podprogramu
M99: koniec podprogramu

Pod jego działaniem realizacja wraca w miejsce wywołania.

12.2 Funkcje pomocnicze (kody A, B, C)

Pod adresy A, **B** lub **C** możemy wpisać najwyżej trzy cyfry jeśli te funkcje w polu parametrów zostały wyznaczone jako pomocnicze. Wartości dane funkcjom pomocniczym zostaną przekazane do PLC.
Jeśli rozkaz ruchu i funkcję pomocniczą programujemy w tym samym bloku, to ruch będzie wykonany równolegle lub po funkcji pomocniczej. Decyduje o tym konstruktor maszyny

12.3 Porządek wykonywania różnych funkcji

Różne funkcje wpisane do jednego bloku sterowanie zazwyczaj wykonuje w następującej kolejności:

1.	Wywołanie narzędzia:	T
2.	Zmiana zakresu wrzeciona:	M11, ..., M18
3.	Liczba obrotów wrzeciona:	S
4.	Obsługa wrzeciona:	M03, M04, M05, M19
5.	Chłodziwo:	M07, M08, M09
6.	Różne funkcje M :	Mnnn
7.	Indeksacja wrzeciona:	M funkcją
8.	Funkcja A:	A
9.	Funkcja B:	B
10.	Funkcja C:	C
11.	Kody sterujące programem:	M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99

13 Struktura programu technologicznego

We wprowadzeniu widzieliśmy już budowę programu technologicznego. W tym rozdziale będzie mowa o strukturze programów technologicznych.

13.1 Numer bloku (adres N)

Bloki programu opatrujemy kolejnymi numerami. Numeracja odbywa się przy pomocy adresu N. Numery mogą być najwyżej 5-ciocyfrowe. Używanie adresu N nie jest obowiązkowe. Możemy numerować również tylko część bloków. Kolejność bloków może być różna.

13.2 Warunkowe pomijanie bloków (/ adres)

Warunkowe pomijanie bloków możemy programować linią łamaną / . Wartość adresu / może być 1 - 9 . 1 - 9 oznacza numery przycisków. Przycisk numer 1 można znaleźć na panelu sterowania lub w obrazach Panel sterowania, Pozycja, Stan pod napisem BLOK WARUNKOWY
Instalacja pozostałych przycisków jest opcjonalna.
W takim przypadku gdy na początku bloku programujemy /n warunkowe pominięcie bloku, będzie on pominięty, gdy wciśnięty jest przycisk n

13.3 Program główny i podprogram

Możemy rozróżnić dwa rodzaje programów: program główny i podprogram.
Podczas obróbki detalu mogą zdarzyć się powtarzające się operacje, które można opisać tym samym fragmentem programu. Z tych fragmentów tworzymy podprogramy, które wywołujemy z programu technologicznego. Budowa programu głównego i podprogramu odpowiada temu co powiedziano wcześniej.
Różnica pomiędzy nimi jest taka, iż wtedy, gdy zakończy się obróbka po realizacji programu głównego sterowanie oczekuje na ponowny start, natomiast po realizacji podprogramu sterowanie wraca do bloku, w którym nastąpiło wywołanie i stamtąd kontynuuje obróbkę.
Różnica w technice programowania polega na odmiennym zamykanie programów. Program główny zamykamy przez M02 lub M30. Podprogram M99.

13.3 .1 Wywoływanie podprogramów

Realizuje się przez

M98 P....

Pod wpływem instrukcji realizacja programu kontynuowana w podprogramie o adresie P..

Graniczne wartości adresu P : 1-9999. Po realizacji podprogramu obróbka kontynuowana jest w bloku następnym po bloku z wywołaniem podprogramu:

```
  Program główny                    podprogram        uwagi

O0010                                                 Realizacja programu
......                                               O0010
......
M98 P0011         --->            O0011               wywołanie
                                                     podprogramu O0011
                                  ......              Realizacja
                                  ......             podprogramu O0011
                                  ......
następny blok     <---            M99                 powrót do programu
                                                     głównego
......                                                Kontynuacja programu
......                                               O0010
```

Ciąg instrukcji

M98 P.... L....

powoduje wykonanie podprogramu P L razy. Jeśli nie programujemy L program będzie wykonany jednokrotnie.Graniczne wartości L: 1-9999.

Instrukcja M98 P11 L6 oznacza: wywołaj sześciokrotnie podprogram O0011

Z podprogramu również można wywołać podprogram.. Podprogramy mogą zawierać się w sobie do czwartego stopnia.

```
Program główny          podprogram  podprogram  podprogram podprogram
O0001          ┌──>O0011    ┌──>O0012    ┌──>O0013    ┌──>O0014
....           │  ....      │  ....      │  ....      │  ....
....           │  ....      │  ....      │  ....      │  ....
M98P11 ────────┘  M98P12 ───┘  M98P13 ───┘  M98P14 ───┘  ....
....<──────────┐  ....<──┐  ....<──┐  ....<──┐  ....
....           │  ....  │  ....  │  ....  │  ....
M02            └─── M99 └─── M99 └─── M99 └─── M99
```

13.3 .2 Powrót z podprogramu

Instrukcja

M99

oznacza koniec podprogramu i przejście do następnego bloku programu głównego

```
 program główny                      podprogram         uwagi

O0010                                                   Realizacja programu
......                                                 O0010
......
......
N101 M98 P0011    --->             O0011               wywołanie
                                                       podprogramu O0011
                                   ......               Realizacja
                                   ......              podrogramu O0011
                                   ......
N102 ......       <---             M99                  powrót do następnego
                                                       bloku programu
                                                       głównego
......                                                  Kontynuacja programu
......                                                 O0010
```

Instrukcja **M99** (P.....) L....

Przepisuje licznik cykli programu głównego

13.3 .3 Skok wewnątrz programu głównego

Użycie instrukcji

M99

oznacza bezwarunkowy skok na początek programu. Instrukcja oznacza nie kończący się cykl. :

```
O0123
N1... <──┐
...      │
.....    │
.....    │
M99   ───┘
```

Instrukcja

M99 P.....

Realizuje bezwarunkowy skok do określonego w adresie P numeru bloku.i oznacza nie konczacy się cykl:

```
O0011                          O0011
....                           ....
....                           M99 P225 ──┐
N128....<──┐                   ....       │
....       │                   ....       │
....       │                   N225  <────┘
M99 P128───┘                   ....
```

Tworzenie nie kończącego się cyklu możemy ominąć używając formatu /1 M99. Wówczas skok zalezny jest od stanu przycisku warunkowego pominięcia bloku.

14 Korekcja narzędzia

Do tego by w programie technologicznym nie trzeba było brać pod uwagę różnicy w wysięgu narzędzi, promieni narzędzi itd. cechy charakterystyczne narzędzi zbiera się w pewnej tabeli , zwanej tabelą korekcji. Jeśli kiedykolwiek w programie technologicznym wywołujemy jakieś narzędzie musimy określić w którym miejscu tabeli korekcji znajdują się dane tego narzędzia. Po tym sterowanie prowadzi narzędzie po zaprogramowanym torze, z uwzględnieniem wywołanych korekcji.

14.1 Wywoływanie korekcji

Korekcje narzędzia można wywołać dwiema dolnymi cyframi adresu T. Interpretacja kodu T:

```
T n n m m
        └─ Numer korekcji narzędzia
  └─┘ Numer narzędzia
```

Znaczenie rozkazu T1236 : zmień narzędzie numer 12 i przyporządkuj mu korekcję numer 36.

- Programując T możemy pominąć początkowe zera : T101=T0101
- Jeśli dla narzędzia programujemy 0 lub piszemy tylko dwie cyfry, to nie odbywa się zmiana narzędzia tylko przywołanie nowej korekcji. Znaczenie. T12 : wywołanie 12 grupy korekcji.

Numerem korekcji wyznaczamy dla sterowania grupę korekcji z tabeli. Tabela zawiera następujące elementy:

Numer kolejny	X		Y		Z		R		Q
	geom.	zużycie	geom.	zużycie	geom.	zużycie	geom.	zużycie	
1	123.500	-0.234	87.450	-0.129	267.400	-0.036	1	-0.010	3
2									
3									
...									
47									

Tabela korekcji narzędzia zawiera wysięg w kierunkach X i Z oraz opcjonalnie Y. Promien narzędzia R oraz ewentualnie kod położenia narzędzia

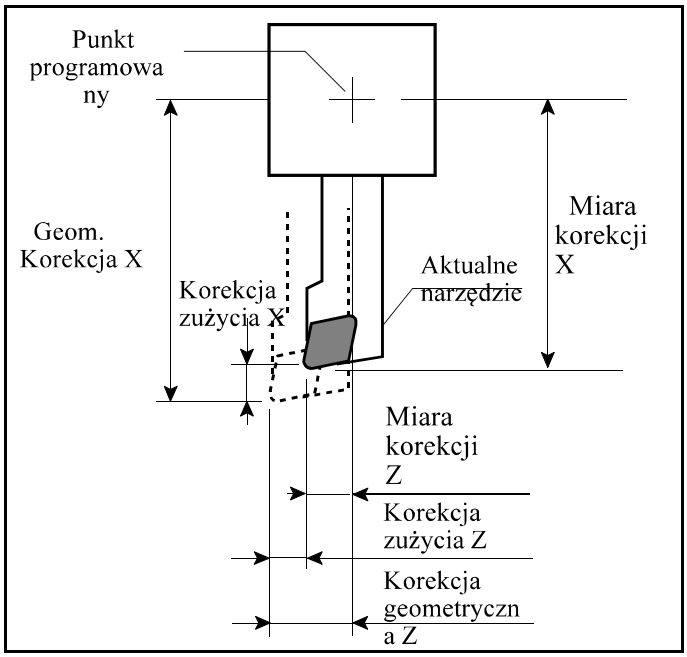
☞ *uwaga*

korekcja 00 nie istnieje w tabeli. Jej wartości to zawsze 0, a więc rozkaz Tnn00, lub T0 oznacza kasowanie korekcji.

Korekcje w kierunkach X, (Y), Z i korekcja promienia (R) składają się z dwóch części: wartości geometrycznej i zużycia:

Wartość geometryczna: zmierzona długość narzędzia liczba z przedznakiem.

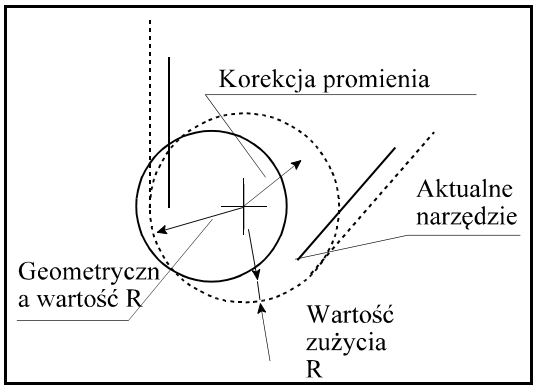
Wartość zużycia : wartość zużycia narzędzia podczas obróbki. Liczba z przedznakiem. Sterowanie zawsze bierze pod uwagę sumę wartości geometrycznej i zużycia.



14.1-1- rysunek

Jeśli przykładowo wywołaliśmy w programie korekcję Tnn01 to wartość korekcji długości w kierunku X odpowiada pierwszemu wierszowi w tabeli 123.500+(–0.234)=123.266

To samo dotyczy Z (i Y) oraz (R) .



14.1 -2-rysunek

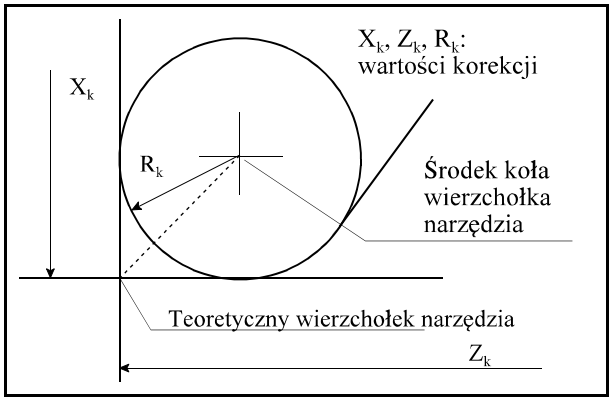
Graniczne wartości wartości geometrycznych i zyzycia:

wejściowy system miar	wyjściowy system miar	system inkrementalny	wartości geometryczne	wartości zużycia	jednostki
mm	mm	IR-A	±0.01 ÷99999.99	±0.01÷163.80	mm
		IR-B	±0.001÷9999.999	±0.001÷16.380	
		IR-C	±0.0001÷999.9999	±0.0001÷1.6380	
inch	mm	IR-A	±0.001÷9999.999	±0.001÷6.448	inch
		IR-B	±0.0001÷999.9999	±0.0001÷0.6448	
		IR-C	±0.00001÷99.99999	±0.00001÷0.06448	
inch	inch	IR-A	±0.001÷9999.999	±0.001÷16.380	inch
		IR-B	±0.0001÷999.9999	±0.0001÷1.6380	
		IR-C	±0.00001÷99.99999	±0.00001÷0.16380	
mm	inch	IR-A	±0.01÷99999.99	±0.01÷416.05	mm
		IR-B	±0.001÷9999.999	±0.001÷41.605	
		IR-C	±0.0001÷999.9999	±0.0001÷4.1605	

W tabeli korekcji trzeba również podać kod położenia narzędzia. Kod ten pokazuje w którym kierunku można znaleźć teoretyczny wierzchołek narzędzia, patrząc z punktu środka koła wierzchołka. Istnieją zmierzone w kierunku X i Z wartości korekcji teoretycznego wierzchołka narzędzia.

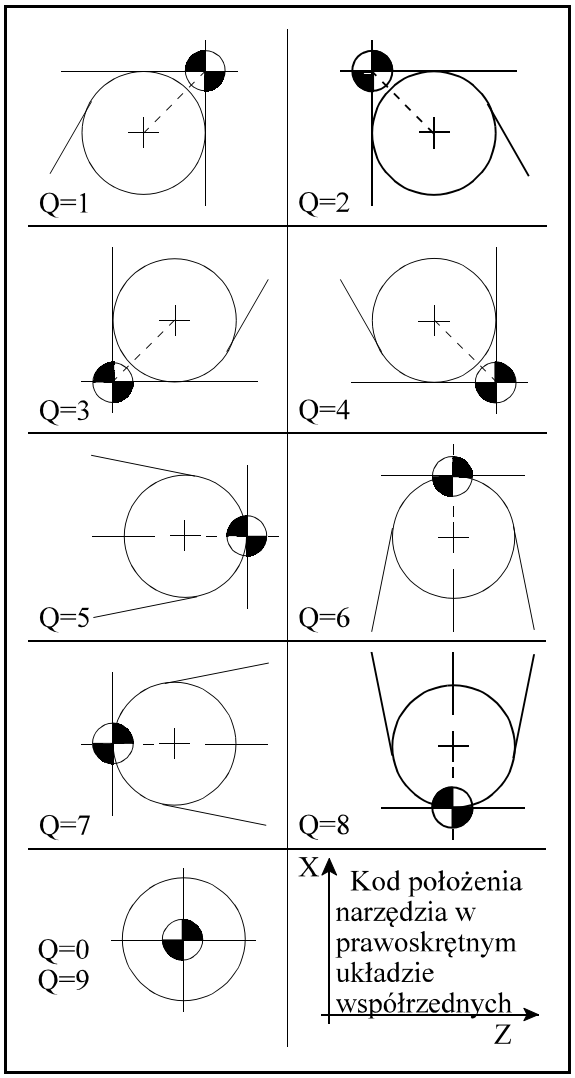
Kod położenia narzędzia (Q) jest wartością jednocyfrową w zakresie 0,1,...9

Kod położenia narzędzia zależy od zastosowanego układu współrzędnych .

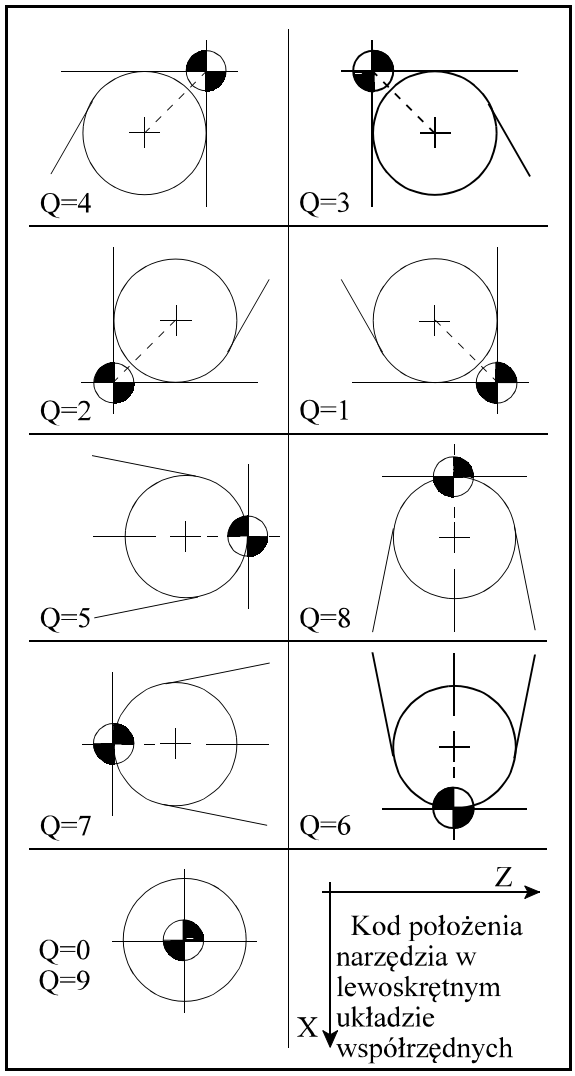


14.1-3 Rysunek

Poniższe dwa rysunki pokazuja kody Q w układzie współrzędnych prawo i lewoskrętnych.



14.1-4-rysunek



14.1-5-rysunek

Wywołany kod korekcji jest dziedziczony do czasu wywołania następnego T. Pamięć korekcji jest zachowana po wyłączeniu maszyny. Wartości korekcji można modyfikować z panelu sterowania i z programu instrukcją G10. Jeśli modyfikujemy przy pomocy G10 aktualną wartość korekcji to niezmiennie powołujemy się na aktualny rejestr korekcji, bo tylko takim przypadku modyfikowana wartość zostanie wzięta pod uwagę.

14.2 Modyfikowanie wartości korekcji z programu (G10)

Instrukcją

G10 L P X Y Z R Q
G10 L P XI YI ZI RI Q lub
G10 L P U V W C Q

możemy zmodyfikować wartości korekcji z programu Funkcja G10 nie jest dziedziczona .
Znaczenie adresu i wartości:

L=**10**: wpisanie wartości geometrycznej
L=**11**: wpisanie wartości zużycia

Pod adresem **P** dajemy numer grupy korekcji .
Pod adresami **X**, **Y**, **Z**, **R** wprowadzamy wartości korekcji zadawaniem absolutnym (Stan G90). Jeśli korekcję chcemy podać inkrementalnie włączamy stan G91. lub używamy odpowiedniego adresu i operatora I.

14.3 Uwzględnianie korekcji długości narzędzia

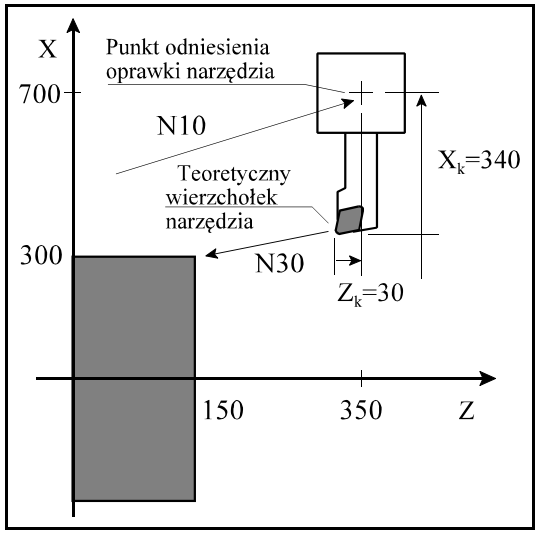
Pod wpływem kodu T układ współrzędnych przesuwa się o wartości podane w grupie korekcji X_k, Y_k, Z_k. Oznacza to iŻ od chwilowych pozycji X, Y, Z zostaną odjęte wartości nalezace do wybranej grupy korekcji X_k, Y_k, Z_k Od tej chwili poczynając widzimy na ekranie widzimy pozycje teoretycznego wierzchołka narzędzia a nie oprawki narzędziowej. W dalszym ciagu przez korekcję narzędzia rozumiemy sumę wartości geometrycznej i zużycia narzędzia. .

Na przykład :
ciąg instrukcji

```
(T0000)
N10 G0 (G90) X700 Z350
N20 T202
N30 X300 Z150
```

przesuwa w bloku N10 punkt odniesienia do X700; Z350 W bloku N20 następuje zmiana narzędzia i odjęcie od pozycji znajdujących w 2-giej grupie korekcji wartości korekcji X_k=340, Z_k=30 . Wtedy pozycja zmienia się na X=700–340=360; Z=350–30=320

W bloku N20 nie nastąpił żaden ruch. W bloku N30 prowadzony jest już teoretyczny wierzchołek narzędzia do punktu X300; Z150 , to znaczy będzie przesunięcie X=300–360= –60; Z=150–320= –170 .



14.3-1-rysunek

Jeśli T programujemy w bloku z przesunięciem, to pozycja końcowa będzie osiągnięta z uwzględnieniem nowej korekcji. Natomiast zmiana narzędzia, jeśli kod T zawiera rozkaz zmiany, odbywa się równolegle do ruchu lub po jego zakończeniu.

Rozważmy następujący przykład :

```
(T0000)
N10 G0 (G90) X700 Z350
N20 X300 Z150 T202
```

Pominęliśmy teraz blok N30, dodając jego instrukcje do bloku N20. W bloku N20 teoretyczny wierzchołek narzędzia prowadzony jest do punktu X=300, Z=150, tak jak w poprzednim przykładzie. Natomiast wymiana narzędzia odbywa się w trakcie ruchu lub po jego zakończeniu.W ostatnim przykładzie łatwo o kolizję, jeśli różne są wysięgi narzędzi. Widać z tego, iż kod T warto programować wraz z ruchem tylko w celu zmiany korekcji.

```
N10 G0 (G90) X700 Z350
N20 X300 Z150 T02
```

W powyższym przykładzie nie następuje zmiana narzędzia.

Kasowanie korekcji narzedzia

Grupa korekcji 0 odgrywa szczególną rolę i oznacza kasowanie korekcji
Pod wpływem instrukcji

Tnn00, lub

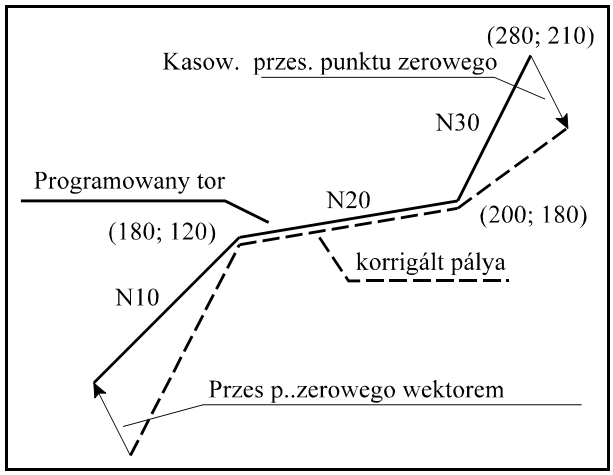
T0

kasuje się korekcja długości.Proces jest dokładnie odwrotny niż wywołanie korekcji. Oznacza to, iż do współrzędnych teoretycznego wierzchołka X, Y, Z dodają się poprzednio aktualne wartości X_k, Y_k, Z_k i na ekranie widzimy współrzędne punktu odniesienia oprawki. Jeśli kasowanie korekcji odbywa się razem z ruchem punkt odniesienia oprawki zostanie wysłany do punktu końcowego bloku.

Na przykład:

```
N10 X180 Z120 T202
N20 X200 Z180
N30 X280 Z210 T200
```

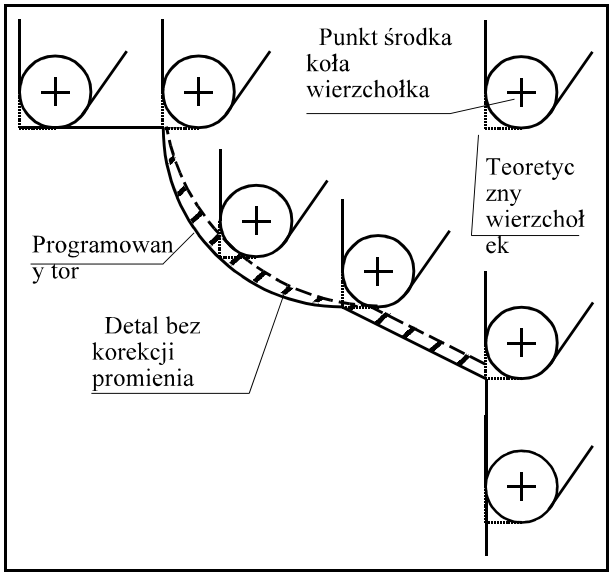
w bloku N10 przesunięcie jest korygowane w stosunku do zaprogramowanego wywołaną korekcją



14.3-2-rysunek

14.4 Korekcja promienia narzędzia (G38, G39, G40, G41, G42)

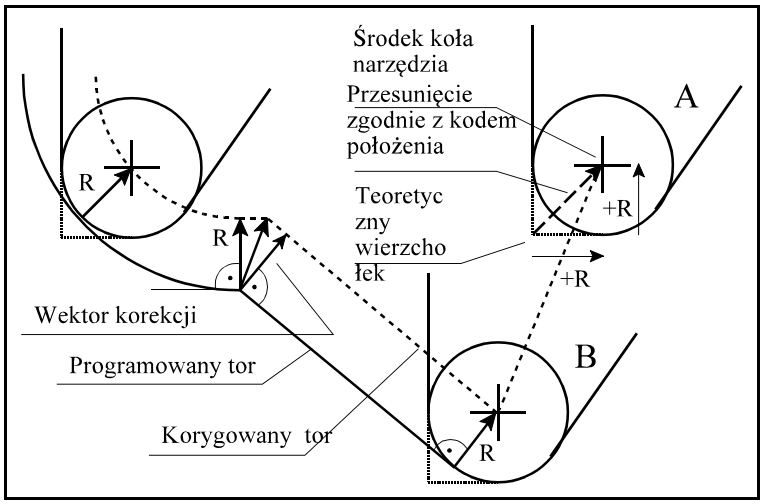
W przypadku gdy używamy tylko korekcji długości narzędzia nie jesteśmy w stanie poprawnie toczyć powierzchni stożkowych lub łuków. W przypadku stosowania korekcji długości narzędzia sterowanie prowadzi teoretyczny wierzchołek narzędzia wzdłuż programowanego toru . Ponieważ każde narzędzie ma mniejsze lub większe zaokrąglenie, obrabiana powierzchnia będzie dokładna tylko podczas ruchów równoległych do osi. W przypadku powierzchni stożkowych lub łukowatych średnica będzie większa od zamierzonej .
Do tego by dokładnie wytoczyć dowolny kształt musimy jego dokładną postać , odpowiadającą rysunkowi, podać w programie, niezależnie od promienia wierzchołków stosowanych narzędzi.



14.4-1-rysunek

Sterowanie musi prowadzić środek koła wierzchołka narzędzia równolegle do programowanego toru, odległości równej promieniowi.

Sterowanie ustala w funkcji wywołanej korekcji promienia w jakiej odległości od programowanego konturu prowadzić środek koła narzędzia. Przed pozycjonowaniem na konturze sterowanie uwzględnia pozycję teoretycznego wierzchołka narzędzia. O tym w jakim kierunku w stosunku do teoretycznego wierzchołka narzędzia znajduje się środek koła narzędzia mówi kod położenia narzędzia Q.



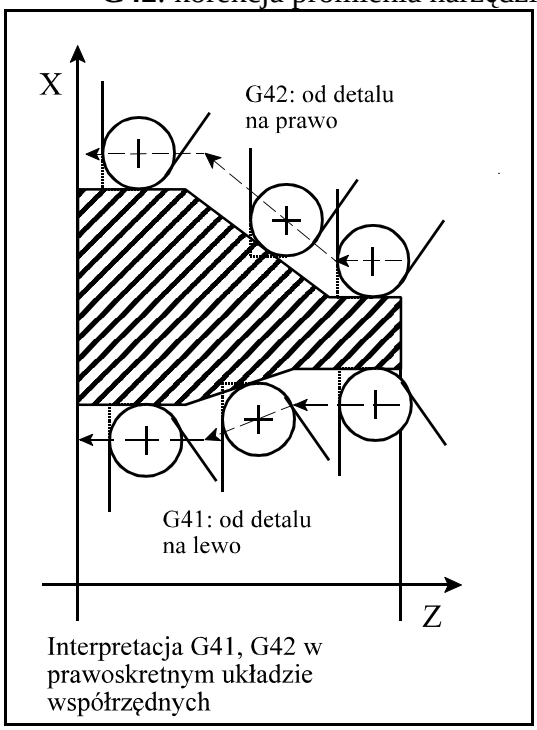
14.4-2-rysunek

Na podstawie kodu położenia narzędzia do pozycji teoretycznego wierzchołka X i Z dodawana jest lub odejmowana wartość promienia narzędzia (R). (Na rysunku pozycja A.) Następnie środek koła wierzchołka narzędzia prowadzony jest równolegle do programowanego konturu w odległości równej wektorowi R
Wektor korekcji jest takim wektorem na płaszczyźnie , który sterowanie na nowo wylicza w każdym bloku . Długość i kierunek wektora zależą od wartości korekcji i od geometrii przejścia między dwoma blokami. Wektor korekcji wyliczany jest w wybranej płaszczyźnie G17, G18, G19 . Jest to płaszczyzna korekcji promienia. Korekcja narzędzia nie wpływa na ruchy w innych płaszczyznach.

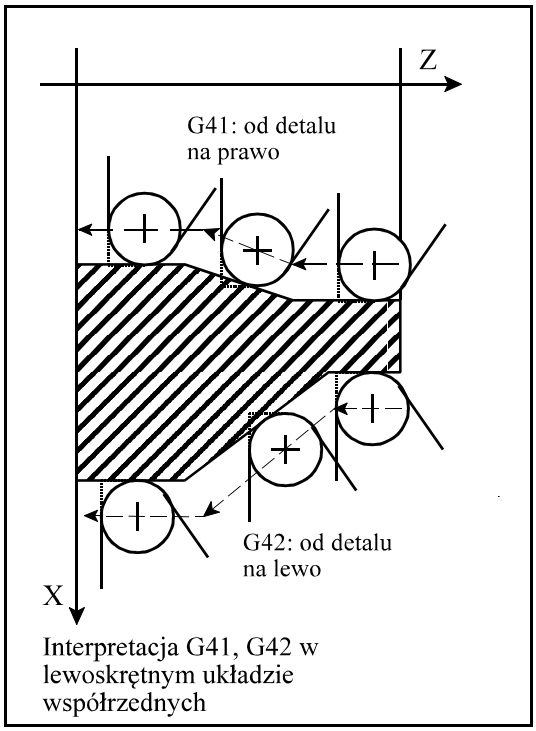
Nie można wybierać płaszczyzny w trakcie wyliczania promienia narzędzia.
Jeśli jednak spróbujemy to otrzymamy komunikat 3010 WYBÓR PŁASZCZ. W G41, G42.
W takim przypadku gdy chcemy zdefiniować płaszczyznę wzdłuż osi nie lezących na głównej płaszczyźnie musimy zdefiniować osie w polu parametrów, równoległe do osi głównych, na przykład jeśli przyjęliśmy U jako oś równoległą i chcemy stosować korekcję promienia w płaszczyźnie Z ,U to wyznaczamy ją instrukcją G18 U__ Z__ .

Wyliczanie korekcji promienia narzędzia można włączać i wyłączać z programu.

G40: wyłączanie korekcji promienia narzędzia
G41: korekcja promienia narzędzia z lewej
G42: korekcja promienia narzędzia z prawej



14.4-3-rysunek



14.4-4-rysunek

Rozkaz G41, lub G42 włącza wyliczanie korekcji. W prawoskrętnym układzie współrzędnych G41 nadąża za konturem z lewej strony a G42 z prawej. Wyliczanie korekcji odbywa się podczas interpolacji.

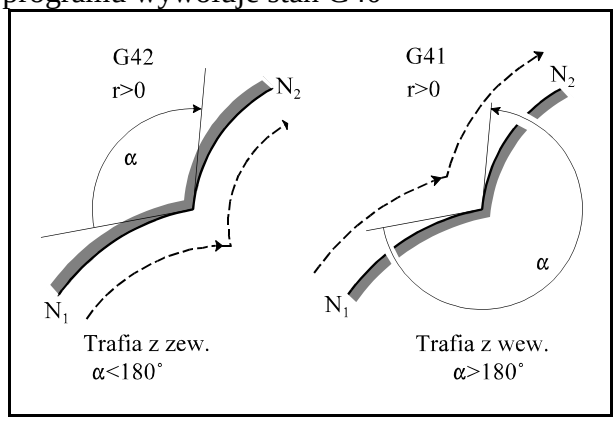
To co dotychczas powiedziano aktualne jest przy zadawaniu dodatnich wartości korekcji promienia. Wartość korekcji promienia może być jednak ujemna. Ma to praktyczne znaczenie gdy. Gdy chcemy na przykład tym samym podprogramem wykonać nakrętkę a potem pasującą do niej śrubę. Można to rozwiązać tak, iż przy G41 toczymy nakrętkę a przy G42 śrubę.

Tej zmiany nie trzeba redagować w programie jeśli nakrętkę toczymy z dodatnią korekcją promienia narzędzia a śrubę z ujemną .

	Korekcja promienia: dodatnia	korekcja promienia: ujemna
G41	z lewej	z prawej
G42	z prawej	z lewej

☞ *Uwaga*:
– W dalszych opisach dla ułatwienia pracujemy z dodatnią korekcją narzędzia .

Rozkaz G40 lub Tnn00, T0 wyłącza wyliczanie korekcji. Miedzy dwoma rozkazami jest taka różnica, iż instrukcja T0 liczy z wektorem o długości 0 i zostawia nie zmienione stany G41 i G42 . Jeśli następnie dojdzie do kolejnego wywołania adresem Tnnmm (mm≠0), to w funkcji G41 lub G42 będzie wyliczony wektor korekcji uwzględniający nowy promień narzędzia.
Jeśli natomiast stosujemy instrukcję G40 sterownie nie wylicza wektora korekcji
Istnieją określone reguły włączania i wyłączania korekcji promienia.
Rozkazy G40, G41, G42 są dziedziczone. Koniec programu wywołuje stan G40
Instrukcje korekcji promienia wykonywane są tylko w automacie. Są nieaktywne w ręcznym rodzaju pracy i pojedynczych blokach. Powód tego jest następujący: By wyliczyć wektor sterowanie musi wziąć pod uwagę dwa bloki. Zanim omówimy szczegóły wyliczania korekcji wprowadzimy pomocniczą daną. Kąt α - pomiędzy stycznymi w punkcie przecięcia dwóch odcinków. Jego kierunek zależy od tego czy jesteśmy po lewej czy po prawej stronie konturu.



14.4-5-rysunek

Sterowanie w funkcji kąta α wybiera strategię dostępu do punktu przecięcia. Jeśli α>180°, to znaczy narzędzie pracuje od środka, wylicza punkt przecięcia między dwoma odcinkami.

14.4 .1 Włączanie wyliczania korekcji promienia. Pozycjonowanie na kontur.

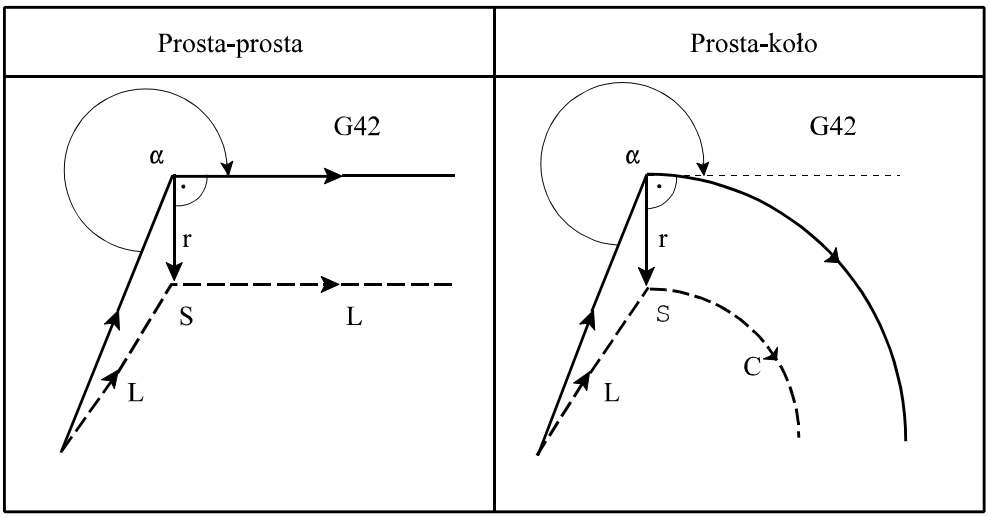
Stan G40 przyjmowany jest po włączeniu sterowania, końcu programu lub resecie. Wektor korekcji jest kasowany, a tor teoretycznego wierzchołka narzędzia pokrywa się z torem programowanym. Pod wpływem instrukcji G41, lub G42 sterowanie wchodzi w rodzaj pracy wyliczania korekcji promienia. Stan G41 lub G42 jest przyjmowany tylko w blokach zawierających interpolację liniową.Jeśli zechcemy włączyć wyliczanie korekcji w blokach z interpolacją kołową otrzymamy komunikat; *3043G41, G42 PODCZAS G2, G3 Strategię pozycjonowania na konturze* tylko wtedy wybiera sterowanie, gdy ze stanu G40 przechodzimy do stanu G41 lub G42 . Inaczej mówiąc jeśli korekcję kasujemy przez T00 i ponownie włączamy przez Tnn, sterowanie nie wybierze strategii pozycjonowania na kontur.
Podstawowe przypadki włączania korekcji w funkcji kąta α i możliwych przejść prosta-prosta , prosta- koło widoczne są poniżej .Rysunki dotyczą przypadku G42.

☞ *uwaga*: interpretacja oznaczeń na rysunku:
r: wartość korekcji promienia,
L: odcinek prosty,
C: łuk,
S: pozycja zatrzymania w rodzaju pracy blok po bloku,
linia przerywana: tor środka koła narzędzia,
linia ciągła : tor programowany.

Podstawowe przypadki włączania korekcji promienia:

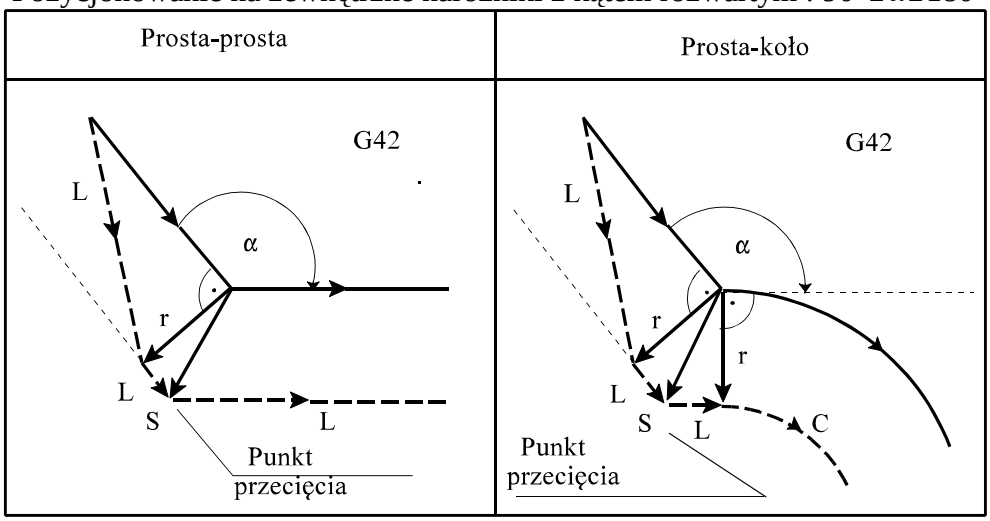
(G40)	(G40)
G42 G01 X_ Z_	G42 G01 X_ Z_
X_ Z_	G2 X_ Z_ R_

Pozycjonowanie na wewnętrzne narożniki: 180°<α<360°



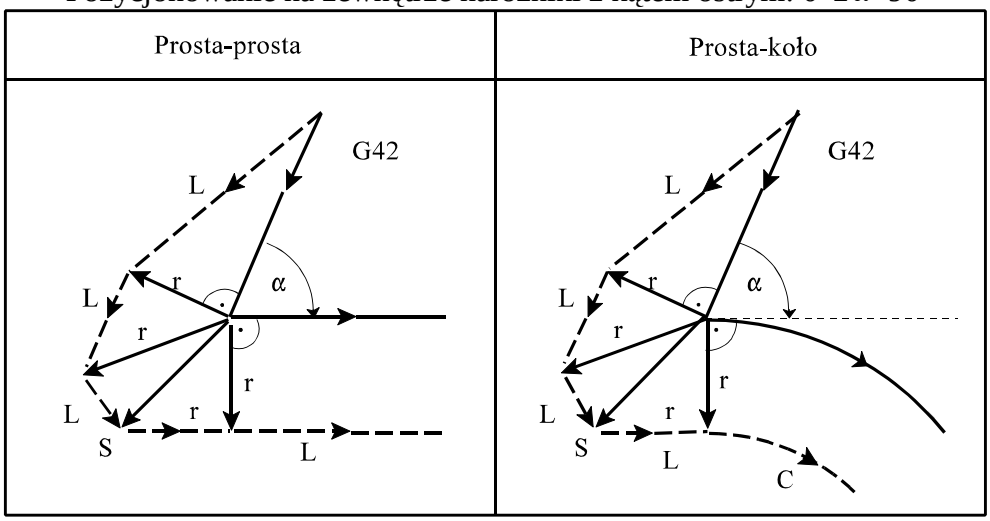
14.4 .1-1-rysunek

Pozycjonowanie na zewnętrzne narożniki z kątem rozwartym : 90°≤α≤180°



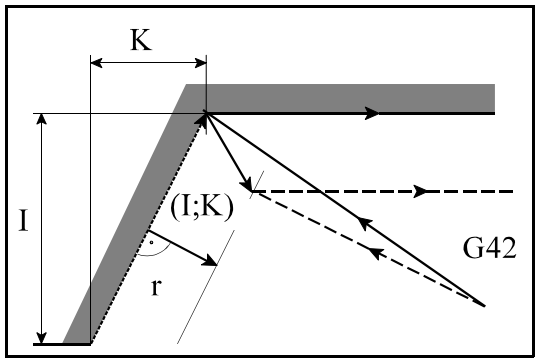
14.4 .1-2-rysunek

Pozycjonowanie na zewnętrze narożniki z kątem ostrym: 0°≤α<90°



14.4 .1-3-rysunek

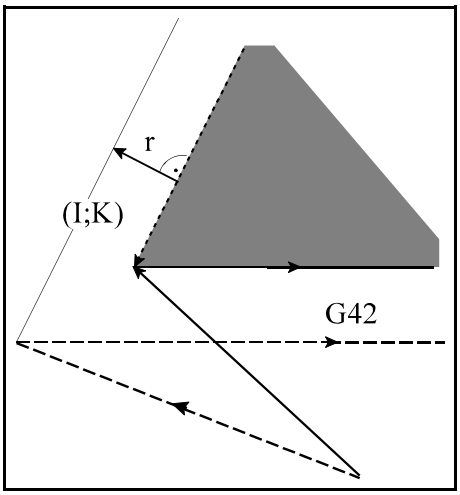
Specjalne przypadki właczania korekcji promienia:
Jeśli w blokach wykonujących włączanie korekcji (G41 lubG42) podamy wartości I, J, K, ale będących w wybranych płaszczyznach , (na przykład: w przypadku G18 I, K), to sterowanie stanie w punkcie przecięcia następnego bloku i prostej określonej przez I, J, K , z uwzględnieniem korekcji promienia. Wartości I, J, K zawsze są inkrementalne i określone przez nie wektor wskazuje punkt końcowy tego bloku w którym są zaprogramowane.



14.4 .1-4-rysunek

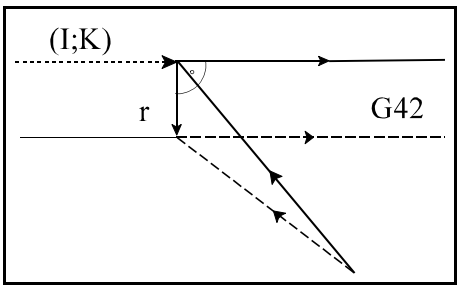
```
...
G91 G18 G40
...
N110 G42 G1 X120 Z–80 I70 K50
N120 Z100
...
```

W takim przypadku sterowanie zawsze wylicza punkt przecięcia, niezależnie od tego czy obrabia zewnętrzny, czy wewnętrzny narożnik.



14.4 .1-5-rysunek

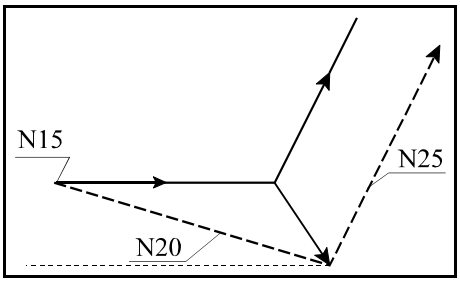
Jeśli nie znajduje punktu przecięcia staje prostopadle w punkcie początkowym następnego bloku.



14.4 .1-6-rysunek

Jeśli włączenie korekcji realizujemy w oddzielnym bloku, w którym nie zaprogramowaliśmy ruchu w wybranej płaszczyźnie, wtedy włączenie korekcji aktualne jest do końca z wyliczonym wektorem korekcji o długości 0. Na końcu następnego bloku z ruchem wektor korekcji wylicza się według odpowiedniej strategii

```
...
N10 G40 G18 G0 X0 Z0
N15 G42
N20 G1 Z80
N25 X120 Z110
...
```



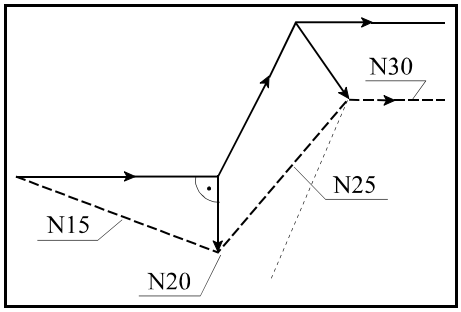
14.4 .1-7-rysunek

Jeśli w bloku zawierającym włączenie korekcji narzędzia (G41, G42) programujemy zerowe przesunięcie. To sterowanie nie wykonuje żadnego ruchu, ale kontynuuje pracę według wyzej wspomnianej strategii

```
...
N10 G40 G18 G0 X0 Z0
N15 G91 G42 Z0
N20 G1 Z80
N25 X120 Z30
...
```

Jeśli w bloku następującym po bloku zawierającym włączenie korekcji wynika zerowe przesunięcie, wektor korekcji będzie ustawiony prostopadle w bloku z włączeniem korekcji. W następnym bloku tor narzędzia nie będzie równoległy do toru programowanego.

```
...
N10 G40 G18 G0 X0 Z0
N15 G91 G42 Z80
N20 G1 Z0
N25 X120 Z30
N30 Z60
...
```



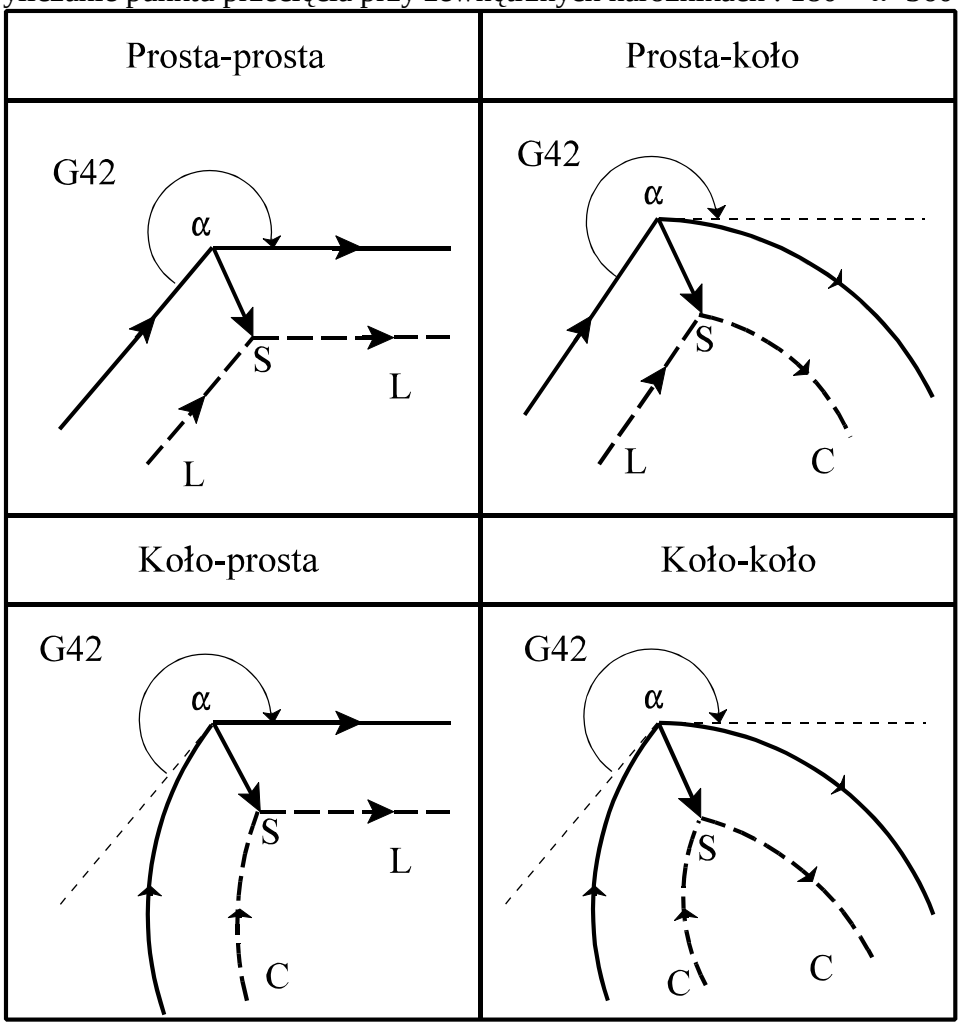
14.4 .1-8-rysunek

14.4 .2 Stan włączonego wyliczania korekcji promienia. Nadążanie po konturze.

We włączonym stanie wyliczania korekcji wektory korekcji są wyliczane w sposób ciągły, odpowiednio do podstawowych przypadków, pomiędzy blokami z G00, G01, G02, G03, dopóki nie pojawi się taki blok, który nie zawiera ruchu w wybranej płaszczyźnie. Za taki uwazamy blok zawierający wyczekiwanie lub czystą funkcję.

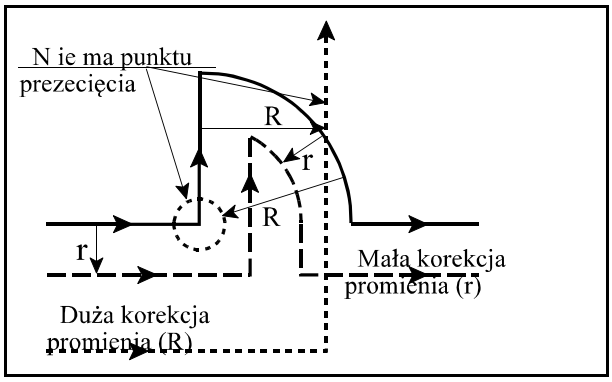
Podstawowe przypadki stanu wyliczania korekcji promienia:

Wyliczanie punktu przecięcia przy zewnętrznych narożnikach : 180°<α<360°



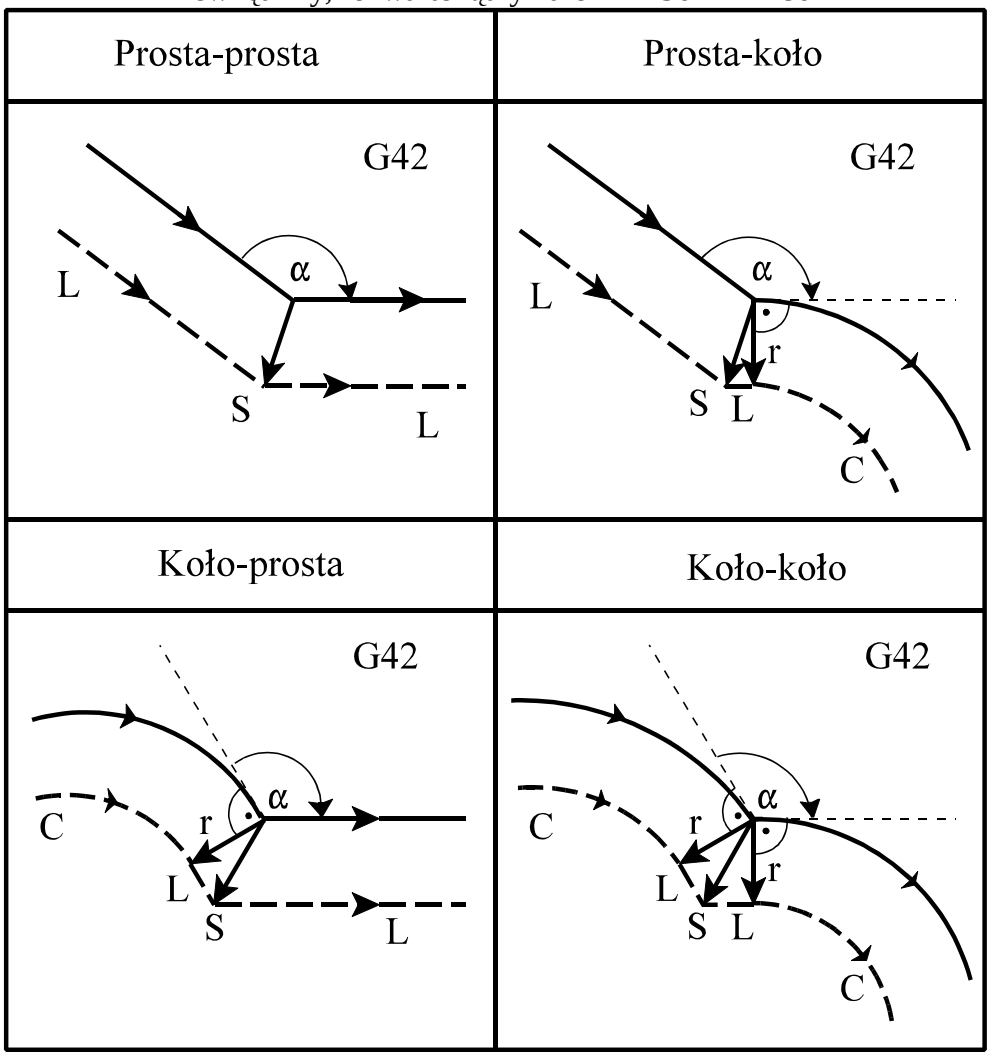
14.4 .2-1-rysunek

Może zdarzyć się, iż przy pewnych wartościach promienia narzędzia nie uzyskamy punktu przecięcia. Wówczas pojawi się komunikat: 3046 NIE MA PUNKTU PRZECIĘCIA G41, G42.



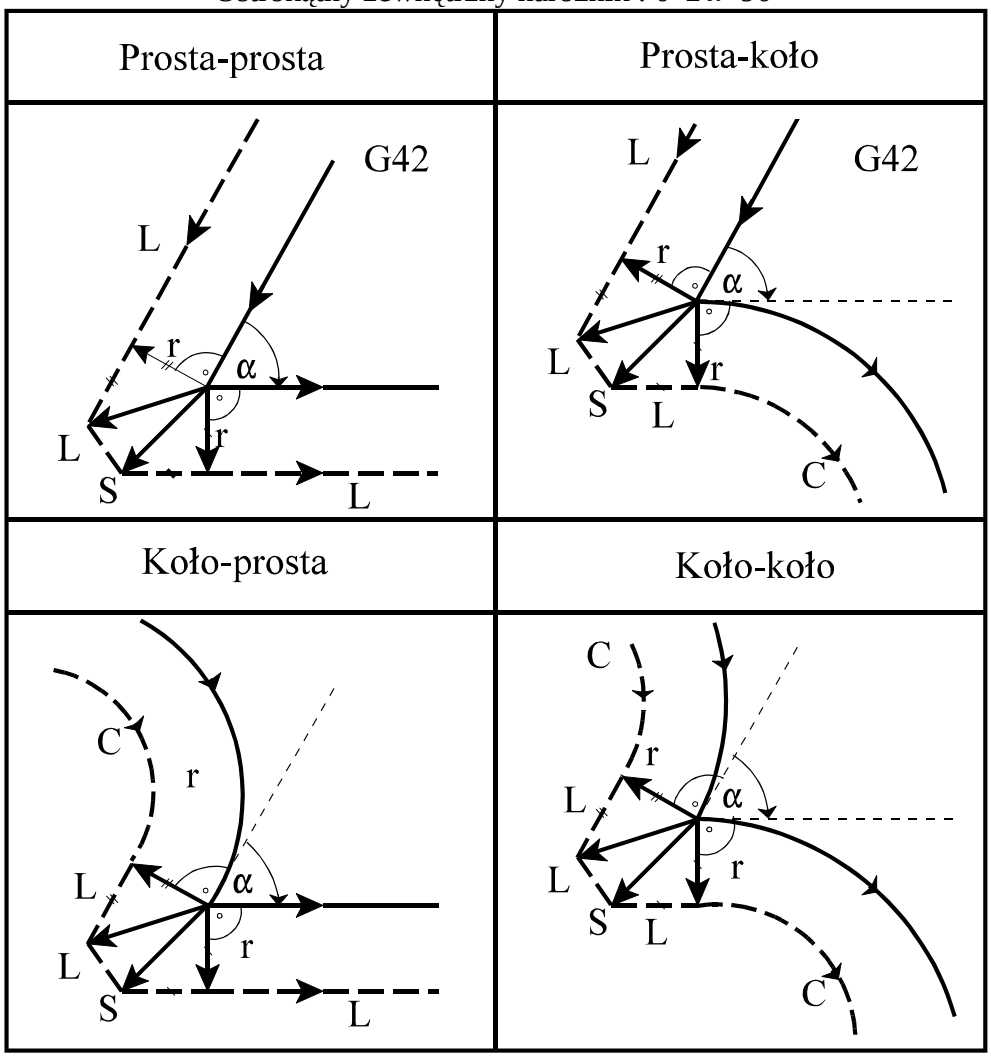
14.4 .2-2-rysunek

Zewnętrzny, rozwartokątny narożnik $90° \leq \alpha \leq 180°$



14.4 .2-3-rysunek

Ostrokątny zewnętrzny narożnik : 0°≤α<90°



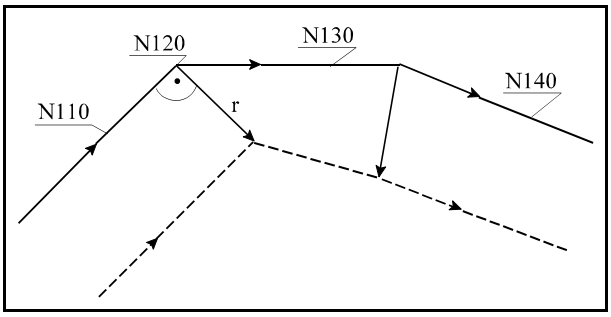
14.4 .2-4-rysunek

Specjalne przypadki właczonego stanu wyliczania korekcji promienia:

W takim przypadku, gdy we włączonym stanie G41, lub G42, w wybranej płaszczyźnie w jednym bloku mamy zerowe przesunięcie wektor ustawiany jest prostopadle w punkcie końcowym poprzedniego bloku. Wartość wektora odpowiada korekcji promienia. Na takie przypadki należy uważać, gdyż mogą spowodować zniekształcenie.

Na przykład:

```
...G91 G18 G42...
N110 G1 X100 Z40
N120 Z0
N130 Z90
N140 X-40 Z50
...
```



14.4 .2-5-rysunek

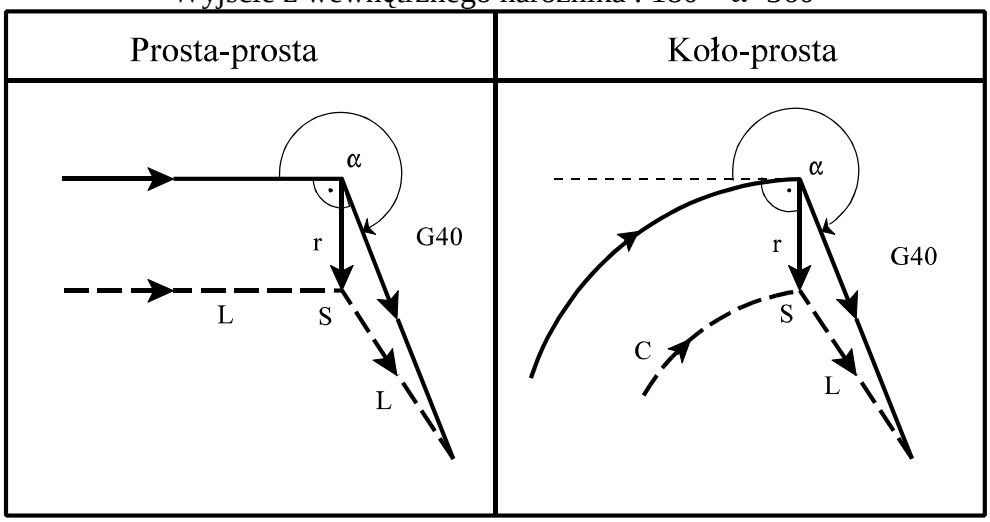
14.4 .3 Wyłączenie wyliczania korekcji promienia narzędzia. Wyjście z konturu

Instrukcja G40 wyłącza wyliczanie korekcji promienia narzędzia. Rozkaz G40 można podać tylko przy interpolacji liniowej. Jeśli użyjemy go przy interpolacji kołowej otrzymamy komunikat błędu.

Podstawowe przypadki wyłączania korekcji promienia

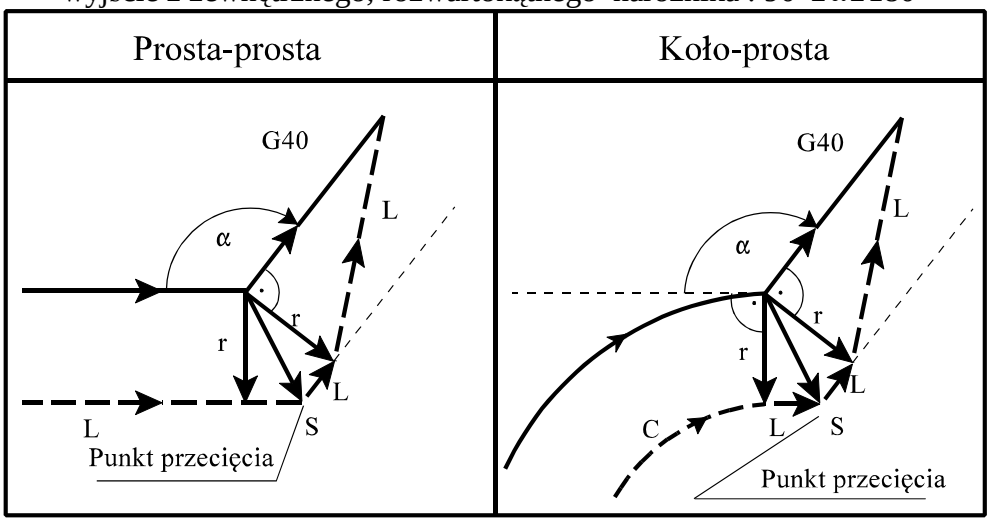
(G42)	(G42)
G01 X_ Z_	G02 X_ Z_ R_
G40 X_ Z_	G40 G1 X_ Z_

Wyjście z wewnętrznego narożnika : 180°<α<360°



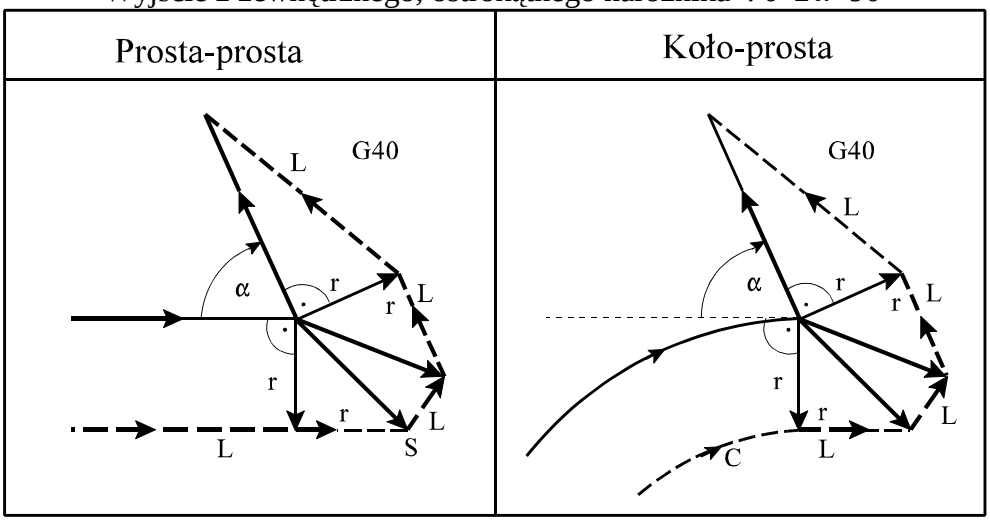
14.4 .3-1-rysunek

wyjście z zewnętrznego, rozwartokątnego narożnika : 90°≤α≤180°



14.4 .3-2-rysunek

Wyjście z zewnętrznego, ostrokątnego narożnika : 0°≤α<90°



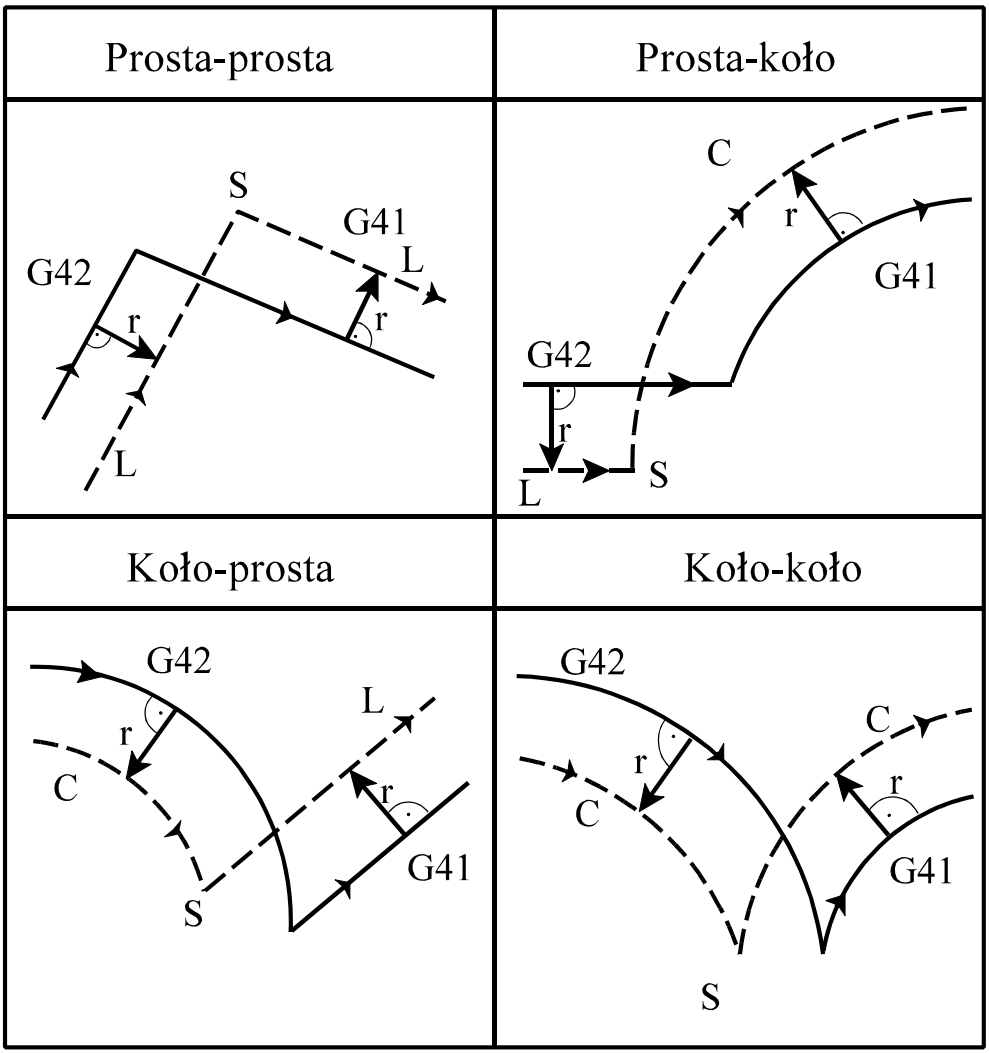
14.4 .3-3-rysunek

14.4 .4 Zmiana kierunku w wyliczaniu korekcji promienia.

Wyliczanie korekcji promienia, to znaczy wyliczanie kierunku śledzenia konturu przedstawia poniższa tabela:

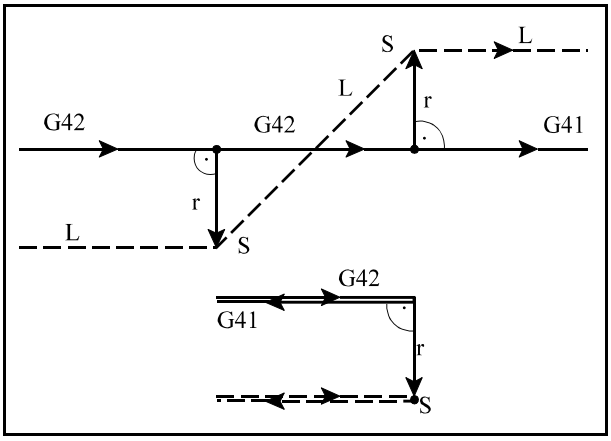
	korekcja promienia : dodatnia	korekcja promienia : ujemna
G41	z lewej	z prawej
G42	z prawej	z lewej

kierunek śledzenia konturu można odwracać również we włączonym stanie korekcji promienia. Można tego dokonać programując G41 lub G42, albo wywołaniem korekcji promienia z przeciwnym do dotychczasowego przedznakiem pod adresem T. Gdy odwróci się kierunek śledzenia konturu sterowanie nie kontroluje czy znajduje się “w środku” , czy “na zewnątrz”, ale w pierwszym kroku wylicza punkt przecięcia. Na poniższych rysunkach założyliśmy dodatni promień korekcji i przełączenie z G42 do G41.



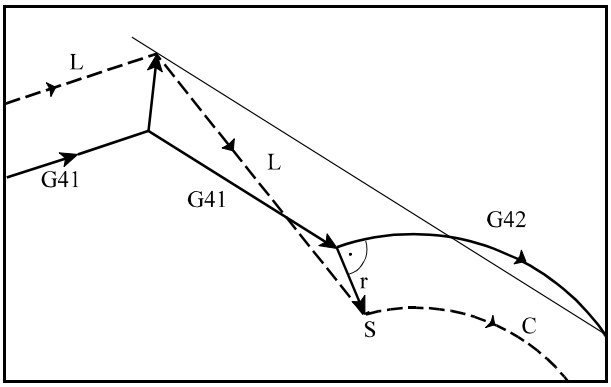
14.4 .4-1-rysunek

Jeśli przy przejściu prosta-prosta nie ma punktu przecięcia mamy do czynienia z następującą sytuacją:



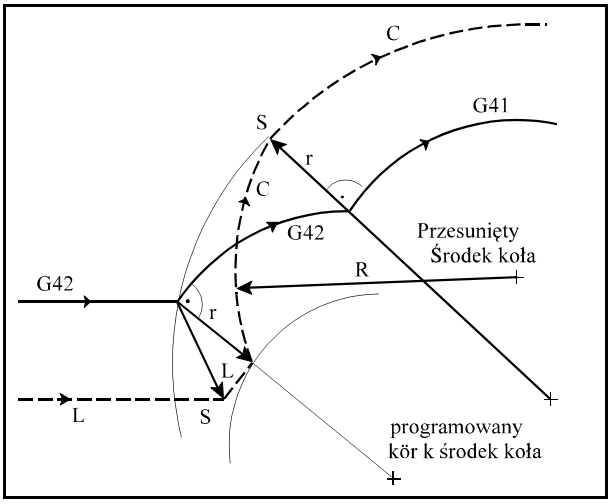
14.4 .4-2-rysunek

Jeśli przy przejściu prosta-koło nie ma punktu przecięcia tor narzędzia wygląda następująco:



14.4 .4-3-rysunek

Jeśli przy przejściach koło-prosta lub koło-koło nie ma punktu przecięcia to sterowanie połączy nie korygowanym programowanym łukiem o promieniu R punkt końcowy wektora korekcji poprzedniego bloku z punktem końcowym wektora korekcji , prostopadłego do punktu początkowego drugiego bloku. W takiej sytuacji punkt środka łuku łączącego nie będzie pokrywał się ze środkiem programowanego łuku..



14.4 .4-4-rysunek

14.4 .5 Programowanie utrzymania wektora (G38)

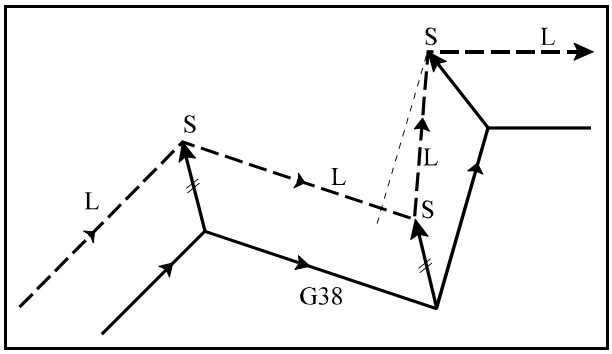
pod wpływem instrukcji

G38 v

sterowanie, w załączonym stanie wyliczania korekcji promienia na płaszczyźnie, utrzymuje ostatni wektor korekcji pomiędzy poprzednim blokiem i blokiem G38 i realizuje go na końcu bloku G38, niezależnie od przejścia pomiędzy blokiem G38 a następnym blokiem.
Kod G38 nie jest dziedziczony. Jeśli potrzebujemy w kilku następujących po sobie blokach utrzymanie wektora musimy w każdym bloku programować G38.
Programowanie G38 możliwe jest tylko w blokach z G00, lub G01

przykład na działanie G38 :

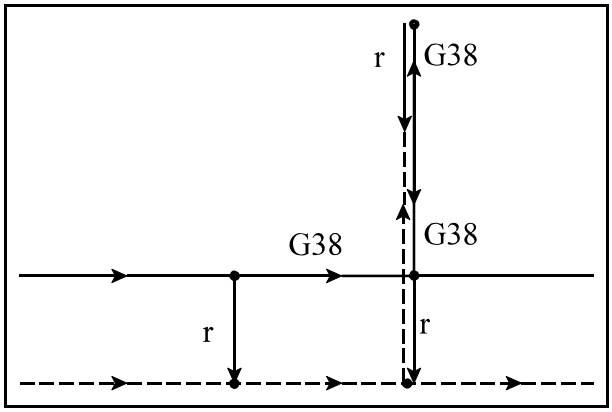
```
...G18 G41 G91...
N110 G1 X120 Z60
N120 G38 X-80 Z90
N130 X140 Z20
N140 Z120
...
```



14.4 .5-1-rysunek

Jeśli chcemy zaprogramować podcięcie bez wyłączenia śledzenia konturu:

```
...G18 G42 G91...
N110 G1 Z40
N120 G38 Z50
N130 G38 X140
N140 G38 X-140
N150 Z60
...
```



14.4 .5-2-rysunek

14.4 .6 Programowanie łuku narożnika (G39)

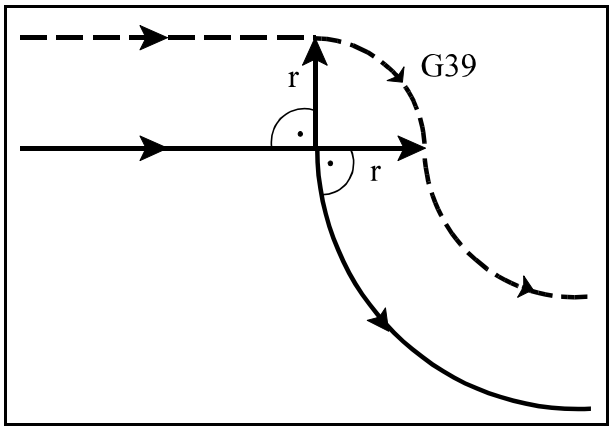
Programując blok

G39 (I J K),

we włączonym stanie wyliczania korekcji promienia narzędzia, osiągamy to, iż w przypadku zewnętrznego narożnika sterowanie nie wylicza automatycznie punktu przecięcia i nie wstawia prostych odcinków do zaokrąglenia , ale przesuwa punkt środkowy narzędzia po łuku o promieniu promienia narzędzia.
Wstawia łuk o promieniu promienia narzędzia i kierunku w stanie G41 - G02, G42 - G03.

G39 trzeba programować w oddzielnym bloku.:

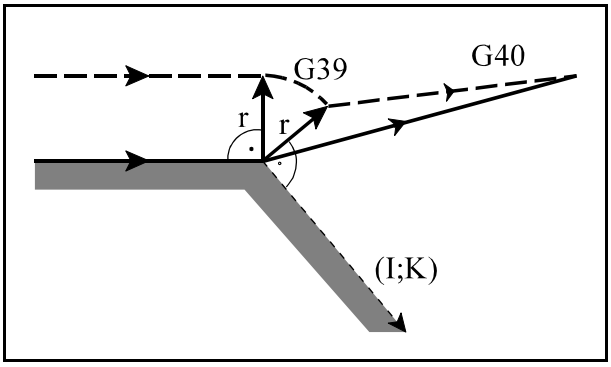
```
...G18 G91 G41...
N110 G1 Z100
N120 G39
N130 G3 X–160 Z80 K80
...
```



14.4 .6-1

Jeśli w bloku z G39 programujemy I , J lub K w wybranej płaszczyźnie:

```
...G18 G91 G41...
N110 G1 Z100
N120 G39 I–60 K50
N130 G40 X60 Z110
...
```



14.4 .6-1-rysunek

14.4 .7 Ogólne informacje o stosowaniu korekcji promienia na płaszczyźnie

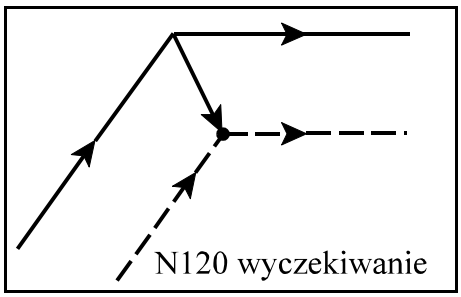
We włączonym stanie nadążania za konturem (G41, G42) sterowanie, by wyliczyć wektory korekcji potrzebuje dwa bloki z ruchem w wybranej płaszczyźnie. W praktyce może jednak zaistnieć potrzeba umieszczenia między dwoma blokami z ruchem w tej samej płaszczyźnie bloku nie zawierającego ruchu lub zawierającego ruch w innej płaszczyźnie
mogą to być przypadki:

funkcje: M, S, T
wyczekiwanie: G4 P
ruch poza wybraną płaszczyzną: (G18) G1 Y
wywołanie podprogramu: M98 P
włączenie lub wyłączenie szczególnych transformacji: G50, G51, G50.1, G51.1, G68, G69.

☞ uwaga: jeśli wywołaliśmy podprogram, to uważajmy by zaczynał się w wybranej płaszczyźnie, gdyż w przeciwnym przypadku tor ulegnie zniekształceniu.

Sterowanie przyjmie jeden blok z wyżej wyszczególnionych pomiędzy dwoma blokami z ruchem i tor nie ulegnie zniekształceniu :

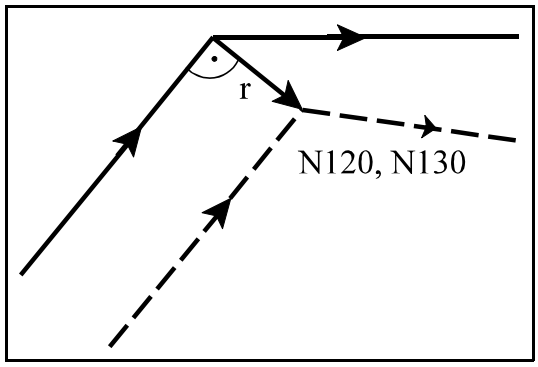
```
...G18 G42 G91...
N110 G1 X140 Z50
N120 G4 P2
N130 Z60
...
```



14.4 .7-1-rysunek

Jeśli w piszemy dwa bloki ruchu nie w wybranej płaszczyźnie lub blok nie zawierający ruchu to sterowanie wyznacza prostopadłą w punkcie końcowym ostatniego bloku konturu i to będzie wektor korekcji. Tor będzie zniekształcony:

```
...G18 G42 G91...
N110 G1 X140 Z50
N120 G4 P2
N130 S400
N140 Z60
...
```

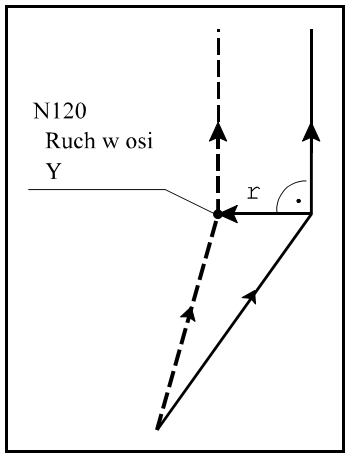


14.4 .7-2-rysunek

Jeżeli po załączeniu korekcji promienia możemy wykonać ruch tylko w osi Y możemy postapić następująco:

```
...G18 G91...
N110 G41 G0 X140 Z50
N120 G1 Y–40
N130 X80
...
```

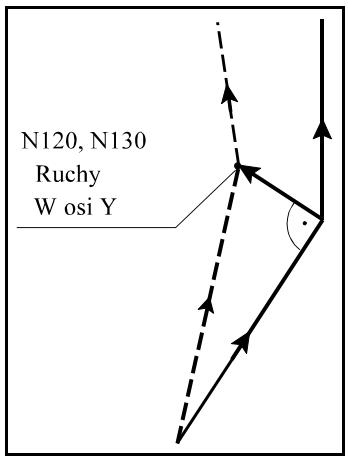
W tym przypadku tor będzie poprawny.



14.4 .7-3-rysunek

Jeśli ruch w kierunku Y rozbijemy na dwa odcinki: szybki posuw i posuw roboczy , tor ulegnie zniekształceniu, ponieważ wystąpiły dwa bloki jeden po drugim poza płaszczyzną śledzenia konturu.

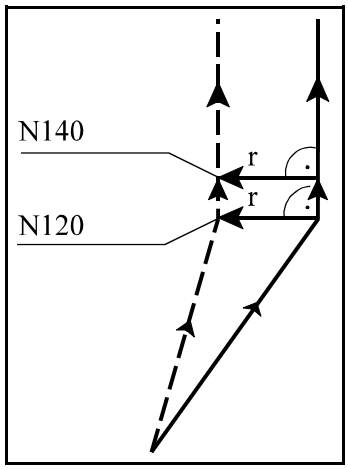
```
...G18 G91...
N110 G41 G0 X140 Z50
N120 Y-35
N130 G1 Y-5
N140 X80
...
```



14.4 .7-4-rysunek

Rozwiązaniem może być wpisanie minimalnego ruchu w osi X pomiędzy bloki z ruchem w Y

```
...G18 G91...
N110 G41 G0 X138 Z50
N120 Y-35
N130 X2
N140 G1 Y-5
N150 X80
...
```



14.4 .7-5-rysunek

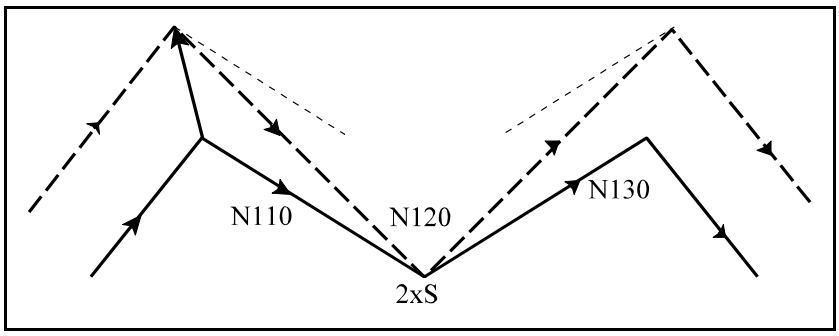
jeśli pomiędzy dwa bloki z konturem wstawimy instrukcje:

G22, G23, G52, G54-G59, G92

G53
G28, G29, G30 to w załączonym stanie G41, G42 w pierwszym bloku zostanie skasowany wektor korekcji punktu końcowego, wykonany rozkaz i przywrócony wektor korekcji w punkcie końcowym drugiego bloku.

Na przykład :

```
...G91 G18
G41...
N110 G1 X-100
      Z80
N120 G92 X0 Z0
N130 X100 Z80
...
```

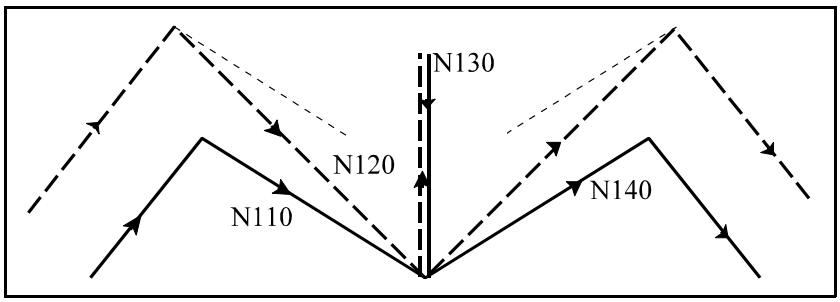


14.4 .7-6-rysunek

W takim przypadku,gdy załączonym stanie G41, G42 pomiędzy dwa bloki z ruchem wstawimy pozycjonowanie w G53 to w pierwszym bloku zostanie skasowany wektor korekcji punktu końcowego, wykonane pozycjonowanie w G53 i przywrócony wektor korekcji w drugim bloku

Na przykład:

```
...G91 G18
G41...
N110 G1 X-100
Z80
N120 G53 X160
N130 G53 X0
N140 X100 Z80
...
```

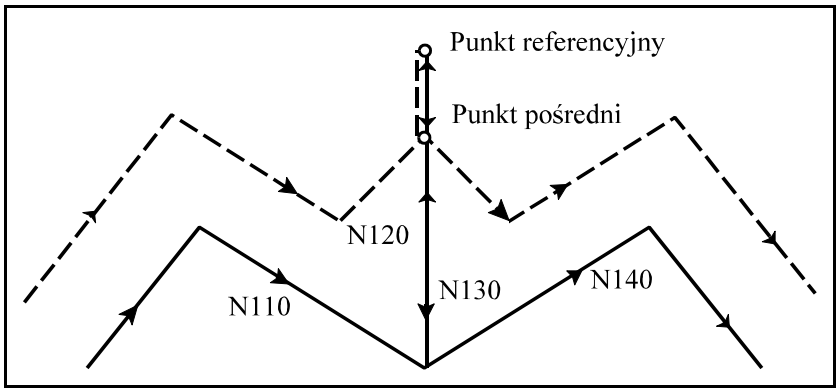


14.4 .7-7-rysunek

W przypadku gdy w załączonym stanie G41, G42 pomiędzy dwa bloki konturu wstawimy G28 lub G30 a potem G29 zostanie skasowany wektor punktu końcowego pozycjonowania na punkt pośredni, zrealizowane pozycjonowanie w punkcie referencyjnym i ponowne ustawienie wektora w punkcie końcowym bloku G29.

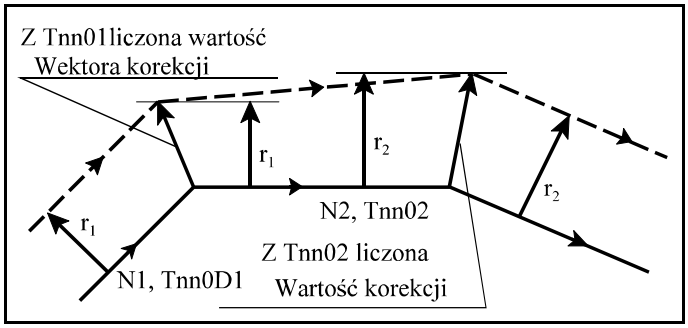
Na przykładl:

```
...G91 G18
G41...
N110 G1 X-100
Z80
N120 G28 X160
N130 G29 X0
N140 X100 Z80
...
```

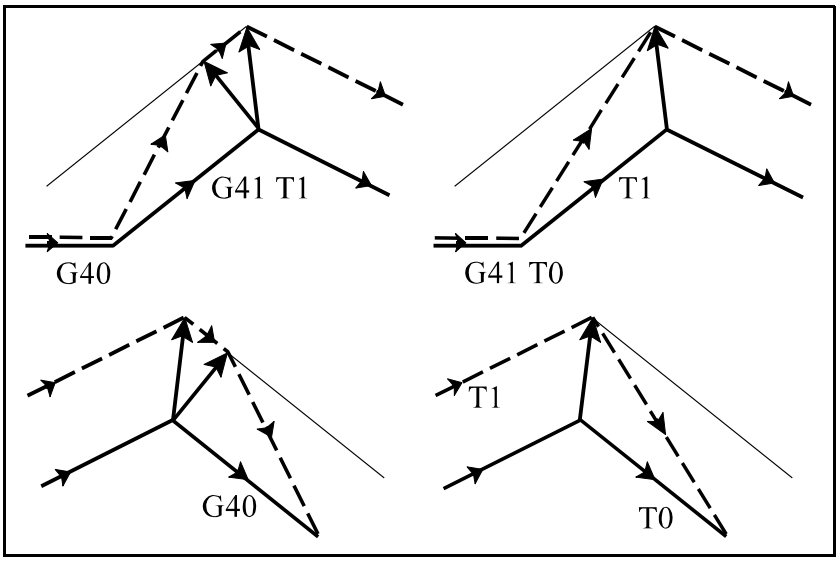


14.4 .7-8-rysunek

W załączonym stanie wyliczania korekcji promienia adresem T możemy przywołać nowe wartości korekcji promienia. Jeśli wartość promienia zmieni przedznak na konturze również dokona się proces zmiany kierunku. Jeśli nie nastąpi zmiana przedznaku nowo wyliczona wartość korekcji promienia trafi do punktu końcowego tego bloku, w którym zaprogramowaliśmy nowy adres T. Ponieważ w punkcie początkowym tego bloku został wyliczony wektor z poprzednią wartością korekcji tor punktu środkowego narzędzia nie będzie równoległy do toru zaprogramowanego. W bloku interpolacji kołowej również możemy adresem T wywołać nową korekcję promienia, ale środek narzędzia będzie poruszał się po torze o zmienionym promieniu. Specjalnym przypadkiem tego co omówiono powyżej jest sytuacja, gdy w załączonym stanie wyliczania korekcji promienia wyłączymy korekcję przez T00, a właczymy przez Tnn. Sytuację obrazuje poniższy rysunek:

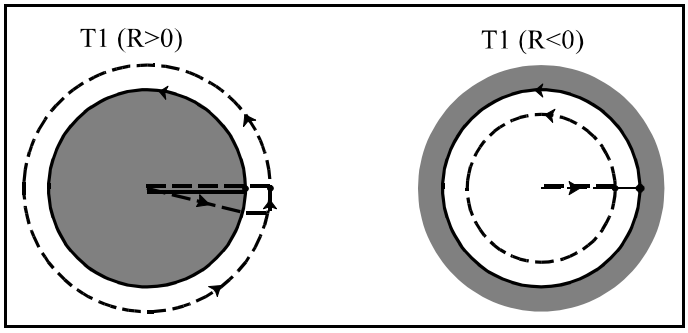


14.4 .7-9-rysunek



14.4 .7-10-rysunek

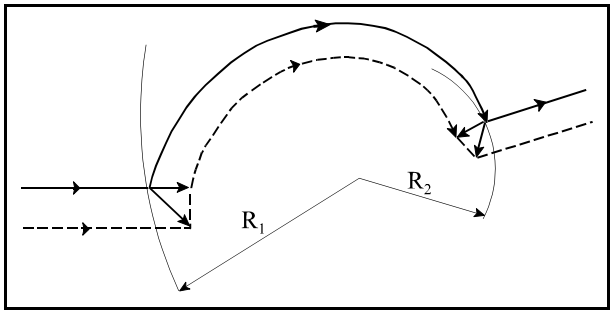
Dany fragment programu lub podprogram możemy wykorzystać by przy pomocy dodatniej korekcji wykonać "męski" detal, a przy pomocy ujemnej "żeński" , lub na odwrót.



14.4 .7-11-rysunek

```
...
N020 G42 G1 X160 T1
N030 G1 Z-5
N040 G3 I-80
N050 G1 Z2
N060 G40 G0 X0
...
```

Jeżeli przy kole o zmiennym promieniu zastosujemy korekcję promienia, to w punkcie początkowym koła wektor odpowiada początkowemu promieniowi programowanego koła , punkt środkowy pokrywa się z punktem środkowym programowanego koła. Podobnie ma się sytuacja z punktem końcowym. .

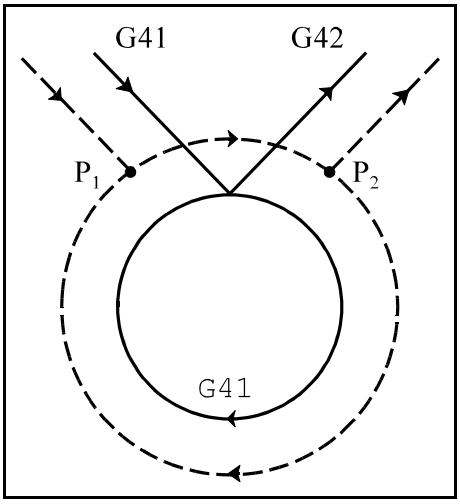


14.4 .7-12-rysunek

Przy programowaniu śledzenia konturu pełnego koła często zdarza się, iż tor narzędzia jest dłuższy niż pełne koło. Może dojść na przykład do takiej sytuacji:

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X60 Y-40
N120 G41 G2 J-40
N130 G42 G1 X60 Y40
...
```

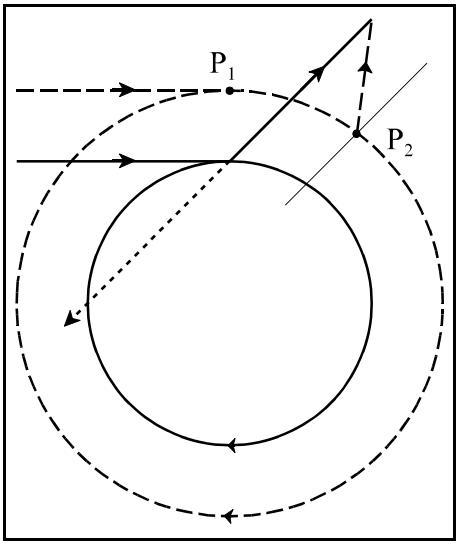
Środkowy punkt narzędzia wykonuje pełne koło od punktu P1 do punktu P1, a później łuk od P1 do P2.



14.4 .7-13-rysunek

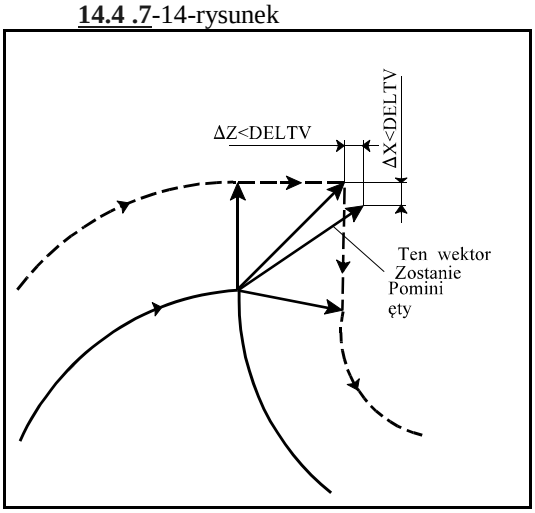
Jeśli śledzenie konturu wyłączymy przez I, J, K widzimy podobną sytuację

```
...G18 G90 G41...
N090 G1 Z60
N100 G2 I-60
N110 G40 G1 X360 Z120 I-60 K-60
...
```



14.4 .7-14-rysunek

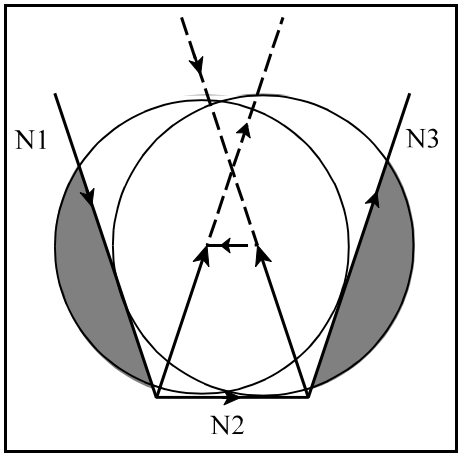
Przy obchodzeniu ostrych narożników może utworzyć się kilka wektorów. Jeśli ich punkty końcowe wypadną blisko siebie prawie nie będzie ruchu między dwoma punktami .
W takim przypadku , jeśli odległość między dwoma wektorami w obu osiach będzie mniejsza od ustawionej w polu parametrów wartości parametru 1043 *DELTV* to widoczny na rysunku wektor zostanie pominięty o tor zostanie zmodyfikowany jak na rysunku:



14.4 .7-15-rysunek

14.4 .8 Problemy z zakłóceniami śledzenia konturu. Badanie interferencji.

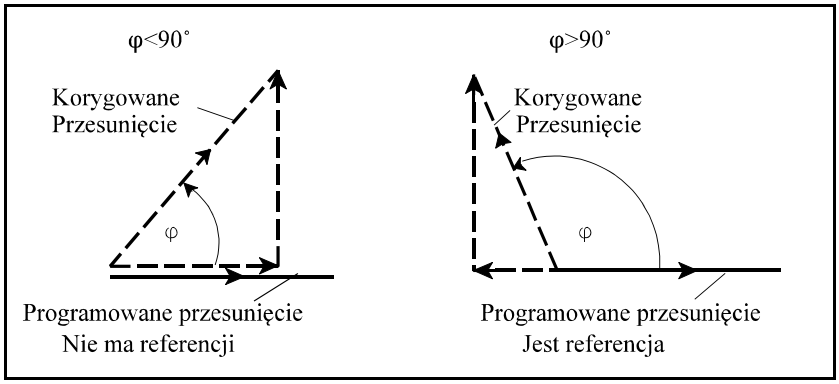
W licznych przypadkach realizacji śledzenia konturu może zdarzyć się, że tor narzędzia będzie przeciwny do programowanego. W takim przypadku , wbrew zamiarom programisty, narzędzie może uderzyć w detal. Takie zjawisko nazywamy zakłóceniem śledzenia konturu lub interferencją. W przypadku widocznym na rysunku po wyliczeniu punktu przecięcia, w bloku N2 wynika tor przeciwny do zaprogramowanego. Zacieniony obszar sygnalizuje, iż narzędzie może uderzyć w detal.



14.4 .8-1-rysunek

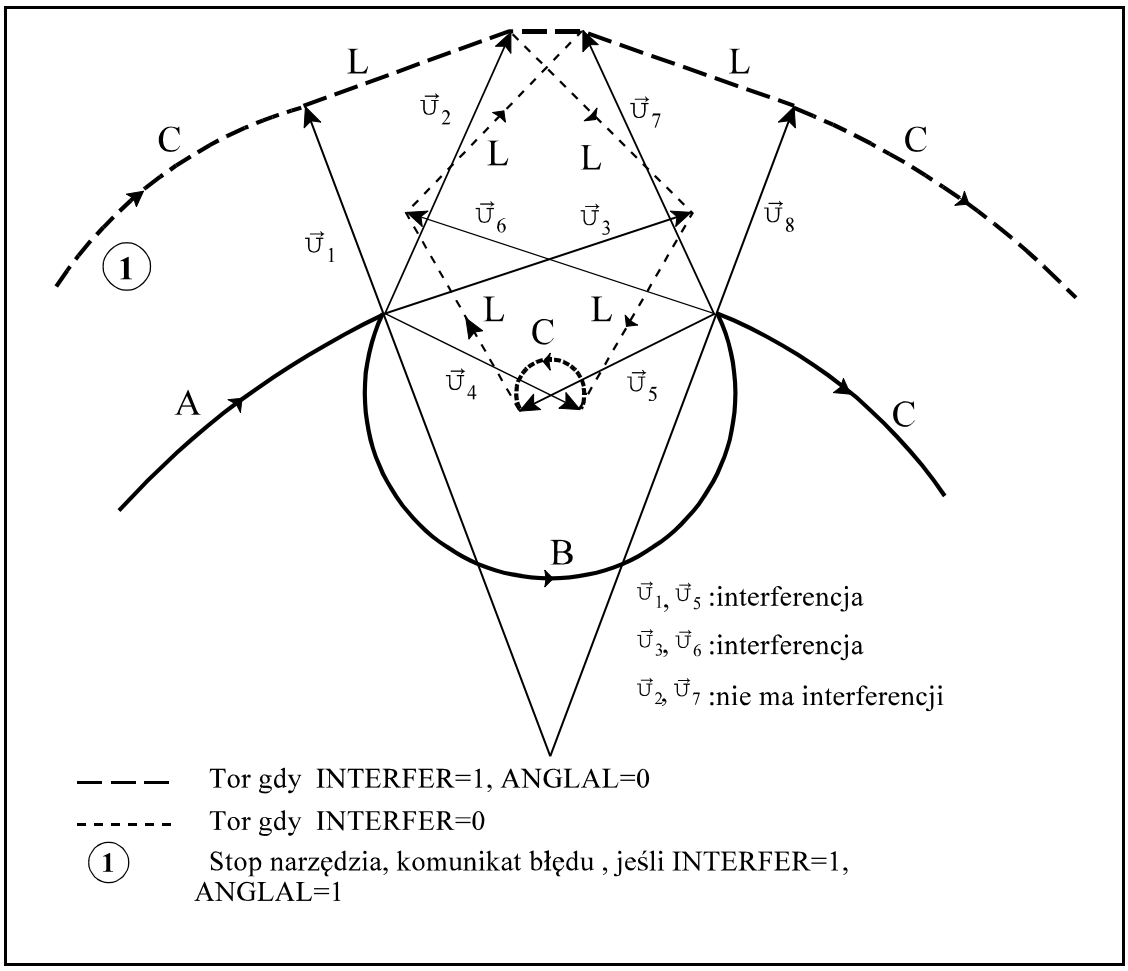
By wyeliminować takie przypadki sterowanie realizuje badanie interferencji, jeśli w polu parametrów wpiszemy 1 w parametr 1261 *INTERFER* . W takim przypadku sterowanie bada czy kąt φ między programowanym przesunięciem a skorygowanym korekcją promienia spełnia warunek: $-90° \leq \varphi \leq +90°$.

Innymi słowy sterowanie bada czy wektor korygowanego przesunięcia ma składową przeciwną do wektora przesunięcia programowanego



14.4 .8-2-rysunek

Jeśli wpiszemy 1 w parametrze 1262 *ANGLAL* to po badaniu kąta sterowanie poda komunikat błędu interferencji 3048 KOLIZJA w bloku poprzedzającym wystąpienie błędu.



14.4 .8-3-rysunek

W takim przypadku gdy parametr 1262 *ANGLAL* ustawiony jest na 0 , błąd nie jest sygnalizowany, a następuje próba automatycznej korekcji, by wyeliminować zderzenie. Przebieg korygowania będzie następujący:
Śledzenie konturu włączone jest w blokach A, B i C. Pomiędzy blokami A i B wyliczone wektory korekcji : $\vec{\upsilon}_1$, $\vec{\upsilon}_2$, $\vec{\upsilon}_3$, $\vec{\upsilon}_4$. Pomiędzy blokami B i C natomiast : $\vec{\upsilon}_5$, $\vec{\upsilon}_6$, $\vec{\upsilon}_7$, $\vec{\upsilon}_8$.
Jeśli pomiędzy $\vec{\upsilon}_4$ i $\vec{\upsilon}_5$ jest interferencja, to $\vec{\upsilon}_5$ zostanie pominięty
Jeśli pomiędzy $\vec{\upsilon}_3$ i $\vec{\upsilon}_6$ jest interferencja, to $\vec{\upsilon}_6$ zostanie pominięty.
Jeśli pomiędzy $\vec{\upsilon}_2$ i $\vec{\upsilon}_7$ jest interferencja, to $\vec{\upsilon}_7$ zostanie pominięty.
Jeśli pomiędzy $\vec{\upsilon}_1$ i $\vec{\upsilon}_8$ sygnalizowany jest komunikat błędu.

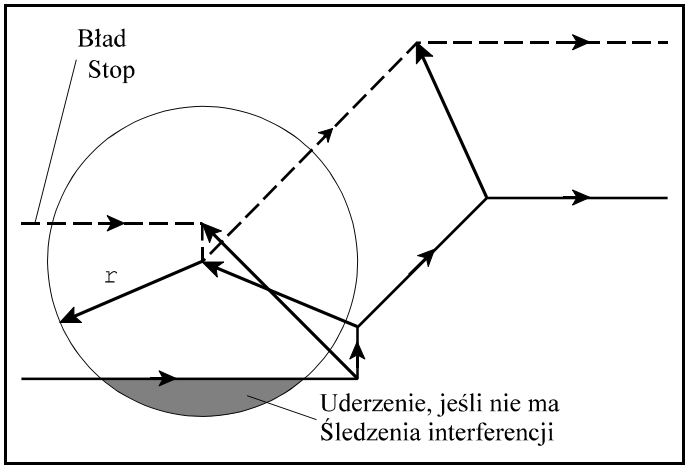
Z powyższego widać, ze wektory korekcji w punktach początkowym i końcowym bloku B brane są w pary i parami pomijane . Jeśli z jednej strony liczba wektorów korekcji zmniejszy się o jeden lub do jednego, to pomija tylko po drugiej stronie. Pomijanie kontynuowane jest do czasu trwania interferencji.

Pierwszy wektor w początkowym punkcie bloku B i ostatni w punkcie końcowym nie mogą być pomijane.Jeśli w wyniku pominięć zniknie interferencja , błąd nie będzie sygnalizowany. Jeśli nie podany będzie komunikat błędu interferencji 3048 KOLIZJA. Po pominięciach resztki wektora korekcji zastępowane będą odcinkami prostej, nawet wtedy, gdy w bloku B było koło

Z powyższego przykładu widać, że realizacja bloku A rozpocznie się dopiero po zakończeniu badania interferencji w bloku B. W tym celu do bufora trzeba wpisać również blok C i wyliczyć przejście miedzy blokami B-C.

Poniżej podajemy kilka typowych przykładów interferencji.

Obróbka stopnia mniejszego od promienia korekcji narzędzia.Sterownie sygnalizuje błąd interferencji *3048 KOLIZJA*, bo uderzyłoby w materiał.

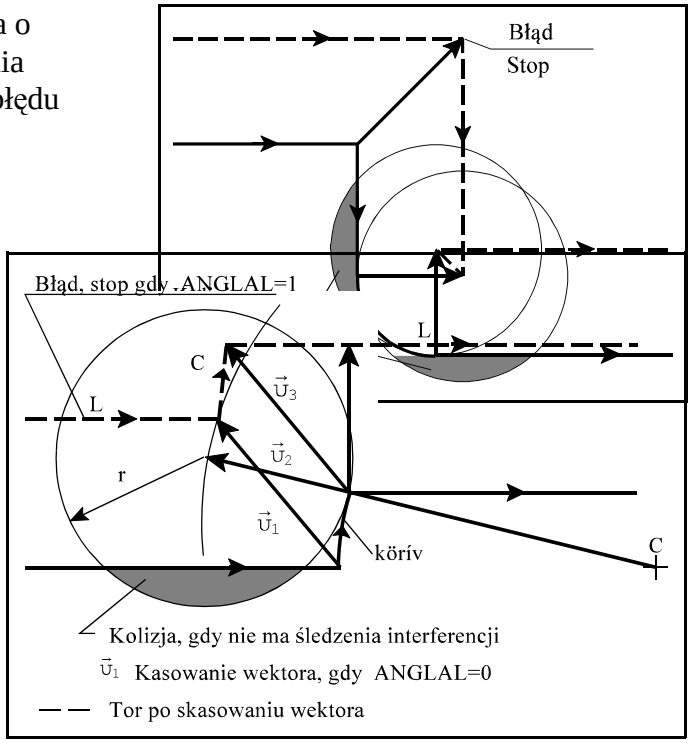


14.4 .8-4-rysunek

Obróbka wewnętrznego narożnika o promieniu mniejszym od promienia korekcji narzędzia. Sygnalizacja błędu *3048 KOLIZJA*.

Obróbka stopnia mniejszego niż promień narzędzia, po łuku.

Jeśli wartość parametru *1262 ANGLAL* równa jest 0, to sterowanie kasuje wektor $\vec{\upsilon}_2$ oraz łączy prostą wektory $\vec{\upsilon}_1$ $\vec{\upsilon}_3$

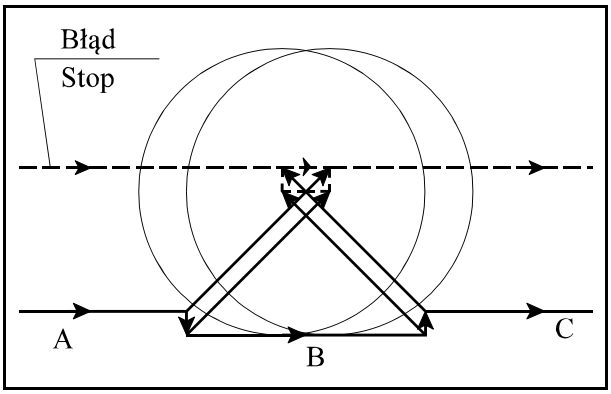


14.4 .8-6-rysunek

by uniknąć kolizji. Jeśli wartość parametru 1262 *ANGLAL* wynosi 1, sygnalizowany jest błąd interferencji 3048 KOLIZJA i następuje zatrzymanie w bloku poprzedzającym

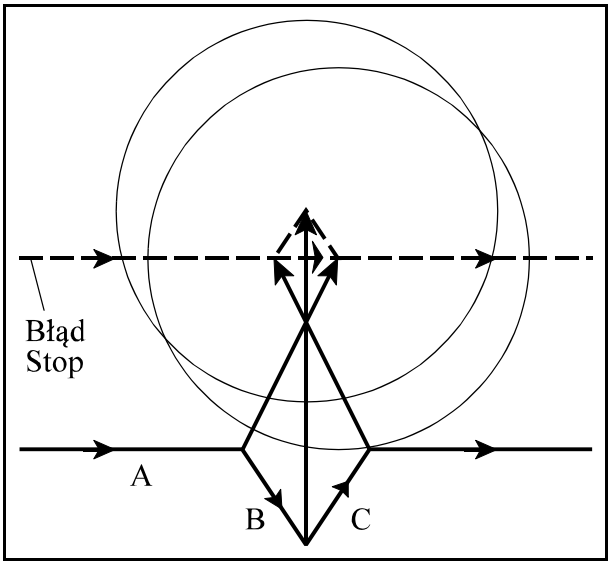
Istnieją przypadki gdy w rzeczywistości nie byłoby kolizji, ale sterowanie sygnalizuje błąd.

Jeśli wykonujemy zagłębienie mniejsze od korekcji promienia, w rzeczywistości kolizja nie nastąpi, co widać na rysunku, ale sterowanie sygnalizuje błąd *3048 KOLIZJA* , gdyż w bloku B ruch po korygowanym torze jest przeciwny do kierunku programowanego przesunięcia.



14.4 .8-7-rysunek

W poniższym przykładzie również sygnalizowany jest błąd interferencji, ponieważ w bloku B kierunek ruchu po torze korygowanym jest przeciwny do programowanego



14.4 .8-8-rysunek

15 Szczególne transformacje

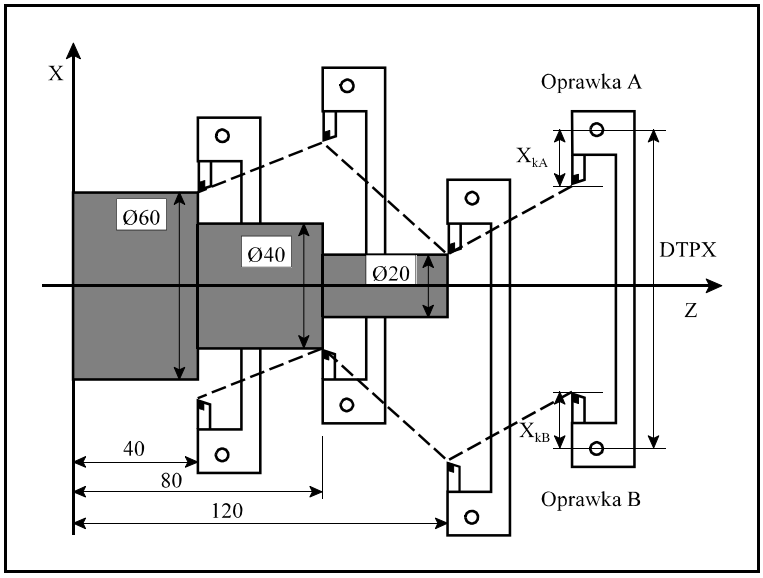
15.1 Odbicie lustrzane w przypadku dwóch oprawek (G68)

Instrukcja

G68 włącza odbicie lustrzane dwóch oprawek

G69 wyłącza.

Funkcja ta ma zastosowanie w przypadku dwóch stojących na przeciw siebie głowic Pierwsza oprawka obrabia w dodatniej ćwiartce płaszczyzny, natomiast druga B w ujemnej. Odbicie zawsze odbywa się w osi X pod wpływem instrukcji G68 Wówczas programowane wartości X zmieniają przedznak, jednocześnie odbywa się transformacja wzdłuż osi X. Miarę przesunięcia współrzędnych określa odległość między głowicami , którą można podać parametrem 1001 DTPX. Po tym program trzeba napisać tak jakbyśmy pracowali z głowicą A.



15.1-1-rysunek

Na przykład :

```
T101        ( Zmieniamy narzędzie w oprawce A)
G0 X20 Z120 ( pozycjonujemy pierwszym narzędziem)
G68         ( włączamy odbicie lustrzane)
T202        ( zmieniamy drugie narzędzie w oprawce A  )
G0 X40 Z80  ( pozycjonujemy drugim narzędziem)
G69         ( wyłączamy odbicie lustrzane )
T101        ( zmieniamy w oprawce A pierwsze narzędzie)
G0 X60 Z40  ( pozycjonujemy pierwsze narzędzie)
```

Uwaga:

- *Instrukcje G68 i G69 muszą znajdować się zawsze w samodzielnych blokach*
- *By zastosować funkcję trzeba zmierzyć odległość między dwiema oprawkami i wpisać jako parametr 1001 DTPX.*
- *we włączonym stanie G68 , w stosunku do zaprogramowanego odwraca się :*
  - *Przed znak współrzędnej X,*
  - *Kierunek koła G2 zmienia się na G3,*
  - *Zamieniają się kierunki G42 i G43*

15.2 Skalowanie (G50, G51)

Rozkazem

G51 v P

można powiększyć lub zmniejszyć zaprogramowaną figurę.

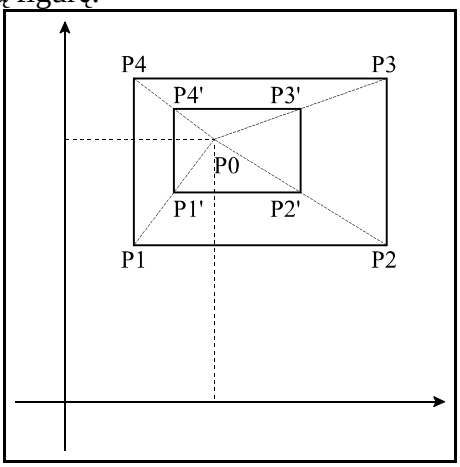
P1...P4: punkty podane w programie technologicznym

P1'...P4': punkty po skalowaniu,

P0: punkt początkowy skalowania.

Możemy podać współrzędne punktu początkowego skalowania w osi v. Można użyć adresów : X, Y, Z, U, V, W.

Współrzędne v punktu środkowego skalowania możemy podać jako wartości przyrostowe lub absolutne. Jeśli któremuś z adresów osi podamy wartość lub żadnemu nie nie podamy , to chwilowa pozycja będzie przyjęta jako punkt środkowy skalowania



15.2-1-rysunek

Adresem P określamy współczynnik proporcji.

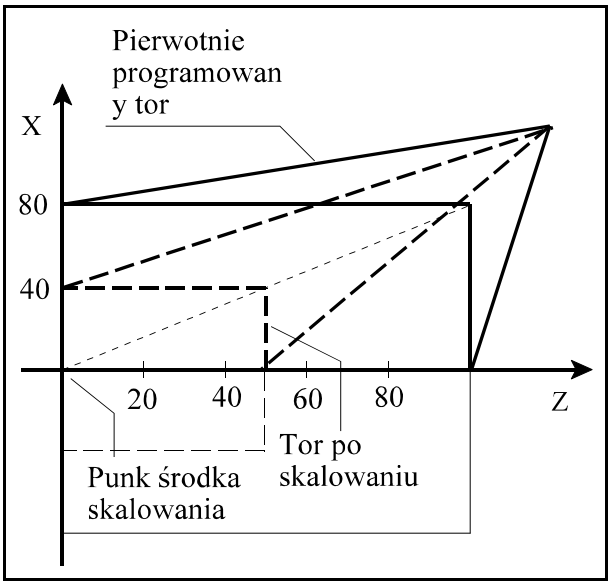
Rozkazem

G50

skalowanie można wyłączyć.

Przykład:

```
N1 G90 G0 X100 Z120
N2 G51 X0 Z0 P0.5
N3 G1 X0 Z100 F150
N4 X80
N5 Z0
N6 G50
N7 G0 X100 Z120
```



15.2-2-rysunek

15.3 Lustrzane odbicie (G50.1, G51.1)

Rozkazem

G51.1 v

możemy w wybranej osi v wykonać lustrzane odbicie zaprogramowanej figury. v może mieć adres : X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.
Współrzędne osi lustrzanego odbicia możemy podać jako wartości przyrostowe lub absolutne. Jeśli nie podamy adresu jakiejś osi lustrzane odbicie nie będzie w niej wykonane.

Rozkazem

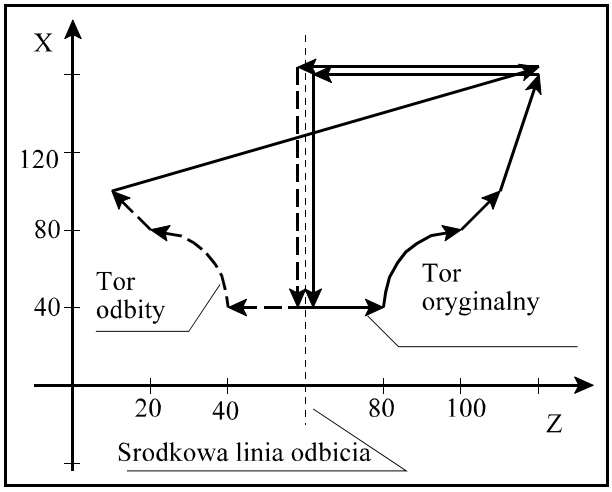
G50.1 v

możemy wyłączyć lustrzane
Jeśli dokonujemy lustrzanego odbicia w jednej osi wybranej płaszczyzny
- kierunek koła odwraca się automatycznie (zamiana G2 na G3)
- korekcja promienia narzędzia interpretowana jest przeciwnie

Przykład:

podprogram:

```
O0101
N1 G0 X40 F120
N2 G1 Z80
N3 G3 X80 Z100 R20
N4 G1 X100 Z110
N5 M99
```



15.3-1-rysunek

Program główny:

```
O0100
N10 T101
N20 G0 X160 Z60 M3 S1000
N30 M98 P101 (wywołanie
podprogramu)  )
N40 G0 X160 Z120
N50 T202
N60 G0 X160 Z60 M3 S1000
N70 G51.1 Z60     (odbicie równoległe do X, Z=60 na oś o
współrzędnych)
N80 M98 P101      (wywołanie podprogramu)
N90 G50.1 Z0      (wyłączenie odbicia w osi równoległej do X)
N100 G0 X160 Z120
N110 M30
```

Lustrzane odbicie można włączyć jedynie w stanie G50, to znaczy , gdy nie ma stanu skalowania.
Natomiast w załączonym stanie odbicia lustrzanego można włączyć skalowanie.

```
G51.1 ...         (włączenie odbicia)
G51 ...           (włączenie skalowania)
...
G50 ...           (wyłączenie skalowania)
G50.1 ...         (wyłączenie odbicia)
```

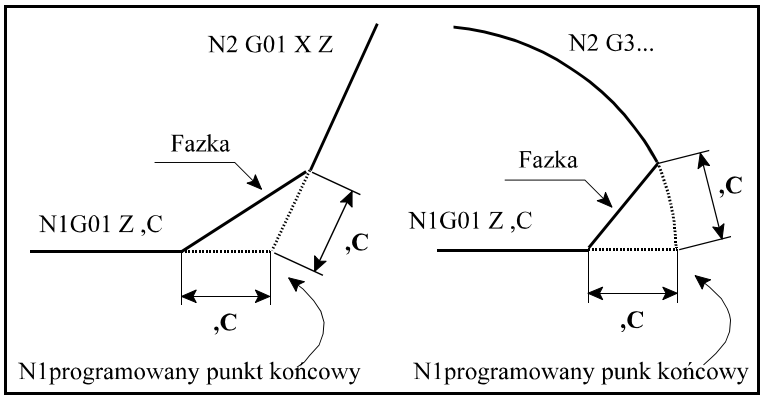
16 Automatyczne geometryczne wyliczenia

16.1 Programowanie fazki i zaokrąglenia

Sterowanie może wstawić automatycznie fazkę lub zaokrąglenie pomiędzy bloki zawierające interpolację liniową (G01) lub kołową (G02, G03).

Adresem
,C
(przecinek i C) określoną fazkę można wstawić między punkt końcowy bloku zawierającego adres C , a punkt początkowy następnego bloku.
Na przykład .:

```
N1 G1 G91 Z30 ,C10
N2 X80 Z10
```

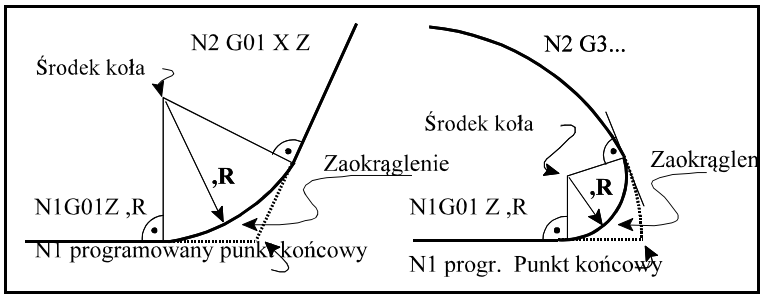


16.1-1-rysunek

Fazkę można wstawić również między koło i prostą. Wówczas wartość ,C jest długością cięciwy pociągniętej od punktu przecięcia.

Adresem
,R
(przecinek i R) określamy zaokrąglenie , które możemy wstawić pomiędzy punkt końcowy bloku zawierającego ,R a punkt początkowy następnego bloku
Na przykład:

```
N1 G91 G01 Z30 ,R8
N2 G03 X60 Z-30 R30
```

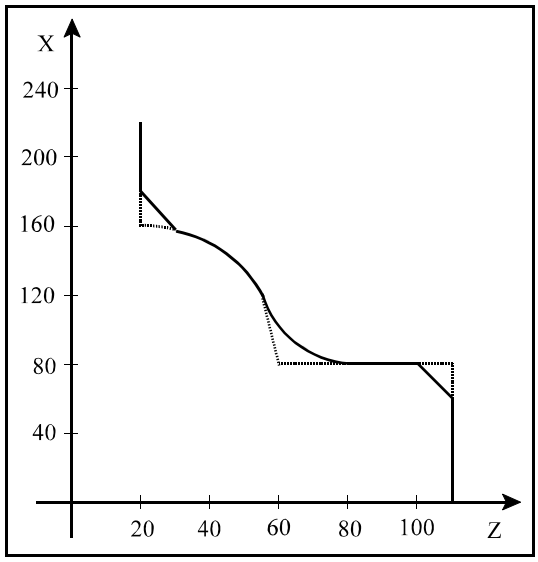


16.1-2-rysunek

Łuk o promieniu R został wstawiony między dwa bloki.

Fazkę lub zaokrąglenie można wpisywać na koniec bloków następujących po sobie

```
...
G1 X80 ,C10
Z60 ,R22
G3 X160 Z20 R40 ,C10
G1 X220
...
```



16.1-3 Rysunek

☞ *uwaga:*

– Fazkę lub zaokrąglenie można wstawiać tylko pomiędzy współrzędnymi w wybranej płaszczyźnie (G17, G18, G19) w przeciwnym razie wystąpi błąd 3081 BŁĄD DEFINICJI C,R

16.2 Zadawanie prostej kątem kierunkowym

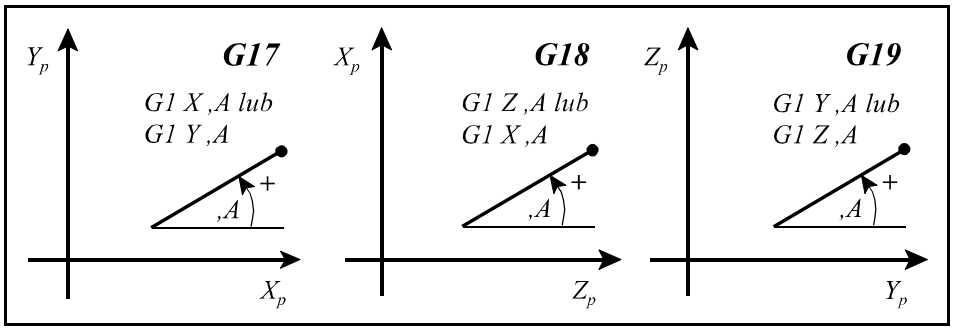
Prostą można zadać podając jedną współrzędną w wybranej płaszczyźnie G17, G18, G19 i kątem kierunkowym określonym adresem ,A

$$G17 \left\{\frac{G00}{G01}\right\} \left\{\frac{X_p\ ,A}{Y_p\ ,A}\right\} q\ F$$

$$G18 \left\{\frac{G00}{G01}\right\} \left\{\frac{Z_p\ ,A}{X_p\ ,A}\right\} q\ F$$

$$G19 \left\{\frac{G00}{G01}\right\} \left\{\frac{Y_p\ ,A}{Z_p\ ,A}\right\} q\ F$$

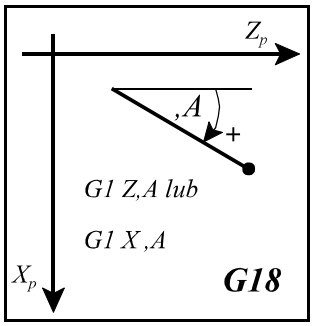
W powyższych wzorach X_p, Y_p, Z_p wyznacza X, Y, Z lub osie do nich równoległe q wyznacza dowolną jedną lub więcej osi poza wybraną płaszczyzną. Adres ,A może być stosowany obok kodów G0 i G1.
Kąt ,A liczony jest od pierwszej osi wybranej płaszczyzny, a dodatni kierunek jest przeciwny do kierunku ruchu wskazówek zegara. Jego wartość może być dodatnia , ujemna i większa od 360° lub mniejsza od -360°.



16.2-1-rysunek

☞ *uwaga!*

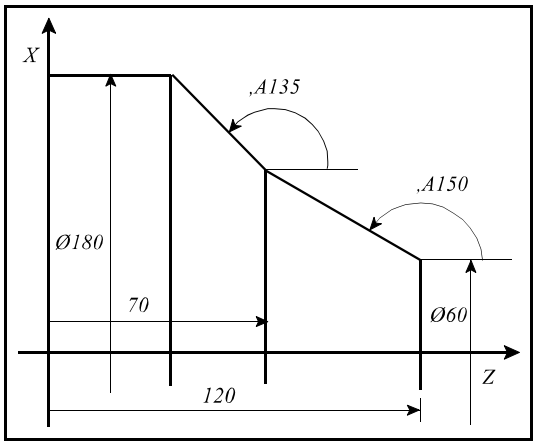
– *Jeśli zastosowany układ współrzędnych jest lewoskrętny interpretacja kąta kierunku jak na rysunku obok (Kierunek dodatni zgodny z ruchem wskazówek zegara)*



16.2-2-rysunek

Na przykład:

```
(G18 G90) G1 X60 Z120 ...
Z70 ,A150   (to zadawanie jest
            ekwiwalentne z
            X117.735 Z70)
X180 ,A135  (to zadawanie
            ekwiwalentne z
            zadawaniem X180
            Z38.868 )
```



16.2-3-rysunek

☞ *uwaga:*

– W jednym bloku można zadawać kąt kierunkowy oraz fazkę lub zaokrąglenie :

```
Z100 ,A30 ,C5
X100 ,A120 ,R10
Z-100 ,A210
```

– adresem ,A można podawać kąt kierunkowy w cyklach wiercenia. Wówczas brany jest on pod uwagę podczas pozycjonowania w następujący sposób:

Blok

```
G81 G91 X100 ,A30 R-2 Z-25
```

jest ekwiwalentny z blokiem:

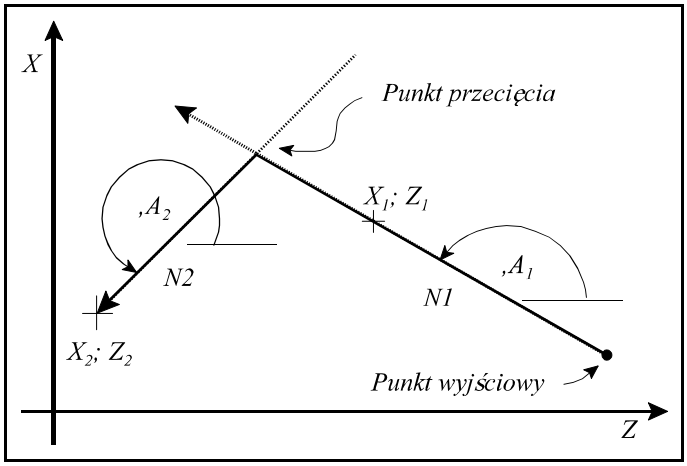
```
G81 G91 X100 Y57.735 R-2 Z-25
```

16.3 Wyliczanie punktów przecięcia w płaszczyźnie

Tu omówione wyliczenia punktu przecięcia sterowanie realizuje jedynie ***w załaczonym stanie liczenia korekcji promienia narzędzia (G41 lub G42)*** Jeśli w programie nie chcemy uwzględniać korekcji promienia kasujemy jego wartość.

16.3 .1 Punkt przecięcia dwóch prostych

Jeśli z dwóch następujących po sobie bloków zawierających interpolację liniową drugi tak podamy, że zdefiniujemy w wybranej płaszczyźnie jeden punkt, podając w wybranej płaszczyźnie obie jego współrzędne , przez który prosta może przebiegać i podamy kąt kierunkowy prostej, sterowanie wyliczy punkt przecięcia obu prostych. Tak podaną prostą w drugim bloku nazywamy nadokresloną. Punkt końcowy pierwszego bloku lub początkowy drugiego będzie wyliczonym punktem przecięcia



16.3 .1-1-rysunek

G17 G41 (G42)	G18 G41 (G42)	G19 G41 (G42)
N1 G1 ,A_1 lub	N1 G1 ,A_1 lub	N1 G1 ,A_1 lub
X_1 Y_1	X_1 Z_1	Y_1 Z_1
N2 G1G90 $\mathbf{X_2}$ $\mathbf{Y_2}$ $\mathbf{,A_2}$	N2 G1G90 $\mathbf{X_2}$ $\mathbf{Z_2}$ $\mathbf{,A_2}$	N2 G1G90 $\mathbf{Y_2}$ $\mathbf{Z_2}$ $\mathbf{,A_2}$

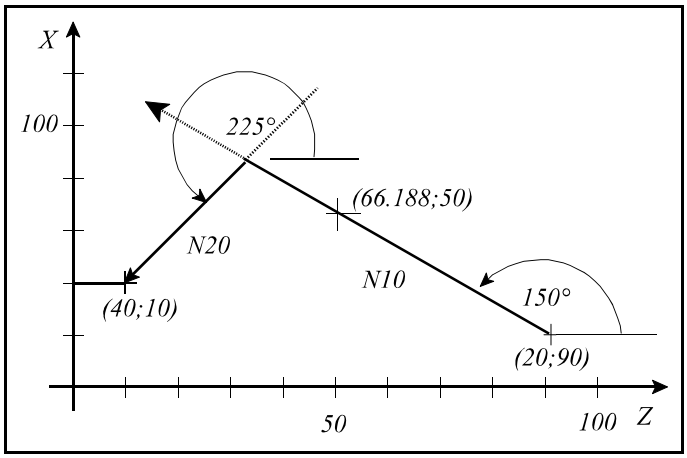
Punkt przecięcia zawsze wyliczany jest w wyznaczonych płaszczyznach G17, G18, G19 W pierwszym bloku (N1) prostą podajemy tylko kątem kierunkowym (,A_1) i w tym przypadku z punktu wyjściowego do punktu przecięcia ciągnięta jest prosta, albo podajemy dowolny punkt (X_1, Y_1; X_1, Z_1; lub Y_1, Z_1) i wówczas punkt przecięcia wyznaczony będzie na prostej łączącej dwa punkty

Na przykład :

```
(G18) G90 G41 ...
G0 X20 Z90
N10 G1 ,A150
N20 X40 Z10 ,A225
G0 Z0
...
```

Blok N10 może też być dany z współrzędnymi punktu linii prostej.:

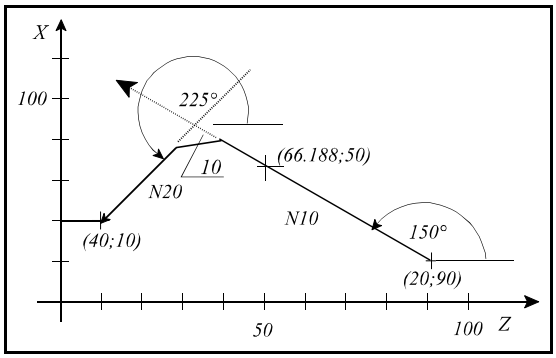
```
(G18) G90 G41 ...
G0 X20 Z90
N10 G1 X66.188 Z50
N20 X40 Z10 ,A225
G0 X0 Y20
...
```



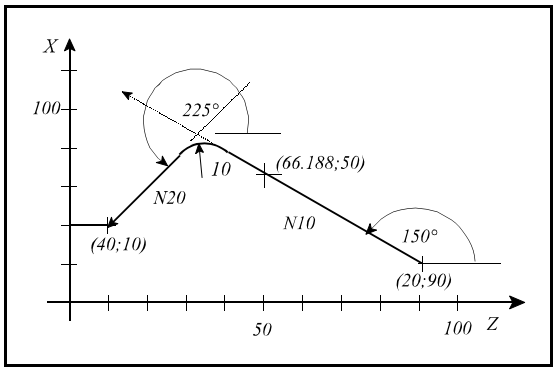
16.3 .1-2-rysunek

Zwróćmy uwagę, że w tym przypadku współrzędne X,Z (X166.188 Z50) podane w bloku N10 nie są interpretowane przez sterowanie jako współrzędne punktu końcowego.

Możemy wykonywać kombinacje fazki i zaokrąglenia
Na przykład:



16.3 .1-3-rysunek



16.3 .1-4-rysunek

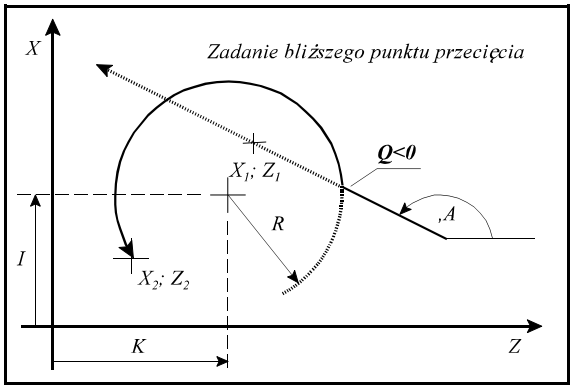
```
(G18) G90 G41 ...
G0 X20 Z90
N10 G1 X66.188 Z50 ,C10
N20 X40 Z10 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

```
(G18) G90 G41 ...
G0 X20 Z90
N10 G1 X66.188 Z50 ,R10
N20 X40 Z10 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

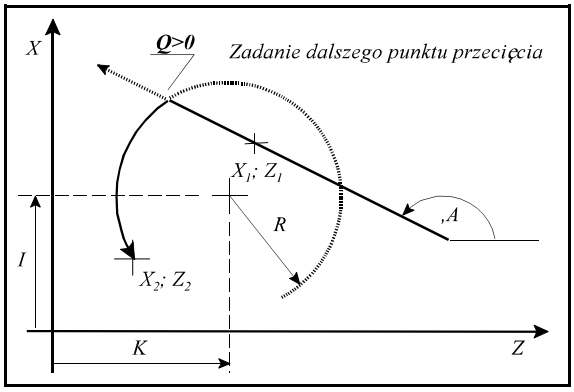
16.3 .2 Punkt przecięcie prostej i koła

Jeśli po bloku prostej podamy blok koła, tak, że w kole określimy punkt końcowy i współrzędne środka koła i długość promienia, to znaczy nadokreślimy koło, sterowanie wyliczy punkt przecięcia prostej i koła. Punkt końcowy pierwszego bloku lub początkowy drugiego jest wyliczonym punktem przecięcia

G17 G41 (G42)	G18 G41 (G42)	G19 G41 (G42)
N1 G1 ,A lub	N1 G_1,A lub	N1 G1 ,A lub
X_1 Y_1	X_1 Z_1	Y_1 Z_1
N2 G2 (G3) G90 X_2 Y_2	N2 G2 (G3) G90 X_2 Z_2	N2 G2 (G3) G90 Y_2 Z_2
I J R Q	I K R Q	J K R Q



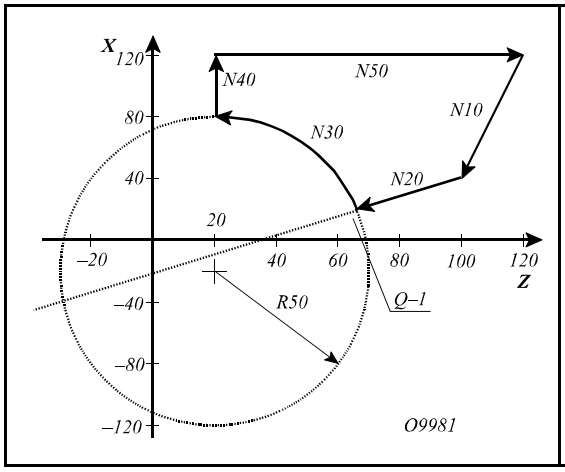
16.3 .2-1-rysunek



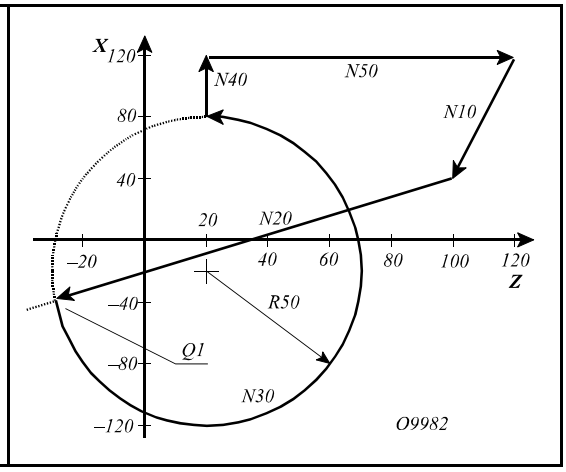
16.3 .2-2-rysunek

Punkt przecięcia zawsze wyliczany jest w zadanej płaszczyźnie G17, G18, G19
Pierwszy blok (N1) zawiera albo tylko kąt kierunkowy (,A) i w tym przypadku z punktu wyjściowego ciągniemy prostą pod odpowiednim kątem do punktu przecięcia, albo określamy dowolny punkt prostej, różny od punktu wyjściowego, (X_1, Y_1; X_1, Z_1; lub Y_1, Z_1) i wtedy wyliczany jest punkt przecięcia z prostą przechodzącą przez dwa punkty. Współrzędne drugiego bloku zawsze interpretowane są jako absolutne.
To, który z dwóch możliwych punktów przecięcia ma wyliczyć sterowanie można podać adresem Q.
Jeśli wartość adresu jest mniejsza od zera **(Q<0) to wyliczony będzie punkt bliższy.**

Spójrzmy na przykłady:



16.3 .2-3- rysunek



16.3 .2-4-rysunek

```
%O9981
N10 (G18) G42 G0 X40 Z100 S200
M3
N20 G1 X-40 Z-30
N30 G3 X80 Z20 I-10 K20 R50 Q-1
N40 G40 G0 X120
N50 Z120
N60 M30
%
```

```
%O9982
N10 (G18) G42 G0 X40 Z100 S200
M3
N20 G1 X-40 Z-30
N30 G3 X80 Z20 I-10 K20 R50 Q1
N40 G40 G0 X120
N50 Z120
N60 M30
%
```

Blok z kołem N30 G3 jest nadokreślony , ponieważ podano współrzędne środka koła (I–10 K20 w wartościach absolutnych) i promień koła (R50). Sterowanie wylicza punkt przecięcia prostej z bloku N20 z kołem z bloku N30.

W programie O9981 wyliczony jest bliższy punkt przecięcia , ponieważ w bloku N30 zaprogramowano Q 1, a w O9982 dalszy

Wyliczanie punktu przecięcia prostej i koła można kombinować z zadawaniem fazki i zaokrąglenia . Na przykład:

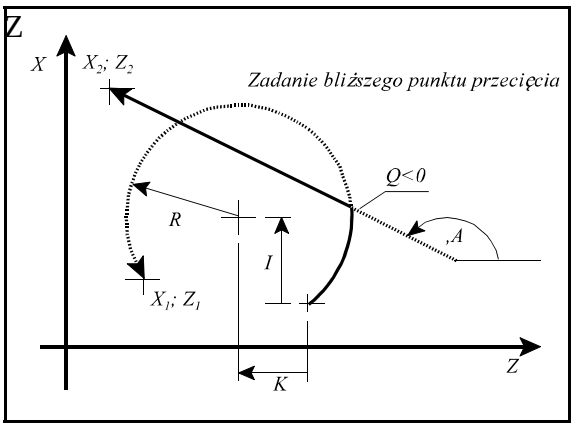
```
%O9983
N10 (G18) G42 G0 X40 Z100 S200 M3
N20 G1 X-40 Z-30 ,R15
N30 G3 X80 Z20 I-10 K20 R50 Q-1
N40 G40 G0 X120
N50 Z120
N60 M30
%
```

Sterowanie wylicza punkt przecięcia z bloków N20 i N30 i dodaje zaokrąglenie o promieniu 15 mm pod wpływem instrukcji ,R15.

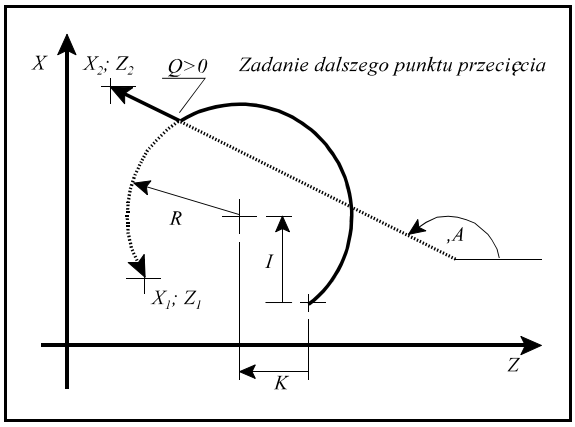
16.3 .3 Punkt przecięcia koła i prostej

Jeśli w bloku z prostą, występującym po bloku z kołem, prostą nadokreślimy, sterowanie wyliczy punkt przecięcia koła i prostej. Punkt przecięcia będzie punktem końcowym pierwszego lub początkowym następnego bloku.

G17 G41 (G42)	G18 G41 (G42)	G19 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X_1 Y_1 I J	N1 G2 (G3) X_1 Z_1 I K	N1 G2 (G3) Y_1 Z_1 J K
Lub R	Lub R	Lub R
N2 G1 G90 X_2 Y_2 ,A Q	N2 G1 G90 X_2 Z_2 ,A Q	N2 G1 G90 Y_2 Z_2 ,A Q



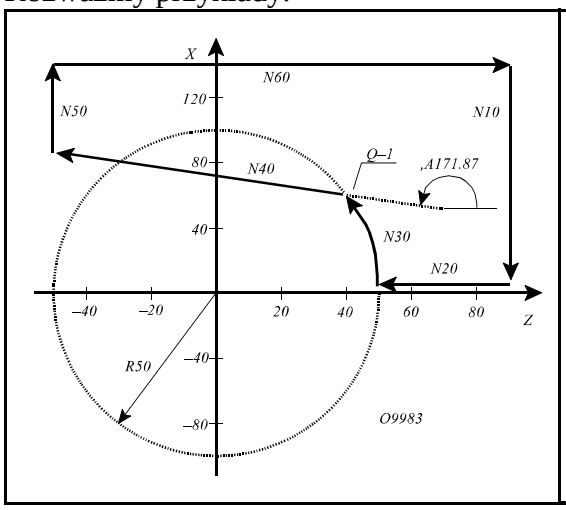
16.3 .3-1-rysunek



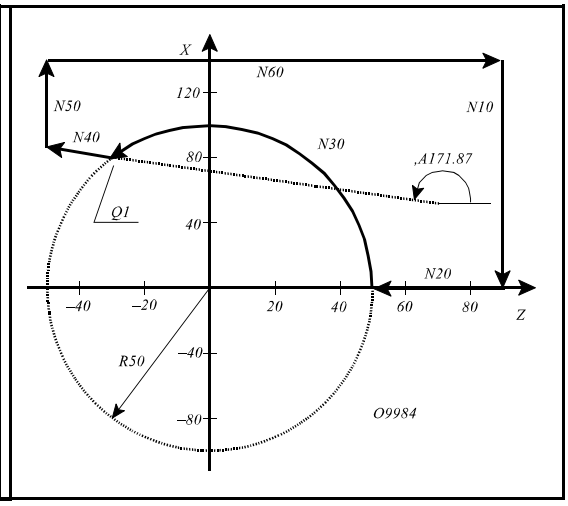
16.3 .3-2-rysunek

adawanie podobnie jak przy wyliczanie punktu przecięcia prostej i koła.

Rozważmy przykłady:



16.3 .3-3-rysunek



16.3 .3-4-rysunek

```
%O9983
N10 (G18) G0 X90 X0 M3 S200
N20 G42 G1 Z50
N30 G3 X0 Z-50 R50
N40 G1 X85.714 Z-50 ,A171.87 Q-1
N50 G40 G0 X140
N60 Z90
N70 M30
%
```

```
%O9984
N10 (G18) G0 X90 X0 M3 S200
N20 G42 G1 Z50
N30 G3 X0 Z-50 R50
N40 G1 X85.714 Z-50 ,A171.87 Q1
N50 G40 G0 X140
N60 Z90
N70 M30
%
```

Prosta w bloku N40 jest nadokreślona.

Można dokonywać kombinacji zadawania punktu przecięcia koła i prostej z fazką i zaokrągleniem.
Na przykład:

```
%O9983
N10 (G18) G0 X90 X0 M3 S200
N20 G42 G1 Z50
N30 G3 X0 Z-50 R50 ,R15
N40 G1 X85.714 Z-50 ,A171.87 Q-1
N50 G40 G0 X140
N60 Z90
N70 M30
%
```

W przykładzie w bloku N30 zadaliśmy 15 mm zaokrąglenie (,R15). Sterowanie wylicza punkty przecięcia i do konturu wstawia zaokrąglenie.

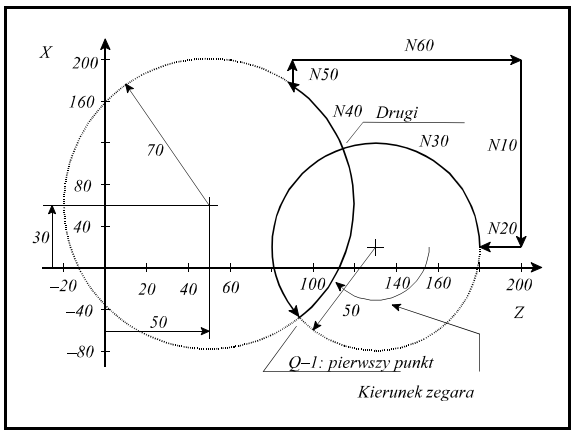
16.3 .4 Punkt przecięcia dwóch kół

G17 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X_1 Y_1 I_1 J_1
lub X_1 Y_1 R_1
N2 G2 (G3) G90 X_2 Y_2
I_2 J_2 R_2 Q

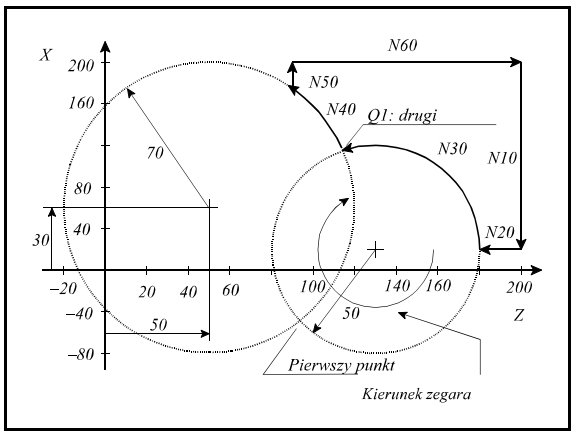
G18 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X_1 Z_1 I_1 K_1
lub X_1 Z_1 R_1
N2 G2 (G3) G90 X_2 Z_2
I_2 K_2 R_2 Q

G19 G41 (G42)
N1 G2 (G3) Y_1 Z_1 J_1 K_1
lub Y_1 Z_1 R_1
N2 G2 (G3) G90 Y_2 Z_2
J_2 K_2 R_2 Q

Rozważmy przykład :



16.3 .4-1-rysunek



16.3 .4-2-rysunek

```
%O9985
N10 (G18) G0 X20 Z200 M3 S200
N20 G42 G1 Z180
N30 G3 X-80 Z130 R-50
N40 X174.892 Z90 I30 K50 R70 Q–1
N50 G40 G0 X200
N60 Z200
N70 M30
%
```

```
%O9986
N10 (G18) G0 X20 Z200 M3 S200
N20 G42 G1 Z180
N30 G3 X-80 Z130 R-50
N40 X174.892 Z90 I30 K50 R70 Q1
N50 G40 G0 X200
N60 Z200
N70 M30
%
```

Blok N40 jest nadokreślony. W bloku O9985 podaliśmy bliższy punkt przecięcia (Q–1), a w O9986 dalszy (Q1).
Możemy robić kombinacje punktu przecięcia kół z fazką i zaokrągleniem.

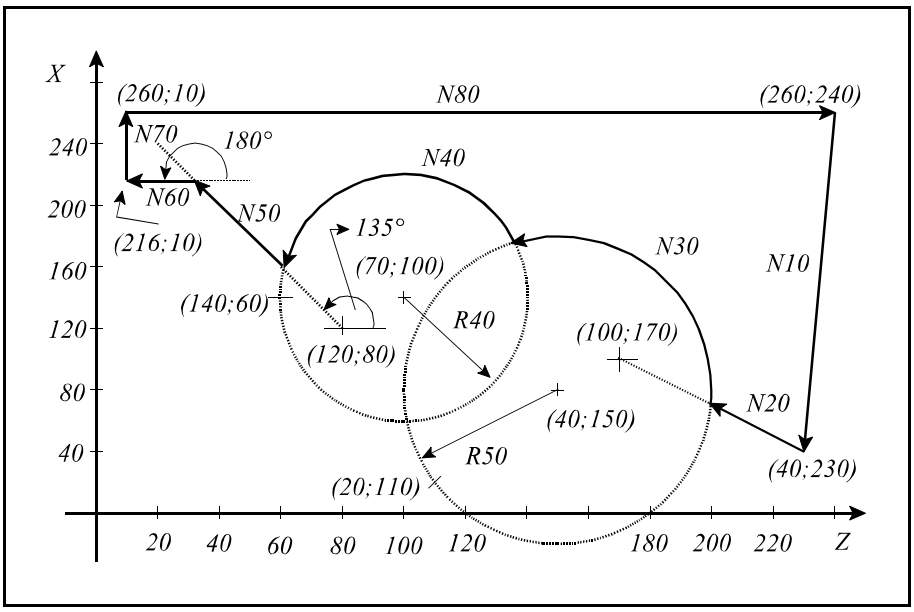
```
%O9986
N10 (G18) G0 X20 Z200 M3 S200
N20 G42 G1 Z180
N30 G3 X-80 Z130 R-50 ,R20
N40 X174.892 Z90 I30 K50 R70 Q1
N50 G40 G0 X200
N60 Z200
N70 M30
%
```

16.3 .5 Tworzenie łańcuchów wyliczania punktów przecięcia

Można tworzyć łańcuchy wyliczania punktów przecięcia., **Sterowanie wylicza punkty przecięcia dopóki znajduje w programie nadokreślone proste lub koła.**

Możemy wyznaczyć kilka następujących po sobie punktów przecięcia.

Rozważmy przykład



16.3 .5-1-rysunek

```
%O9984
N10 (G18) G0 G42 X40 Z230 F300 S500 M3
N20 G1 X100 Z170
N30 G3 X20 Z110 I40 K150 R50 Q-1
N40 X140 Z60 I70 K100 R40 Q1
N50 G1 X120 Z80 ,A135 Q1
N60 X216 Z10 ,A180
N70 G40 G0 X260
N80 Z240
N90 M30
%
```

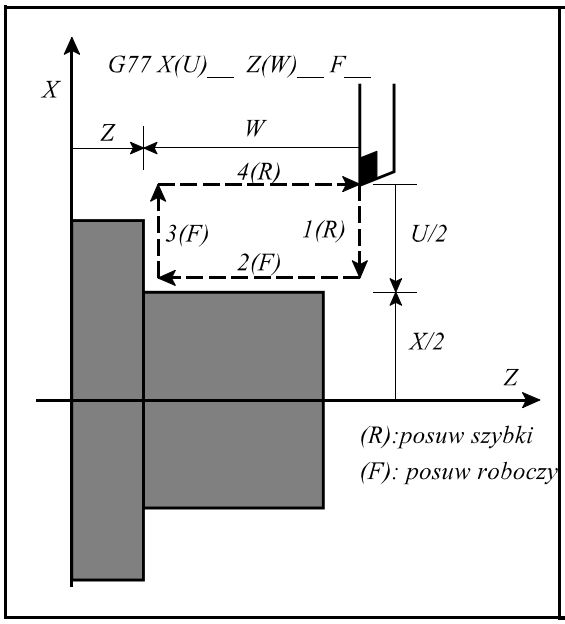
W przykładzie bloki N30, N40, N50, N60 są nadokreślone. Sterowanie wylicza kolejne punkty przecięcia.

17 Cykle toczenia

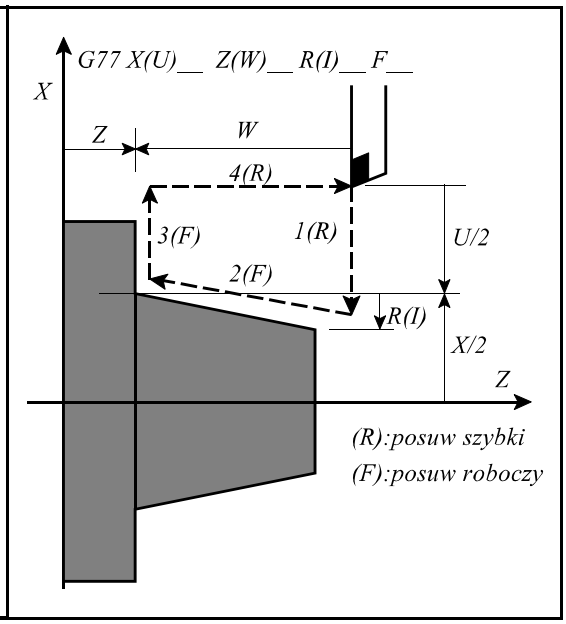
17.1 Proste cykle

Proste cykle to G77 toczenie wzdłużne , G78 proste gwintowanie, G79 cykl planowania.

17.1 .1 Cykl toczenia wzdłużnego (G77)



17.1 .1-1-rysunek



17.1 .1-2-rysunek

Cykl cylindrycznego toczenia wzdłużnego możemy zadać następująco:

G77 X(U)__ Z(W)__ F__

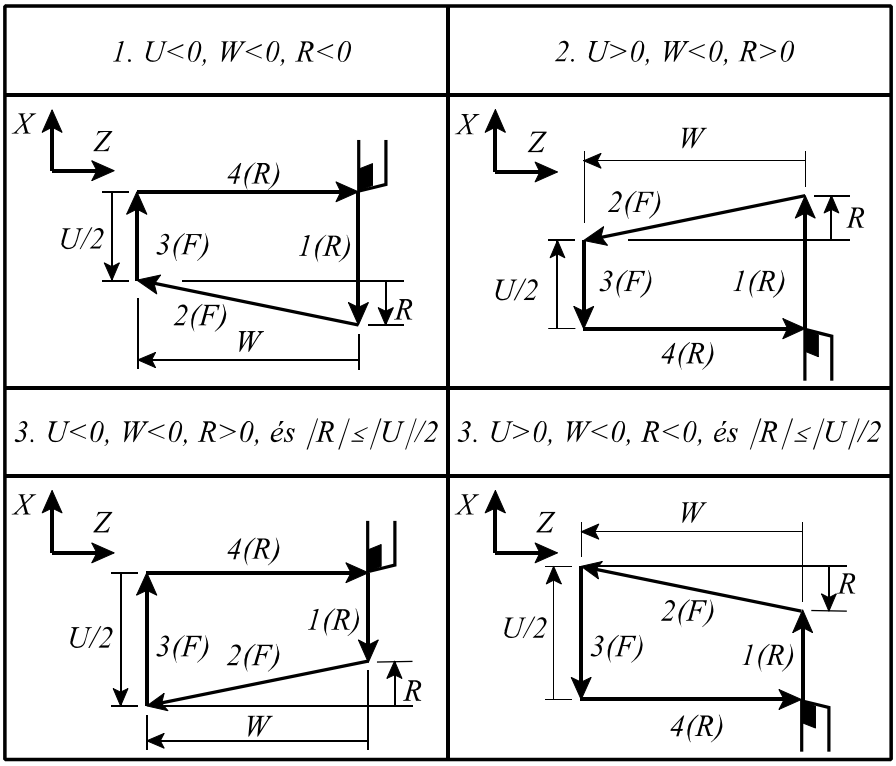
Inkrementalne zadawanie danych można wykonać przez operator I lub funkcję G91. W przypadku inkrementalnego zadawania danych przedznak determinuje kierunek pierwszego jak i drugiego toru . Na obu rysunkach U i W mają przedznak ujemny W bloku ruch wykonywany jest dziedziczonym lub programowanym adresem F wzdłuż torów 2 i 3, oraz szybkim posuwem wzdłuż 1 i 4.

Stożkowe, wzdłużne toczenie zadajemy nastepujaco:

G77 X(U)__ Z(W)__ R(I)__ F__

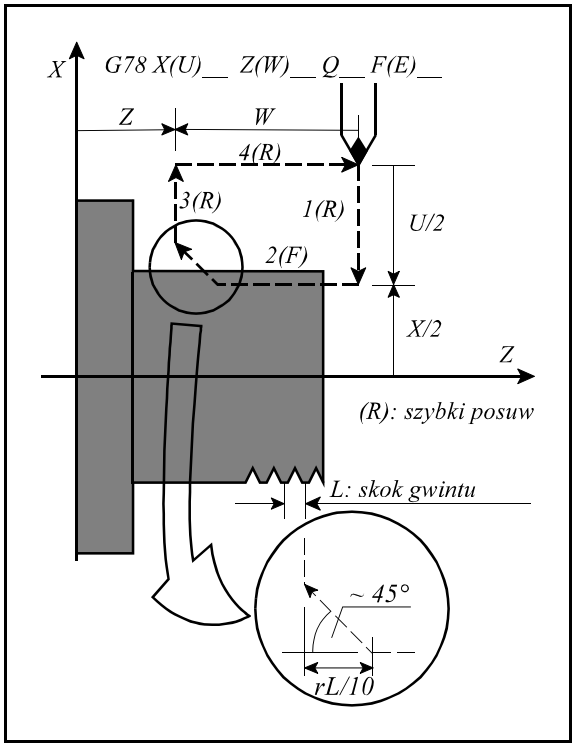
Stożkowatość możemy zadać adresami R lub I. W obu przypadkach interpretacja danych jest jednakowa. Dana adresu **R(I)** jest **zawsze inkrementalna** i rozumiana jako X(U). Przedznak adresu R(I) oznacza kierunek opadania stożka.
Interpretacja pozostałych danych odpowiada opisowi toczenia cylindrycznego
Dane programowane kodami G77 i G77 są dziedziczone.

W przypadku programowania inkrementalnego przedznak adresów U, W, i R(I) W następujący sposób wpływa na kierunek ruchu:

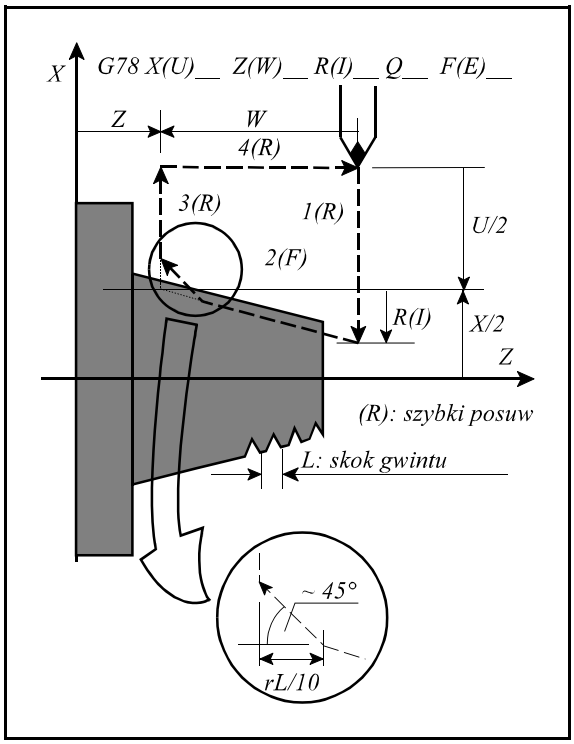


17.1 .1-1-rysunek

17.1 .2 Prosty cykl gwintowania (G78)



17.1 .2-1-rysunek



17.1 .2-2-rysunek

Prosty cykl gwintowania możemy zadać następująco:

G78 X(U)__ Z(W)__ Q__ F(E)__

Inkrementalne zadawanie danych możliwe jest przy pomocy operatora I oraz funkcji G91. W przypadku inkrementalnego zadawania danych przedznak określa kierunek toru 1-szego i 2-giego. Na rysunku adresy U i W mają przedznak ujemny.
W bloku adresem F programujemy skok gwintu lub adresem E liczbę gwintów na cal oraz adresem Q liczony w stopniach od punktu zerowego układu pomiarowego początek gwintu. Ruchy 1, 3, 4 odbywają się szybkim posuwem .
Na końcu toru 2-go, w miejscu gdzie zaczyna się gwint, wykonana została około 45°- wa fazka.

Długość fazki określa parametr 1334 THRDCHMFR , na rysunku oznaczono ją przez r. Długość odcinka

r·L/10

gdzie: r: wartość parametru THRDCHMFR

L: programowany skok gwintu

Wartość parametru THRDCHMFR może zawierać się pomiędzy 1– 255 albo miara fazki między 0.1L do 25.5L . Jeśli na przykład wartość parametru jest 4, a programowany skok jest F2, to długość fazki wynosi:

2*(4/10)=0.8mm

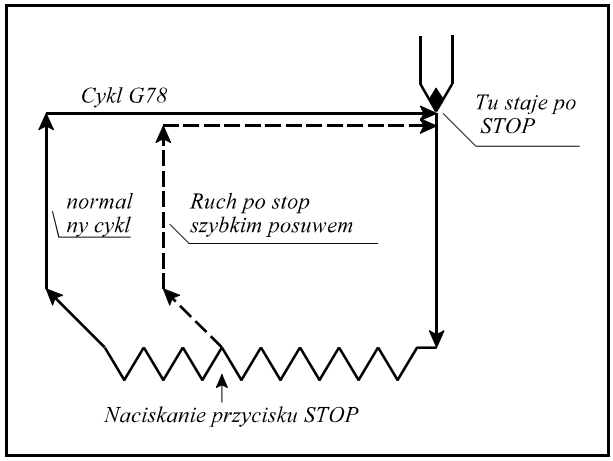
Cykl gwintowania stozkowego możemy zadać następująco:

G78 X(U)__ Z(W)__ R(I)__ Q__ F(E)__

Stożek zadajemy adresami R lub I. W obu przypadkach interpretacja danych jest taka sama. Dana określona w adresie **R(I) ma zawsze znaczenie inkrementalne** liczona od adresu X(U). Przedznak adresu R(I) określa kierunek opadania stożka. Interpretacja pozostałych danych zgadza się z tym co powiedziano o cyklu toczenia. Kąt fazki w tym przypadku również wynosi około 45°, a długość fazki r mierzymy wzdłuż prostej równoległej do osi.
Kod G78 i dane programowane w bloku z G78 są dziedziczone.

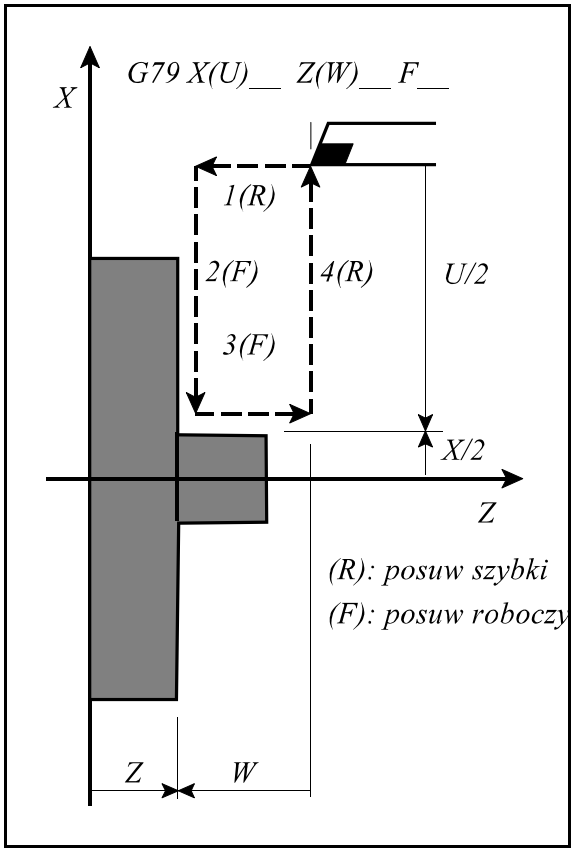
Wpływ przyciśnięcia przycisku STOP w trakcie 2-giej operacji.

1-szą, 3-cią i 4-tą operację można zatrzymać przyciskiem stop w dowolnym momencie. Sanie zatrzymają się jak podczas normalnej interpolacji G0.
W drugiej części gwintowania przycisk STOP również jest aktywny, ale wówczas sterowanie najpierw wykonuje fazkę, taką jak na końcu 2-giej operacji , poczym odchodzi szybkim posuwem wzdłuż osi X i staje w wyjściowym punkcie Z. Podczas toru "ucieczki" przycisk STOP nie jest aktywny.

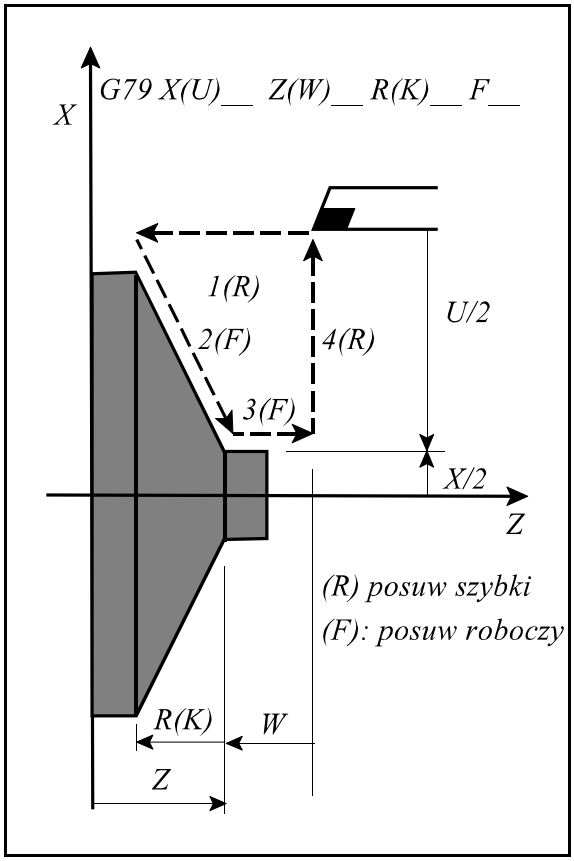


17.1 .2 -3-rysunek

17.1 .3 Cykl planowania (G79)



? -1-rysunek



? -2-rysunek

Cykl planowania. Zadajemy następująco:

G79 X(U)__ Z(W)__ F__

Inkrementalne zadawanie danych możliwe jest przy pomocy operatora I lub kodem G91.

W przypadku inkrementalnego zadawania danych przedznak określa kierunek torów 1 i 2. Na rysunku przedznak adresów U i W jest ujemny. Ruch w bloku wykonywany jest z dziedziczoną lub programowaną wartością F po odcinkach 2 i 3 oraz szybkim posuwem po odcinkach 1 i 4

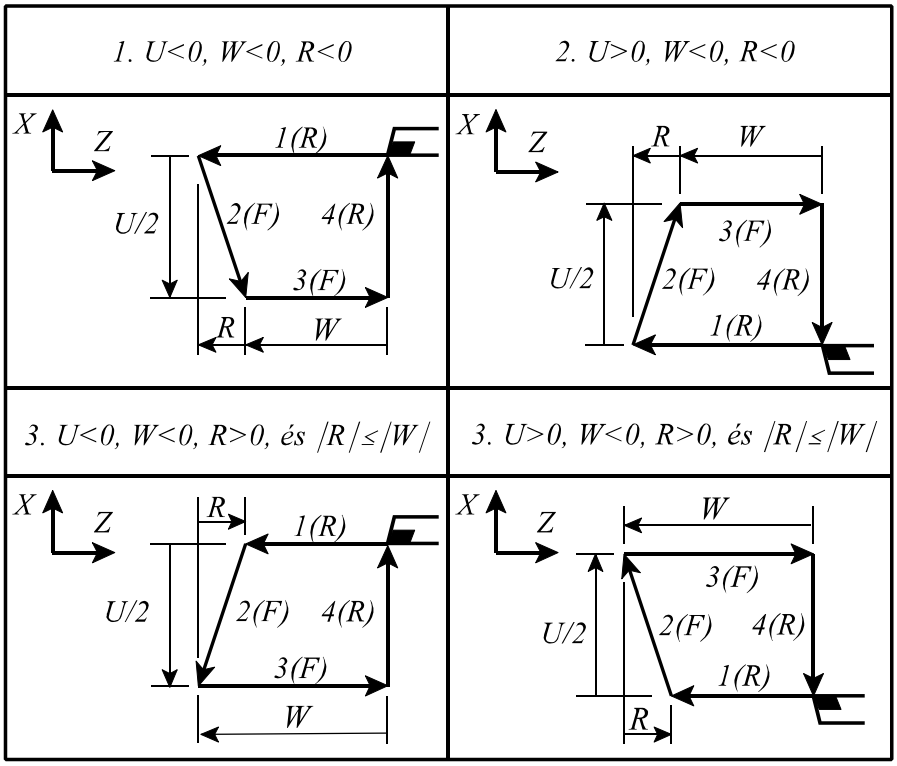
Cykl planowania stożkowego możemy zadać następująco:

G79 X(U)__ Z(W)__ R(K)__ F__

Stożek zadajemy adresami R lub K. W obu przypadkach interpretacja danych jest identyczna. Dana określona adresem **R(K)** jest **zawsze inkrementalna** i rozumiana od pozycji X(U) .Przedznak adresu R(K) określa kierunek opadania stożka. Interpretacja pozostałych adresów odpowiada temu co napisano o cyklu toczenia.

Kod G79 jest dziedziczony.

W przypadku inkrementalnego zadawania danych przedznaki adresów U, W, i R(K) w następujący sposób wpływają na kierunki ruchów:

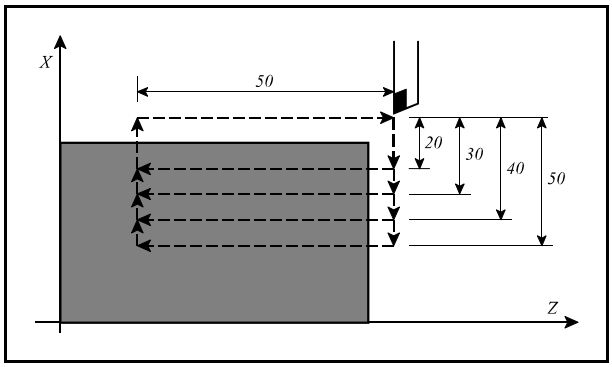


? -3-rysunek

17.1 .4 Zastosowanie prostych cykli

Zarówno kody cykli G jak i wejściowe parametry są dziedziczone.Oznacza to, iż jeśli raz zadaliśmy zmienne wartości X(U), Z(W), lub R(I, albo K), nie trzeba ich ponownie wpisywać do programu. Na przykład:

```
G91...
G77 X-20 Z-50 F0.5
X-30
X-40
X-50
...
```



17.1 .4 -1-rysunek

W powyższym przykładzie zmienia się tylko grubość przejścia (X) , dlatego tylko tę wartość trzeba na nowo wpisywać, pozostałe zostają nie zmienione .

Cykl tylko wtedy jest realizowany, w załączonym stanie cyklu, jeśli wpisana jest któraś zmienna ruchu, X(U), Z(W), lub R(I, albo K).

Jeśli na przykład w załączonym stanie cyklu realizujemy funkcję w samodzielnym bloku, to stan cyklu zostanie załączony, ale cykl nie zostanie wykonany:

```
...
G77 U-20 W-50 F0.5      ( cykl załączony i wykonany)
T202                    ( cykl załaczony i nie wykonany)
U-30                    ( cykl wykonany)
...
```

Cykl i dziedziczone zmienne są kasowane przez interpolacyjne kody G z pierwszej grupy i wszystkie nie dziedziczone kody G, z wyłączeniem wyczekiwania G4

Do bloków zawierających proste cykle można wpisywać funkcje M, S, T . Funkcje te są zawsze realizowane w 1-szej operacji cyklu równolegle z ruchem lub po jego zakończeniu . Jeśli jest to niewygodne wpisujemy je w oddzielnym bloku.

17.2 Cykle złożone

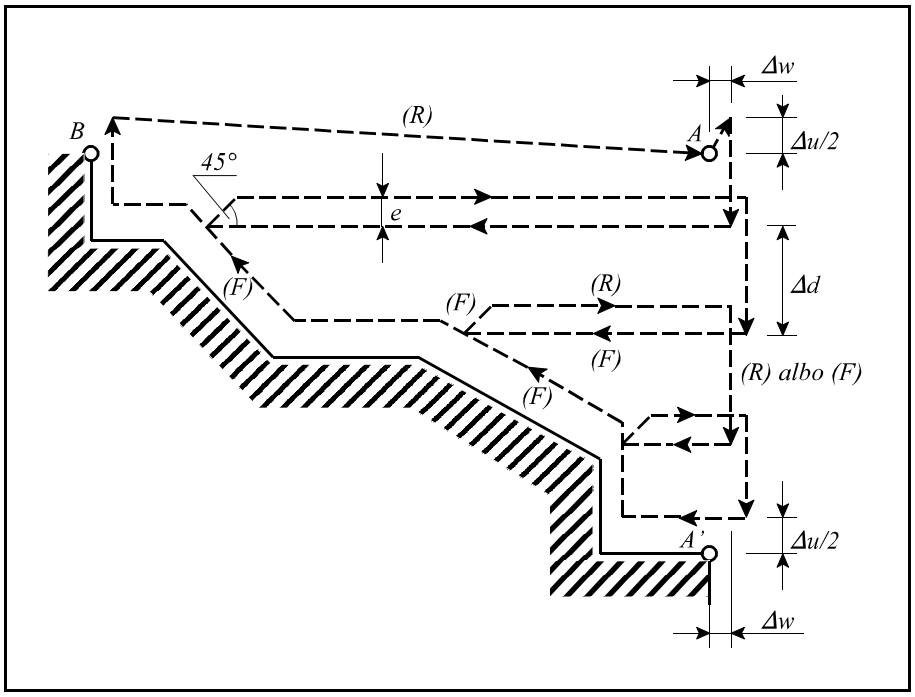
Złożone cykle upraszczają pisanie programów technologicznych. Na przykład trzeba opisać kontur detalu do wygładzenia Kontur ten określa podstawę cykli realizujących obróbkę zgrubną (G71, G72, G73). Oprócz cykli obróbki zgrubnej mamy do dyspozycji cykl wygładzający (G70), jeden gwintowania (G76) i dwa cykle podcinania (G74, G75) .

17.2 .1 Cykl obróbki zgrubnej (G71)

Mamy dwa cykle obróbki zgrubnej, 1-go i 2-go typu.

Cykl obróbki zgrubnej 1-go typu

Jeśli mamy dany kontur gotowego detalu , który na rysunku zaznaczyliśmy punktami A–A'–B , to cykl G71 obrabia surowy detal przejściami o grubości Δd , pozostawiając do wygładzenia naddatek o grubości Δu/2.



17.2 .1 -1-rysunek

1. Sposób zadawania:

przy pomocy ciągu instrukcji

G71 **U**(Δd) **R** (e)

G71 **P** (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw) **F**(f) **S**(s) **T**(t)

N(n_s) X(U) ...

...

F___

S___

T___

N(n_f) ...

Gdzie:

Δd: grubość przejścia .Rozumiana zawsze w promieniu jako liczba dodatnia. Grubość przejścia można również ustawić w parametrze 1339 DPTHCUT i ten parametr zostanie przepisany na rozkaz z programu.. Oznacza to głębokości przejścia nie podajemy, sterowanie pobiera ją z parametru.

e: miara odejścia , rozumiana zawsze jako liczba dodatnia w promieniu. Wielkość odejścia można również określić w parametrze 1340 ESCAPE i parametr ten zostanie przepisany na rozkaz z programu oznacza to, iż nie programujemy wielkości odejścia, a sterowanie pobiera ją z parametru.

n_s: numer bloku rozpoczynającego część programu opisującą wygładzanie (Odcinek A–A'–B)

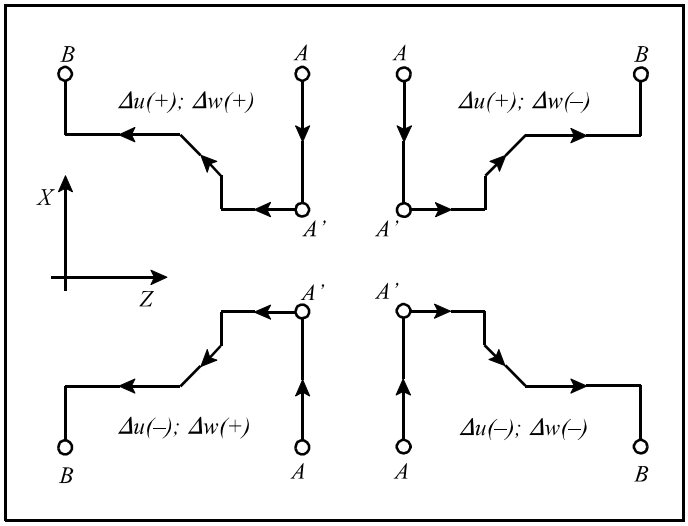
n_f: numer bloku kończącego część programu opisującą wygładzanie (Odcinek A–A'–B)

Δu: wielkość naddatku na wygładzanie i jego kierunek wzdłuż osi X. W funkcji interpretacji osi X jest to liczba z przedznakiem w promieniu lub średnicy.

Δw: wielkość naddatku na wygładzanie i jego kierunek wzdłuż osi Z. Jest to liczba z przedznakiem.

f, **s**, **t**: w trakcie wykonywania cyklu wartości F, S, T nie są realizowane na odcinku opisującym wygładzanie, ale brane są pod uwagę wartości podane w bloku G71, f, s, t.

O tym czy wartość programowana pod adresem U ma znaczenie Δd, lub Δu , decyduje to czy w danym bloku zaprogramowaliśmy P i Q. Jeśli nie to znaczenie adresu U jest Δd, jeśli tak to znaczeniem adresu U jest Δu.
Cykl obróbki zgrubnej realizuje ten blok, w którym podaliśmy P i Q.
Ruch pomiędzy punktami **A–A'** trzeba zadać programowaniem G00 lub G01 w bloku ns z adresem P. Tu podany kod przesądza czy w trakcie obróbki zgrubnej **przejście** (Ruch w kierunku A–A') odbędzie się szybkim posuwem (W przypadku programowania **G00**), lub posuwem roboczym (**G01**).W tym bloku nie można podać ruchu w kierunku P(n_s) **Z**.
Odcinek A'–B w zasadzie jest konturem składającym się z prostych i łuków. Kontur w kierunku X i Z musi zachować monotoniczność opadania i wzrastania co oznacza, iż nie można cofać się w żadnym kierunku.
Cykl można stosować w każdej ćwiartce płaszczyzny. Rysunek pokazuje również przedznak naddatku na wygładzanie.
W części programu pomiędzy blokami n_s i n_f programowane



17.2 .1 -2- rysunek

F, S, T są nie uwzględniane a realizowane są te, które umieściliśmy w blokach G71 (f, s, t) lub wcześniej. To samo dotyczy programowanej między blokami n_s i n_f, stałej prędkości skrawania. Bloki pomiędzy n_s i n_f nie mogą zawierać wywoływania podprogramów.
W trakcie wykonywania cyklu można włączać wyliczanie korekcji promienia (G41, G42) pod warunkiem , iż włączenie (G41, G42) i wyłączenie G40 trzeba wykonać pomiędzy blokami n_s i n_f .

POPRAWNIE

```
N(ns) X(U) G41 ...
      (G41)...
      ...
     (G40)
N(nf) G40 ...
```

albo

```
      G41
N(ns) X(U) ...
      ...
      ...
N(nf) ...
      G40
```

NIEPOPRAWNIE

```
      G41
N(ns) X(U) ...
      ...
      ...
      G40
N(nf) ...
```

albo

```
N(ns) G41 X(U) ...
       ...
       ...
N(nf) ...
       G40
```

jeśli w trakcie cyklu przerwiemy pracę, przejdziemy do edycji i przepiszemy parametr 1339 DPTHCUT , a później STARTem wznowimy cykl grubość kolejnego przejścia będzie miała nową wartość. To samo dotyczy parametru 1340 ESCAPE , to znaczy wielkości odejścia.

2. 2-gi sposób zadawania:

G71 P (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw) **D**(Δd) **F**(f) **S**(s) **T**(t)

```
N(ns)  X(U) ...
...
        F___
        S___
        T___
N(nf)  ...
```

Parametry wejściowe 2- go sposobu zadawania nie różnią się od parametrów pierwszego.

Cykl obróbki zgrubnej 2-go typu

Cykl obróbki zgrubnej 2-go typu zadaje się tak samo jak 1-go typu. Kodem jest G71, a wejściowe parametry takie same. Różnica polega na zadawaniu bloku rozpoczynającego kontur (ns). Jeśli w 1-szym typie w bloku tym nie można wywoływać adresu Z, to znaczy odcinek A–A' ruchu musi być prostopadły do osi Z, to w 2-gim typie oś Z trzeba wybrać obowiązkowo , a więc odcinek A–A' nie musi być prostopadły do Z.

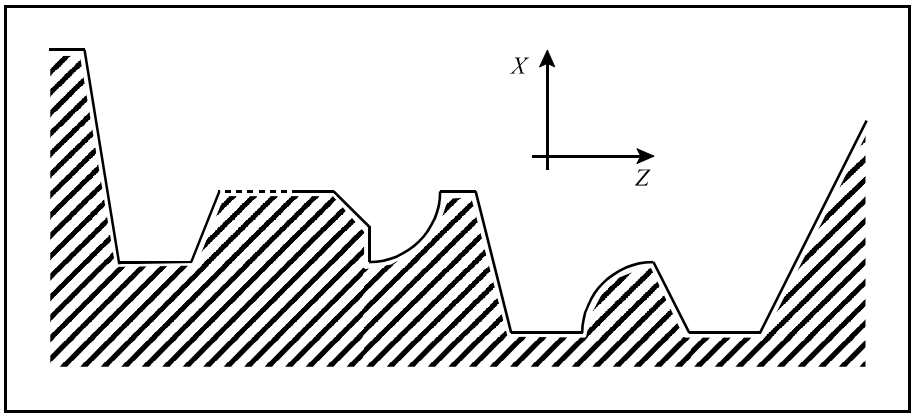
Zadawanie 1-go typu

```
G71 U8 R1
 G71 P100 Q200 U0.5 W0.2
N100 X(U)___
...
...
...
N200
```

Zadawanie drugiego typu

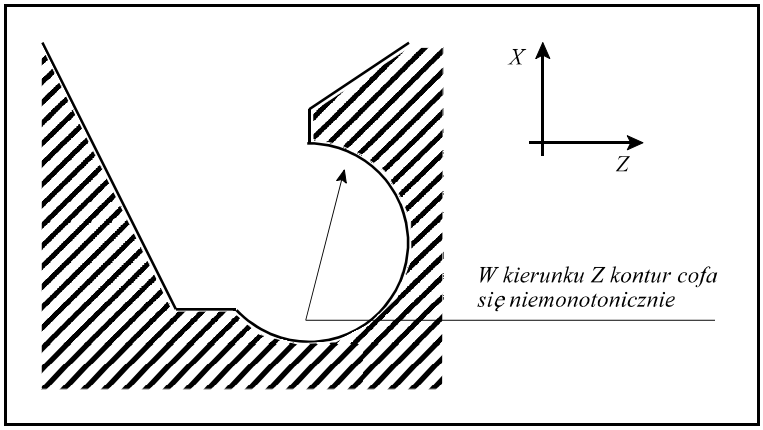
```
G71 U8 R1
G71 P100 Q200 U0.5 W0.2
N100 X(U)___ Z(W)__
...
...
...
N200
```

W przypadku gdy musimy stosować cykl 2-go rodzaju i mamy poruszać się w osi X , programujemy inkrementalne , zerowe przesunięcie w osi Z, to znaczy ZI0 lub W0.
2-giego typu cykl obróbki zgrubnej tym różni się od 1-go, iż kontur w kierunku X nie musi zachowywać monotoniczności, to znaczy, nie musi przyjmować wartości tylko rosnących lub malejących. Cykl może obsłużyć maks. 10 kieszeni



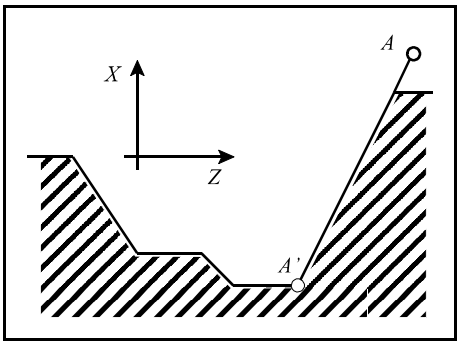
17.2 .1 -3-rysunek

Natomiast **w kierunku Z** kontur musi zachować **monotoniczność**.



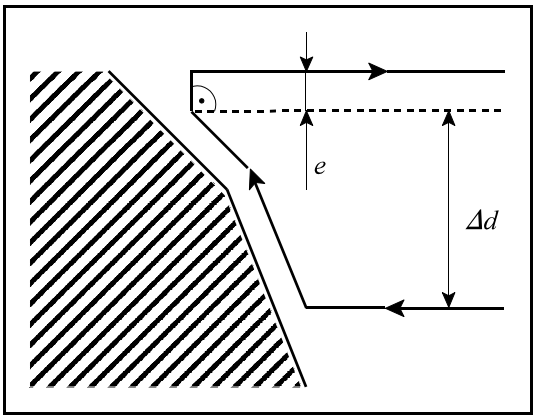
17.2 .1 -4-rysunek

Pierwszy blok konturu (ns) może zawierać przesunięcie w kierunku Z (a nawet obowiązkowo należy wywołać adres Z) co znaczy iż pierwsze cięcie nie musi być prostopadłe do osi Z.



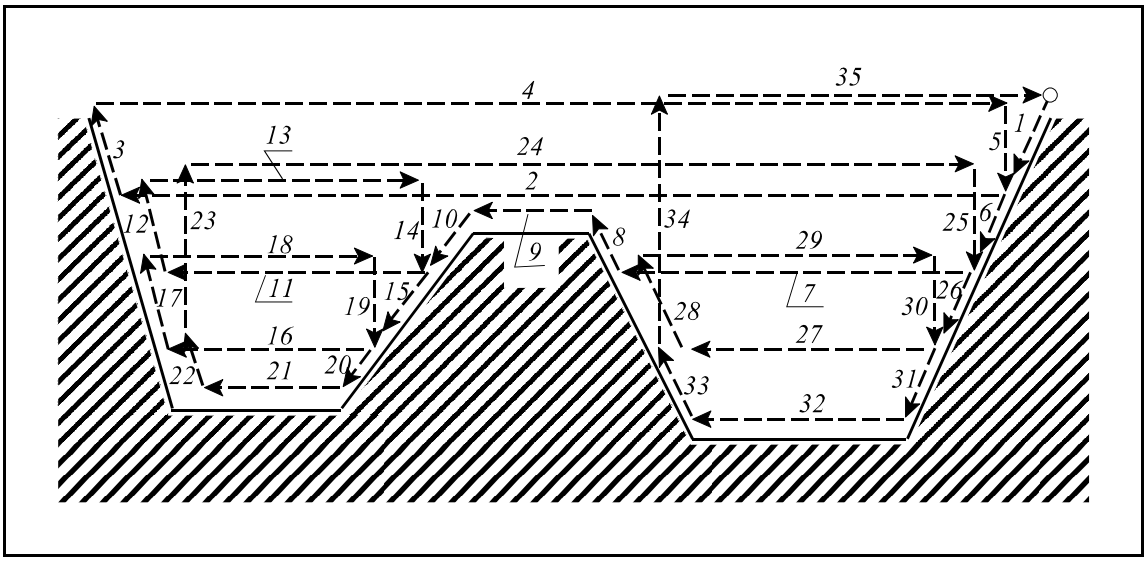
17.2 .1 -5-rysunek

W cyklu obróbki zgróbnej 2-go typu odejście od detalu odbywa się prostopadle do osi Z, z aktualną wartością “e”.



17.2 .1 -6-rysunek

Na poniższym rysunku mamy przykład organizacji cyklu:



17.2 .1 -7-rysunek

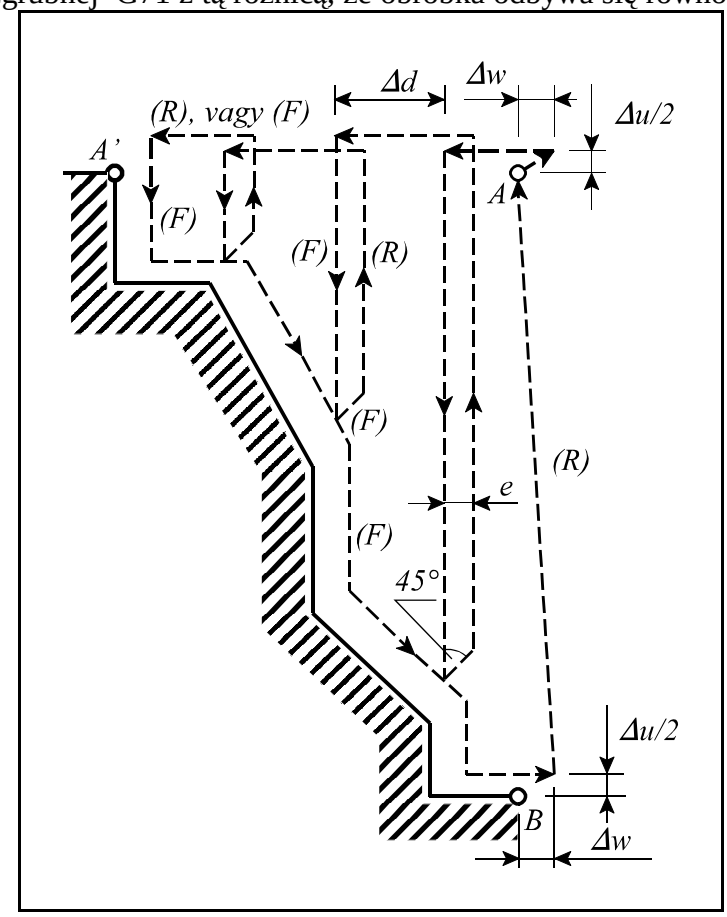
Przy programowaniu naddatku na wygładzanie w powyższym przypadku nie można programować jego składowej w kierunku Z (Δw) (Musi być W0), bo w przeciwnym wypadku narzędzie uderzy w jedną z bocznych ścianek

17.2 .2 Cykl zgrubnego planowania (G72)

Mamy dwa cykle zgrubnego planowania: 1-go i 2-go typu.

Cykl zgrubnego planowania 1-go typu

Cykl zgrubnego planowania (G72), co widać na poniższym rysunku , jest analogiczny do cyklu obróbki zgrubnej G71 z tą różnicą, że obróbka odbywa się równolegle do osi X.



17.2 .2 -1 Rysunek

1. Sposób zadawania:

G72 W(Δd) **R** (e)

G72 P (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw) **F**(f) **S**(s) **T**(t)

N(n_s) Z(W) ...

...

F___

S___

T___

N(n_f) ...

Znaczenie wejściowych parametrów w całości zgadza się z tym co powiedziano przy cyklu G71.

2. Sposób zadawania:

G72 P (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw) **D**(Δd) **F**(f) **S**(s) **T**(t)

N(n_s) Z(W) ...

...

F___

S___

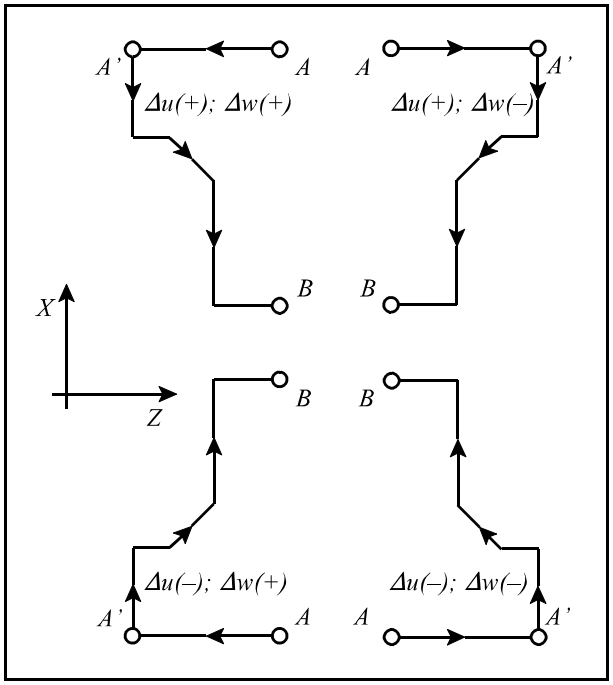
T___

N(n_f) ...

Cykl może być używany we wszystkich czterech ćwiartkach płaszczyzny. Rysunek pokazuje również przedznak naddatku dla czterech przypadków.

Ruchu pomiędzy punktami A–A'nie można opisać w bloku ns wywołując adres X. Ruch musi być w ns zawsze równoległy do osi Z Kod interpolacji w bloku ns (G00, lub G01) określa czy przejścia w trakcie cyklu będą dokonywane posuwem szybkim, czy roboczym.

Programowany kontur musi być monotoniczny w obu osiach, to znaczy ciągle rosnący lub malejący. W przypadku stosowania korekcji promienia aktualne jest wszystko, co powiedziano przy G71.



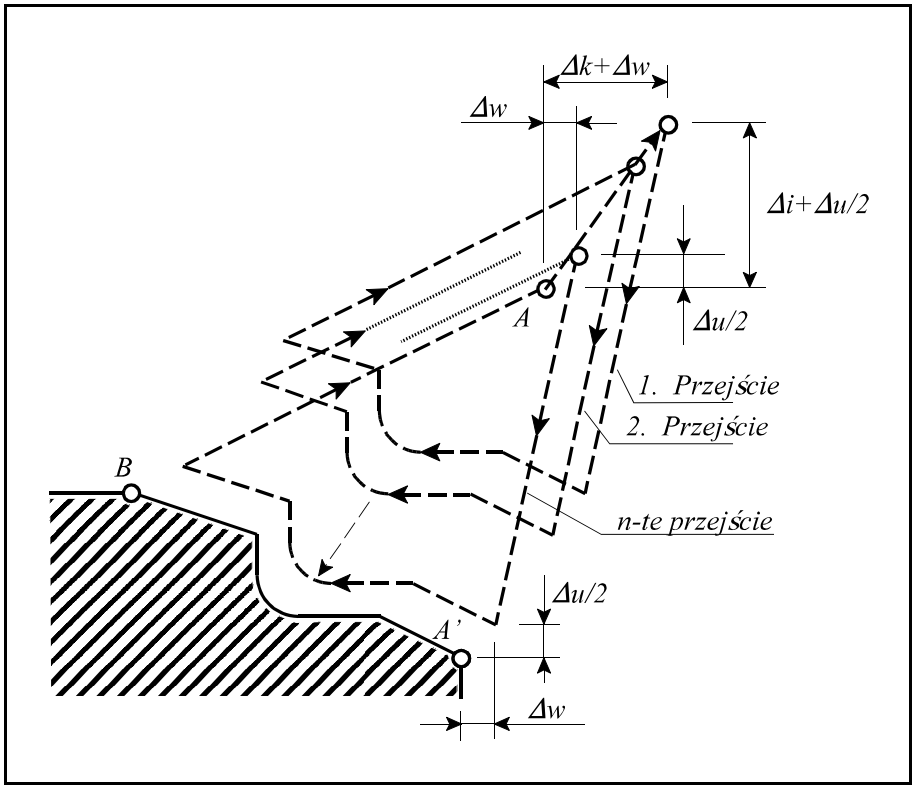
17.2 .2 -2-rysunek

Cykl zgrubnego planowania 2-go typu

Cykl zgrubnego planowania 2-go typu należy zadać tak samo jak 1-go typu. Kodem jest G72, wejściowe parametry są identyczne. Różnica dotyczy sposobu zadawania pierwszego bloku zadającego kontur (ns). Jeśli w przypadku 1-go sposobu w bloku tym nie można wywoływać adresu X, to znaczy odcinek A–A' musi być prostopadły do osi X, to w 2-gim typie w tym bloku obowiązkowo musimy wywołać adres X . Odcinek A–A' nie musi więc być prostopadły do X. W dalszej części aktualne są wszystkie warunki jak dla 2-giego rodzaju cyklu G71. Kontur nie musi być monotoniczny.

17.2 .3 Cykl powtarzający wzorzec (G73)

Cykl można stosować w przypadku odkuwek, odlewów , lub wstępnie obrobionych detali, to znaczy wtedy, gdy mamy już do dyspozycji zarysy ostatecznej formy detalu.. Cykl ten z przejścia na przejście powtarza opisany w programie kontur.



17.2 .3 -2-rysunek

1. Sposób zadawania:

odbywa się ciągiem instrukcji

G73 U(Δi) **W**(Δk) **R** (d)

G73 P (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw) **F**(f) **S**(s) **T**(t)

N(n_s) ...

...

F___

S___

T___

N(n_f) ...

Gdzie:

Δi: wielkość i kierunek naddatku obróbki zgrubnej wzdłuż osi X. Wartość z przedznakiem zawsze rozumiana w promieniu. Wartość naddatku można określić również w parametrze 1341 RELIEFX.

Δk: Wielkość i kierunek naddatku obróbki zgrubnej wzdłuż osi Z. Zawsze z przedznakiem. Miarę naddatku można również określić parametrem 1342 RELIEFZ

d: liczba przejść. Można ją określić również w parametrze 1343 NUMDIV .

n_s: pierwszy blok części programu opisującej wygładzanie (Odcinek A–A'–B) .

n_f: numer bloku kończącego cześć programu opisującą wygładzanie Odcinek (A–A'–B)

Δu: wielkość i kierunek naddatku na wygładzanie wzdłuż osi X.. Z przedznakiem, może być interpretowana w średnicy lub promieniu

Δw: Wielkość naddatku wygładzania w kierunku osi Z. Liczba z przedznakiem

To czy znaczenie podanych w bloku G73 adresów U i W to Δi i Δk, lub Δu i Δw, zależy od tego czy w danym bloku programowaliśmy P i Q. To znaczy jeśli programowaliśmy P i Q to znaczenie U i W jest Δu i Δw, jeśli nie programowaliśmy to Δi i Δk.
Bloki pomiędzy ns i nf pozycjonowanie na kontur i jego opis (Odcinek A–A'i A'–B).
Cykl może być zrealizowany we wszystkich ćwiartkach płaszczyzny, w funkcji przedznaku wartości Δi, Δk, Δu, Δw. Na końcu narzedzie wraca do punktu A. Obróbka kontynuowana jest od następnego bloku.
W części programu między ns i nf pomijane są funkcje F, S, T a w ich miejsce przywoływane ich odpowiedniki zaprogramowane w bloku G73 (f, s, t).
To samo dotyczy stałej prędkości skrawania programowanej pomiędzy blokami ns i nf.
Bloki pomiędzy ns i nf nie mogą zawierać wywołań podprogramów.
Zadawanie wyliczania korekcji promienia możliwe jest w blokach opisujących cykl z ograniczeniami podanymi przy opisie funkcji G71.

2. Sposób zadawania:

G73 P (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw) **I**(Δi) **K**(Δk) **D**(d) **F**(f) **S**(s) **T**(t)
N(n_s) ...
...
F___
S___
T___
N(n_f) ...

Wejściowe parametry 2-go sposobu zadawania odpowiadają parametrom 1-go sposobu.

17.2 .4 Cykl wygładzania (G70)

Po cyklach obróbki zgrubnej G71, G72, lub G73 możemy podać instrukcję wygładzania G70.

Wygładzanie odbywa się przez podanie następujących instrukcji:

G70 P (n_s) **Q** (n_f) **U**(Δu) **W**(Δw)

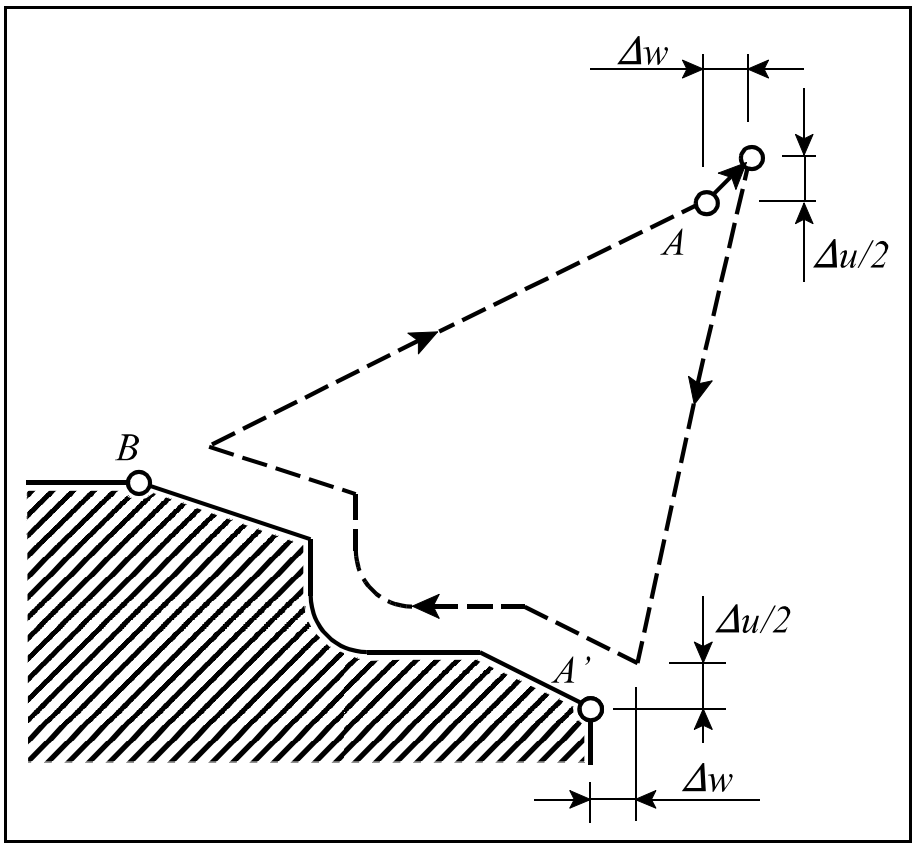
n_s: początkowy blok części programu opisującej wygładzanie

n_f: numer bloku kończącego opis wygładzania

Δu: wielkość i kierunek naddatku wygładzania wzdłuż osi X . Współrzędna X może być rozumiana w promieniu lub średnicy. Jest liczbą z przedznakiem

Δw: wielkość i kierunek naddatku wygładzania wzdłuż osi Z. Liczba z przedznakiem

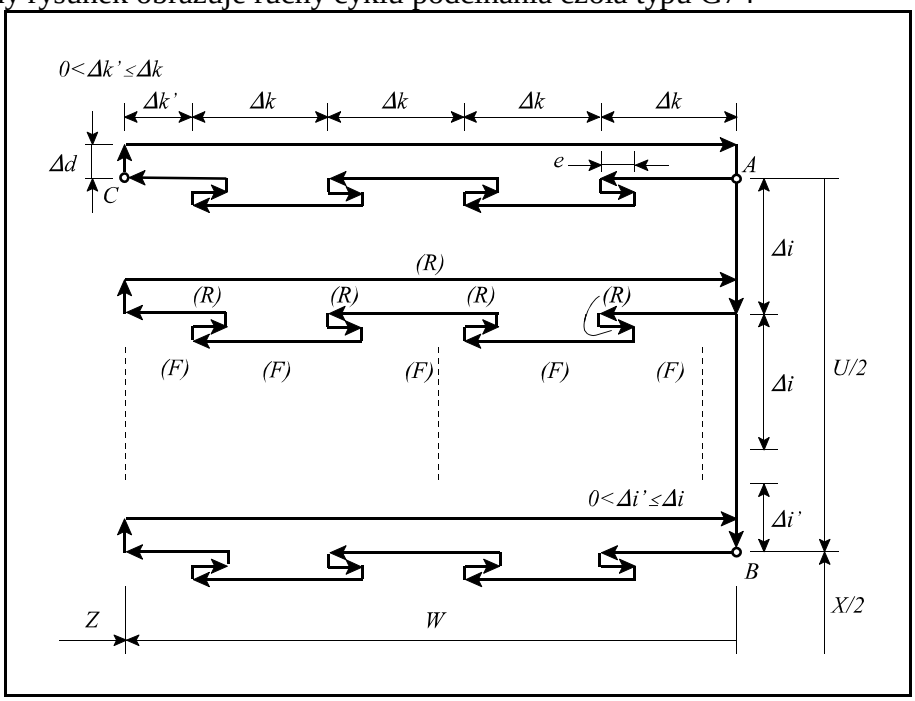
W części cyklu opisującej wygładzanie między blokami ns i nf realizowane są programowane wartości funkcji **F**, **S**, **T, przeciwnie do cykli** G71, G72, G73.
Na końcu cyklu wygładzania narzędzie wraca do punktu wyjściowego i zostaje odczytany następny blok.
W trakcie cyklu wygładzania działa wyliczanie korekcji promienia narzędzia.
Naddatek wygładzania możemy zadać przy pomocy adresów W i U nawet wtedy, gdy naddatek chcemy usunąć w kilku etapach. .
Bloki między ns i nf nie mogą zawierać wywołań podprogramów.



17.2 .4-1-rysunek

17.2 .5 Cykle podcinania czoła (G74)

Załączony rysunek obrazuje ruchy cyklu podcinania czoła typu G74



17.2 .5 -1-rysunek

1. Sposób zadawania:

odbywa się przy pomocy ciągu instrukcji:

G74 R (e)
G74 X(**U**) **Z**(**W**) **P** (Δi) **Q** (Δk) **R** (Δd) **F**

gdzie:

e: Miara cofania
Wartość dziedziczona Można podać ją parametrem , 1344 RETG74G75

X: Absolutny wymiar punktu “B” w kierunku X

U: Inkrementalna odległość między punktami AB

Z: Absolutna miara punktu “C” w kierunku osi Z

W: Inkrementalna odległość miedzy punktami AC.

Δi: Wielkość przejścia w kierunku X, zawsze rozumiana w promieniu dodatnia liczba

Δk: Wielkość przejścia w kierunku Z

Δd: Poniżej miary cofnięcia narzędzia. Przedznak Δd zawsze dodatni (kierunek ruchu zawsze przeciwny do wektora AB
F: posuw roboczy

Na rysunku przy pomocy (F) oznaczyliśmy te odcinki, które wykonywane są posuwem roboczym, przy pomocy (R) posuwem szybkim
To czy w blokach G74 adres R oznacza e lub Δd zależy od wywołania Z(W) Jeśli wypełniono Z(W) adres R oznacza Δd.
Jeśli pomijamy adresy X(U) i P(Δi) ruch odbywa się wyłącznie wzdłuż osi Z.

2. Sposób zadawania:

G74 X(**U**) **Z**(**W**) **I** (Δi) **K** (Δk) **D** (Δd) **F**

Wejściowe parametry 2-go sposobu zadawania odpowiadają parametrom 1-go.

17.2 .6 Cykl podcinania (G75)

Załączony rysunek obrazuje ruchy cyklu podcinania typu G75.

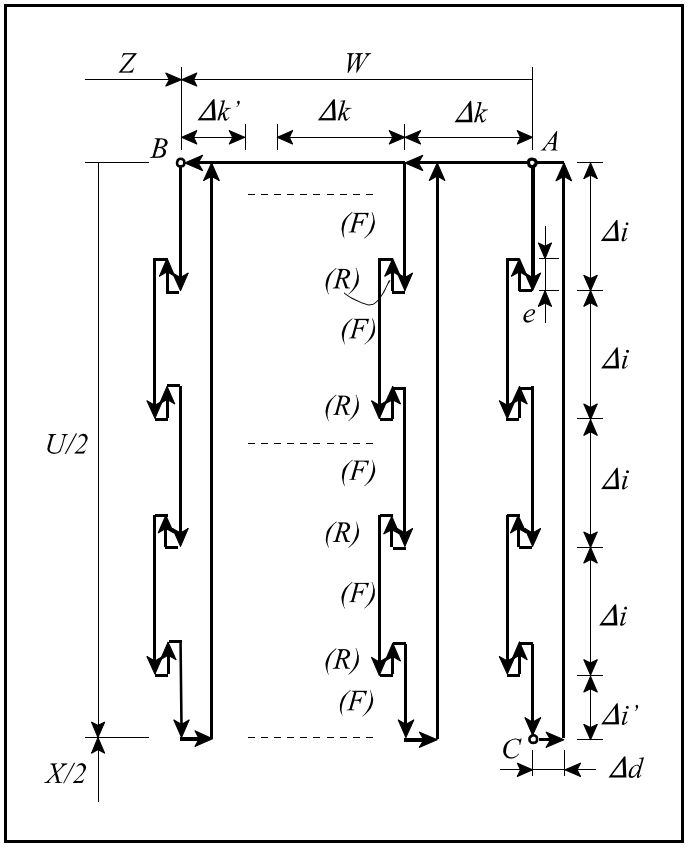
1. Sposób zadawania:

G75 R (e)
G75 X(**U**) **Z**(**W**) **P** (Δi) **Q** (Δk) **R** (Δd) **F**

Interpretacja zmiennych cyklu odpowiada cyklowi G74, z tą różnicą, że podcinanie odbywa się w kierunku X, co powoduje zamianę interpretacji współrzędnych X(U) i Z(W)

2. Sposób zadawania:

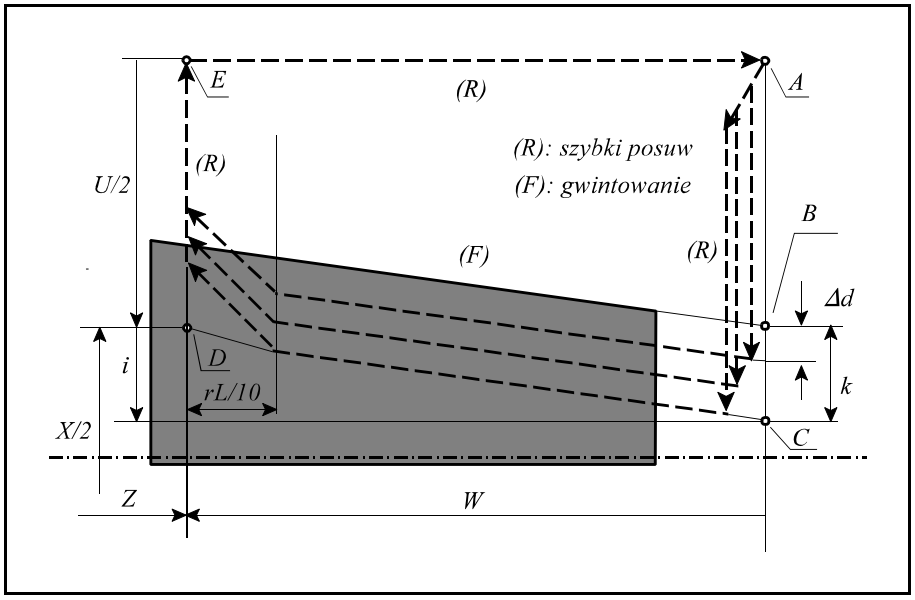
G75 X(**U**) **Z**(**W**) **I** (Δi) **K** (Δk) **D** (Δd) **F**



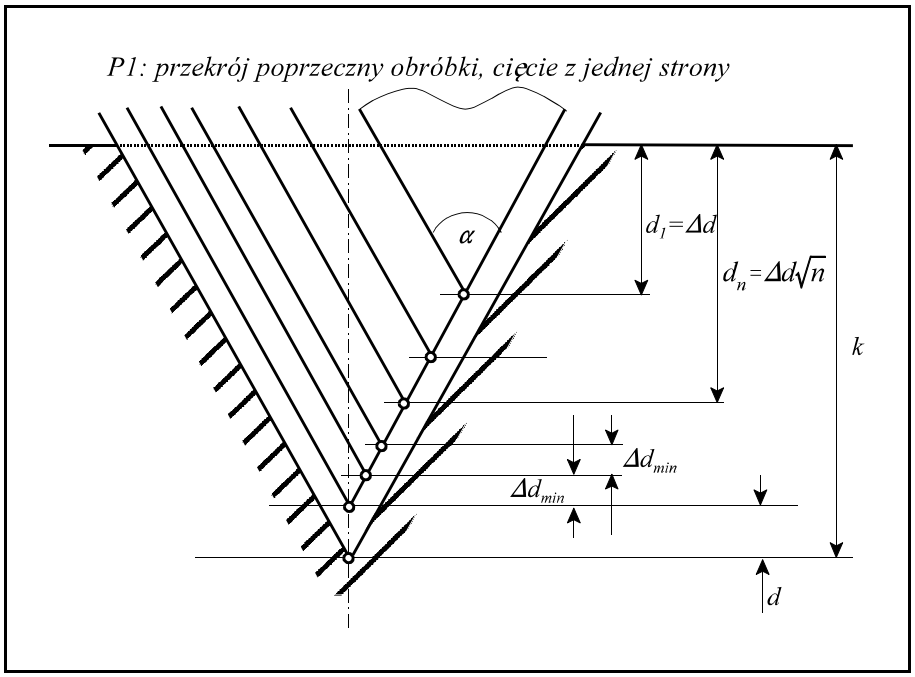
17.2 .6 -1-rysunek

17.2 .7 Cykl gwintowania (G76)

Zamieszczony rysunek obrazuje ruchy podczas cyklu gwintowania typu G76.



17.2 .7 -1-rysunek



17.2 .7 -2-rysunek

1. Sposób zadawania:

odbywa się ciągiem instrukcji

G76 P (n) (r) (α) **Q** (Δd_{min}) **R** (d)
G76 X(**U**) **Z**(**W**) **P** (k) **Q** (Δd) **R** (i) **F**(**E**)(L)

gdzie:

n: **liczba cykli wygładzania** (n=01...99)
Wartość dziedziczona, można podac ją parametrem 1335 COUNTFIN

r: **miara fazki** (r=01...99)
Podczas wyjścia z gwintu sterowanie podnosi narzędzie pod kątem mniej więcej 45°. Długość fazki podajemy przy pomocy r. Długość odcinka

r·L/10

gdzie:

L: programowany skok gwintu
Wartość dziedziczona, można ją podać parametrem 1334 THRDCHMFR

α: **kąt ostrza noża gwintującego** W stopniach (α=01...99)
Wartość dziedziczona, można ją podać parametrem 1336 TIPANGL

Wartości n, r α można na raz podać adresem P. Ponieważ każda wartość jest dwucyfrowa, pod adresem P trzeba wpisać wielkość sześciocyfrową. Na przykład, jeśli liczba cykli wygładzania n=2 , długość fazki 1.5L (r=15), i pracujemy nożem 60° , to wartość P: **P021560**.

Δd_{min}:wartość minimalnego przejścia (Zawsze rozumiana w promieniu, dodatnia liczba)
Jeśli w czasie gwintowania, w n-tym cyklu, wartość przejścia $d_n - d_{n-1} < \Delta d_{min}$, to wartość przejścia ograniczana jest przez Δd_{min}. Wartość ta jest dziedziczona, można ją określić parametrem 1337 MINTHRDP

d: **naddatek wygładzania** (Zawsze w promieniu, dodatnia liczba)
Wartość dziedziczona , można określić ją parametrem 1338 FINALLW

Wyszczególnione tu parametry są wejściowymi danymi pierwszego bloku **G76 P** (n) (r) (α) **Q** (Δd_{min}) **R** (d). Sterowanie wtedy kończy odbiór powyżej wyszczególnionych parametrów danych pod wpływem kodu G76 , gdy w bloku G76 nie ma ani X(U), ani Z(W).

i: **miara stożkowatości** (zawsze w promieniu)
Jesli i=0, albo nie wypełniliśmy adresu R , tnie gwint cylindryczny.

k: **głębokość gwintu** (Zawsze w promieniu, dodatnia liczba)

Δd: **głębokość pierwszego przejścia** (Zawsze w promieniu, dodatnia liczba)

L: **skok gwintu**
programowanie odpowiada temu co powiedziano przy G33 . Wpisana pod adres F wartość jest skokiem gwintu, a pod E wyznacza liczbę gwintów na cal

Wyżej opisane parametry są wejściowymi danymi drugiego bloku **G76 X**(**U**) **Z**(**W**) **R** (i) **P** (k) **Q** (Δd) **F**(**E**)(L). Gwintowanie realizowane jest tylko przy pomocy bloków wypełnionych w powyższy sposób. Oznacza to , iż któryś z adresów X(U), Z(W) musi być

wypełniony. Jeśli żaden z tych adresów nie jest wypełniony, to blok będzie traktowany jako ustawianie parametrów. W takcie wykonywania cyklu przejście, to znaczy ruch pomiędzy punktami C i A będzie wykonane szybkim posuwem jeśli aktualny jest kod G00, lub posuwem roboczym jeśli dziedziczony jest kod G01
Pomiędzy punktami A C i D posuw jest roboczy z prędkością podaną adresem F(E)
Odpowiednio do skoku gwintu L pozostałe odcinki pokonywane są szybkim posuwem.
Gwint jest zawsze nacinany tak jak jak na rysunku z jednej strony według zależności $d_n = \Delta d\sqrt{n}$, tak, by przekrój poprzeczny był stały.
Na końcu gwintu zawsze nacinana jest fazka, odpowiednio do ustalonych parametrów
przedznak adresów

X(U), **Z(W)** określa kierunek gwintowania

przedznak adresu

R(i) określa kierunek opadania stożka cím

Pod wpływem STOP zgodnie z tym co napisano przy G78 odchodzi od detalu po zaprogramowanej fazce i staje w punkcie początkowym A. Pod wpływem START wznawia przerwane przejście.

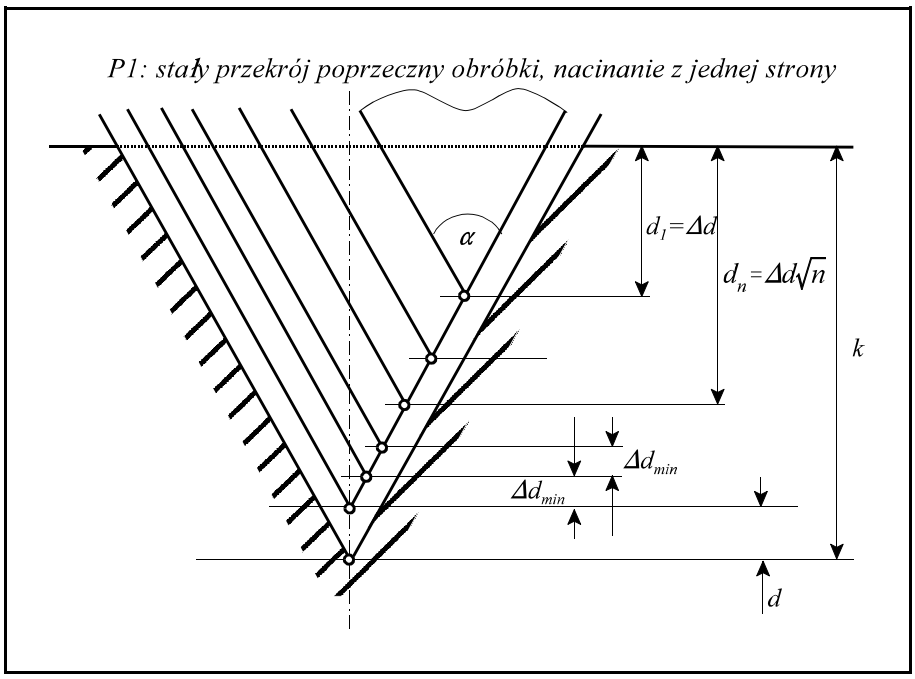
2. Sposób zadawania:

G76 X(U) Z(W) I(i) **K**(k) **D**(Δd) **A**(α) **F**(**E**)(L) **Q P**

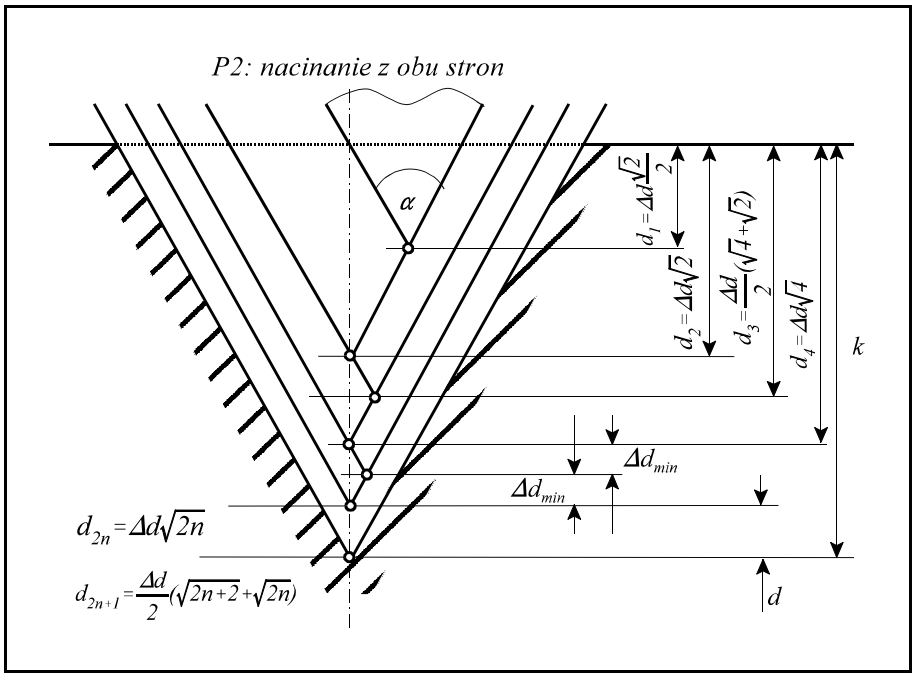
Interpretacja danych i, k, Δd, L odpowiada 1-mu sposobowi zadawania
Adresem "A" można również podać kąt narzędzia (α). Różnica jest taka, że w 1-ym sposobie rozdzielczość wynosi 1° , a w 2-im 0.001° Jeśli adres "A" nie jest wypełniony wartość α będzie pobrana parametru . Natomiast podanie wartości "A" nie zmienia wartości parametru 1336 TIPANGL
Wejściowe parametry n, r, α, Δd_{min} i d brane są pod uwagę przez sterowanie tak samo w przypadku obu sposobów zadawania. Wejściowe parametry możemy również podać w bloku **G76 P** (n) (r) (α) **Q** (Δd_{min}) **R** (d)
Sterowanie interpretuje wówczas zadawanie według drugiego sposobu, jeśli wypełniony jest adres K.

Q: wartość kątowa początku gwintu liczona od kreski zerowej układu pomiarowego. Interpretacja adresu odpowiada opisowi G33.

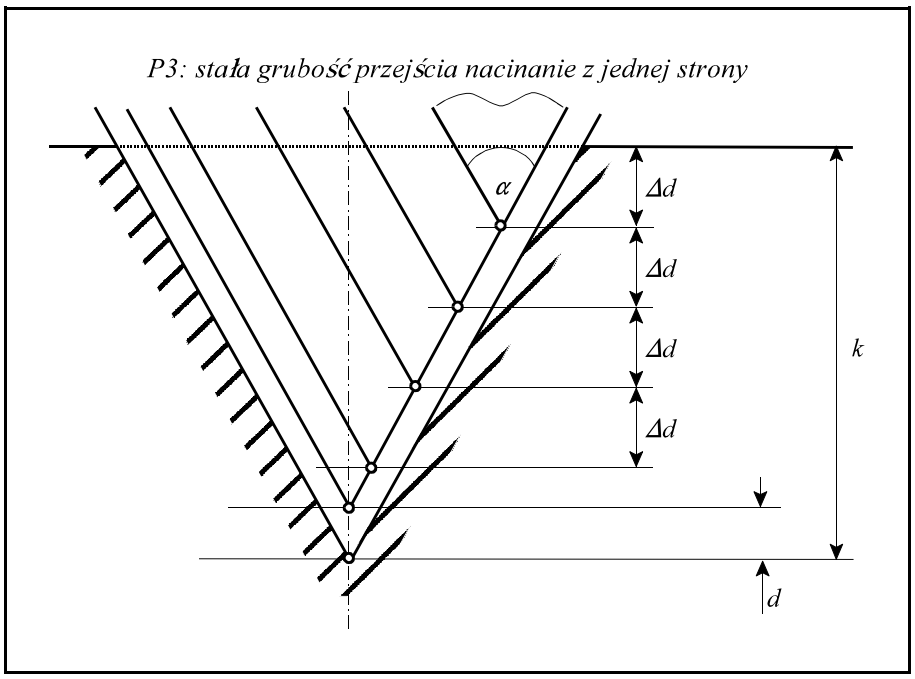
P: sposób gwintowania
Możemy wybierać między pięcioma sposobami gwintowania:
P1: stały przekrój poprzeczny obróbki, cięcie z jednej strony
P2: cięcie z obu stron
P3: stała grubość przejścia, nacinanie z jednej strony
P4: stała grubość przejścia, nacinane z obu stron.
P5: stały przekrój poprzeczny obróbki, nacinanie z obu stron



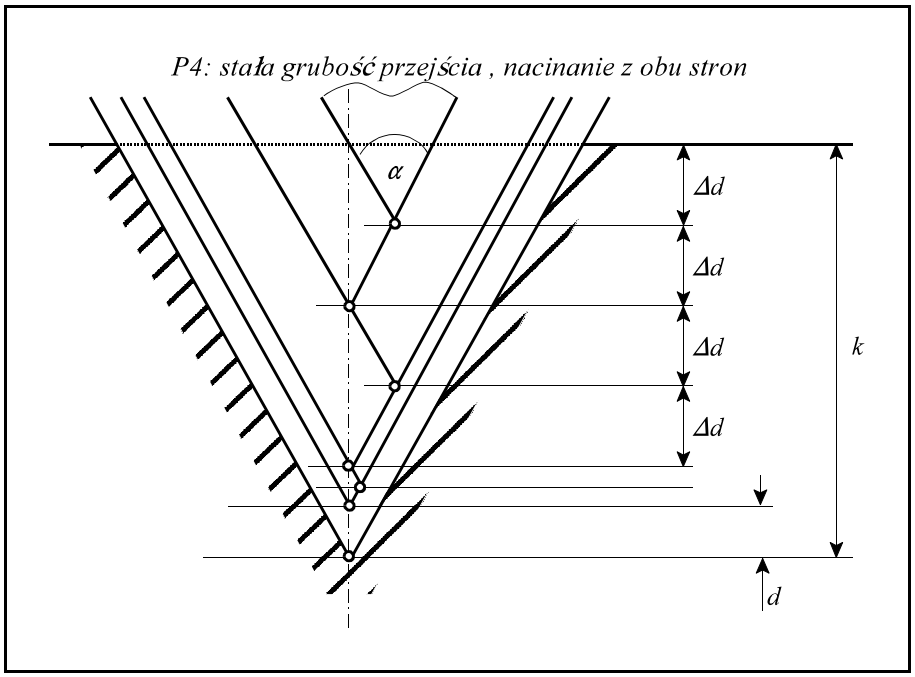
17.2 .7 -4-rysunek



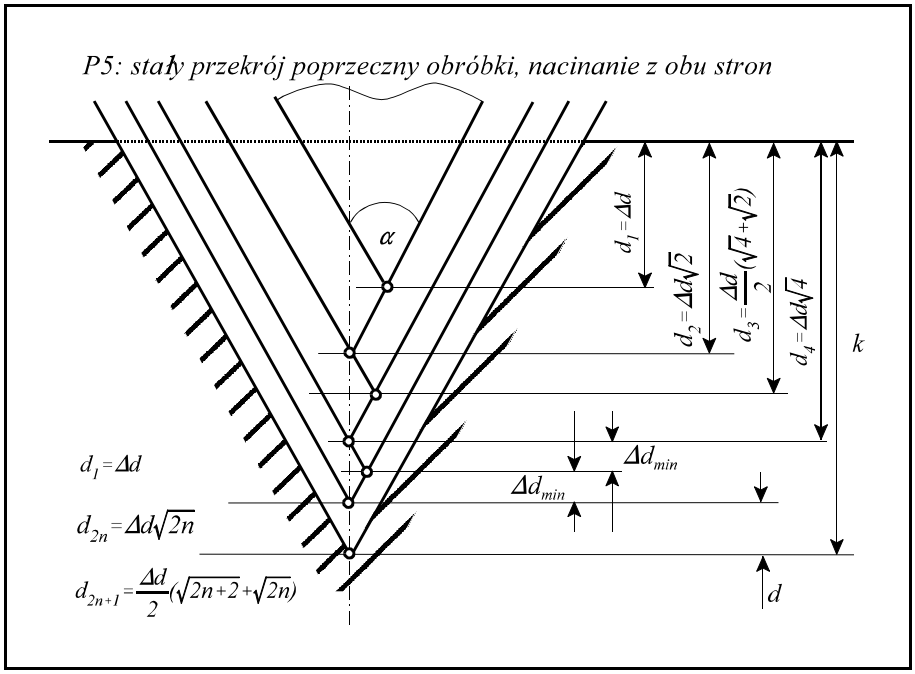
17.2 .7 -5-rysunek



17.2 .7 -6-rysunek



17.2 .7 -7-rysunek



17.2 .7 -8-rysunek

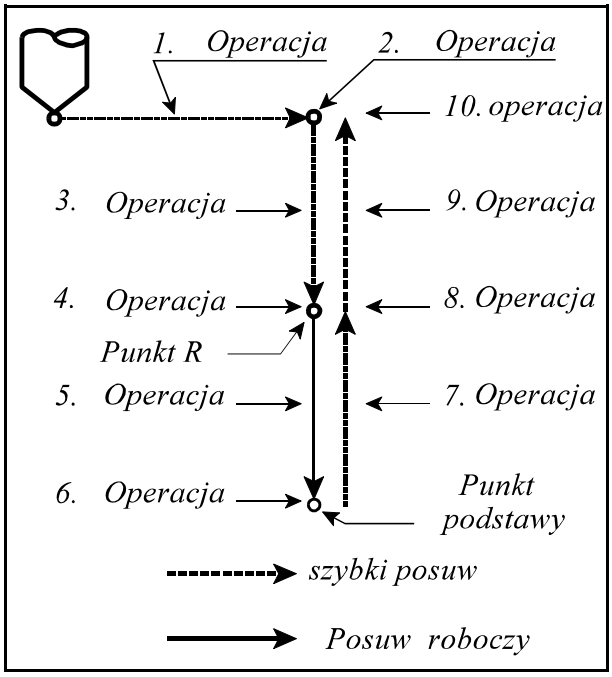
18 cykle wiercenia

Cykle wiercenia można rozbić na następujące operacje :

1. Operacja - pozycjonowanie w wybranej płaszczyźnie
2. Operacja - działanie po pozycjonowaniu
3. Operacja - szybki posuw do punktu R
4. Operacja - działanie w punkcie R
5. Operacja - wiercenie do punktu podstawy
6. Operacja - działanie w punkcie podstawy
7. Operacja - cofnięcie do punktu R
8. Operacja - działanie w punkcie R
9. Operacja - wycofanie do punktu wyjściowego szybkim posuwem
10. Operacja - działanie w punkcie wyjściowym

Punkt R, punkt zbliżenia : Punkt, do którego narzędzie może zbliżyć się szybkim posuwem.

Punkt wyjściowy: Pozycja osi wiercenia przyjmowana przed rozpoczęciem cyklu.



18-1-rysunek

Powyższe operacje dają ogólny opis cyklu wiercenia. W poszczególnych przypadkach niektóre operacje mogą być pominięte .

Cykle wiercenia mają płaszczyznę pozycjonowania i oś wiercenia. Oś wiercenia wybierają instrukcje wyboru płaszczyzny G17, G18, G19

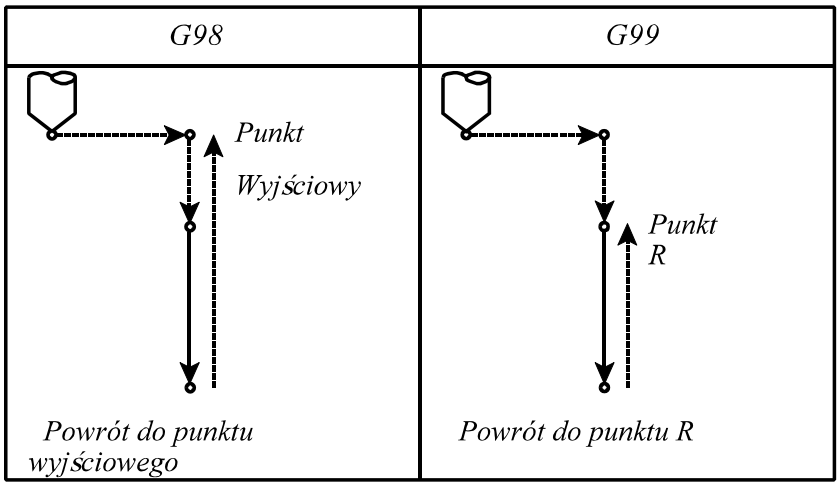
G kod	oś wiercenia
G17	Z_p
G18	Y_p
G19	X_p

Gdzie:
X_p:os X lub oś do niej równoległa
Y_p: oś Y lub oś do niej równoległa
Z_p: oś Z lub oś do niej równoległa
Osie U, V, W wtedy uważane są za równoległe jeśli jako takie są zdefiniowane w polu parametrów.

Jeśli chcemy programować wiercenie czoła , gdzie osią wiercenia jest Z wybierzmy płaszczyznę G17 , jeśli wiercenie boczne , gdzie osią wiercenia jest X , wybierzmy G19

Konfiguracja cykli wiercenia możliwa jest instrukcjami G98 i G99:

G98: w trakcie cyklu narzędzie wycofywane jest do punktu wyjściowego Pozycja podstawowa przyjmowana po włączeniu maszyny, po zmianie rodzaju pracy lu skasowaniu rodzaju pracy cykl.
G99: w trakcie cyklu narzędzie wycofywane do punktu R. Odpadają operacje 9 i 10.



18-2-rysunek

Kody cykli wiercenia : G83.1, G84.1, G86.1, G81, ..., G89
Kody te włączają rodzaj pracy cykl, który umożliwia dziedziczenie zmiennych cyklu. Kod G80 wyłącza rodzaj pracy cykl i kasuje przechowywane zmienne cyklu.

Interpretacja adresów używanych w cyklach wiercenia:

```
G17  G_   Xp_ Yp_ C_   I_ J_   Zp_ R_ Q_ E_ P_ F_ S_   L_
G18  G_   Zp_ Xp_ C_   K_ I_   Yp_ R_ Q_ E_ P_ F_ S_   L_
G19  G_   Yp_ Zp_ C_   J_ K_   Xp_ R_ Q_ E_ P_ F_ S_   L_
```

Liczba powtórzeń
Dane wiercenia
Ruch po orientacji wrzeciona
Pozycja otworu
Kod wiercenia

Kod wiercenia:
interpretacja poszczególnych kodów, patrz później
kody są dziedziczone dopóki nie zaprogramujemy kodu G80 lub któregoś z kodów interpolacyjnych : G01, G02, G03, G33)

Punkt początkowy lub **punkt wyjściowy**:

punkt początkowy jest pozycją osi wyznaczonej do wiercenia:
– w trakcie załaczenia cyklu wiercenia.Na przykład:
w przypadku

```
N1 G17 G90 G0 Z200
N2 G81 X0 C0 Z50 R150
N3 X100 C30 Z80
```

pozycja punktu początkowego Z=200 w bloku N2 i N3
– lub przy wyznaczeniu nowej osi wiercenia. Na przykład :

```
N1 G17 G90 G0 Z200 W50
N2 G81 X0 C0 Z50 R150
N3 X100 C30 W20 R25
```

w bloku N2 pozycja punktu początkowego Z=200
w bloku N3 pozycja punktu początkowego W=50
w takim przypadku gdy zmienia się wyznaczenie osi wiercenia obowiązkowe jest programowanie R

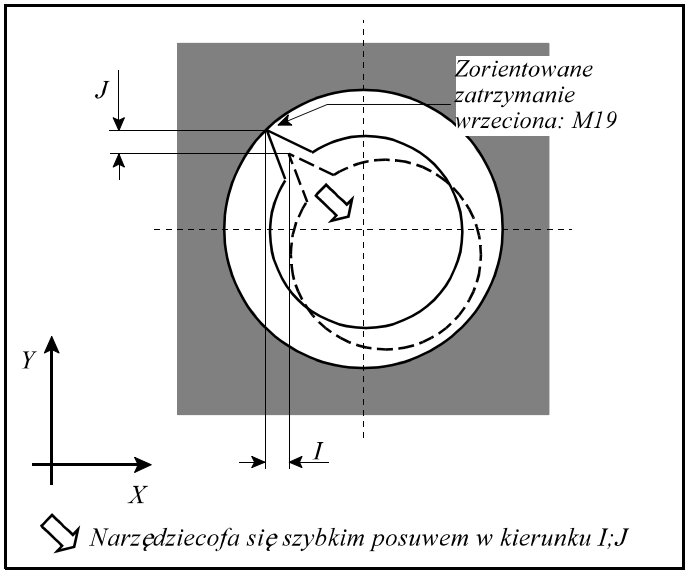
Pozycja otworu X_p, Y_p, Z_p C

Spośród wpisanych wartości współrzędnych, nie licząc osi wiercenia pozostałe brane są jako współrzędne otworu. Wpisane wartości mogą być inkrementalne lub absolutne , metryczne lub calowe.
Dotyczą ich odbicie lustrzane i skalowanie.
Na pozycję otworu sterowanie pozycjonuje szybkim posuwem.

Przesunięcie po orientacji wrzeciona: I, J, K

Jeśli na danej maszynie istnieje możliwość zorientowania wrzeciona to w cyklach toczenia G76 i G87 można tak oddalić narzędzie od powierzchni detalu by jej nie porysowało. Wtedy adresami I, J, K można podać , w którym kierunku ma odsunąć się narzędzie od powierzchni.
Odpowiednio do wybranej powierzchni sterowanie interpretuje adresy:

G17: I, J
G18: K, I
G19: J, K



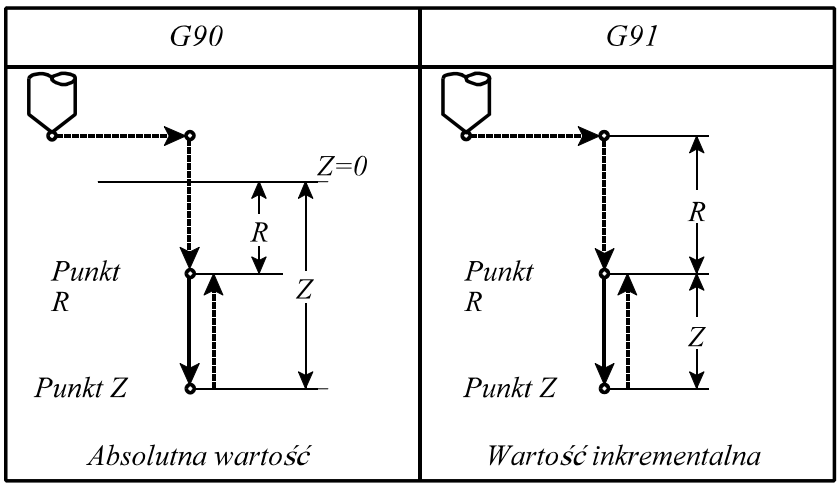
18-3 Rysunek

Adresy zawsze interpretowane są jako inkrementalne dane
Danych I, J, K nie dotyczy lustrzane odbicie i skalowanie .

Dane wiercenia :

Punkt podstawy wiercenia: X_p, Y_p, Z_p

Punkt podstawy wiercenia trzeba podać adresem osi wiercenia. Jego dana interpretowana jest jako współrzędna prostokątna . Może być calowa, metryczna , inkrementalna lub absolutna. Jeśli chcemy podać ją inkrementalnie przesunięcie liczone jest od punktu R



18-4-rysunek

W przypadku punktu podstawy aktualne są odbicie lustrzane i skalowanie.

Punkt zbliżenia R

Punkt zbliżenia podajemy adresem R Adres R jest zawsze daną prostokątną . Jeśli podajemy jako wartość inkrementalną, to liczona jest od punktu wyjściowego.

Głębokość przejscia : Q

Głębokość wiercenia w cyklach G83.1 i G83. Zawsze dodatnia, prostokątna, inkrementalna dana. Wartość dziedziczona Kasują ją G80 lub kody interpolacyjne.

Pomocnicza dana: E

W cyklu G83.1 miara wycofania, a w G83 określenie do jakiego wymiaru narzędzie może iść szybkim posuwem przed wierceniem . Zawsze dodatnia prostokątna,inkrementalna dana. Jeśli nie programujemy pobierana jest z parametru *RETG73*, lub *CLEG83*

Wyczekiwanie: P

Czas wyczekiwania na dnie otworu. Reguły zadawania takie jak przy G04. Wartość dziedziczona, kasowana przez G80 lub kody interpolacyjne

Posuw roboczy: F

Określa posuw roboczy. Wartość dziedziczona Przepisać może ją tylko inna wartośc F. Kod G80 nie kasuje jej.

Liczba obrotów wrzeciona: S

Wartość dziedziczona. Przepisuje ją tylko inna wartość S. Nie jest kasowana przez G80.

Liczba powtórzeń : L

Określa liczbę powtórzeń cyklu Zakres wartości: 1–9999.Jeśli L nie jest wypełniona to L=1 W przypadku L=0 dane cyklu będą zachowane ale nie wypełnione. L jest aktywna tylko w zaprogramowanym bloku.

Przykład na dziedziczenie kodów wiercenia i zmiennych cyklu.

```
N1 G17 G0 Z_ M3
N2 G81 X_ C_ Z_ R_ F_
```

Na początku rodzaju pracy cykl określenie danych wiercenia (Z, R) jest obowiązkowe.

```
N3 X_
```

Ponieważ w bloku N2 zostały określone dane wiercenia, a w bloku N3 potrzebne są te same dane i wypełnianie jest zbyteczne, to znaczy można pominąć G81, Z_, R_, F_ . Pozycja otworu zmienia się tylko w X , wiertło porusza się w tym kierunku, a później wykonuje ten sam otwór co w N2.

```
N4 G82 C_ Z_ P_
```

Pozycja otworu przesuwa się w kierunku C. Metoda wiercenia kształtuje się jak w G82.Punkt podstawy przyjmuje nową wartość Z , punkt zbliżenia i posuw roboczy (R, F) dziedziczone są z bloku N2.

```
N5 G80 M5
```

Kasowany jest rodzaj pracy cykl i dziedziczone zmienne cyklu, z wyjątkiem F.

```
N6 G85 C_ Z_ R_ P_ M3
```

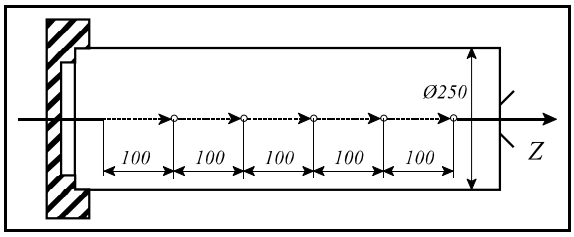
Ponieważ w bloku N5 skasowane zostały dane wiercenia trzeba podać je ponownie. (Z, R, i P) .

```
N7 G0 X_ C_
```

Kasowanie rodzaju pracy cykl i zmiennych cyklu, z wyjątkiem F.

Przykłady na zastosowanie powtórzeń cyklu:
Jeśli mamy wykonać identyczne otwory na taką samą odległość stosujemy liczbę powtórzeń L. L aktywna jest tylko w bloku zadawania.

```
N1 G90 G19 G0 X300 Z40 C0 M3
N2  G91  G81  X-40  Z100  R-20
F50 L5
```

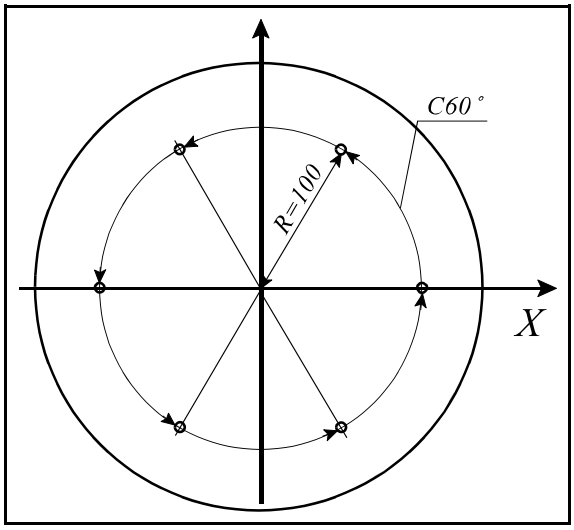


18-5-rysunek

Pod wpływem powyższych instrukcji sterowanie wywierci 5 jednakowych otworów wzdłuż osi Z, w odległości 100 mm od siebie. Pozycja pierwszego otworu Z=140, C=0. Ponieważ mamy do czynienia z bocznym wierceniem (wiercimy wzdłuż osi X) , wybraliśmy płaszczyznę G19. Pozycja otworu , pod wpływem G91 została zadana inkrementalnie.

```
N1 G90 G17 G0 X200 C-60 Z50
N2 G81 CI60 Z-40 R3 F50 L6
```

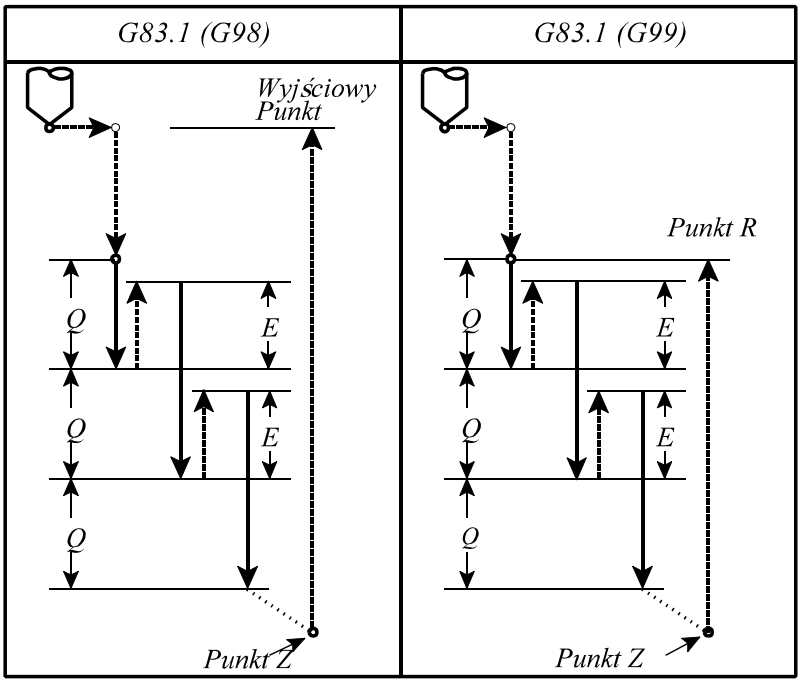
Pod wpływem powyższych instrukcji sterowanie wykona na obwodzie koła o promieniu 100 mm sześć otworów co 60 stopni. Pozycja pierwszego otworu X=200 C=0. Ponieważ wiercimy w czole wybraliśmy płaszczyznę G17 .



18-6-rysunek

18.1 Szczegółowy opis cykli wiercenia.

18.1.1.1 Cykl szybkiego, głębokiego wiercenia (G83.1)



18.1.1.1-1-rysunek

Zmienne zastosowane w cyklu:

G17 **G83.1** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ Q__ E__ F__ L__
G18 **G83.1** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ Q__ E__ F__ L__
G19 **G83.1** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ Q__ E__ F__ L__

operacje cyklu:

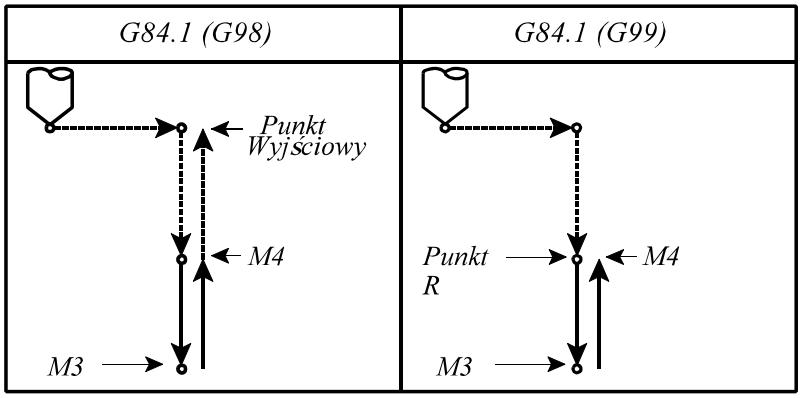
1. Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. –
3. Przesunięcie szybkim posuwem do punktu R
4. –
5. Wiercenie do punktu podstawy posuwem roboczym F
6. –
7. W przypadku G99 wycofanie do punktu R szybkim posuwem
9. –
10. W przypadku G98 wycofanie do punktu wyjściowego szybkim posuwem

Opis 5-ej operacji wiercenia:

– wwiercenie się w materiał posuwem roboczym na głębokość określoną adresem Q
– powrót szybkim posuwem na wymiar określony adresem E , lub parametrem *RETG73*
– ponowne wiercenie licząc od punktu podstawy poprzedniego nawiercenia na głębokość Q
– powrót szybkim posuwem na wartość określoną adresem E.

Proces kontynuowany jest do punktu podstawy Z.

18.1.1.2 Cykl lewego gwintu (G84.1)



18.1.1.2-1-rysunek

Cykl możliwy jest tylko z zastosowaniem wkładki kompensacyjnej.
Zmienne zastosowane w cyklu :

G17 **G84.1** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ (P__) F__ L__
G18 **G84.1** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ (P__) F__ L__
G19 **G84.1** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ (P__) F__ L__

Przed startem cyklu trzeba włączyć lub zaprogramować kierunek obrotów wrzeciona M4
Wartość posuwu trzeba zadać w funkcji skoku gwintu

– przy posuwie na minutę G94 :

$$F=P\cdot S$$

Gdzie: P: skok w mm/obrót cal/obrót
S: obroty wrzeciona

– w stanie posuwu na obrót G95

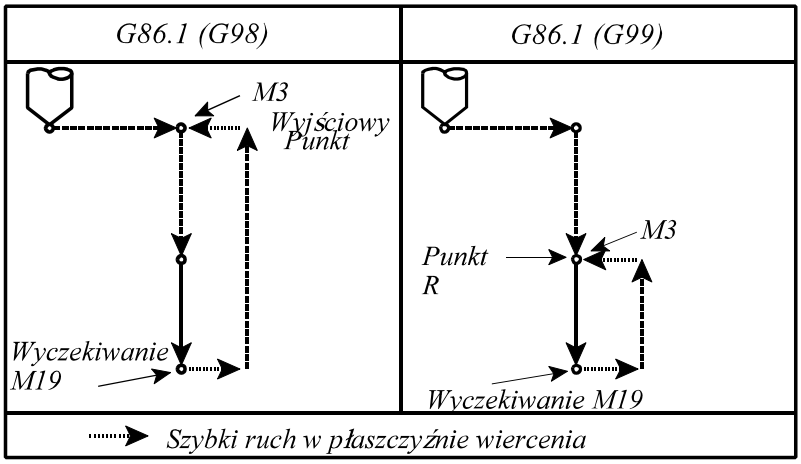
$$F=P$$

Gdzie : P: skok gwintu mm/obrót lub cal/obrót

Operacje cyklu:

1. Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. –
3. Szybki ruch do punktu R
4. –
5. Wiercenie do punktu podstawy posuwem F , zabronione override i stop
6. wyczekiwanie zgodnie z wartością adresu P, jeśli jest zezwolenie parametrem *TAPDWELL* (=1)
   zmiana kierunku obrotów wrzeciona : M3
7. Powrót do punktu R posuwem F , override i stop zabronione
8. Zmiana kierunku obrotów wrzeciona : M4
9. W przypadku G98 powrót szybkim posuwem do punktu wyjściowego
10. –

18.1.1.3 Wytaczanie z automatycznym odchodzeniem narzędzia(G86.1)



18.1.1.3-1-rysunek

Cykl G86.1 można stosować tylko wtedy gdy maszyna ma wbudowaną funkcję orientacji wrzeciona. Dla sterowania tę sytuację sygnalizuje stan 1 parametru *ORIENT1, w przeciwnym przypadku otrzymamy komunikat 3052 BŁĄD W G76, G87*
Ponieważ cykl po wytaczaniu orientuje wrzeciono i odstawia narzędzie od powierzchni o wartość określoną przez I, J, K, powierzchnia nie zostanie zarysowana przy odchodzeniu
Zmienne zastosowane w cyklu:

G17 **G86.1** X_p__ Y_p__ C__ I__ J__ Z_p__ R__ P__ F__ L__
G18 **G86.1** Z_p__ X_p__ C__ K__ I__ Y_p__ R__ P__ F__ L__
G19 **G86.1** Y_p__ Z_p__ C__ J__ K__ X_p__ R__ P__ F__ L__

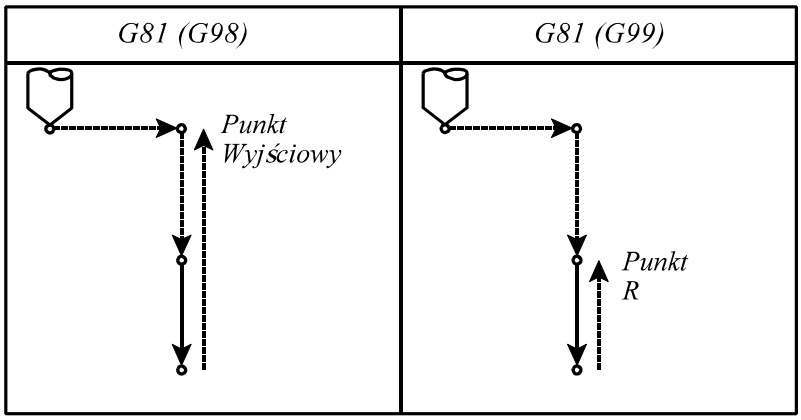
Przed uruchomieniem cyklu należy dać rozkaz M3.
Operacje cyklu:

1. Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. –
3. Szybki ruch do punktu R
4. –
5. Wytaczanie do punktu podstawy posuwem F
6. – wyczekiwanie zgodnie z wartością P
   – orientacja wrzeciona: M19
   – odstawienie narzędzia w płaszczyźnie wybranej wartościami I, J, K , szybkim posuwem
7. W przypadku G99 wycofanie do punktu R szybkim
8. W przypadku G99 e
   – wycofanie narzędzia w wybranej płaszczyźnie przeciwnie do wartości I, J, K, szybkim posuwem.
   – ponowne uruchomienie wrzeciona w kierunku M3
9. W przypadku G98 powrót szybkim posuwem do punktu wyjściowego
10. W przypadku G98
    – wycofanie narzędzia w wybranej płaszczyźnie przeciwnie do wartości I, J, K, szybkim posuwem
    – ponowny start wrzeciona w kierunku M3.

18.1.1.4 Wyłączanie stanu cyklu (G80)

Pod wpływem kodu wyłącza się stan cyklu, kasują się zmienne cyklu. Z i R przyjmuja inkrementalną wartość 0, pozostałe zmienne 0.
Jeśli w bloku z G80 programujemy współrzędne i nie podajemy innych instrukcji to ruch będzie wykonany na podstawie kodów interpolacyjnych sprzed włączenia cyklu.

18.1.1.5 Cykl wiercenia, wyjście szybkim posuwem (G81)



18.1.1.5-1-rysunek

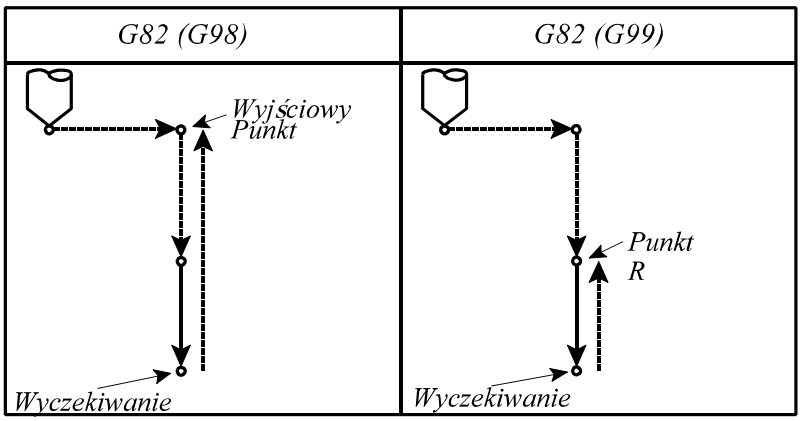
Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G81** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ F__ L__
G18 **G81** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ F__ L__
G19 **G81** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ F__ L__

operacje cyklu:

1. Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. –
3. Szybki ruch do punktu R
4. –
5. Wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6. –
7. W przypadku G99 powrót szybkim posuwem do punktu R
8. –
9. W przypadku G98 szybki powrót do punktu wyjścia
10. –

18.1.1.6 Cykl wiercenia z wyczekiwaniem, wyjście szybkim posuwem (G82)



18.1.1.6-1-rysunek

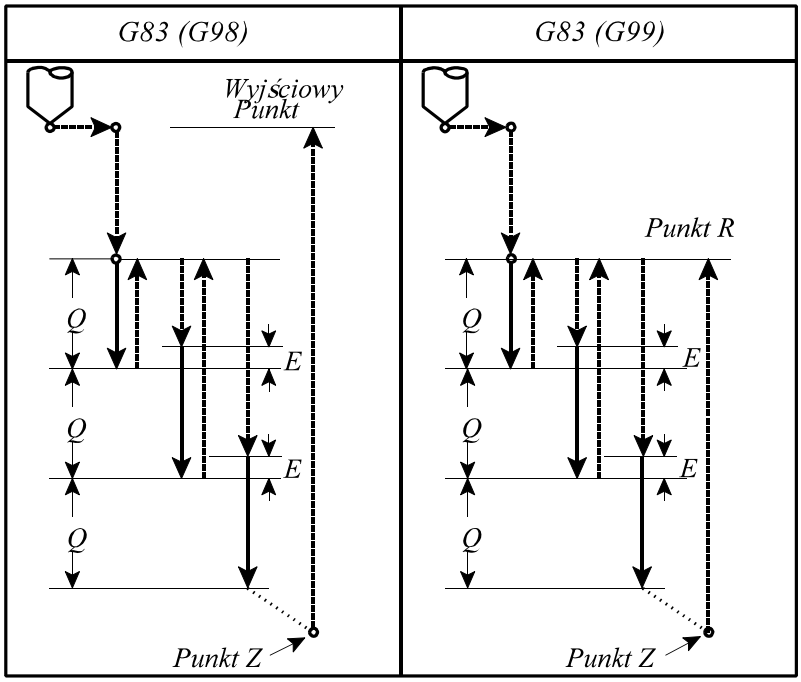
Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G82** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ P__ F__ L__
G18 **G82** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ P__ F__ L__
G19 **G82** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ P__ F__ L__

operacje cyklu:

1. Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. –
3. Szybki ruch do punktu R
4. –
5. Wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6. Wyczekiwanie przez czas określony w P
7. W przypadku G99 powrót szybkim posuwem do punktu R
8. –
9. W przypadku G98 odejście szybkim posuwem do punktu
10. –

18.1.1.7 Cykl głębokiego wiercenia (G83)



18.1.1.7-1-rysunek

Zmienne wykorzystane w cyklu:

G17 **G83** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ Q__ E__ F__ L__
G18 **G83** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ Q__ E__ F__ L__
G19 **G83** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ Q__ E__ F__ L__

operacje cyklu:

1. Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. –
3. Szybki ruch do punktu R
4. –
5. Wiercenie posuwem roboczym F do punktu podstawy
6. –
7. W przypadku G99 odejście szybkim posuwem do punktu R
8. –
9. W przypadku G98 powrót do punktu wyjściowego szybkim posuwem
10. –

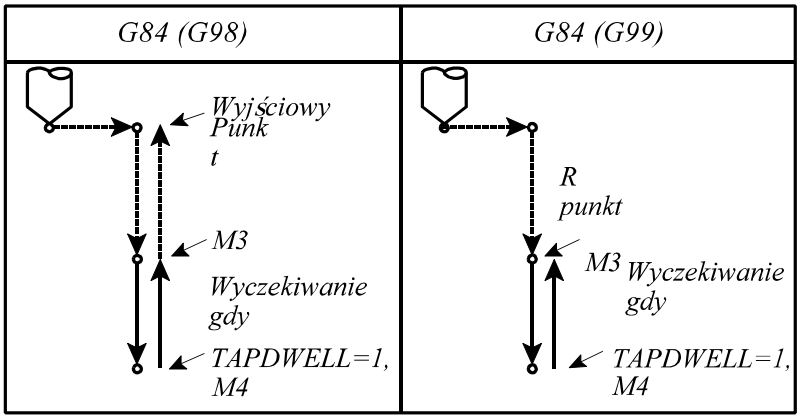
Opis 5-ej operacji wiercenia:

– wwiercenie się w materiał posuwem roboczym , na głębokość podaną adresem Q
– powrót szybkim posuwem do punktu R,
– osiągnięcie poprzedniej głębokości do odległości
– licząc od punktu podstawy poprzedniego wiercenia ponownie wierci do głębokości Q z posuwem F (ruch E + Q)
– powrót szybkim posuwem do punktu R

Proces jest kontynuowany do punktu podstawy określonego adresem Z

Odległość E można pobrać z parametru *CLEG83*

18.1.1.8 Cykl wiercenia gwintu(G84)



18.1.1.8-1-rysunek

Cykl można stosować tylko z użyciem wkładki kompensacyjnej
Używa się następujących zmiennych :

G17 **G84** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ (P__) F__ L__
G18 **G84** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ (P__) F__ L__
G19 **G84** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ (P__) F__ L__

Przed uruchomieniem cyklu należy włączyć M3
Wartość posuwu trzeba podać w funkcji skoku gwintu

– w stanie posuwu na minutę G94:

$$F=P\cdot S$$

Gdzie: P: skok gwintu w mm/obrót a
S: obroty wrzeciona w obrót / min

– w stanie posuwu na obrót G95:

$$F=P$$

Gdzie:
P: skok gwintu mm/obrót

Operacje cyklu:

1. : pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyxnie
2. : –
3. : szybkim posuwem do punktu R
4. : –
5. : wiercenie do punktu podstawy posuwem F, override i stop zabronione
6. : – wyczekiwanie określone adresem P, jeśli parametr *TAPDWELL* jest dozwolony (=1)
   – zmiana kierunku wrzeciona: M4
7. : powrót do punktu R posuwem F, override i stop zabronione
8. : zmiana kierunku obrotów: M3
9. : w przypadku G98 powrót szybkim posuwem do punktu wyjściowego
10. : –

18.1.1.9 Cykl wiercenia bez wkładki kompensacyjnej (G84.2, G84.3)

W przypadku wiercenia gwintu iloraz posuwu i obrotów musi być równy skokowi gwintu

$$P=\frac{F}{S}$$

Gdzie : P: skok gwintu(mm/obrót),
F: posuw roboczy (mm/min),
S: liczba obrotów wrzeciona (obr/min).

W cyklach G84.1 -lewy gwint i G84- prawy gwint liczba obrotów wrzeciona i posuw osi wiercącej są sterowane niezależnie od siebie . Powyższy warunek nie może być w pełni spełniony , szczególnie na dnie otworu, gdzie posuw i obroty powinny zwolnić i zatrzymać się, później przyspieszyć w przeciwnym kierunku. Powyższy problem można ominąć stosując wkładkę kompensacyjną, która zrównoważy wahania ilorazu $\frac{F}{S}$.

Inna zasada sterowania umożliwia wyeliminowanie wkładki kompensacyjnej w cyklach wiercenia G84.2, G84.3 .W tym przypadku o zachowanie stałego ilorazu troszczy się sterowanie.
W poprzednim przypadku sterowanie regulowało tylko liczbę obrotów wrzeciona, a w tym również pozycję W cyklach G84.2, G84.3 oś wiercenia i obroty wrzeciona powiązane są interpolacją liniową Tym sposobem w odcinkach przyśpieszania i zwalniania zapewniona jest stałość ilorazu $\frac{F}{S}$.

– G84.2: wiercenie prawego gwintu bez wkładki

– G84.3: wiercenie lewego gwintu bez wkładki

Powyższe cykle można stosować na maszynach mających układy pomiarowe na wrzecionach i napęd można przełączać na regulację pozycji (Parametr *INDEX1* =1.) W przeciwnym wypadku przy wywołaniu kodu otrzymamy komunikat błędu *3052 G76, G87*

Zmienne używane w cyklu:

G17 **G84._** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ F__ S__ L__
G18 **G84._** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ F__ S__ L__
G19 **G84._** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ F__ S__ L__

Na końcu cyklu wrzeciono zatrzyma się i o jego ponowne uruchomienie powinien zatroszczyć się programista.
Wartości posuwu i obrotów wrzeciona trzeba podać w funkcji skoku gwintu.

– w stanie G94: $F=P\cdot S$

gdzie: P: skok gwintu mm/obrót,

S: obroty wrzeciona obrót/min

W takim przypadku przesunięcie i posuw wzdłuż osi wiercenia będą następujące :

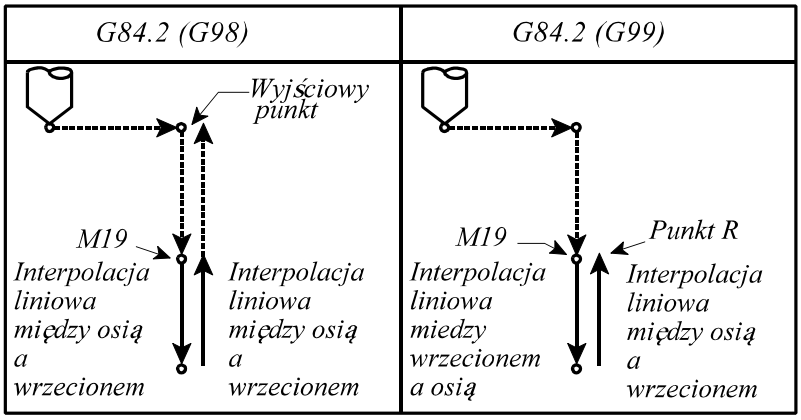
	Przesunięcie	posuw roboczy
Z	*z=odległość między punktem podstawy i R*	$F_z=F\left(\frac{mm}{min}\ lub\ \frac{cal}{min}\right)$
S	$s=\frac{z\cdot S\cdot 360}{F}$ (stopień)	$F_s=S\cdot 360\left(\frac{stopień}{min}\right)$

– w stanie G95 : $F=P$

Gdziel: P: skok gwintu w mm/obrót Z tego widać, że w stanie posuwu w milimetrach na obrót (G95) skok gwintu można programować bezpośrednio, ale dla ustalenia posuwu trzeba programować również obroty

W takim przypadku przesunięcie i posuw wzdłuż osi wiercenia i wrzeciona będą następujące:

	przesunięcie	posuw
Z	*z=odległość miedzy R i podstawą*	$F_z=F\cdot S\left(\frac{mm}{min}\ lub\ \frac{cal}{min}\right)$
S	$s=\frac{z\cdot 360}{F}$ (stopień)	$F_s=S\cdot 360\left(\frac{stopień}{min}\right)$

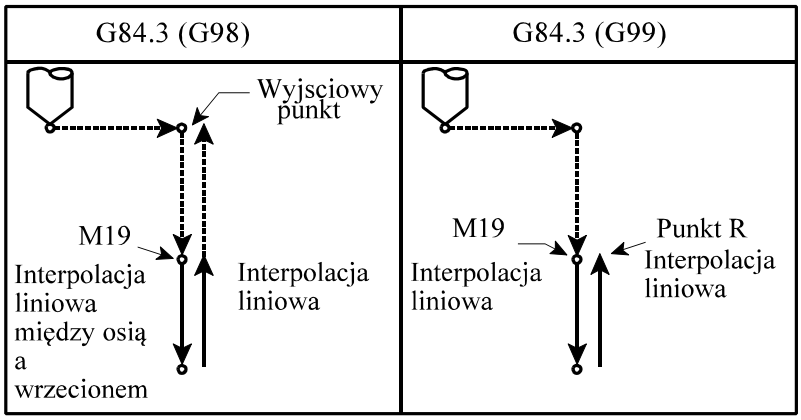


18.1.1.9-1-rysunek

Operacje cyklu w przypadku G84.2:

1. : pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. : -
3. : ruch szybkim posuwem do punktu R
4. : orientacja wrzeciona: M19

5. : interpolacja liniowa pomiędzy osi wiercenia a wrzecionem w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara.
6. : -
7. : interpolacja liniowa w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara
8. : -
9. : w przypadku G98 powrót szybkim posuwem do punktu wyjściowego
10. : -

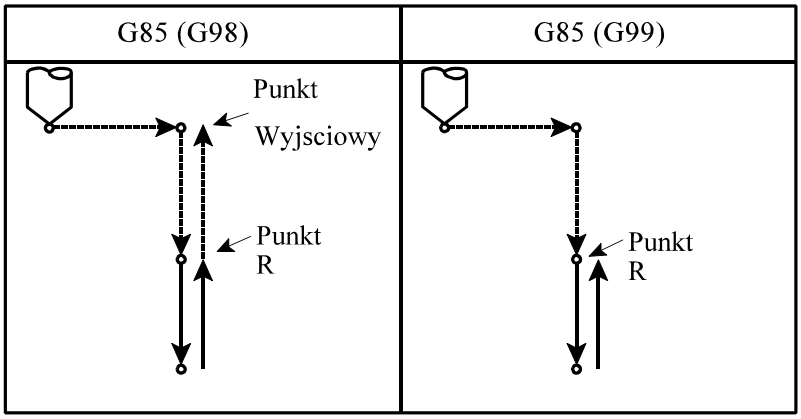


18.1.1.9-2-rysunek

Operacje cyklu w przypadku G84.3:

1. : pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. : -
3. : ruch szybkim posuwem do punktu R
4. : orientacja wrzeciona M19
5. : interpolacja liniowa między osią a wrzecionem w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek wrzeciona
6. : -
7. : interpolacja w kierunku zgodnym
8. : -
9. : w przypadku G98 powrót szybkim posuwem do punktu wyjścia
10. : -

18.1.1.10 Cykl wiercenia, wyjście szybkim posuwem(G85)



18.1.1.10-1-rysunek

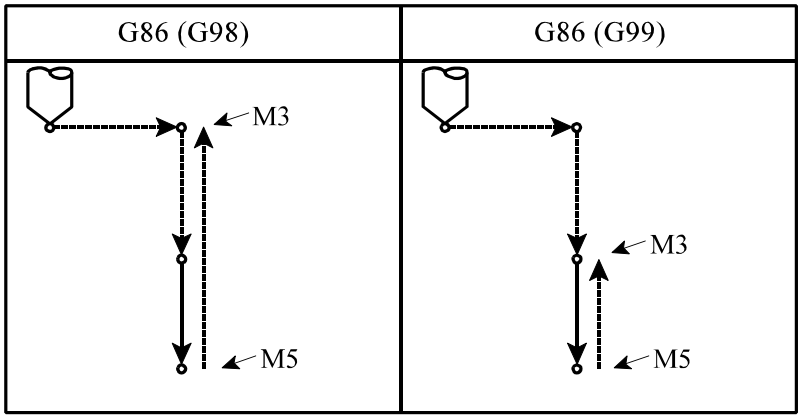
Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G85** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ F__ L__
G18 **G85** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ F__ L__
G19 **G85** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ F__ L__

Operacje cyklu:

1. : pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. : –
3. : szybki ruch do punktu R
4. : –
5. : wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6. : –
7. : powrót do punktu R posuwem F
8. : –
9. : powrót szybkim posuwem do punktu wyjściowego
10. : –

18.1.1.11 Cykl wiercenia, odejście szybkim posuwem przy stojącym wrzecionie (G86)



18.1.1.11-1-rysunek

Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G86** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ F__ L__
G18 **G86** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ F__ L__
G19 **G86** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ F__ L__

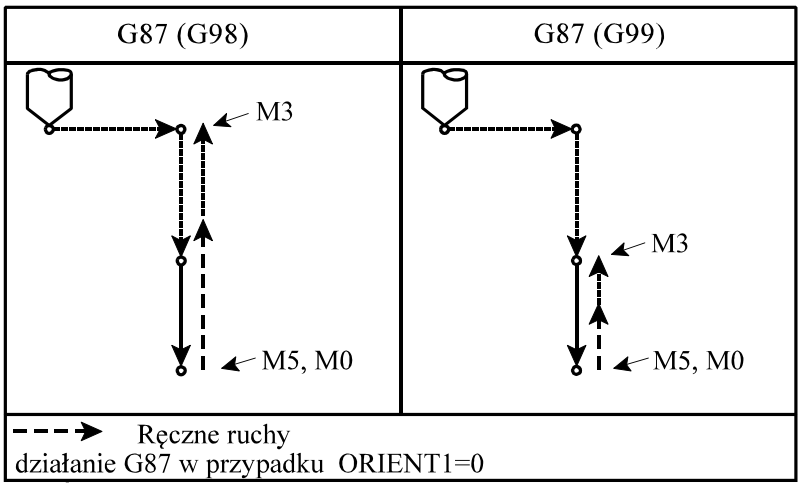
Przy starcie trzeba nadać wrzecionu kierunek M3 .

Operacje cyklu:

1. : pozycjonowanie w wybranej płaszczyźnie szybkim posuwem
2. : –
3. : szybki ruch do punktu R
4. : –
5. : wiercenie posuwem F do punktu podstawy
6. : zatrzymanie wrzeciona: M5
7. : w przypadku G99 powrót szybkim posuwem do punktu R
8. : w przypadku G99 : ponowne uruchomienie wrzeciona: M3
9. : w przypadku G98 szybki powrót do punktu podstawy
10. : w przypadku G98 : ponowne uruchomienie wrzeciona: M3

18.1.1.12 Cykl wiercenia, reczne działania w punkcie podstawy/ wytaczanie w drodze powrotnej , z automatycznym odejściem(G87)

Sterowanie wykonuje cykl na dwa sposoby:



18.1.1.12-1-rysunek

A. Cykl wiercenia ręczne działanie u podstawy

W tym przypadku gdy maszyna nie posiada możliwości orientacji wrzeciona (*ORIENT1* parametr=0) , sterowanie w przypadku A działa następująco

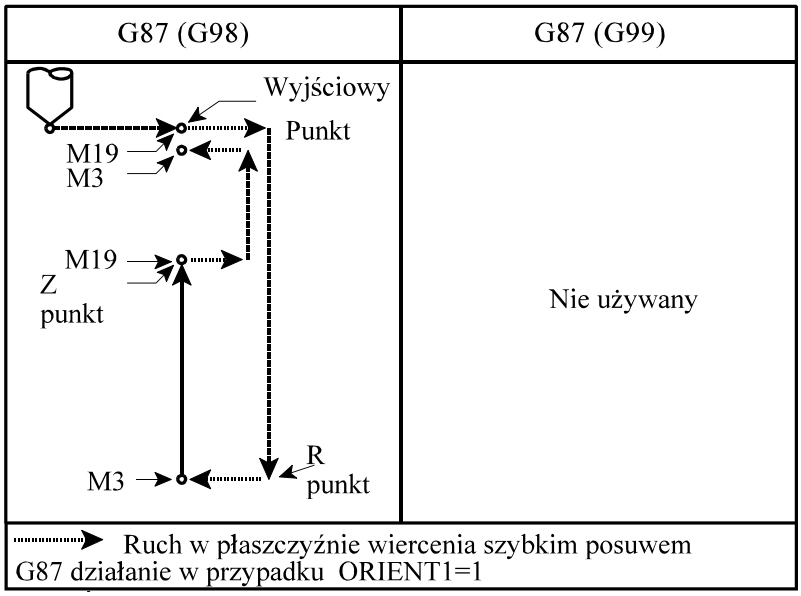
Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G87** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ F__ L__
G18 **G87** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ F__ L__
G19 **G87** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ F__ L__

Podczas startu cyklu włączamy kierunek wrzeciona M3

A operacje cyklu:

1. : pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. : –
3. : ruch szybkim posuwem do punktu R
4. : –
5. : wiercenie do podstawy posuwem F
6. : – zatrzymanie wrzeciona: M5
   – sterowanie przyjmuje stan stop , z którego przechodząc do ręcznego działania można na przykład wyciągnąć narzędzie z otworu , a następnie przechodząc do automatu, kontynuować obróbkę
7. : w przypadku G99 po START powrót do punktu R szybkim posuwem
8. : w przypadku G99 ponowne uruchomienie wrzeciona : M3
9. : w przypadku G98 po: START odejście szybkim posuwem do punktu wyjścia
10. : w przypadku G98 ponowne uruchomienie wrzeciona: M3



18.1.1.12-2-rysunek

B. Wytaczanie w drodze powrotnej, z automatycznym odejściem narzędzia

W przypadku , gdy na maszynie istnieje możliwość orientacji wrzeciona (*ORIENT1* parametr=1) sterowanie zachowuje się następująco .

Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G87** X_p__ Y_p__ C__ I__ J__ Z_p__ R__ F__ L__
G18 **G87** Z_p__ X_p__ C__ K__ I__ Y_p__ R__ F__ L__
G19 **G87** Y_p__ Z_p__ C__ J__ K__ X_p__ R__ F__ L__

Podczas staru cyklu wrzecionu trzeba nadać obroty M3.

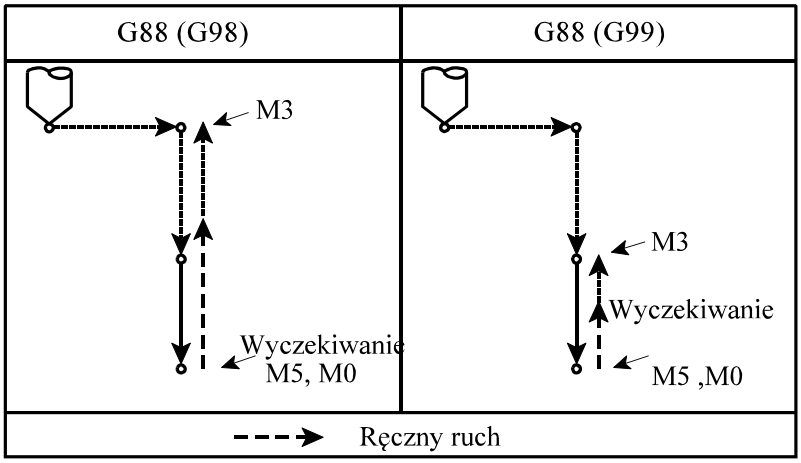
Operacje cyklu:

1.: Pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2.: – orientacja wrzeciona
– odejście w wybranej płaszczyźnie szybkim posuwem
3. : ruch szybkim posuwem do punktu R
4. : – powrót szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie, szybkim posuwem , przeciwnie do zadanych wartości I, J, K.
– ponowne uruchomienie wrzeciona w kierunku M3.
5. : wytaczanie posuwem F do podstawy
6.: – orientacja wrzeciona: M19
– odejście w wybranej płaszczyźnie zgodnie z wartościami I, J, K
7: –
8. : –
9. : szybkie odejście do punktu wyjściowego
10. – szybkie odejście w wybranej płaszczyźnie, przeciwnie do wartości I, J , K
– ponowne uruchomienie wrzeciona w kierunku M3

Z natury cyklu , w przeciwieństwie do poprzednich , Punkt R leży głębiej niż punkt podstawy. Trzeba to wziąć pod uwagę przy programowaniu.

Ponieważ sterowanie przed wytaczaniem realizuje orientację, nie nastąpi kolizja.

18.1.1.13 Cykl wiercenia, działanie w punkcie podstawy po wyczekiwaniu (G88)



18.1.1.13-1-rysunek

Zmienne użyte w cyklu:

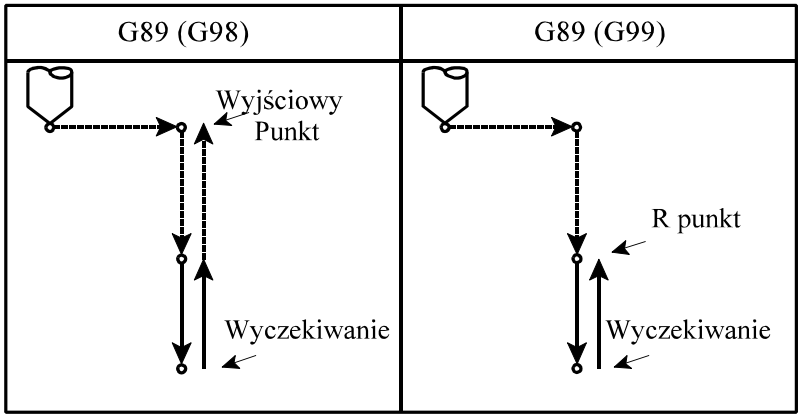
G17 **G88** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ P__ F__ L__
G18 **G88** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ P__ F__ L__
G19 **G88** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ P__ F__ L__

Podczas startu cyklu M3

Operacje cyklu:

1: pozycjonowanie w wybranej płaszczyźnie szybkim posuwem
2: –
3: szybki ruch do punktu R
4: –
5: wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6: – wyczekiwanie
– zatrzymanie wrzeciona: M5
– sterowanie przyjmuje stan stop , z którego przechodząc do ręcznego działania można na przykład wyciągnąć narzędzie z otworu , a następnie przechodząc do automatu, kontynuować obróbkę
7. : w przypadku G99 po START powrót do punktu R szybkim posuwem
8. : w przypadku G99 ponowne uruchomienie wrzeciona : M3
9. : w przypadku G98 po : START odejście szybkim posuwem do punktu wyjścia
10. : w przypadku G98 ponowne uruchomienie wrzeciona: M3

18.1.1.14 Cykl wiercenia, wyczekiwanie w punkcie podstawy, odejście posuwem roboczym, (G89)



18.1.1.14-1-rysunek

Zmienne uzyte w cyklu:

G17 **G89** X_p__ Y_p__ C__ Z_p__ R__ P__ F__ L__
G18 **G89** Z_p__ X_p__ C__ Y_p__ R__ P__ F__ L__
G19 **G89** Y_p__ Z_p__ C__ X_p__ R__ P__ F__ L__

operacje cyklu:

1: pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2: -
3: ruch szybkim posuwem do punktu R
4: -
5: wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6: wyczekiwanie
7: powrót do punktu R posuwem F
8: -
9: w przypadku G98 powrót szybkim posuwem do punktu wyjściowego
10: -

Cykl poza wyczekiwaniem odpowiada G85.