

NCT[®]
101M, 104M

Instrukcja programowania

wersja SW x.061e

Produkcja NCT Automation kft.

H1148 Budapest Fogarasi út 7

☒ Adres: H1631 Bp. pf.: 26

Dystrybucja i serwis:

ELEKTRONIS MASZYNY CNC

☎ Telefon: 68 32 610 69

☎ Fax: 68 32 610 68

strona: www.elektronis.pl

email: info@elektronis.pl

Spis treści

1 Wprowadzenie	9
1.1 Program technologiczny	9
Słowo	9
Łańcuch adresowy	9
Blok	10
Numer programu i nazwa programu	10
Początek programu i koniec programu	10
Format programu w pamięci	10
Format programu w komunikacji z urządzeniem zewnętrznym	10
Program i podprogram	10
Kanał DNC	11
1.2 Podstawowe pojęcia	12
2 Osie sterowane	18
2.1 Nazwy osi	18
2.2 Miara osi i system inkrementalny	18
3 Funkcje przygotowawcze (kody G)	20
4 Interpolacja	23
4.1 Pozycjonowanie (G00)	23
4.2 Interpolacja liniowa (G01)	23
4.3 Interpolacja kołowa i spiralna (G02, G03)	25
4.4 Interpolacja ślimakowa (G02, G03)	29
4.5 Nacinanie gwintu o stałym skoku (G33)	30
4.6 Interpolacja we współrzędnych biegunowych (G12.1, G13.1)	33
4.7 Interpolacja walcowa (G7.1)	37
4.8 Interpolacja gładkości	39
5 Dane współrzędnych	41
5.1 Programowanie absolutne i przyrostowe (G90, G91), Operator I	41
5.2 Komenda danych współrzędnych biegunowych (G15, G16)	41
5.3 Całowo/metryczna konwersja danych (G20, G21)	43
5.4 Zadawanie danych współrzędnych i wartości graniczne	43
5.5 Obsługa odwrócenia osi obrotowych	44
6 Posuw	47
6.1 Posuw szybki	47
6.2 Posuw roboczy	47
6.2.1 Posuw na minutę (G94) posuw na obrót (G95)	48
6.2.2 Ograniczenie posuwu roboczego	49
6.3 Przyśpieszanie/zwalnianie. Uwzględnianie posuwu F	50
6.4 Funkcje sterujące posuwem roboczym	52
6.4.1 Dokładne zatrzymywanie (G09)	52
6.4.2 Tryb dokładnego zatrzymywania (G61)	52
6.4.3 Tryb obróbki ciągłej (G64)	52
6.4.4 Tryb zakazu zatrzymania i przełącznika procentowego (G63)	52

6.4.5 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych kątach (G62)	53
6.4.6 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych łukach	54
6.5 Automatyczne spowalnianie w narożniku	54
6.6 Limitowanie przyspieszeń występujących w normalnym kierunku przy łuku.....	57
7 Wysoko precyzyjna obróbka z dużą prędkością	58
7.1 Tryb wielokrotnego bufora (G5.1)	58
7.2 Oznaczanie ścieżki wysoko precyzyjnej obróbki z dużą prędkością (G5.1 Q1)	59
7.2.1 Poziom dokładności ustawiony w parametrze	60
7.2.2 Przyspieszenie prędkości i efekt	61
7.2.3 Zwolnienie na podstawie różnicy prędkości osi i rogu	62
7.2.4 Ograniczenie przyspieszenia występujące wzdłuż ścieżki w normalnym kier.	62
7.2.5 Posuw definiowany z parametrów przyspieszania	64
7.2.6 Przeprowadzanie przyspieszenia	64
7.3 Zbieranie parametrów znakowania ścieżki w HSHP	65
8 Oczekiwanie (G04)	73
9 Punkt odniesienia	74
9.1 Automatyczne przyjmowanie punktu odniesienia	74
9.2 Automatyczny powrót do punktów odniesienia 2,3,4 (G30)	75
9.3 Automatyczny powrót z punktu odniesienia (G29)	75
10 Układ współrzędnych, wybór płaszczyzny	77
10.1 Maszynowy układ współrzędnych	77
10.1.1 Ustawianie maszynowego układu współrzędnych	78
10.1.2 Pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszyny (G53)	78
10.2 Układy współrzędnych detalu	78
10.2.1 Ustawianie układów współrzędnych detalu	78
10.2.2 Wybór układu współrzędnych detalu	79
10.2.3 Ustawienie przesunięcia układu współrzędnych detalu z programu	80
10.2.4 Tworzenie układu współrzędnych nowego detalu (G92)	80
10.3 Lokalny układ współrzędnych	81
10.4 Wybór płaszczyzny (G17, G18, G19)	84
11 Funkcje wrzeciona	85
11.1 Komenda prędkości wrzeciona (Kod S)	85
11.2 Programowanie wyliczania stałej prędkości skrawania	85
11.2.1 Zadawanie wyliczania stałej prędkości frezowania (G96, G97)	86
11.2.2 Ograniczenie stałej prędkości frezowania (G92)	86
11.2.3 Wyznaczanie osi do wyliczania stałej prędkości frezowania	86
11.3 Regulacja pozycji wrzeciona	87
11.4 Zorientowane zatrzymanie wrzeciona	87
11.5 Pozycjonowanie wrzeciona (Indeksacja)	87
11.6 Śledzenie zmian liczby obrotów wrzeciona (G25, G26)	88
12 Obsługa narzędzia	91
12.1 Komenda wybrania narzędzia (Kod T)	91
12.2 Format programu dla programowania numeru narzędzia	91

13 Funkcje różne i pomocnicze	93
13.1 Funkcje różne (Kody M)	93
13.2 Funkcje pomocnicze (Kody A, B, C)	94
13.3 Porządek wykonywania różnych funkcji	94
14 Konfiguracja programu technologicznego	95
14.1 Numer bloku (Adres N)	95
14.2 Warunkowe pomijanie bloków	95
14.3 Program główny i podprogram	95
14.3.1 Wywoływanie podprogramów	96
14.3.2 Powrót z podprogramu	97
14.3.3 Skok wewnątrz programu głównego	98
15 Korekcja narzędzia	99
15.1 Odniesienie do wartości korekcji narzędzia (H i D)	99
15.2 Modyfikowanie wartości korekcji z programu(G10)	100
15.3 Korekcja długości narzędzia(G43, G44, G49)	100
15.4 Przesuw narzędzia(G45...G48)	102
15.5 Korekcja narzędzia (G38, G39, G40, G41, G42)	105
15.5.1 Włączanie wyliczania korekcji promienia	107
15.5.2 Tryb włączonego wyliczania korekcji promienia	111
15.5.3 Wylączenie wyliczania korekcji promienia narzędzia	114
15.5.4 Zmiana kierunku w wyliczaniu korekcji promienia	117
15.5.5 Programowane utrzymywanie wektora	119
15.5.6 Programowanie łuku narożnika (G39)	120
15.5.7 Ogólne informacje o stosowaniu korekcji promienia na płaszczyźnie	121
15.5.8 Zależności w korekcji narzędzia	126
15.6 Trzy wymiary przesuwu narzędzia (G41, G42)	131
15.6.1 Programowanie trzech wymiarów przesuwu narzędzia (G40, G41, G42)	131
15.6.2 Wektor przesuwu trzech wymiarów	131
16 Transformacje specjalne	133
16.1 Współrzędne systemu obrotu (G68, G69)	133
16.2 Skalowanie (G50, G51)	134
16.3 Programowane odbicie lustrzane (G50.1, G51.1)	135
16.4 Zasady programowania transformacji specjalnych	136
17 Automatyczne wyliczenia geometrii	137
17.1 Programowanie fazki i zaokrąglenia	137
17.2 Zadawanie linii prostej kontem kierunkowym w wybranej płaszczyźnie	138
17.3 Obliczanie punktu przecięcia	140
17.3.1 Punkt przecięcia dwóch linii prostych	140
17.3.2 Punkt przecięcia linii prostej i koła	141
17.3.3 Punkt przecięcia koła i linii prostej	143
17.3.4 Punkt przecięcia koło-koło	145
17.3.5 Tworzenie łańcuchów wyliczania punktów przecięcia	147

18 Cykle wiercenia	148
18.1 Szczegółowy opis cyklu wiercenia	154
18.1.1 Cykl szybkiego, głębokiego wiercenia (G73)	154
18.1.2 Cykl lewego gwintu (G74)	155
18.1.3 Precyzyjny cykl wiercenia (G76)	156
18.1.4 Wyłączanie stanu cyklu (G80)	157
18.1.5 Wiercenie, wyjście szybkim posuwem (G81)	157
18.1.6 Wyłączanie stanu cyklu (G82)	158
18.1.7 Cykl głębokiego wiercenia (G83)	159
18.1.8 Cykl wiercenia gwintu (G84)	160
18.1.9 Cykl wiercenia bez wkładki kompensacyjnej (G84.2, G84.3)	161
18.1.10 Cykl wiercenia (G85)	163
18.1.11 Cykl wiercenia, wycofanie pos. szybkim przy stojącym wrzecionie (G86)	164
18.1.12 Cykl wier/ręczne działania w pn. podst., wytacz. w drodze powrotnej (G87)	165
18.1.13 Cykl wiercenia, działanie w punkcie podst. po wyczekiwaniu (G88)	167
18.1.14 Cykl wier., oczekiwanie w punkcie podstawy, wycof. posuw. rob. (G89)	168
18.2 Uwagi odnośnie zakłócenia cyklu wiercenia	169
19 Funkcja cięcia (G81.1, G80)	170
20 Funkcje miar	173
20.1 Funkcja skoku (G31)	173
20.2 Pomiar automatyczny długości narzędzia (G37)	174
21 Funkcje bezpieczeństwa	176
21.1 Programowanie sprawdzania przesunięcia (G22, G23)	176
21.2 Pozycja za dalekiego przejścia	177
21.3 Sprawdzanie przesunięcia przed ruchem	178
22 Wybieranie makra	179
22.1 Wywołanie prostego makra (G65)	179
22.2 Wywołanie dziedziczzonego makra	180
22.2.1 Wywołanie dziedziczzonego makra w każdej komendzie ruchu (G66)	180
22.2.2 Wywołanie makra z każdego bloku ruchu (G66.1)	181
22.3 Wybieranie makra poprzez kod G	182
22.4 Wybieranie makra poprzez kod M	182
22.5 Wywoływanie pod programu z kodem M	183
22.6 Wywoływanie pod programu z kodem T	183
22.7 Wywoływanie pod programu z kodem S	183
22.8 Wywoływanie pod programu kodami A,B,C	184
22.9 Różnice pomiędzy wywoływaniem pod programu i wywołaniem Makro	184
22.9.1 Wywołanie wielokrotne	184
22.10 Format Makro	186
22.11 Zmienne języki programowania	187
22.11.1 Identyfikacja zmiennej	187
22.11.2 Odniesienie zmiennej	187
22.11.3 Zmienne wolne	188
22.11.4 Format liczbowy zmiennych	188

22.12 Typy zmiennych	188
22.12.1 Zmienne lokalne	189
22.12.2 Wspólne zmienne	189
22.12.3 System zmiennych	189
22.13 Instrukcje języka programowania	197
22.13.1 Definicje zastąpienie	197
22.13.2 Operacje arytmetyczne i funkcje	198
22.13.3 Operacje logiczne	201
22.13.4 Odchylka bez warunkowa	201
22.13.5 Odchylenie warunkowe	201
22.13.6 Wyrażenie warunkowe	201
22.13.7 Iteracja	201
22.13.8 Komenda danych wyjściowych	204
22.14 Instrukcje makro i NC	208
22.15 Wykonywanie NC i instrukcje Makro w czasie	209
22.16 Wyświetlanie Makro i pod programów w trybie automatycznym	209
22.17 Utrzymywanie przycisku STOP podczas wykonywania instrukcji Makro	209
22.18 Cykl Makro frezowania kieszeni	210
Adnotacje	214

1 Wprowadzenie

1.1 Program technologiczny

Program technologiczny zawiera instrukcje, które interpretują sterowanie i za których pomocą kieruje się pracą maszyny. Program składa się z bloków. Bloki natomiast tworzą słowa.

Słowo: Adres i dane

Każde słowo zawiera dwie części - adres i dane. Adres posiada jeden lub kilka znaków, dane są wartością cyfrową (liczbą całkowitą lub wartością dziesiętną). Niektóre adresy mogą dostać przed znak lub operator I.

Łańcuch adresowy:

Adres	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	współrzędne kątowe, współrzędne długości, funkcja pomocnicza	I, -, *
R	promień okręgu, dane pomocnicze	I, -, *
I, J, K	współrzędne środka okręgu, współrzędne pomocnicze	-, *
E	współrzędne pomocnicze	-, *
F	posuw roboczy	*
S	prędkość wrzeczona	*
M	funkcja mieszana	1 - 999
T	numer narzędzia	1 - 9999
H, D	wartość długości i komórki kompensacji promienia	1 - 99
L	liczba powtórzeń	1 - 9999
P	dane pomocnicze, czas oczekiwania	-, *
Q	dane pomocnicze	-, *
,C	długość fazy	-, *
,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 przed znakiem.

Znak + nie jest zaznaczony lub przechowywany.

Blok

Blok składa się ze słów.

Bloki oddziela od siebie w pamięci znak LF (Line Feed). Użycie numeru bloku nie jest obligatoryjne w blokach. W celu wyróżnienia końca bloku od początku kolejnego na ekranie, każdy nowy blok zaczyna się w nowej linii znakiem ">" umieszczonym na przedzie. W przypadku bloku dłuższego od długości jednego wiersza, to wolnym pozostawia pierwszą kolumnę a do drugą kolumnę rozpoczyna pierwszym znakiem z poprzedniej.

Numer programu i nazwa programu

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

Adres numeru programu jest 0. Następnie muszą być umieszczone 4 cyfry.

Nazwa programu jest sekwencją przypadkowych znaków (ciągim) umieszczonych pomiędzy nawiasami - otwierającym "(" i zamykającym ")" i może mieć maksymalnie 16 znaków.

Numer programu i nazwa programu są oddzielone znakami LF (Line Feed) od innych bloków programu w pamięci.

Podczas edycji, numer programu i nazwa programu będą wyświetlane niezmiennie w pierwszej linii.

W pamięci nie może być przechowywany więcej niż jeden program na danym numerze programu.

Początek programu i koniec programu

Każdy program zaczyna się i kończy znakiem %. Podczas edycji programu technologicznego znak kończący program jest umieszczony niezmiennie za ostatnim blokiem w celu zapewnienia zachowania danych w przypadku przerwania i wystąpienia braku zasilania.

Format programu w pamięci

Program w pamięci zawiera znaki ASCII.

Format programu to:

```
%01234 (NAZWA PROGRAMU) LF/1N12345G1X0Y...LF G2Z5...LF...LF
...LF
...LF
N1G40...M2LF
%
```

W powyższej sekwencji znaków,

LF jest znakiem "Line Feed",
% jest początkiem (i końcem) programu.

Format programu w komunikacji z urządzeniem zewnętrznym

Powyższy program jest możliwy do zsynchronizowania z zewnętrznym urządzeniem

Program i podprogram

Program technologiczny może być podzielony na dwie główne grupy -
programy główne i podprogramy

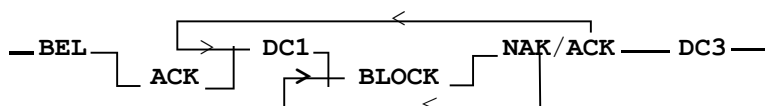
Procedura obróbki detalu jest opisana w programie głównym. Jeżeli podczas obróbki pojawiają się wzorcowo jednakowe fragmenty to nie trzeba ponownie wpisywać ich w głównym programie. Należy natomiast zorganizować podprogram, który można przywołać z dowolnego miejsca (nawet z kolejnego podprogramu). Użytkownik może wrócić z powrotem z podprogramu do programu głównego.

Kanał DNC

Dodatkowo istnieje możliwość realizowania programu technologicznego z zewnętrznej jednostki (np. z komputera PC) bez konieczności przechowywania go w pamięci kontrolnej. Sterowanie odczyta program zamiast z własnej pamięci to z bezpośredniego urządzenia zewnętrznego poprzez interfejs RS232C. Połączenie to nazywa się kanałem DNC. Ta metoda jest szczególnie przydatna do wykorzystania programu kiedy jest on objętościowo za duży do przechowywania w pamięci sterowania.

Kanał DNC jest kanałem transmisji danych sterowanych protokołem

Wypożyczenie kontrolera:



Powyższe skróty mają następujące znaczenia (wraz z kodami ASCII):

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

ACK (6): potwierdzenie.

NAK (21): Transmisja błędnych danych (np. problemy z hardwarem w linii lub błąd BBC). Transmisja BLOCK musi być powtórzona.

DC1 (17): Kolejny przekaz BLOCK musi się rozpocząć.

DC3 (19): Przerwanie połączenia..

BLOCK:

– Podstawowo w bloku NC (zawierającego znaki LF) i suma sprawdzenia (BCC) przechowuje w 7 bitach jako ostatni bajt bloku (7 bitów, główny, the uppermost BCC jest niezmiennie 0). Brak SPACE (32) lub kilka innych znaków mniejszego kodu ASCII mogą być zawarte w bloku.

– **EOF** (26) (**End Of File**), sygnał jest transferowany przez wyposażenie ("sender") do przerywania połączenia.

Dla trybu DNC, ustawienie drugiego fizycznego kanału (tylko ten jeden jest dołączany jako kanał DNC) dla 8-o bitowego trybu.

Program realizowany kanałem DNC musi mieć sekwencję liniową. Nie dotyczy to ewentualnie przywoływanych podprogramów lub makro, które muszą być przechowywane w pamięci sterowania. Jeśli w programie głównym odstępimy od liniowej sekwencji w programie głównym (GO TO, DO WHILE), sterowanie wyemituje komunikat błędu 3058 *NOT IN DNC* (pol. *Nie można w trakcie DNC*). Jeśli sterowanie zauważy błąd BLOCK i NAK powróci to BLOCK musi być powtórzony.

1.2 Podstawowe pojęcia

Interpolacja

System sterujący podczas obróbki przesuwa narzędzie wzdłuż prostej i koła. Te czynności pracy są zdefiniowane jako "Interpolacja".
Narzędzie przesuwa się wzdłuż prostej:

program:

```
G01 Y__  
X__ Y__
```

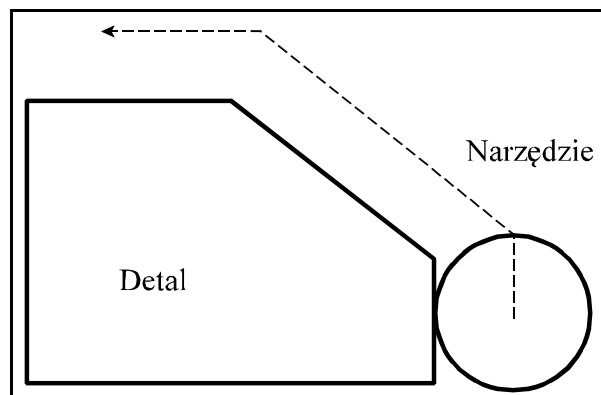


Fig. 1.2-1

Narzędzie przesuwa się po kole:

program:

```
G03 X__ Y__ R__
```

Niniejsze opisy odnoszą się do przesuwu narzędzia wzdłuż powierzchni roboczej.

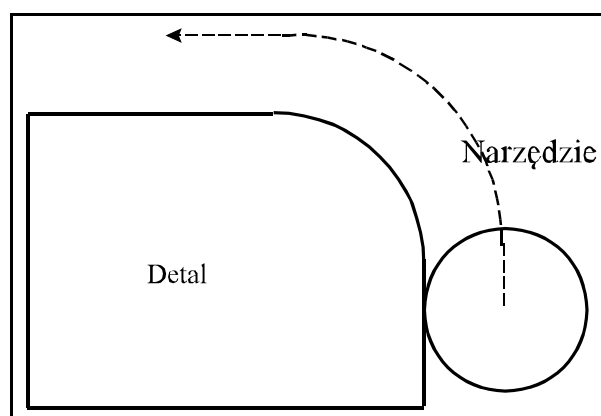


Fig. 1.2-2

Funkcje przygotowawcze (kody G)

Typ działania możliwego do wykonywania przez jeden blok jest opisany w funkcji przygotowawczej zwanej kodem G. Np. kod G01 wprowadza interpolację liniową.

Posuw roboczy

Termin "posuw roboczy" odnosi się do prędkości narzędzia podczas obróbki, względem detalu. Pożądany posuw roboczy zadawany jest w adresie F programu z wartością cyfrową. Dla przykładu F150 oznacza 150 mm/min.

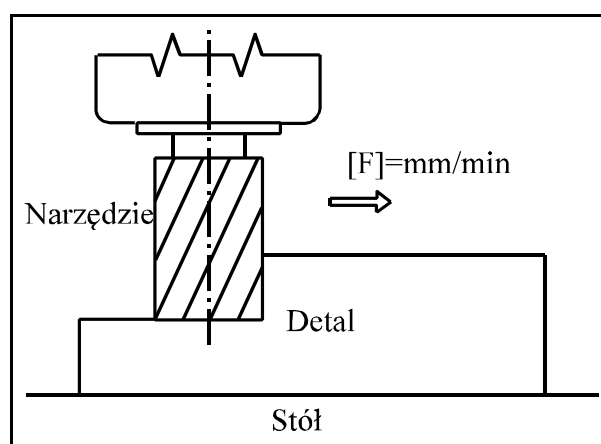


Fig. 1.2-3

Punkt referencyjny

Punkt referencyjny jest stałym punktem obrabiarki. Po włączeniu maszyny, sanie należy przesunąć do punktu referencyjnego. Następnie system sterowania będzie w stanie interpretować dane współrzędnych absolutnych.

Układ współrzędnych

Wymiary określone na rysunku należy odnieść do danego punktu detalu. Punkt ten jest początkiem systemu współrzędnych detalu (punkt 0). Te dane wymiarowe muszą być napisane w adresie współrzędnych w programie technologicznym. Np. X340 oznacza punkt współrzędnym 340mm w systemie współrzędnych obrabianego detalu.

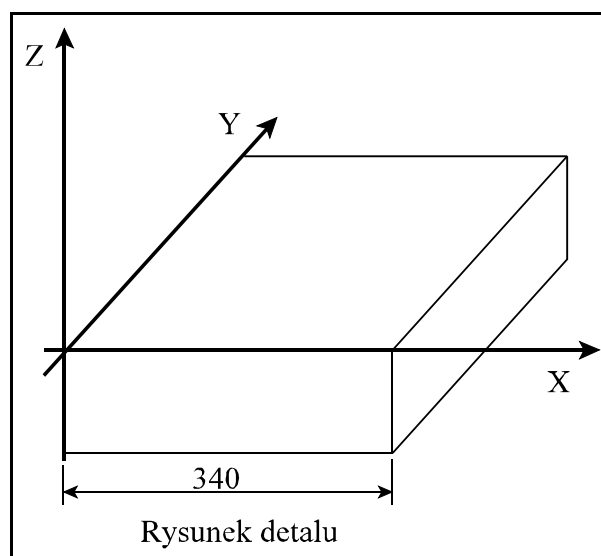


Fig. 1.2-4

System współrzędnych określonych w systemie sterowania i w których sterowanie interpretuje pozycje różni się od systemu współrzędnych detalu. Do wykonania prawidłowego detalu przez sterowanie, punkty 0 dwóch systemów współrzędnych muszą być ustawione w tej samej pozycji. Uzyskuje się to poprzez przesunięcie środka narzędzia do punktu znanej pozycji detalu i ustawienie systemu współrzędnych sterowania do tej wartości.

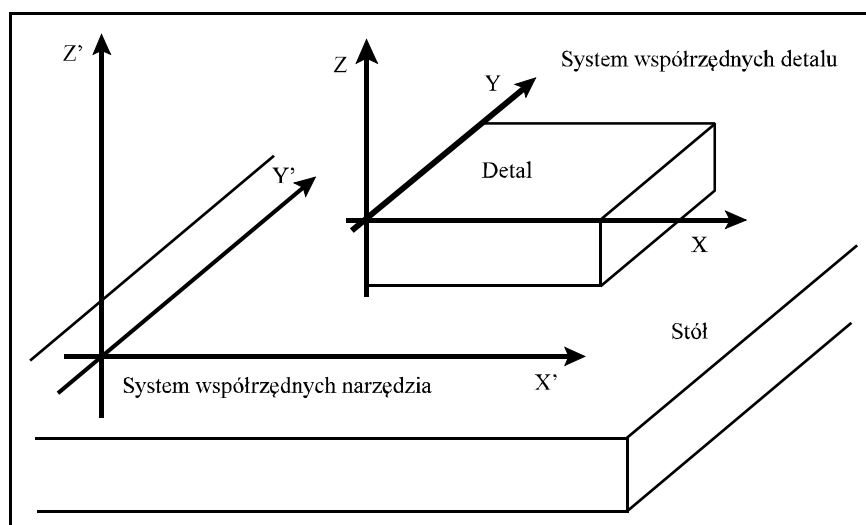


Fig. 1.2-5

Określenie współrzędnych całkowitych

Kiedy całkowite wartości współrzędnych zostały określone, narzędzie porusza się w odległości mierzonej od początku systemu współrzędnych do punktu którego pozycja została określona poprzez współrzędne.

Kodem danych całkowitych jest G90.

Blok

```
G90 X50 Y80 Z40
```

przesunie narzędzie do punktu powyższej pozycji.

Inkrementalne (przyrostowe) zadawanie danych współrzędnych

W przypadku zadawania danych inkrementalnych, sterowanie zinterpretuje dane, by narzędzie przesunęło się w odległości liczonej od chwilowego położenia.

Kod danych inkrementalnych to G91. Kod G91 dotyczy wszystkich współrzędnych.

Blok

```
G91 X70 Y-40 Z-20
```

przesunie narzędzie jego poprzedniej pozycji do kolejnej z odpowiednią długością

Dane inkrementalne mogą być zdefiniowane także poprzez odnoszenie do pojedynczej współrzędnej.

Znak I stojący za adresem współrzędnych odnosi się do specyfikacji inkrementalnej danej wartości współrzędnych.

W bloku `G90 XI-70 Y80 Z40`

dane X zostały zinterpretowane jako wartość inkrementalna podczas gdy dane Y i Z są dla kodu G90 zinterpretowane współrzędne całkowite.

Fig. 1.2-6

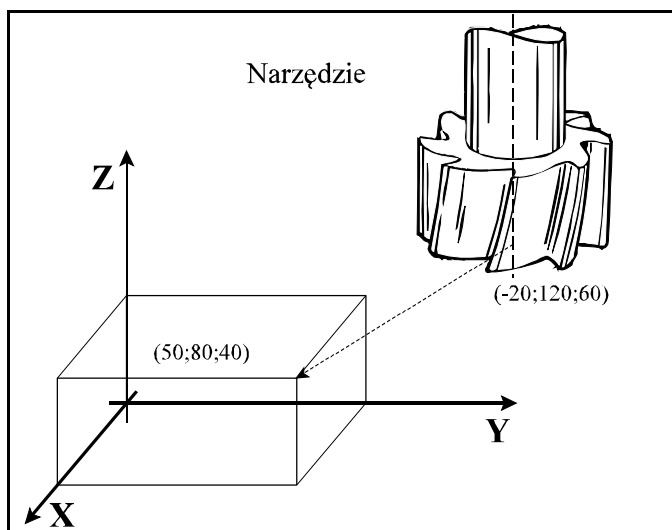


Fig. 1.2-6

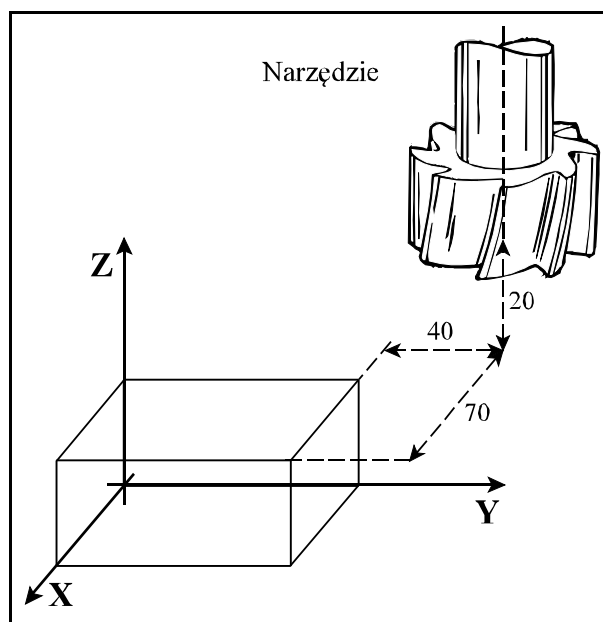


Fig. 1.2-7

Funkcje dziedziczone

Niektóre kody są ważne dopóki kolejny kod lub wartość nie zostaną określone. Są to kody dziedziczone np. W programie

```
N15 G90 G1 X20 Y30 F180
```

```
N16 X30
```

```
N17 Y100
```

kod G90 (określone dane całkowite) i wartość F (posuw), określone w bloku N15, będą modalne w bloku N16 i N17. Dlatego też, nie jest niezbędne określanie tych funkcji w każdym następnym bloku.

Funkcje nie dziedziczone

Niektóre kody lub wartości są ważne tylko w bloku w którym zostały określone. Są to funkcje nie dziedziczone.

Rozkaz liczby obrotów wrzeciona

Prędkość wrzeciona może być podana w adresie S. Nazywa się to “funkcja S”. Instrukcja S1500 nakazuje wrzecionu prędkość obrotową 1500obr./min.

Funkcja narzędzia

W przebiegu frezowania muszą być używane różne narzędzia dla rozmaitych operacji. Odmienne narzędzia są określane numerami. Kod T odnosi się do narzędzi. Instrukcja T25 w programie oznacza że narzędzie o numerze 25 musi być zmienione. Zmiana narzędzia może być przeprowadzona automatycznie lub ręcznie, w zależności od rodzaju obrabiarki.

Funkcje różne

Podczas cyklu pracy przeprowadzane są różne funkcje za i wyłączania. Na przykład: uruchomienie wrzeciona ,włączenie chłodziwa. Operacje te mogą być przeprowadzane z funkcją M (zróznicowanie) np. w szeregu instrukcji M3 M8
M3 oznacza “obroty wrzeciona zgodnie z ruchem wskazówek zegara”, M8 oznacza “włączenie chłodziwa”.

Korekcja długości narzędzi

Podczas pracy maszyny narzędzia o różnych długościach wykonują oddzielne operacje. Dodatkowo tę samą operację np. przy produkcji wieloseryjnej za pomocą narzędzi o różnych długościach (np. na skutek zużycia). W celu wykonania czynności opisanych w programie pracy przez narzędzia o różnych długościach, w sterowaniu muszą być ustawione oddzielne długości narzędzi. Jeżeli w programie chcemy, by ostrze narzędzia osiągnęło dany punkt, musimy przywołać tę wartość, którą wprowadziliśmy w trakcie pomiarów. Wykonuje się to w adresie H. Np. instrukcja H1 odnosi się do danych długości Nr.1. Sterowanie przesunie ostrze narzędzia do określonego punktu. Procedura ta odnosi się ustawień w trybie “korekcji długości narzędzia”.

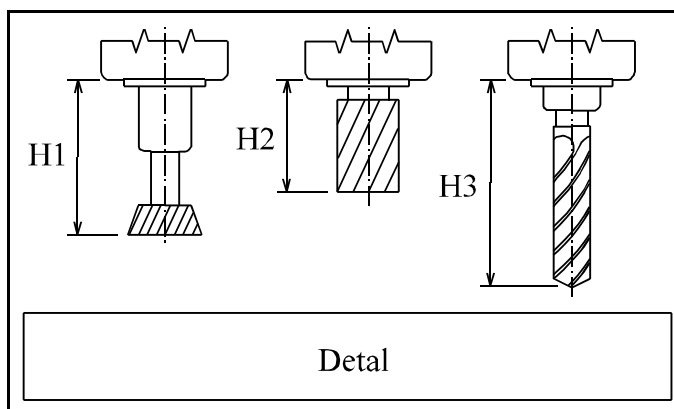


Fig. 1.2-8

Korekcja promienia

Frezowanie konturów jest wykonywane narzędziami o różnych promieniach. Jeśli narzędzie realizuje ruch nierównoległy do osi to dokładny wymiar otrzymuje się gdy środek promienia narzędzi (a nie ostrze) prowadzony jest prostopadłe do konturu w odległości od niego równej promieniowi (r). Wartości korekcji promienia muszą być ustawione w systemie sterowania. Promień narzędzia zadaje się w grupie korekcji pod adresem T.

Korekcja zużycia narzędzia

Narzędzia podczas pracy narażone są na zużycie.

Biorąc to pod uwagę, zmiany wymiarów (zarówno w długości i promieniu) można korygować poprzez korekcję zużycia narzędzia. Zużycie narzędzia może być ustawione w systemie sterowania. Wartości geometryczne, np. długość początkowa wraz z promieniem narzędzia oraz zużycie należą do jednej grupy korekcji (odnoszą się do adresów H i D). Kiedy kompensacja jest ustawiona, sterowanie wykona korekcję przesuwu sumując dwie wartości.

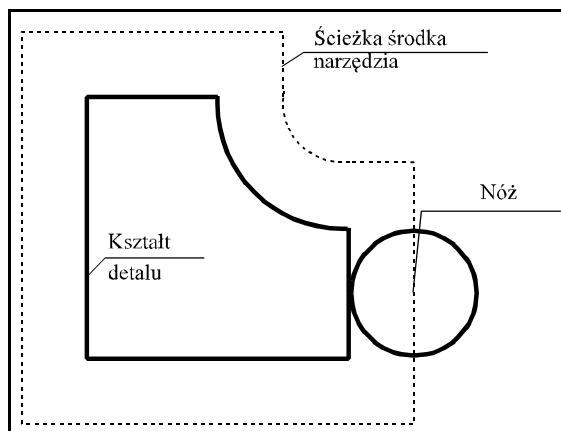


Fig. 1.2-9

2 Osie sterowane

Liczba osi (w konfiguracji podstawowej)	3 osie
W konfiguracji rozszerzonej	5 dodatkowych osi (8 osi razem)
Liczba osi poruszanych jednocześnie	8 osi (z interpolacją liniową)

2.1 Nazwy osi

Nazwy osi sterowanych mogą być zdefiniowane w pamięci parametrów. Każdy adres może przypisany do jednej z fizycznych osi. W podstawowej konfiguracji nazwy osi w systemie kontrolnym frezowania są następujące: X, Y i Z.

Nazwy dodatkowych (rozszerzonych) osi zależą od ich odpowiednich typów. Możliwe nazwy rozszerzonych osi wykonujących ruchy liniowe to: U, V i W. Kiedy są one równoległe do głównych osi X, Y i Z, nazywają się odpowiednio U, V i W.

Osie wykonujące ruchy obrotowe są nazywane A, B i C. Osie obrotowe, których osie obracają się równoległe do X, Y i Z są nazwane odpowiednio A, B i C.

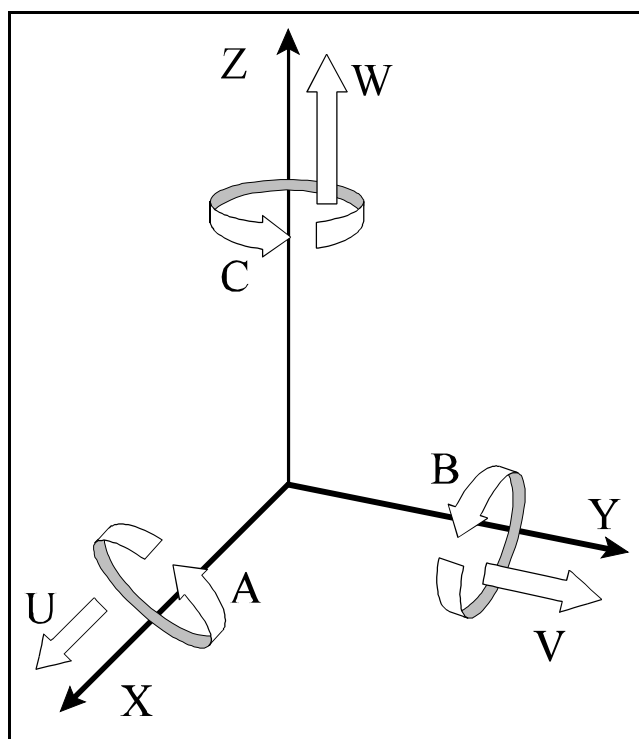


Fig. 2.1-1

2.2 Miara osi i system inkrementalny

Dane współrzędne mogą być podawane w 8 cyfrach. Mogą posiadać również przed znaki.

Dodatni znak + został ominięty i nie umieszcza się go przed liczbą.

Dane współrzędnych długości wprowadzanych mogą być podawane w milimetrach lub calach.

Są to jednostki miar wejściowych. Wybiera się je z programu.

Układ pomiarowy określa wyjściowy system miary który należy podawać do systemu sterowania w postaci parametru. Na jednej maszynie nie wolno mieszać kilku jednostek miar. W przypadku wprowadzenia różnych systemów miary sterowanie automatycznie przeprowadzi konwersję (zamianę).

Miarą osi obrotowych jest zawsze stopień.

Najmniejszy, możliwy do zadania wymiar jest określany jako **system inkrementalny wejściowy**. System ten wybierany przy pomocy parametru.

Są trzy dostępne systemy- IS-A, IS-B i IS-C. Na danej maszynie nie można mieszać tego systemu. Sterowanie po opracowaniu wchodzących danych wysyła nowe dane ścieżki do poruszania osi. Rozdzielczość tych danych zawsze jest podwojeniem wejściowego systemu inkrementalnego. Definiuje się to jako **system inkrementalny wyjściowy sterowania**. System inkrementalny wejściowy jest określany przez użycie enkodera..

System inkrementalny	Najmniejsza możliwa wartość	Największa możliwa wartość
IS-A	0.01 mm	999999.99 mm
	0.001 cal	99999.999 cal
	0.01 stopień	999999.99 stopień
IS-B	0.001 mm	99999.999 mm
	0.0001 cal	9999.9999 cal
	0.001 stopień	99999.999 stopień
IS-C	0.0001 mm	9999.9999 mm
	0.00001 cal	999.99999 cal
	0.0001 stopień	9999.9999 stopień

3 Funkcje przygotowawcze (kody G)

Typ komendy w danym bloku będzie określany w adresie G i następującej potem liczbie. Poniższa tabela zawiera kody G wraz z grupami i funkcjami które są interpretowane przez sterowanie.

Kod G	Grupa	Funkcja	strona
G00*	01	Pozycjonowanie	22
G01*		Interpolacja liniowa	22
G02		Interpolacja ślimakowa, kołowa zgodnie z ruchem wskazówek zegara (CW)	24
G03		Interpolacja ślimakowa, kołowa przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (CCW)	24
G04	00	Oczekiwanie	75
G05.1		Włączenie trybu wielokrotnego bufora, HSHP	56 , 57
G07.1		Interpolacja cylindryczna	35
G09		Dokładne zatrzymanie w danym bloku	50
G10		Programowane ustawianie danych	82 , 98 , 102
G11		Kasowanie programowania ustawień danych	
G12.1	26	Interpolacja współrzędnych biegunowych-włączona	31
G13.1		Interpolacja współrzędnych biegunowych-wyłączona	31
G15*	17	Komenda kasowania współrzędnych biegunowych	39
G16		Komenda współrzędnych biegunowych	39
G17*	02	Wybór płaszczyzny $X_p Y_p$	85
G18*		Wybór płaszczyzny $Z_p X_p$	85
G19		Wybór płaszczyzny $Y_p Z_p$	85
G20	06	Wprowadzane danych w calach	41
G21		Wprowadzane danych metrycznych	41
G22*	04	Włączona funkcja określania przestrzeni roboczej	184
G23		Wyłączona funkcja określania przestrzeni roboczej	184
G25*	8	Wyłączona funkcja wykrycia wahań prędkości wrzeciona	90
G26		Włączona funkcja wykrycia wahań prędkości wrzeciona	90
G28	0	Programowanie przyjęcia punktu odniesienia	76
G29		Powrót z punktu odniesienia	77
G30		Najazd na 1, 2, 3 i 4 punktu odniesienia	77
G31		Pomiar z kasowaniem reszty drogi	181
G33	01	Gwintowanie	28
G37	00	Automatyczny pomiar długości narzędzia	182
G38		Utrzymanie wektora korekcji promienia	123

Kod G	Grupa	Funkcja	strona
G39		Łuk w kącie z korekcją promienia	123
G40*	07	Wyłączenie wyliczania korekcji 3 wymiarów promienia narzędzia	108
G41		Wyliczanie korekcji promienia z lewej	108 , 107 , 111
G42		Wyliczanie korekcji promienia z prawej	108 , 107 , 111
G43*	08	Korekcja długości narzędzia +	103
G44*		Korekcja długości narzędzia -	103
G45	00	Zwiększenie offsetu narzędzia	104
G46		Zmniejszenie offsetu narzędzia	104
G47		Podwójne zwiększenie offsetu narzędzia	104
G48		Podwójne zmniejszenie offsetu narzędzia	104
G49*	08	Kasowanie korekcji długości narzędzia	103
G50*	11	Kasowanie skalowania	139
G51		Skalowanie	139
G50.1*	18	Kasowanie odbicia lustrzanego	140
G51.1		Włączenie odbicie lustrzanego	140
G52	00	Ustawienie systemu współrzędnych lokalnych	83
G53		Pozycjonowanie w systemie współrzędnych maszyny	80
G54*	14	Wybór układu współrzędnych pierwszego detalu	81
G55		Wybór układu współrzędnych drugiego detalu	81
G56		Wybór układu współrzędnych trzeciego detalu	81
G57		Wybór układu współrzędnych czwartego detalu	81
G58		Wybór układu współrzędnych piątego detalu	81
G59		Wybór układu współrzędnych szóstego detalu	81
G61	15	Tryb dokładnego zatrzymania	50
G62		Tryb zmniejszenia posuwu roboczego w kącie	51
G63		Zakaz inhibit	50
G64*		Tryb ciągłej obróbki	50
G65		Proste wywoływanie makro	187
G66		Dziedziczone wywołanie makro (A) po każdej komendzie ruchu	188
G66.1		Dziedziczone wywoływanie makro (B) z każdego bloku	189
G67		Kasowanie dziedziczonego wywołania makro (A/B)	188
G68	16	Obroty systemu współrzędnych	138
G69*		Kasowanie obrotów systemu współrzędnych	138
G73	09	Cykl powtarzający wzorzec	161

Kod G	Grupa	Funkcja	strona
G74		Cykl podcinający czoło	162
G76		Cykl gwintowania	163
G80*		Kasowanie stanu cyklu	164
G81		Cykl wiercenia z odejściem szybkim posuwem	164
G82		Cykl wiercenia z wyczekiwaniem, odejście szybkim posuwem	165
G83		Cykl głębokiego wiercenia	166
G84		Cykl gwintowania	167
G84.2		Cykl wiercenia prawego gwintu bez wkładki wyrównującej	168
G84.3		Cykl wiercenia lewego gwintu bez wkładki wyrównującej	168
G85		Cykl wiercenia	171
G86		Cykl wiercenia z odejściem szybkim posuwem przy stającym wrzecionie	172
G87		Cykl wiercenia/Cykl wiercenia od tyłu	173
G88		Cykl wiercenia (Operacja ręczna)	175
G89		Cykl wiercenia (Oczekiwanie na punkcie dolnym, cofnięcie z posuwem)	176
G90*	03	Zadawanie danych całkowitych	39
G91*		Zadawanie danych inkrementalnych	39
G92	00	Zmiana współrzędnych pracy /ustawienia maksymalnej prędkości wrzeciona	82
G94*	05	Posuw roboczy na minutę	46
G95*		Posuw roboczy na obrót	46
G96	13	Włączanie wyliczania stałej prędkości frezowania	88
G97*		Kasowanie wyliczania stałej prędkości frezowania	88
G98*	10	Powrót z cyklu wiercenia do punktu wyjścia	156
G99		Powrót z cyklu wiercenia do punktu R	156

☞ *Uwaga:*

- W grupie znak “*” oznacza kod G i odnosi się do stanu jaki przyjmuje sterowanie po załączeniu.
- Jeśli kilka kodów jest oznaczonych “*” w grupie, można wybrać kody aktualne po załączeniu maszyny. parametr może być ustawiony. Są to: G00, G01; G17, G18; G43, G44, G49; G90, G91; G94, G95.
- G20 i G21 po załączeniu, ten będzie aktualny, który był aktywny podczas wyłączenia.
- Komenda G05.1 jest interpretowana po załączeniu w parametrze *MULBUF*.
- Kody G w grupie 00 nie są dziedziczone; reszta tak.
- Do jednego bloku można wpisać kilka kodów G pod warunkiem iż, z grupy podobnych kodów w bloku znajduje się tylko jeden.
- Przywołanie niedozwolonego kodu G lub określenia kilku kodów G należących do tej samej grupy w bloku pokaże wiadomość błędu *3005 ILLEGAL G CODE (kod G nielegalny)*.

4 Interpolacja

4.1 Pozycjonowanie (G00)

Szereg instrukcji

G00 v

odnosi się do pozycjonowania w bieżącym układzie współrzędnych.

Pozycjonowanie odbywa się w punkcie o współrzędnej v. Oznaczenie v (wektor) odnosi się tutaj (i dalej) do wszystkich osi używanych na maszynie.

(Mogą to być X, Y, Z, U, V, W, A, B, C).

Pozycjonowanie z zadaniem w jednym bloku jednoczesnym ruchem wszystkich osi odbywa się wzdłuż prostej. Współrzędne mogą być danymi całkowitymi lub inkrementalnymi.

Prędkość pozycjonowania nie może być zadana w programie. Wykonuje się to z wartościami oddzielnie dla każdej osi ustawionymi w parametrach przez producenta maszyny.

Kiedy w tym samym czasie wykonywany jest jednoczesny ruch przez kilka osi, sterowanie oblicza siłę wypadkową aby pozycjonowanie było wykonywane w minimalnym przedziale czasowym i prędkość szybkiego ruchu dla każdej osi nie została przekroczona.

Podczas wykonywania instrukcji G00, sterowanie przeprowadza odpowiednio przyspieszenie i zwolnienie przy ruszaniu i zatrzymywaniu

Do zrobienia ruchu, sterowanie sprawdzi sygnał “na pozycji” kiedy parametr “*POSCHECK*” w polu parametrow jest 1 albo nie wykona tego, jeśli parametr będzie ustawiony na 0. Odczeka przez 5 sekund na sygnał “na pozycji”, jeżeli sygnał nie pojawi się to sterowanie pokaże wiadomość *1020 POSITION ERROR*.

Maksymalna odchyłka akceptowalna od pozycji może być określona w parametrze *INPOS*.

Kodem dziedziczonym G00 pozostaje dotąd, aż będzie ponownie wpisany przez kolejną komendę interpolacji. Po wyłączeniu, G00 lub G01 działają i zależą od wartości ustawionych w grupie parametru *CODES* pola parametru.

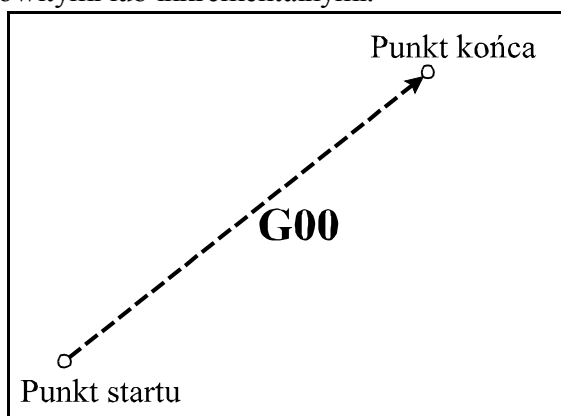


Fig. 4.1-2

4.2 Interpolacja liniowa (G01)

Szereg instrukcji

G01 v F

wybierze tryb interpolacji liniowej. Wpisane dane dla “v” mogą być zinterpretowane przez bieżący system współrzędnych jako wartości całkowite lub inkrementalne. Prędkość ruchu może być programowana w adresie F.

Posuw roboczy programowany w adresie F będzie realizowany bez odchyłek wzdłuż zaprogramowanej ścieżki.

Składowe wzdłuż osi:

Posuw wzdłuż osi X jest

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

Posuw wzdłuż osi Y jest

$$F_y = \frac{Y}{L} F$$

Posuw wzdłuż osi U jest

$$F_u = \frac{U}{L} F$$

Posuw wzdłuż osi C jest

$$F_c = \frac{C}{L} F$$

gdzie x, y, u, c są różnie programowane wzdłuż odpowiednich osi, L jest długością wektorową

$$L = \sqrt{x^2 + y^2 + \dots + u^2 + \dots + c^2}$$

programowanych przestawień:

G01 X100 Y80 F150

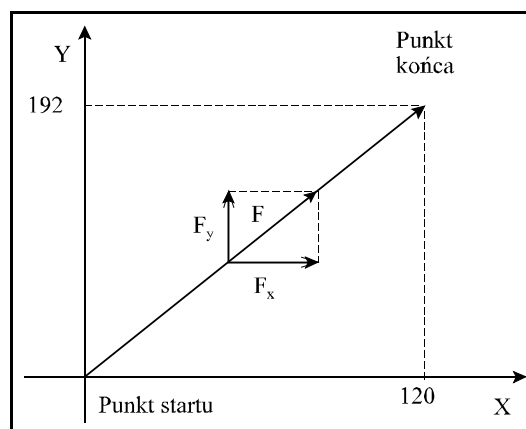


Fig. 4.2-1

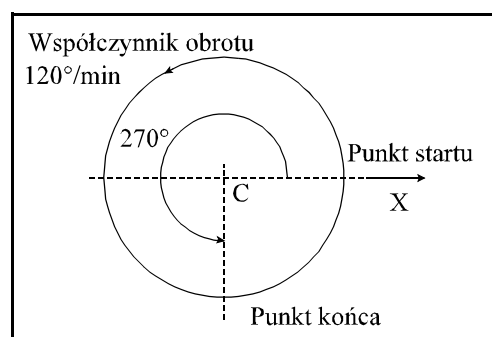


Fig. 4.2-2

Posuw roboczy wzdłuż osi obrotowej jest interpretowany w jednostkach stopni na minutę (°/min):

G01 B270 F120

Powyższy blok F120 oznacza 120stopni/ minutę.

Jeśli ruch osi linowych i obrotowych jest kombinowany poprzez interpolację linową, składniki posuwu będą rozłożone zgodnie z poniższą formułą np. w bloku

G91 G01 Z100 B45 F120

składniki posuwu w kierunku Z i B są:

posuw wzdłuż osi Z: $F_z = \frac{100}{\sqrt{100^2 + 45^2}} 120 = 109.4 \quad \text{mm/min}$

posuw wzdłuż osi B: $F_b = \frac{45}{\sqrt{100^2 + 45^2}} 120 = 49.2 \quad \text{°/min}$

Kodem dziedzicznym G01 jest aktualny dopóki nie wpisze się innego kodu interpolacji. Po załączeniu G00 lub G01 są aktualne, w zależności od ustawień wartości parametrów w grupie kodów *CODES* pola parametru.

4.3 Interpolacja kołowa i spiralna (G02, G03)

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

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

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

Szereg instrukcji określających interpolacje kołową.

Interpolacja kołowa jest wykonywana w płaszczyznach poprzez wybranie komend G17, G18, G19 w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (z G02 lub G03 w kierunku przeciwnym).

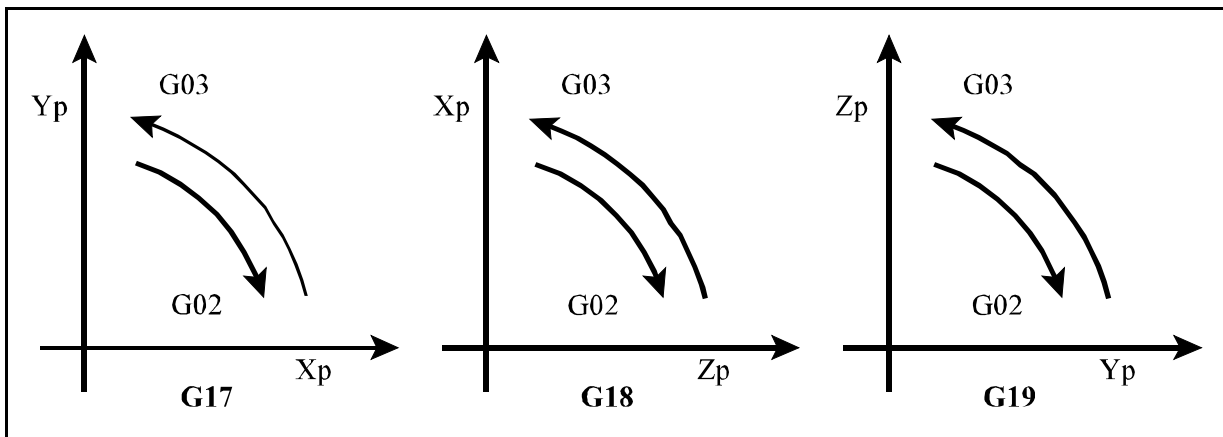


Fig. 4.3-1

X_p , Y_p , i Z_p oznaczają:

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 , i Z_p są punktami końcowymi współrzędnych koła w danym systemie współrzędnych, określona jako dane całkowite lub inkrementalne.

Kolejne dane koła mogą być określone na dwa sposoby.

Sposób 1

Przez adres R gdzie R jest promieniem koła, sterowanie automatycznie obliczy współrzędne środka koła od współrzędnych punktu początkowego (punkt gdzie znajduje się sterowanie w chwili odczytywania bloku koła), i punktu końcowego wartości (wartość zdefiniowana w adresie X_p , Y_p , Z_p) oraz z zaprogramowanego promienia koła R. Ponieważ w jednym kierunku (G02 lub G03) można poprowadzić przez punkt końcowy i początkowy dwa koła o promieniu R, to jeśli promień koła określimy dodatnią liczbą, sterowanie wybierze ruch wzdłuż łuku mniejszego niż 180° . W przypadku wpisania ujemnej liczby pod adresem R sterowanie wybierze łuk większy od 180° .

np.:

Łuk sekcja 1: G02 X50 Y40 R40
 Łuk sekcja 2: G02 X50 Y40 R-40
 Łuk sekcja 3: G03 X50 Y40 R40
 Łuk sekcja 4: G03 X50 Y40 R-40

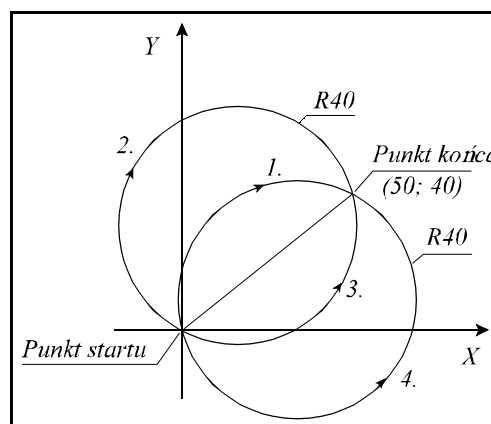


Fig. 4.3-2

Sposób 2

Środek koła jest określony w adresie I, J, K dla osi X_p , Y_p i Z_p . Wartości określone w adresach I, J, K są interpretowane zawsze inkrementalnie poprzez sterowanie, a więc wektor jest zdefiniowany przez wartości punktów I, J, K od punktu początku do środka koła. Np.:

Wraz z G17: G03 X10 Y70 I-50 J-20

Wraz z G18: G03 X70 Z10 I-20 K-50

Wraz z G19: G03 Y10 Z70 J-50 K-20

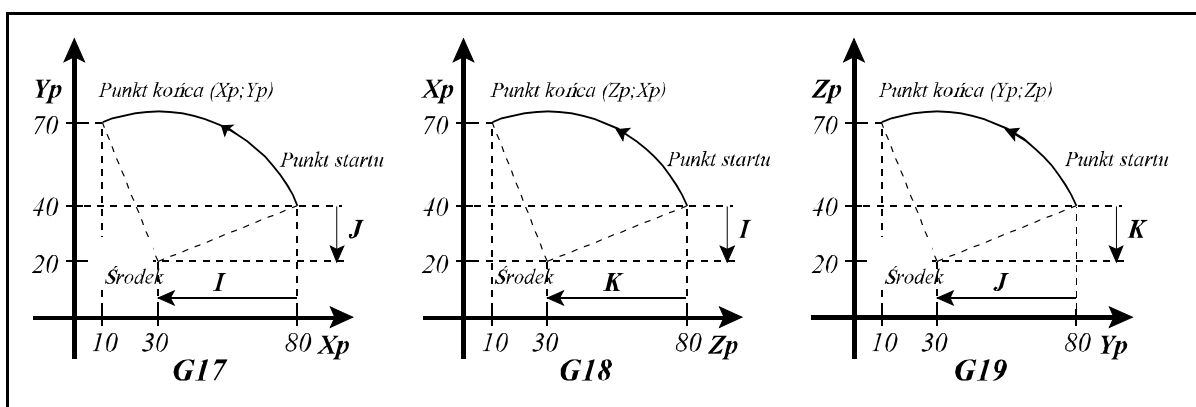


Fig. 4.3-3

Posuw wzdłuż ścieżki może być programowany w adresie F, wskazując kierunek stycznej koła i jest stały wzdłuż całej ścieżki.

☞ *Uwagi:*

- I0, J0, K0 mogą być pominięte, np.
G03 X0 Y100 I-100
- Kiedy każdy X_p , Y_p i Z_p jest pominięty lub współrzędne punktu końcowego zgadzają się ze współrzędnymi punktu początku to wtedy:
 - a. Jeśli zostały zaprogramowane współrzędne środka koła w adresach I, J, K- sterowanie interpoluje całkowite koło 360°.
Np.: G03 I-100,
 - b. Jeśli promień R był programowany, sterowanie pokaże błąd 3012 *ERRONEOUS CIRCLE DEF. R*.
- Kiedy blok z kołem
 - a. nie zawiera ani promienia (R) lub I, J, K ,
 - b. albo poza wybraną powierzchnię trafią wywołane adresy I, J, K, sterowanie pokaże błąd 3014 *ERRONEOUS CIRCLE DEF.*. Na przykład. G03 X0 Y100, lub (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* sterowanie pokaże wiadomość błędu 3011 *RADIUS DIFFERENCE (BŁĄD PROMIENIA W KOLE)*.

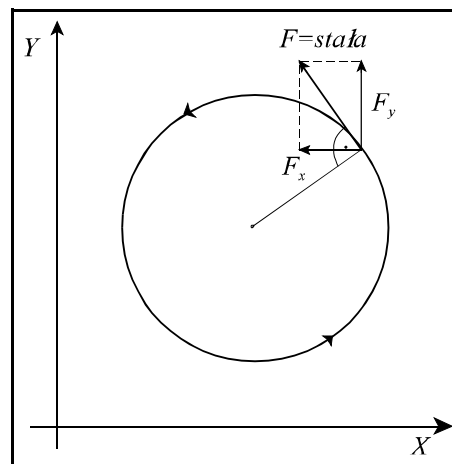


Fig. 4.3-4

Gdy różnica między promieni jest mniejsza niż wartość określona w parametrze, sterowanie poprowadzi narzędzie wzdłuż spirali na płaszczyźnie w której promień zmienia się liniowo w funkcji środkowego kąta. W interpolacji ze zmiennym promieniem stała będzie prędkość kątowa a nie prędkość wzdłuż ścieżki.

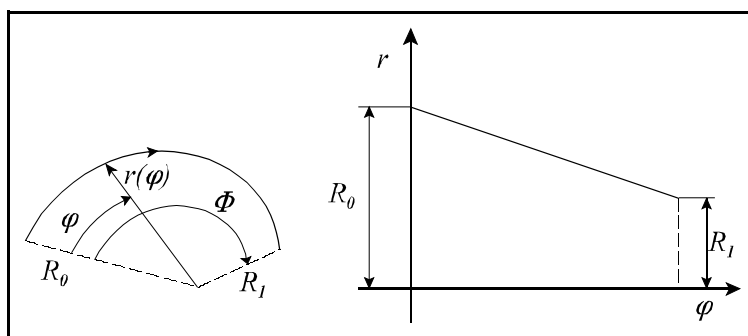


Fig. 4.3-5

Fragment programu poniżej jest przykładem jak programuje się koło ze zmiennym promieniem poprzez użycie adresów I, J, K..

```
G17 G90 G0 X50 Y0
G3 X-20 I-50
```

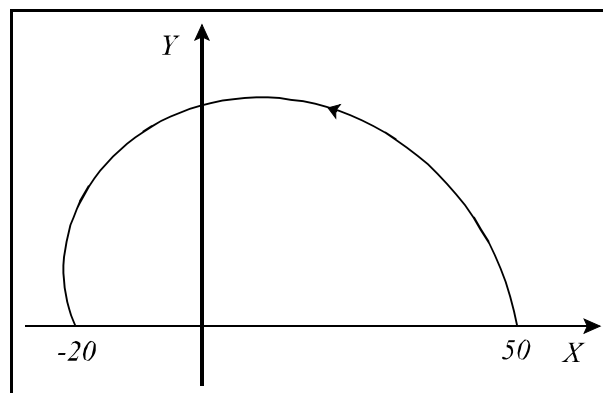


Fig. 4.3-6

Jeśli określony promień koła jest mniejszy niż połowa odcinka łączącego punkt początku z punktem końca, to sterowanie traktuje daną wartość promienia jako punkt początku promienia i będzie interpolować koło z różnymi promieniami, których punkt środkowy jest położony na prostej łączącej punkt początku z punktem końca w odległości R od punktu początkowego

```
G17 G0 G90 X0 Y0
G2 X40 Y30 R10
```

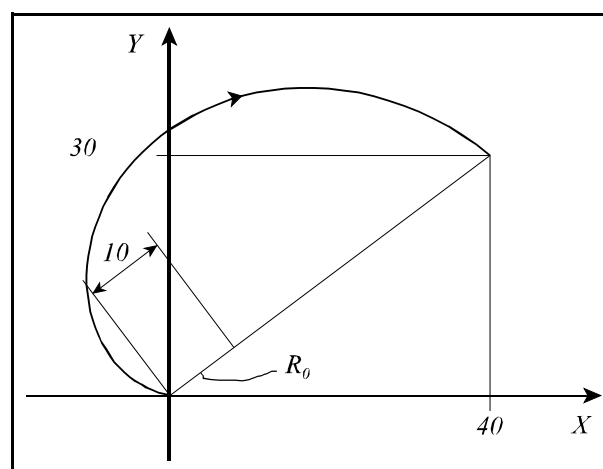


Fig. 4.3-7

4.4 Interpolacja ślimakowa (G02, G03)

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

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

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

Zestaw instrukcji definiuje interpolację ślimakową.

Ta interpolacja różni się od interpolacji kołowej tym że trzecia oś (q), nie jest osią tworzącą płaszczyznę kołową. Sterowanie wykonuje prosty ruch wzdłuż osi q.

Posuw określony w adresie F jest ważny wzdłuż ścieżki koła. Składowe posuwu F_q wzdłuż osi q są osiągnięte w zależności

$$F_q = \frac{L_q}{L_{arc}} F$$

gdzie

L_q : zmiana położenia wzdłuż osi q,

L_{arc} : długość łuku kołowego,

F: posuw programowany,

F_q : posuw wzdłuż osi q.

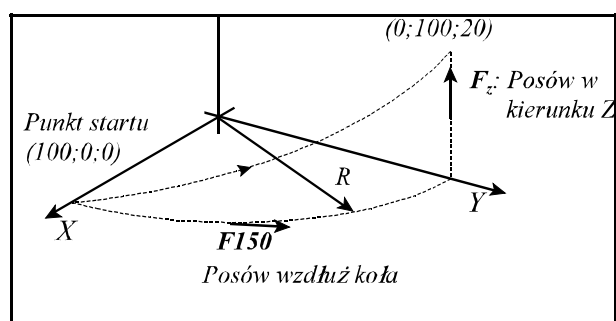


Fig. 4.4-1

Na przykład:

G17 G03 X0 Y100 Z20 R100 F150

Seria instrukcji

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

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

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

określa wielowymiarową przestrzenną interpolację ślimakową w której q, r, s są osiami opcjonalnymi nie włączonymi w interpolację koła

Np.: seria instrukcji

G17 G3 X0 Y-100 Z50 V20 I-100

przesunie narzędzie wzdłuż zewnętrznej powierzchni cylindra jeśli V jest osią równoległą do Y.

Informacja:

– Kiedykolwiek parametr *HELICALF* w polu parametrów będzie ustawiony na 1, sterowanie zaimplementuje programowany posuw wzdłuż ścieżki.

– W przypadku określenia koła w wybranej płaszczyźnie mającego różne promienie, interpolacja będzie wykonana wzdłuż zew. powierzchni określonego stożka.

– Kompensacja określonego promienia narzędzia będzie wprowadzona bez odchyłek na płaszczyźnie okręgu.

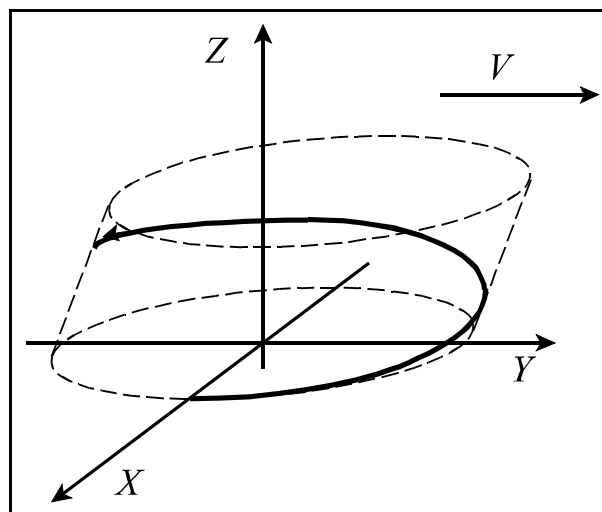


Fig. 4.4-2

4.5 Nacinanie gwintu o stałym skoku (G33)

Instrukcje

G33 v F Q

G33 v E Q

definiują nacinanie gwintu cylindrycznego lub stożkowego o stałym skoku.

Maksymalnie dwie osie mogą być wpisane jako wektor v.

jeśli dwie współrzędne będą przypisane do wektora v. Sterowanie weźmie pod uwagę skok gwintu w tej osi w której przesunięcie jest dłuższe.

Jeśli $\alpha < 45^\circ$, np. $Z > X$, programowany skok gwintu będzie wykonany wzdłuż osi Z,

jeśli $\alpha > 45^\circ$, np. $X > Z$, programowany skok gwintu będzie wykonany wzdłuż osi X.

Skok gwintu może być określony na dwa sposoby:

- Jeśli skok gwintu jest określony w adresie F, dane będą interpretowane w mm/obroty lub cale/obroty.

Jeśli chcemy wykonać gwint 2,5 mm to należy zaprogramować F2.5.

– Jeśli skok gwintu został określony w adresie E, sterowanie natnie gwint calowy. Jeśli, np., E3 jest zaprogramowane, to sterowanie natnie gwint o skoku $\frac{1}{8}'' = 25.4/3 = 8.4667\text{mm}$.

W adresie Q podaje się tą wartość kąta, o którą ma się obrócić wrzeciono po wykryciu zerowego impulsu układu pomiarowego wrzeciona, przed rozpoczęciem nacinania gwintu.

Gwint wielowójściowy może być nacinany po uprzednim zaprogramowaniu odpowiedniego Q, co oznacza, że można programować po jakim kącie obrotu sterowanie ma zacząć nacinąć następne nitki gwintu.

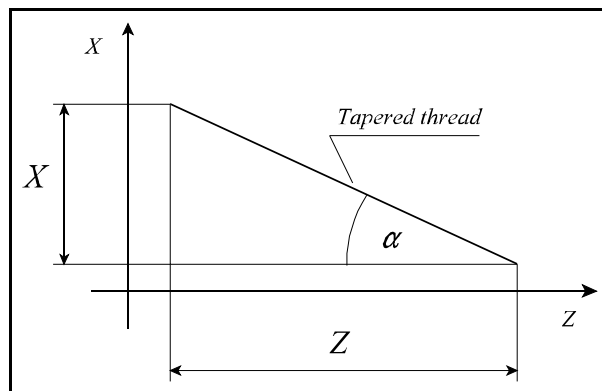


Fig. 4.5-1

Jeśli np. do wykonania jest gwint dwuwęściowy, pierwsze wejście i drugie będzie rozpoczęte odpowiednio od Q0 (nie potrzeba oddzielnego programowania) i odpowiednio z Q180.

G33 jest funkcją dziedziczną. Jeśli kilka bloków gwintowania zostało zaprogramowanych w serii, gwinty mogą być wykonane na każdej dowolnej powierzchni określonej odcinkami.

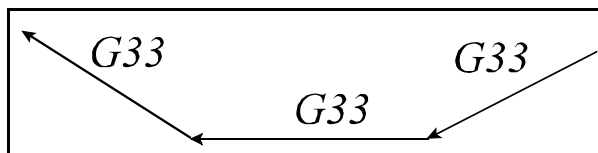


Fig. 4.5-2

Sterowanie synchronizuje wrzeciono do zerowego impulsu enkodera wrzeciona w bloku pierwszym, synchronizacja nie będzie przeprowadzona w kolejnym bloku, co pozwoli na to że gwintowanie będzie równe na całym odcinku. Wynika to z tego że obrót kątowy wrzeciona Q tylko w pierwszym bloku jest brany pod uwagę.

Przykład programowanego wykonania gwintu:

```
N50 G90 G0 X0 Y0 S100 M4
N55 Z2
N60 G33 Z-100 F2
N65 M19
N70 G0 X5
N75 Z2 M0
N80 X0 M4
N85 G4 P2
N90 G33 Z-100 F2
...
```

Wyjaśnienie:

- N50, N55 - Ruch narzędzia przez środek otworu , rozpoczęcie obrotów wrzeciona w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara,
- N60 - Pierwszy cykl gwintowania, (prowadzenie 2mm),
- N65 - Regulacja zatrzymania wrzeciona (wrzeciono jest zatrzymane w pozycji ustalonej),
- N70 - Cofnięcie narzędzia wzdłuż osi X,
- N75 - Cofnięcie narzędzia do góry otworu, programowane zatrzymanie, operator reguluje narzędzie do następnego cyklu gwintowania
- N80 - Powrót do środka otworu, ponowne zrestartowanie wrzeciona,
- N85 - Oczekiwanie na założoną prędkość wrzeciona,
- N90 - Drugi cykl gwintowania.

☞ Informacja:

- Sterowanie dostarcza informację zwrotną o błędzie 3020 DATA DEFINITION ERROR (BŁĄD ZADAWANIA DANYCH) G33 jeśli więcej niż dwie współrzędne zostały określone w czasie w bloku z gwintem lub jeśli obydwa adresy F i E są wypełnione jednocześnie.
- Wiadomość o błędzie 3022 DIVIDE BY 0 IN G33 będzie generowana kiedy 0 jest wpisane dla adresu E w bloku z gwintem.

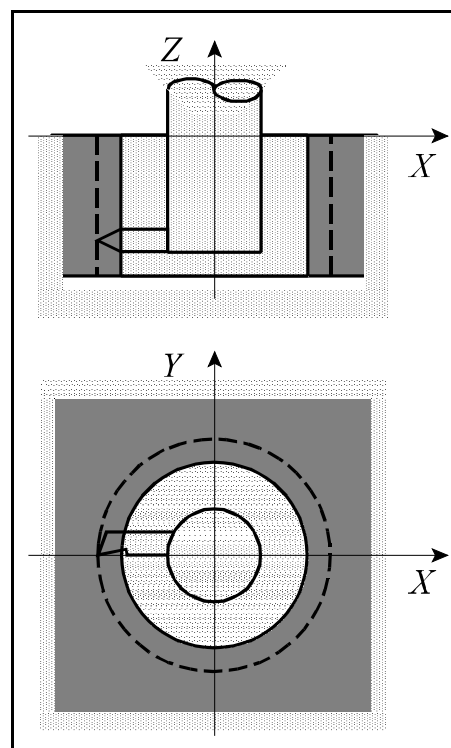


Fig. 4.5-3

- Enkoder musi zostać zamontowany na wrzecionie dla wykonania komendy G33.
- W celu wykonania komendy G33, sterowanie automatycznie ustawia override-y na 100%.
- Z powodów błędów nadążania systemu servo, by gwint był równomierny na całej długości trzeba najeżdżać na gwint z określonej odległości.
- W przebiegu posuwu wykonywanego gwintowania (w mm/min) nie może być przekroczona wartość wybrana w grupie parametrów FEEDMAX.
- W przebiegu prędkości wykonywanego gwintowania przez wrzeciono nie można przekraczać maksymalnej prędkości mechanicznej dopuszczalnej dla enkodera wrzeciona (nie wolno również przekraczać maksymalnego dozwolonego napięcia elektrycznego)

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

Interpolacja współrzędnych biegunowych jest metodą sterowania operacjami, które w układzie współrzędnych prostokątnych zadanego toru konturu są wykonywane przez ruch liniowy lub obrotowy osi.

Komenda

G12.1

włącza tryb interpolacji współrzędnych biegunowych. Ścieżka narzędzia frezującego może być opisana w kolejnej części programu w systemie współrzędnych prostokątnych zwykłym sposobem poprzez programowanie interpolacji liniowej i interpolacji koła, przy pomocy obliczenia korekcji promienia narzędzia. *Tylko jedna komenda może być wydana w oddzielnym bloku i nie można wpisywać żadnej innej komendy obok.*

Komenda

G13.1

wyłącza tryb interpolacji współrzędnych biegunowych. Tylko jedna komenda może być wydana w oddzielnym bloku i nie można wpisywać żadnej innej komendy obok. Po włączeniu lub zresetowaniu sterowanie zawsze przyjmuje G13.1.

Wybór płaszczyzny

Przed włączeniem interpolacji biegunowej należy określić płaszczyznę, która poda adresy osi liniowej i obrotowej, które chcemy zastosować.

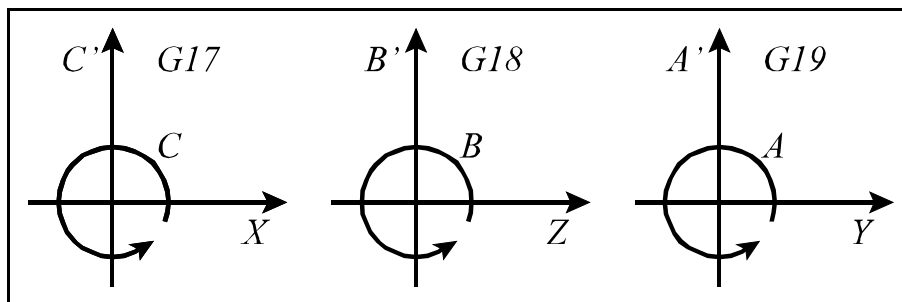


Fig. 4.6-1

Komenda

G17 X_ C_

wybiera oś liniową X i oś obrotową C.

Pionowa oś C' jest pokazana na powyższym rysunku. W programowaniu wprowadza się wymiary długości.

Komendy

G18 Z_ B_

G19 Y_ A_

odnoszą się do pozostałych osi obrotowych.

Położenie punktu zerowego detalu we współrzędnych biegunowych

W przypadku interpolacji współrzędnych biegunowych początek systemu współrzędnych (punkt 0) nadanej pracy zostać być wybrany i pokrywać się z osią obrotową.

Pozycja osi podczas włączonej interpolacji współrzędnych biegunowych

Przed włączeniem interpolacji współrzędnych biegunowych (komenda G12.1) należy upewnić się czy **pozycja osi obrotowej jest 0**. Pozycja osi liniowej może być zarówno dodatnia lub ujemna ale **nie może być 0**.

Programowanie długości współrzędnych w trakcie interpolacji współrzędnych biegunowych.

W stanie włączonym długości danych współrzędnych interpolacji biegunowej mogą być programowane na dwóch osiach należących do wybranej płaszczyzny. Oś obrotowa w wybranej płaszczyźnie funkcjonuje jako druga oś (wirtualna). Jeśli np. osie X i C zostały wybrane poprzez komendę G17 X_ C_ - adres C może być programowany jak oś Y w przypadku wybrania płaszczyzny G17 X_ Y_.

Programowanie pierwszej osi jako średnicy nie wpływa na programowanie **wirtualnej osi**, dane współrzędne muszą zawsze być podane jako **promień dla osi wirtualnej**. Jeśli np. interpolacja współrzędnych biegunowych została wykonana na płaszczyźnie X C, wartość wpisana w adresie C musi być określona w promieniu, niezależnie od adresu X danego w średnicy lub promieniu.

Ruch osi nie biorących udziału w interpolacji biegunowej

Narzędzie w osiach porusza się normalnie, niezależnie od włączonego stanu interpolacji biegunowej

Programowanie interpolacji kołowej w trakcie interpolacji biegunowej

We włączonym stanie interpolacji biegunowej możliwe jest zadawanie koła w znany już sposób poprzez, programowanie współrzędnych promienia lub środka koła. W drugim przypadku ostanie adresy I, J, K muszą być użyte zgodnie z wybraną płaszczyzną, jak to jest pokazane poniżej:

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_

Użycie korekcji promienia narzędzia w przypadku interpolacji biegunowej

Komendy G41, G42 mogą być użyte w zwykły sposób lecz następujące ograniczenia muszą zostać rozważone odnośnie tej aplikacji:

- Włączenie interpolacji współrzędnych biegunowych (komenda G12.1) jest możliwe tylko w G40,
- Jeśli G41 lub G42 są włączone w G12.1, G40 musi być programowane przed wyłączeniem interpolacji współrzędnych biegunowych (komenda G13.1).

Ograniczenia w programowaniu podczas interpolacji współrzędnych biegunowych

Poniższe komendy nie mogą być zastosowane w stanie włączenia interpolacji współrzędnych biegunowych:

- wybór płaszczyzny: G17, G18, G19,
- transformacje współrzędnych: G52, G92,
- zmiana układu współrzędnych detalu: G54, ..., G59,
- określenie pozycji w układzie współrzędnych maszyny : G53.

Posuw roboczy w przebiegu interpolacji współrzędnych biegunowych

Interpretacja posuwu w trakcie interpolacji współrzędnych biegunowych jest taka jak w układzie współrzędnych prostokątnych.

W interpolacji współrzędnych biegunowych opisana ścieżka w systemie współrzędnych prostokątnych jest wykonywana poprzez ruch osi liniowych i obrotowych. Kiedy tylko środek narzędzia zbliża się do obracającej osi okręgu, oś obrotowa bierze coraz większe zamachy w ciągu danej jednostki czasu aby prędkość ścieżki pozostała stała. Jednakże dozwolona maksymalna prędkość dla osi obrotowych zdefiniowana jako parametr i limituje prędkość osi okręgu. Dlatego, do początku, sterowanie zmniejsza posuw "krok po kroku" i dla osi obrotowych prędkość nie przekracza wszystkich ograniczeń.

Poniższy rysunek pokazuje przypadki programowania prostych równoległych do osi X (1, 2, 3, 4). Przesunięcie Δx należy do programowanego posuwu w jednostce czasu. Poszczególnym przesunięciom Δx , w przypadku różnych prostych (1, 2, 3, 4) odpowiadają różne ruchy kątowe ($\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$). Oczywiście im interpolacja jest bliżej początku, tym większy obrót kątowy musi wykonać oś obrotowa w danej jednostce czasu, aby zaprogramowany posuw był zachowany.

W przypadku obrotu kątowego wykonanego w jednostce czasu i przekraczającego wartość parametru - FEEDMAX, sterowanie stopniowo zmniejsza posuw wzdłuż ścieżki.

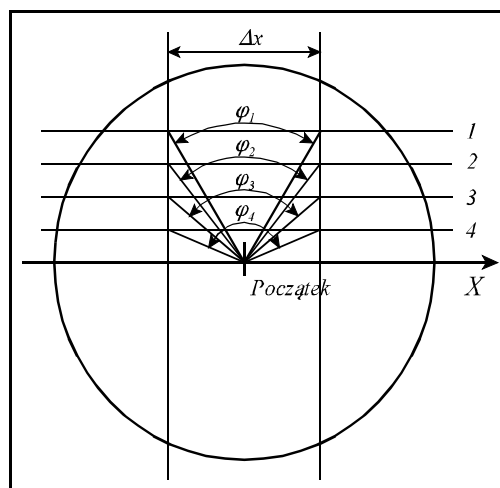


Fig. 4.6-2

Przykład

Poniższy przykład pokazuje użycie interpolacji współrzędnych biegunowych.

Oś X (oś liniowa) i C (oś obrotowa).

Oś X jest zaprogramowana w średnicy, podczas gdy oś C w promieniu

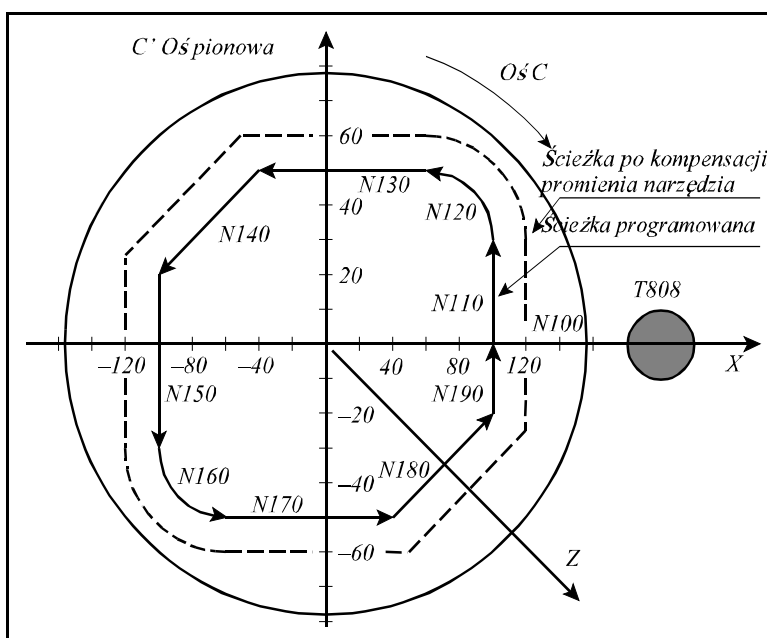


Fig. 4.6-3

```
...
N050 T808
N060 G59 (początek pozycji systemu współrzędnych G59
          w kierunku X na osi obrotowej C)
N070 G17 G0 X200 C0 (wybór płaszczyzny X, C; kierunek
                    współrzędnych X≠0, C=0)
N080 G94 Z-3 S1000 M3
N090 G12.1 (interpolacja współrzędnych biegunowych-
           włączona)
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 (interpolacja współrzędnych biegunowych
           wyłączona)
N220 G0 G18 Z100 (wycofanie narzędzia, wybór płaszczyzny X, Z)
...
%
```

4.7 Interpolacja walcowa (G7.1)

Interpolacja walcowa jest stosowana jeśli na powierzchni walcowej trzeba wyfrezować sterowany tor. W tym przypadku oś walca i obrotowa muszą się pokrywać. Ruch obrotowy osi jest określony w programie w stopniach, które sterowanie przekonwertuje na ruchy liniowe po powierzchni, w funkcji promienia walca, tak aby liniową i kołową można było programować z inną osią razem.

Komenda włączania interpolacji walcowej

G7.1 Qr- włącza interpolację cylindryczną, gdzie

Q: adres osi obrotowej bierze udział w interpolacji walcowej,

r: promień walca.

Jeśli w interpolacji walcowej bierze udział oś obrotowa C i promień walca wynosi 50 mm, interpolacja walcowa jest włączana przez komendę G7.1 C50.

W dalszej części programu technologicznego określając interpolację liniową i okrągłą można opisać ścieżkę na powierzchni walcowej. Współrzędne dla osi podłużnej muszą być podane w mm, a dla osi obrotowej w stopniach (°).

Komenda wyłączania interpolacji walcowej

G7.1 Q0

wyłącza interpolację walcową np. względnie kod G będzie taki jak do włączania, pod adres osi obrotowej należy wpisać 0.

Interpolacja cylindryczna wskazana w powyższym przykładzie (G7.1 C50) może być wyłączana z pomocą komendy G7.1 C0.

Komenda G7.1 musi być wydana w oddzielnym bloku.

Wybór płaszczyzny

Kod selekcji płaszczyzny jest określony poprzez nazwę osi równoległej do osi obrotów. Osie obrotów równoległe do osi X, Y i Z są odpowiednio osiami A, B i C.

G17 X A lub G18 Z C lub G19 Y B lub

G17 B Y G18 A X G19 C Z

Interpolacja kołowa

Jest możliwe zdefiniowanie interpolacji kołowej w trybie interpolacji walcowej, jednakże tylko poprzez określenie promienia R.

Nie można wykonać interpolacji kołowej w przypadku

interpolacji walcowej poprzez podanie środka okręgu (I, J, K).

Promień okręgu jest zawsze określony w mm lub calach, nigdy w stopniach.

Dla przykładu interpolacja kołowa pomiędzy osiami Z i C może być zadana 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 walcowej

Komendy G41, G42 mogą być użyte w zwykły sposób w stanie włączonym interpolacji walcowej. Jednak występują następujące ograniczenia:

- Włączenie interpolacji walcowej (komenda G7.1 Qr) jest tylko możliwe w G40.
- G41 lub G42 powinny być włączone w trybie interpolacji walcowej, G40 musi być zaprogramowane przed wyłączeniem interpolacji walcowej (komenda G7.1 Q0).

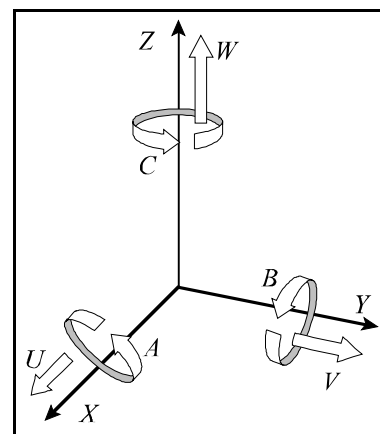


Fig. 4.7-1

Ograniczenia programowania w trakcie interpolacji walcowej

Następujące komendy są niedostępne w stanie włączonym interpolacji cylindrycznej:

- wybór płaszczyzny: G17, G18, G19,
- transformacje współrzędnych: G52, G92,
- zmiana układu współrzędnych detalu: G54, ..., G59,
- pozycjonowanie w systemie współrzędnych maszynowych: G53,
- interpolacja kołowa z określaniem środka koła (I, J, K),
- cykle wiercenia.

Przykłady

Powyższy rys. pokazuje tor o głębokości 3 mm na płaszczyźnie walcowej o promieniu $R=28.65\text{ mm}$. Obracane narzędzie T606 jest równoległe do osi X. Pierwszy ruch na powierzchni walca to jeden stopień 1° :

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

Układ osi na rysunku odpowiada wybranej płaszczyźnie G19.

```
%O7602 (INTERPOLACJA
CYLINDRYCZNA)
```

```
...
```

```
N020 G0 X200 Z20 S500 M3 T606
```

```
N030 G19 Z-20 C0
```

```
N040 G1 X51.3 F100
```

```
N050 G7.1 C28.65
```

```
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
```

```
N180 G0 X100
```

```
...
```

```
%
```

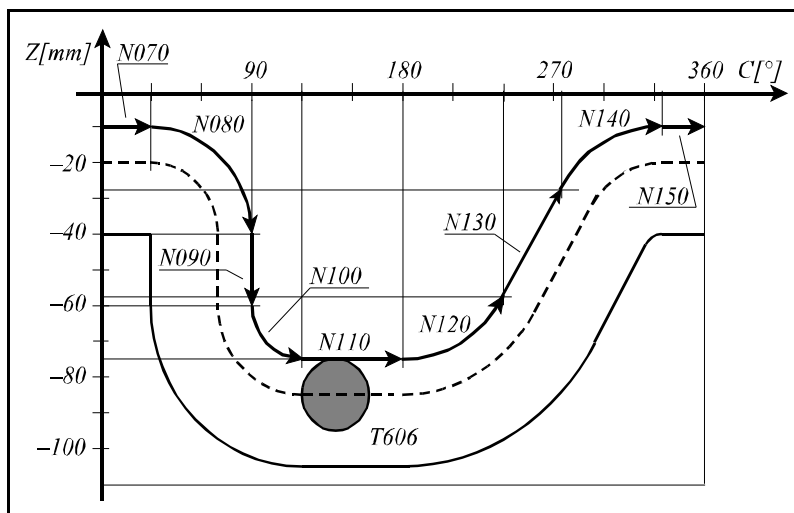


Fig. 4.7-2

(G19: wybór płaszczyzny C-Z)

(interpolacja cylindryczna włączona, oś obrotowa: C, promień cylindryczny: 28.65mm)

(interpolacja cylindryczna wyłączona)

4.8 Interpolacja gładkości

Programista może wybrać pomiędzy dwoma sposobami obrabiania w przypadku interpolacji liniowej (G01):

- Na detalach lub na części detalu gdzie dokładnie kształt drogi był programowany jest ważne aby dla obróbki kątów lub powierzchni płaszczyzn wykonanie było przeprowadzone dokładnie tak jak było zaprogramowane w programie technologicznym (sterowanie zawsze porusza się wzdłuż ścieżki liniowej),
- Na detalach lub na części detalu gdzie zakrzywione linie zostały zdefiniowane przez segmenty odcinków szeregu, wymagana jest gładka powierzchnia, ścieżka jest interpolowana z obliczonymi gładkimi krawędziami od określonej linii wielobocznej w programie technologicznym zamiast interpolacji liniowej.

Komenda

G5.1 Q2 interpolacja gładkości włączona

włącza interpolację gładkości. Komenda włącza zarówno bufor wielokrotnego trybu i wysoką prędkość z zachowaniem wysokiej precyzji (HSHP- High Speed/ High Precision)). (patrz część 7 Obrabianie szybko z zachowaniem dużej precyzji na stronie 56 .) Komenda ustawia parametr 2535 SMOOTHEN=1.

Jeśli po włączeniu parametr 2535 SMOOTHEN=1, sterowanie zawsze wykona interpolację gładkości.

Komenda

G5.1 Q0 interpolacja gładkości i HSHP wyłączone

wyłącza interpolację gładkości i HSHP. Komenda resetuje parametr 2535 SMOOTHEN=0.

Komenda

G5.1 Q1 interpolacja gładkości wyłączona

wyłącza interpolację gładkości ale pozostawia ustawienia obrabiania HSHP. Komenda resetuje parametr 2535 SMOOTHEN=0.

Kiedy skomplikowane powierzchnie są frezowane np. szablony matrycowe, program technologiczny oblicza w liniach określonych odcinków. Program CAM oblicza długość liniowych

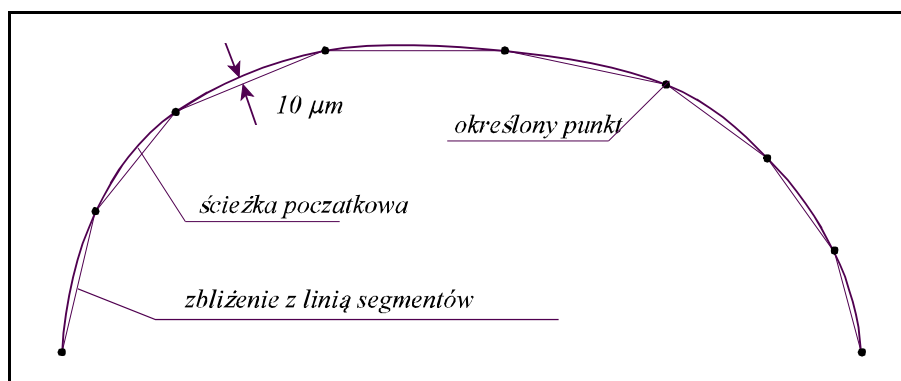


Fig. 4.8-1

segmentów i drogę odchyłek pomiędzy linią i zakrzywioną poniżej tolerancji (np. 0.01 mm). Jeśli powierzchnia będzie w linii odcinków to długość odcinków będzie krótsza kiedy promień krzywości będzie niski, natomiast kiedy promień krzywości będzie wysoki to będzie duża. Kiedy taka powierzchnia jest obrabiana w trybie HSHP, sterowanie przesunie określoną ścieżkę jak dokładnie jest to możliwe. W konsekwencji powierzchnia nie będzie mieć gładkiego stopniowania pomiędzy liniami segmentów i może to być ocenione niezadowalająco. Jest to normalny efekt uboczny obrabiania w trybie HSHP.

W przypadku interpolacji gładkości sterowanie przesuwa narzędzie wzdłuż gładkiej zakrzywionej ścieżki która przecina punkt określony w bloku G1 zatem eliminuje stopniowanie pomiędzy liniami segmentów. Sterowanie automatycznie decyduje czy blok G1 (i tylko blok G1) jest wykonany z gładkością. Jeśli długość linii segmentu w bloku jest wyższa niż wartość określona w parametrze gładkości to jest ona kasowana w tym bloku i wykonana będzie normalna interpolacja liniowa.

Jeżeli sterowanie wykryje kąt ażeby utrzymać go ostrym, to opcja gładkości zostanie skasowana.

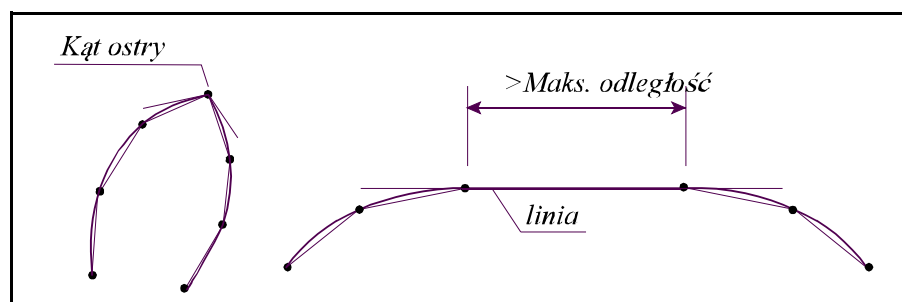


Fig. 4.8-2

Interpolacja gładkości będzie wykonana w przypadku spełnienia następujących warunków:

- Jeśli tryb wielokrotnego bufora jest włączony: ustawienia parametru 1227 MULBUF=1,
- Jeśli tryb wysokiej prędkości z zachowaniem wysokiej precyzji (high-speed high-precision - HSHP) jest włączony: ustawienia parametru 1228 HSHP=1,
- Jeśli interpolacja gładkości jest włączona: ustawienia parametru 2535 SMOOTHEN=1,
- W bloku określona jest interpolacja liniowa (G01),
- Jeśli długość punktów startu i końca bloków jest krótsza niż wartość ustawiona w parametrze 2861 MAXDIST,
- Jeśli na końcu aktualnego i na początku następnego różnica prędkości jest mniejsza niż wartość ustawiona w odpowiednim parametrze FDIF, wykonany kąt będzie oceniony jako nieprawidłowy (Patrz rozdział 6.5 Automatyczne zwalnianie na kącie na stronie 52 i rozdział 7.2.3 Zwalnianie na podstawie różnicy prędkości na osi kąta na stronie 61.)

Interpolacja gładkości będzie czasowo skasowana w następujących przypadkach:

- Jeśli kod interpolacji będzie inny niż został określony G1 (np.: G0, G2, G3). Wtedy odnośnie określonego kodu, ścieżka okręgu lub liniowa będzie interpolowana.
- Jeśli linia segmentu określona w bloku G1 jest dłuższa niż wartość określona w parametrze 2861 MAXDIST, blok będzie wykonany w interpolacji liniowej,
- Jeśli punkt końcowy bloku jest oceniony jako ostry a kąt nie jest gładki,
- W bloku G1 poprzedzającym kody nie buforujące G lub M (np.: G53) interpolacja liniowa jest wykonana. Jeśli parametr 2535 SMOOTHEN jest zawsze włączony, komenda G5.1 Q2 musi być określona w programie technologicznym. Należy zwrócić uwagę kiedy normalna obróbka będzie ponownie wykonywana to parametr powinien być zresetowany do 0.

5 Dane współrzędnych

5.1 Programowanie całkowite i inkrementalne (G90, G91), Operator I

Wejściowe dane współrzędnych mogą być podawane jako wartości całkowite lub inkrementalne. W zadawaniu danych całkowitych, współrzędne punktu końcowego muszą być podane do sterowania, dla danych inkrementalnych jest to odległość do przejścia w bloku.

G90: Programowanie danych całkowitych

G91: Programowanie danych inkrementalnych

G90 oraz G91 są funkcjami dziedziczonymi. Parametr *CODES* zadecyduje który stan będzie pobrany przez sterowanie podczas załączania.

Ruch do pozycji całkowitej jest tylko wykonalny po przyjęciu punktu odniesienia.

Przykład:

Jak jest pokazane, ruch może być programowany na dwa sposoby:

```
G90 G01 X20 Y50
```

```
G91 G01 X-40 Y30
```

Operator I będzie aktualny pod warunkiem określenia danych całkowitych. Odnosi się tylko to do tej współrzędnej za której adresem stoi. Jego znaczenie: dana inkrementalna. Przykład poniższy można również rozwiązać następująco:

```
(G90) G01 XI-40 YI30
```

```
G01 X20 YI30
```

```
G01 XI-40 Y50
```

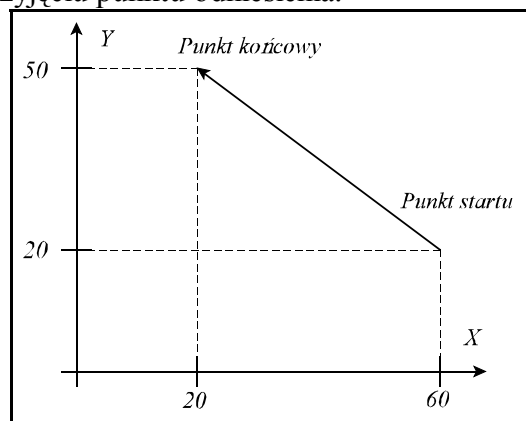


Fig. 5.1-1

5.2 Komenda danych współrzędnych biegunowych (G15, G16)

Alternatywnie, współrzędne punktu końcowego mogą być wprowadzane z określeniem danych współrzędnych biegunowych.

G16: Komenda danych współrzędnych biegunowych

G15: Kasowanie komendy danych współrzędnych biegunowych

Sterowanie po włączeniu jest w stanie G15. G15 i G16. Są to funkcje dziedziczone.

Dane współrzędnych biegunowych są aktualne na płaszczyźnie zdefiniowanej poprzez G17, G18, G19. Kiedy dane są określone, adresy poziomych i pionowych osi płaszczyzn odnoszą się odpowiednio do promienia i kąta.

Na przykład w G17 dane wpisane w adresie X(U) i Y(V) są odpowiednio promieniem i kątem.

UWAGA! W pozycji G18, Z i X są osiami poziomymi i pionowymi (odpowiednio dane promienia i kąta).

Kiedy dane kątowe są określone, dodatnie i ujemne kierunki kąta są odpowiednio zgodne z ruchem wskazówek zegara lub w przeciwnym kierunku.

Dane reszty osi będą przyjmowane jako dane współrzędne prostokątne.

Promień i kąt mogą być określone razem jako całkowite i inkrementalne.

Kiedy promień będzie określony jako dane całkowite, początek bieżącego systemu współrzędnych będzie początkiem systemu współrzędnych biegunowych:

Przykład:

G90 G16 G01 X100 Y60 F180

Obydwa promień i kąt są danymi całkowitymi, narzędzie przesuwa się do punktu 100mm;60°.

G90 G16 G01 X100 YI40 F180

Dane kąta są inkrementalne.

Przesuw o 40° odnosi się do poprzedniej pozycji kątowej. Z kątem, określonym jako wartość inkrementalna, natychmiastowa pozycja osi będzie początkiem - systemu współrzędnych biegunowych. Koło może być programowane z komendą (G16) danych współrzędnych biegunowych.

Koło może być także określone promieniem I, J, K.

W drugim przypadku, jednakże współrzędne będą odnosić się do adresów I, J, K niezmiennie jako dane prostokątne. Kiedy początek bieżącego systemu współrzędnych pokryje się ze środkiem koła lub spirali, wielokrotne obroty mogą także być programowane z określeniem biegunowych danych współrzędnych.

Przykład:

(G17 G16 G90) G02 X100 Y-990 Z50 R-100

Spirala z obrotami $2\frac{3}{4}$ została określona w powyższym bloku jako obracająca się w kierunku z ruchem wskazówek zegara. W programowaniu wielokrotnych obrotów, należy brać pod uwagę dodatnie lub ujemne bieguny kąta, które muszą być programowane do odpowiednich kierunków G2 lub G3.

☞ Informacja:

Adresy spotkane w niniejszej instrukcji nie będą odnosiły się do określenia współrzędnych biegunowych nawet kiedy pozycja G16 jest:

- G10 współrzędne spotkane w instrukcji ustawień,
- G52 współrzędne offsetu,
- G92 współrzędne ustawienia,
- G53 pozycjonowanie w systemie współrzędnych maszyny,
- G68 współrzędne obrotów,
- G51 skalowanie,
- G50.1 programowanie odbicia lustrzanego.

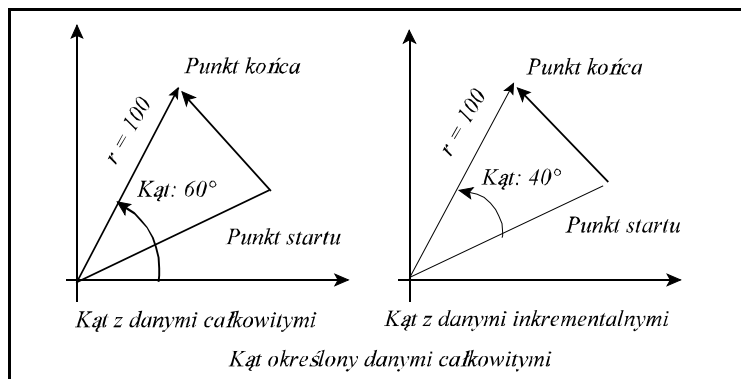


Fig. 5.2-1

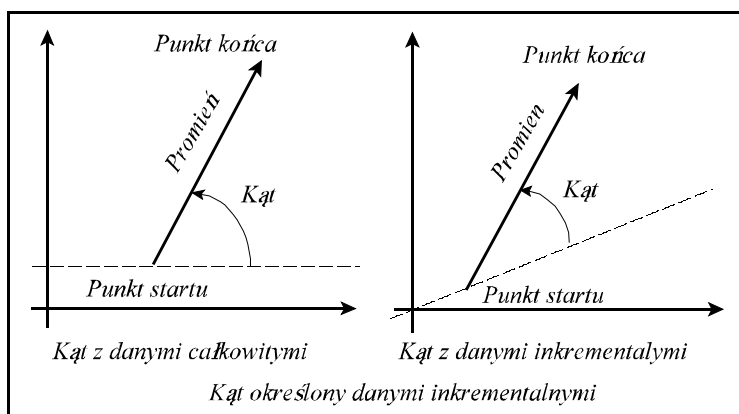


Fig. 5.2-2

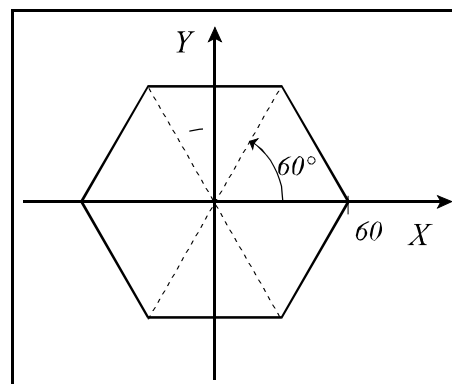


Fig. 5.2-3

Przykład frezowania sześciokątnego:

```
N1 G90 G17 G0 X60 Y0 F120
N2 G16 G1 Y60
N3 Y120
N4 Y180
N5 Y240
N6 Y300
N7 Y360
N8 G15 G0 X100
```

5.3 Metryczno-calowa konwersja danych (G20, G21)

Z odpowiednim programowanym kodem G, wprowadzone dane mogą być określone w jednostkach metrycznych lub calach.

G20: Programowanie wprowadzania danych w calach

G21: Programowanie wprowadzania danych metrycznych

Na początku programu, pożądana jednostka miary musi zostać wybrana poprzez wyszczególnienie określonego kodu.

Wybrana jednostka będzie ważna dotąd, aż komenda o innym/przeciwstawnym znaczeniu zostanie wprowadzona.

G20 i G21 są kodami dziedzicznymi. Ich aktualność będzie zachowana nawet po wyłączeniu maszyny. Zmiana wartości jednostek miar na wyłączonej maszynie będzie aktualna po włączeniu maszyny.

Zmiana jednostki miary będzie miała wpływ na następujące sprawy:

- Dane współrzędne i kompensujące,
- Posuw roboczy,
- Prędkość stała
- Wyświetlane pozycjonowanie, kompensacja i posuw.

5.4 Zadawanie danych współrzędnych i wartości graniczne

Dane współrzędnych mogą być zadawane w 8 cyfrach dziesiętnych.

Punkt dziesiętny będzie zinterpretowany w funkcji zastosowanego systemu miary:

- X2.134 oznacza 2.134 mm lub 2.134 cale,
- B24.36 oznacza 24.36 stopni, jeśli adres B odnosi się do danych kątowych.

Użycie punktu dziesiętnego nie jest obowiązkowe.

- X325 oznacza np.. 325 mm.

Pierwsze 0 może zostać ominięte.

- .032=0.032

Zero za punktem dziesiętnym może zostać ominięte.

- 0.320=.32

Sterowanie zinterpretuje większą liczbę dziesiętną określoną przez system narastający. Np. komenda X1.23456 będzie wtedy, kiedy wybrany system inkrementalny IS-B będzie zinterpretowany jako:

- 1.235 mm (jednostka metryczna),
- 1.2346 inch (jednostka calowa).

Graniczne wartości współrzędnych długości pokazuje na tabela poniżej:

wejściowy system miary	wyjściowy system miary	system inkrementalny	Graniczna wartość współrzędnych długości	wymiar
mm	mm	IS-A	$\pm 0.01-999999.99$	mm
		IS-B	$\pm 0.001-99999.999$	
		IS-C	$\pm 0.0001-9999.9999$	
cale	mm	IS-A	$\pm 0.001-39370.078$	cale
		IS-B	$\pm 0.0001-3937.0078$	
		IS-C	$\pm 0.00001-393.70078$	
cale	cale	IS-A	$\pm 0.001-99999.999$	cale
		IS-B	$\pm 0.0001-9999.9999$	
		IS-C	$\pm 0.00001-999.99999$	
mm	cale	IS-A	$\pm 0.01-999999.99$	mm
		IS-B	$\pm 0.001-99999.999$	
		IS-C	$\pm 0.0001-9999.9999$	

Garniczne wartości współrzędnych kątowych:

system inkrementalny	graniczna wartość współrzędnych kątowych	wymiar
IR-A	$\pm 0.01-999999.99$	stopnie
IR-B	$\pm 0.001-99999.999$	
IR-C	$\pm 0.0001-9999.9999$	

5.5 Obsługa odwrócenia osi obrotowych

Funkcja ta może być użyta w przypadku osi obrotowych, jeśli adres A, B lub C został wybrany dla pracy osi. Obsługa odwrócenia osi obrotowych oznacza to że, pozycja na danej osi nie jest zarejestrowana pomiędzy plusem, minusem, nieskończeniem ale odnosi się do przedziału osi np. pomiędzy 0° i 360° .

Wybieranie osi obrotowej

Wybór może zostać wykonany poprzez wpisanie 1 do paramentów 0182 A.ROTARY, 0185 B.ROTARY lub 0188 C.ROTARY odpowiednio dla osi A, B lub C.

- sterowanie nie wykonuje konwersji metryczno/calowej dla odpowiednich osi,
- Odwrócenie jest wykonane poprzez wpisanie 1 do parametru ROLLOVEN.

Zezwolenie na funkcję odwrócenia

Funkcja jest wykonana poprzez wpisanie 1 do parametru 0241 ROLLOVEN_A, 0242 ROLLOVEN_B lub 0243 ROLLOVEN_C odpowiednio dla osi A, B lub C.

Zadawanie ścieżki przypadającej na jeden obrót

Ścieżka przypadająca na jeden obrót jest definiowana w parametrze 0261 ROLLAMNT_A, 0262 ROLLAMNT_B lub 0263 ROLLAMNT_C w inkrementalnych danych wejściowych

odpowiednio dla osi A, B lub C. Zatem jeśli sterowanie operuje w systemie inkrementalnym B i oś obraca się 360° na jeden obrót, wartość wpisana w odpowiednim parametrze jest 360000. Z pomocą powyższych ustawień parametrów sterowanie zawsze wyświetla pozycję osi obrotowych w zasięgu 0°- +359.999° niezależnie od kierunku rotacji i liczby obrotów o 360 stopni.

Ruch osi obrotowych w programowaniu całkowitym

Jeśli jest zezwolenie na odwrócenie osi obrotowej (ROLLOVEN_x=1), w przypadku całkowitego zadawania danych oś nigdy nie poruszy się więcej niż wartość ustawiona w parametrze. Np., ROLLAMNT_C=360000 (360°), maksymalne przesunięcie jest 359.999°.

Możliwe do ustalenia w parametrach jest aby kierunek ruchu zawsze odpowiadał przed znakiem podanemu pod adresem osi lub po krótszej drodze. Osie 0244 ABSHORT_A, 0245 ABSHORT_B lub 0246 ABSHORT_C.

- =0: zawsze zgodne z przed znakiem
- =1: zawsze porusza się w krótszym kierunku

0188 C.ROTARY=1 , 0243 ROLLOVEN_C=1 0263 ROLLAMNT_C = =360000	Blok programowany całkowicie	Przesunięcie wykonane pod wpływem bloku	Pozycja na końcu bloku
0246 ABSHORT_C=0 zawsze porusza się w kierunku zgodnie z przed znakiem programowanym w adresie C			C=0
	G90 C450	90	C=90
	G90 C0 (0 jest liczbą dodatnią!)	270	C=0
	G90 C-90	-90	C=270
	G90 C-360	-270	C=0
0246 ABSHORT_C=1 zawsze porusza się w krótszym kierunku			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 przed znakiem.

Poprzez parametry 0247 RELROUND_A, 0248 RELROUND_B lub 0249 RELROUND_C odpowiednio dla osi A, B lub C można ustawić by wielkość ruchu stosowała się lub nie do odpowiednich parametrów. Jeśli odpowiedni parametr RELROUND_x:

- =0: parametr ROLLAMNT_x jest nie używany, np. przesunięcie może być większe niż 360°,
- =1: parametr ROLLAMNT_x jest używany jeśli, np., ROLLAMNT_C=360000 (360°), największy przesuw w osi 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 Parametr ROLLAMNT_C nie jest używany			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 Parametr ROLLAMNT_C jest używany			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

Komenda G00 pozycjonuje szybki posuw.

Producent maszyny ustala w polu parametrów szybki posuw dla każdej osi oddzielnie.

Kiedy kilka osi wykonuje szybki ruch jednocześnie, to sterowanie tak wylicza wypadkową szybkości aby składowa osi nie przekraczała dopuszczalnej dla niej prędkości a przesunięcie całkowite zostało wykonane w możliwie najkrótszym czasie.

Współczynnik szybkiego posuwu modyfikuje przełącznik procentowy, który jest:

F0: wartość wpisana w parametrze RAPOVER w %,
i 25%, 50%, 100%.

Współczynnik szybkiego posuwu nie przekracza 100%.

Posuw szybki 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.

Niniejsze wartości procentowe szybkiego posuwu można uzyskać również z przełącznika procentowego posuwu roboczego. Przesuwu szybkie 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 jest programowany w adresie F. Programowany posuw roboczy jest wykonywany w blokach interpolacji liniowej (G01) i kołowej (G02, G03).

Posuw roboczy jest wykonywany stycznie do programowanej ścieżki

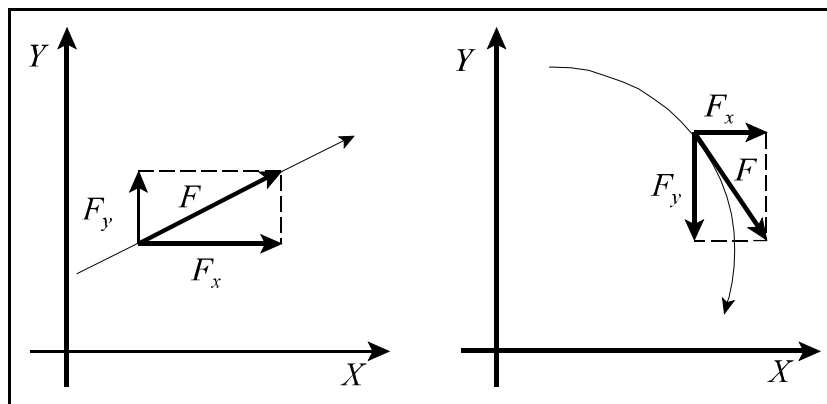


Fig. 6.2-1

F - posuw w kierunku stycznym do ścieżki (wartość programowana)

F_x - składowa posuwu w kierunku X

F_y - składowa posuwu w kierunku Y

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

Programowany posuw może być modyfikowany w zasięgu od 0 do 120% poprzez przełącznik procentowy, wyłączając stan G63 zabraniający używania przełącznika.

Wartość posuwu (F) jest dziedziczna. Wartość posuwu ustawiona w parametrze *FEED* będzie aktualna po załączeniu.

6.2.1 Posuw na minutę (G94) i posuw na obrót (G95)

Jednostka miary posuwu może być określona w programie kodami G94 i G95:

G94: posuw na minutę

G95: posuw na obrót

Określenie posuw na minutę odnosi się do posuwu zadawanego w jednostkach mm/minuta, cal/minuta lub stopień/minuta.

Określenie posuw na obrót odnosi się do posuwu wykonanego podczas obrotu wrzeciona w jednostkach mm/obróć, cal/minuta lub stopnie/obróć. G95 nie może być programowany chyba że wrzeciono jest wyposażone w ekoder.

Są to wartości dziedziczone. Po załączeniu, stan G94 lub G95 będzie wybrany w zależności od wpisu do grupy parametrów *CODES*. Stan G94/G95 nie ma wpływu na szybki posuw, który zawsze ma wymiar na minutę.

Tabela poniżej pokazuje maksymalne wartości posuwu w adresie F, dla różnych przypadków.

Wejściowy system miary	Wyjściowy system miary	System inkrementalny	Graniczna wartość adresu F	Wymiar
mm	mm	IS-A	0.001 - 250000	mm lub stopnie/min
		IS-B	0.0001 - 25000	
		IS-C	0.00001 - 2500	
		IS-A	0.0001 - 5000	mm lub stopnie/obr.
		IS-B	0.00001 - 500	
		IS-C	0.000001 - 50	
cal	mm	IS-A	0.0001 - 9842.5197	cale lub stopnie/min
		IS-B	0.00001 - 984.25197	
		IS-C	0.000001 - 98.25197	
		IS-A	0.00001 - 196.85039	cale lub stopnie/obr.
		IS-B	0.000001 - 19.685039	
		IS-C	0.0000001 - 1.9685039	
cal	cal	IS-A	0.0001 - 25000	cale lub stopnie/min
		IS-B	0.00001 - 2500	
		IS-C	0.000001 - 250	
		IS-A	0.00001 - 500	cale lub stopnie/obr.
		IS-B	0.000001 - 50	
		IS-C	0.0000001 - 5	
mm	cal	IS-A	0.001 - 250000	mm lub stopnie/min
		IS-B	0.0001-25000	
		IS-C	0.00001-2500	
		IS-A	0.0001 - 5000	mm lub stopnie/obr.
		IS-B	0.00001-500	
		IS-C	0.000001-50	

6.2.2 Ograniczanie wartości posuwu roboczego

Producent maszyny ogranicza maksymalne wartości posuwu w poszczególnych osiach. Ograniczona w parametrach wartość odnosi się do minut. Wartość ta jest również prędkością DRY RUN (SUCHY PRZEBIEG). Jeśli w programie posuw będzie większy niż jest ustawiony, to sterowanie automatycznie ograniczy go do największej dopuszczalnej wartości.

6.3 Przyspieszanie i spowalnianie. Uwzględnianie posuwu F

Przyspieszanie i spowalnianie podczas startu i zatrzymania jest konieczne w celu zmniejszenia sił działających na maszynę.

W normalnej pracy sterowanie zwiększa i zmniejsza prędkość w następujących przypadkach:

- w przypadku ruchu ręcznego,
- w przebiegu szybkiego pozycjonowania (G0), przesuw na początku bloku zawsze zaczyna się od 0 i zawsze na końcu zmniejsza się do 0,
- w przypadku posuwu roboczego (G1, G2, G3) w pozycji G9 lub G61 przesuw na początku bloku jest zawsze 0 natomiast na końcu zmniejsza się również do 0,
- gdy wykryje kąt podczas obróbki,
- gdy zostanie zmieniona wartość posuwu podczas ruchu, lub zostanie przekroczona dopuszczalna wartość
- zmniejsza się jeśli posuw jest zatrzymany przez przycisk STOP i zwiększa się jeśli posuw rozpoczyna się przyciskiem START,
- zatrzymuje się po zmniejszeniu prędkości jeśli funkcja została wykonana po ruchu zarówno na końcu jak i na końcu bloku i jeśli użyto przełącznika SINGLE BLOCK.

Sterowanie zawsze przyspiesza wartość wypadkową a nie składowe.

Może mieć charakter:

- liniowy
- krzywej dzwonowej

W przypadku przyspieszenia liniowego wartość przyspieszenia jest stała, podczas przyspieszania i spowalniania, sterowanie zwiększa i zmniejsza posuw zgodnie z funkcją liniową.

Różne wartości przyspieszenia mogą być ustawione dla każdej osi w parametrze - $ACCn$ w mm/sek^2 . Jeśli więcej osi uczestniczy w ruchu, przyspieszanie i spowalnianie jest zawsze wykonywane na podstawie parametru przyspieszenia osi, który jest ustawiony najniżej.

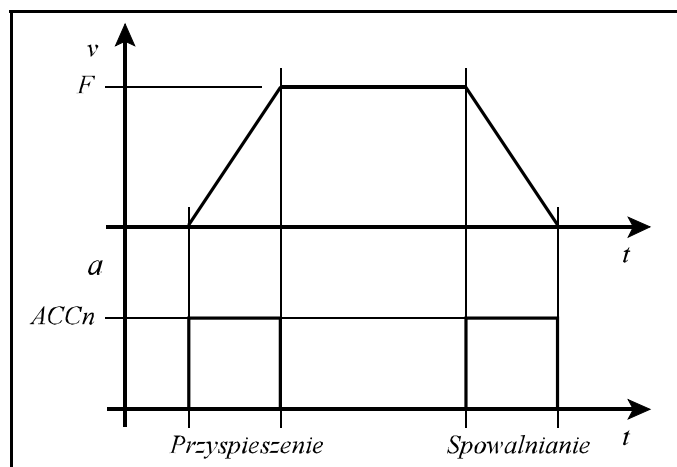


Fig. 6.3-1

W przypadku przyspieszania o charakterze krzywej dzwonowej wartość przyspieszenia zmienia się. Najpierw zwiększa przebieg przyspieszenia dotąd aż osiągnie wartości ustawioną w parametrze - (parametr $ACCn$) oraz spowalnia liniowo przed osiągnięciem założonej prędkości. Kształt wzrostu i spadku posuwu jest krzywą zakrzywioną w przedziale czasu i stąd nazywa się

przyspieszeniem krzywej dzwonowej.

Czas T pod którym sterowanie osiąga ustawioną wartość przyspieszenia może być określony oddzielnie dla każdej osi w parametrze $ACCTCn$ w msec. Jeśli więcej

osi bierze udział w ruchu, zarówno

przyspieszenie i spowolnienie zostaje wykonane na bazie parametrów ustawień osi, które ustawione są na najwyższy czas stały.

Przyspieszenie i czas stały dla każdej osi jest zawsze określony przez konstruktora maszyny.

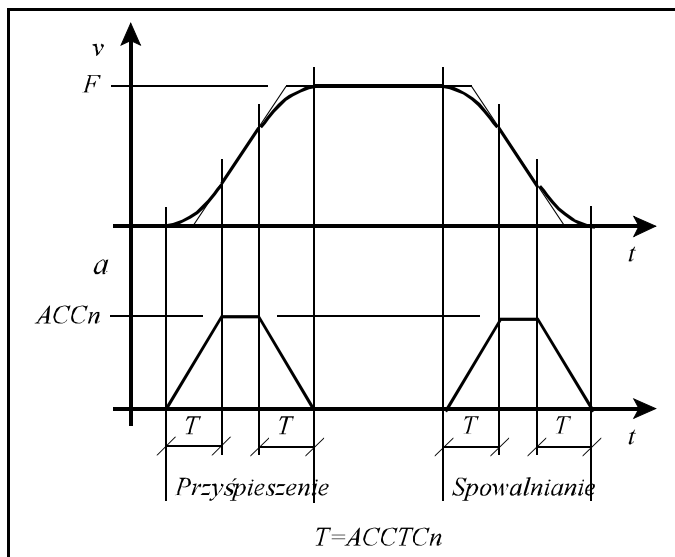


Fig. 6.3-2

Przyspieszenie przy zadaniu większej niż wcześniej wartości posuwu jest wykonywane poprzez sterowanie zawsze w bloku w którym dany posuw został zmieniony. Proces ten, jeśli jest to niezbędne, może być wykonany w większej ilości bloków. Nowe zmniejszenie do mniejszej wartości niż była ustawiona wcześniej odbywa się poprzez sterowanie w poprzednim bloku..

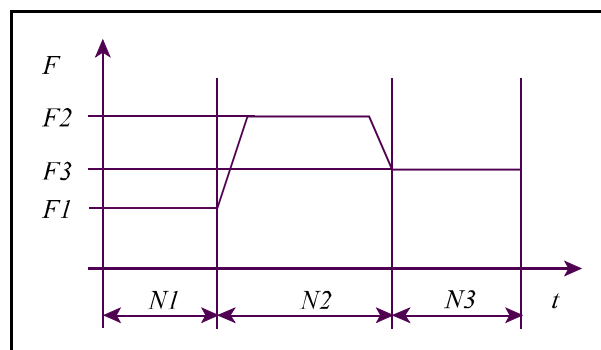


Fig. 6.3-3

Sterowanie wcześniej zauważyła i bierze pod uwagę styczną prędkości. Jest to niezbędne do osiągnięcia założonej docelowej prędkości w procesie przyspieszania trwającym chociażby przez kilka bloków. Funkcja ta jest dostępna w - trybie MULTIBUFFER (wartość parametru $MULBUF$ jest 1).

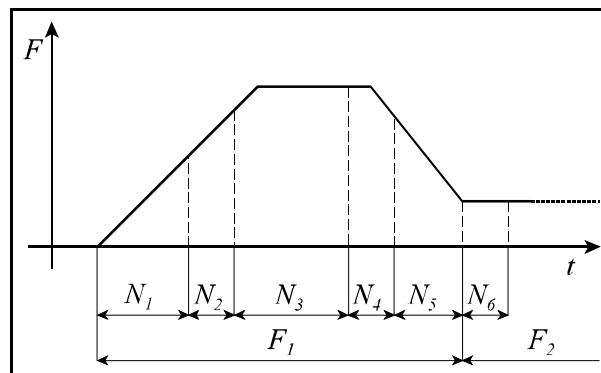


Fig. 6.3-4

6.4 Funkcje sterujące posuwem roboczym

Funkcje sterujące posuwem są wymagane podczas frezowania w kącie oraz kiedy określona technologia wymaga by nie działały przełącznik procentowy i przycisk stop.

Podczas frezowania kątów, sanie- biorąc pod uwagę ich bezwładność- są niezdolne do podążania za ścieżką wytyczoną przez sterowanie i powodują zaokrąglenie kąta. Jeśli należy wykonać kąt ostry trzeba poinformować sterowanie aby zwolniło ruch, odczekało do zatrzymania osi i rozpoczęło nowy ruch.

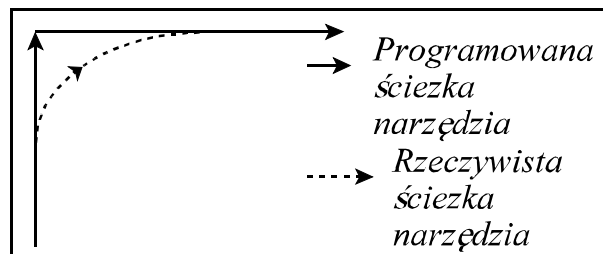


Fig. 6.4-1

6.4.1 Dokładne zatrzymywanie (G09)

G09, który nie jest funkcją dziedziczną będzie aktualny tylko w bloku w którym został zaprogramowany. Na końcu bloku sterowanie zwolni i zatrzyma po wykonaniu interpolacji i będzie opracowywać sygnał układu pomiarowego. Jeżeli sygnał nie nadejdzie w przeciągu 5 sekund, sterowanie pokaże wiadomość zwrotną błędu *1020 POSITION ERROR*.

Funkcja ta może być użyta do precyzyjnej obróbki kątów.

6.4.2 Tryb dokładnego zatrzymywania (G61)

Funkcja dziedziczona, kasowana z komendą G62, G63 lub G64.

Sterowanie zwolni i zatrzyma podczas zakończenia każdej interpolacji i poczeka na sygnał. Jeżeli sygnał nie nadejdzie w przeciągu 5 sekund, sterowanie pokaże wiadomość zwrotną błędu *1020 POSITION ERROR*.

6.4.3 Tryb obróbki ciągłej (G64)

Funkcja dziedziczona. Sterowanie przyjmuje ten stan po załączeniu. Kasują ją kody G61, G62 lub G63.

W tym trybie maszyna nie zatrzymuje się po zakończeniu interpolacji, nie spowalnia tylko natychmiast zaczyna następny blok z interpolacją. W tym trybie pracy nie można obrabiać ostrych kątów.

6.4.4 Tryb zakazu zatrzymania i przełącznika procentowego (G63)

Funkcja dziedziczona, kasują ją kody G61, G62 lub G64.

W tym trybie pracy nieaktywne są przełączniki procentowe posuwu i obrotów wrzeciona oraz przycisk stop. W tym trybie maszyna nie zatrzymuje się po zakończeniu interpolacji, nie spowalnia tylko natychmiast zaczyna następny blok z interpolacją. Tryb ten można stosować przy nacinaniu gwintów.

6.4.5 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych kątach (G62)

Funkcja dziedziczona. Przerywają ją kody G61, G63 lub G64.

W przypadku obróbki wewnętrznych kątów, ażeby uniknąć drżenia narzędzia sterowanie (kod G62) zmniejsza posuw na odcinkach przed kątem i za nim.

Zmniejszenie posuwu jest aktualne po spełnieniu następujących warunków:

- Kiedy korekcja promienia jest włączona (G42)
- W blokach G0, G1, G2, G3
- Podczas ruchu w wybranej płaszczyźnie
- Kiedy kąt jest obrabiany od środka
- Kiedy kąt narożnika jest mniejszy od wartości określonej w parametrze.
- Definiowana przez parametry jest odległość przed i za kątem

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

Wartość kąta wewnętrznego Θ może być wybrana pomiędzy zakresem 1- 180° w parametrze *CORNANGLE*.

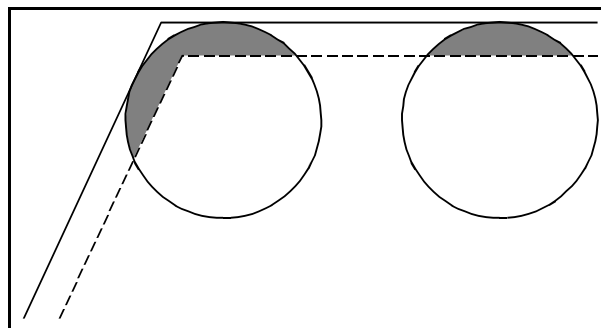


Fig. 6.4.5-1

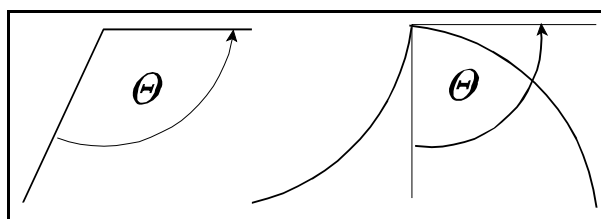


Fig. 6.4.5-2

W odległości L_l przed narożnikiem zaczyna zwalniać i po L_g przyspieszać. W przypadku łuków bierze pod uwagę odległość wzdłuż łuku. Definiowanie odległości wykonuje się w parametrze L_l odbywa się w parametrze *DECDIST*, a L_g w *ACCDIST*.

W stanie G62 dokładne zatrzymanie programowane jest poprzez dodanie do danego bloku G09.

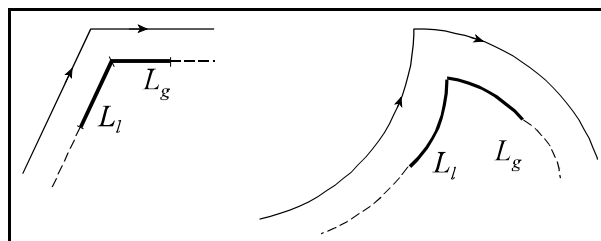


Fig. 6.4.5-3

6.4.6 Automatyczne zmniejszanie prędkości w wewnętrznych łukach

W stanie włączonej korekcji promienia narzędzia (G41, G42) przy obróbce wewnętrznych łuków sterowanie automatycznie zmniejsza posuw by miał on zaprogramowaną wartość na łuku obrabiania. Posuw środka promienia narzędzia jest:

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

gdzie F_c jest posuwem środka promienia narzędzia

R - promień programowany

R_c - promień korygowany

F - posuw programowany

Dolny limit automatycznej redukcji jest zdefiniowany w parametrze *CIRCOVER*.

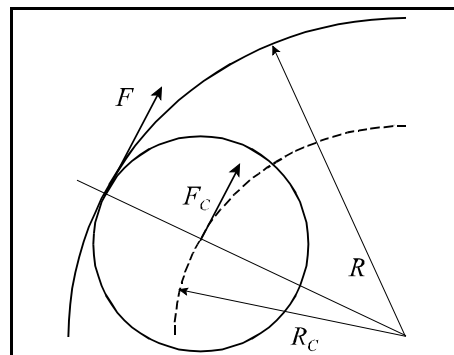


Fig. 6.4.6-1

6.5 Automatyczne spowalnianie w narożniku

Przy szybkim pozycjonowaniu G0 sterowanie zawsze spowalnia do 0 przed punktem końcowym a w kolejnym bloku przyśpiesza od 0. Podczas posuwu roboczego zwalnia tylko w przypadku narożników.

Są dwa powody dla których musi występować detekcji zmiany posuwu roboczego:

- podczas nagłej zmiany kierunku ścieżki zmiana posuwu jest tak wysoka, że napęd nie może jej wykonać bez zwolnienia
- nagle zmiana kierunku oznacza narożnik i w celu wykonania ostrzejszego narożnika dodatkowo należy zwolnić. Im posuw będzie mniejszy tym kąt będzie ostrzejszy.

Jeśli w kolejnych blokach N1, N2 nie wykona się zwolnienia to wzdłuż każdej osi wystąpią różnice prędkości (ΔF_x , ΔF_y) jak jest to pokazane na rysunku.

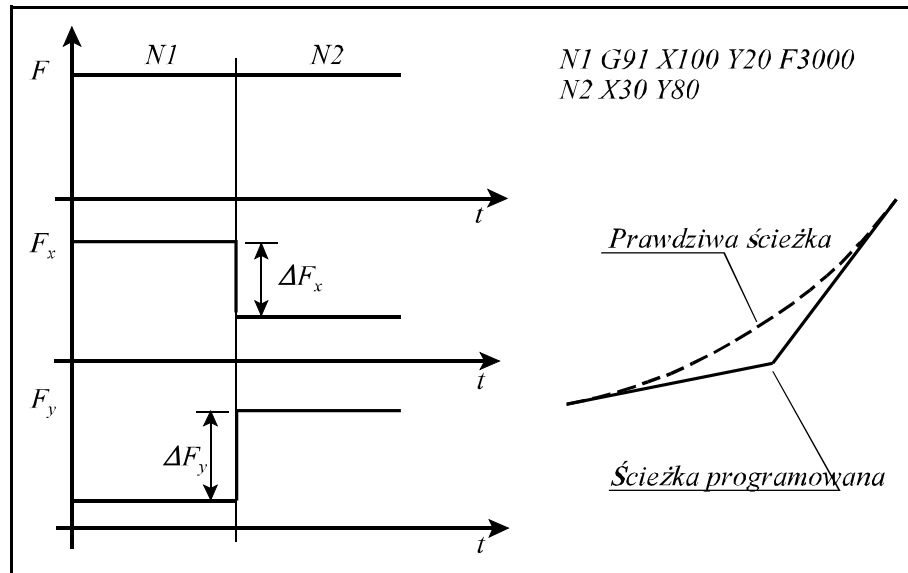


Fig. 7.2.3-1

W celu aktualizacji w sterowaniu funkcji spowalniania w narożniku w parametr 2501 CDEN trzeba wpisać 1.

Sterowanie wykrywanie narożnika wykonuje na dwa sposoby: monitoruje zmianę kierunku ścieżki lub zmianę składowych prędkości wzdłuż osi. Metodę która ma być użyta wybiera parametr.

Zwolnienie w narożniku ze śledzeniem zmiany kąta kierunku ścieżki

W przypadku ustawień parametrów 2501 CDEN=1 i 2502 FEEDDIF=0 spowolnienie odbywa się po wykryciu zmiany kąta kierunku toru. To ustawienie działa również w stanach G94 (posuw na minutę) i G95 (posuw na obrót).

Jeśli na styku dwóch widocznych na rysunku bloków N1, N2 kąt α przekroczy wartość dozwoloną parametrem sterowanie zwolni posuw do wartości F_c . Wartość krytyczną kąta w stopniach ustala parametr

2511 CRITCAN.

Parametr 2512 FEED-

CORN określa do jakiej wartości ma być zmniejszony posuw $F_c = FEEDCORN$.

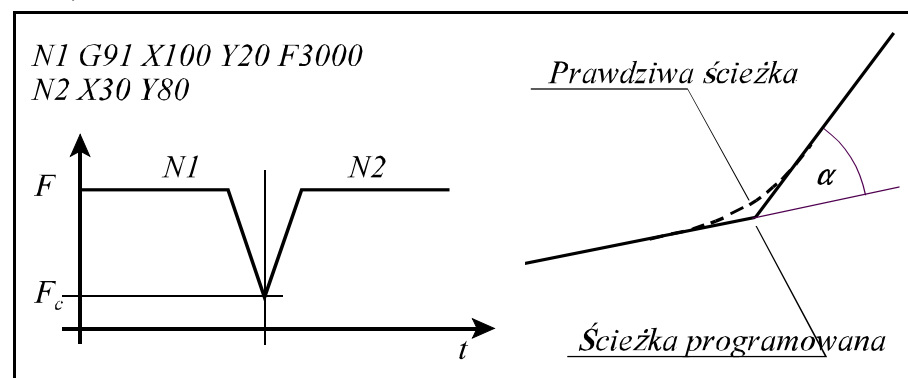


Fig. 7.2.3-2

Spowalnianie w narożnikach z monitorowaniem składowych posuwu wzdłuż osi

Jeśli wartości parametrów 2501 CDEN=1 i 2502 FEEDDIF=1, spowalnianie jest wykonywane z monitorowaniem składowych posuwu wzdłuż osi. To ustawienie funkcjonuje tylko przy G94 (posuw na minutę).

Jeśli dwa bloki N1, N2 spotykają się tak jak na rysunku, to posuw zmniejszamy tak aby zmiana wartości posuwu w żadnej osi nie przekroczyła dopuszczalnej dla nich wartości. ($\Delta F_{x\max}$, $\Delta F_{y\max}$).

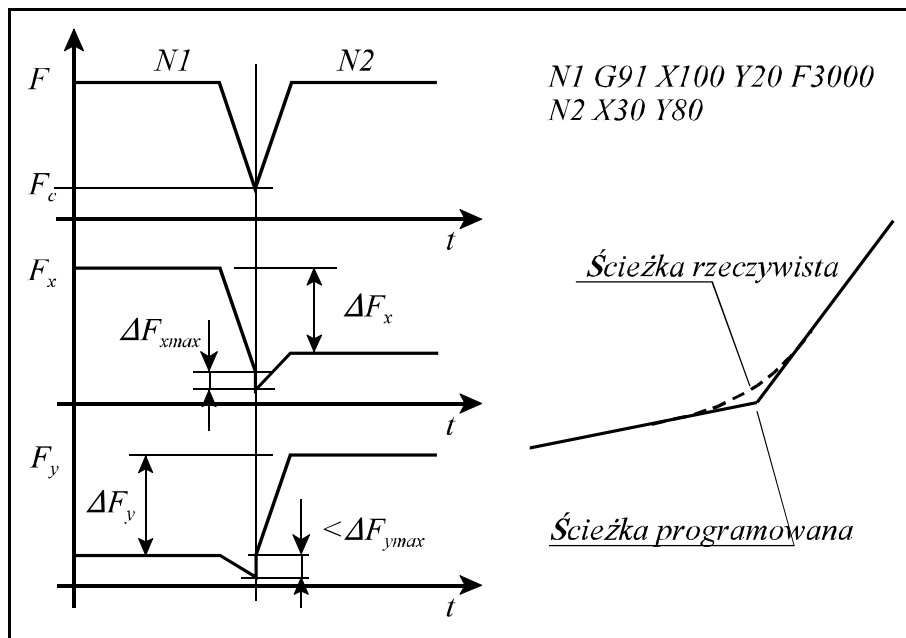


Fig. 7.2.3-3

$$F_c = \min \left\{ \frac{\Delta F_{x\max}}{\Delta F_x}, \frac{\Delta F_{y\max}}{\Delta F_y}, \dots \right\} \times F$$

gdzie:

$\Delta F_{x\max}$, $\Delta F_{y\max}$, ...: parametry 252n CRITFDIFn ustawione dla osi X, Y, ...,

ΔF_x , ΔF_y , ...: zmiany posuwów na osiach X, Y, ...

Wartość spowolnionego posuwu zależy od pozycji geometrycznej kąta, co widać na poniższym rysunku.

Jeśli kąt 90° jest przekroczony w kierunku równoległym do osi i posuw krytyczny jest 500mm/min na dwóch osiach to posuw musi być spowolniony do tej prędkości na narożniku.

Jednakże kiedy ramię kąta prostokątnego zamyka się 45° z osiami, to posuw jest spowolniony do 354 mm/min.

W przypadku ustawienia parametru 2503 GEO=0 sterowanie działa jak powyżej.

Posuw będzie zawsze możliwie największy.

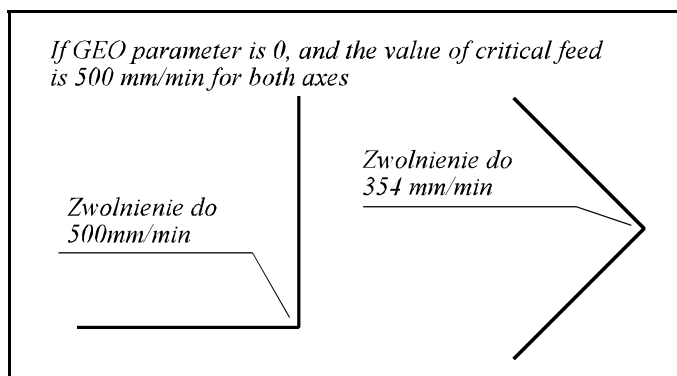


Fig. 7.2.3-4

Jeśli parametr jest ustawiony *2503 GEO* =1, sterowanie rozpocznie w najgorszym przypadku (45°) i będzie działać z posuwem aktualnym w przypadku 45° niezależnie od geometrycznej pozycji ramion kąta.

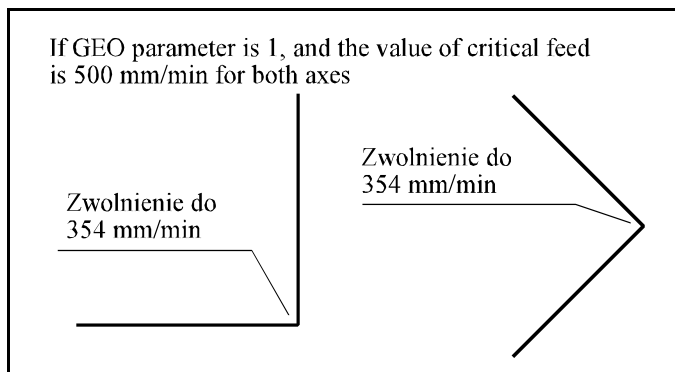


Fig. 7.2.3-5

6.6 Limitowanie przyspieszeń występujących w normalnym kierunku przy łuku

Sterowanie utrzymuje stałą wartość posuwu stycznie do ścieżki. W celu niedopuszczenia do przekroczenia wartości składowych posuwu należy go limitować. Sterowanie ogranicza wielkość posuwu zgodnie ze wzorem:

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

gdzie:

a : mniejsza wartość przyspieszenia (*parameter 470n ACCn*) ustawiona dla osi biorących udział w interpolacji kołowej

r : promień koła

Interpolacja kołowa zaczyna się z obliczoną prędkością.

Niezależnie, prędkość nie spowalnia mniej niż posuw ustawiony w parametrze *2513 CIRC FMIN*.

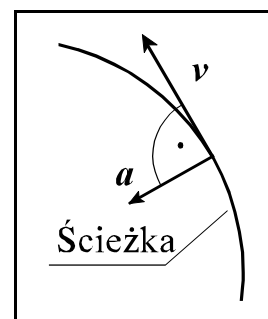


Fig. 6.6-1

☞ Uwaga:

Funkcja ta jest inna od zmniejszonego posuwu automatycznego w stanach G41, G42 podczas obróbki wewnątrz kątów koła.

7 Wysoko precyzyjna obróbka z dużą prędkością

Tryb wysoko-precyzyjnej obróbki z dużą prędkością (**High Speed High Precision Machining**) jest stosowany głównie podczas wykonywania krótkich ruchów po linii prostej lub łukach. Funkcja ta pozwala narzędziu poruszać się po programowanej ścieżce z minimalną odchyłką i możliwie maksymalną prędkością.

7.1 Tryb wielokrotnego bufora (G5.1)

W przypadku wysoko precyzyjnej obróbki z dużą prędkością, musi być aktywowany tryb wielokrotnego bufora.

Komenda

G5.1 (P0) włącza tryb wielokrotnego bufora.

Użycie komendy P0 nie jest obowiązkowe.

Funkcja trybu wielokrotnego bufora jest wyłączana komendą:

G5.1 P1

Jeśli wartość parametru *1227 MULBUF* jest 1, sterowanie rozpocznie wielokrotne buforowanie po załączeniu maszyny.

– Jeśli parametr MULBUF jest zresetowany do 0, w trybie G40 w interpolacji będzie wykonywany jeden blok.

– Jeśli parametr MULBUF jest ustawiony na 1 (wielokrotne buforowanie bloków włączone), procesor odczyta w pamięci tyle bloków ile powinno być buforowanych. Dodatkowo jest to ograniczone pojemnością buforów. Liczba buforowanych bloków zależy od typu sterowania i może być od 30 do 200. Blok wielokrotnego buforowania jest potrzebny w przypadku obróbki z dużą prędkością, kiedy ścieżka zawiera segmenty linii minutowych a wykonanie musi być ciągłe. W przypadku normalnej obróbki (długi ruch bloków i niski posuw) tryb wynika z ciągłej obróbki i gładkiego przejścia pomiędzy blokami.

Kody wstrzymujące buforowanie bloków

Niektóre kody G i M całkowicie wstrzymują buforowanie bloków niezależnie od stanu parametru MULBUF:

G10: programowane podawanie danych

G20/G21: calowo/metryczne podawanie danych

G22/G23: włączone/wyłączone określenie przestrzeni roboczej

G28: programowane przyjęcie punktu odniesienia

G30: 1, 2, 3, 4 najazd na punkt odniesienia

G31: pomiar z kasowaniem reszty drogi

G37: automatyczny pomiar długości narzędzia

G52: przesunięcie współrzędnych

G53: pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszynowych

G54, ..., G59: wybór układu współrzędnych

G92: ustawianie układu współrzędnych

M00: programowane zatrzymanie

M01: warunkowe zatrzymanie

M02, M30: koniec programu

Stany Makro

Stany makro są zawsze buforowane i wykonywane niezależnie od stanu parametru MULBUF.

Następujące bloki odnoszą się do instrukcji makro:

- blok zawiera definicję (#i=#j)
- blok zawiera warunkową rozbieżność lub instrukcje iteracji (IF, WHILE)
- blok zawiera komendy sterowania (GOTO, DO, END)
- blok zawiera wywołania makro (G65, G66, G66.1, G67, lub kody G, M które zaczynają wywołania makro).
- blok zawiera wywołania podprogramu (M98 P lub zaczyna wywołanie podprogramu w adresach A, B, C, S, T, M)
- blok zawiera kod powrotu z podprogramów lub makro (M99)

Programowane wstrzymania buforowania

Kod G53 jest programowany jeśli niezbędne jest wstrzymanie buforowania bloków niezależnie od stanu parametru MULBUF.

```
N10 #100=3
N20 G0 X100
N30 G53
N40 G1 X[#5041+#100]
```

7.2 Oznaczanie ścieżki wysoko precyzyjnej obróbki z dużą prędkością (G5.1 Q1)

Tryb precyzyjnej obróbki z dużą prędkością (HSHP) może być aktywowany komendą:

G5.1 Q1

W tym samym czasie aktywowany jest tryb wielokrotnego bufora.

Komenda

G5.1 Q0 wyłącza tryb precyzyjnej obróbki z dużą prędkością (HSHP).

Powyższa komenda pozostawia włączony tryb wielokrotnego bufora.

Jeśli wartość parametru *1228 HSHP* jest 1, sterowanie rozpoczyna tryb śledzenia ścieżki precyzyjnej obróbki po załączeniu. Parametr jest aktualny jeśli wartość parametru *1227 MUL-BUF* jest 1.

Podczas trybu precyzyjnej obróbki (HSHP) następujące funkcje są aktywne:

- tryb wielokrotnego bufora,
- ścisły poziom ustawiony w parametrze, oznacza że sterowanie dodaje przesuw obliczony z bloków załadowanych dla każdej osi i tylko przesuwa osie, jeśli przesuw przekracza wartość ustawioną w ścisłym poziomie dla osi. Tym sposobem można ominąć przeskoکی maszyny i zwolnienia wykonywania bloków.
- Spowalnianie na podstawie różnicy na osi w narożnikach,
- Graniczne wartości przyspieszenia wzdłuż ścieżki w normalnym kierunku,
- Posuw jest określony przez sterowanie podczas zmiany prędkości, umożliwiając w narożnikach i normalnych kierunkach przyspieszanie ustawione w parametrach.

Do powyżej opisanych funkcji należą różne parametry.

```
2561 FINISH - wykańczanie
2562 MEDIUM średnia ostrość
2563 ROUGH ostrość
```

Wyboru dokonuje się w programie poprzez

G5.1 Q1 Rq,

gdzie parametry

R1 wykańczanie

R2 średnia ostrość

R3 ostrość

mogą być wywołane.

Jeśli nie podano wartości do adresu R w programie, sterowanie weźmie pod uwagę ustawienia podgrupy parametrem *2531 SELECT*, gdzie

2561 FINISH=1 - wykańczanie

2562 MEDIUM=1 średnia ostrość

2563 ROUGH=1 ostrość

wyбір ustala parametr. Wartość tylko jednego z trzech parametrów może być 1.

Każda funkcja będzie dokładnie omówiona w dalszej części instrukcji.

7.2.1 Poziom dokładności ustawiony w parametrze

W przypadku programu generowanego przez komputer, który opisuje złożony obszar powierzchni, ścieżka jest zbliżona do bardzo małych prostych linii o długości kilku mikronów. W wielu przypadkach spowalnia to obróbkę, doprowadzając do wahań posuwu. Wahanía posuwu mogą być obniżone przełącznikiem przesuwu dopóki jest prosty jednak zwiększy to czas obróbki.

W "HSHP" do znaczenia ścieżki są dostępne trzy parametry do ustawienia dokładnego poziomu:

2601 FINACCUR dla wykańczania,

2701 MEDACCUR dla średniej ostrości,

2801 ROUACCUR dla ostrości.

Programowane krótkie proste przesuwu (blok G01) będą aktywne dla każdej osi dopóki wartość całkowita ruchu na osi będzie większa niż wartość ustawiona w parametrze.

Interpretacja parametrów: dane wyjściowe w przypadku 0.001 mm rozdzielczość:

$1=0.0005\text{mm}$.

Jeśli wartość parametru jest 20 i rozdzielczość maszyny jest 0.001mm, 0.010 mm jest najmniejszym ruchem, które sterowanie wysyła do maszyny.

Program pokazuje:

G90 G1

...

N2500 X25.432 Y47.847

N2510 X25.434 Y47.843

N2520 X25.437 Y47.839

N2530 X25.439 Y47.835

N2540 X25.440 Y47.831

N2550 X25.442 Y47.827

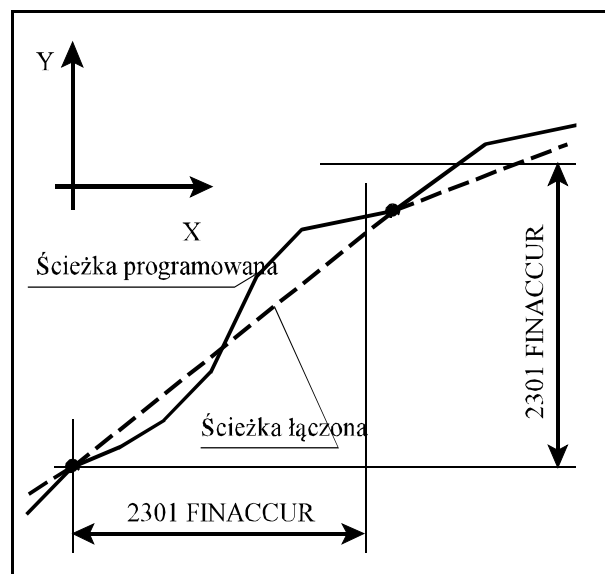


Fig. 7.2.1-1

W powyższym przykładzie w blokach N2500 i N2530 ruch wzdłuż osi Y $47.835 - 47.847 = -0.012$, jest większy niż wartość ustawiona w parametrze.

Gdy linie N2510, N2520 zostały usunięte z programu, sterowanie przesunie:

```
G90 G1
...
N2500 X25.432 Y47.847
N2530 X25.439 Y47.835
N2540 X25.440 Y47.831
N2550 X25.442 Y47.827
```

Gdy definiowana będzie mniejsza wartość, mniejszy posuw narzędzia będzie na krótkich liniach. Jeśli wartość parametru jest 0, sterowanie przypuszcza 1.

7.2.2 Przyspieszenie prędkości i efekt

Normalnie sanie mogą podążać za komendami wysłanymi przez sterowanie z pewnym opóźnieniem. Opóźnienie jest proporcjonalne do prędkości posuwu. Podczas frezowania linii prostych lub łuków z małym posuwem zniekształcenie jest nieznaczne.

Sytuacja jest inna w przypadku szybkiej obróbki, kiedy ścieżka jest mocna zakrzywiona. W tym przypadku opóźnienie może spowodować znaczne zniekształcenie. Aby temu zapobiec ustawia się przyspieszenie prędkości. Przyspieszenie prędkości posuwu jest techniczną metodą sterowania, która pomaga w spowalnianiu opóźnienia w zależności od prędkości, osiągając prawie zerową ścieżkę.

Niepożądanym efektem tego jest wzrost oscylacji sterowania. Można to obniżyć poprzez odpowiednie ustawienie parametrów.

Włączenie znaczenia ścieżki szybkiej obróbki (HSHP) wykonuje się komendą G5.1 Q1. Funkcja działa jeśli parametr

2531 FDFORWEN jest ustawiony do 1.

Parametr *2532 FDFORWRAP* ustawiony do 1, decyduje czy przyspieszenie prędkości będzie aktywne w posuwie szybkim (G00).

W większości przypadków nie jest to niezbędne, podczas tego wartość musi być 0.

Jeśli przyspieszenie jest 100%, oznacza to stałą ścieżkę.

Przyspieszanie obrotów określone jest dla 3 faz obróbki.

W parametrze *2651 FINFFORW* dla wykańczania

W parametrze *2751 MEDFFORW* dla średniej ostrości,

W parametrze *2851 ROUFFORW* dla ostrości.

Wymagane przyspieszenie jest określane w grupie parametrów.

Interpretacja parametrów: 0.01%. Zatem, jeśli na osi, 94.8% posuwu do przodu jest ustawione do wykańczania wtedy jest *2652 FINFFORW2=9480*.

Granica wartości : 8000...9500 (80%...95%)

Wartość typowa: 9000 (90%).

Zostało już nadmienione, że kiedy występuje posuw do przodu, system pokazuje tendencje oscylacji, które są redukowane poprzez odpowiednie ustawienie przyspieszenia. Przyspieszenie ma dwa kształty: liniowy lub zakrzywiony (patrz rozdział [6.3](#)).

Przyspieszenie jest zdefiniowane dla wszystkich trzech faz obrabiania w mm/sek^2 dla wszystkich osi.

W grupie parametrów 2611 *FINANACC* dla wykańczania

W grupie parametrów 2711 *MEDTANACC* dla średniej ostrości

W grupie parametrów 2811 *ROUTANACC* dla ostrości

Gdy określona wartość parametru przekracza wartość parametru ACC w grupie SERVO, sterowanie weźmie pod uwagę wartość ACC.

Stały czas przyspieszania może być określony dla wszystkich faz obrabiania każdej osi w msek:

W grupie parametrów 2621 *FINACCTC* dla wykańczania

W grupie parametrów 2721 *MEDACCTC* dla średniej ostrości

W grupie parametrów 2821 *ROUACCTC* dla ostrości.

Jeśli zdefiniowana wartość parametru będzie mniejsza od wartości parametru ACCTC w grupie SERVO, sterowanie weźmie pod uwagę wartość ACCTC.

Jeśli dokładność ścieżki musi być większa, należy zwiększyć posuw (parametr FIN-, MED-, ROUFFORW). W tym przypadku stały czas przyspieszenia musi być zwiększony (FIN-, MED-, ROUACCTC) lub zwolnione przyspieszenie (FIN-, NED-, ROUACC).

Jeśli prędkość obrabiania jest zwiększana, stały czas przyspieszenia musi być zmniejszony (FIN-, MED-, ROUACCTC), lub zwiększone przyspieszenie (FIN-, NED-, ROUACC).

7.2.3 Zwolnienie na podstawie różnicy prędkości osi w rogu.

W przypadku obróbki HSHP przy wykrywaniu kątów, zwolnienie prędkości jest niezależne od - parametru 2502 *FEEDDIF*. (patrz rozdział 6.5).

W takim wypadku różnica posuwu nie jest brana z grupy parametrów 2521 *CRITFDIF* ale jest ustawiona zgodnie z obróbką

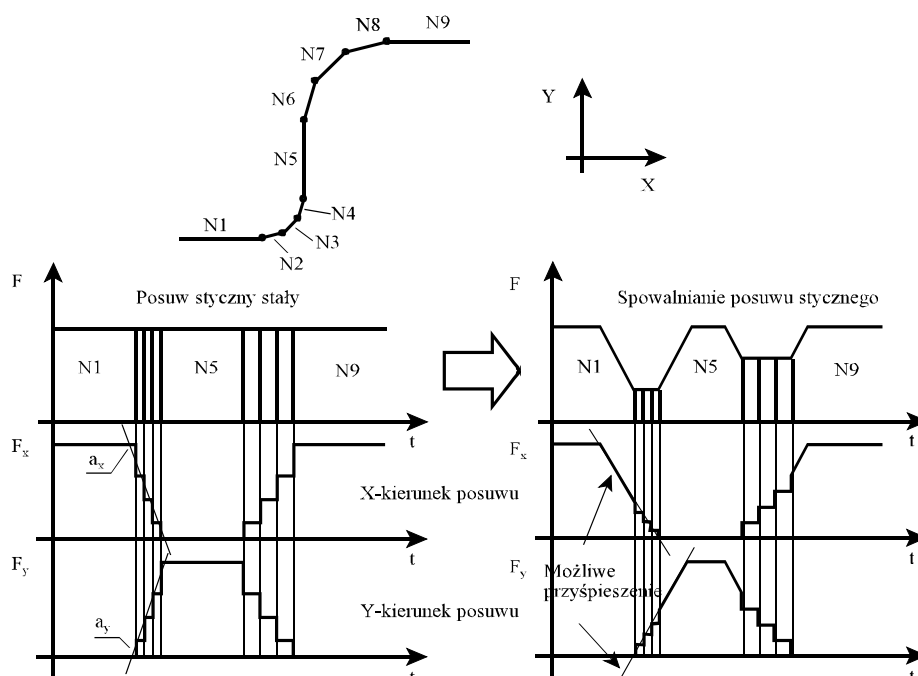
poprzez grupę parametrów 2641 *FINFDIF* dla wykańczania,

poprzez grupę parametrów 2741 *MEDFDIF* dla średniej ostrości

poprzez grupę parametrów 2841 *ROUFDIF* dla ostrości

We wszystkich grupach różne parametry są dostępne dla wszystkich osi.

7.2.4 Ograniczenie przyspieszenia występujące wzdłuż ścieżki w normalnym kierunku



Posuw jest także ograniczony w zaokrągleniach w przypadku HSHP (patrz rozdział 6.6). W przypadku interpolacji prostej nie występuje przyspieszenie. Jeśli ścieżka jest zbudowana z krótkich linii prostych, co często zdarza się podczas obróbki metalu, wtedy zakrzywienie wynikowej ścieżki może być znaczące i posuw musi być zwolniony. Np. W blokach N2, N3, N4 i N6, N7, N8 ścieżka jest zbudowana z linii prostych. Jeśli posuw wzdłuż ścieżki jest stały, zmiana prędkości na osi X i Y może przekraczać wartości możliwą dla tej osi z powodu geometrii ścieżki. Zatem sterowanie sprawdza ścieżkę poprzez jeden blok w trybie HSHP ażeby ograniczyć przyspieszenie w normalnym kierunku. Kiedy przyspieszenie wzdłuż osi jest większe niż pozwala na to geometria, prędkość musi ograniczona.

Także trzy różne grupy parametrów są dostępne do ograniczania przyspieszenia (ustawienia w mm/sek^2).

2631 *FINNORMACC* dla wykańczania

2731 *MEDNORMACC* dla średniej ostrości

2831 *ROUNORMACC* dla ostrości

Jeśli wartość parametru przekracza parametr ACC określony w grupie SERVO, sterowanie bierze pod uwagę wartość ACC. Posuw zmniejsza się znacząco z powodu ograniczenia przyspieszenia w normalnym kierunku. Użytkownik ma możliwość zdefiniowania całkowitego minimum posuwu w parametrze.

2541 *FEEDLOW*. Jeśli programowany posuw jest mniejszy niż wartość ustawiona w parametrze, programowany posuw jest brany pod uwagę. W trybie HSHP rola parametru 2513 *CIRCFMIN* jest przejmowana przez parametr 2541 *FEEDLOW*. W celu korekcji aktualności posuwu w bloku, funkcja korekcji została wybrana na podstawie parametru 2503 *GEO*.

Jeśli wartość parametru jest 0, maksymalne możliwe przyspieszenie jest ustawione aby było wzdłuż ścieżki. Stan zależy od geometrii.

Jeśli wartość parametru jest 1, stały posuw jest brany niezależnie od geometrii.

Np.: Ścieżka koła programu zbudowana z linii prostych, o promieniu 10 mm i gdzie pozycja koła jest obliczona inkrementalnie w 5° . Programowany posuw jest F6000 a przyspieszenie dla dwóch osi $500 \text{ mm} / \text{sek}^2$.

Jeśli wartość parametru *GEO* jest 0, to zawsze prędkość jest możliwie najszybsza. Jeśli jest 1, prędkość posuwu stałego jest mniejsza niż była zaprogramowana.

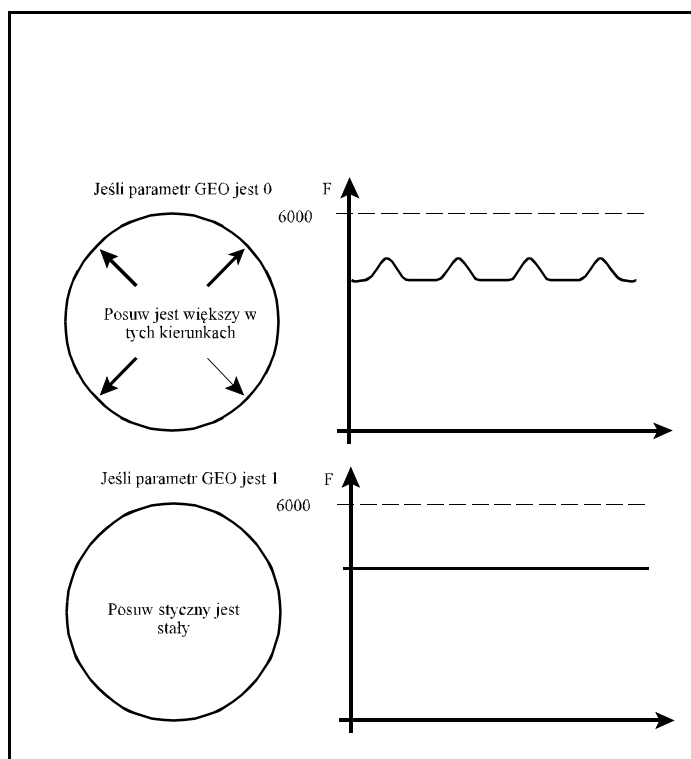


Fig. 7.2.4-2

7.2.5 Posuw definiowany z parametrów przyśpieszenia

W trybie ścieżki HSHP użytkownik może zdefiniować posuw tylko poprzez ustawienie parametrów przyśpieszenia w

2534 NOFEEDR

Jeśli wartości parametru

=0: sterowanie bierze posuw F jako punkt początku podczas obliczania posuwu

=1: wszystkie komendy posuwu F są nieaktualne.

Wyliczany posuw ma dwie granice. Jedną jest wartością ustawioną w parametrze *4741 FEED-MAX*, która definiuje maksymalny posuw dla każdej osi. Parametr ustawiony poprzez konstruktora maszyny.

Inna granica jest zdefiniowana poprzez użytkownika w parametrze.

2542 FEEDHIGH.

Wartość posuwu ustawiona w parametrze jest całkowitym maksimum posuwu w *NOFEEDR=1*.

7.2.6 Przeprowadzanie przyśpieszenia

Przeprowadzanie przyśpieszenia jest możliwe w procentach podobnie do posuwu. W funkcji trzech faz obróbki, normalne i prostokątne parametry przyśpieszenia wpływają procentowo poprzez

2602 FINACCLEV w przypadku wykańczania

2702 MEDACCLEV w przypadku średniej ostrości

2802 ROUACCLEV w przypadku ostrości.

Interpretacja: %

Zakres wartości: 1%...100%

Jeśli parametr =0 lub >100, wtedy sterowanie rejestruje 100%.

7.3 Zbieranie parametrów znakowania ścieżki w HSHP

W grupie głównej *COMMON*

Podgrupa **1221 CODES**

1228 HSHP (BIT)


Po załączeniu aktywowany jest tryb zgodny z parametrem. Jeśli wartość parametru
=0: znakowanie ścieżki w HSHP jest wyłączone. Komenda G5.1 Q0.
=1: znakowanie ścieżki w HSHP jest włączone. Komenda G5.1 Q1 jest aktualna jeśli
wartość parametru 1227 MULBUF jest także 1.

Grupa parametrów **N2501 FEED/ACC**

Podgrupa (BIT) **2501 CORNCONTROL**

2501 CDEN (BIT)

Jeśli wartość parametru:
=0: obniżenie automatyczne posuwu jest nie możliwe,
=1: obniżenie automatyczne jest możliwe w narożnikach

 *Informacja:*

W G5.1 Q1 stanie HSHP, zmniejszenie posuwu w narożniku jest niezależne od stanu parametru.

2502 FEEDDIF (BIT)

W stanie CDEN=1 automatyczne obniżenie posuwu jest możliwe w narożnikach jeśli parametr FEEDDIF:
=0: zmniejszenie prędkości jest wykonywane do kąta krytycznego
=1: zmniejszenie jest wykonywane do różnicy krytycznej posuwu

 *Informacja:*

Parametr musi być 0 w przypadku sterowania obracaniem i 1 w przypadku sterowania frezowaniem.

W stanie HSHP G5.1 Q1 zwolnienie jest zawsze wykonywane do różnicy krytycznej posuwu niezależnie od stanu parametru.

2503 GEO (BIT)

Jeśli wartość parametru
=0: maksymalny możliwy posuw ustawiony
=1: zawsze maksymalny możliwy posuw pod warunkiem że posuw jest stały niezależnie od pozycji geometrycznej.

 *Informacja:*

Parametr jest także efektywny w stanie HSHP.

Podgrupa **2511 CRITICAN (WORD)**

2511 CRITICAN (WORD)

Wartość krytyczna kąta może być określona w tym parametrze w stopniach.

2512 FEEDCORN (WORD)

W tym parametrze jest określany posuw do którego sterowanie musi zwolnić.

2513 CIRCFCMIN (WORD)

Parametr jest skuteczny kiedy obróbka HSHP jest wyłączona (G5.1 Q0).

W przypadku obróbki zaokrąglenia, sterowanie ogranicza posuw F na podstawie:

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

gdzie

a: niższa z wartości przyspieszania określona dla osi bierze udział w interpolacji koła (grupa parametrów ACC),

r: promień koła.

Minimalną wartość posuwu określa parametr 1413 CIRCFCMIN. Jeśli wyliczony posuw jest mniejszy niż wartość ustawiona w parametrze CIRCFCMIN ($F < \text{CIRCFCMIN}$), to sterowanie rejestruje posuw od parametru CIRCFCMIN.

Programowany posuw będzie brany pod uwagę gdy będzie mniejszy niż wartość ustawiona w parametrze. Posuw może także iść poniżej wartości ustawionej parametrem poprzez przełącznik posuwu.

Jeśli wartość CIRCFCMIN jest ustawiona wyżej, wtedy posuw możliwy dla osi uczestniczy w interpolacji ustawionej w parametrze FEEDMAX.

Podgrupa 2521 CRITFDIF (WORD)**252n CRITFDIFn (WORD) n=1..8**

Parametr jest tylko skuteczny gdy tryb obrabiania HSHP jest wyłączony.

Jeśli automatyczne zmniejszenie posuwu jest możliwe w narożnikach (CDEN=1) i zwolnienie jest wykonywane do różnicy krytycznej posuwu (FEEDDIF=1), różnica krytyczna posuwu może być ustawiona w parametrze CRITFDIFn dla każdej osi.

Jednostki miary to mm/min lub cale/min dla osi liniowych zależnie od stanu parametru - INCHDET, i °/min dla osi obrotowych.

Podgrupa 2531 HSHPCONTR (BIT)**2531 FDFORWEN (BIT)**

W stanie obróbki HSHP 1228 HSHP=1 (G5.1 Q1) posuw może być aktywowany jeśli wartość parametru jest:

=0: posuw jest nie możliwy,

=1: posuw jest możliwy.

2532 FDFORWRAP (BIT)

Jeśli wartości:

=0: prędkość posuwu jest nie aktualna w przypadku posuwu szybkiego (G0),

=1: jest aktualna w przypadku posuwu szybkiego

2533 ZAXOVEN (BIT)

Obowiązkowa wartość 0.

2534 **NOFEEDR** (BIT)

Jeśli wartość parametru

=0: sterowanie bierze zaprogramowany posuw podczas wyliczania,

=1: w stanie G5.1 Q1 wszystkie komendy posuwu F są nie skuteczne. Programowany posuw jest dziedziczony i aktywowany komendą G5.1 Q0. Tylko parametr 4741 FEED MAX przedstawia całkowity limit i ma miejsce kiedy obliczony posuw jest większy niż wartość ustawiona parametrem 2542 FEEDHIGH.

Podgrupa **2541 FEEDLIM** (WORD)

2541 **FEEDLOW** (WORD)

Parametr jest tylko skuteczny kiedy obróbka HSHP jest włączona (G5.1 Q1).

W przypadku interpolacji kołowej bloki odpowiadają parametrowi CIRCFCMIN, kiedy posuw nie leży poniżej tej wartości.

Ponadto w przebiegu obróbki HSHP posuw ciągle będzie wyrównywany wzdłuż ścieżki ponieważ normalny kierunek przyspieszenia i korekcja posuwu nie może obniżona poniżej tej wartości.

Zaprogramowany posuw powinien być mniejszy niż wartość ustawiona w parametrze.

Posuw może także iść poniżej ustawionej wartości w parametrze jako wynik przełącznika posuwu i obniżenia posuwu odnoszącego się do funkcji obniżania kąta osi Z.

2542 **FEEDHIGH** (WORD)

Jeśli wartość parametru 2534 NOFEEDR jest 1, parametr jest tylko skuteczny w trybie HSHP, kiedy obróbka HSHP jest włączona (G5.1 Q1). W tym przypadku sterowanie wylicza wartość domyślną posuwu z wartości ustawionych parametrem FEEDMAX, jak w przypadku pracy na sucho. Jeśli jednak wyliczana wartość jest większa niż parametr FEEDHIGH, to bierze parametr jako wartość domyślną i ta wartość jest obniżana w funkcji normalnego przyspieszania i różnic krytycznych posuwu.

Podgrupa **2551 LOADOVERR** (BYTE)

2551 **AREA2** (BYTE)

Obowiązkowa wartość 100.

2552 **AREA3** (BYTE)

Obowiązkowa wartość 100.

2553 **AREA4** (BYTE)

Obowiązkowa wartość 100.

Podgrupa **2561 SELECT** (BIT)

Ustawione parametry są skuteczne kiedy obróbka (HSHP) jest 1228 HSHP=1 (G5.1 Q1).

2561 **FINISH** (BIT)

Jeśli wartość parametru jest 1, wybrane parametry wykańczania obróbki HSHP No. 2600 Komenda G5.1 R1 zastępuje to.

2562 **MEDIUM** (BIT)

Jeśli wartość parametru jest 1, wybrane parametry średniej ostrości obróbki HSHP No. 2700. Komenda G5.1 R2 zastępuje to.

2563 **ROUGH** (BIT)

Jeśli wartość parametru jest 1, wybrane parametry ostrości obróbki HSHP No. 2800 - Komenda G5.1 R3 zastępuje to.

Podgrupa **2601 FINLEVEL (WORD)**

2601 FINACCUR (WORD)

W trakcie obróbki HSHP w przypadku wykańczania zaprogramowanych krótkich prostych bez rogów przez osie, jest wykonywane dotąd aż ruch na osiach jest większy niż wartość ustawiona parametrem.

Interpretacja: dane inkrementalne

Gdy parametr jest 20 i INCRSYSTB jest aktywne, 0.01 mm jest minimalnym ruchem jakie sterowanie wysyła do maszyny.

Wartość określona tutaj może także mieć wpływ na posuw, odkąd ustawiona jest mniejsza wartość to będzie mniejszy ruch narzędzia ażeby uniknąć zmianom posuwu.

Jeśli wartość parametru jest 0, sterowanie przyjmuje

2602 FINACCLEV (WORD)

Parametr ten jest wartością dla przyśpieszenia w przebiegu obróbki HSHP w przypadku ostrego wykańczania ścieżki.

Interpretacja: %

Zasięg wartości: 1%...100%

Gdy wartość parametru =0 lub >100, sterowanie rejestruje 100%.

Ma to wpływ na wartości FINTANACC i FINNORMACC .

2611 FINTANACC podgrupa (WORD)

261n FINTANACCn (WORD) n=1..8

Ten parametr określa przyśpieszenie styczne dla osi 1..8 w przebiegu obróbki HSHP.

Jednostki miary: mm/sek².

Sterowanie bierze przyśpieszenie zdefiniowane w grupie ACC No. 4701 jako całkowite maksimum i jeśli FINTANACCn>ACCn, parametr ACCn zostaje aktywowany.

Podgrupa **2621 FINACCTC (WORD)**

262n FINACCTCn (WORD)

Parametr ten jest czasem stałym dla parametru określającego przyśpieszenie styczne dla osi 1..8 w przebiegu obróbki HSHP.

Jednostka miary: msek.

Sterowanie bierze przyśpieszenie zdefiniowane w grupie 4901 ACCTC jako całkowite maksimum i jeśli FINACCTCn<ACCTCn to parametr ACCTCn jest aktywowany.

Podgrupa **2631 FINNORMACC** (WORD)

263n **FINNORMACCn** (WORD)

Ten parametr określa przyspieszenie w normalnym kierunku (prostopadle do ścieżki) dla osi 1..8 w trakcie HSHP.

Jednostki miary: mm/sek².

Parametr znacząco wpływa na wynik posuwu.

Sterowanie bierze przyspieszenie określone w grupie 4701 ACC jako całkowite maksimum i jeśli FINNORMACCn>ACCn, aktywowany jest parametr ACCn.

Podgrupa **2641 FINFDIF** (WORD)

264n **FINFDIFn** (WORD)

Parametr ten dostarcza różnicę krytyczną posuwu możliwą w narożnikach w trakcie obróbki HSHP.

Ta interpretacja jest w mm/min (jeśli INCHDET=0) lub calach/min (jeśli INCHDET=1) w przypadku osi liniowych i °/min w przypadku osi obrotowych.

Podgrupa **2651 FINFFORW** (WORD)

265n **FINFFORWn** (WORD)

Parametr prowadzi prędkość w trakcie HSHP.

Jest aktualny jeśli parametr 2531 FDFORWEN jest 1.

Interpretacja: 0.01%

Zasięg wartości: 8000...9500 (80%...95%)

Wartość typowa: 8500 (85%).

Podgrupa **2701 MEDLEVEL** (WORD)

2701 **MEDACCUR** (WORD)

W przebiegu obróbki HSHP średnia ostrość zaprogramowanych ruchów jest wykonywana przez osie dotąd aż ruch na osi jest większy niż wartość ustawiona parametrem.

Interpretacja: dane inkrementalne.

Gdy wartość parametru jest 20 i INCRSYSTB jest aktywne, 0.01 mm jest minimalnym ruchem jakim sterowanie wysyła do maszyny.

Określona tutaj wartość ma także wpływ na posuw. Im mniejsza ustawiona wartość tym mniejszy ruch narzędzia w celu uniknięcia zmian posuwu.

Jeśli parametr jest 0, sterowanie przyjmie 1.

2702 **MEDACCLEV** (WORD)

Parametr ten jest wartością przyspieszenia w przebiegu HSHP w przypadku średniej ostrości.

Interpretacja: %

Zasięg wartości: 1%...100%

Gdy wartość parametru =0 lub >100, sterowanie zarejestruje 100%.

Ma to wpływ na wartości MEDTANACC i MEDNORMACC.

2711 MEDTANACC subgroup (WORD)

271n MEDTANACCn (WORD) n=1..8

Parametr ten określa styczne przyspieszenie dla osi 1...8 w trakcie obróbki HSHP w przypadku średniej ostrości.

Jednostki miary: mm/sec².

Sterowanie bierze przyspieszenie określone w grupie ACC No. 4701 jako całkowite maksimum i jeśli MEDTANACCn>ACCn, parametr ACCn jest aktywowany.

Podgrupa 2721 MEDACCTC (WORD)

272n MEDACCTCn (WORD)

Parametr ten jest czasem stałym dla parametru określającego styczne przyspieszenie dla osi 1..8 w trakcie obróbki HSHP średniej ostrości.

Jednostki miary: msek.

Sterowanie bierze przyspieszenie określone w grupie ACCTC jako całkowite maksimum i jeśli MEDACCTCn<ACCTCn, parametr ACCTCn zostaje aktywowany.

2731 MEDNORMACC podgrupa (WORD)

273n MEDNORMACCn (WORD)

Parametr ten określa przyspieszenie w normalnym kierunku (równoległe do ścieżki) dla osi 1...8 w trakcie obróbki HSHP w średniej ostrości.

Jedn. miary: mm/sek².

Parametr znacząco wpływa na wynik posuwu.

Sterowanie bierze przyspieszenie określone w grupie 4701 ACC jako całkowite maksimum i jeśli MEDNORMACCn>ACCn, parametr ACCn jest aktywowany.

Podgrupa 2741 MEDFDIF (WORD)

274n MEDFDIFn (WORD)

Ten parametr dostarcza krytyczną różnicę umożliwiającą w narożnikach obróbkę HSHP w przypadku średniej ostrości.

Ta interpretacja jest mm/min (jeśli INCHDET=0) lub cal/min (jeśli INCHDET=1)w przypadku osi liniowych i °/min w przypadku osi obrotowych.

Im mniejsza wartość parametru tym ostrzejszy narożnik.

Podgrupa 2751 MEDFFORW (WORD)

275n MEDFFORWn (WORD)

Parametr ten dostarcza szybki posuw do przodu w trakcie HSHP w przypadku średniej ostrości.

Jest tylko skuteczny jeśli parametr FDFORWEN jest ustawiony do 1.

Interpretacja: 0.01%

Zasięg wartości: 8000...9500 (94%...100%)

Wartość typowa: 8500 (85%).

2801 ROULEVEL podgrupa (WORD)

2801 ROUACCUR (WORD)

W przebiegu obróbki HSHP w przypadku ostrości zaprogramowanych ruchów prostych wykonywanych przez osie dotąd aż ruch na osi jest większy niż wartość ustawiona w parametrze i przeprowadzany ruch są wysłane tak samo.

Interpretacja: dane inkrementalne.

Jeśli wartość parametru jest 20 i INCRSYSTB są aktywne, 0.01 mm jest minimalnym ruchem jakim sterowanie wysyła do maszyny.

Określona tutaj wartość ma także wpływ na posuw. Im mniejsza wartość ustawiona tym mniejszy posuw narzędzia w celu uniknięcia zmian posuwu.

Gdy wartość parametru jest 0, sterowanie przyjmuje 1.

2802 ROUACCLEV (WORD)

Ten parametr jest wartością przyśpieszenia w przebiegu obróbki HSHP w przypadku ostrości.

Interpretacja: %

Zasięg wartości: 1%...100%

Gdy wartość parametru =0 lub >100, sterowanie rejestruje 100%.

To ma wpływ na wartości ROUTANACC i ROUNORMACC.

Podgrupa **2811 ROUTANACC** (WORD)

281n ROUTANACCn (WORD) n=1..8

Parametr ten określa przyśpieszenie styczne dla osi 1...8 w trakcie obróbki HSHP w przypadku ostrości.

Jednostki miary : mm/sek².

Sterowanie bierze przyśpieszenie w grupie 4701 ACC jako całkowite maksimum i jeśli ROUTANACCn>ACCn, parametr ACCn jest aktywowany..

Podgrupa **2821 ROUACCTC** (WORD)

282n ROUACCTCn (WORD)

Parametr ten jest czasem stałym dla parametru określającego przyśpieszenie styczne dla osi 1...8 w trakcie obróbki HSHP w przypadku ostrości.

Jednostki miary: msek.

Sterowanie bierze przyśpieszenie określone w grupie 4901 ACCTC jako całkowite maksimum i jeśli ROUACCTCn<ACCTCn, parametr ACCTCn jest aktywowany.

Podgrupa **2831 ROUNORMACC** (WORD)

283n ROUNORMACCn (WORD)

Parametr ten określa przyśpieszenie w normalnym kierunku (prostopadle do ścieżki) dla osi 1...8 w trakcie obróbki HSHP w przypadku ostrości.

Jednostka miary: mm/sek².

Parametr ten znacząco wpływa na posuw wynikowy.

Sterowanie bierze przyśpieszenie określone w grupie 4701 ACC jako całkowite maksimum i jeśli ROUNORMACCn>ACCn, parametr ACCn jest aktywowany..

Podgrupa **2841 ROUFDIF** (WORD)

284n **ROUFDIFn** (WORD)

Parametr ten dostarcza różnicę krytyczną posuwu możliwą na narożnikach w trakcie obróbki HSHP w przypadku ostrości.

Jest to interpretowane w mm/min (jeśli INCHDET=0) lub cal/min (jeśli INCHDET=1) w przypadku osi liniowych i °/min w przypadku osi obrotowych.

Podgrupa **2851 ROUFFORW** (WORD)

285n **ROUFFORWn** (WORD)

Parametr ten dostarcza przyśpieszenia posuwu do przodu w trakcie obróbki HSHP w przypadku ostrości. Jest tylko skuteczny jeśli parametr 2551 FDFORWEN jest do 1.

Interpretacja: 0.01%

Zasięg wartości: 8000...9500 (80%...95%)

Wartość typowa: 8500 (85%).

8 Oczekiwanie (G04)

Instrukcja

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

Zatrzyma program w sekundach.

Zasięg P jest 0.001 do 99999.999 sekund.

Instrukcja

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

Zatrzyma program w jednostkach obrotów wrzeciona.

Zasięg P jest 0.001 do 99999.999 obrotów.

W zależności od parametru *SECOND*, opóźnienie odnosi się zawsze do sekund, niezależnie od stanów G94, G95.

Funkcja nie dziedziczona.

Podczas oczekiwania, pole statusu 5 wskazuje status interpolacji, wiadomość DWL pojawia się na ekranie i obsługujący maszynę widzi kiedy maszyna jest w stanie oczekiwania

9 Punkt odniesienia

Punkt odniesienia jest szczególną pozycją na maszynie, gdzie sterowanie może stanąć. Lokalizacja punktu odniesienia określa się w układzie współrzędnych maszynowych poprzez parametr. Po przyjęciu punktu odniesienia można zmierzyć współrzędne detalu i stanąć w pozycji absolutnej. Dopiero po przyjęciu punktu zerowego aktywne są parametryczne wyłączniki krańcowe i programowane limitowanie przestrzeni roboczej.

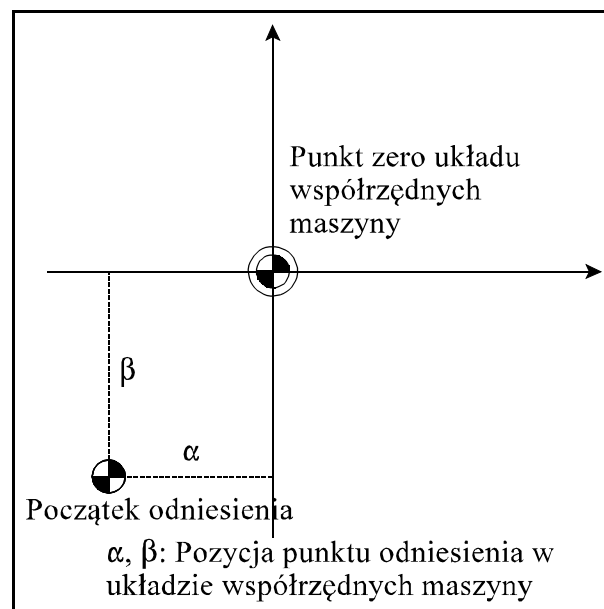


Fig. 9-3

9.1 Automatyczne przyjmowanie punktu odniesienia (G28)

Instrukcja

G28 v

Osie powrócą do punktu odniesienia określonego wektorem v. Ruch składa się z dwóch części. Najpierw wyznaczone przez wektor v osie szybkim posuwem przesuwają się do punktu pośredniego ścieżką liniową. Współrzędne tego punktu mogą być zadane jako wartości całkowite lub inkrementalne. Ruch odbywa się zawsze w aktualnym układzie współrzędnych. Gdy staje w końcowym punkcie ruchu liniowego zostaje skasowany wektor korekcji promienia narzędzia. System sterowania zapamiętuje współrzędne punktu pośredniego w osiach wyznaczonych przez wektor. W kolejnej fazie staje w punkcie odniesienia, w porządku określonym ręcznym przyjmowaniem punktu odniesienia. Przyjmowanie punktu odniesienia odbywa się w osi poprzez ruch nieliniowy. Po przyjęciu punktu odniesienia, tak jak w ręcznym przyjmowaniu, przyjmuje podstawowe położenie określone w polu parametrów. Jest to kod nie dziedziczony.

 *Informacja:*

- Komenda G28 przyjmuje punkt odniesienia zawsze odpowiednio do ręcznego przyjmowania punktu odniesienia.
- W przypadku kiedy nie ma aktualnego punktu odniesienia współrzędnych, figurującemu w G28 v należy nadać wartości inkrementalne. Współrzędne programowanego v w bloku G28 zachowują się w pamięci do wyłączenia sterowania. Np:

G28 X100	punkt pośredni: X=100, Y=0
G28 Y200	punkt pośredni: X=100, Y=200

9.2 Automatyczny powrót do punktu odniesienia 2, 3, 4 (G30)

Instrukcja

G30 v P

sterowanie wysyła do określonego adresu P punktu referencyjnego osie wyznaczone wektorem v.

P1=punkt odniesienia 1

P2=punkt odniesienia 2

P3=punkt odniesienia 3

P4=punkt odniesienia 4

Punkty odniesienia są punktami na maszynie o współrzędnych określonych w parametrach (REFPOS1, ..., REFPOS4) w systemie współrzędnych maszyny, które zasadniczo wykorzystuje się w różnych pozycjach wymiany. Na przykład: pozycja wymiany narzędzi lub pozycja wymiany palet.

Pierwszy punkt jest zawsze punktem odniesienia maszyny, a więc punktem w którym maszyna staje po wysłaniu do punktu odniesienia. Instrukcja może być stosowana po przyjęciu maszynowego punktu odniesienia.

Ruch składa się z dwóch części. Najpierw przyjmuje określone przez wektor v współrzędne punktu pośredniego i staje w nim poruszając się liniowo, szybkim posuwem. Podane współrzędne mogą być wartościami całkowitymi lub inkrementalnymi. 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.

Podczas kolejnej drugiej fazy osie pozycjonują szybkim liniowym posuwem w punkcie P, wybranym jako punkt odniesienia.

W punkcie odniesienia, wektory korekcji nie są uwzględniane (długość, przesunięcie, promień). Nie jest niezbędne kasowanie ich przed wydanie rozkazu G30. Przy dalszych ruchach sterowanie zaktualizuje je. Korekcja promienia narzędzia zostanie przywrócona w pierwszym bloku z ruchem. Kod ten nie jest dziedziczony.

9.3 Automatyczny powrót z punktu odniesienia (G29)

Instrukcja

G29 v

sterowanie wraca z punktu odniesienia wzdłuż osi określonych wektorem v. G29 będzie realizowane tak jak G28 i G30. Powrót odbywa się w dwóch fazach.

W fazie pierwszej porusza się od punktu odniesienia do punktu pośredniego zapisanego podczas wykonywania instrukcji G28 lub G30 w osiach określonych wektorem v. Współrzędne punktu pośredniego są dziedziczone, innymi słowami sterowanie weźmie poprzednie wartości pod uwagę jeśli odniesienie będzie zrobione do osi, w których żadne współrzędne nie były przekazane w bloku G28 lub G30. Ruch do punktu pośredniego będzie uwzględniał (długość narzędzia, przesunięcie, korekcję promienia narzędzia)

Współrzędne punktu pośredniego są niezmiennie w systemie współrzędnych detalu. Jeśli zmiana układu współrzędnych detalu została zaprogramowana po powrocie z punktu odniesienia i przed instrukcją G29, punkt pośredni będzie wzięty pod uwagę w nowym systemie współrzędnych. W fazie drugiej sterowanie przesuwa od punktu pośredniego do punktu v określonego w instrukcji G29. Jeśli współrzędna v ma wartość dziedziczną, zmiana miejsca będzie mierzona z punktu pośredniego. Kiedy ustawiona będzie korekcja narzędzia to wektor korekcji będzie wykorzystany do przesuwu w kierunku punktu końcowego. Kod nie dziedziczony.

Przykład wykorzystania G30 i G29:

```

...
G90
...
G30 P1 X500 Y200
G29 X700 Y150
...

```

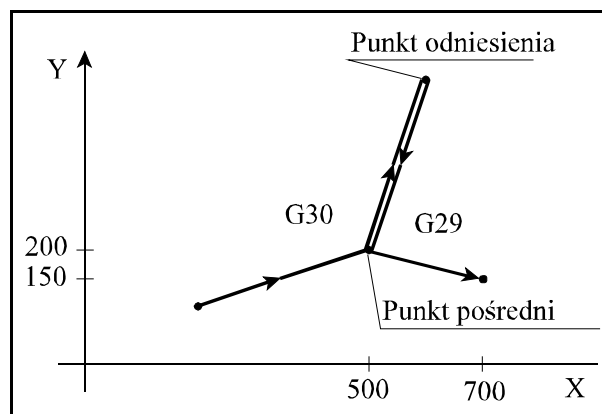


Fig. 9.3-1

10 Układ współrzędnych, wybór płaszczyzny

Pozycję, do której w programie technologicznym chcemy przesunąć narzędzie podaje się przy pomocy danych współrzędnych. Jeśli mamy trzy osie (X, Y, Z), pozycja narzędzia jest wyrażona poprzez trzy współrzędne X____ Y____ Z____ :

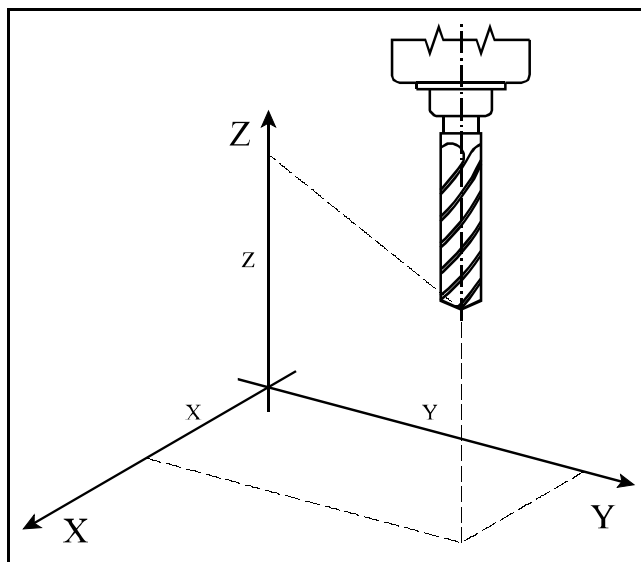


Fig. 10-1

Sterowanie rozróżnia trzy układy współrzędnych:

1. Maszynowy układ współrzędnych,
2. Układ współrzędnych detalu,
3. Lokalny układ współrzędnych.

10.1 Maszynowy układ współrzędnych

Punkt zero maszynowego układu współrzędnych jest określony na maszynie zazwyczaj przez producenta obrabiarki. Sterowanie ustala maszynowy układ współrzędnych w chwili przyjęcia punktu odniesienia. Gdy nastąpi określenie maszynowego układu współrzędnych nie może tego zmienić ani zmiana układu współrzędnych (G54 ... G59) lub inna transformacja (G52, G92). Zmiana może być wykonana dopiero po wyłączeniu maszyny.

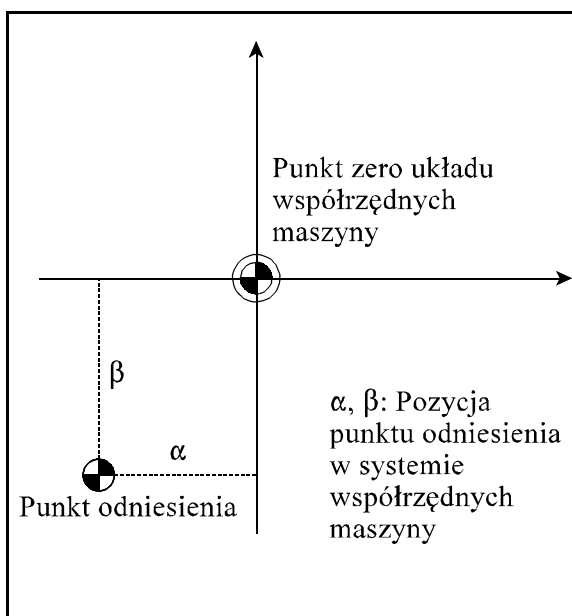


Fig. 10.1-1

10.1.1 Ustawianie maszynowego układu współrzędnych

Maszynowy układ współrzędnych można ustawić w polu parametrów, po przyjęciu punktu odniesienia. Odległość wpisuje się między punktem odniesienia a zerem maszynowego układu współrzędnych dla każdej osi oddzielnie..

10.1.2 Pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszyny (G53)

Instrukcja

G53 v

przesunie narzędzie do pozycji v w maszynowym układzie współrzędnych.

- niezależnie od stanu G90, G91 współrzędne v są zawsze traktowane jako współrzędne całkowite,
- operator I jest nieaktywny kiedy umieszczony jest za adresem współrzędnych,
- ruch odbywa się zawsze szybkim posuwem, podobnie jak w instrukcji G00,
- pozycjonowanie odbywa się zawsze z uwzględnieniem korekcji.

Instrukcję G53 realizuje się po przyjęciu punktu odniesienia. Instrukcja obowiązuje tylko w bloku, gdzie była użyta.

10.2 Układy współrzędnych detalu

Układ współrzędnych, którego używamy podczas frezowania detalu nazywany jest układem współrzędnych maszynowych. W sterowaniu można określić sześć różnych układów współrzędnych detalu.

10.2.1 Ustawianie układów współrzędnych detalu

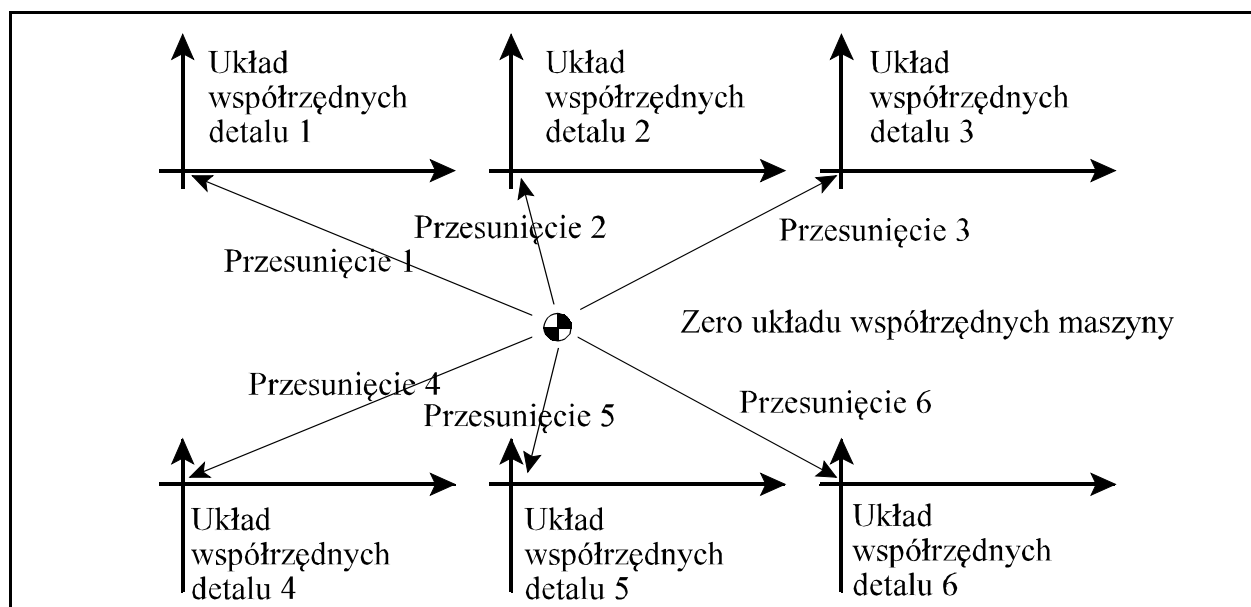


Fig. 10.2.1-1

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

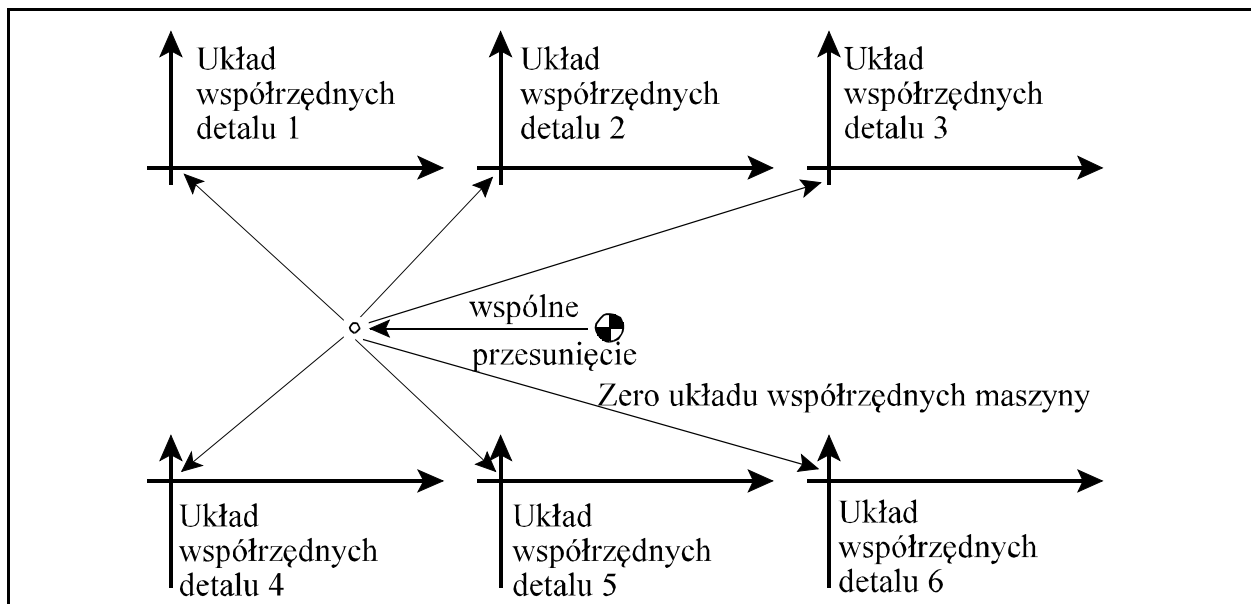


Fig. 10.2.1-2

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

10.2.2 Wybór układu współrzędnych detalu

Instrukcje G54...G59 wybierają różne układy współrzędnych detalu

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

Są to funkcje dziedziczone. Ich wybór przed przyjęciem punktu zerowego jest nieaktywny.

Po najecharciu na punkt odniesienia zostanie wybrany stan G54, pierwszy układ współrzędnych detalu.

Na przykład instrukcje

```
G56 G90 G00 X60 Y40
```

przesuną na punkt $X=60$, $Y=40$ w trzecim układzie współrzędnych detalu.

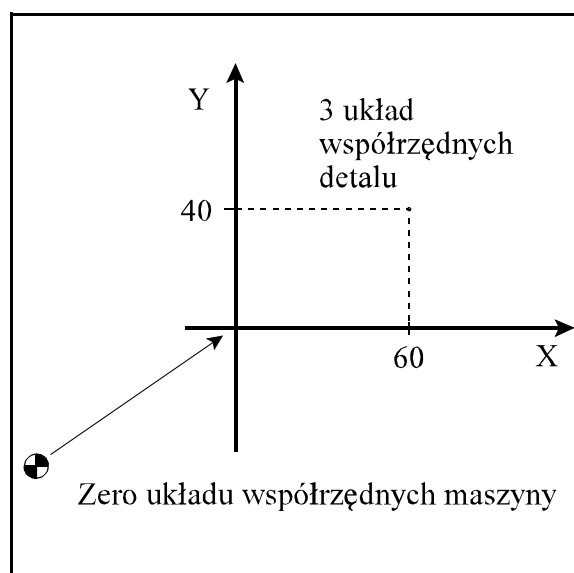


Fig. 10.2.2-1

Po zmianie układu współrzędnych detalu wyświetlana będzie pozycja detalu w nowym układzie współrzędnych detalu.

Na rysunku są dwa detale. Po przesunięciu układu współrzędnych detalu odnośnie G54 pozycja narzędzia to $X=300$, $Y=800$. W drugim układzie G55 $X=1300$, $Y=400$.

Pozycja narzędzia w systemie współrzędnych G55 w X' i Y' jest $X'=700$, $Y'=500$.

Po instrukcji G55 X'' , Y'' pozycja narzędzia będzie ($X''=-300$, $Y''=900$).

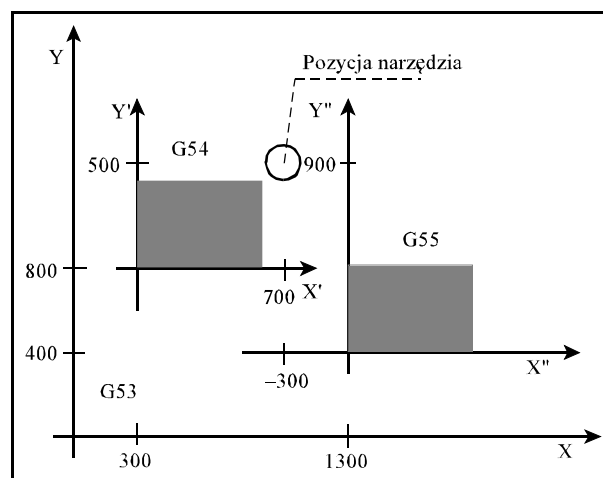


Fig. 10.2.2-2

10.2.3 Ustawianie przesunięcia układu współrzędnych detalu z programu

Przesunięcia układów współrzędnych detalu obrabianego z programu mogą być dokonywane przy pomocy:

G10 v L2 Pp

gdzie

$p = 0$ ustawienie przesunięcia wszystkich układów,

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

v = wartość przesunięcia w każdej osi

Dane współrzędnych są wprowadzane zawsze w wartościach prostokątnych. G10 instrukcja nie dziedziczona.

10.2.4 Tworzenie układu współrzędnych nowego detalu (G92)

Instrukcja

G92 v

tworzy układ współrzędnych nowego detalu tak, że określony 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 współrzędnych. Współrzędne określone w komendzie G92 zawsze będą interpretowane jako wartości całkowite prostokątne.

Jeśli np. narzędzie jest w punkcie współrzędnych $X=150$, $Y=100$ w aktualnym układzie to po podaniu instrukcji

G92 X90 Y60

utworzy nowy układ współrzędnych X' , Y' w którym narzędzie znajdzie się w punkcie $X'=90$, $Y'=60$. Składowe wektora przesunięcia v' między układami X , Y i X' , Y' to

$$v'_x = 150 - 90 = 60,$$

oraz

$$v'_y = 100 - 60 = 40.$$

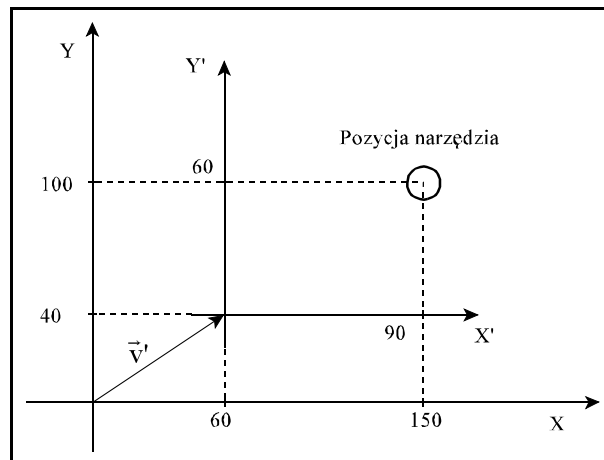


Fig. 10.2.4-1

Komenda G92 przeważa w każdym z sześciu układów współrzędnych detalu. Np. obliczone przesunięcie v będzie brany pod uwagę dla również dla reszty.

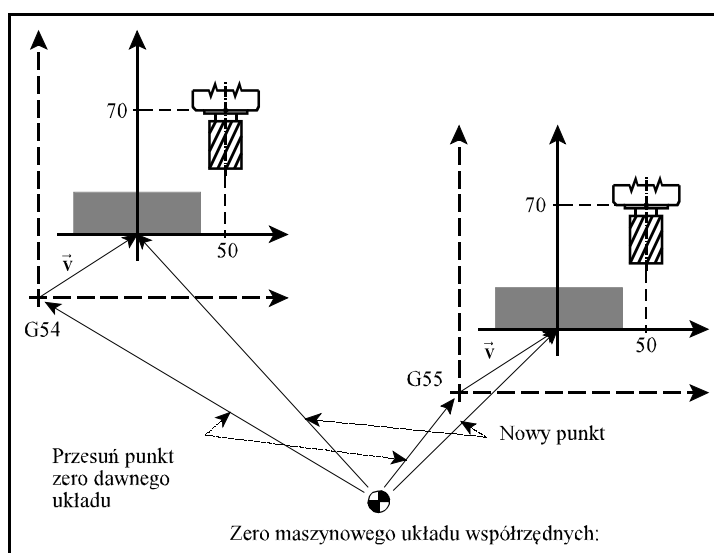


Fig. 10.2.4-2

☞ Informacja:

- Przesunięcie układu współrzędnych ustawiony w instrukcji G92 będzie skasowany poprzez instrukcję M2, M30 i poprzez zresetowanie programu.
- Instrukcja G92 kasuje przesunięcie lokalnego układu współrzędnych programowanego w instrukcji G52 na osiach.
- Instrukcja G92 oferuje wygodny sposób wskazania cyklicznej pozycji stołu obrotowego. Np. Jeśli oś B została obrócona o 360° , to oś może być obrócona do pozycji 0° bez żadnego fizycznego ruchu poprzez programowanie G92 B0.

10.3 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 leży w punkcie v układu współrzędnych układu.

– Jeśli wartość v 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 całkowitych będzie realizowany w nowym układzie. Wyświetlanie pozycji również będzie w nowym układzie. Wartości współrzędnych v będą współrzędnymi prostokątnymi.

Jeśli narzędzie przebywa w punkcie o współrzędnych $X=150$, $Y=100$ nowego układu współrzędnych to po podaniu instrukcji
G90 G52 X60 Y40

stworzy się nowy lokalny układ współrzędnych X' , Y' w którym narzędzie trafi na pozycje $X'=90$, $Y'=60$. Pomiedzy układami współrzędnych X , Y oraz X' , Y' określimy instrukcją G52 przesunięcie wektorowe V' - ($v'_x=60$, $v'_y=40$).

Jeśli teraz lokalny układ współrzędnych chcemy przenieść do punktu X'' , Y'' możemy to zrobić na dwa sposoby.

- Całkowitym podaniem danych (G90) G52 X30 Y60
- Inkrementalnym podaniem danych G91 G52 X-30 Y20

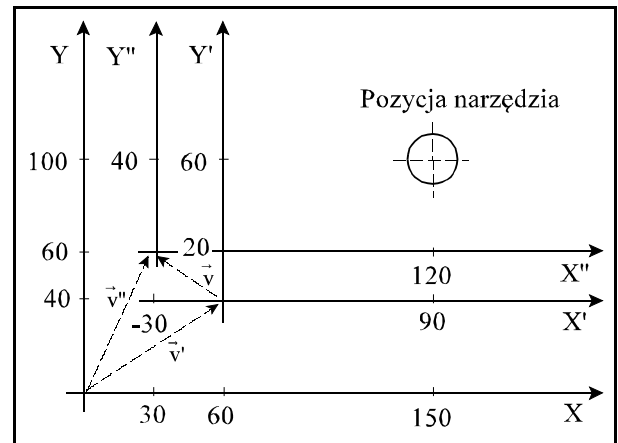


Fig. 10.3-1

Instrukcja

G90 G52 v0

skasuje 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 G52v0.

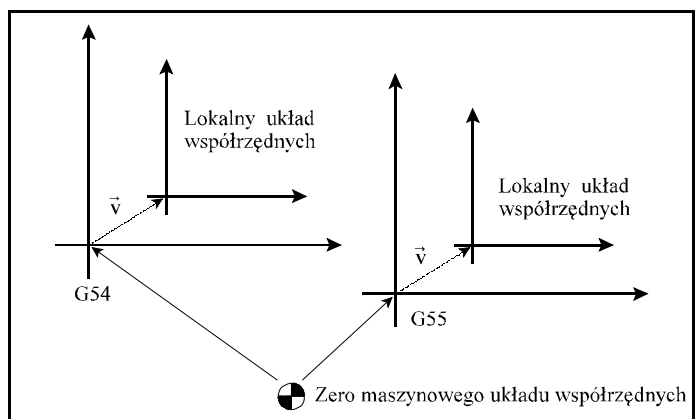


Fig. 10.3-2

Instrukcja G92 skasuje przesunięcie stworzone przez instrukcję G52 na osiach określonych w G92.

Jeśli narzędzie jest w punkcie $X=200$, $Y=120$ układu współrzędnych detalu X , Y to pod wpływem instrukcji

`G52 X60 Y40`

jego pozycja w lokalnym układzie

współrzędnych X' , Y' będzie $X'=140$, $Y'=80$ in th X' , Y' .

Pod wpływem instrukcji

`G92 X110 Y40`

w nowym układzie współrzędnych detalu X'' , Y''

pozycja narzędzia będzie $X''=110$, $Y''=40$. A więc lokalny układ X' , Y' pod wpływem rozkazu `G92` kasuje się jakbyśmy dali rozkaz `G52 X0 Y0`.

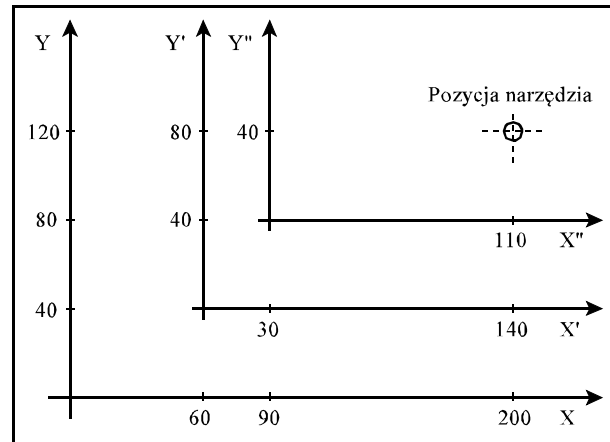


Fig. 10.3-3

☞ *Informacja:*

– Realizacja `M2`, `M30` lub reset na początku programu kasuje przesunięcia lokalnego układu współrzędnych.

10.4 Wybór płaszczyzny (G17, G18, G19)

Płaszczyznę, w której odbywa się

- interpolacja kołowa,
- określenie danych współrzędnych biegunowych,
- obrót systemu współrzędnych,
- korekcja promienia narzędzia,
- pozycjonowanie cykli wiercenia

można wybrać kodami G:

G17..... $X_p Y_p$ płaszczyzna

G18..... $Z_p X_p$ płaszczyzna

G19..... $Y_p Z_p$ 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 nazywa się płaszczyzną główną.

To, która z równoległych osi zostanie wybrana zależy od jej zaprogramowania w bloku razem z instrukcjami

G17, G18, G19.

Kiedy 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

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

G17 $X_$ $Y_$ płaszczyzna XY

$U_$ $Y_$ zostaje płaszczyzna XY .

Jeśli w blokach G17, G18, G19 nie ma adresu osi to sterowanie 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 przestawi się do punktu 100.

Po załączeniu zależnie 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.

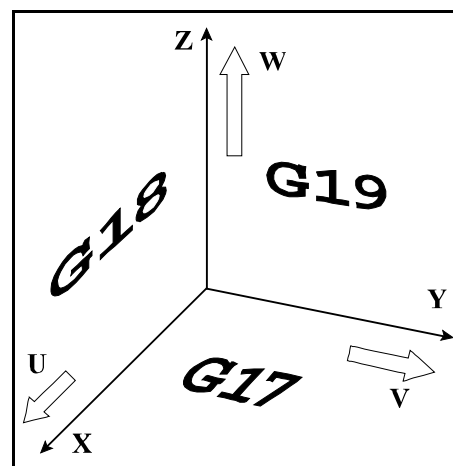


Fig. 10.4-1

11 Funkcje wrzeciona

11.1 Komenda prędkości wrzeciona (Kod S)

Pisząc pod adres S jedną najwyżej pięciocyfrową liczbę przekazuje kod PLC. PLC interpretuje ten kod również, zależnie od zaprojektowanej maszyny, jako kod S. Któremu odpowiada liczba obrotów na minutę. Jeśli rozkazy ruchu i liczby obrotów wrzeciona programowane są 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.

11.2 Programowanie wyliczania stałej prędkości skrawania

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

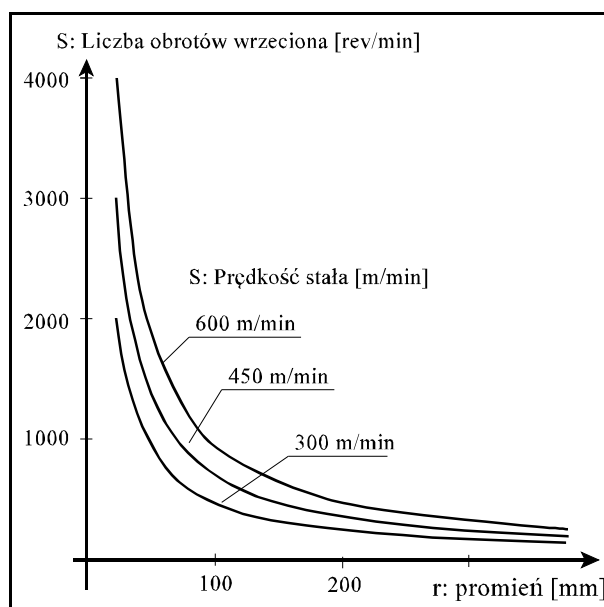


Fig. 11.2-1

Wejściowa jednostka miary	Jednostka miary stałej prędkości skrawania
mm (G21 metryczny)	metr/min
inch (G20 calowy)	stopa/min

11.2.1 Zadawanie wyliczania stałej prędkości frezowania (G96, G97)

Komenda

G96 S

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

Komenda

G97 S

włącza zadawanie stałej prędkości frezowania. W adresie S podaje się liczbę obrotów. Do wyliczania stałej prędkości frezowania tak należy ustawić układ współrzędnych aby punkt zerowy układu leżał na osi obrotów.

- Do wyliczania stałej prędkości frezowania jest aktywne M3 lub M4.
- Wartość stałej prędkości frezowania jest wielkością dziedziczną, nawet jeśli rozkazem G97 wyłączyliśmy wyliczanie. Stałą prędkość frezowania po załączeniu określa parametr CTSURFSP.

G96 S100 (100 m/min lub 100 stopa/min)

G97 S1500 (1500 obrót/min)

G96 X260 (100 m/min lub 100 stopa/min)

- Wyliczanie stałej prędkości frezowania jest aktualne przy G94 (obrot/min).
- Jeśli wyłączone zostało wyliczanie stałej prędkości frezowania rozkazem G97 i nie podano nowej liczby obrotów to aktualnie pozostaną ostatnie obroty aktualne przy G96.

G96 S100 (100m/min lub 100 stopa/min)

.

.

.

G97 (Obroty ustalone dla średnicy X)

- W przypadku pozycjonowania (G00) stała prędkość frezowania nie będzie wyliczana w sposób ciągły, jedynie w punkcie końcowym obrotu osiągną liczbę odpowiadającą średnicy.

11.2.2 Ograniczenie stałej prędkości frezowania (G92)

Instrukcja

G92 S

Określa się najwyższe obroty. Jest to wartość dziedziczna.

11.2.3 Wyznaczanie osi do wyliczania stałej prędkości frezowania

Oś, z której sterowanie wylicza stałą prędkość skrawania ustalamy parametrem 1182 AXIS. Jeśli z wyznaczonej osi chcemy powrócić do innej to należy to wykonać instrukcją:

G96 P.

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 dziedziczna. Po załączeniu sterowanie aktywuje stałą prędkość frezowania dla osi ustawionej w parametrze AXIS.

11.3 Regulacja pozycji wrzeciona

W przypadku normalnej obróbki NC wysyła wrzecionu sygnał proporcjonalny do wielkości programowanych obrotów. Napęd pracuje wówczas w trybie 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 trybie pracy regulacja pozycji. W praktyce oznacza to, iż NC nie wydaje sygnału proporcjonalnego do obrotów ale przy pomocy enkodera zainstalowanego na wrzecionie obraca wrzeciono pod oczekiwanym kątem.

11.4 Zorientowane zatrzymanie wrzeciona

Orientowaniem wrzeciona lub zorientowanym zatrzymaniem wrzeciona określa się funkcję, która zatrzymuje wrzeciono pod określonym kątem. Potrzebujemy tego np. przy automatycznej wymianie narzędzi lub pewnych cyklach wiercenia. O tym, że 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 odniesienia wrzeciona, podobnie jak w pozostałych osiach.

11.5 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_NUMB1* ustawia się wartość progową, którą odejmuje się od zadanej wartości M, a otrzymana różnica oznacza inkrementalną wielkość obrotu w stopniach. Jeśli *M_NUMB1*=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 *CDIRS1* a szybkość obrotu *RAPIDS1*.

11.6 Śledzenie zmian liczby obrotów wrzeciona (G25, G26)

Instrukcja G26

włącza śledzenie wahań liczby obrotów wrzeciona, natomiast komenda **G25** kasuje G26.

Po załączeniu maszyny lub resecie sterowanie przyjmuje stan G26. Funkcja daje informacje o nieprawidłowych zachowaniach wrzeciona 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.

Poniższa tabela zawiera interpretację parametrów:

nazwa	parametr	znaczenie	jednostka	granica wartości
p	5001 TIME	maks. czas pomiędzy wydawaniem rozkazu liczby obrotów a rozpoczęciem śledzenia	100 msec	65535
q	5002 SCERR	dopuszczalna 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 całkowitych	obrót/min	65535

Śledzenie obrotów odbywa się w następujący sposób:

Start śledzenia:

Nowy rozkaz obrotów zawiesza śledzenie wahan obrotów.

Śledzenie rozpoczyna się gdy:

- aktualna liczba obrotów osiągnie graniczną wartość q , lub

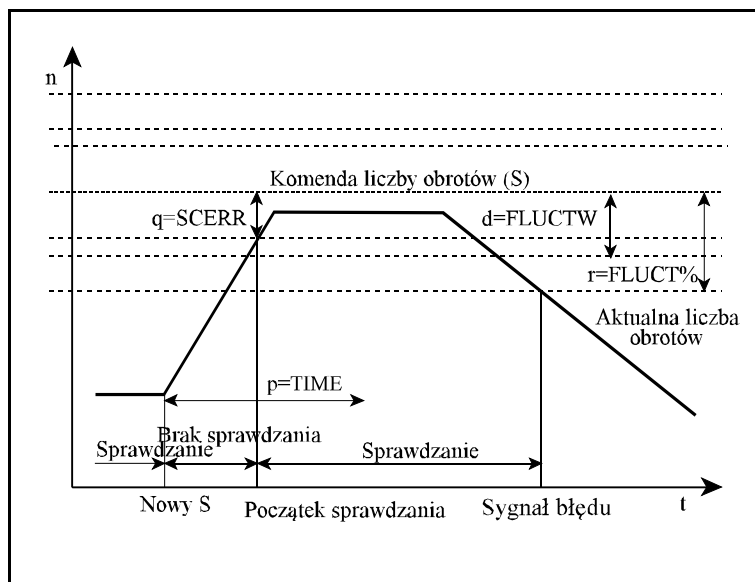


Fig. 11.6-1

- wielkość q nie jest osiągnięta ale od wydania rozkazu upłynął czas P

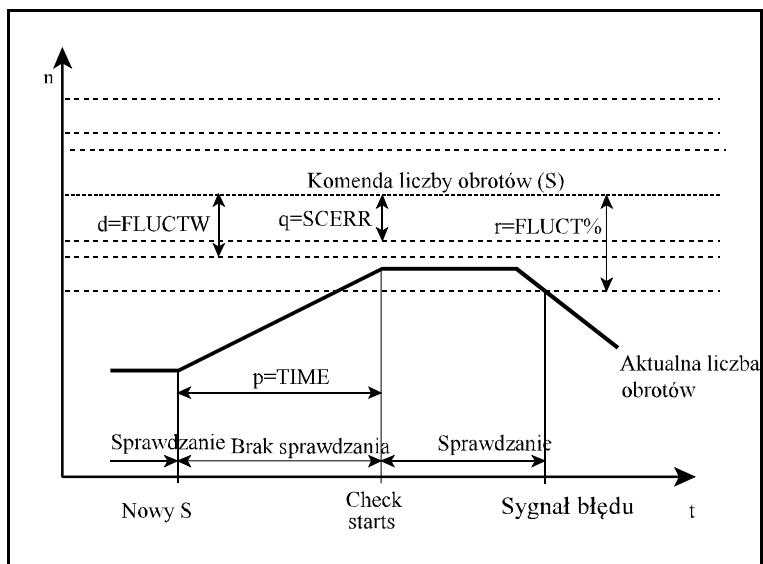


Fig. 11.6-2

Detekcja błędu

Podczas śledzenia błędu sterowanie pokazuje informację o błędzie, kiedy różnica między aktualną a zadaną liczbą obrotów przekroczy

- wartość "r"
- wartość "d"

Jeśli zostały przekroczone obie graniczne wartości sterowanie ustawi marker I656.

Na rysunku pokazany jest 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.

- Funkcja śledzenia wahań obrotów wrzeciona aktywna jest przy zainstalowanym enkoderze.
- Liczba obrotów wrzeciona do której odnosi się śledzone obroty bierze pod uwagę override, zakres wrzeciona, stałą prędkość skrawania
- Śledzenie wahań liczby obrotów wrzeciona aktywne jest tylko w przypadku M3 lub M4.
- Komenda G26 musi być programowana w oddzielnym bloku.

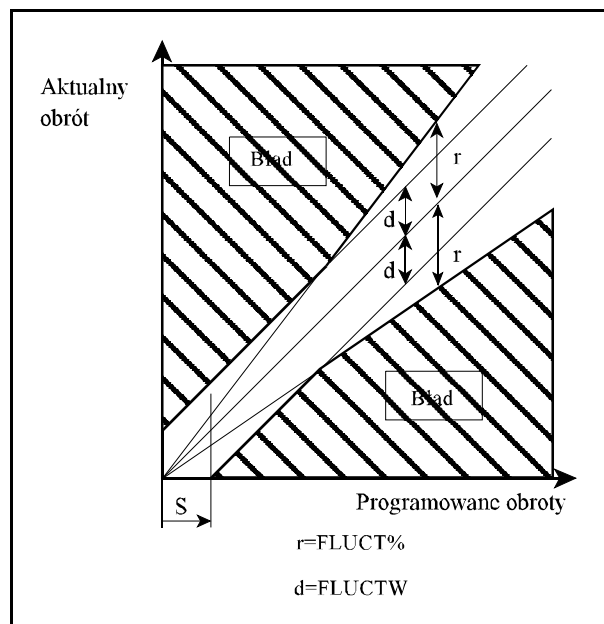


Fig. 11.6-3

12 Obsługa narzędzia

12.1 Komenda wybrania narzędzia (Kod T)

Liczba wpisana pod adresem T zawiera numer narzędzia- dwie pierwsze cyfry, oraz numer korekcji przyporządkowanej do narzędzia - dwie następne cyfry.

12.2 Format programu dla programowania numeru narzędzia

Istnieją podstawowe dwa sposoby zmiany narzędzia w programie technologicznym. Zależą od konfiguracji narzędzia. Określone techniki nazywania narzędzia są zdefiniowane poprzez producenta maszyny.

Sposób A

Zmiana narzędzia ręczna lub poprzez turret type tool changer. Kod T.

- przy ręcznej zmianie numer narzędzia wyświetla się.
- przy turret type tool changer, nowe narzędzie będzie pozycji automatycznego użycia pod komendą T.

Sposób B

Zmiana narzędzia wymaga przygotowania na maszynie. Są to:

- Narzędzie do użycia musi być odnalezione w magazynie. Teraz odpowiadający adres T w programie technologicznym przeniesie narzędzie do pozycji zmiany. Operacja ta jest przeprowadzana jednocześnie podczas
- Sanie są wysłane do zmienionej pozycji.
- Zmiana narzędzia jest przeprowadzana w funkcji M06. Sterowanie poczeka na wykonanie zmiany narzędzia zanim narzędzie T będzie przeniesione do zmienionej pozycji. W rezultacie nowe narzędzie zostanie umieszczone we wrzecionie.
- Stare narzędzie jest wymienione w magazynku narzędzi. Działanie to wykonywane jest jednocześnie w frezowaniu.
- Szukanie nowego narzędzia zostało zakończone w magazynku.

Następujące procedury są opisane w programie technologicznym.

Program technologiczny	Objaśnienia
.....	
....Tnnnn.....	szukanie narzędzia Tnnnn,
.....	program technologiczny działa, szukanie narzędzia jest wykonywane w tle,
...M06 Tmmmm....	tool Tnnnn jest umieszczone na wrzecionie,
.....	poprzednie narzędzie jest wymienione
.....	szukanie rozpoczęło się dla narzędzia Tmmmm, z frezowaniem w międzyczasie
...M06 Tpppp.....	narzędzie Tmmmm jest umieszczone we wrzecionie
.....	narzędzie Tnnnn jest wymienione, rozpoczęte szukanie narzędzia Tpppp
.....	obróbka wykonana w międzyczasie

13 Funkcje różne i pomocnicze

13.1 Funkcje różne (Kody M)

Wpisując pod adres M funkcję najwyżej 3 cyfrową powoduje się przekazanie kodu z NC do PLC.

Jeśli funkcję M i rozkaz ruchu zaprogramowano w jednym bloku to wykonanie ruchu nastąpi równolegle z M lub po jej wykonaniu.

Wśród 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

M06: kod zmiany narzędzia

M07, M08, M09: kody obsługi chłodzenia

M11, ..., M18: kody zmiany zakresów wrzeciona

Pozostałe kody M mają swobodne zastosowanie.

Kody M 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:

group 1	M06 (zmiana narzędzia)
group 2	M11, ..., M18 (zmiana zakresów wrzeciona)
group 3	M03, M04, M05, M19 (obsługa wrzeciona)
group 4	M07, M08, M09 (obsługa chłodzenia)
group 5	Mnnn (dowolne funkcje M)
group 6	Kody M indeksacji wrzeciona
group 7	M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99 (kody sterujące programem)

maksymalna liczba funkcji M w jednym bloku: 5. Większa ilość spowoduje pokazanie informacji *3032 CONFLICTING M CODES (SPRZECZNE KODY M)*.

Dokładne działanie kodów M określa producent 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 realizowane M02 lub M03 powiększa o 1 stan licznika detalu jeśli nie wyłączyliśmy tej usługi parametrem *PRTCNTM*.

M98= Wywołanie podprogramu

M99= koniec podprogramu

Spowoduje że realizacja powróci w miejsce wywołania.

13.2 Funkcje pomocnicze (Kody A, B, C)

Pod adresy A,B,C można wpisać tylko 3 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 producent maszyny

13.3 Porządek wykonywania różnych funkcji

Różne funkcje wpisane do jednego bloku sterowanie przeprowadza w poniższej kolejności:

1. Zmiana narzędzia: M06
2. Wywoływanie narzędzia: T
3. Zmiana zakresu wrzeciona: M11, ..., M18
4. Obsługa wrzeciona: S
5. Obsługa wrzeciona: M03, M04, M05, M19
6. Chłodzenie: M07, M08, M09
7. Inne funkcje M: Mnnn
8. Indeksacja wrzeciona: with function M
9. Funkcja A: A
10. Funkcja B: B
11. Funkcja C: C
12. Kody sterujące programem: M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99

Jeśli powyższy porządek wykonywania jest nie pożądanym, blok musi być zamknięty, z funkcją napisaną w pożądanym porządku w każdym bloku.

14 Konfiguracja programu technologicznego

Struktura programu technologicznego została opisana we wprowadzeniu. Niniejszy rozdział będzie omawiał konfigurację programu.

14.1 Numer bloku (Adres N)

Bloki programu określone są kolejnymi numerami. Numeracja odbywa się przy pomocy adresu N. Numery mogą być najwyżej 5-cyfrowe. Używanie adresu N nie jest obligatoryjne. Można również numerować tylko części bloków. Kolejność bloków może być różna.

14.2 Warunkowe pomijanie bloków

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 (CONDITIONAL BLOCK).

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.

14.3 Program główny i podprogram

Można wyszczególnić dwa rodzaje programów: program główny i podprogram. Podczas frezowania 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 została opisana we wprowadzeniu

Różnica pomiędzy nimi jest taka, iż wtedy, gdy zakończy się frezowanie po realizacji programu głównego sterowanie oczekuje na ponowny start, natomiast po realizacji podprogramu sterowanie wraca do bloku, w którym nastąpiło wywołanie i stamtąd kontynuuje frezowanie. Różnica w technice programowania polega na odmiennym zamykaniu programów. Program główny zamykamy jest przez M02 lub M30. Podprogram M99.

14.3.1 Wywoływanie podprogramów

Seria instrukcji

M98 P....

generuje wywołanie podprogramu. Pod wpływem instrukcji realizacja programu kontynuowana jest w podprogramie o adresie P. Graniczne wartości adresu P: 1 do 9999. Po wykonaniu 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
		.....	wywołanie podprogramu O0011
		
następny blok	<---	M99	powrót do wywoływanego pro- gramu
.....			wznowienie programu O0010
.....			

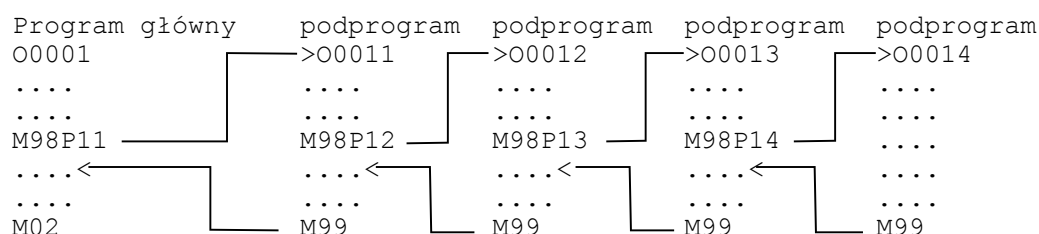
Seria instrukcji

M98 P.... L....

powoduje wykonanie podprogramu P -L razy. Gdy nie jest programowany L, program będzie wykonany tylko raz. Wartości graniczne L: 1-9999.

Instrukcja M98 P11 L6 oznacza: wywołanie sześciokrotne podprogramu O0011.

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



☞ Informacja:

- Jeśli zawierające się w sobie podprogramy przekraczają 4 poziomy pokazuje się informacja o błędzie 3069 *LEVEL EXCESS*.
- Jeśli wartość adresu P przekracza 9999 lub nie jest określona pokazuje się informacja o błędzie 3071 *MISSING OR FAULTY P*.
- Jeśli wartość L jest nie poprawna pokazuje się informacja o błędzie 3072 *DEFINITION ERROR L*.
- Jeśli program określony w adresie P nie jest dostępny, pokazuje się informacja 3073 *NOT EXISTING PROGRAM*.

14.3.2 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
		.....	podprogramu O0011
		
N102	<---	M99	powrót do następnego
			bloku programu
			głównego
.....			wznowienie programu
.....			O0010

Użycie instrukcji

M99 P...

w podprogramie oznacza koniec podprogramu i program powraca do bloku wywołanego programu w adresie P. W tym przypadku wartości graniczne P to 99999.

program główny		podprogram	uwagi
O0010			realizacja programu
.....			O0010
.....			
N101 M98 P0011	--->	O0011	wywołanie podprogramu
			O0011
		.....	wykonanie podprogramu
		.....	O0011
		
N250	<---	M99 P250	powrót do bloku N250
			wywołanie wznowienia
			programu O0010
.....			
.....			

Instrukcja

M99 (P.....) L....

Przepisuje licznik cykli programu wezwanego. Z 0 wpisany dla L, podprogram będzie wpisany wywołany tylko raz. Jeśli podprogram O0011 jest wywołany w instrukcji M98 P11 L20, i powrót jest wykonany w instrukcji M99 L5, podprogram O0011 będzie wezwany 6 razy. Wartości graniczne (Wartości graniczne L są od 1 do 9999).

Informacja :


– Jeśli powrotny blok numer P nie został znaleziony w wywołanym programie pokazuje się informacja o błędzie *3070 NOT EXISTING BLOCK NO. P.*

14.3.3 Skok wewnątrz programu głównego

Użycie instrukcji **M99**

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

```
O0123
N1... <
...
...
...
M99
```

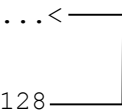


Użycie instrukcji

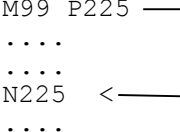
M99 P.....

realizuje bezwarunkowy skok do określonego w adresie P numeru bloku i oznacza nie kończący się cykl.

```
O0011
....
....
N128....<
....
....
M99 P128
```



```
O0011
....
M99 P225
....
....
N225 <
....
```



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

15 Korekcja narzędzia

15.1 Odniesienie do wartości korekcji narzędzia (H i D)

Odniesienie może być do:

korekcji długości narzędzia w adresie **H**,

korekcji promienia narzędzia w adresie **D**.

Liczba za adresem wskazuje określoną wartość korekcji do wykonania. Graniczna wartość adresów H i D to 0-999.

Tabela poniżej pokazuje podziały pamięci korekcji.

liczba korekcji	Kod H		Kod D	
	geometria	zużycie	geometria	zużycie
01	-350.200	0.130	-32.120	0.012
02	830.500	-0.102	52.328	-0.008
.		.		.
.		.		.
.		.		.

Liczba korekcji 00 nie jest zawarta w powyższej tabeli.

Wartość geometryczna - długość/promień narzędzia.

Zużycie - zużycie występuje podczas pracy frezowania.

Kiedykolwiek odniesienie jest wykonane do korekcji w adresie H lub D w programie, sterowanie sumuje wartości geometryczne i bierze zużycie pod uwagę dla korekcji. Jeśli odniesienie jest wykonywane w programie do H2, długość korekcji będzie na podstawie powyższej korekcji $830.500 + (-0.102) = 830.398$.

Adresy H i D są wartościami dziedziczonymi. Sterowanie weźmie pod uwagę daną wartość korekcji dotąd aż kolejne komendy D lub H zostaną podane. Wartość korekcji będzie zachowana w pamięci po wyłączeniu. Wartość korekcji będzie zachowana w pamięci w programie technologicznym.

Graniczne wartości geometryczne i zużycia:

wejściowy system miar	wyjściowy system miar	system inkrementalny	wartości geometryczne	wartości zużycia	jednostki miar
mm	mm	IS-A	$\pm 0.01 \div 99999.99$	$\pm 0.01 \div 163.80$	mm
		IS-B	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 16.380$	
		IS-C	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 1.6380$	
cale	mm	IS-A	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 6.448$	cale
		IS-B	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 0.6448$	
		IS-C	$\pm 0.00001 \div 99.99999$	$\pm 0.00001 \div 0.06448$	
cale	cale	IS-A	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 16.380$	cale
		IS-B	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 1.6380$	
		IS-C	$\pm 0.00001 \div 99.99999$	$\pm 0.00001 \div 0.16380$	
mm	cale	IS-A	$\pm 0.01 \div 99999.99$	$\pm 0.01 \div 416.05$	mm
		IS-B	$\pm 0.001 \div 9999.999$	$\pm 0.001 \div 41.605$	
		IS-C	$\pm 0.0001 \div 999.9999$	$\pm 0.0001 \div 4.1605$	

Korekcja narzędzia może być wybrana lub modyfikowana z panelu obsługującego na ekranie OFFSET i z programu przy użyciu instrukcji G10. Jeśli bieżąca korekcja jest modyfikowana z komendą G10, odniesienie musi być zrobione ponownie do bieżącej zarejestrowanej korekcji D lub H, wartość modyfikowana będzie pominięta.

Wartości graniczne adresów H lub D dla danego sterowania są określane przez konfigurację pamięci sterowania. W przypadku konfiguracji minimalnej pamięci, liczba korekcji to 0-99.

15.2 Modyfikowanie wartości korekcji z programu (G10)

Instrukcja

G10 R L P

jest używana do modyfikacji korekcji narzędzia z programu. G10 nie jest dziedziczona.

Znaczenie adresu i wartości:

Wartość korekcji jest określona w adresie R. W G90 (komenda określająca dane całkowite) wartość wpisana w adresie R będzie transferowana do odpowiedniej korekcji. W G91 (komenda określająca dane całkowite) lub kiedy występuje operator I, dane wpisane w adresie R będą dodane do zawartości rejestrowanej odpowiedniej korekcji.

Wartość modyfikowanej korekcji jest określona w adresie L:


L=10 odnosi się do wartości geometrycznej korekcji długości (kod H),

L=11 odnosi się do zużycia korekcji długości (kod H),

L=12 odnosi się do wartości geometrycznej korekcji promienia (kod H)

L=13 odnosi się do zużycia korekcji promienia (kod H),

Numer wartości modyfikowanej korekcji jest określona w adresie P. .

 **Informacja:** Wartość określona w adresie R dla programowanej modyfikacji korekcji promienia narzędzia musi być zinterpretowana jako promień w każdym przypadku bez względu na stan parametru *TOOLRAD*. Jeśli określona wartość przekroczy granice opisane w powyższej tabeli to sterowanie pokaże informację błędu *3001 VALUE EXCESS X,Y,...F*.

15.3 Korekcja długości narzędzia (G43, G44, G49)

Instrukcje

G43 q H lub

G44 q H

ustawią tryb korekcji długości narzędzia.

Adres *q* oznacza oś *q* do której korekcja długości narzędzia jest przypisana (*q*= X, Y, Z, U, V, W, A, B, C).

Adres H oznacza komórkę korekcji, z której jest brana wartość korekcji narzędzia.

Niezależnie czy *q* jest daną całkowitą czy inkrementalną, instrukcja G43 doda wartość korekcji (w adresie H) do końcowego punktu współrzędnych uzyskanego podczas wykonywania:

G43: korekcja +

Niezależnie czy *q* jest daną całkowitą czy inkrementalną, instrukcja 44 odejmie wartość korekcji (w adresie H) od końcowego punktu współrzędnych uzyskanego podczas wykonywania:

G44: korekcja –

Odkąd zmiana położenia inkrementalnego Z0 została zaprogramowana, każda instrukcja G43 G91 Z0 H1 i G44 G91 Z0 H1 zmieni miejsce położenia już równe do długości narzędzia. W G43, zmiana położenia będzie dodatnia lub ujemna, w zależności od korekcji wartości w H1 które jest odpowiednio dodatnie lub ujemne. Przypadek G43 jest przeciwieństwem dla G44.

Korekcja narzędzia może być określona dla kilku osi w czasie. Np.

```
G43 Z250 H15
      G43 W310 H16
```

Kiedy kilka osi jest wybrane w bloku, korekcja długości narzędzia będzie wybrana dla każdej wybranej osi:

```
G44 X120 Z250 H27
```

Kiedy wartość składowa jest zmieniana poprzez wywołanie nowego adresu H, poprzednia zostaje skasowana a nowa to:

```
H1=10, H2=20
G90 G00
G43 Z100 H1.....moving to Z=110
G43 Z100 H2.....moving to Z=120
```

G43 i G44 są dziedziczone dotąd aż kolejna komenda zostanie otrzymana.

Komendy

G49 lub

H00

skasują korekcje długości narzędzia w każdej osi.

Różnica pomiędzy tymi dwoma komendami jest taka, że H00 kasuje tylko korekcję zostawiając stany G43 lub G44 nie zmienione.

Jeśli jednakże została użyta komenda G49, żadne odniesienie do adresu H nie będzie możliwe dotąd aż zostanie zaprogramowana G43 lub G44.

Po załączeniu, wartość określona w parametrze grup *CODES* decyduje który kod jest skuteczny (G43, G44, G49).

Poniższy przykład pokazuje prostą operację wiercenia z korekcją długości narzędzia. długość narzędzia , H1=400

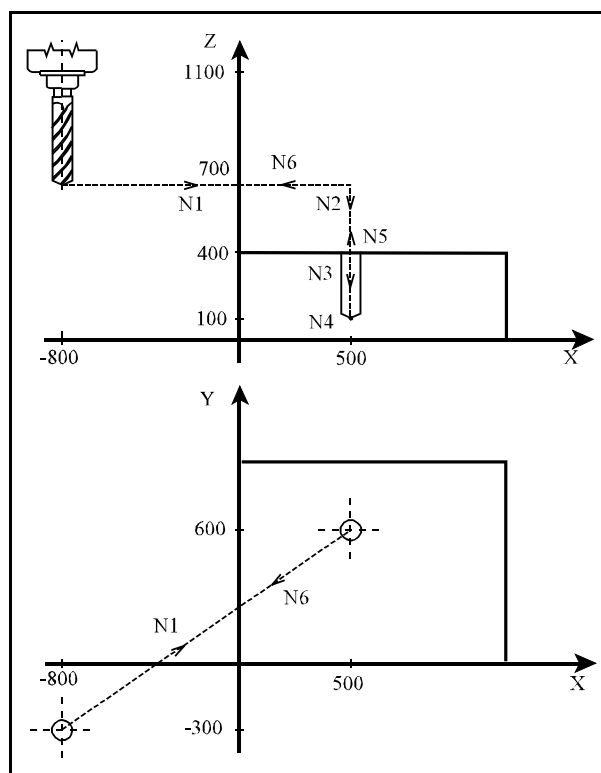


Fig. 15.3-1

```
N1 G90 G0 X500 Y600
N2 G43 Z410 H1
N3 G1 Z100 F180
N4 G4 P2
N5 G0 Z1100 H0
N6 X-800 Y-300
```

(pozycjonowanie w płaszczyźnie X, Y)
 (ruch do Z410 z korekcją długości H1)
 (wiercenie do Z100 z posuwem F180)
 (oczekiwanie przez 2 sekundy)
 (usunięcie narzędzia i skasowanie korekcji
 długości, końcówka narzędzia jest w punkcie X700)
 (powrót z szybkim posuwem w płaszczyźnie X, Y)

15.4 Przesuw narzędzia (G45...G48)

G45 zwiększa ruch z wartością przesuwu

G46 zmniejsza ruch z wartością przesuwu

G47 zwiększa ruch z dwukrotną wartością przesuwu,

G48 zmniejsza ruch z dwukrotną wartością przesuwu

Żadna z komend G45...G48 nie będzie aktualna z korekcją wybraną z kodem D dopóki kolejna wartość nie jest wezwana w połączeniu z komendami G45...G48.

Bycie kodem nie dziedziczonym, jest skuteczne tylko w bloku w którym zostało to określone.

W przypadku określenia danych całkowitych, wartość ruchu będzie różnicą pomiędzy punktem końcowym określonym w bieżącym bloku i punktem końcowym bloku poprzedniego. Wszystkie zwiększenia i zmniejszenia odnoszą się kierunku ruchu.

Z programowanym G45 (Zwiększenie o wartość przesuwu):

a. komenda ruchu: 20
korekcja: 5

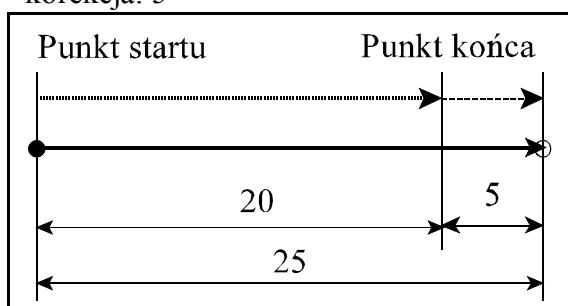


Fig. 15.4-2

b. komenda ruchu: 20
korekcja: -5

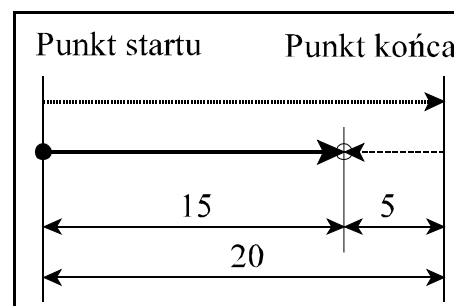


Fig. 15.4-1

a. komenda ruchu: -20
korekcja: 5

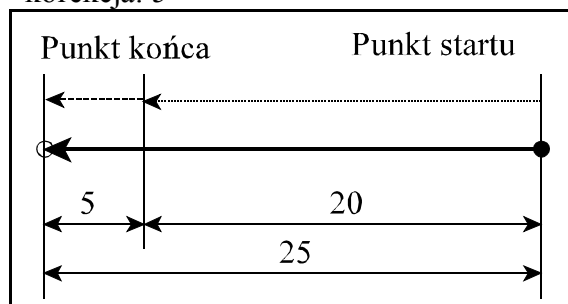


Fig. 15.4-3

b. komenda ruchu: -20
korekcja: -5

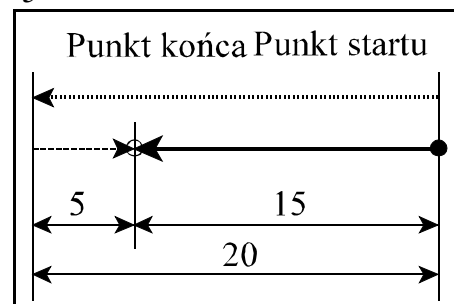


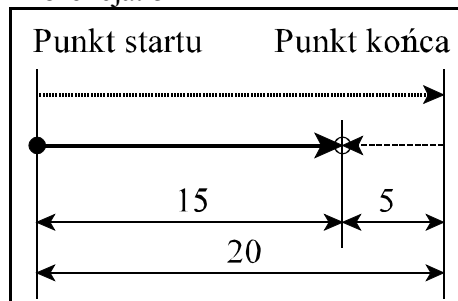
Fig. 15.4-4

Z programowanym G46 (Zmniejszenie o wartość przesuwu):

a. komenda: 20 Przypadki b, c, d są podobne do G45

Przypadki b, c, d są podobne do G45

korekcja: 5

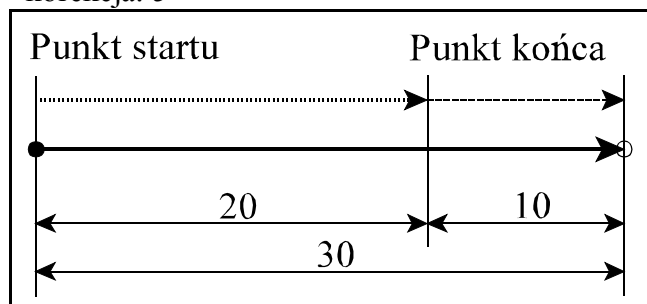
Fig. 15.4-5

Z programowanym G47 (podwójne zwiększenie poprzez wartość przesuwu):

a. komenda ruchu: 20 Przypadki b, c, d są podobne do G45

Przypadki b, c, d są podobne do G45

korekcja: 5

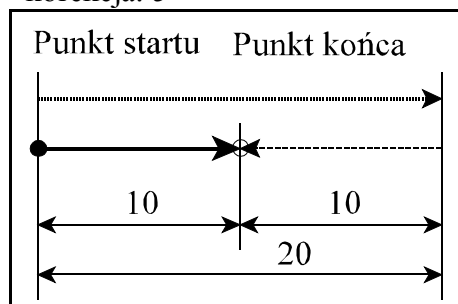
Fig. **15.4-6**

Z programowanym G48 (podwójne zwiększenie poprzez wartość przesuwu):

a. komenda ruchu: 20 Przypadki b, c, d są podobne do G45

Przypadki b, c, d są podobne do G45

korekcja: 5

Fig. 15.4-7

Jeśli po komendzie G45-G48, komendy ruchu są wydane dla kilku osi w bloku, korekcja w rezultacie będzie aktualna w każdej programowanej osi osobno z wartością określoną w D.

Gdy $D1=30$, komenda $G91 G45 G1 X100 Y40 D1$ wygeneruje zmianę położenia $x=130, y=70$.

Korekcja wynikowa nie może być skasowana ze wspólną komendą G (np. $G49$ dla korekcji długości) lub poprzez zaprogramowanie $D00$, tylko z komendami $G45 \dots G48$ o przeciwnym znaczeniu.

W użyciu $G45 \dots G48$, tylko jeden kod D może być wykorzystany albo sterowanie pokaże wiadomość błęd *3008 ERRONEOUS G45...G48*.

Jeśli inkrementalna zmiana położenia 0 jest programowana razem z jedną komendą $G45 \dots G48$, znak poprzedzający 0 będzie także zinterpretowany przez sterowanie następująco:
 $D1=12$

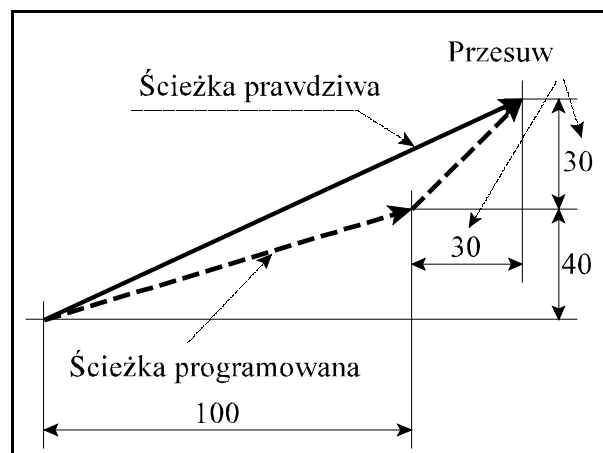


Fig. 15.4-8

komenda NC	G45 XI0 D1	G46 XI0 D1	G45 XI-0 D1	G46 XI-0 D1
zmiana położenia	x=12	x=-12	x=-12	x=12

Korekcja promienia narzędzia w jednym z kodów $G45$ - $G48$ ma zastosowanie w $\frac{1}{4}$ i $\frac{3}{4}$ kół, środki kół są określone w adresach I, J lub K.

Przykład: $D1=10$

```

N1 G91 G46 G0 X40 Y40 D1
N2 G47 G1 Y100 F180
N3 G47 X40
N4 Y-40
N5 G48 X60
N6 Y40
N7 G47 X20
N8 G45 Y-0
N9 G46 G3 X40 Y-40 I40
N10 G45 G1 X0
N11 G45 Y-20
N12 G45 G2 X-40 Y-40 I-40
N13 G45 G1 X-120
N14 G46 G0 X-40 Y-40

```

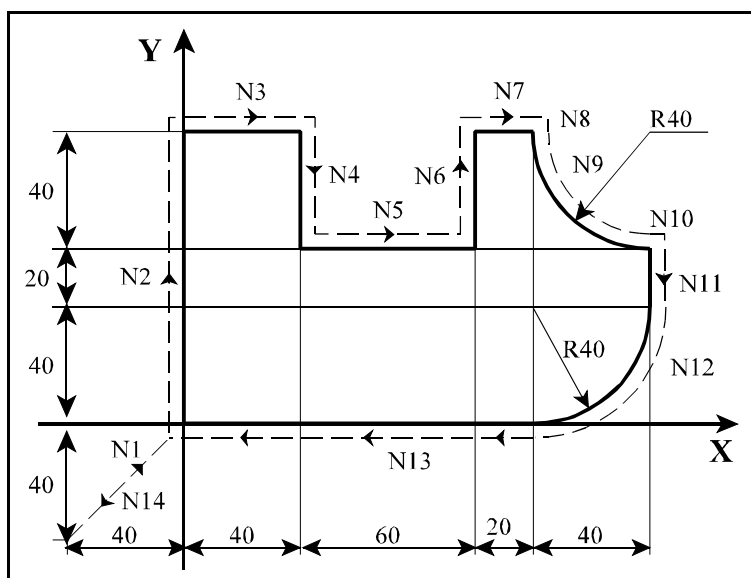


Fig. 15.4-9

15.5 Korekcja narzędzia (G38, G39, G40, G41, G42)

W celu frezowania konturów detalu dwu wymiarowego, sterowanie musi prowadzić środek narzędzia równoległe do zaprogramowanej ścieżki. Sterowanie określa odległość pomiędzy środkiem ścieżki narzędzia i zaprogramowanym kształtem w odniesieniu do wartości korekcji promienia narzędzia (D).

Wektor korekcji jest dwuwymiarowy i jest wyliczany w każdym bloku od nowa, modyfikując programowane zmiany położenia.

Wektory korekcji są obliczane na płaszczyźnie wybranej instrukcjami G17, G18, G19. Jest to płaszczyzna korekcji narzędzia. Ruchy na

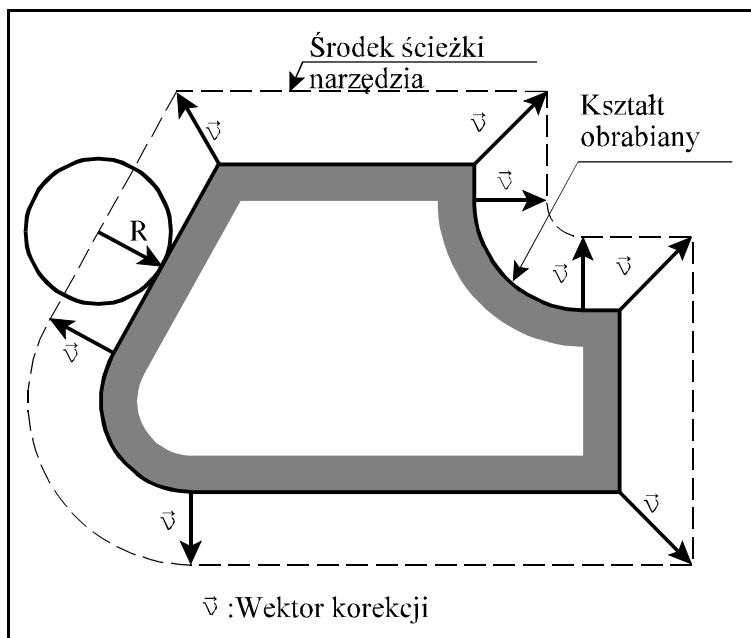


Fig. 15.5-1

zewnątrz płaszczyzny nie wpływają na korekcję. Jeśli płaszczyzna X, Y jest wybrana w stanie G17, wektory korekcji będą obliczone w tej płaszczyźnie. W przypadku jakiegokolwiek ruchu w kierunku Z, korekcja nie wpłynie na to.

Korekcja płaszczyzny nie może być zmieniana podczas obliczania korekcji narzędzia. Jakikolwiek próby wykonania tego spowodują wiadomość błędu *3010 PLANE SELECT. IN G41, G42*.

Jeśli korekcja płaszczyzny jest określona dodatkowymi osiami, muszą być one określone jako równoległe w parametrze. Jeśli założono U jako oś równoległą i korekcja promienia narzędzia odnosi się do płaszczyzny Z, U, to płaszczyzna może być wybrana poprzez G18 U_Z_.

G40: Kasowanie korekcji narzędzia

G41: Korekcja narzędzia lewa

G42: Korekcja narzędzia prawa

Komendy G41 lub G42 włączają obliczanie korekcji. W prawoskrętnym układzie współrzędnych G41 nadaża za konturem z lewej strony a G42 z prawej. Numer korekcji promienia narzędzia musi być określony w adresie D. D00 zawsze odpowiada do wartości zerowej promienia. Wyliczanie korekcji odbywa się podczas interpolacji.

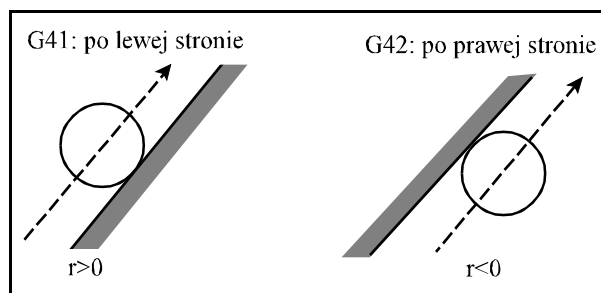


Fig. 15.5-2

To co dotychczas powiedziano aktualne jest przy zadawaniu dodatnich wartości korekcji promienia. Wartość korekcji może być jednak ujemna. Ma to praktyczne znaczenie gdy tym samym podprogramem wykonuje się nakrętkę a potem pasującą do niej śrubę. Można to rozwiązać tak, iż przy G41 toczy się nakrętkę a przy G42 śrubę. Tej zmiany nie trzeba redagować w programie jeśli nakrętkę obrabia się z dodatnią korekcją promienia narzędzia a śrubę z ujemną.

	Korekcja promienia: dodatnia	Korekcja promienia: ujemna
G41	na lewej stronie	na prawej stronie
G42	na prawej stronie	na lewej stronie

☞ *Informacja:*

– W dalszych opisach dla ułatwienia opisy i cyfry zawsze będą odnosiły się do dodatniej korekcji narzędzia.

Rozkaz G40 lub D00 wyłącza wyliczanie korekcji. Pomiedzy dwoma rozkazami jest taka różnica, iż instrukcja D00 liczy z wektorem o długości 0 i zostawia niezmienione stany G41 i G42. Jeśli następnie dojdzie do kolejnego wywołania adresem D (innego niż zero), to w funkcji G41 i G42 będzie wyliczony wektor korekcji uwzględniający nowy promień narzędzia. Jeśli natomiast stosowana będzie instrukcja G40 sterowanie 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 trybie pracy i pojedynczych blokach. Powód ten jest następujący, gdyż aby wyliczyć wektor sterowanie musi wziąć pod uwagę dwa bloki. Zanim omówione będzie szczegółowe wyliczanie korekcji wprowadzimy pomocniczą daną. Kąt “ α ”- pomiędzy stycznymi w punkcie przecięcia dwóch odcinków. Jego kierunek zależy od tego czy jesteśmy po lewej lub po prawej stronie konturu. Sterowanie w funkcji kąta α wybiera strategię dostępu do punktu przecięcia. Jeśli $\alpha > 180^\circ$, oznacza to że narzędzie pracuje od środka, wylicza punkt przecięcia między dwoma odcinkami.

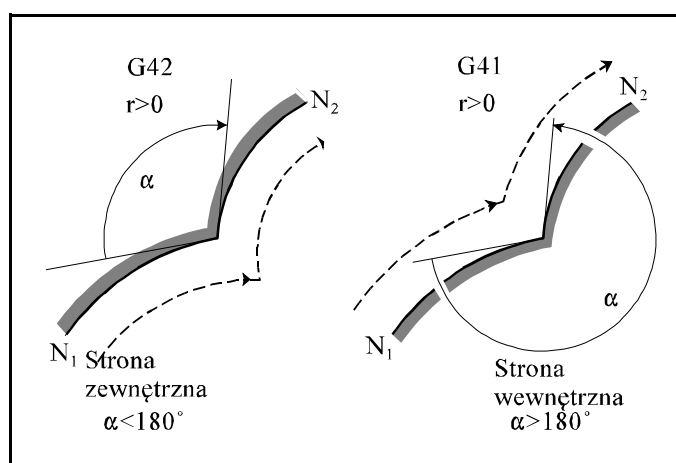


Fig. 15.5-3

15.5.1 Włączanie wyliczania korekcji promienia

Stan G40 przyjmowany jest po załączeniu sterowania, końcu programu lub resecie. Wektor korekcji jest kasowany, a tor teoretycznego wierzchołka narzędzia pokrywa się z programowaną ścieżką.

Instrukcja G41 lub G42 pozwala sterowaniu wejść w tryb pracy zwierający interpolację liniową.

Jeśli zechcemy włączyć wyliczanie korekcji w blokach z interpolacją kołową pojawi się informacja błędu 3043 G41, G42 IN 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 D00 i ponownie włączamy przez Dnn, sterowanie nie wybierze strategii pozycjonowania na kontur.

Podstawowe przypadki włączania korekcji w funkcji kąta α i możliwych przejść (linia prosta-linia prosta, linia prosta-koło) pokazane są poniżej. Rysunki dotyczą przypadku G42.

☞ Informacja: Znaczenie podanych symboli jest następujące:

r: wartość korekcji promienia,

L: odcinek prosty

C: łuk,

S: punkt zatrzymania pojedynczego bloku,

linia przerywana: the path of tool center,

linia ciągła: programowana ścieżka.

Podstawowe przypadki włączania korekcji promienia:

(G40)
G42 G01 X_ Y_ D_
X_ Y_

(G40)
G42 G01 X_ Y_ D_
G2 X_ Y_ R_

Pozycjonowanie na wewnętrzne narożniki, $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

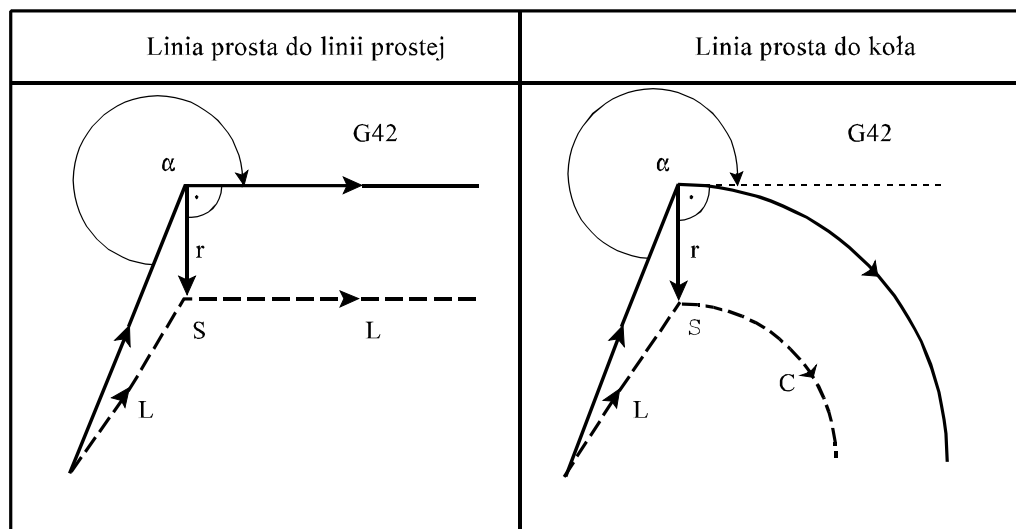


Fig. 15.5.1-1

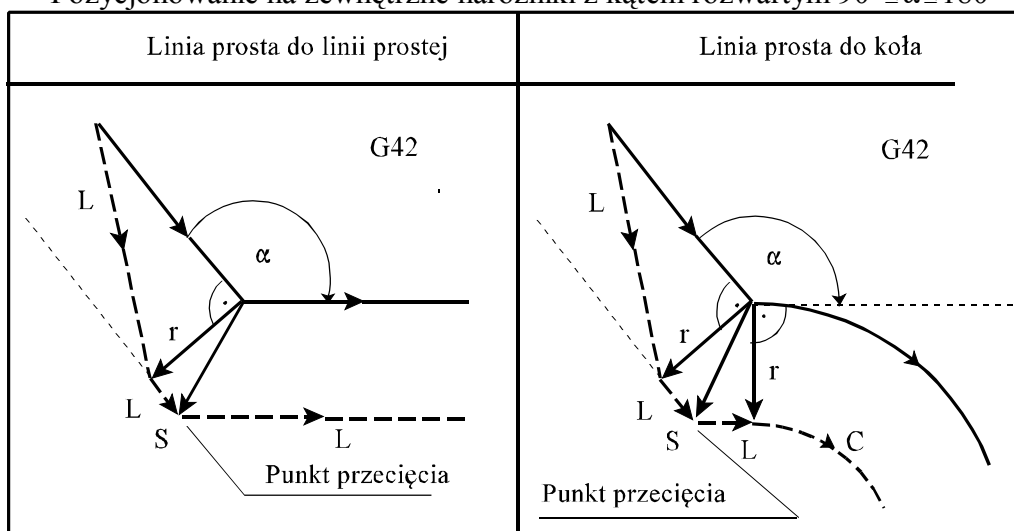
Pozycjonowanie na zewnętrzne narożniki z kątem rozwartym $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ 

Fig. 15.5.1-2

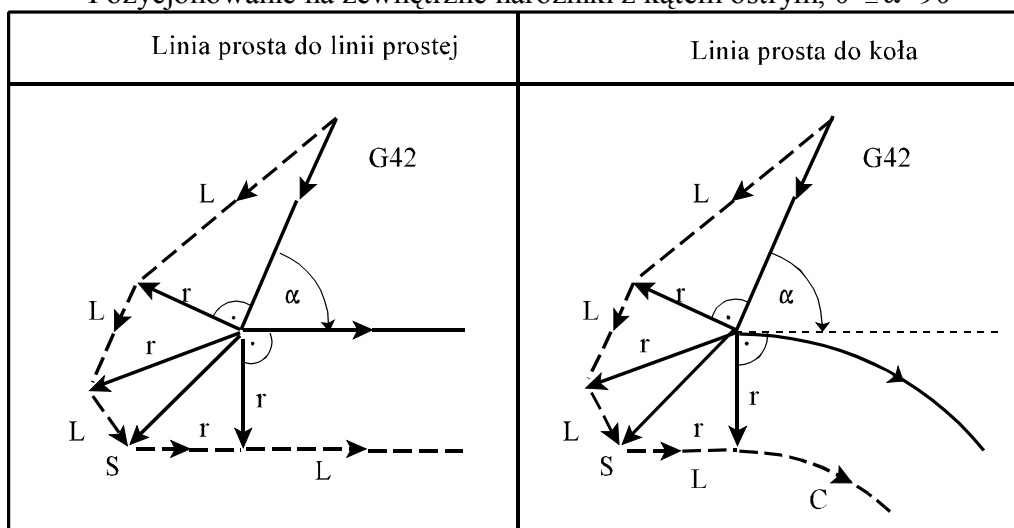
Pozycjonowanie na zewnętrzne narożniki z kątem ostrym, $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 

Fig. 15.5.1-3

Specjalne przypadki włączania korekcji promienia:

Jeśli w blokach wykonujących włączanie korekcji (G41 lub G42) poda się wartości I,J,K ale będące w wybranych płaszczyznach (np., I, J w przypadku G17) - 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 określony przez nie wektor wskazuje punkt końcowy tego bloku w którym są zaprogramowane.

```
...
G91 G17 G40
...
N110 G42 G1 X-80 Y60 I50 J70 D1
N120 X100
...
```

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

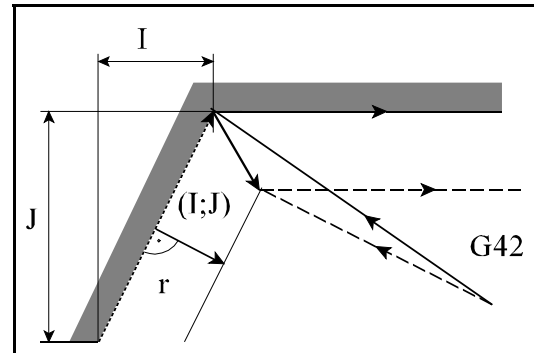


Fig. 15.5.1-4

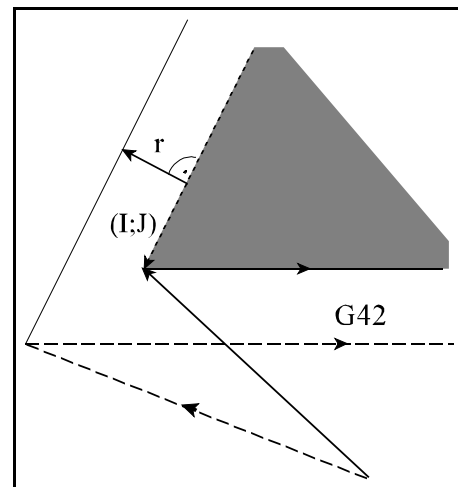


Fig. 15.5.1-5

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

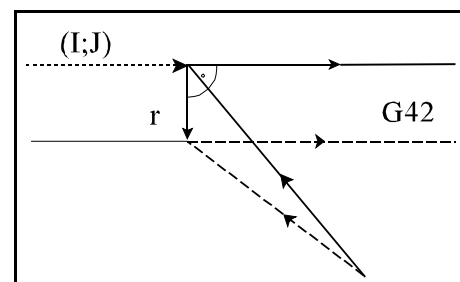


Fig. 15.5.1-6

Jeśli włączenie korekcji realizowane jest 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 G17 G0 X0 Y0
N15 G42 D1
N20 G1 X80
N25 X110 Y60
...

```

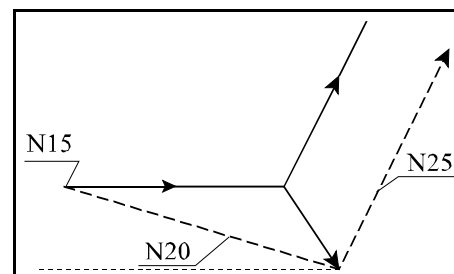


Fig. 15.5.1-7

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

```

...
N10 G40 G17 G0 X0 Y0
N15 G91 G42 D1 X0
N20 G1 X80
N25 X30 Y60
...

```

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 ścieżka narzędzia nie będzie równoległa do zaprogramowanej ścieżki.

```

...
N10 G40 G17 G0 X0 Y0
N15 G91 G42 D1 X80
N20 G1 X0
N25 X30 Y60
N30 X60
...

```

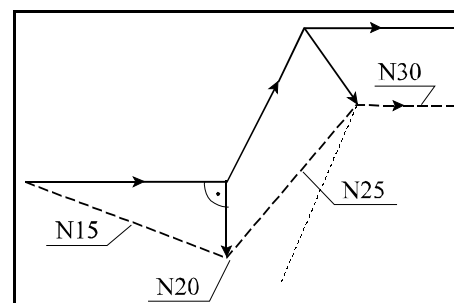


Fig. 15.5.1-8

15.5.2 Tryb włączonego wyliczania korekcji promienia.

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

Podstawowe przykłady wyliczania korekcji promienia:

Wyliczanie punktu przecięcia przy zewnętrznych narożnikach, $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

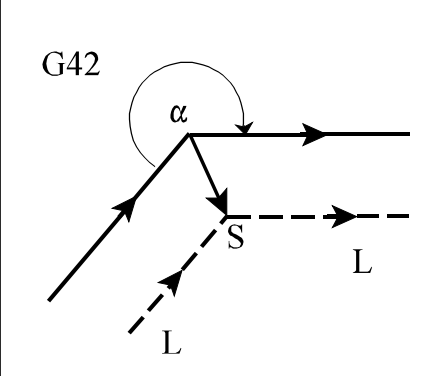
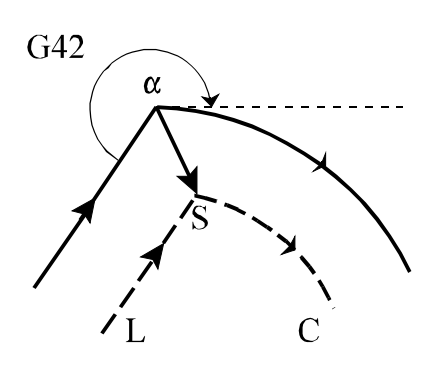
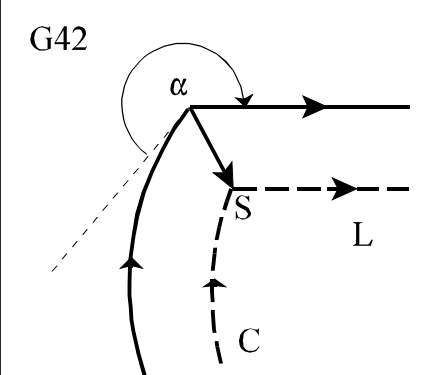
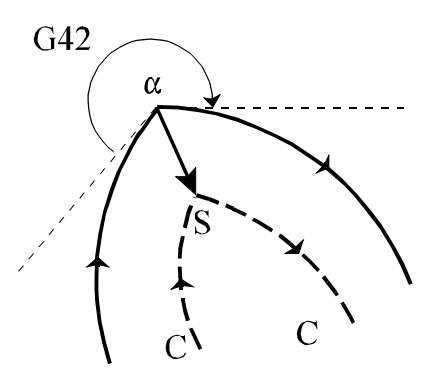
Linia prosta do linii prostej	Linia prosta do koła
<p>G42</p> 	<p>G42</p> 
Koło do linii prostej	Koło do koła
<p>G42</p> 	<p>G42</p> 

Fig. 15.5.2-1

Może wystąpić sytuacja, iż przy pewnych wartościach promienia narzędzia nie uzyska się punktu przecięcia. Wówczas pokazuje się informacja 3046 NO INTERSECTION G41, G42 (NIE MA PUNKTU PRZECIĘCIA G41, G42).

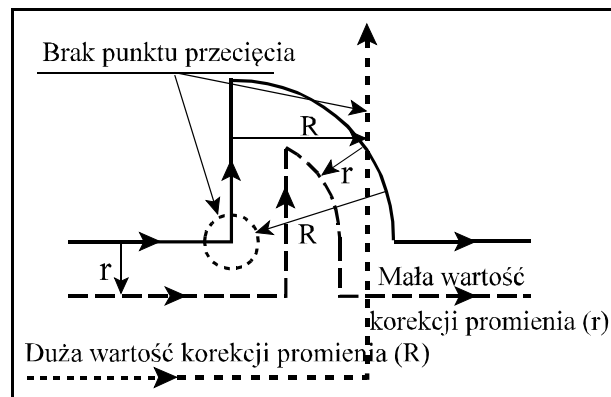


Fig. 15.5.2-2

Zewnętrzny rozwartokątny narożnik $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

Linia prosta do linii prostej	Linia prosta do koła
<p>G42</p>	<p>G42</p>
Koło do linii prostej	Koło do koła
<p>G42</p>	<p>G42</p>

Fig. 15.5.2-3

Zewnętrzny narożnik z kątem ostrym, $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$

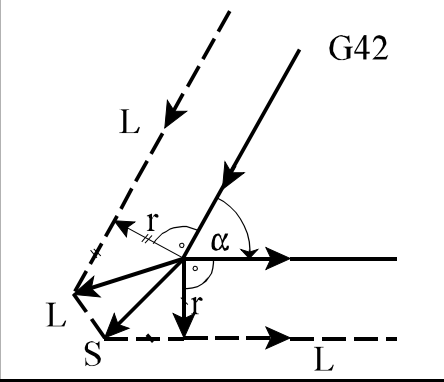
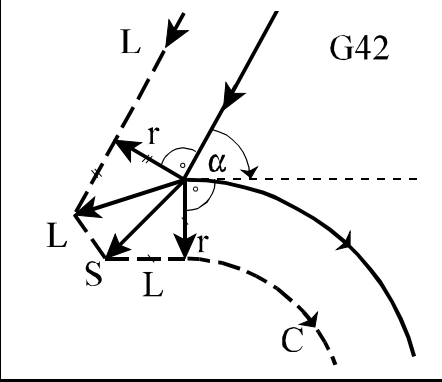
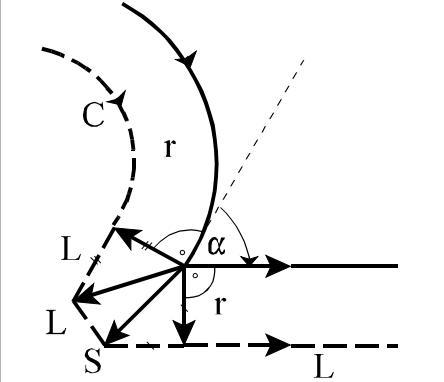
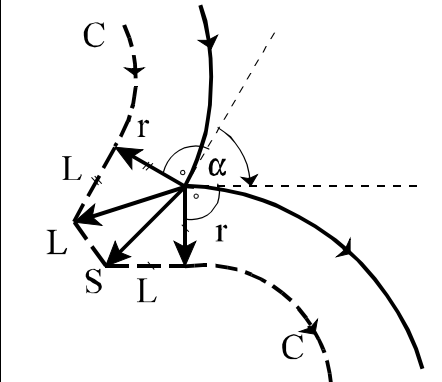
Linia prosta do linii prostej	Linia prosta do koła
	
Koło do linii prostej	Koło do koła
	

Fig. 15.5.2-4

Specjalne przypadki włączonego stanu wyliczania korekcji promienia:

W przypadku gdy, we włączonym stanie G41, lub G42 w wybranej płaszczyźnie w jednym bloku występuje zerowe przesunięcie wektor ustawia się prostopadle w punkcie końcowym poprzedniego bloku. Wartość wektora odpowiada korekcji promienia. Na takie przypadki należy uważać, ponieważ niekiedy powodują zniekształcenie.

Np.:

```
...G91 G17 G42...
N110 G1 X40 Y50
N120 X0
N130 X90
N140 X50 Y-20
...
```

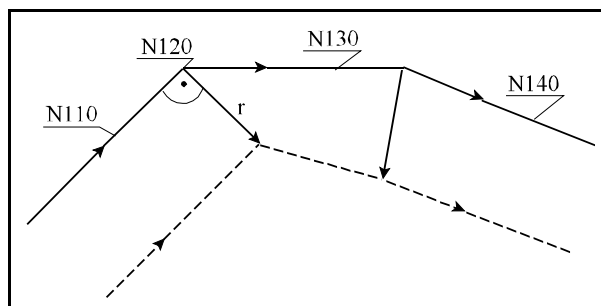


Fig. 15.5.2-5

15.5.3 Wyłączenie wyliczania korekcji promienia narzędzia

Komenda G40 wyłącza wyliczanie korekcji promienia narzędzia. Rozkaz G40 można podać tylko podczas interpolacji liniowej. Jeśli użyje się go podczas interpolacji kołowej, otrzyma się wiadomość o błędzie *3042 G40 IN G2, G3*.

Podstawowe przypadki wyłączania korekcji promienia:

(G42)
G01 X_ Y_
G40 X_ Y_

(G42)
G02 X_ Y_ R_
G40 G1 X_ Y_

Wyjście z wewnętrznego narożnika, $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

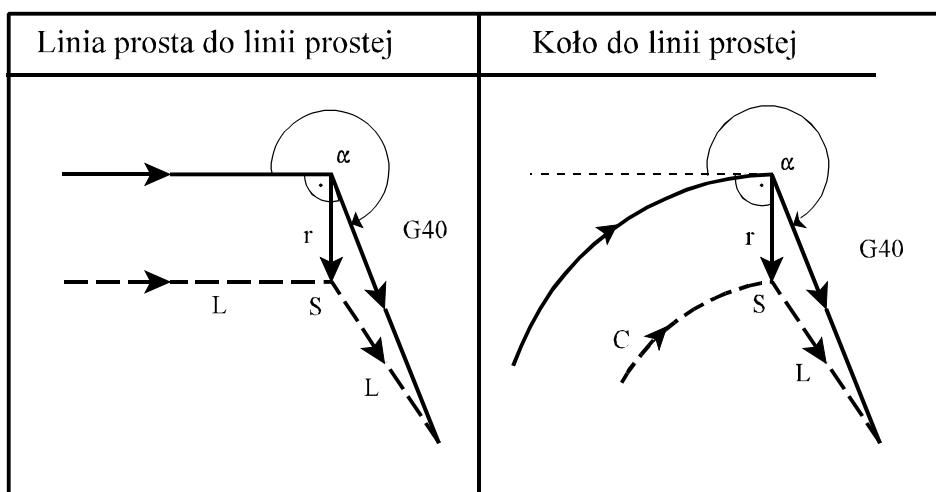


Fig. 15.5.3-1

Wyjście z zewnętrznego, rozwartokątnego narożnika, $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

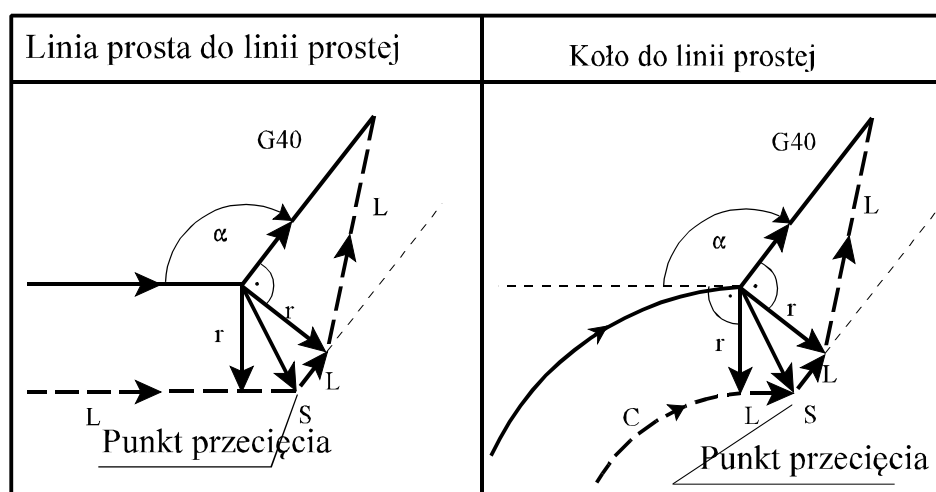


Fig. 15.5.3-2

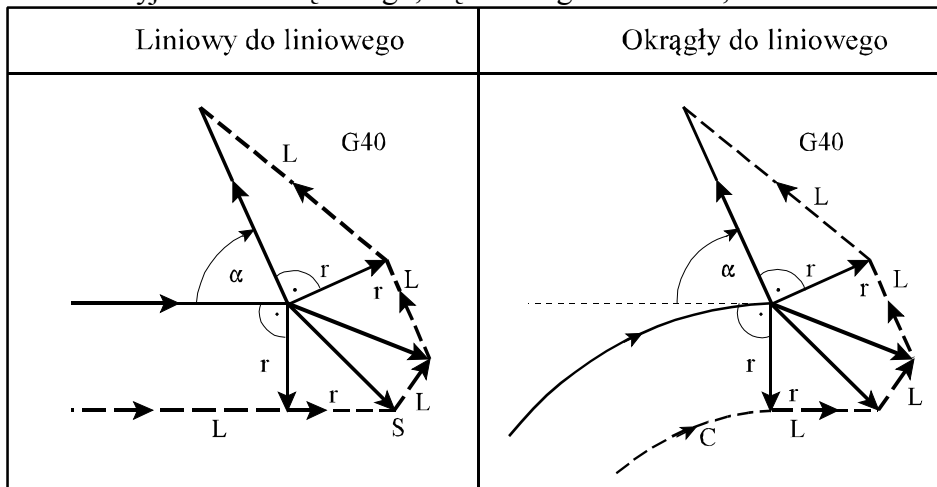
Wyjście z zewnętrznego, kąta ostrego narożnika, $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 

Fig. 15.5.3-3

Podstawowe przypadki kasowania trybu wyliczania korekcji:

Jeśli wartości są przypisane do I, J, K w bloku kasowania korekcji G40 - ale tylko te w wybranej płaszczyźnie (np. I, J w przypadku G17) - sterowanie przesunie punkt przecięcia pomiędzy poprzednią interpolacją i linią prostą określoną poprzez I, J, K. Wartości I, J, K są zawsze inkrementalne, wektor określony przez nie wskazuje powrót od punkt końca do poprzedniej interpolacji.

```

...
...G91 G17 G42...
N100 G1 X50 Y60
N110 G40 X70 Y-60 I100 J-20
...

```

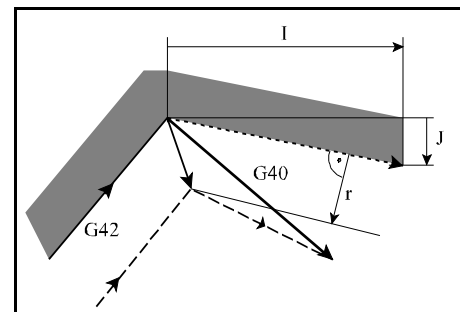


Fig. 15.5.3-4

w tym przypadku sterowanie zawsze obliczy punkt przecięcia bez względu na to czy jest to obrabiany kąt zewnętrzny lub wewnętrzny.

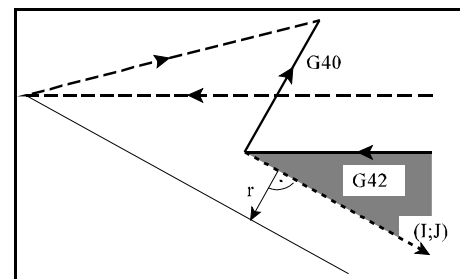


Fig. 15.5.3-5

Jeśli znaleziono punkt przecięcia, sterowanie przesunie prawy kąt do punktu końcowego poprzedniej interpolacji.

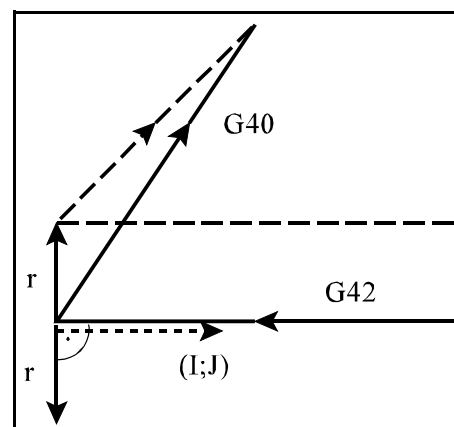


Fig. 15.5.3-6

Jeśli korekcja została skasowana w bloku i w którym ruch nie był programowany w wybranej płaszczyźnie, prostopadły wektor przesuwu do punktu końcowego poprzedniej interpolacji będzie ustawiony a wektor korekcji zostanie skasowany pod koniec kolejnego bloku.

```
...G42 G17 G91...
N110 G1 X80 Y40
N120 G40
N130 X-70 Y20
...
```

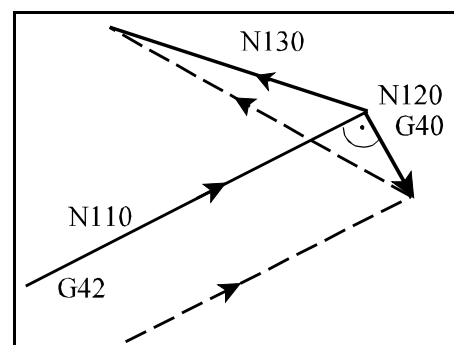


Fig. 15.5.3-7

Jeśli zaprogramowano zerową zmianę położenia w bloku G40 (lub jeśli zero zostało osiągnięte) i w którym korekcja jest skasowana, prostopadły wektor przesunięcia będzie skasowany. Sterowanie w tym przypadku obejmie blok G40. Np.:

```
...G42 G17 G91...
N110 G1 X80 Y40
N120 G40 X0
N130 X-70 Y20
...
```

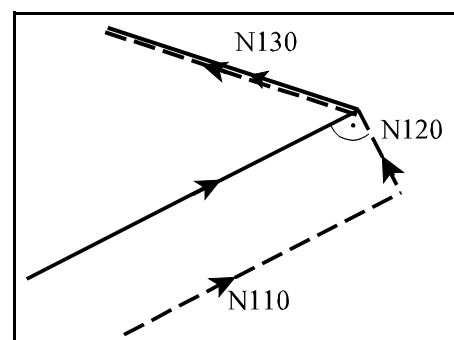


Fig. 15.5.3-8

15.5.4 Zmiana kierunku w wyliczaniu korekcji promienia

Poniższa tabela pokazuje wyliczanie korekcji promienia

	Korekcja promienia: dodatnia	Korekcja promienia: ujemna
G41	lewa	prawa
G42	prawa	lewa

kierunek śledzenia konturu może być odwrócony we włączonym stanie korekcji promienia.

Dokonyuje się tego poprzez programowanie G41 i G42, albo wywołaniem korekcji promienia z przeciwnym do dotychczasowego przed znakiem pod adresem T. Gdy odwróci się kierunek śledzenia konturu sterowanie nie kontroluje czy znajduje się w środku, czy na zewnątrz, lecz wylicza najpierw punkt przecięcia. Na poniższych rysunkach został pokazany dodatni promień korekcji i przełączenie z G42 do G41.

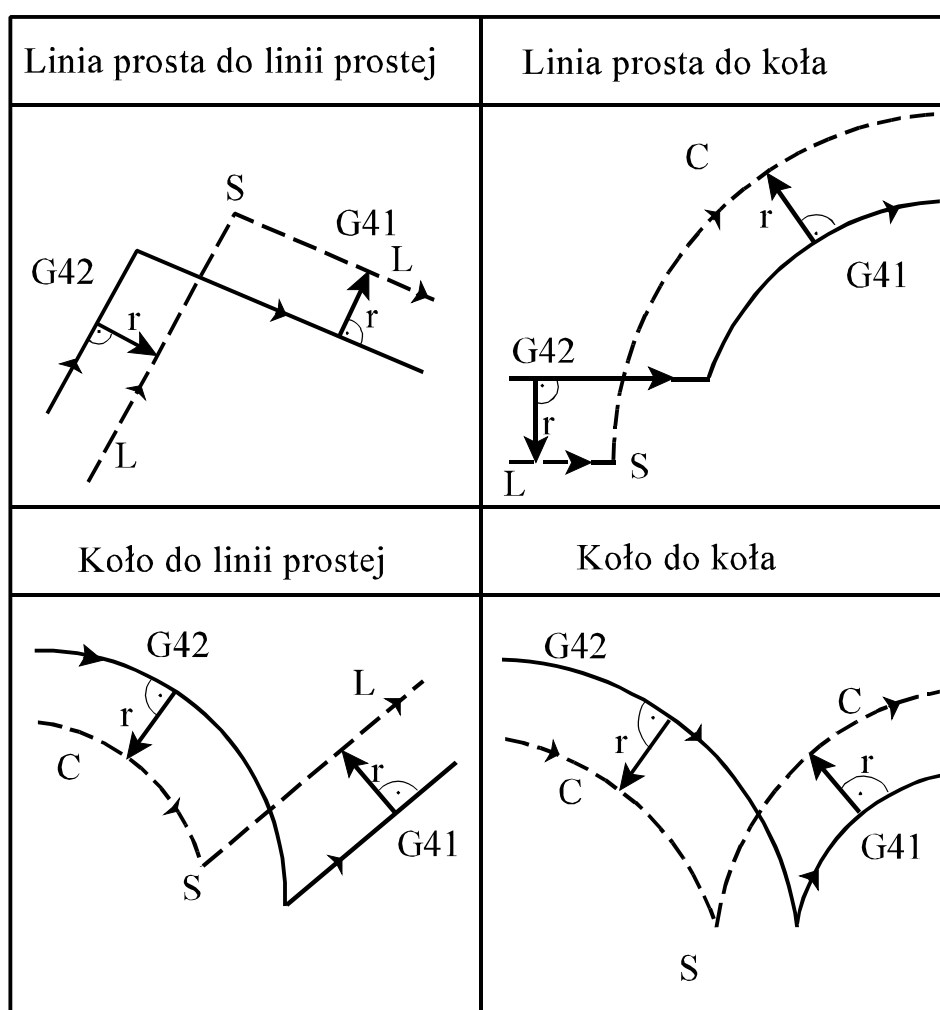


Fig. 15.5.4-1

Gdy przy przejściu linia prosta-linia prosta nie ma punktu przecięcia występuje następująca sytuacja:

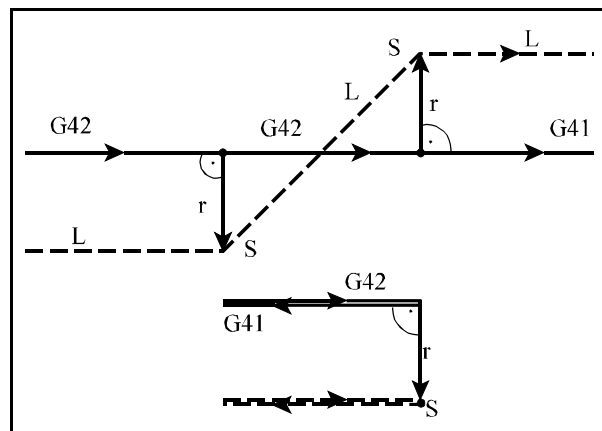


Fig. 15.5.4-2

Jeśli przy przejściu linia prosta-koło nie ma punktu przecięcia ścieżka narzędzia jest jak na rysunku:

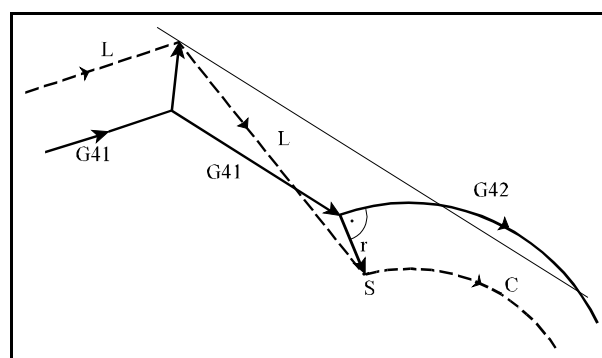


Fig. 15.5.4-3

Jeśli przy przejściach linia prosta-koło lub koło-koło nie występuje punkt przecięcia to sterowanie połączy nie korygowanym 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.

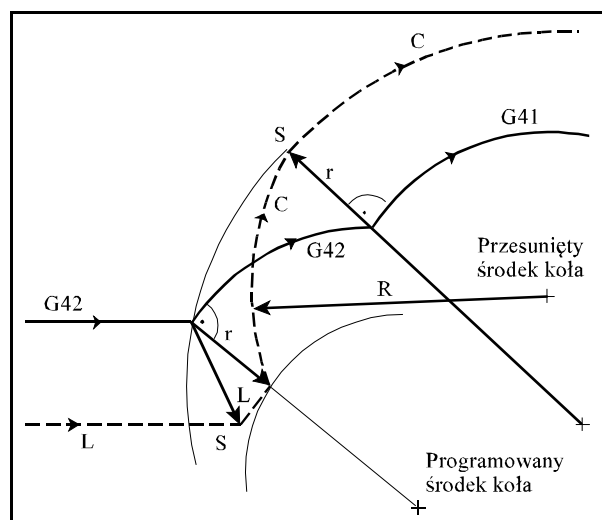


Fig. 15.5.4-4

15.5.5 Programowane utrzymanie wektora (G38)

Instrukcja pozwoli

G38 v

sterowaniu, w załączonym stanie wyliczania korekcji promienia na płaszczyźnie, utrzymać ostatni wektor korekcji pomiędzy poprzednim blokiem I blokiem G 38 I realizuje go na końcu bloku G38, niezależnie od przejścia pomiędzy blokiem G38 a kolejnym blokiem.

G38 jest nie dziedziczony. Jeśli potrzeba w kilku kolejnych blokach utrzymywać wektor, to należy w każdym bloku zaprogramować G38.

Programowanie G38 możliwe jest tylko w blokach G00, G01. Utrzymanie bloku wektora musi być niezmiennie w interpolacji liniowej, jeśli nie sterowanie pokaże wiadomość błędu 3040 G38 NOT IN G0, G1. Jeśli kod G38 jest użyty w trybie śledzenia konturu (G41, G42), sterowanie pokaże wiadomość błędu 3039 G38 KOD W G40

Przykład użycia G38:

```
...G17 G41 G91...
N110 G1 X60 Y60
N120 G38 X90 Y-40
N130 X20 Y70
N140 X60
...
```

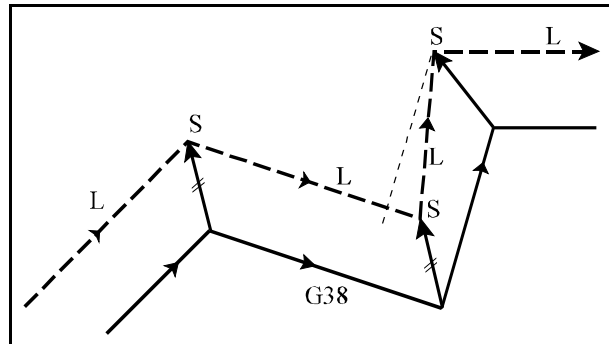


Fig. 15.5.5-1

Jeśli niezbędne jest programowanie podcięcia bez wyłączenia śledzenia konturu:

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X40
N120 G38 X50
N130 G38 Y70
N140 G38 Y-70
N150 X60
...
```

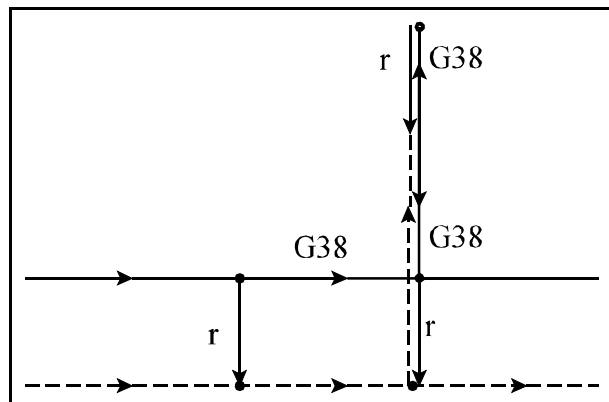


Fig. 15.5.5-2

15.5.6 Programowanie łuku narożnika (G39)

Programując blok

G39 (I J K),

jest możliwe

- we włączonym stanie wyliczania korekcji promienia narzędzia
- uniknąć automatycznego przecięcia punktu obliczenia lub wstawiania prostych odcinków do zaokrąglenia. Jest też możliwe przesunięcie punktu środkowego narzędzia po okrągłym łuku równym promieniowi narzędzia.

Punkt początku i końca łuku będzie podany poprzez prostopadły wektor długości promienia narzędzia, na punkcie końcowym ścieżki poprzedniej interpolacji i poprzez prostopadły wektor promienia narzędzia na punkcie początkowym kolejnej.

G39 musi być zaprogramowane w oddzielnym bloku:

```
...G17 G91 G41...
N110 G1 X100
N120 G39
N130 G3 X80 Y-80 I80
...
```

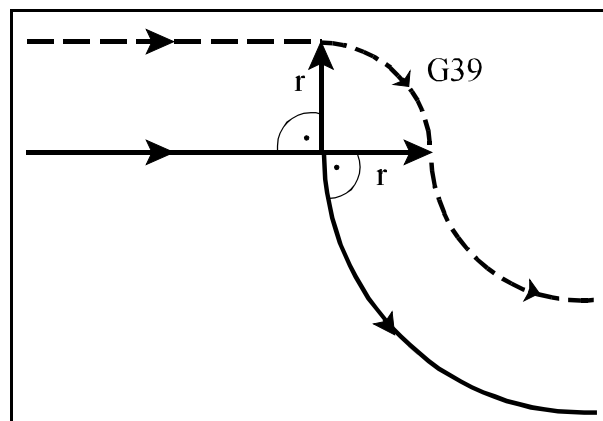


Fig. 15.5.6-1

Jeśli w bloku z G39 programowane są I,J,K punkt końcowy okrągłego ruchu będzie podany poprzez prostopadły wektor długości promienia narzędzia do wektora określonego przez I, J lub K od punktu końcowego poprzedniej interpolacji w zgodności do wybranej płaszczyzny

```
...G17 G91 G41...
N110 G1 X100
N120 G39 I50 J-60
N130 G40 X110 Y30
...
```

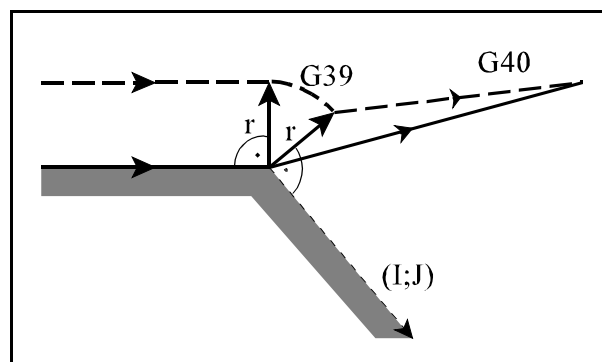


Fig. 15.5.6-2

15.5.7 Ogólne informacje o stosowaniu korekcji promienia na płaszczyźnie

We włączonym stanie nadążania za konturem (G41, G42), sterowanie zawsze oblicza 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 być to:

- funkcje (M, S, T)
- oczekiwanie (G4 P)
- interpolacja poza wybraną płaszczyzną ([G17] G1 Z)
- wywołanie podprogramu (M98 P)
- włączenie lub wyłączenie szczególnych transformacji (G50, G51, G50.1, G51.1, G68, G69).

☞ **Informacja:** Jeśli dany podprogram został wybrany, należy aby zaczynał się w wybranej płaszczyźnie, gdyż w przeciwnym wypadku ścieżka zostanie zniekształcona.

Sterowanie przyjmuje jeden blok z wyżej wyszczególnionych pomiędzy dwoma blokami z ruchem i ścieżka nie ulegnie zniekształceniu.

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X50 Y70
N120 G4 P2
N130 X60
...
```

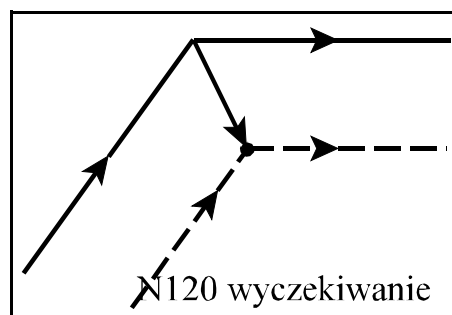


Fig. 15.5.7-1

Kiedy sterowanie umieszcza jedną lub więcej linii prostych pomiędzy dwoma interpolacjami, kiedy idzie dookoła narożnika, żaden inny blok bez ruchu lub ruchu na zewnątrz wybranej płaszczyzny programowanej pomiędzy interpolacjami nie będzie wykonany w punkcie zatrzymania pojedynczego bloka (wskazuje S)

Kiedy dwa bloki ruchu nie w wybranej płaszczyźnie lub blok nie zawierający ruchu zostały napisane, sterowanie w takim wypadku wyznacza prostopadłą w punkcie końcowym ostatniego bloku konturu i to wtedy jest wektor korekcji. Ścieżka będzie zniekształcona.

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X50 Y70
N120 G4 P2
N130 S400
N140 X60
...
```

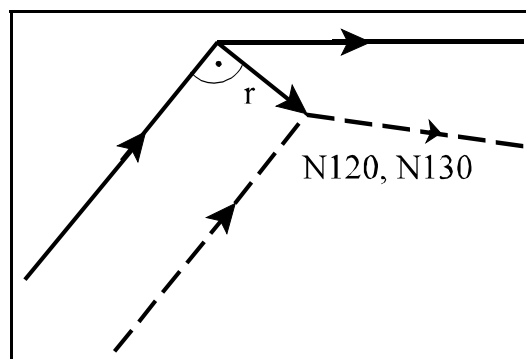


Fig. 15.5.7-2

Jeśli po załączeniu korekcji promienia można wykonać ruch tylko w osi Z, można wykonać:

```
...G17 G91...
N110 G41 G0 X50 Y70 D1
N120 G1 Z-40
N130 Y40
...
```

Po tym ścieżka jest prawidłowa.

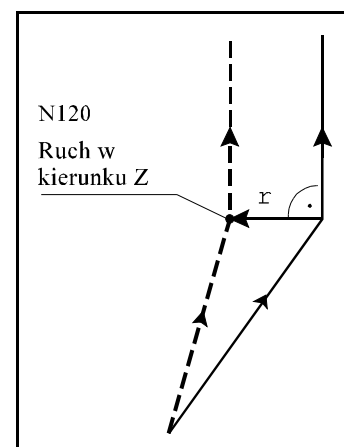


Fig. 15.5.7-3

Jeśli ruchu w kierunku Z rozbijemy na dwa odcinki (posuw szybki, i posuw roboczy), ścieżka ulegnie zniekształceniu ponieważ wystąpiły dwa bloki jeden po drugim poza płaszczyzną śledzenia konturu:

```
...G17 G91...
N110 G41 G0 X50 Y70 D1
N120 Z-35
N130 G1 Z-5
N140 Y40
...
```

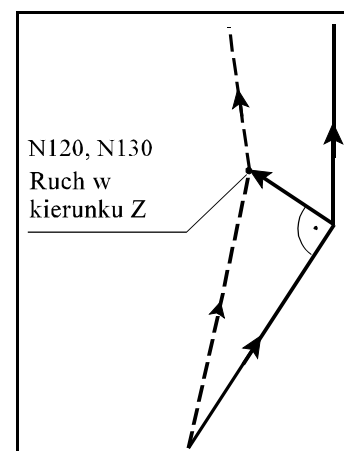


Fig. 15.5.7-4

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

```
...G17 G91...
N110 G41 G0 X50 Y69 D1
N120 Z-35
N130 Y1
N140 G1 Z-5
N150 Y40
...
```

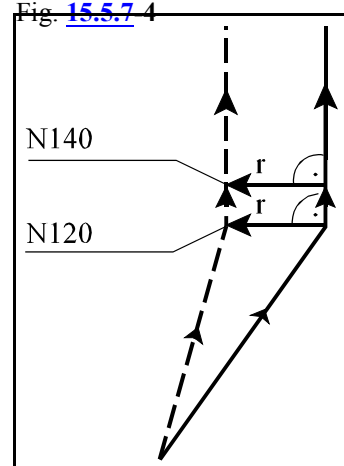


Fig. 15.5.7-5

Jeśli pomiędzy dwa bloki z konturem wstawi się komendy:

```
G22, G23, G52, G54-G59, G92
G53
G28, G29, G30
```

to w załączonym stanie G41 i G42 w pierwszym bloku zostanie skasowany wektor korekcji punktu końcowego, wykonany rozkaz i przywrócony wektor korekcji w punkcie końcowym drugiego bloku. Jeśli poprzednia lub kolejna interpolacja będzie kołowa, sterowanie pokaże wiadomość błędu *3041 AFTER G2, G3 ILLEG. BLOCK*.

Np.:

```
...G91 G17 G41...
N110 G1 X80 Y-50
N120 G92 X0 Y0
N130 X80 Y50
...
```

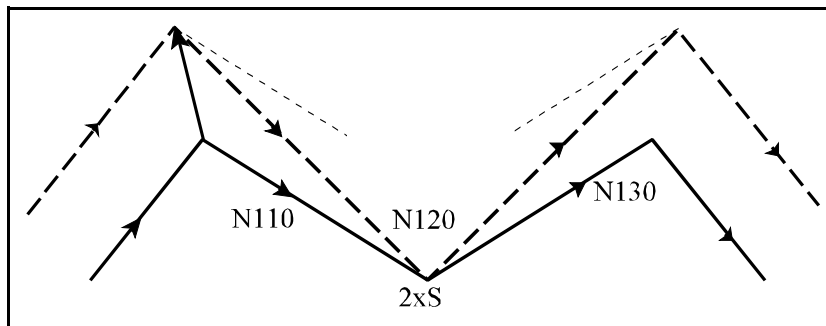


Fig. 15.5.7-6

W tym przypadku, gdy w załączonym stanie G41,G42 pomiędzy dwa bloki z ruchem wstawi się pozycjonowanie w G53 to w pierwszym bloku zostanie skasowany wektor korekcji punktu końcowego, wykonane pozycjonowanie w G53 i przywrócony wektor korekcji w drugim bloku. Jeśli poprzednia lub kolejna interpolacja będzie kołowa, sterowanie pokaże wiadomość błędu *3041 AFTER G2, G3 ILLEG. BLOCK*.

Np.:

```
...G91 G17 G41...
N110 G1 X80 Y-50
N120 G53 Y80
N130 G53 Y0
N140 X80 Y50
...
```

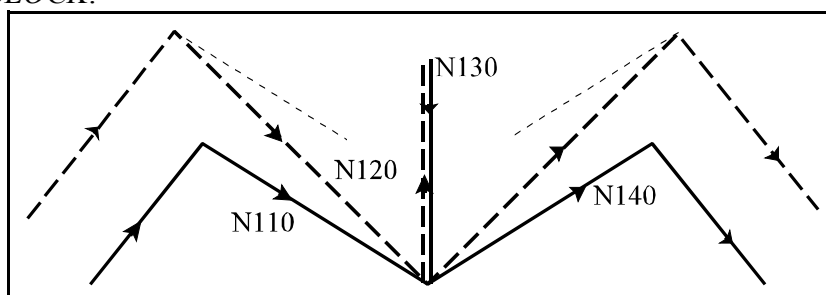


Fig. 15.5.7-7

W tym przypadku gdy w załączonym stanie G41,G42 pomiędzy dwa bloki konturu wstawi się G28 lub G30 a potem 29 zostanie skasowany wektor punktu końcowego pozycjonowania na punkt pośredni, zrealizowane pozycjonowanie w punkcie odniesienia i ponowne ustawienie wektora w punkcie końcowym bloku G29.

Np.:

```
...G91 G17 G41...
N110 G1 X80 Y-50
N120 G28 Y80
N130 G29 Y0
N140 X80 Y50
...
```

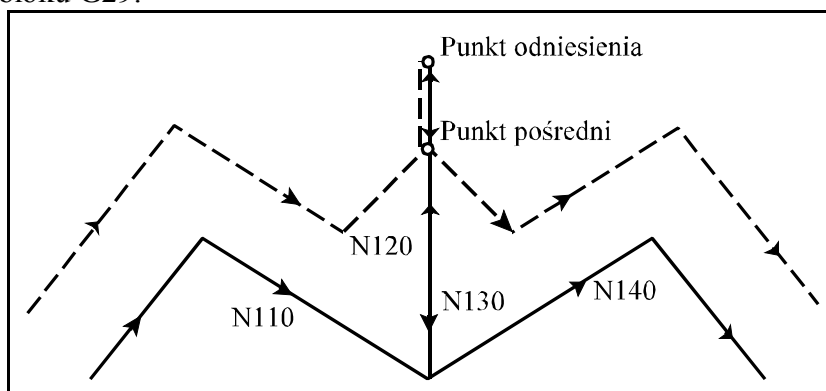


Fig. 15.5.7-8

W załączonym stanie wyliczania korekcji promienia adresem D można przywołać nowe wartości korekcji promienia. Jeśli wartość promienia zmieni przedznak na konturze również dokona się proces zmiany kierunku. Jeśli nie nastąpi zmiana przed znaku nowowyliczona wartość korekcji promienia trafi do punktu końcowego tego bloku, w którym zaprogramowano nowy adres D.

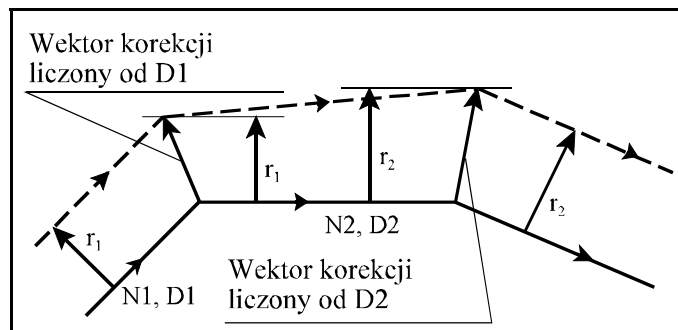


Fig. 15.5.7-9

Ponieważ w punkcie początkowym tego bloku został wyliczony wektor z poprzednią wartością korekcji, ścieżka punktu środkowego narzędzia nie będzie równoległa do zaprogramowanej ścieżki. W bloku interpolacji kołowej dodatkowo można adresem D wywołać nową korekcję promienia, ale środek narzędzia będzie poruszał się po ścieżce o zmienionym promieniu. Szczególnym przypadkiem tego co powiedziano wcześniej, jest sytuacja gdy w załączonym stanie wyliczania korekcji promienia wyłączymy korekcję przez D00, a włączymy przez Dnn. Zagadnienie to jest pokazane na poniższym rysunku.

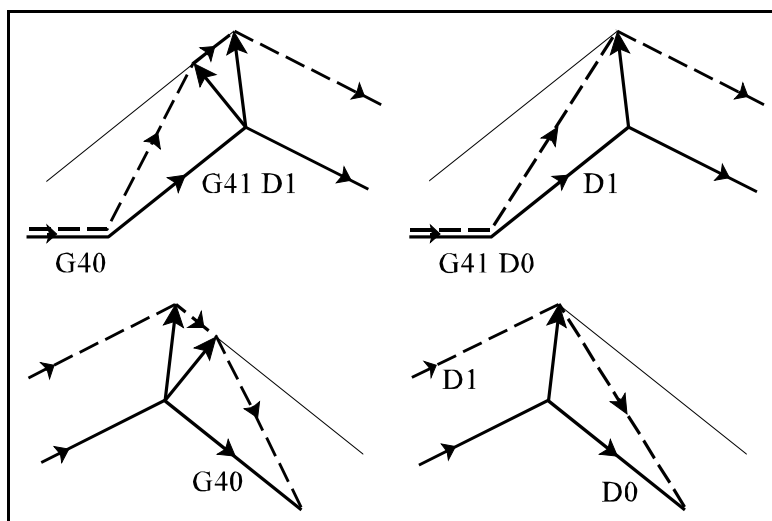


Fig. 15.5.7-10

Dany fragment programu lub podprogram może być użyty do frezowania np. śrubki i nakrętki (detal “męski” i “żeński”), które będą wchodzić do siebie nawzajem przy pomocy korekcji dodatniej lub ujemnej lub na odwrót.

Jest to np. program:

```
...
N020 G42 G1 X80 D1
N030 G1 Z-5
N040 G3 I-80
N050 G1 Z2
N060 G40 G0 X0
...
```

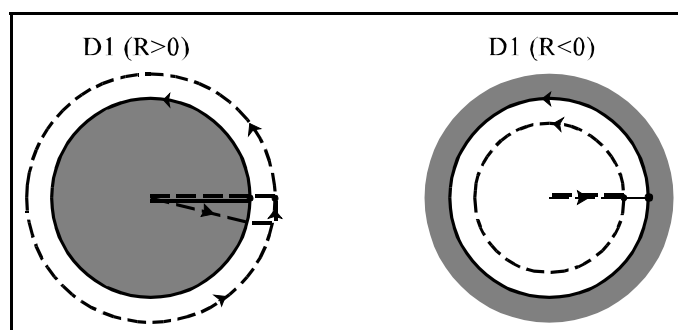


Fig. 15.5.7-11

Jeśli 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 zaprogramowanego koła. Podobnie ma się sytuacja z punktem końcowym. Przy programowaniu śledzenia konturu pełnego koła zdarza się, iż ścieżka narzędzia jest dłuższa niż pełne koło. Może dojść na przykład do następującej sytuacji:

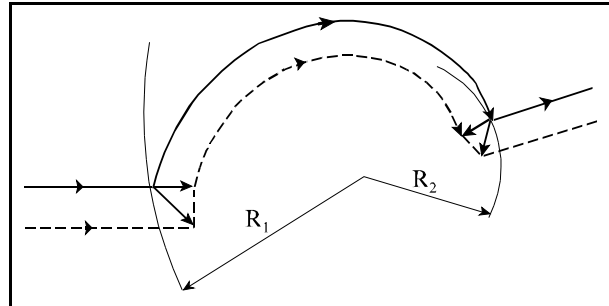


Fig. 15.5.7-12

```
...G17 G42 G91...
N110 G1 X30 Y-40
N120 G41 G2 J-40
N130 G42 G1 X30 Y40
...
```

Środek narzędzia wykonuje pełne koło od punktu P1 do punktu P1, następnie łuk od P1 do P2.

Kiedy wyłączymy śledzenie konturu przez I, J, K, wystąpi podobne zdarzenie:

```
...G17 G90 G41...
N090 G1 X30
N100 G2 J-60
N110 G40 G1 X120 Y180 I-60 J-60
...
```

Środek narzędzia pokrywa pełny łuk koła od punktu P1 do punktu P1 i następny P1 do P2.

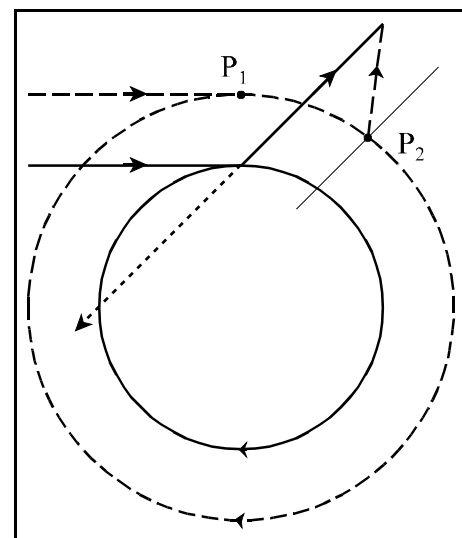


Fig. 15.5.7-13

Podczas obchodzenia ostrych narożników mogą utworzyć się dwa lub więcej wektorów. Jeśli ich punkty końcowe leżą obok 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 parametru *DELTV* to pokazany na rysunku wektor zostanie pominięty a ścieżka narzędzia zostanie odpowiednio zmodyfikowana.

☞ *Uwaga:* Kiedy parametr *DELTV* jest za wysoki, ostre narożniki z kątami ostrymi mogą być przycięte.

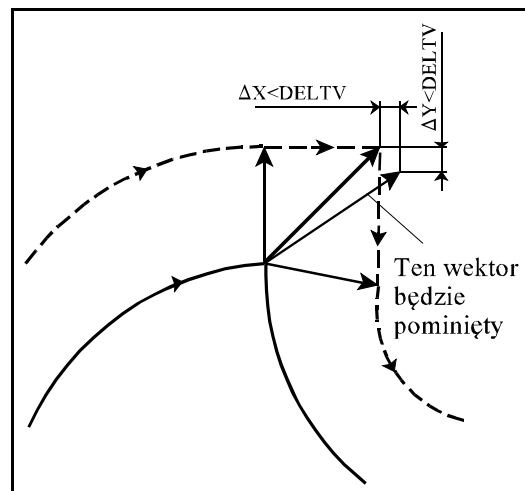


Fig. 15.5.7-14

15.5.8 Zależności w korekcji narzędzia

W licznych przypadkach realizacji korekcji narzędzia (śledzenia konturu) może się zdarzyć, że ścieżka narzędzia będzie przeciwna do zaprogramowanej. W takim przypadku, wbrew zamiarom programisty narzędzie może uderzyć w detal. Tego typu zdarzenie nazywa się zakłóceniem śledzenia konturu lub zależnością. Na poniższym rysunku pokazane jest iż po wyliczeniu punktu przecięcia, w bloku N2 wynika przeciwna ścieżka do zaprogramowanej. Ciemny obszar powiadamia, że frez może uderzyć w detal.

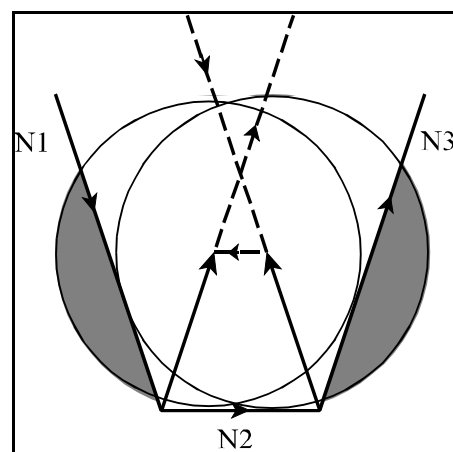


Fig. 15.5.8-1

Aby omijać takie przypadki sterowanie realizuje badanie zależności, kiedy parametr *INTERFER* jest ustawiony do 1. Następnie sterowanie sprawdzi czy warunki $-90^\circ \leq \varphi \leq +90^\circ$ zostały spełnione dla kąta φ pomiędzy programowanym przesunięciem i promieniem korekcji.

Innymi słowami sterowanie zbada czy wektor korekcji przesunięcia ma składową przeciwną do wektora przesunięcia programowanego.

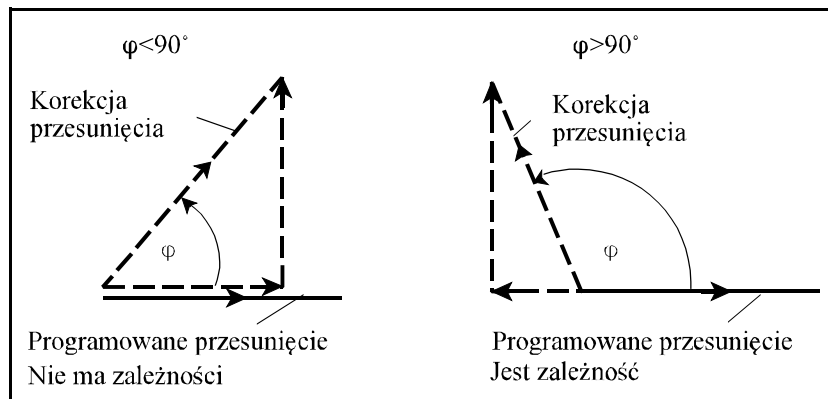


Fig. 15.5.8-2

Jeśli parametr *ANGLAL* jest ustawiony 1, po sprawdzeniu kąta sterowanie wyśle informację o błędzie zależności 3048 *INTERFERENCE ALARM* w bloku poprzedzającym wystąpienie błędu.

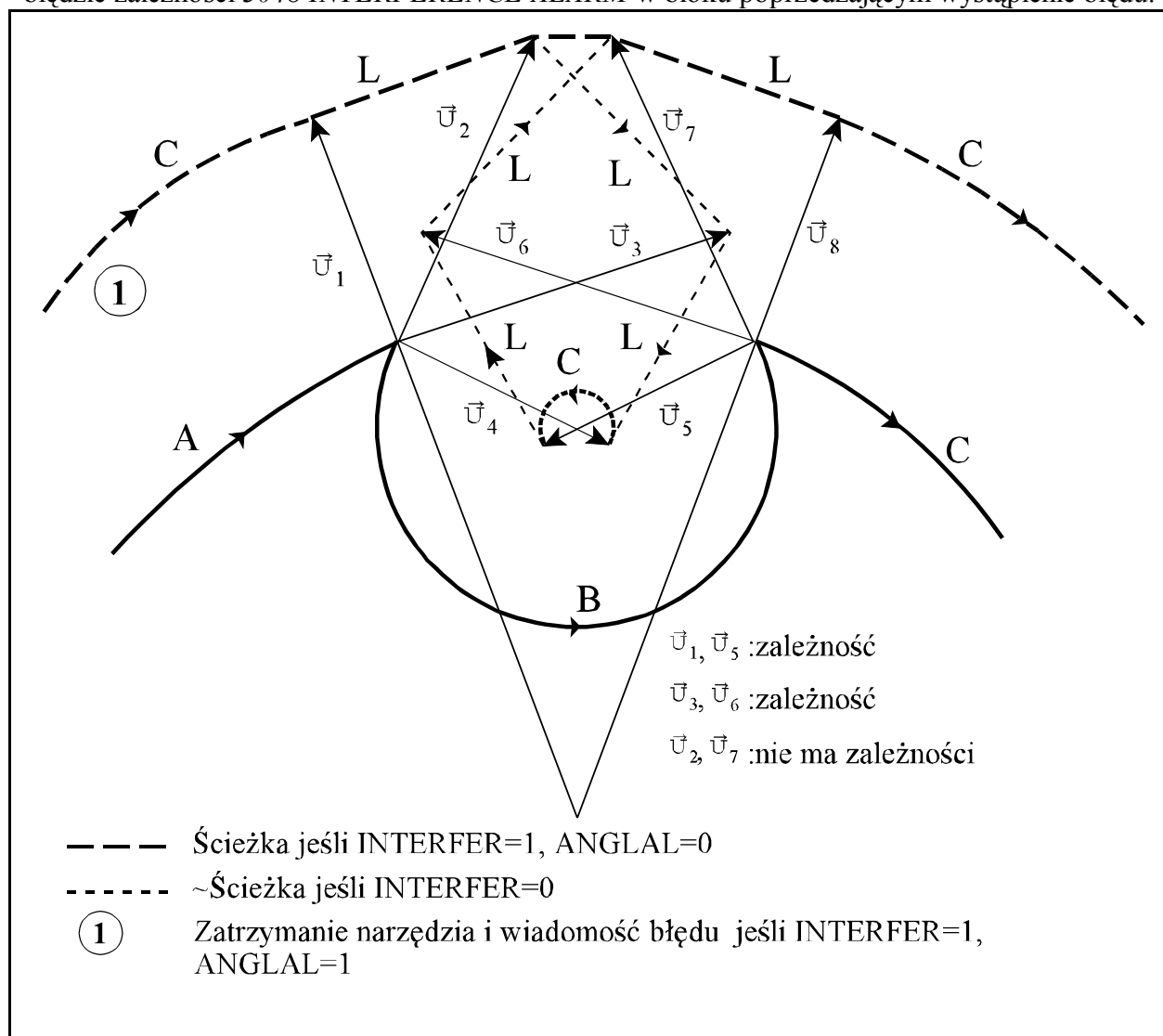


Fig. 15.5.8-3

Automatyczna reperacja błędu zależności

Jeśli parametr *ANGLAL* jest ustawiony na 0, sterowanie nie pokazuje informacji o błędzie, lecz odbywa się próba automatycznej korekcji, by wyeliminować zderzenia z detalem. Procedura korekcji będzie następująca:

Każdy z bloków A, B i C jest w trybie śledzenia konturu. Wyliczone wektory pomiędzy blokami A i B to $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3, \vec{v}_4$; Pomiedzy blokami B i C to $\vec{v}_5, \vec{v}_6, \vec{v}_7, \vec{v}_8$.

- \vec{v}_4 i \vec{v}_5 będzie pominięty jeśli występuje pomiędzy nimi zależność
- \vec{v}_3 i \vec{v}_6 będzie pominięty jeśli występuje pomiędzy nimi zależność
- \vec{v}_2 i \vec{v}_7 będzie pominięty jeśli występuje pomiędzy nimi zależność
- \vec{v}_1 i \vec{v}_8 sygnalizowany jest komunikat błędu

Z powyższego widać, że wektory korekcji w punktach początkowych 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 trwa dotąd aż zależność jest kontynuowana.

Pierwszy wektor korekcji w punkcie startu bloku B i ostatni w punkcie końcowym nie mogą być pomijane. Jeśli w wyniku pominięć zniknie zależność, komunikat błędu nie będzie pokazany lecz pokaże się wiadomość *3048 INTERFERENCE ALARM*. Po pominięciach resztki wektora korekcji zastępowane będą odcinkami prostej, nawet wtedy, gdy w bloku B było koło.

Na powyższym przykładzie wyraźnie widać, że realizacja bloku A rozpocznie się dopiero po zakończeniu badania zależności w bloku B. W tym celu do bufora należy wpisać również blok C i wyliczyć wektor korekcji pomiędzy blokami B-C.

Powyższy przykład pokazuje ze stanie domyślnym sterowanie sprawdza 3 bloki z wyprzedzeniem. Kiedy A, B i C będą blokami *N*th, *N*+1 i *N*+2. Odpowiada to parametrowi *1206 BKNOINT*=0. Może być to zwiększone do 50 poprzez parametr *BKNOINT*, który oznacza, że blok *N*, blok *N*+52 bloki są testowane z wyprzedzeniem jeśli jest kolizja. Sprawdzanie polega na testowaniu zależności pomiędzy bieżącym blokiem *N* i kolejnym blokiem *N*+1, pomiędzy *N* i *N*+2, ... pomiędzy *N* i *N*+ *BKNOINT*+2.

Jest to możliwe jeśli narzędzie przesuwa się w otworze i ażeby średnica była sprawdzona musi mieć wystarczająco dużo miejsca. Jeśli otwór na załączonej figurze ma być sprawdzony przez sterowanie musi ustawiony *BKNOINT*=7. Im wyższa wartość parametru - *BKNOINT*, tym dłuższe wykonanie bloku ze zwolnionymi operacjami maszyny.

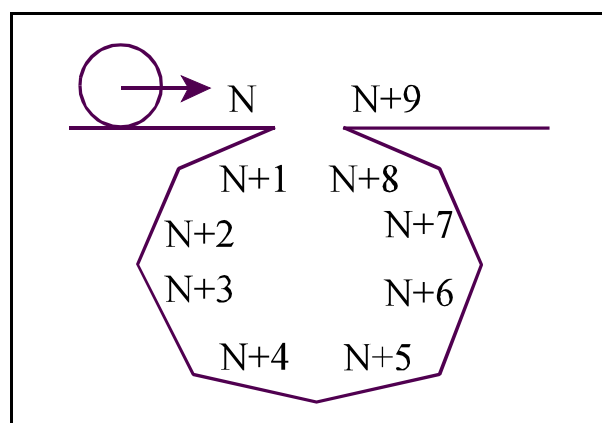


Fig. 15.5.8-4

Automatyczne reperowanie błędów zależności poprzez dodanie wektora szczeliny

Sterowanie naprawia błąd zależności poprzez pominięcie wektora korekcji w stanie G41, G42 jeśli *1262 ANGLAL=0* oraz *1263 GAP=0*.

Jeśli *1262 ANGLAL=0* oraz *1263 GAP=1*, wektor szczeliny jest dodany w miejscu ścieżki sekcji B. Jest on zawsze linią prostą a wektory korekcji są obliczane dla ścieżki A i C. Sekcja B ścieżki zawiera więcej bloków gdy *1206 BKNOINT>0*. W tym przypadku ścieżka jest sprawdzana dopóki został osiągnięty blok w parametrze *1206 BKNOINT*. W

związku tym narzędzie o określonym promieniu ma wystarczająco miejsca do wprowadzenia do otworu, a jeśli nie problemowe sekcje są pomijane poprzez dodanie wektora szczeliny.

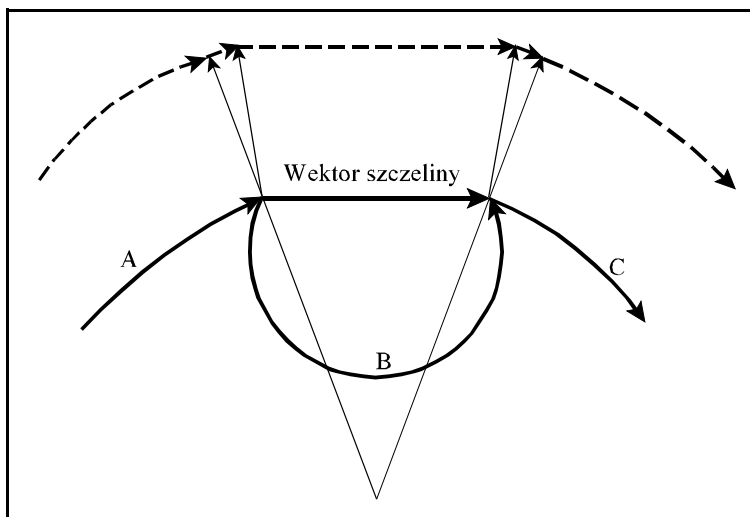


Fig. 15.5.8-5

Kilka typowych przykładów interferencji zostanie opisanych poniżej:

Obróbka stopnia mniejszego od promienia narzędzia. Sterowanie pokaże wiadomość błędów *3048 INTERFERENCE ALARM* ponieważ może wystąpić kolizja z detalem.

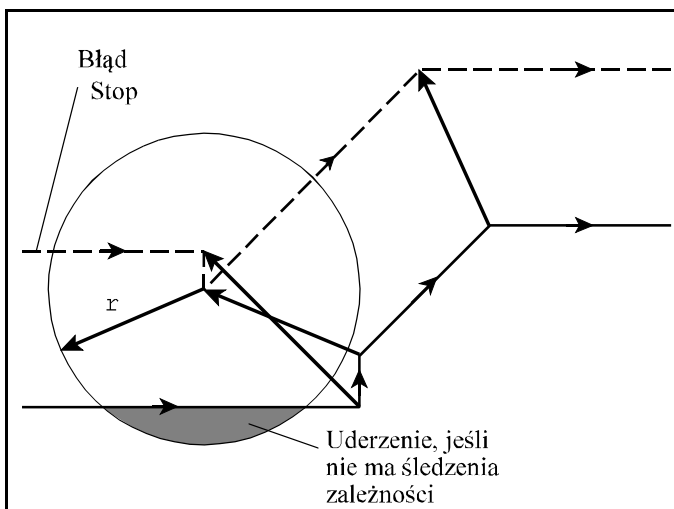


Fig. 15.5.8-6

Obróbka w środku narożnika z promieniem mniejszym niż promień narzędzia. Sterowanie pokaże wiadomość błędów *3048 INTERFERENCE ALARM* lub wystąpi kolizja.

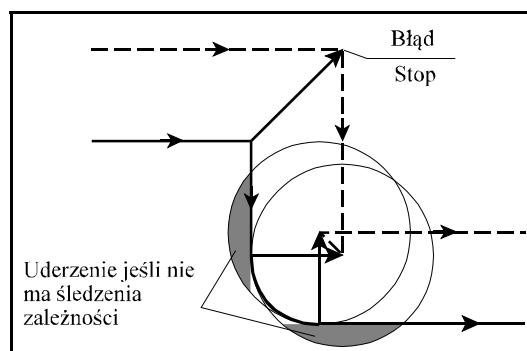


Fig. 15.5.8-7

Frezowanie stopnia mniejszego niż promień narzędzia, po łuku. Gdy wartość parametru *ANGLAL* jest równa 0, sterowanie skasuje wektor \vec{v}_2 oraz łączy linią prostą wektory \vec{v}_1 i \vec{v}_3 w celu uniknięcia zderzenia. Gdy parametr *ANGLAL* jest 1, sterowanie pokazuje wiadomość błędu *3048 INTERFERENCE ALARM* i w bloku poprzednim następuje zatrzymanie.

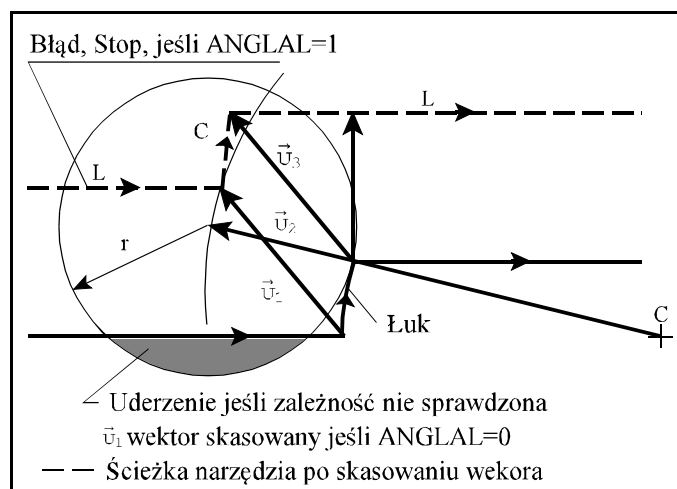


Fig. 15.5.8-8

Niekiedy narzędzie wykonuje pracę bez kolizji z detalem, jednakże sterowanie wyświetla wiadomość błędu. Jeśli wykonywane wgłębienie jest mniejsze od korekcji promienia, nie powinna wystąpić kolizja. Jednakże sterowanie pokaże wiadomość błędu *3048 INTERFERENCE ALARM* ponieważ kierunek przesunięcia wzdłuż ścieżki korekcji w interpolacji B jest przeciwny do programowanego.

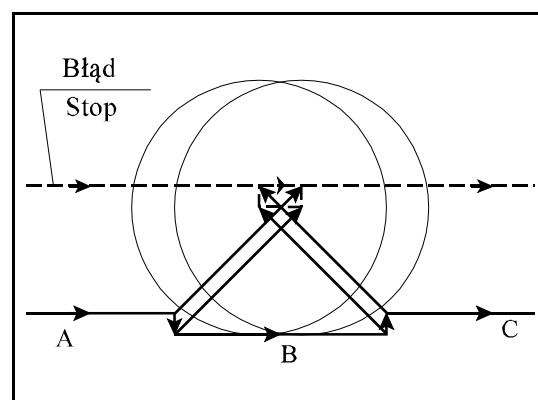


Fig. 15.5.8-9

Ten przykład pokazuje błąd zależności który jest wyświetlany ponieważ w interpolacji B kierunek ruchu po ścieżce korekcji jest przeciwny do programowanej.

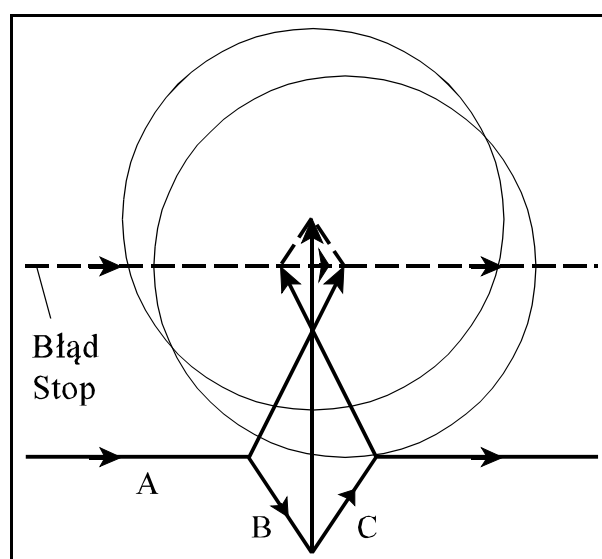


Fig. 15.5.8-10

15.6 Trzy wymiary przesuwu narzędzia(G41, G42)

Promień narzędzia 2D przesunie narzędzie w płaszczyźnie wybranej komendami G17, G18, G19.

Zastosowanie trzy wymiarowej korekcji narzędzia umożliwi wzięcie pod uwagę trzech wymiarów podczas korekcji.

15.6.1 Programowanie trzech wymiarów przesuwu narzędzia (G40, G41, G42)

Komenda

G41 (G42) X_p Y_p Z_p I J K D (E)

uruchomi korekcję narzędzia 3D

X_p, Y_p, Z_p oznaczają osie X, Y, Z osie równoległe do nich.

O ile odniesienie nie jest zrobione do głównych osi to automatycznie będą brane pod uwagę:

instrukcja G41 X I J K odnosi się do obszaru X Y Z

instrukcja G41 U V Z I J K odnosi się do obszaru U V Z

instrukcja G41 W I J K odnosi się do obszaru X Y W.

Kiedy ustawiona jest trzy wymiarowa korekcja korekcji narzędzia to każdy adres I, J, K musi być określony bo w przeciwnym przypadku sterowanie przyjmie korekcję 2D.

Wartość korekcji wywołuje się w adresie D.

Komenda

G40 lub

D00

skasuje korekcje trzy wymiarową.

15.6.2 Wektor przesuwu trzech wymiarów

Sterowanie wygeneruje składniki wektora korekcji w następujący sposób:

$$v_x = \frac{I * r}{P}$$
$$v_y = \frac{J * r}{P}$$
$$v_z = \frac{K * r}{P}$$

gdzie r jest wartością korekcji wywołaną w adresie D,

P jest stałą główną ,

I, J, K to wartości opisane w programie.

Wartość stałej głównej jest stała i jest brana z parametru *DOMCONST* o ile inna wartość jest określona w programie w adresie E. Jeśli wartość stałej głównej jest 0 i jeśli w adresie nie ma określonej wartości w adresie E, to sterowanie obliczy wartość P ze wzoru.

$$P = \sqrt{I^2 + J^2 + K^2}$$

Na podstawie kierunków korekcji wektorów określonych w każdym bloku, sterowanie przyjmie korekcje w kolejnym bloku. Dlatego w przebiegu obróbki trzy wymiarowej, system CAM musi wygenerować ścieżkę dla danego narzędzia. Program wygenerowany w ten sposób także musi działać z użyciem narzędzi o różnych wymiarach.

Wektor korekcji nie może być zmieniany w interpolacji kołowej.

Instrukcja G42 działa w ten sam sposób G41 z tą różnicą że wektor korekcji jest obliczony w kierunku przeciwnym do G41:

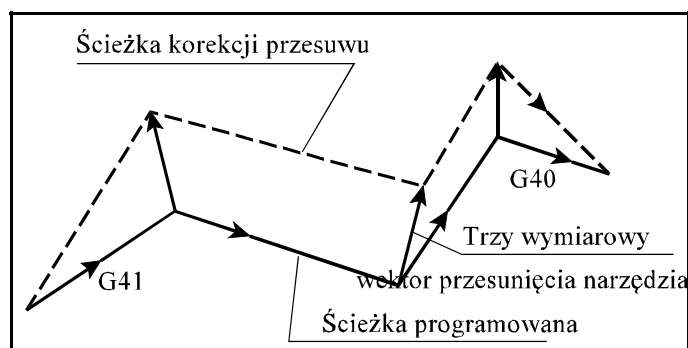


Fig. 15.6.2-1

$$v_x = -\frac{I \cdot r}{P}$$

$$v_y = -\frac{J \cdot r}{P}$$

$$v_z = -\frac{K \cdot r}{P}$$

Zmiana ze stanu G41 do G42 lub na odwrót jest możliwa tylko w bloku interpolacji liniowej.

16 Transformacje specjalne

16.1 Współrzędne systemu obrotów (G68, G69)

Programowany kształt może być obracany na płaszczyźnie przez G17, G18, G19 poprzez komendę

G68 p q R

Współrzędne środka obrotu będą określone w adresach p i q. System tylko zinterpretuje dane wpisane we współrzędnych p i q wybranej płaszczyzny

Wprowadzone dane współrzędne p i q są także interpretowane jako dane prostokątne nawet kiedy dane współrzędnych biegunowych są ustawione.

Poprzez G90, G91 lub operator I, współrzędne p i q środka obrotu mogą być określone jako absolutne lub inkrementalne.

O ile p i q są wartościami przypisanymi, to chwilowa pozycja osi będzie brana dla środka obrotu.

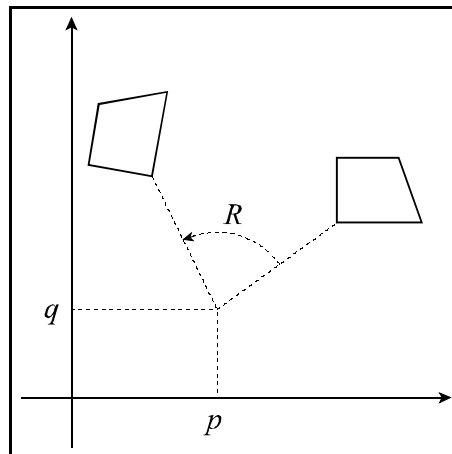


Fig. 16.1-1

Kąt obrotu jest określony w adresie R. Dodatnie lub ujemne wartości w adresie R odpowiadają obrotom zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara lub na odwrót.

Wartość R jest określana w 8 cyfrach dziesiętnych.

Dokładność obrotu może być wybrana w odniesieniu do parametru *ANG.ACCU*. Jeśli wartość jest 1 lub 0, obliczenie dokładności będzie 0.001° lub 0.00001° .

Wartość określona dla R może być absolutna lub inkrementalna. Kiedy kąt obrotu jest określony jako dana inkrementalna, wartość R będzie dodana poprzednio programowanych kątów.

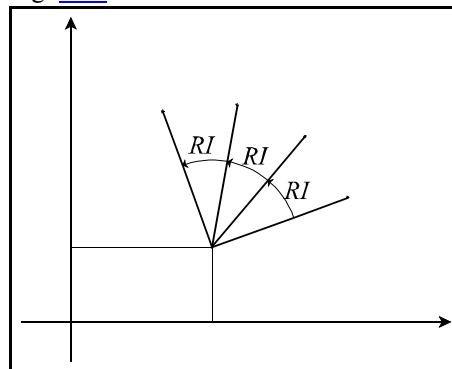


Fig. 16.1-2

Obrót kasuje się komendą

G69.

Współrzędne środka obrotów i kąt będą skasowane.

Np.:

```
N1 G17 G90 G0 X0 Y0
N2 G68 X90 Y60 R60
N3 G1 X60 Y20 F150
   (G91 X60 Y20 F150)
N4 G91 X80
N5 G3 Y60 R100
N6 G1 X-80
N7 Y-60
N8 G69 G90 X0 Y0
```

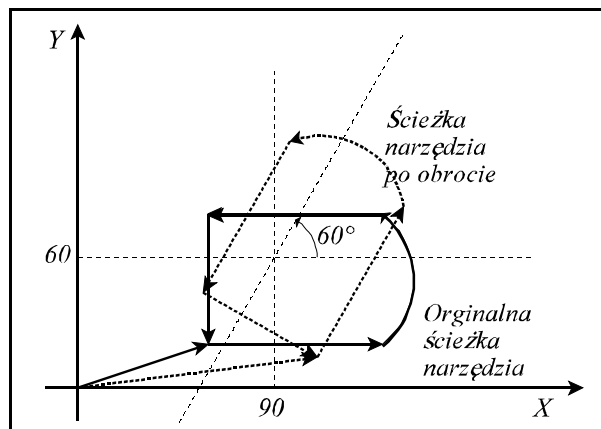


Fig. 16.1-3

16.2 Skalowanie (G50, G51)

Instrukcja

G51 v P

może być wykorzystana do skalowania zaprogramowanego kształtu.

W ten sposób można powiększyć i zmniejszyć zaprogramowaną figurę.

P1...P4: punkty określone w programie technologicznym

P1'...P4': punkty po skalowaniu

P0: środek skalowania

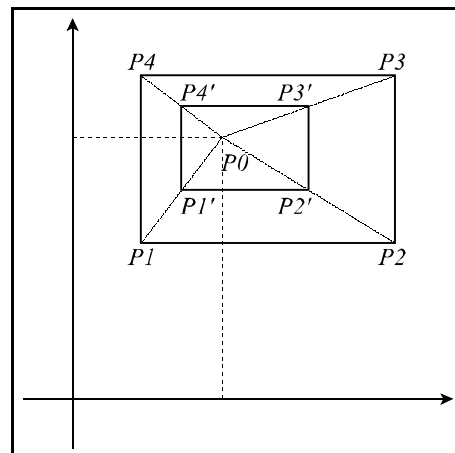


Fig. 16.2-1

Współrzędne v środka skalowania można podawać poprzez użycie adresów X, Y, Z, U, V, W. Dane współrzędne v podane tutaj będą interpretowane jako dane prostokątne, nawet kiedy dane współrzędnych biegunowych zostały ustawione.

Używając G90, G91 lub operator I, współrzędne v środka skalowania mogą być określone jako dane całkowite lub inkrementalne. Jeśli któremuś z adresów osi zada się wartość

lub nie zada się, to chwilowa pozycja będzie przyjęta jako punkt środkowy skalowania.

Adresem P określa się współczynnik proporcji.

Instrukcja

G50. wyłącza skalowanie.

Np.:

```
N1 G90 G0 X0 Y0
N2 G51 X60 Y140 P0.5
N3 G1 X30 Y100 F150
  (G91 X30 Y100 F150)
N4 G91 X100
N5 G3 Y60 R100
N6 G1 X-100
N7 Y-60
N8 G50 G90 X0 Y0
```

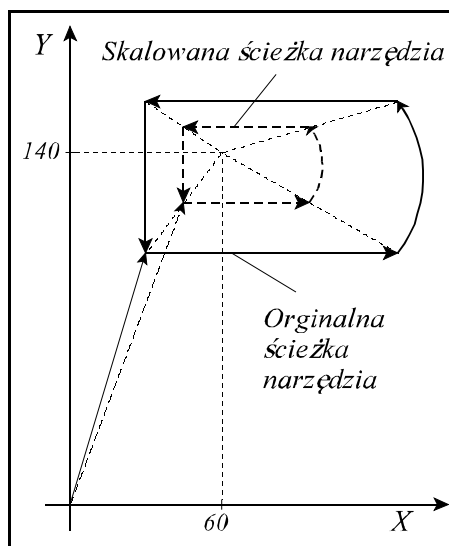


Fig. 16.2-2

16.3 Programowane odbicie lustrzane (G50.1, G51.1)

Lustrzane odbicie zaprogramowanego kształtu w wybranej osi zadaje się instrukcją

G51.1 v

Współrzędne V mogą mieć adresy: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.

Poprzez G90, G91 lub operator I zadaje się współrzędne osi lustrzanego odbicia jako wartości inkrementalne lub całkowite. Jeśli nie podano adresu odpowiedniej osi, odbicie lustrzane nie będzie w niej wykonane.

Instrukcja

G50.1 v

wyłącza się lustrzane odbicie. Po użyciu tej instrukcji żadna komenda skalowania lub obrotów nie działa. W przeciwnym razie pojawia się komunikat błędu *3000 MIRROR IMAGE IN G51, G68*.

Kiedy wykonuje się lustrzane odbicie w jednej osi wybranej płaszczyzny:

- kierunek koła odwraca się automatycznie (zamiana G02, G03)
- korekcja promienia narzędzia interpretowana jest przeciwnie (G68).

Przykład:

Podprogram

```
O0101
N1 G90 G0 X180 Y120 F120
N2 G1 X240
N3 Y160
N4 G3 X180 Y120 R80
N5 M99
```

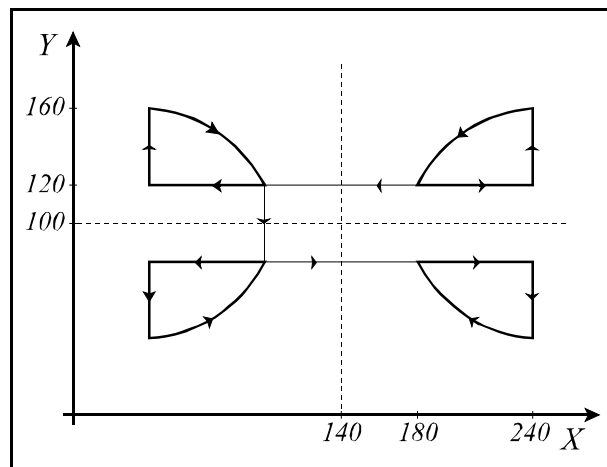


Fig. 16.3-1

Program główny

```
O0100
N1 G90 (Określenie współrzędnych całkowitych)
N2 M98 P101 (wywołanie podprogramu)
N3 G51.1 X140 (odbicie lustrzane wykonane od równoległej do osi Y
               współrzędne X=140)
N4 M98 P101 (wywołanie podprogramu)
N5 G51.1 Y100 (odbicie lustrzane wykonane od osi równoległej do osi X
               współrzędne Y=100)
N6 M98 P101 (wywołanie podprogramu)
N7 G50.1 X0 (skasowanie odbicia lustrzanego na osi równoległej do Y)
N8 M98 P101 (wywołanie podprogramu)
N9 G50.1 Y0 (skasowanie odbicia lustrzanego na osi równoległej do X)
```


16.4 Zasady programowania transformacji specjalnych

Instrukcje obrotów i skalowania to G68 i G51.

Kiedy obroty są śledzone przez skalowanie to komenda obrotów będzie miała wpływ na współrzędne środka skalowania. Jeśli z drugiej strony skalowanie jest śledzone przez obroty to komenda skalowania będzie miała wpływ na współrzędne środka obrotów.

Komendy włączania/wyłączania dwóch procedur nie mogą pokrywać się:

obroty-skalowanie

```
N1 G90 G17 G0 X0 Y0
N2 G68 X80 Y40 R60
N3 G51 X130 Y70 P0.5
N4 X180 Y40
N5 G1 Y100 F200
N6 X80
N7 Y40
N8 X180
N9 G50
N10 G69 G0 X0 Y0
```

skalowanie-obroty

```
N1 G90 G17 G0 X0 Y0
N2 G51 X130 Y70 P0.5
N3 G68 X80 Y40 R60
N4 X180 Y40
N5 G1 Y100 F200
N6 X80
N7 Y40
N8 X180
N9 G69
N10 G50 G0 X0 Y0
```

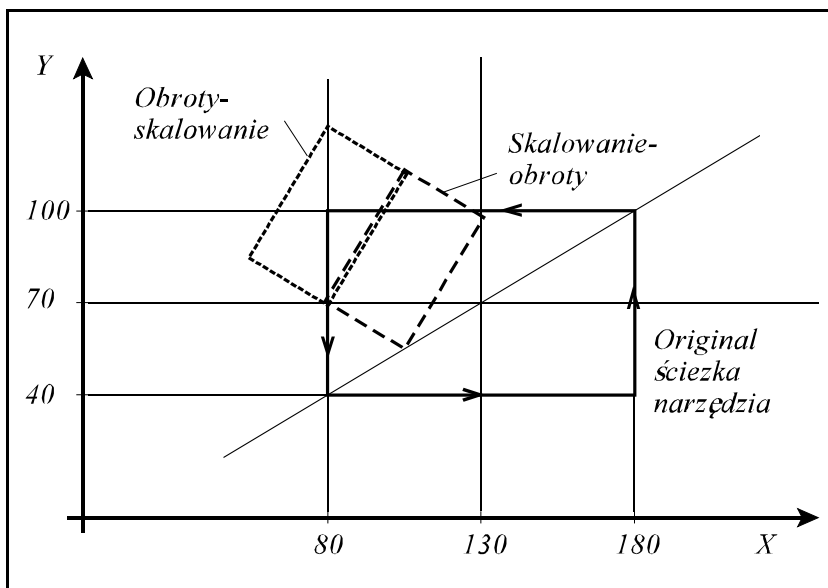


Fig. 16.4-1

Do ustawiania i kasowania odbicia lustrzanego, skalowania i obrotów służą komendy:

```
G51.1 ... (ustawienie odbicia lustrzanego)
G51 ... (ustawienie skalowania)
G68 ... (ustawienie obrotów)
...
```

```
G69 ... (kasowanie obrotów)
G50 ... (kasowanie skalowania)
G50.1 ... (kasowanie odbicia lustrzanego)
```

17 Automatyczne wyliczenia geometrii

17.1 Programowanie fazki i zaokrąglenia

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

Fazka w adresie

,C
(przecinek i C) jest umieszczona pomiędzy punktem końca bloku zawierającego adres ,C i punktem początku kolejnego bloku.

Np.

```
N1 G1 G91 X30 ,C10
N2 X10 Y40
```

Wartość określona w adresie ,C pokazuje dystans pomiędzy punktem początku/końca fazki i założone przecięcie dwóch bloków.

Fazka może także być umieszczona pomiędzy kołami lub pomiędzy kołem i linią prostą. Wówczas wartość ,C jest długością cięciwy pociągniętej od punktu przecięcia.

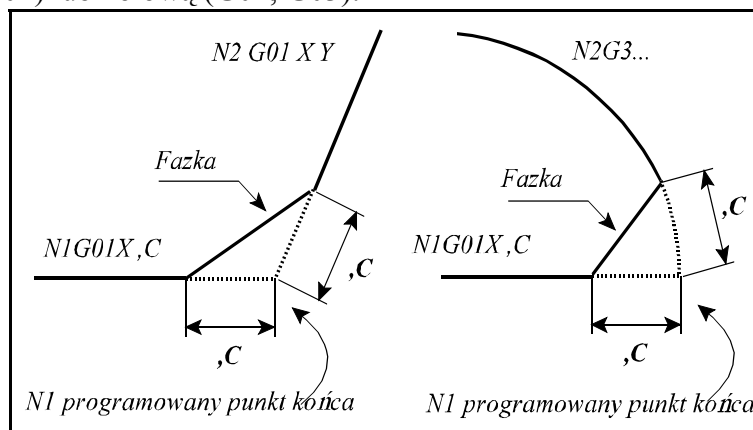


Fig. 17.1-2

Zaokrąglenie czyli wartość promienia określa się w adresie ,R (przecinek i R).

Jest umieszczone pomiędzy punktem końca bloku zawierającego adres ,R i punktem początku kolejnego bloku.

Np.

```
N1 G91 G01 X30 ,R8
N2 G03 X-30 Y30 R30
```

Łuk o promieniu R został wstawiony między dwa bloki. Fazkę lub zaokrąglenie można wpisywać na koniec bloków następujących po sobie.

```
...
G1 Y40 ,C10
X60 ,R22
G3 X20 Y80 R40 ,C10
G1 Y110
...
```

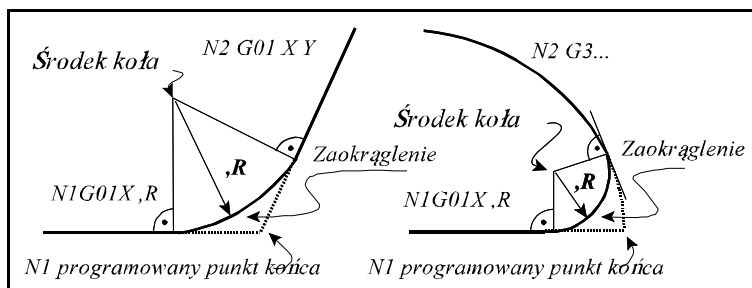


Fig. 17.1-3

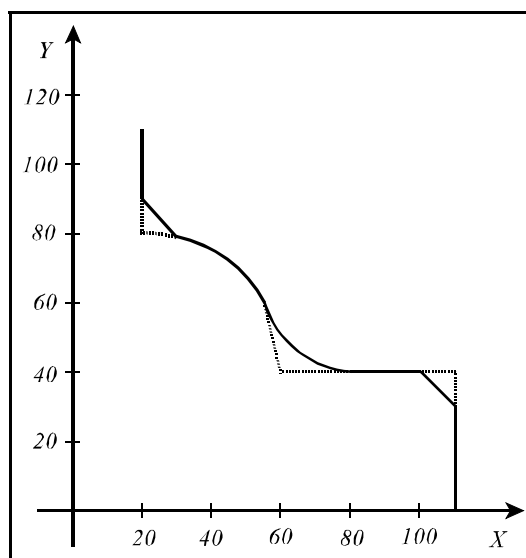


Fig. 17.1-4

☞ **Informacja:**

- Fazkę lub zaokrąglenie można programować tylko pomiędzy współzrędnymi wybranej płaszczyzny (G17, G18, G19), w innym przypadku pojawi się komunikat błędu *DEFINITION ERROR ,C ,R*.
- Fazkę lub zaokrąglenie można wykonywać pomiędzy blokami G1, G2 albo G3, w innym przypadku pojawi się komunikat błędu *3081 ,C ,R DEFINITION ERROR*.
- Jeśli wprowadzona długość fazki lub zaokrąglenia jest za duża, sterowanie pokazuje błąd *TOO HIGH*.
- Jeśli obydwa ,C i ,R są programowane w jednym bloku sterowanie pokazuje błąd *3017,C AND ,R IN ONE BLOCK*.
- W trybie pojedynczego bloku sterowanie zatrzymuje i rejestruje stan STOP po wykonaniu fazki lub zaokrąglenia.

17.2 Zadawanie linii prostej kątem kierunkowym

Prostą zadaje się podając jedną współzrędną w wybranej płaszczyźnie G17, G18, G19 i kątem kierunkowym w adresie ,A.

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

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

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

W powyższych wzorach X_p , Y_p , Z_p wskazuje osie X, Y, Z lub osie równoległe do nich. Q wyznacza dowolną jedną lub więcej osi poza wybraną płaszczyzną. Adres ,A jest 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 niż 360° .

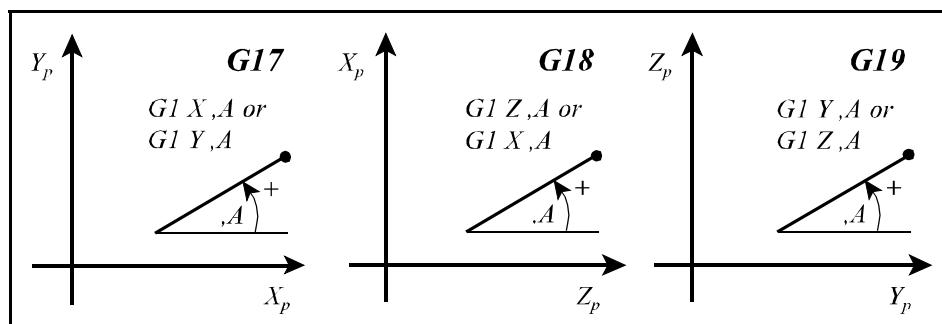


Fig. 17.2-1

Np.:

G17 G90 G0 X57.735 Y0 ...

G1 G91...

X100 ,A30 (ta specyfikacja jest odpowiednia do X100 Y57.735 gdzie $7.735=100 \cdot \tan 30^\circ$)

Y100 ,A120 (ta specyfikacja jest odpowiednia do 57.735 Y100 gdzie $-57.735=100/\tan 120^\circ$)

X-100 ,A210 (ta specyfikacja jest odpowiednia do X-100 Y-57.735 gdzie $-57.735=-100 \cdot \tan 30^\circ$)

Y-100 ,A300 (ta specyfikacja jest odpowiednia do X57.735 Y-100 gdzie $57.735=-100/\tan 120^\circ$)

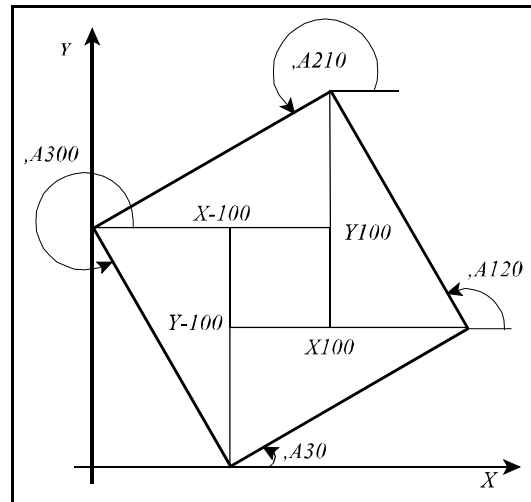


Fig. 17.2-2

Informacja:

- Linia prosta razem z kątem z fazką lub zaokrągleniem może być zdefiniowana w jednym bloku. Np.:

X100 ,A30 ,C5
Y100 ,A120 ,R10
X-100 ,A210

- Kąt w adresie ,A także odnosi się do cykli wiercenia. W tym przypadku to jest przypisane podczas wykonywania pozycjonowania w wybranej płaszczyźnie.

Np. Blok

G81 G91 X100 ,A30 R-2 Z-25

odpowiada blokowi poniżej:

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

17.3 Obliczenia punktów przecięcia w wybranej płaszczyźnie

Omówione tutaj obliczenia punktu przecięcia sterowanie realizuje jedynie we **włączonym stanie liczenia korekcy promienia narzędzia (G41 lub G42)**. Gdy w programie korekcja promienia nie musi być uwzględniona kasuje się jego wartość poprzez D00.

Z korekcją promienia narzędzia:

G41 (or G42) ...Dnn

...

obliczanie przecięcia

...

G40

Bez korekcy promienia narzędzia:

G41 (or G42) ...D00

...

obliczanie przecięcia

...

G40

17.3.1 Punkt przecięcia dwóch linii prostych

Gdy z dwóch następujących po sobie bloków zawierających interpolację liniową, drugi tak będzie zadany że zostanie zdefiniowany w wybranej płaszczyźnie jeden punkt, podając w wybranej płaszczyźnie obie jego współrzędne, przez który prosta może przebiegać i zada się kąt kierunkowy prostej, sterowanie obliczy punkt przecięcia obydwu prostych. Linia prosta określona w drugim bloku jest nazywana nad określoną. Punkt końcowy pierwszego bloku lub początkowy drugiego będzie wyliczonym punktem przecięcia.

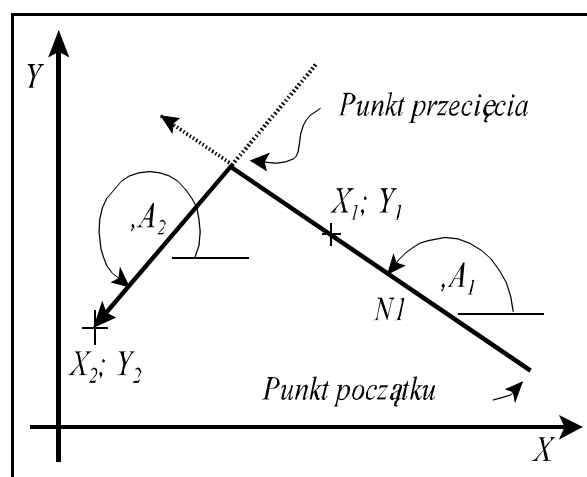


Fig. 17.3.1-1

G17 G41 (G42)

N1 G1 ,A1 or

X1 Y1

N2 G1G90 X2 Y2 ,A2

G18 G41

(G42)

N1 G1 ,A1 or

X1 Z1

N2 G1G90 X2 Z2 ,A2

G19 G41 (G42)

N1 G1 ,A1 or

Y1 Z1

N2 G1G90 Y2 Z2 ,A2

Punkt przecięcia zawsze obliczany jest w wybranych płaszczyznach G17, G18, G19. W pierwszym bloku (N1) prostą podaje się tylko kątem kierunkowym (,A1), w tym przypadku z punktu wyjściowego do punktu przecięcia ciągnięta jest prosta lub podawany jest dowolny punkt (X1, Y1; X1, Z1; lub Y1, Z1) i wówczas punkt przecięcia wyznaczony będzie na prostej łączącej dwa punkty. Współrzędne podane w drugim bloku (N2) są zawsze interpretowane poprzez sterowanie jako dane całkowite (G90).

Np.:

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 ,A150
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

Blok N10 może być także podany ze współzrędnymi punktu linii prostej:

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 X50 Y33.094
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

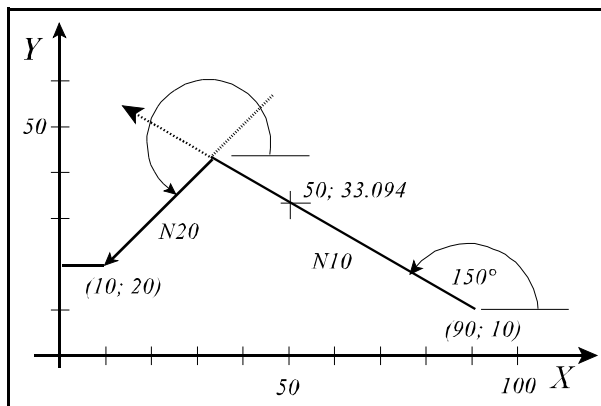


Fig. 17.3.1-2

Można zwrócić uwagę, że w tym przypadku współrzędne X, Y (X50 Y33.094) podane w bloku N10 nie są interpretowane przez sterowanie jako współrzędne punktu końcowego. Obliczenia przecięcia mogą być także kombinowane z fazką lub zaokrągleniem. Np.:

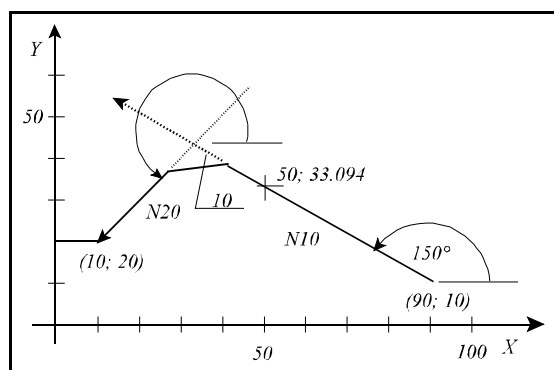


Fig. 17.3.1-3

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 X50 Y33.094 ,C10
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

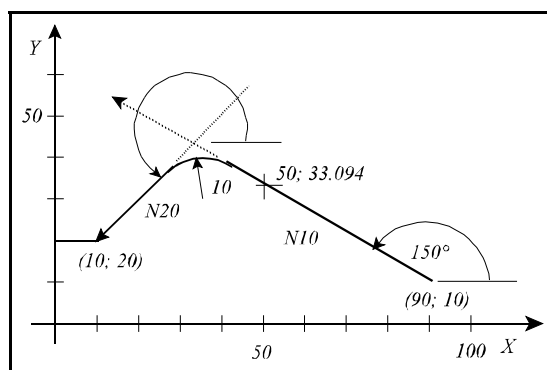


Fig. 17.3.1-4

```
G17 G90 G41 D0...
G0 X90 Y10
N10 G1 X50 Y33.094 ,R10
N20 X10 Y20 ,A225
G0 X0 Y20
...
```

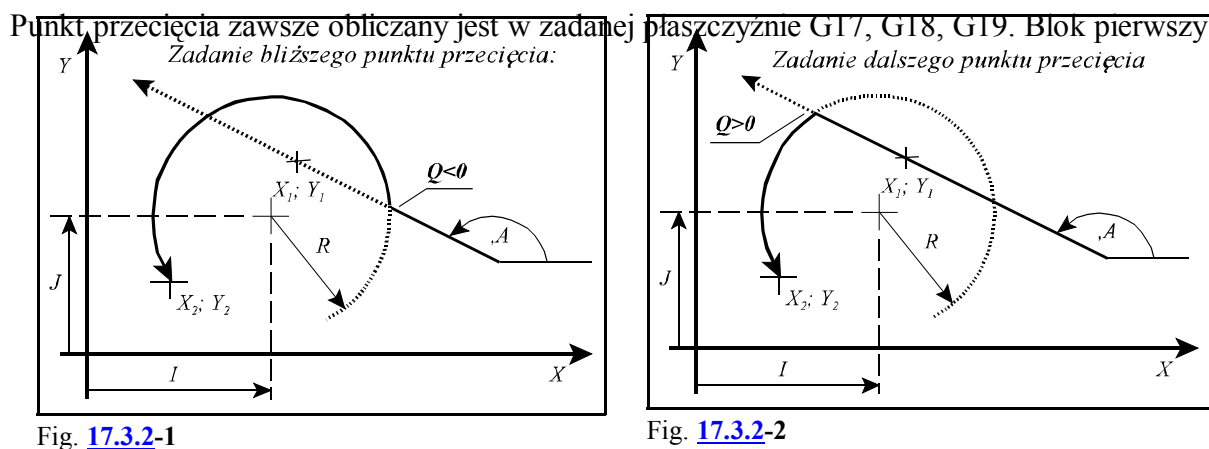
17.3.2 Punkt przecięcia linii prostej i koła

Gdy po bloku prostej zada się blok koła, w taki sposób że określi się punkt końcowy wraz ze współzrędnymi środka koła i długość promienia, co oznacza nad określenie koła, sterowanie obliczy punkt przecięcia linii prostej i koła. Punkt końcowy pierwszego bloku lub początkowy drugiego zostanie obliczonym punktem przecięcia.

```
G17 G41 (G42)
N1 G1 ,A or
X1 Y1
N2 G2 (G3) G90 X2 Y2 I
J R Q
```

```
G18 G41 (G42)
N1 G1,A or
X1 Z1
N2 G2 (G3) G90 X2 Z2 I
K R Q
```

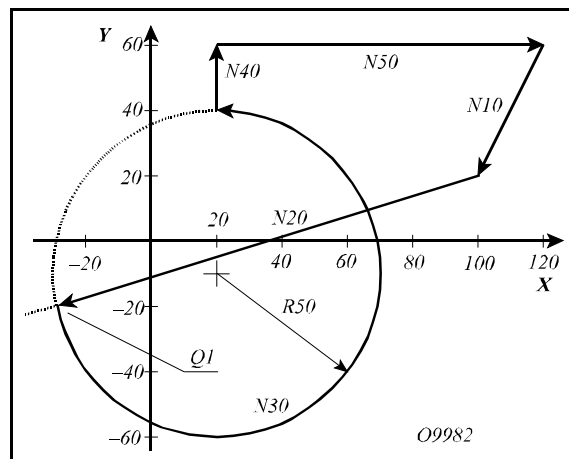
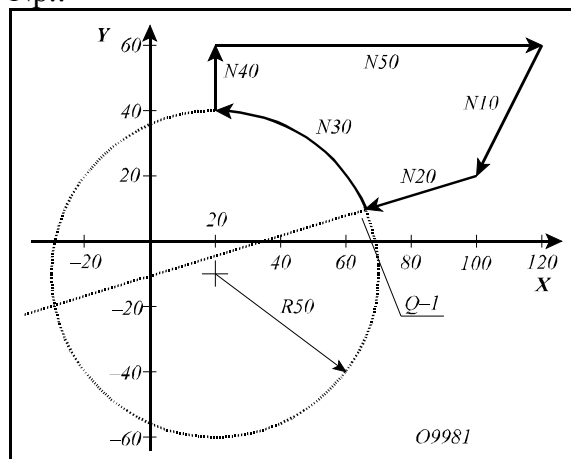
```
G19 G41 (G42)
N1 G1 ,A or
Y1 Z1
N2 G2 (G3) G90 Y2 Z2 J
K R Q
```



(N1) zawiera albo tylko kąt kierunkowy (A), i w tym przypadku z punktu wyjściowego ciągniemy prostą pod odpowiednim kątem do punktu przecięcia, lub określa się dowolny punkt prostej, różny od punktu wyjściowego ($X_1, Y_1; X_1, Z_1$; lub Y_1, Z_1). Wtedy obliczany jest punkt przecięcia z prostą przechodzącą przez dwa punkty. Współrzędne dane w bloku drugim (N2) i współrzędne I, J, K określające środek łuku będą zawsze interpretowane przez sterowanie jako dane całkowite (G90). To, który z dwóch możliwych punktów przecięcia ma wyliczyć sterowanie można zadać w adresie Q .

Jeśli wartość adresu jest mniejsza niż zero ($Q < 0$) najbliższe przecięcie w kierunku linii prostej zostaje obliczone, jeśli wartość adresu jest większa niż zero ($Q > 0$) obliczane będzie najdalsze przecięcie w kierunku linii prostej. Kierunek ruchu wzdłuż linii prostej jest określony przez kąt.

Np.:



```
%O9981
N10 G17 G42 G0 X100 Y20 D0 S200 M3
N20 G1 X-30 Y-20
N30 G3 X20 Y40 I20 J-10 R50 Q-1
N40 G40 G0 Y60
N50 X120
N60 M30
%
```

```
%O9982
N10 G17 G42 G0 X100 Y20 D0 S200 M3
N20 G1 X-30 Y-20
N30 G3 X20 Y40 I20 J-10 R50 Q1
N40 G40 G0 Y60
N50 X120
N60 M30
```

Blok z kołem N30 G3 został nad określony, ponieważ podano współrzędne środka koła (I20 J-10 w wartościach całkowitych) i promień koła (R50) . Sterowanie oblicza punkt przecięcia prostej z bloku N20 z kołem z bloku N30.

Obliczanie przecięcia linii prostej i koła może być kombinowane z zadawaniem fazki I zaokrąglenia. Np.:

```
%O9983
N10 G17 G42 G0 X100 Y20 D0 S200 M3
N20 G1 X-30 Y-20 ,R15
N30 G3 X20 Y40 I20 J-10 R50 Q-1
N40 G40 G0 Y60
N50 X120
N60 M30
%
```

Sterowanie oblicza punkt przecięcia z bloków N20 i N30 i dodaje zaokrąglenie o promieniu 15 mm pod wpływem instrukcji R15 danej w bloku N20.

17.3.3 Punkt przecięcia koła i linii prostej

Jeśli w bloku z linią prostą, występującym po bloku z kołem, nad określa się prostą, sterowanie obliczy punkt przecięcia koła i linii prostej. Punkt przecięcia będzie punktem końcowym pierwszego lub początkowym kolejnego bloku.

G17 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X1 Y1 I J
or R
N2 G1 G90 X2 Y2 ,A Q

G18 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X1 Z1 I K
or R
N2 G1 G90 X2 Z2 ,A Q

G19 G41 (G42)
N1 G2 (G3) Y1 Z1 J K
or R
N2 G1 G90 Y2 Z2 ,A Q

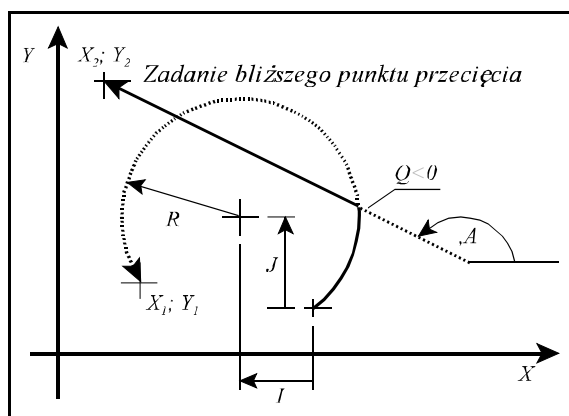


Fig. 17.3.3-2

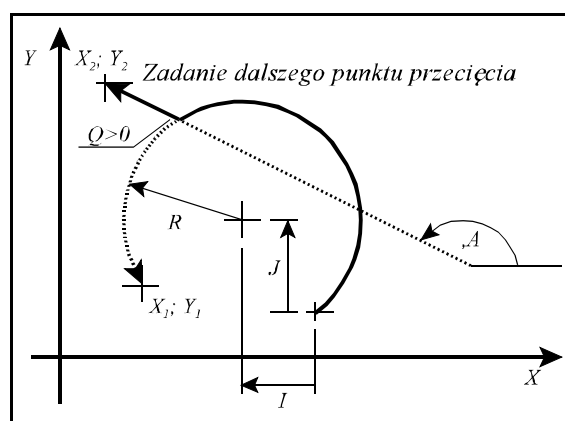
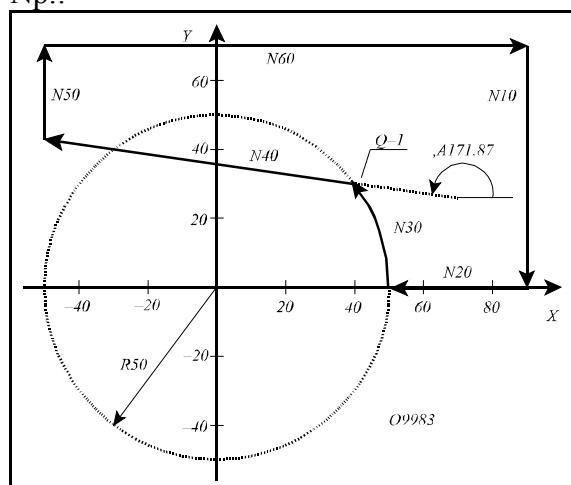


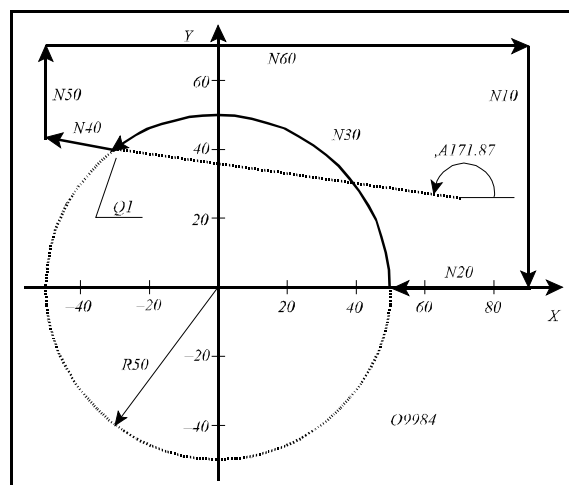
Fig. 17.3.3-1

Zadawanie jest podobne jak podczas wyliczania punktu przecięcia linii prostej i koła.

Np.:

Fig. [17.3.3-3](#)

```
%O9983
N10 G17 G0 X90 Y0 M3 S200
N20 G42 G1 X50 D0
N30 G3 X-50 Y0 R50
N40 G1 X-50 Y42.857 ,A171.87 Q-1
N50 G40 G0 Y70
N60 X90
N70 M30
%
```

Fig. [17.3.3](#)-4

```
%O9984
N10 G17 G0 X90 Y0 M3 S200
N20 G42 G1 X50 D0
N30 G3 X-50 Y0 R50
N40 G1 X-50 Y42.857 ,A171.87 Q1
N50 G40 G0 Y70
N60 X90
N70 M30
%
```

Blok liniowy N40 jest nad określony.

Punkt przecięcia koła i linii prostej z fazką i zaokrągleniem może być kombinowany. Np.:

```
%O9983
N10 G17 G0 X90 Y0 M3 S200
N20 G42 G1 X50 D0
N30 G3 X-50 Y0 R50 ,R15
N40 G1 X-50 Y42.857 ,A171.87 Q-1
N50 G40 G0 Y70
N60 X90
N70 M30
%
```

W przykładzie w bloku N30 zadano 15mm zaokrąglenie (,R15). Sterowanie obliczy punkty przecięcia i do konturu wstawi zaokrąglenie.

17.3.4 Punkt przecięcia koło-koło

Jeśli dwa kolejne bloki kołowe są określone, tak że zarówno jest podany punkt końca, współrzędne koła oraz promień drugiego bloku wtedy sterowanie oblicza przecięcie pomiędzy dwoma blokami. Obliczone przecięcie jest punktem końca bloku pierwszego i także punktem początku drugiego bloku.

G17 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X1 Y1 I1 J1
or X1 Y1 R1

N2 G2 (G3) G90 X2 Y2
I2 J2 R2 Q

G18 G41 (G42)
N1 G2 (G3) X1 Z1 I1 K1
or X1 Z1 R1

N2 G2 (G3) G90 X2 Z2
I2 K2 R2 Q

G19 G41 (G42)
N1 G2 (G3) Y1 Z1 J1 K1
or Y1 Z1 R1
N2 G2 (G3) G90 Y2 Z2
J2 K2 R2 Q

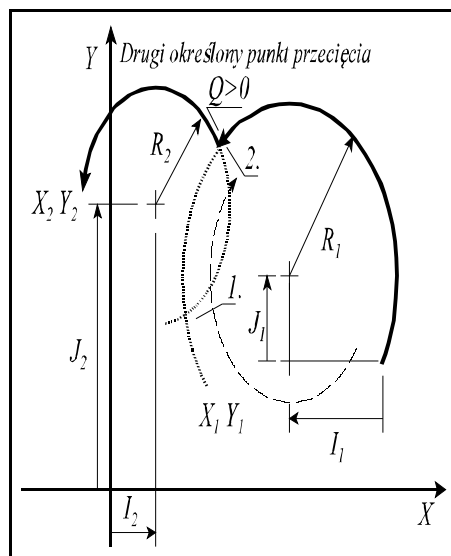


Fig. 17.3.4-1

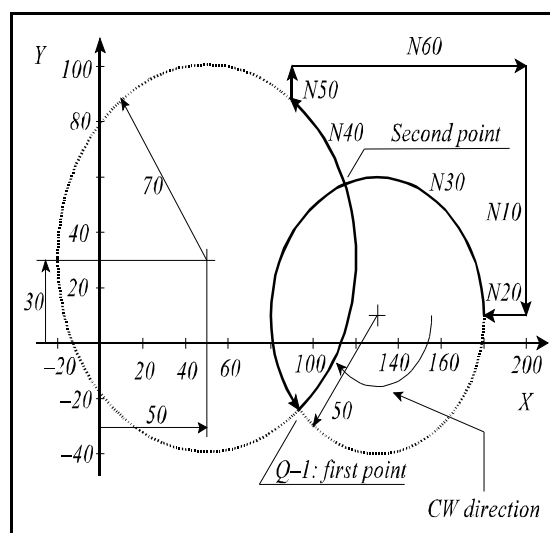


Fig. 17.3.4-2

Przecięcie jest zawsze obliczane w płaszczyźnie określonej przez G17, G18, G19. Pierwszy blok (N1) jest określony albo we współrzędnych środka (I_1 J_1 ; I_1 K_1 ; J_1 K_1) lub promieniu koła (R_1). W tym bloku interpretacja współrzędnych środka odpowiada odległości od punktu początkowego. Współrzędne podane w drugim bloku (N2), takie jak **I**, **J**, **K** definiują środek koła i są danymi całkowitymi (G90). Sterowanie oblicza przecięcie i wynik jest w adresie Q. Jeśli wartość adresu jest mniejsza niż zero ($Q < 0$, e.g., $Q-1$) to obliczane jest pierwsze przecięcie. Jeśli wartość adresu jest większa niż zero ($Q > 0$, e.g., $Q1$) to obliczane jest drugie. **Pierwsze przecięcie jest zgodne z ruchem wskazówek zegara (niezależnie od programowanego kierunku G2, G3).**

Np.:

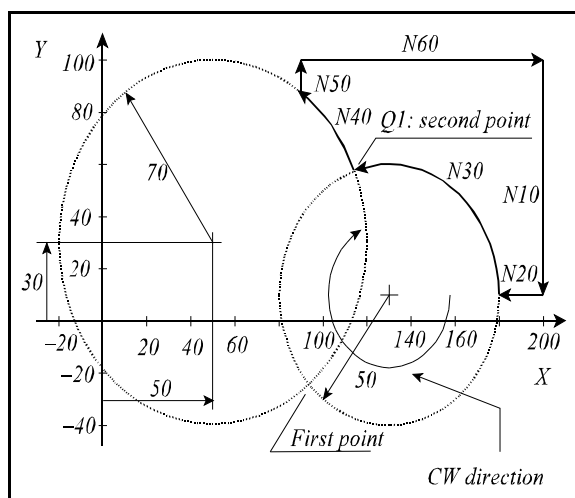


Fig. 17.3.4-3

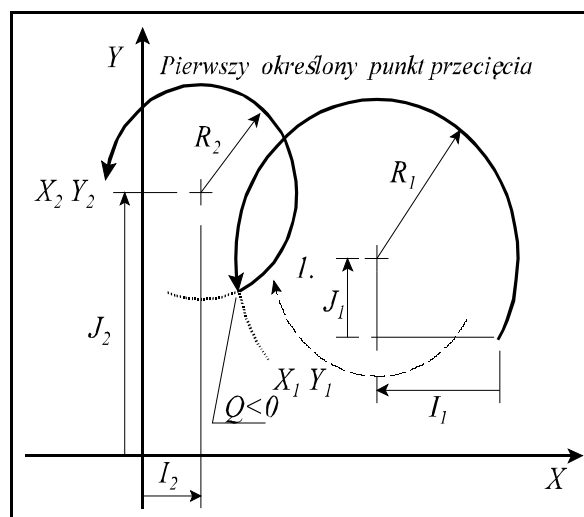


Fig. 17.3.4-4

```
%O9985
N10 G17 G54 G0 X200 Y10 M3 S200
N20 G42 G1 X180 D1
N30 G3 X130 Y-40 R-50
N40 X90 Y87.446 I50 J30 R70 Q-1
N50 G40 G0 Y100
N60 X200
N70 M30
%
```

```
%O9986
N10 G17 G54 G0 X200 Y10 M3 S200
N20 G42 G1 X180 D1
N30 G3 X130 Y-40 R-50
N40 X90 Y87.446 I50 J30 R70 Q1
N50 G40 G0 Y100
N60 X200
N70 M30
%
```

Blok kołowy N40 został nad określony. W bloku O9985 podano bliższy punkt przecięcia (Q-1), a w O9986 dalszy (Q1). Obliczenia punktu przecięcia kół z fazką i zaokrągleniem mogą być kombinowane. Np.:

```
%O9986
N10 G17 G54 G0 X200 Y10 M3 S200
N20 G42 G1 X180 D1
N30 G3 X130 Y-40 R-50 ,R20
N40 X90 Y87.446 I50 J30 R70 Q1
N50 G40 G0 Y100
N60 X200
N70 M30
%
```

Przykładowe 20 mm zaokrąglenie narożnika jest programowane w bloku N30 (,R20).

Sterowanie oblicza przecięcie w blokach N30, N40 i umieszcza programowane zaokrąglenie w konturze wynikowym.

17.3.5 Tworzenie łańcuchów wyliczania punktów przecięcia

Wyliczane punkty przecięcia mogą być tworzyć łańcuchy. **Sterowanie wylicza punkty przecięcia dotąd aż znajduje w programie nad określone proste lub koła.**

Można określić kilka kolejnych punktów przecięcia.

Np.:

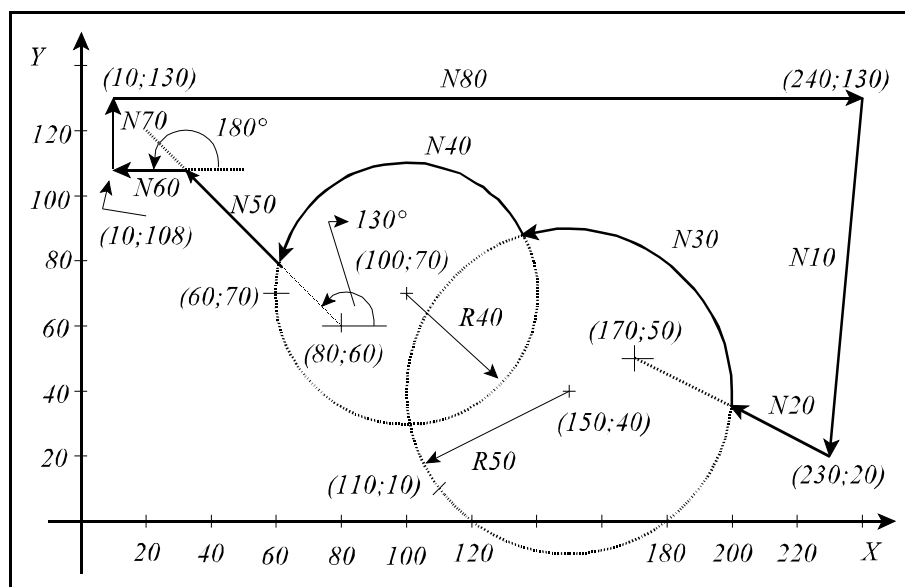


Fig. 17.3.5-1

```
%O9984
N10 G17 G54 G0 G42 X230 Y20 D1 F300 S500 M3
N20 G1 X170 Y50
N30 G3 X110 Y10 I150 J40 R50 Q-1
N40 X60 Y70 I100 J70 R40 Q1
N50 G1 X80 Y60 ,A135 Q1
N60 X10 Y108 ,A180
N70 G40 G0 Y130
N80 X240
N90 M30
%
```

W powyższym przykładzie bloki N30, N40, N50, N60 są nad określone. are determined over. Linear block N20 is not drawn to its programmed end point (X170 Y50) because circular block N30 is defined over, i.e., addresses I, J, R are all filled in and the intersection to be searched is given at address Q. Nor circular block N30 is drawn to its programmed end point (X110 Y10) for circular block N40 is also determined over. The last block determined over in the program is the linear block N60. As the following linear block N70 is not defined over, coordinates X10 Y108 programmed in block N60 are not referred to as an intersection point of the straight line but as end point coordinates of block N60.

Jest ogólną prawdą że liniowe i kołowe punkty współrzędne bloków określające koniec w wybranej płaszczyźnie odnoszą się tylko do sterowania jako współrzędne punktu końca jeśli nie są poprzedzone blokiem definiującym koniec.

18 Cykle wiercenia

Cykl wiercenia może być zakłócony w następujących operacjach:

- Operacja 1: Pozycjonowanie w wybranej płaszczyźnie
- Operacja 2: Obsługa po pozycjonowaniu
- Operacja 3: Ruch w posuwie szybkim do punktu R
- Operacja 4: Obsługa w punkcie R
- Operacja 5: Wiercenie
- Operacja 6: Praca na dnie otworu
- Operacja 7: Wycofanie do punktu R
- Operacja 8: Praca w punkcie R
- Operacja 9: Wycofanie w posuwie szybkim do punktu początkowego
- Operacja 10: Praca w punkcie początkowym

Punkt R, punkt zbliżenia- narzędzie zbliża się posuwem szybkim do detalu w tym punkcie.

Punkt początkowy - Pozycja osi wiercenia na początku cyklu.

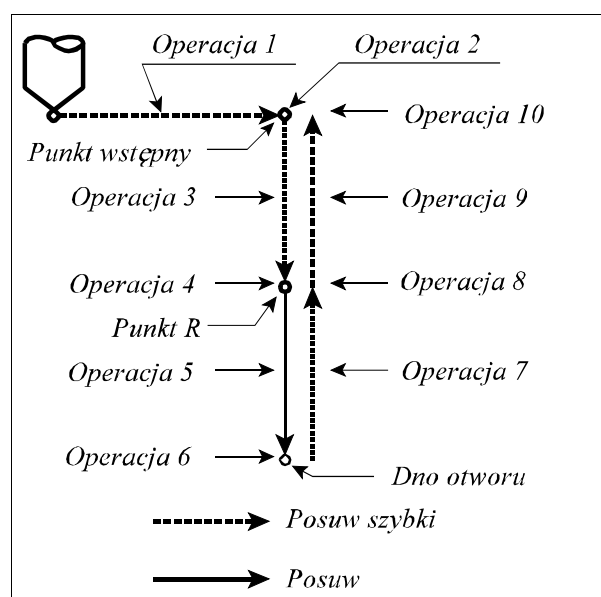


Fig. 18-1

Powyższe operacje odnoszą się do ogólnego opisu cyklu wiercenia. W niektórych przypadkach poszczególne operacje mogą być pominięte.

Cykl wiercenia ma płaszczyznę pozycjonowania i oś wiercenia. Instrukcje G17, G18, G19.

Kody G	Płaszczyzna pozycjonowania	Oś wiercenia
G17	płaszczyzna $X_p Y_p$	Z_p
G18	płaszczyzna $Z_p X_p$	Y_p
G19	płaszczyzna $Y_p Z_p$	X_p

gdzie X_p jest osią X lub równoległą do niej
 Y_p jest osią Y lub równoległą do niej
 Z_p jest osią Z lub równoległą do niej

Konfiguracja cykli wiercenia możliwa jest instrukcjami G98 i G99.

G98 : W trakcie cykli narzędzie wycofywane jest do punktu wyjściowego. Pozycja podstawowa przyjmowana po włączeniu maszyny, po zmianie trybu pracy lub skasowaniu trybu cykli.

G99 : Podczas cyklu wiercenia narzędzie wycofywane jest do punktu R. Operacje 9 i 10 zostają pominięte.

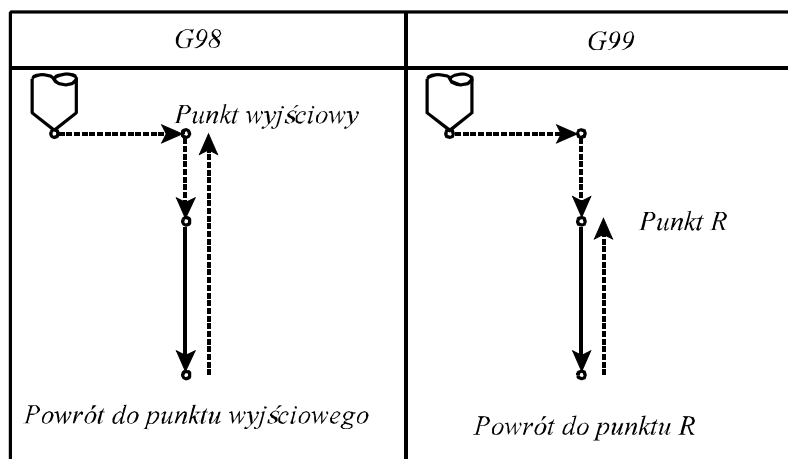


Fig. 18-2

Kody cykli wiercenia: G73, G74, G76, G81, ..., G89

Kody te włączają tryb cyklu, który umożliwia dziedziczenie zmiennych cyklu.

Kod G80 wyłączy tryb cyklu i skasuje przechowywane zmienne cyklu.

Interpretacja adresów używanych w cyklach wiercenia:

G17	G ₋	X _{p-}	Y _{p-}	I ₋	J ₋	Z _{p-}	R ₋	Q ₋	E ₋	P ₋	F ₋	S ₋	L ₋
G18	G ₋	Z _{p-}	X _{p-}	K ₋	I ₋	Y _{p-}	R ₋	Q ₋	E ₋	P ₋	F ₋	S ₋	L ₋
G19	G ₋	Y _{p-}	Z _{p-}	J ₋	K ₋	X _{p-}	R ₋	Q ₋	E ₋	P ₋	F ₋	S ₋	L ₋

Liczba powtórzeń
Dane wiercenia

Ruch po orientacji wrzeczona
Pozycja otworu
Kod wiercenia

Kod wiercenia:

Znaczenia poszczególnych kodów, zostały podane poniżej:

Kody są dziedziczone dotąd, aż nie zaprogramuje się kodu G80 lub jednego z kodów interpolacji G01, G02, G03, G33.

Tak długo jak stan cyklu jest włączony (instrukcje G73, G74, G76, G81,...G89), zmienne dziedziczone cyklu będą dziedziczone pomiędzy różnymi typami cykli wiercenia.

Punkt początkowy:

Punkt początkowy jest pozycją osi wyznaczonej do wiercenia:

– w trakcie załączenia cyklu wiercenia. Np.: w przypadku

```
N1 G17 G90 G0 Z200
N2 G81 X0 Y0 Z50 R150
N3 X100 Y30 Z80
```

pozycja punktu początkowego Z=200 w blokach N2, N3.

– lub przy wyznaczeniu nowej osi wiercenia. Np.:

```
N1 G17 G90 G0 Z200 W50
N2 G81 X0 Y0 Z50 R150
N3 X100 Y30 W20 R25
```

w bloku N2 pozycja punktu początkowego Z=200

w bloku N3 pozycja punktu początkowego W=50

Programowanie R jest obowiązkowe kiedy wybrana oś wiercenia została zmieniona, w przeciwnym razie sterowanie pokaże wiadomość błędu *3053 NO BOTTOM OR R POINT*.

Pozycja otworu - X_p , Y_p , Z_p

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

Przesunięcie po orientacji wrzeciona I, J, K

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

G17: I, J

G18: K, I

G19: J, K

Każdy adres jest interpretowany jako dane inkrementalne współrzędnych prostokątnych. Adres może być metryczny lub calowy.

Odbicie lustrzane, skalowanie, obrót systemu współrzędnych nie odnoszą się do danych I, J, K.

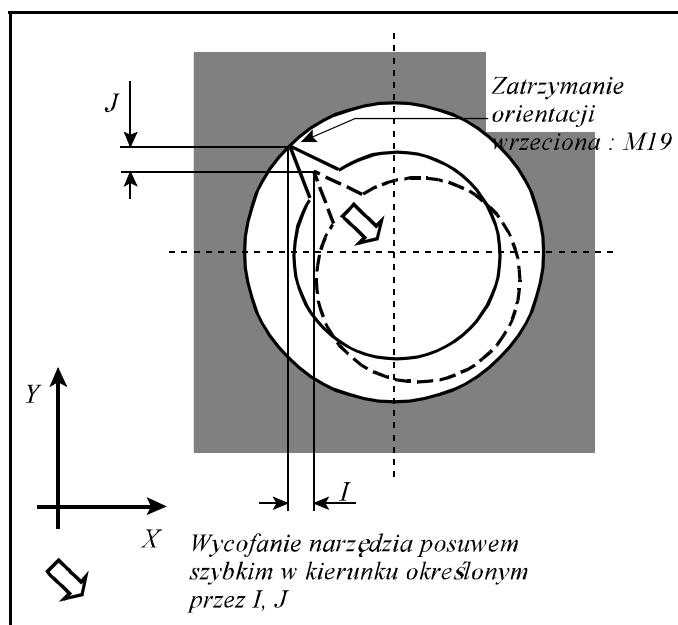


Fig. 18-3

Dane wiercenia

Punkt podstawy wiercenia (punkt Z): X_p, Y_p, Z_p

Punkt podstawy wiercenia lub punkt Z (w przypadku G17) musi być zadany w adresie osi wiercenia. Współrzędne podstawy wiercenia są danymi prostokątnymi. Mogą być całkowite lub metryczne, inkrementalne lub całkowite. Jeśli zada się wartość inkrementalną to przesunięcie będzie obliczone od punktu R.

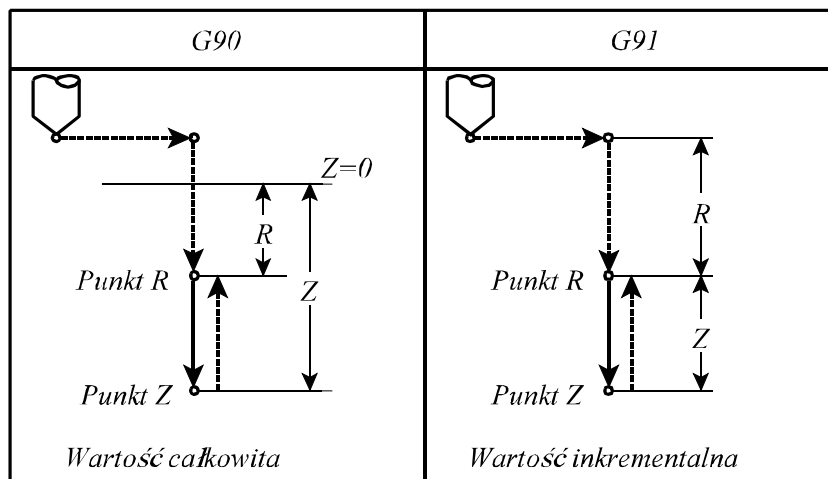


Fig. 18-4

W punkcie podstawy aktualne są odbicie lustrzane i skalowanie.

Punkt R

Punkt zbliżenia jest w adresie R. Jest on zawsze daną prostokątną, inkrementalną lub całkowitą, całkowitą lub metryczną. Gdy jest zadawana jako wartość inkrementalna, to obliczana jest od punktu wyjściowego.

Wartość głębokości przejścia (Q)

Głębokość wiercenia w cyklach G73 i G83 jest zawsze inkrementalną, prostokątną, dodatnią daną oraz jest inkrementalna. Będzie skasowana przez G80 lub przez kody grupy interpolacji. Skalowanie nie wpływa na wartość głębokości przejścia.

Dane pomocnicze (E)

W adresie E został określony cykl G83 miary wycofania i cykl G73 długości wycofywania.. Są to dane inkrementalne, prostokątne, dodatnie i dziedziczone. Skalowanie nie ma wpływu na dane pomocnicze. Wartość będzie skasowana poprzez G80 lub poprzez kody grupy interpolacji, jednakże jeśli zostało to zaprogramowane, sterowanie pobierze niezbędną wartość z parametrów *RETG73* lub *CLEG83*.

Oczekiwanie (P)

Określa czas oczekiwania na dnie otworu. Reguły zadawania w G04. Wartość oczekiwania jest dziedziczona, kasowana G80 lub poprzez kody grupy interpolacji.

Posuw (F)

Określa posuw. Wartość dziedziczona. Przepisać ją można tylko inną wartością F. Nie jest kasowana przez kod G80.

Liczba obrotów wrzeciona (S)

Wartość dziedziczona. Przypisuje ją tylko inna wartość S. Nie może być skasowana przez kod G80.

Liczba powtórzeń (L)

Definiuje 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.

Przykłady dziedziczonych kodów wiercenia i zmienności cyklu:

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

Na początku trybu pracy 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 nie potrzebne, co oznacza że można ominąć G81, Z_, R_, F_. Pozycja otworu zmienia się tylko w X, wiertło porusza się w tym kierunku, a następnie wierci ten sam otwór co w N2.

```
N4 G82 Y_ Z_ P_
```

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

```
N5 G80 M5
```

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

```
N6 G85 Y_ Z_ R_ P_ M3
```

Ponieważ w bloku N5 skasowane zostały dane wiercenia należy je zadać ponownie (Z,R,P).

```
N7 G0 X_ Y_
```

Kasowanie trybu pracy i zmiennych cyklu (poza F).

Przykłady na zastosowanie powtórzeń cyklu:

Gdy trzeba wykonać identyczne otwory na taką samą odległość stosujemy liczbę powtórzeń L. L aktywna jest tylko w bloku zadawania.

```
N1 G90 G17 G0 X0 Y0 Z100 M3
      N2 G91 G81 X100 Z-40 R-97 F50 L5
```

Z powyższą komendą sterowanie wywierci 5 identycznych otworów w odległości od siebie 100mm wzdłuż osi X. Pozycja pierwszego otworu będzie X=100, Y=0.

W G91 pozycja otworu została określona inkrementalnie. Jeśli zostałyby to określone w danych całkowitych (G90), operacja musiałaby być przeprowadzona kolejno pięć razy w punkcie współrzędnych X100, Y0

```
N1 G90 G17 G16 G0 X200 Y-60 Z50 M3
      N2 G81 YI60 Z-40 R3 F50 L6
```

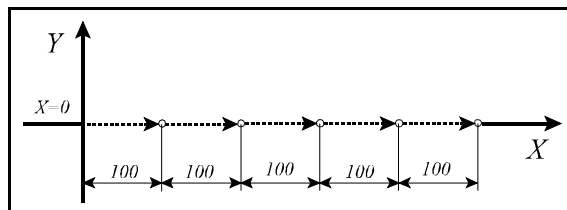


Fig. 18-5

Pod wpływem powyższych instrukcji sterowanie wywierci 6 otworów w odległości od siebie 60 stopni dookoła koła o promieniu 200 mm .
Pozycja pierwszego otworu pokrywa się z punktem współrzędnych $X=200$ $Y=0$.

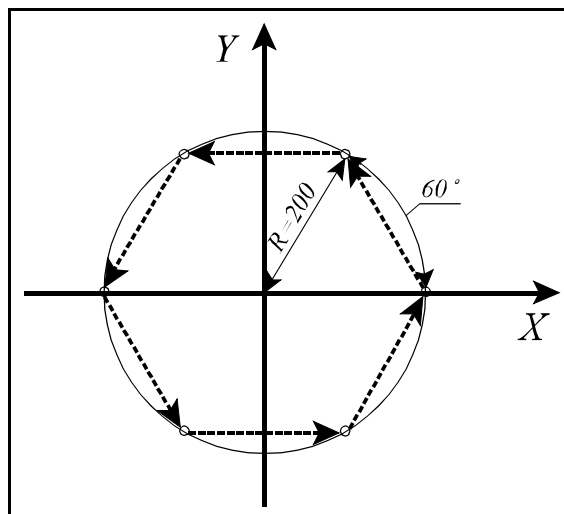


Fig. 18-6

18.1 Szczegółowy opis cykli wiercenia

18.1.1 Cykl szybkiego, głębokiego wiercenia (G73)

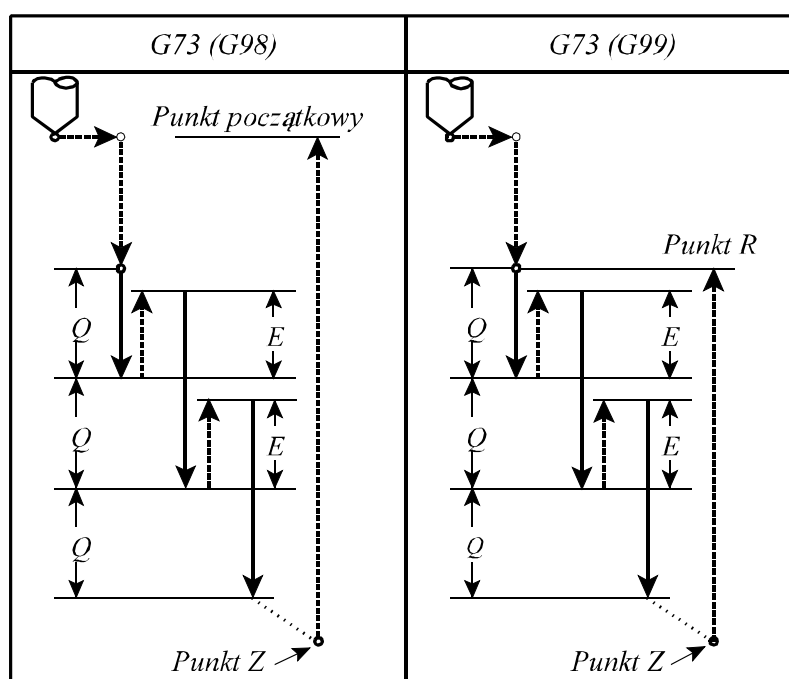


Fig. 18.1.1-1

Zmienne zastosowanie w cyklu

G17 **G73** X_p Y_p Z_p R Q E F L

G18 **G73** Z_p X_p Y_p R Q E F L

G19 **G73** Y_p Z_p X_p R Q E F L

Operacje cyklu:

1. Pozycjonowanie szybkim posuwem
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
8. -
9. W przypadku G98, wycofanie do punktu wyjściowego szybkim posuwem
10. -

Opis 5tej operacji wiercenia:

- wiercenie w detalu na głębokość określoną adresem Q,
- powrót szybkim posuwem na wymiar określony adresem E, lub parametrem *RETG73*,
- ponowne wiercenie licząc od punktu podstawy poprzedniego wiercenia na głębokość Q,
- powrót szybkim posuwem na wartość określoną adresem E.

Proces kontynuowany jest do punktu podstawy Z.

18.1.2 Cykl lewego gwintu (G74)

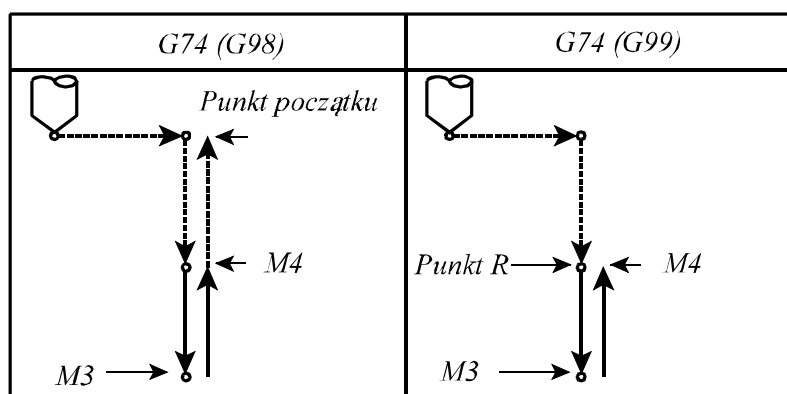


Fig. 18.1.2-1

Cykl ten możliwy jest tylko z wkładką kompensacyjną. Zmienne cyklu to:

G17 **G74** X_p Y_p Z_p R (P) F L

G18 **G74** Z_p X_p Y_p R (P) F L

G19 **G74** Y_p Z_p X_p R (P) F L

Przed startem cyklu trzeba włączyć lub zaprogramować kierunek obrotów wrzeciona M4 (w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara).

Wartość posuwu trzeba zadać w zgodności ze skokiem gwintu.

– W G94 (posuw na minutę):

$$F = P \cdot S$$

Gdzie P jest skokiem w mm/obrót lub cal/obrót,

S jest obrotem wrzeciona

– W G95 (posuw/obrót):

$$F = P$$

Gdzie P jest skokiem gwintu mm/obrót lub cal/obrót:

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. ruch posuwem szybkim do punktu R
4. -
5. wiercenie do punktu podstawy posuwem F (zabronione override i stop)
6. oczekiwanie zgodne z wartością adresu P, jeśli jest zezwolenie parametrem *TAPDWELL*(=1) zmiana kierunków obrotów wrzeciona (M3)
7. powrót do punktu R posuwem F, (zabronione override i stop)
8. zmiana kierunków obrotów wrzeciona (M4)
9. w przypadku G98, wycofanie posuwem szybkim do punktu wyjściowego
10. -

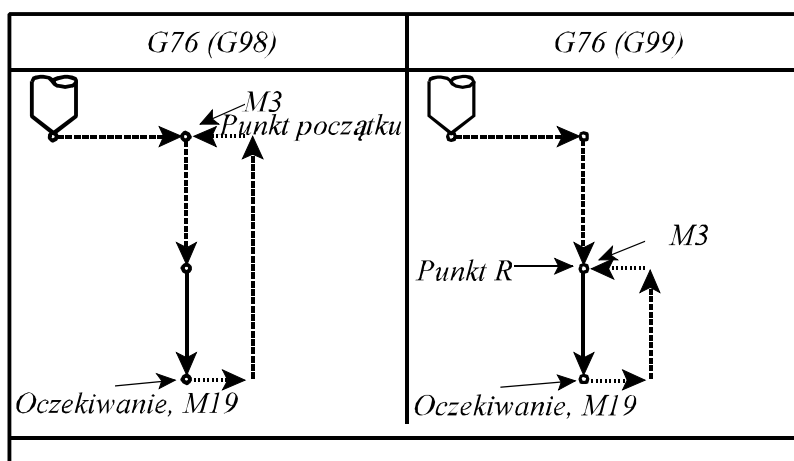


Fig. 18.13-1

18.1.3 Precyzyjny cykl wiercenia (G76)

Cykl G76 stosuje się wtedy kiedy maszyna posiada wbudowaną funkcję orientacji wrzeciona. W tym przypadku parametr *ORIENT1* jest 1, w przeciwnym przypadku pojawi się komunikat błędu 3052 *ERROR IN G76*.

Ponieważ cykl po wytaczaniu orientuje wrzeciono i odstawia narzędzie do powierzchni o wartość określoną przez I, J i K, powierzchnia nie zostaje zarysowana przy odchodzeniu.

Zmienne użyte w cyklu:

G17 **G76** X_p___ Y_p___ I___ J___ Z_p___ R___ P___ F___ L___

G18 **G76** Z_p___ X_p___ K___ I___ Y_p___ R___ P___ F___ L___

G19 **G76** Y_p___ Z_p___ J___ K___ X_p___ R___ P___ F___ L___

Przed rozpoczęciem cyklu należy zadać komendę M3.

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. ruch posuwem szybkim do punktu R
4. -
5. wytaczanie do punktu podstawy posuwem F
6. – wyczekiwanie zgodnie z wartością P
- orientacja wrzeciona (M19)
- odstawienie narzędzia w wybranej płaszczyźnie wybranymi wartościami I, J, K poprzez ruch posuwem szybkim
7. w przypadku G99 wycofanie do punktu R posuwem szybkim
8. w G99,
 - wycofanie narzędzia w wybranej płaszczyźnie przeciwnie do wartości I,J,K posuwem szybkim,
 - ponowne uruchomienie wrzeciona w kierunku M3
9. w przypadku G98, wycofanie posuwem szybkim do punktu początkowego
10. w G98,
 - wycofanie narzędzia w wybranej płaszczyźnie przeciwnie do wartości I,J,K posuwem szybkim,
 - ponowny start wrzeciona w kierunku M3

18.1.4 Wyłączanie stanu cyklu (G80)

Kod **G80** wyłącza cykl stanu, zmienne cyklu będą skasowane.

Z i R są wartościami inkrementalnymi 0, reszta zmiennych 0.

Jeśli w bloku G80 programujemy współrzędne i nie podaje się innych instrukcji to ruch będzie wykonany na podstawie kodów interpolacyjnych sprzed włączenia cyklu.

18.1.5 Wiercenie, wyjście szybkim posuwem (G81)

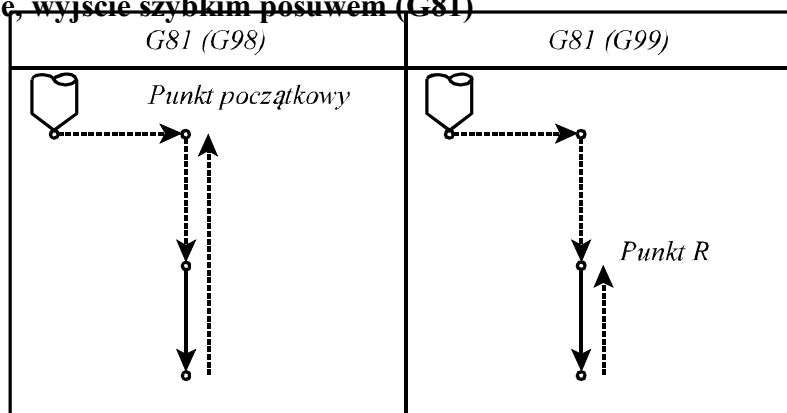


Fig. 18.1.5-1

Zmienne to:

G17 **G81** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ F__ L__

G18 **G81** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ F__ L__

G19 **G81** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ F__ L__

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. ruch posuwem szybkim do punktu R
4. -
5. wiercenie do punktu podstawy Z posuwem F
6. -
7. w G99, wycofanie do punktu R posuwem szybkim
8. -
9. w G98, posuw szybki do punktu początkowego
10. -

18.1.6 Wiercenie z oczekiwaniem, wyjście szybkim posuwem (G82)

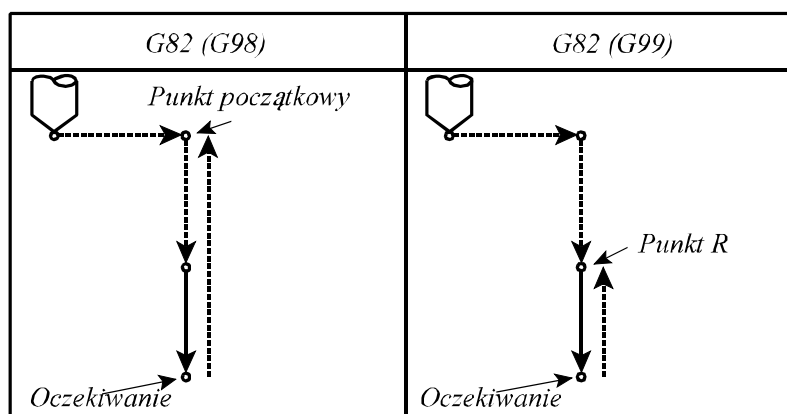


Fig. 18.1.6-1

Zmienne cyklu

G17 **G82** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ P__ F__ L__G18 **G82** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ P__ F__ L__G19 **G82** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ P__ F__ L__

operacje cyklu:

1. pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. posuw szybki do punktu R
4. -
5. wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6. oczekiwanie przez czas określony w adresie P
7. z G99, wycofanie posuwem szybkim do punktu R
8. -
9. z G98, wycofanie posuwem szybkim do punktu początkowego
10. -

18.1.7 Cykl głębokiego wiercenia (G83)

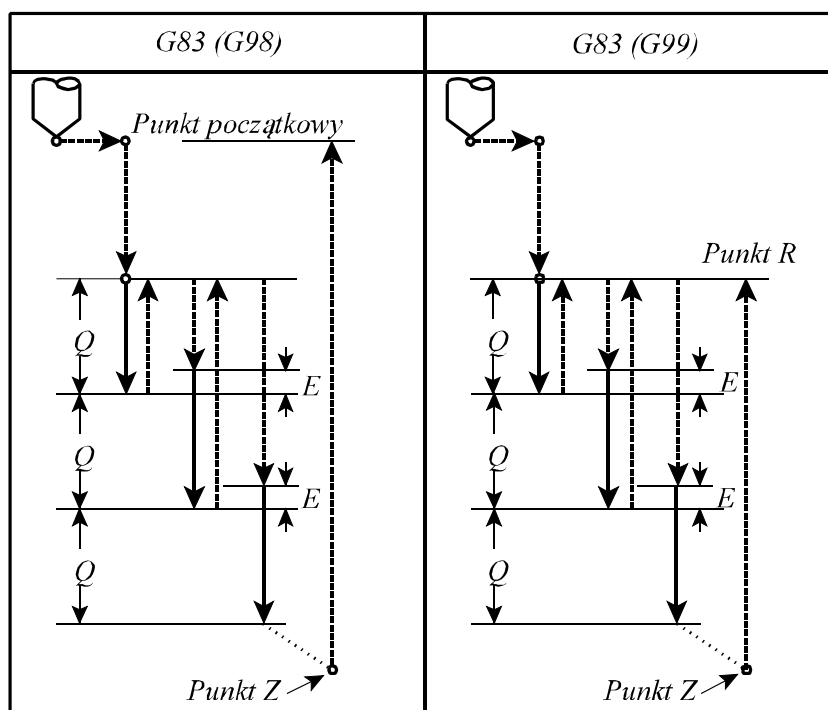


Fig. 18.1.7-1

Zmienne cyklu

G17 **G83** X_p Y_p Z_p R Q E F LG18 **G83** Z_p X_p Y_p R Q E F LG19 **G83** Y_p Z_p X_p R Q E F L

operacje cyklu:

1. pozycjonowanie posuwem szybkim w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. posuw szybki do punktu R
4. -
5. wiercenie posuwem roboczym F do punktu podstawy
6. -
7. z G99, odejście posuwem szybkim do punktu R
8. -
9. z G98, wycofanie posuwem szybkim do punktu początkowego
10. -

Opis 5-tej operacji wiercenia:

- wiercenie posuwem do głębokości określonej w adresie Q
- wycofanie posuwem szybkim posuwem do punktu R,
- osiągnięcie poprzedniej głębokości do odległości,
- licząc od punktu podstawy poprzedniego wiercenia ponownie wierci do głębokości Q z posuwem F (przesunięcie E+Q),
- wycofanie posuwem szybkim do punktu R

Proces będzie kontynuowany do punktu podstawy określonego adresem Z. Odległość E będzie pobrana z parametru CLE_{G83}.

18.1.8 Cykl wiercenia gwintu (G84)

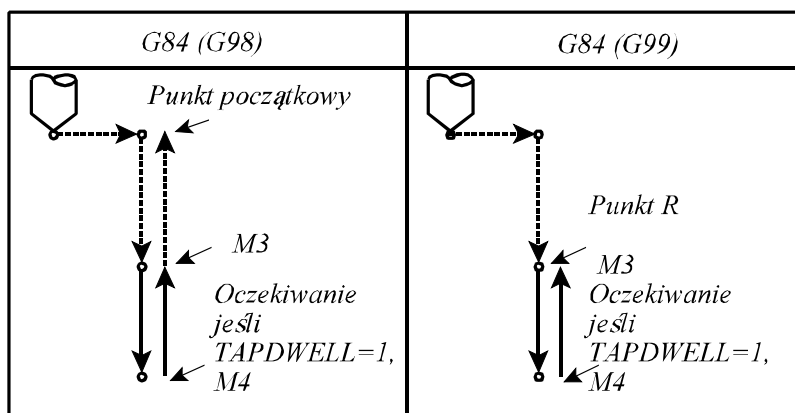


Fig. 18.1.8-1

Cykl stosuje się tylko z wykorzystaniem wkładki kompensacyjnej.

Używa się następujących zmiennych:

G17 **G84** X_p Y_p Z_p R (P) F L

G18 **G84** Z_p X_p Y_p R (P) F L

G19 **G84** Y_p Z_p X_p R (P) F L

Przed uruchomieniem cyklu należy włączyć M3

Wartość posuwu trzeba podać w funkcji skoku gwintu

– W G94 (posuw/minutę):

$$F = P \cdot S$$

Gdzie P to skok gwintu w mm/obrót a S to obroty wrzeciona w obr/min.

– W G95 (posuw/obrót):

$$F = P$$

Gdzie skok gwintu mm/obrót lub cale/obrót

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie posuwem szybkim w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. ruch 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. wycofanie 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. -

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

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

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

Gdzie P skok gwintu (mm/obrót lub cale/obrót),
F posuw (mm/min lub cale/min),
S liczba obrotów wrzeciona (obrót/min).

W cyklach G74 i G84 lewy i 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 poprzez użycie wkładki kompensacyjnej, która zrównoważy wahania ilorazu $\frac{F}{S}$.

Inna zasada sterowania umożliwia wyeliminowanie wkładki kompensacyjnej w cyklach wiercenia G84.2 i G84.3. W tym przypadku o zachowanie stałego ilorazu stara się sterowanie. W poprzednim przypadku sterowanie regulowało tylko liczbę obrotów wrzeciona, a w tym również pozycje. W cyklach G84.2 i G84.3 oś wiercenia i obroty wrzeciona powiązane są interpolacją liniową. Tym sposobem w odcinkach przyspieszania 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 (enkodery) na wrzecionach i napęd można przełączać na regulację pozycji (parametr *INDEXI*=1). W przeciwnym wypadku przy wywołaniu kodu otrzymamy komunikat błędu 3052 ERROR IN G76, G87.

Zmienne używane w cyklu

G17 **G84.** X_p Y_p Z_p R F S L

G18 **G84.** Z_p X_p Y_p R F S L

G19 **G84.** Y_p Z_p X_p R F S L

Na końcu cyklu wrzeciono zatrzyma się a programista będzie musiał uruchomić je ponownie. Wartość posuwu i obrotów wrzeciona trzeba podać w funkcji skoku gwintu.

– W G94 (posuw/min), $F = P \cdot S$

gdzie P jest skokiem gwintu mm/obrót lub cale /obrót,
S jest obrotem wrzeciona obrót/min

W tym przypadku przesunięcie i posuw wzdłuż osi wiercenia będą natępujące:

przesunięcie		posuw	
Z	$z = \text{odległość między punktem podstawy R i punktem Z}$	$F_z = F \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \text{ or } \frac{\text{inch}}{\text{min}} \right)$	
S	$s = \frac{z \cdot S \cdot 360}{F} \text{ (degrees)}$	$F_s = S \cdot 360 \left(\frac{\text{degrees}}{\text{min}} \right)$	

– W G95 (posuw /obrót), $F=P$

Gdzie P jest skokiem 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 $z = \text{odległość między R i podstawą}$	$F_z = F \cdot S \left(\frac{\text{mm}}{\text{min}} \text{ or } \frac{\text{inch}}{\text{min}} \right)$
S $s = \frac{z \cdot 360}{F} \text{ (degrees)}$	$F_s = S \cdot 360 \left(\frac{\text{degrees}}{\text{min}} \right)$

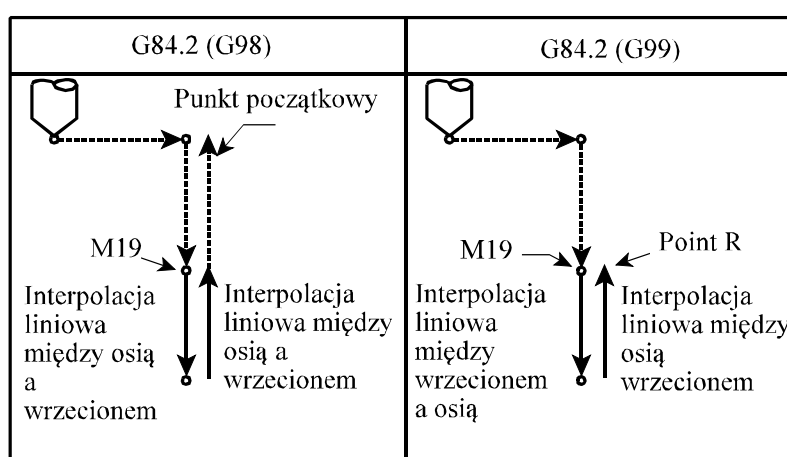


Fig. 18.1.9-1

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 osią wiercenia a wrzecionem w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara
6. -
7. interpolacja liniowa pomiędzy osią wiercenia i wrzecionem w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara
8. -
9. w G98, wycofanie posuwem szybkim do punktu początkowego
10. -

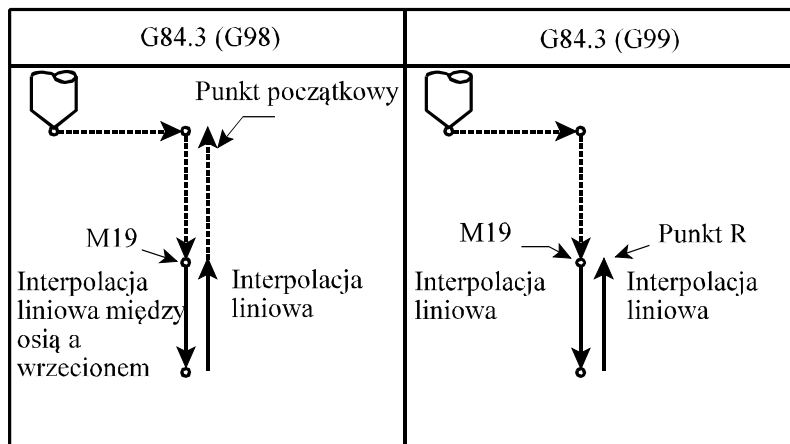


Fig. 18.1.9-2

W przypadku G84.3, operacje cyklu to:

1. pozycjonowanie posuwem szybkim w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. ruch posuwem szybkim 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 G98 powrót posuwem szybkim do punktu wyjścia
10. -

18.1.10 Cykl wiercenia (G85)

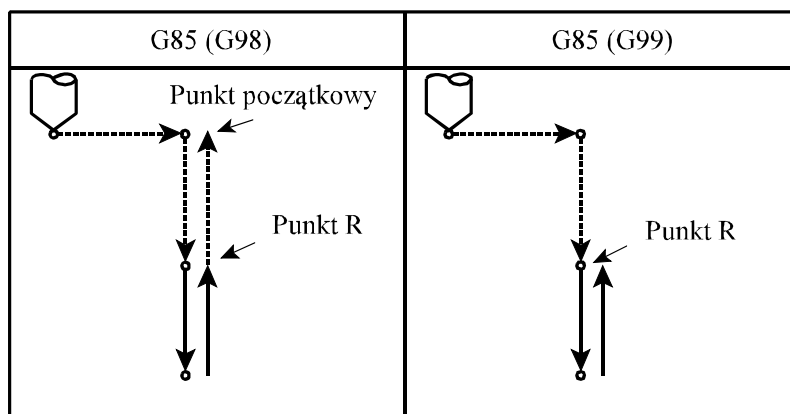


Fig. 18.1.10-1

Zmiany użyte w cyklu:

G17 **G85** X_p Y_p Z_p R F L

G18 **G85** Z_p X_p Y_p R F L

G19 **G85** Y_p Z_p X_p R F L

Operacje cyklu:

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

18.1.11 Cykl wiercenia, wycofanie posuwem szybkim przy stojącym wrzecionie (G86)

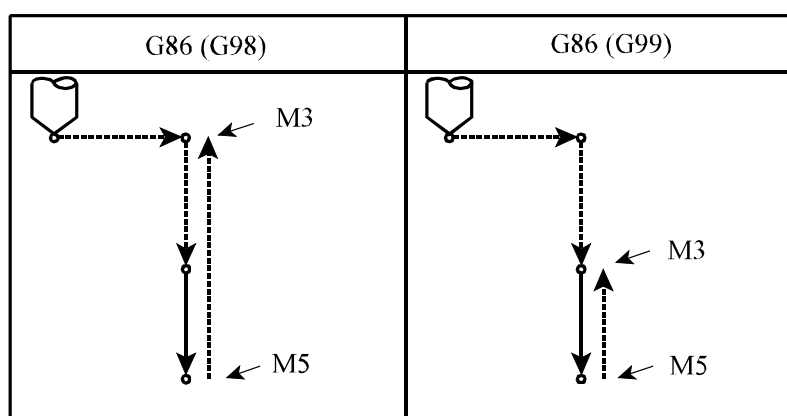


Fig. 18.1.11-1

Zmienne w cyklu

G17 **G86** X_p___ Y_p___ Z_p___ R___ F___ L___

G18 **G86** Z_p___ X_p___ Y_p___ R___ F___ L___

G19 **G86** Y_p___ Z_p___ X_p___ R___ F___ L___

Podczas startu trzeba nadać wrzecionu kierunek M3.

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie w wybranej płaszczyźnie posuwem szybkim
2. -
3. szybki ruch do punktu R
4. -
5. wiercenie posuwem F do punktu podstawy Z
6. zatrzymanie wrzeciona (M5)
7. w G99, wycofanie do punktu R
8. w G99, ponowne uruchomienie wrzeciona (M3)
9. w G98, wycofanie do punktu początkowego
10. w G98, ponowne uruchomienie wrzeciona (M3)

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

sterowanie wykonuje cykl na dwa sposoby

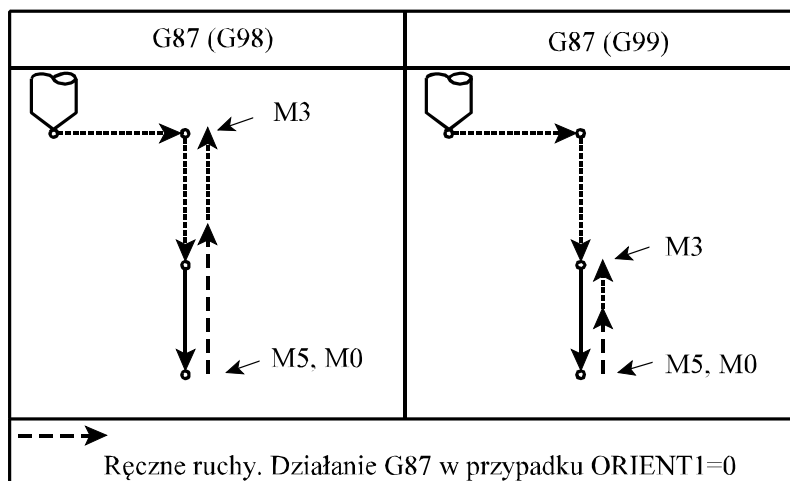


Fig. 18.1.12-1

A. Cykl wiercenia, ręczne działanie u podstawy

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

Zmienne cyklu:

G17 **G87** X_p Y_p Z_p R F L

G18 **G87** Z_p X_p Y_p R F L

G19 **G87** Y_p Z_p X_p R F L

Podczas startu cyklu włączamy kierunek wrzeciona M3:

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie posuwem szybkim w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. ruch posuwem szybkim 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 wyciągnąć narzędzie z otworu, a kolejno przechodząc do automatu kontynuować obróbkę
7. w G99, po START powrót szybkim posuwem do punktu R
8. w G99, ponowne uruchomienie wrzeciona (M3)
9. w G98, START wycofanie szybkim posuwem do punktu wyjścia
10. w G98, ponowne uruchomienie wrzeciona (M3)

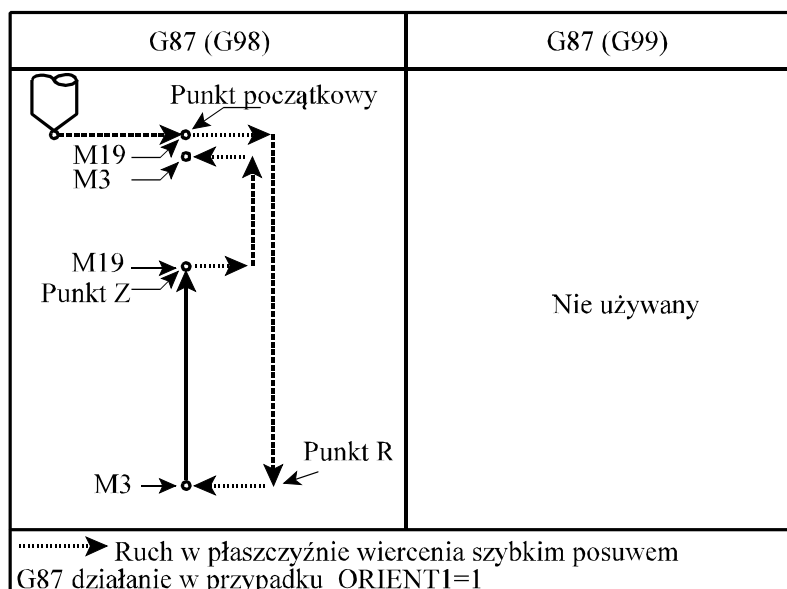


Fig. 18.1.12-2

B. Wytaczanie w drodze powrotnej z automatycznym odejściem

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

Zmienne cyklu:

G17 **G87** X_p Y_p I J Z_p R F L
 G18 **G87** Z_p X_p K I Y_p R F L
 G19 **G87** Y_p Z_p J K X_p R F L

Podczas startu cyklu wrzecionu trzeba nadać obroty M3.

Operacje cyklu:

1. pozycjonowanie posuwem szybkim w wybranej płaszczyźnie
2. – orientacja wrzeciona
– odejście w wybranej płaszczyźnie posuwem szybkim (wartości I, J, K)
3. ruch posuwem szybkim do punktu R
4. – powrót posuwem szybkim w wybranej płaszczyźnie przeciwnie do zadanych wartości I, J, K
– ponowne uruchomienie wrzeciona w kierunku M3
5. wiercenie posuwem F do podstawy Z
6. – orientacja wrzeciona (M19)
– odejście w wybranej płaszczyźnie zgodnie z wartościami I, J, K
7. -
8. -
9. odejście szybkie 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.

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

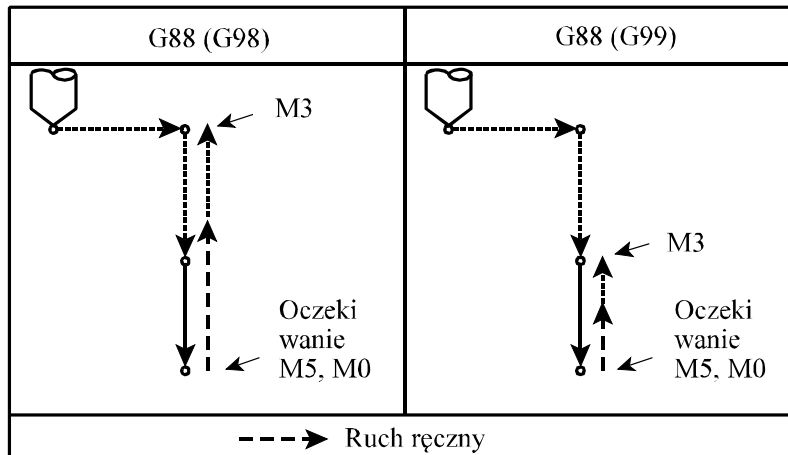


Fig. 18.1.13-1

Zmienne cyklu:

G17 **G88** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ P__ F__ L__

G18 **G88** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ P__ F__ L__

G19 **G88** Y_p__ Z_p__ 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. – oczekiwanie z wartością P
– zatrzymanie wrzeciona (M5)
– sterowanie przyjmuje stan stop, z którego przechodząc do ręcznego działania można wyciągnąć narzędzie z otworu, a następnie przechodząc do automatu, kontynuować obróbkę
7. w G99, po START wycofanie do punktu R
8. w G99, ponowne uruchomienie wrzeciona (M3)
9. w G98, wycofanie do punktu początkowego
10. w G98, ponowne uruchomienie wrzeciona (M3)

Cykl jest ten sam jak w A -G87 ale oczekiwanie będzie wykonywane przed zatrzymaniem wrzeciona.

18.1.14 Cykl wiercenia, oczekiwanie w punkcie podstawy, wycofanie posuwem roboczym (G89)

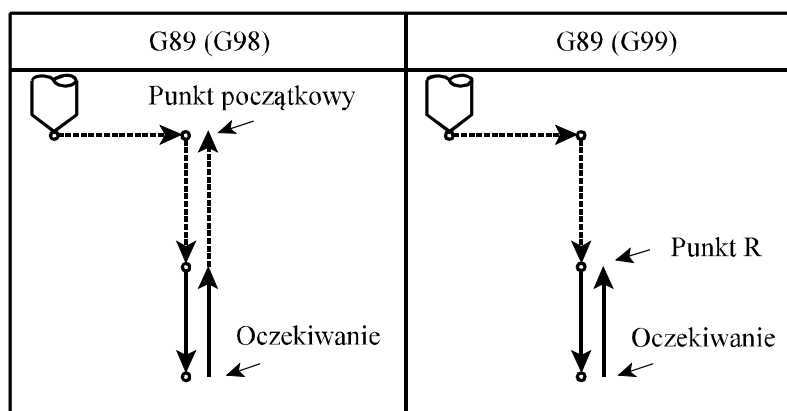


Fig. 18.1.14-1

Zmienne cyklu

G17 **G89** X_p__ Y_p__ Z_p__ R__ P__ F__ L__

G18 **G89** Z_p__ X_p__ Y_p__ R__ P__ F__ L__

G19 **G89** Y_p__ Z_p__ X_p__ R__ P__ F__ L__

Operacje cyklu

1. pozycjonowanie szybkim posuwem w wybranej płaszczyźnie
2. -
3. Ruch posuwem szybkim do punktu R
4. -
5. wiercenie do punktu podstawy posuwem F
6. oczekiwanie w adresie P
7. Wycofanie do punktu R z posuwem F
8. -
9. w G98, wycofanie posuwem szybkim do punktu początkowego
10. -

Poza wyjątkiem oczekiwania, cykl jest identyczny z G85.

18.2 Uwagi odnośnie zakłócania cykli wiercenia

- Cykl wiercenia będzie wykonany w bloku bez kodu G w adresach:

X_p , Y_p , Z_p , or R

- Z oczekiwaniem G04 P programowanym w cyklu, komenda będzie wykonywana w zgodności z P ale zmienne cyklu oczekiwania nie będą skasowane i wpisane ponownie.
- Wartości I, J, K, Q, E, P muszą być określone w bloku, w którym przeprowadzane jest wiercenie.

Pokazuje to przykład:

G81	X_	Y_	Z_	R_	F	(cykl wiercenia jest wykonywany)
			X			(cykl wiercenia jest wykonywany)
			F			(cykl wiercenia nie jest wykonywany)
			M			(cykl wiercenia nie jest wykonany, kod M jest wykonany)
G4			P			(cykl wiercenia nie jest wykonywany, oczekiwanie będzie wpisany ponownie)
			I		Q	(cykl wiercenia nie jest wykonany, programowane wartości nie będą zapisane jako zmienne cyklu)

- Gdy funkcje cyklu wiercenia są programowane w jednym bloku, funkcja będzie wykonana na końcu pierwszej operacji. Gdy L była także programowana w cyklu, funkcja będzie wykonana tylko w pierwszym obrocie.
- W trybie blok po bloku sterowanie zatrzyma w cyklu po każdej 1,3 i 10 operacji.
- Przycisk STOP nie działa dla operacji 5,6,7 cykli G74,G84.
- Przesunięcie posuwu i wrzeciona będzie zawsze w 100% w każdej operacji 5,6,7 cykli G74,G84 niezależnie od ustawień przełącznika.
- Gdy G43, G44, G49 są programowane w cyklu interpolacji lub gdy wartość H została określona, długość korekcji będzie brana pod uwagę w operacji 3 niezmiennie wzdłuż osi wiercenia.
- Instrukcje G45, ... G48 nie będą wykonywane podczas cyklu wiercenia.

19 Funkcja cięcia (G81.1, G80)

Funkcja ta jest programowanym ruchem cięcia osi frezu podczas frezowania konturu. Cięcie odbywa się równoległe do płaszczyzny frezowanego konturu. Np. Gdy frezowanie jest wykonywane w płaszczyźnie XY to cięcie jest wzdłuż osi Z. Cięcie jest niezależne od ruchu na innej osi.

Funkcja cięcia jest programowana poprzez komendy:

G81.1 Z__ Q__ R__ F__

gdzie:

- Z:** całkowita pozycja dolnego bezwzględnego punktu.
- Q:** odległość pomiędzy górnym i dolnym punktem bezwzględnym. Zawsze określa odległość inkrementalną w zależności do górnego punktu bezwzględnego na tym adresie.
- R:** Punkt R. Zawsze określa odległość inkrementalną w zależności do wyższego punktu na tym adresie.
- F:** współczynnik posuwu na osi cięcia w mm/min lub cale/min.

Funkcja cięcia jest kasowana komendą:

G80

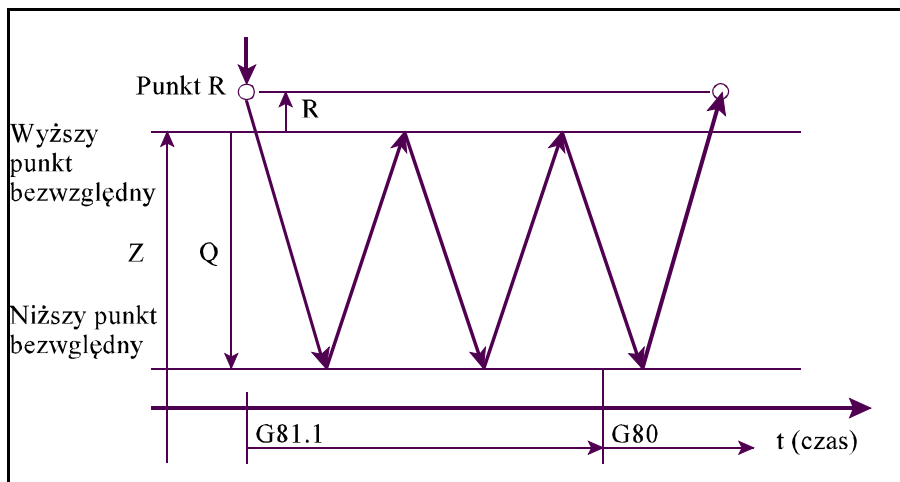


Fig. 19-1

Operacje:

- Oś cięcia idą do punktu R posuwem szybkim.
- Tarcza frezująca idzie do dolnego punktu bezwzględnego z posuwem określonym w adresie F.
- Tarcza frezująca idzie do górnego punktu bezwzględnego z posuwem określonym w adresie F.
- Tarcza frezująca wykonuje cięcie pomiędzy górnym i dolnym punktem bezwzględnym z posuwem określonym w adresie F. Cięcie jest niezależne od innych ruchów.
- Komenda kasuje cięcie. Wtedy tarcza frezująca przesuwa się do dolnego punktu bezwzględnego, potem do punktu R i zatrzymuje się. Wykonywanie programu jest nadal wykonywane.

Współczynnik posuwu cięcia

Przełącznik współczynnika posuwu nie ma wpływu na współczynnik cięcia. Odnosnie cięcia musi być dołączony oddzielny przełącznik przez konstruktora maszyny.

Posuw cięcia jest ograniczony poprzez niższą wartość parametrów 0283 MAXRATE i 480n JOGFMAXn. Czas cyklu cięcia może znacząco być niższy niż jest obliczony z równania $T=2*Q/F$ z powodu czasu przyspieszenia i zwalniania na punktach bezwzględnych.

Efekt przycisku STOP i trybu pojedynczego bloku

Przycisk STOP i zatrzymanie w trybie pojedynczego bloku nie ma wpływu na kontynuowanie cięcia chyba że programista zmieni to w programie PLC.

Efekt RESET, Zmiana trybu operacji i końca programu

Przyczyny wymienione powyżej są zdefiniowane przez konstruktora maszyny w programie PLC.

Cięcie jest zatrzymywane w przypadku kiedy wrzeczono staję w miejscu i znów zaczyna się obracać. Cięcie jest kontynuowane po zmianie trybu i zatrzymuje się przy RESET i M2,M30. Jeśli PLC zatrzymuje cięcie to oś zawsze przesunie się do punktu R.

Stan zagrożenia

W przypadku zagrożenia należy zatrzymać cięcie.

Parametry cięcia

Dane (liczba osi cięcia, pozycja punktu R, dolny i górny punkt bezwzględny, wartość posuwu) są przechowywane w komendzie G81.1. Jeśli określenie jednego lub wszystkich adresów zostało pominięte w bloku G81.1 to brakujące dane są określone poprzez odpowiednie parametry:

- Parametr 0281 CHOPAX określa liczbę osi cięcia,
- Parametr 0301 RPOS określa pozycję punktu R,
- Parametr 0302 UPPERDEAD określa pozycję bezwzględnego górnego punktu,
- Parametr 0303 LOWERDEAD określa pozycję bezwzględnego dolnego punktu
- Parametr 0282 CHOPRATE określa posuw cięcia.
- Posuw cięcia jest zatrzymywany w parametrze 0283 MAXRATE.

Uwaga: Parametry odnoszące się do pozycji są wartościami całkowitymi w systemie współrzędnych maszyny.

Włączanie/wyłączanie cięcia przyciskiem

Cięcie jest wyłączane przyciskiem w panelu obsługi.

Wiadomość błędu wysyłana przez NC

Gdy cięcie jest włączone (stan G81.1) i komendy ruchu zostały określone na osi cięcia w programie technologicznym, NC wysyła wiadomość błędu INTERPOLATION IN G81.1.

Przykład

G90 G81.1 Z-10 R12 Q-12 F1000

Ruch zaczyna się pozycjonowaniem z posuwem szybkim do punktu Z=2 (punkt R). Przesuwa się ze współczynnikiem posuwu F1000 do niższego bezwzględnego punktu Z=-22, potem do górnego punktu Z=-10. Następnie cięcie jest wykonywane pomiędzy dwoma bezwzględnymi punktami.

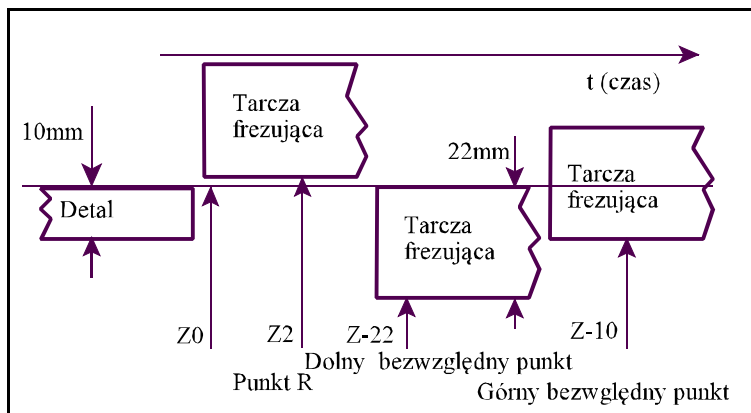


Fig. 19-2

20 Funkcje miar**20.1 Funkcja skoku (G31)**

Instrukcja

G31 v (F) (P)

rozpocznie interpolację liniową do punktu współrzędnych v. Ruch jest przeprowadzany dotąd kiedy nadejdzie zewnętrzny sygnał skoku lub sterowanie punkt końcowy określony współrzędnymi v.

Adres P określa sygnał skoku:

P0: sygnał skoku 1**P1:** sygnał skoku 2**P2:** sygnał skoku 3**P3:** sygnał skoku 4

Jeśli adres P nie został określony, sterowanie weźmie sygnał skoku 1.

Stan G31 jest instrukcją nie dziedziczną i używaną tylko w poszczególnym bloku w którym został zaprogramowany. Gdy w instrukcji G31 sterowanie znajdzie błąd składni to pokaże wiadomość błędu 3051 G22, G28, ... G31, G37.

Prędkość ruchu jest

- określona lub jest wartością dziedziczną F jeśli parametr *SKIPF*=0
- wartość posuwu jest brana z *G31FD* jeśli parametr *SKIPF*=1.

W stałe nadchodzącym sygnale zewnętrznym, pozycje osi będą przechowywane w zmiennych systemowych określonych poniżej:

#5061.....pozycja osi 1

#5062.....pozycja osi 2

.

.

#5068.....pozycja osi 8

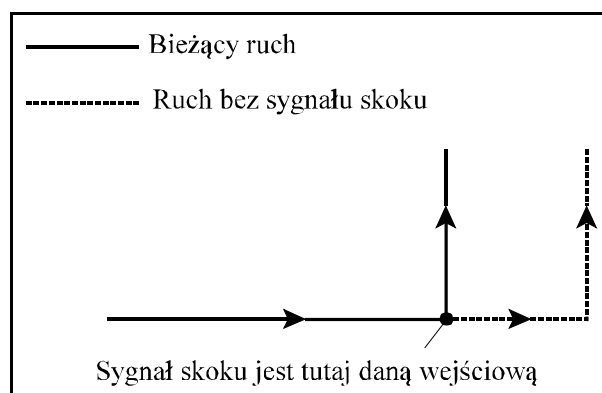


Fig. 20.1-1

Przechowywana tutaj pozycja jest:

- stałą założoną pozycją w sygnale zewnętrznym który nadchodzi,

- programowanym punktem końcowym interpolacji G31 (chyba że pojawił się zewnętrzny sygnał),
- do odczytania niezmiennie w bieżącym systemie współrzędnych pracy,
- z bieżącą długością korekcji (G43, G44) i
 - z bieżącym offsetem narzędzia brany pod uwagę (G45 ... G48).

Interpolacja może być tylko wykonana w tylko stanie G40. Programowanie G31 w stanie G41 lub G42 sprawi że sterowanie pokaże wiadomość błędu *3054 G31 IN INCORRECT STATE*. Ponownie ta sama wiadomość pokaże się jeśli stany G95, G51, G51.1, G68 lub G16 będą aktualne.

Wartość określona we współrzędnych v może być inkrementalna lub całkowita. Jeśli kolejna komenda ruchu poprzedzająca blok G31 będzie określona współrzędnymi inkrementalnymi to ruch będzie obliczony od punktu gdzie nadszedł sygnał skoku i zatrzymał ruch.

Np.:

```
N1 G31 G91 X100
N2 X30 Y50
```

Ruch inkrementalny w kierunku X zaczął się w bloku N1. Jeśli sterowanie poprzez zewnętrzny sygnał zatrzymuje ruch w punkcie współrzędnej $X=86.7$ to przesunie inkrementalnie o 30 w kierunku X i o 50 w kierunku Y w bloku N2.

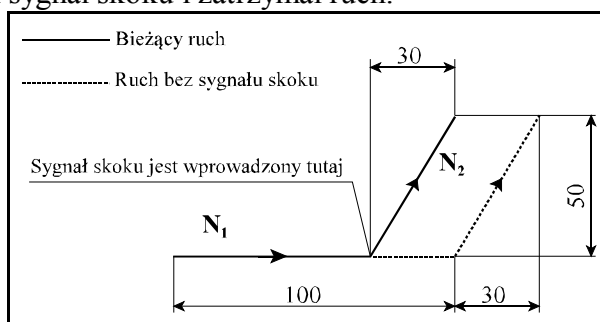


Fig. 20.1-2

W przypadku zaprogramowania danych całkowitych ruch będzie

```
N1 G31 G90 X200
N2 X300 Y100
```

Interpolacja N1 zaczyna ruch w kierunku X do punktu współrzędnych $X=200$. Jeśli, po zewnętrznym sygnale, sterowanie zatrzyma w punkcie współrzędnych $X=167$, różnica w kierunku X będzie $X=300-167$, np., $X=133$ w bloku N2.

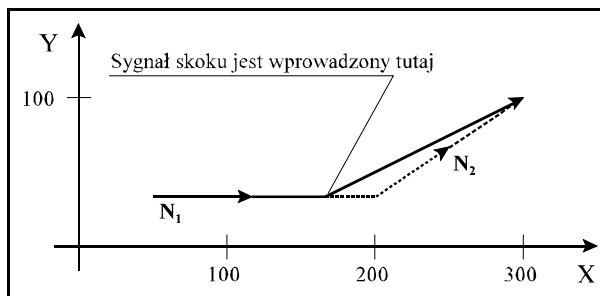


Fig. 20.1-3

20.2 Pomiar automatyczny długości narzędzia (G37)

Instrukcja

G37 q

spowoduje rozpoczęcie ruchu w posuwie szybkim w kierunku określonym współrzędną q. Wartość q interpretowana niezmiennie jako dana całkowita i jest przewidywaną pozycją czujnika mierzącego.

Ruch będzie przeprowadzony posuwem szybkim w zależności od pozycjonowania q - *RAPDIST* gdzie *RAPDIST* jest wartością wybranego parametru.

Ruch będzie przeprowadzony z posuwem określonym w parametrze *G37FD* dotąd aż

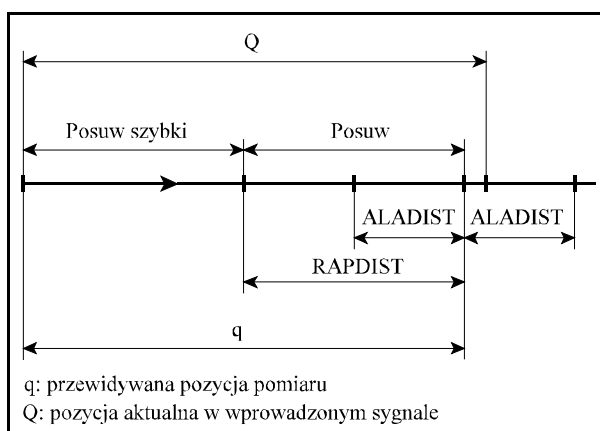


Fig. 20.2-1

sygnał próby nadejście. W przeciwnym razie pojawi się wiadomość błędu *3103 OUT OF RANGE*.

Jeśli pomiar został zakończony powodzeniem i sygnał próby dotarł w punkcie współrzędnych Q, sterowanie wykona:

- dodanie różnicy Q do korekcji zużycia zarejestrowanej wcześniej w adresie H (parametr *ADD=1*)
- lub odejście różnicę (jeśli parametr *ADD=0*).

Odpowiednia wartość H i długość korekcji musi być ustawiona przed uprzednim rozpoczęciem pomiaru.

- G37 jest instrukcją pojedynczego wypuszczenia.
- Cykl G37 będzie wykonany niezmiennie w systemie współrzędnych bieżącego detalu.
- Parametry *RAPDIST* i *ALADIST* to zawsze wartości dodatnie. Warunek *RAPDIST > ALADIST* musi być spełniony dla dwóch parametrów.
- Wiadomość błędu *3051 G22, G28, ... G31, G37* pokaże się w przypadku błędu składni.
- Kod G odnoszący się do długości korekcji (G43, G44, G49) nie może być określany w bloku G37, w przeciwnym wypadku pokaże się wiadomość błędu *3055 G37 IN INCORRECT STATE*.
- Ponownie ta sama wiadomość błędu pokaże się w stanach G51, G51.1, G68 lub G16.
- Wiadomość *3103 OUT OF RANGE* pokaże się jeśli sygnał próby dojdzie na zewnątrz końca pozycji zaprogramowanego zasięgu *ALADIST* w interpolacji G37.

21 Funkcje bezpieczeństwa

21.1 Programowanie sprawdzania przesunięcia (G22, G23)

Instrukcja

G22 X Y Z I J K P

uniemożliwi wejście do obszarów wybranych komendą. Znaczenie adresów:

- X: ograniczenie wzdłuż osi X w kierunku dodatnim
- I: ograniczenie wzdłuż osi X w kierunku ujemnym
- Y: ograniczenie wzdłuż osi Y w kierunku dodatnim
- J: ograniczenie wzdłuż osi Y w kierunku ujemnym
- Z: ograniczenie wzdłuż osi Z w kierunku dodatnim
- K: ograniczenie wzdłuż osi Z w kierunku ujemnym

Dla określonych danych następujące warunki muszą być spełnione:

$$X \geq I, Y \geq J, Z \geq K$$

To może być wybrane w adresie P, a obszar jest zabroniony na zewnątrz i wewnątrz.

P=0, wybrany obszar jest zabroniony w środku.

P=1, wybrany obszar jest zabroniony na zewnątrz.

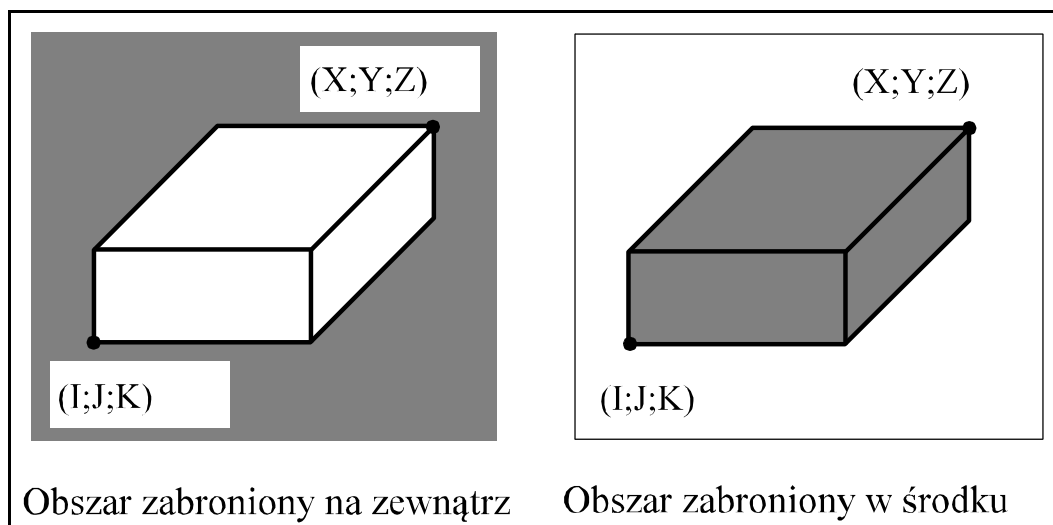


Fig. 21.1-1

Instrukcja

G23

kasuje programowaną funkcję sprawdzania przesunięcia.

Instrukcje G22, G23 wpiszą ponownie bezpośrednio odpowiednie parametry

Instrukcje G22 lub G23 ustawią parametry *STRKEN* do 1 lub 0.

Instrukcje G22 P0 lub G22 P1 ustawią parametr *EXTER* do 0 lub 1.

Współrzędne X, Y, Z w instrukcji G22 wpiszą parametry *LIMP2n* należące do odpowiednich osi, współrzędne I, J, K ustawią wartości *LIMN2n* należące do odpowiednich osi.

Przed wpisaniem odpowiednich parametrów, współrzędne w instrukcji G22 będą konwertowane do współrzędnych systemu maszyny z wybranym offsetem korekcji.

Zatem jeśli długość korekcji została ustawiona w kierunku Z kiedy instrukcja G22 jest określona, współrzędne dane graniczne określone dla tej osi ograniczą ruch poprzez zatrzymanie końcówki narzędzia w granicy. Jeśli jednak korekcja nie została ustawiona, punkt odniesienia narzędzia nie będzie mógł dostać się do zamkniętego obszaru. Zalecane jest ustawienie zabronionego obszaru na osi narzędzia jak najdalej.

- Programowana funkcja sprawdzania przesunięcia nie jest dostępna dla dodatkowych osi.
- Instrukcje G22, G23 muszą być określone w niezależnych blokach.
 - Programowana funkcja sprawdzania przesuwu będzie aktualna po powrocie punktu odniesienia.
 - Jeśli maszyna wchodzi na zabroniony obszar przez punktem odniesienia i obszar jest zabroniony wewnętrznie, zakaz musi być uwolniony ręcznie poprzez G23; osie muszą być przesunięte poprzez pokrętko ręczne, sprawdzanie przesunięcia musi być ustawione ponownie poprzez programowanie G22. W przypadku zewnętrznego obszaru zabronionego, procedury opuszczenia obszaru będą:
- Jeśli oś w ruchu dochodzi do granicy zabronionego obszaru, to może być z tego usunięta poprzez ruch ręczny.
- Cała przestrzeń jest dozwolona jeśli $X=I$, $Y=J$, $Z=K$ i $E=0$.
- Cała przestrzeń jest dozwolona jeśli $X=I$, $Y=J$, $Z=K$ i $E=1$.

- Jeśli obszar jest zabroniony wewnątrz, osi dosięgną zabroniony obszar. Jeśli nie sterowanie pokaże wiadomość błędu *1400 INTERNALLY FORBIDDEN AREA*.
- Jeśli obszar jest zabroniony zewnątrz i osie dosięgają obszaru zabronionego sterowanie pokaże wiadomość błędu *FORBIDDEN AREA t+* or *FORBIDDEN AREA t-* gdzie t jest nazwą osi.

21.2 Pozycje za dalekiego przejścia

Używając parametrów sterowania, konstruktor maszyny może określić dla każdej osi pozycje za dalekiego przejścia które są limitem przesunięcia dozwolonego na danej maszynie. Jak tylko granica obszaru zostanie osiągnięta dla każdej osi to sterowanie pokaże wiadomość błędu.

- Parametryczna funkcja za dalekiego przejścia jest tylko wykonywana przez sterowanie po tym kiedy powróci punkt odniesienia.
- Parametryczna funkcja za dalekiego przejścia jest zakazana w zawsze w obszarze zewnętrznym.
- Obszary programowanego sprawdzania przesunięcia i za dalekiego przejścia mogą zachodzić na siebie.

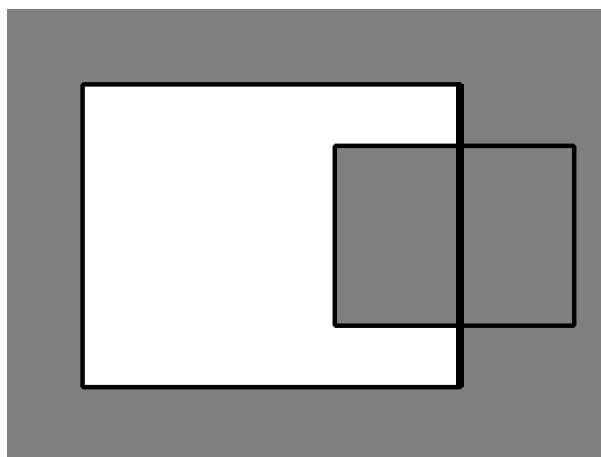


Fig. 21.2-1

21.3 Sprawdzanie przesunięcia przed ruchem

Sterowanie rozróżnia dwa zabronione obszary. Pierwszy jest obszarem za dalekiego przesunięcia które przechodzi przez fizycznie możliwy zasięg ruchu. Drugi jest obszarem określonym poprzez programowaną funkcję sprawdzania przesunięcia (komenda G22).

Podczas każdego ruchu sterowanie nie zezwala osi poruszyć się poza granicę tych obszarów.

Jeśli parametr *CHBF-MOVE* jest ustawiony do 1, sterowanie sprawdza czy punkt końcowy poszczególnych interpolacji znajduje się w zabronionym obszarze.

Jeśli punkt końca bloku będzie ułożony na zewnątrz obszaru za dalekiego przejścia sterowanie pokaże odpowiednią wiadomość błędów *3056 LIMIT* lub *3057 FORBIDDEN AREA*. W rezultacie ruch nie rozpoczyna się.

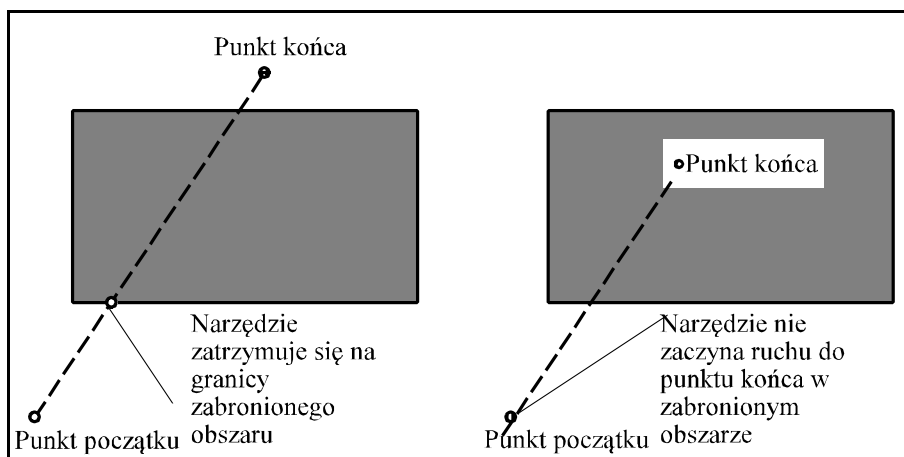


Fig. 21.3-1

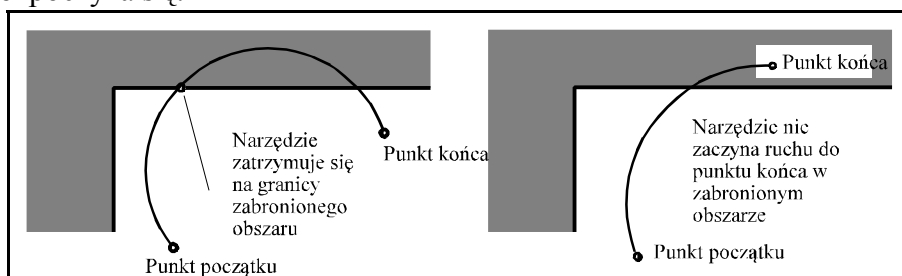


Fig. 21.3-2

22 Wybieranie makra

22.1 Wywołanie prostego makra (G65)

W wyniku instrukcji

G65 P (numer programu) L (liczba powtórzeń)
program makro określony w adresie P (numer programu) będzie wywołany tyle razy ile powtórzeń zostało określonych w adresie L.

Można wybrać dwa przypisania:

Przypisane adresy nr 1:

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

Żadna wartość nie może być transportowana do makro w adresach **G, L, N, O, P**.

Przypisane adresy nr 2:

A B C I1 J1 K1 I2 J2 K2 ... I10 J10 K10

Dodatkowo do adresów A, B, C, może być dodanych maksymalnie 10 różnych argumentów dla adresów I,J,K. Adresy mogą być wypełnione w dowolnej sekwencji. Jeśli zostało wybranych kilka argumentów dla poszczególnych adresów, zmienne określą odpowiednie wartości w wybranym porządku:

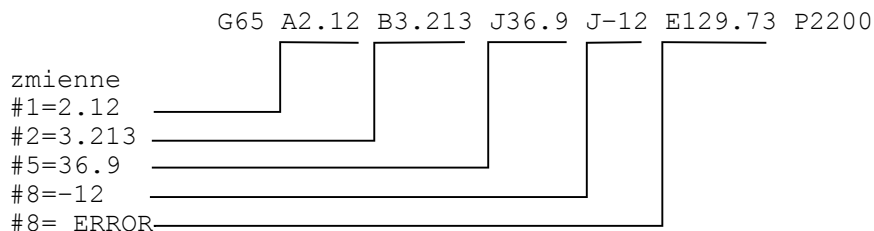
<i>lv</i>	<i>1. a a</i>	<i>2. a a</i>
#1	A	A
#2	B	B
#3	C	C
#4	I	I1
#5	J	J1
#6	K	K1
#7	D	I2
#8	E	J2
#9	F	K2
#10	(G)	I3
#11	H	J3

<i>lv</i>	<i>1. a a</i>	<i>2. a a</i>
#12	(L)	K3
#13	M	I4
#14	(N)	J4
#15	(O)	K4
#16	(P)	I5
#17	Q	J5
#18	R	K5
#19	S	I6
#20	T	J6
#21	U	K6
#22	V	I7

<i>lv</i>	<i>1. a a</i>	<i>2. a a</i>
#23	W	J7
#24	X	K7
#25	Y	I8
#26	Z	J8
#27	–	K8
#28	–	I9
#29	–	J9
#30	–	K9
#31	–	I10
#32	–	J10
#33	–	K10

- **Skróty:** *lv* = zmienne lokalne, *1. a a* = przypisany argument No.1, *2. a a* = przypisany argument No.2.

Sterowanie zaakceptuje jednocześnie wybór argumentów 1 i 2 w danym bloku. Wiadomość błędu pokaże się kiedy wykona się próbę odnośnie dwóch zmiennych poszczególnego numeru. Np.



Powyższy przykład pokazuje zmienną #8 przypisaną do drugiego adresu J (wartość, -12). Odkąd wartość adresu E będzie także przypisana do zmiennej #8, to sterowanie pokaże wiadomość błędu *3064 BAD MACRO STATEMENT*.

22.2 Wywołanie dziedziczonego makra

22.2.1 Wywołanie dziedziczonego makra w każdej komendzie ruchu (G66)

W wyniku instrukcji

G66 P(numer programu) L (liczba powtórzeń)

wywołane zostanie makro w każdej komendzie ruchu. Interpretacja adresów P i L oraz zasady przypisania są te same jak w G65.

Komenda

G67

kasuje wywołanie makra.

Np. otwór musi być wiercony w danym segmencie programu technologicznego po każdym ruchu.

Program główny

```

...
G66 P1250 Z-100 R-1 X2 F130      (Z=Z punkt otworu, R=R punkt otworu,
                                   X= oczekiwanie F= posuw)
G91 G0 X100
Y30
X150
...
G67

```

Wiercenie jest wykonywane po każdym pozycjonowaniu

Makro

```

%O1250
G0 Z#18      (Pozycjonowanie posuwem szybkim w kierunku Z do
              punktu określonego w adresie R-1)
G1 Z#26 F#9  (Wiercenie do punktu Z określonego adresem Z-100, z
              posuwem w adresie F130)
G4 P#24      (Oczekiwanie na dnie otworu przez czas określony w
              adresie X2)
G0 Z-[#18+#26] (Wycofanie narzędzia do punktu początku)
M99          (Powrót do programu głównego)
%
```

22.2.2 Wywołanie makro z każdego bloku (G66.1)

W wyniku komendy

G66.1 P (numer programu) **L** (liczba powtórzeń)

wszystkie kolejne bloki będą interpretowane jako przypisany argument.

Jeśli każdy blok G65 był wywołanym makrem, komenda wywoła ten sam efekt:

```
G66.1 P L
X Y Z  _____
M S    _____  =  _____ G65 P L X Y Z
X      _____    G65 P L M S
G67                                G65 P L X
```

Komenda

G67

kasuje wywołania makra.

Zasady przypisywania argumentów to:

1. W bloku wykonującym czynność (w którym G66.1 P L było zaprogramowane), zasady przypisania argumentów są te same jak w komendzie G65.
2. W blokach poprzedzonych instrukcją G66.1, mogą być użyte te same adresy jak w komendzie G65, i

L: #12,

P: #16,

G: #10

sterowanie zaakceptuje tylko jeden adres odniesienia G w każdym bloku, a więc programowanie kilku adresów G wywoła wiadomość błędu *3005 ILLEGAL G CODE*.

N: #14

jeśli adres N jest na początku bloku to drugi adres N będzie rozważany dla argumentów:

```
                /N130 X12.3 Y32.6 N250
Nr. Bloku _____
#24=12.3  _____
#25=32.6  _____
#14=250   _____
```

jeśli adres N jest w środku bloku, adres N będzie rozważany dla argumentów:

```
                X34.236 N320
#24=34.236  _____
#14=320     _____
```

Jeśli adres N został zapisany już jako argument, kolejne odniesienie do adresu N stworzy wiadomość błędu *3064 BAD MACRO STATEMENT*.

W przypadku G66.1, zasady wykonania bloku to:

Wybrane makro będzie wywołane z bloku w którym został określony kod G66.1, biorąc pod uwagę zasady przypisania argumentu opisane w punkcie 1.

Każdy kolejny blok G66.1 do bloku zawierającego kod G67 stworzy wywołanie makra w zasadach przypisania argumentu opisanych w punkcie 2. W pustym bloku nie wywołuje się makra (np. N1240) gdzie odniesienie jest zrobione do pojedynczego adresu N lub z bloku zawierającego instrukcję makro.

22.3 Wybieranie makra poprzez kod G

Maksymalnie 10 różnych kodów G może być wybranych poprzez parametry, które inicjują makro. Teraz zamiast określania

Nn G65 Pp <przypisany argument>

może być użyta następująca komenda

Nn **Gg** <przypisany argument>.

Poszczególne numery programu do wywołania przez kod G musi być wybrany parametrami. Do tego nie używa się żadnego z kodów G65, G66, G66.1 i G67.

G(9010)=kod G wywołuje program O9010

G(9011)=kod G wywołuje program O9011

:

G(9019)=kod G wywołuje program O9019

Jeśli wartość ujemna została wpisana w parametry, wybrany kod G wygeneruje wywołanie dziedziczone. Jeśli np. G(9011)=-120, instrukcja G120 w programie wyprodukuje wywołanie dziedziczone. Parametr *MODGEQU* zdefiniuje rodzaj wywołania:

MODGEQU=0, typ wywołania G66

MODGEQU=1, typ wywołania G66.1.

Jeśli wartość parametru jest 0, makro będzie wywołane na końcu każdego wywoływanego bloku. Jeśli wartość parametru jest 1, makro zostanie wywołane dla każdego bloku.

Jeśli odniesienie zostało wykonane do ponownie wywołanego kodu G w makro, i jest inne od standardowego kodu G to sterowanie pokaże wiadomość błędu *3005 ILLEGAL G CODE*.

22.4 Wywołanie makro poprzez kod M

Maksymalnie 10 różnych kodów M może być wybranych poprzez parametry.

Instrukcja

Nn **Mm** <przypisany argument>

musi być wybrana. Kod M nie będzie transferowany do PLC ale będzie wywołanie makro odpowiedniego programu.

Poszczególne numery programu będzie wywołany poprzez wywołanie kodu M wybranego parametrami:

M(9020)=kod M wywoła program O9020

M(9021)=kod M wywoła program O9021

:

M(9029)=kod M wywoła program O9029

Kod M określa niezmiennie wywołanie typu G65 call (nie dziedziczony).

Jeśli odniesienie jest wykonywane ponownie do tego samego kodu M, w środku makro, to później makro nie będzie wywołane a zamiast tego kod M będzie przesłany do PLC.

Jeśli użytkownik wywoła typ G, S, T, A, B, C

FGMAC=0, nie umożliwi

FGMAC=1, umożliwi, generowane jest nowe wywołanie.

Zestaw argumentów Nr.1:

A B C D E F G H I J K L P Q R S T U V W X Y Z

Zestaw argumentów Nr.2 także może być użyty z funkcją M.

22.5 Wywołanie podprogramu z kodem M

Maksymalnie 10 kodów M może być wybranych parametrami, które zainicjują wywołanie podprogramu.

Teraz zamiast instrukcji

Nn Gg Xx Yy M98 Pp

może być określone

Nn Gg Xx Yy **Mm**

Wybrany kod M nie będzie przesłany do PLC, a zamiast tego odpowiedni podprogram będzie wywołany.

Określony numer programu wywołany kodem M może być wybrany poprzez parametry.

M(9000)=kod M wywołuje program O9000

M(9001)=kod M wywołuje program O9001

:

M(9009)=kod M wywołuje program O9009

Jeśli odniesienie jest wykonywane do tego samego kodu M ponownie, to później nie wywoła się ponownie podprogramu ale kod M będzie przesłany do PLC.

Jeśli użytkownik wywoła G, S, T, A, B, C lub M:

FGMAC=0, nie umożliwi

FGMAC=1, umożliwi, generowane nowego wywołania.

22.6 Wywołanie podprogramu kodem T

Ustawionym parametrem T(9034)=1, wartość T wpisana w programie nie będzie przekazana do PLC, zamiast tego kod T wywoła podprogram O9034.

Teraz blok

Gg Xx Yy **Tt**

będzie odpowiadał dwóm blokom:

#199=t

Gg Xx Yy M98 P9034

Wartość przypisana do adresu T będzie przekazana jako argument do wspólnej zmiennej #199.

Jeśli odnosi się to ponownie do adresu T w podprogramie rozpoczętym kodem T to podprogram nie będzie wywołany ponownie ale wartość adresu T będzie przekazana już do PLC.

Jeśli wywoła się w podprogramie G, M, S, A, B, C,

FGMAC=0, nie umożliwi (wykonywanie jako zwykłe kody M, S, ... G)

FGMAC=1, umożliwi, generowanie nowego wywołania.

22.7 Wywoływanie podprogramu kodem S

Parametrem S(9033)=1, wartość S wpisana w podprogramie nie będzie przekazana do PLC, zamiast tego wywołanie podprogram O9033 będzie rozpoczynał kod S.

Teraz blok

Gg Xx Yy **Ss**

odpowiada dwóm blokom:

#198=s

Gg Xx Yy M98 P9033

Wartość przypisana do adresu S będzie przekazana jak argument do wspólnej zmiennej #198.

Jeśli odnosi się to ponownie do adresu S w podprogramie rozpoczętym kodem S to podprogram nie będzie wywołany ponownie ale wartość adresu S będzie przekazana już do PLC.

Jeśli wywoła się w podprogramie G, M, T, A, B,
 FGMAC=0, nie umożliwi (wykonywanie jako zwykłe kody M, S, ... G)
 FGMAC=1, umożliwi, generowanie nowego wywołania.

22.8 Wywołanie podprogramu kodami A, B, C

Jeśli adresy A, B, C zostały określone jako funkcje pomocnicze (1493 A.MISCEL=1, 1496 B.MISCEL=1 lub 1499 C.MISCEL=1) i ustawione parametry A(9030)=1, lub B(9031)=1, lub C(9032)=1, wartości A, B lub C wpisane w programie nie będą przekazane do PLC lecz wywołają podprogramy O9030, O9031, O9032.

Teraz w bloku

Gg Xx Yy **Bb**

odpowiadającym blokom:

#196=b

Gg Xx Yy M98 P9031

Wartości przypisane do adresów **A, B, C** będzie przekazana do wspólnych zmiennych **#195, #196, and #197**.

Jeśli odniesienie jest wykonywane ponownie do tych samych w podprogramie rozpoczętym kodami A,B,C to podprogram nie będzie wywołany ponownie ale wartość adresów będzie przekazana do PLC.

Jeśli w podprogramie wywoła się kodami G, M, S, T,
 FGMAC=0, nie umożliwi (wykonanie jako zwykłe kody M, S, ... G)
 FGMAC=1, umożliwi, generowanie nowego wywołania.

22.9 Różnice pomiędzy wywołaniem podprogramu i wywołaniem makro

- Wywołanie makro zawiera argumenty - podprogram nie.
- Wywołanie podprogramu łączy się do podprogramu po wykonaniu innymi komendami zaprogramowanymi w bloku. Wywołanie makro natomiast łączy się bez.
- Wywołanie makro zmieni poziom zmiennych lokalnych a wywołanie podprogramu nie.

22.9.1 Wywołania wielokrotne

Kolejne makro może być wywołane od poprzedniego makra. Wywołanie makra może być wykonane w czterech poziomach głębokości. W wywoływanym podprogramie maksymalna głębokość ma 8 poziomów.

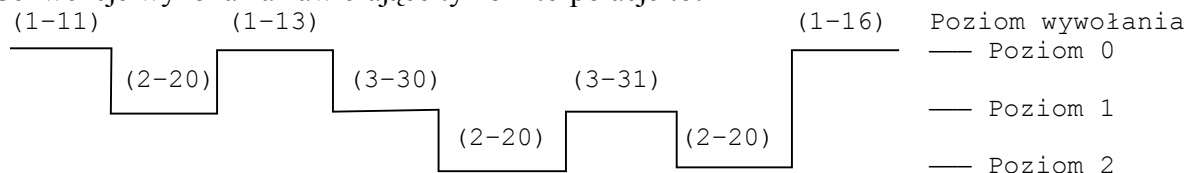
W przypadku wielokrotnego wywołania dziedziczonego makro (type G66), określone makro będzie wywołane po wykonaniu każdego bloku interpolacji:

```
%O0001
...
N10 G66 P2
N11 G1 G91 Z10      (1-11)
N12 G66 P3
N13 Z20             (1-13)
N14 G67             (kasowanie wywołania G66 P3...)
N15 G67             (kasowanie wywołania G66 P2 ...)
N16 Z-5             (1-16)
...

%O0002
N20 X4              (2-20)
N21 M99
%

%O0003
N30 Z2              (3-30)
N31 Z3              (3-31)
N32 M99
%
```

Sekwencje wykonania zawierające tylko interpolacje to:



Liczby w nawiasach są numerami programu i wykonywanego bloku.

Instrukcją G67 określoną w bloku N14 kasuje się makro wywołane w bloku N12 (O0003); a określoną w bloku N15 kasuje się makro wywołane w bloku N10 (O0002).

W przypadku wielokrotnego wywołania makro typu G66.1, pierwsze i ostatnie określone makro będzie wywołane w każdym otwieranym bloku a wtedy poprzednio określone makro będzie wywołane otwierając bloki tego makro traktując je jako argumenty.

Gdy kolejne makro jest wywołane ponownie od makra, poziom lokalnych zmiennych również zwiększy poziom makra.

program główny poziom 0	makro poziom 1 O _____	makro poziom 2 O _____	makro poziom 3 O _____	makro poziom 4 O _____
G65 P	G65 P	G65 P	G65 P	
	M99	M99	M99	M99
zmienne lokalne level 0	poziom 1	poziom 2	poziom 3	poziom 4
#1	#1	#1	#1	#1
:	:	:	:	:
#33	#33	#33	#33	#33

Kiedy pierwsze makro jest wywołane, zmienne lokalne programu głównego będą przechowane (#1 - #33) oraz zmienne lokalne w poziomie 1 wezmą na siebie wartość argumentu określonego w wywołaniu. Jeśli kolejne makro jest wywołanie z pierwszego poziomu, lokalne zmienne poziomu pierwszego będą zachowane (#1 - #33), oraz lokalne zmienne poziomu drugiego wezmą na siebie wartość argumentu określonego w wywołaniu. W przypadku wielokrotnego wywołania, lokalne zmienne poprzedniego poziomu będą zachowane oraz lokalne zmienne kolejnego poziomu zachowają wartość argumentu określonego w wywołaniu. W przypadku M99, następuje powrót z wywołanego makro do wywołanego programu, zmienne lokalne zachowane na poprzednim poziomie będą odnowione w tym samym stanie jak były przechowywane podczas wywołania.

22.10 Format makro

Format programu jest identyczny z podprogramem:

```
O(numer programu)
:
komendy
:
M99
```

Numer programu nie nic wspólnego, ale numery programu pomiędzy O9000 i O9034 są odwrócone dla wywołań specjalnych.

22.11 Zmienne języka programowania

Zmienne zamiast wartości określających wartości mogą być przypisane do adresów w programie głównym, podprogramach, makrach. Wartość może być przypisana do każdej zmiennej z dozwolonym zasięgiem. Użycie zmiennych stworzy elastyczność procedur programowania.

Odpowiednie dane mogą być parametryczne poprzez użycie wspólnych zmiennych w programie głównym i podprogramach, tak więc nie jest niezbędne napisać nowy program dla identycznych detali o różnych rozmiarach. Zamiast tego operator obsługi może zmienić nowy detal o innym rozmiarze poprzez ponowne wpisanie odpowiednich wspólnych zmiennych.

Użycie zmiennych może stworzyć makro bardziej elastyczne niż zwykły podprogram.

Argumenty nie mogą być przesłane do podprogramu, a więc można je dołączyć do makro poprzez lokalne zmienne.

22.11.1 Identyfikacja zmiennej

Użyte zmienne identyfikuje się numerami. Zmienna składa się z kodu # i numeru, np.:

#12

#138

#5106

Formuła jest także używana w odniesieniu do zmiennej - #[<formuła>]

Np.:

#[#120] oznacza że zmienna 120 zawiera liczbę zmiennej;

#[#120-4] oznacza że liczba zmiennej została osiągnięta poprzez odejmowanie 4 od liczby zmiennej.

22.11.2 Odniesienie zmiennej

Różne adresy w wyrażeniach bloku programu mogą odnosić się do wartości zmiennych i wartości numerycznych. Znak ("–") lub operator I mogą być użyte nawet w odniesieniu do zmiennych po adresie, np.:

G#102 jeśli #102=1.0, to odniesienie jest do G1

XI–#24 jeśli #24=135.342, to odniesienie odpowiada XI–135.342

– Odniesienie numeru programu O, numer bloku N poprzez zmienne nie jest dozwolony. Adres N będzie odnosił się do numeru bloku jeśli poprzedzony tylko adresem / "/" w bloku.

– Numer zmiennych nie może być zastąpiony przez zmienną, np. nie jest dozwolone ##120. Prawidłowa specyfikacja to #[#120].

– Gdy zmienna była użyta za adresem, to wartość nie może przekraczać zasięgu wartości dozwolonej dla poszczególnych adresów np. #112=5630, odniesienie M#112 stworzy wiadomość błędu.

– Gdy zmienna została użyta za adresem, to wartość będzie zaokrąglona do liczby odpowiadającej adresom, np.:

M#112 dla #112=1.23 będzie M1

M#112 dla #112=1.6 będzie M2

22.11.3 Zmienne wolne

Zmienne niezdefiniowane są wolne. Zmienna #0 jest zawsze używana do zmiennej wolnej:
#0=<wolna>

22.11.4 Format liczbowy zmiennych

Przedstawienie zmiennej wolnej, M=0, C=0

Przedstawienie zmiennej **wartości -0**, M=0, C=-128

Odniesienie zmiennej wolnej w adresie:

Gdy #1=<wolna>	Gdy #1=0
G90 X20 Y#1	G90 X20 Y#1
G90 X20	G90 X20 Y0

Wolna zmienna w instrukcji definicji:

Gdy #1=<wolna>	Gdy #1=0
#2=#1	#2=#1
#2=<wolna>	#2=0
#2=#1*3	#2=#1*3
#2=0	#2=0
#2=#1+#1	#2=#1+#1
#2=0	#2=0

Różnica pomiędzy zmienną wolną i wartością 0 w wyrażeniu warunkowym będzie:

Gdy #1=<wolna>	Gdy #1=0
#1 EQ #0	#1 EQ #0
Spełniono	Nie spełniono
#1 NE 0	#1 NE 0
Spełniono	Nie spełniono
#1 GE #0	#1 GE #0
Spełniono	Nie spełniono
#1 GT 0	#1 GT 0
Spełniono	Nie spełniono

22.12 Typy zmiennych

Typy zmiennych to lokalne, wspólne i system zmiennych.

22.12.1 Zmienne lokalne (#1 - #33)

Zmienna lokalna jest zmienną używaną lokalnie poprzez program makro. Gdy makro A wywoła B i odniesienie jest wykonywane do lokalnej zmiennej # w każdym makrze A i B, wartość lokalnej zmiennej #i na poziomie makra A nie będzie utracona i ponownie wpisywana po wywołaniu makra B pomimo tego że odniesienie zostało wykonane zarówno do # w makrze B. Zmienne lokalne zostały użyte do przekazania argumentów. Połączenia pomiędzy adresami argumentów i lokalnymi zmiennymi są zawarte w tabeli w sekcji opisującej procedurę wywołania prostego makra.(G65).

22.12.2 Wspólne zmienne (#100 - #199, #500 - #599)

W odróżnieniu od zmiennych lokalnych, zmienne wspólne są identyczne przez cały program. Jeśli odpowiednio #i zostało użyte w makro i została przypisana wartość do tego, #i będzie mieć tą samą wartość w kolejnym makro dotąd aż będzie wpisana ponownie. Wspólne zmienne mogą być użyte całkowicie dowolnie w systemie.

Wspólne zmienne od #100 do #199 będą skasowane wylączeniu maszyny.

Zmienne makro #500 - #599 tworzy się poprzez parametry *WRPROT1* i *WRPROT2*. Pierwszy i ostatni element bloku dla bezpieczeństwa będzie wpisany do *WRPROT1* i *WRPROT2*. Np. gdy zmienne #530 - #540 mają być chronione to parametry muszą być ustawione *WRPROT1*=530 i *WRPROT2*=540.

22.12.3 System zmiennych

System zmiennych dostarcza informacji o stanie systemu.

Sygnały danych wejściowych interfejsu- #1000–#1015, #1032

Może być określonych 16 sygnałów wejściowych, jeden po drugim, poprzez czytanie zmiennych systemu #1000 - #1015.

Nazwa zmiennych systemowych	Dane wejściowe interfejsu w odniesieniu do programu PLC
#1000	I [CONST+000]
#1001	I [CONST+001]
#1002	I [CONST+002]
#1003	I [CONST+003]
#1004	I [CONST+004]
#1005	I [CONST+005]
#1006	I [CONST+006]
#1007	I [CONST+007]
#1008	I [CONST+010]
#1009	I [CONST+011]
#1010	I [CONST+012]
#1011	I [CONST+013]
#1012	I [CONST+014]
#1013	I [CONST+015]
#1014	I [CONST+016]
#1015	I [CONST+017]

gdzie parametr to $CONST = I_LINE * 10 + I_LINE$.

Wartości powyższych zmiennych to

0= gdy kontakt w danych wejściowych jest otwarty,

1= gdy kontakt w danych wejściowych jest zamknięty.

16 powyższych danych wejściowych może być czytanych jednocześnie w zmiennej #1032.
W zależności od przypisanych zmiennych wartość będzie

$$\#1032 = \sum_{i=0}^{15} \# [1000+i] * 2^i$$

W 24V wykorzystanych do danych wejściowych #1002 i #1010, reszta danych wejściowych jest otwarta, wartość zmiennej #1032 będzie

$$\#1032 = 1 * 2^2 + 1 * 2^{10} = 1028$$

Sygnały danych wyjściowych interfejsu - #1100–#1115, #1132

16 sygnałów danych wyjściowych interfejsu może być wydanych, jeden po drugim, poprzez przypisanie wartości zmiennych #1100 - #1115.

Nazwa systemu zmiennych Dane wejściowe interfejsu w odniesieniu do programu PLC

#1100	Y [CONST+000]
#1101	Y [CONST+001]
#1102	Y [CONST+002]
#1103	Y [CONST+003]
#1104	Y [CONST+004]
#1105	Y [CONST+005]
#1106	Y [CONST+006]
#1107	Y [CONST+007]
#1108	Y [CONST+010]
#1109	Y [CONST+011]
#1110	Y [CONST+012]
#1111	Y [CONST+013]
#1112	Y [CONST+014]
#1113	Y [CONST+015]
#1114	Y [CONST+016]
#1115	Y [CONST+017]

gdzie parametr to $CONST = O_LINE * 10$ and O_LINE .

Wartości powyższych zmiennych to

0= kontakt w danych wyjściowych jest otwarty,

1= kontakt w danych wyjściowych jest zamknięty.

16 powyższych danych wyjściowych może być wydanych jednocześnie poprzez zmienną #1132. W zależności od zmiennych systemu przypisanych do pojedynczej danej wyjściowej, dane wyjściowe będą

$$\#1132 = \sum_{i=0}^{15} \# [1100+i] * 2^i$$

W danych wyjściowych #1102 i #1109, reszta danych wyjściowych będzie wyłączona, zmienna #1132 musi być wartością wyjściową

$$\#1132 = 1 * 2^2 + 1 * 2^9 = 516$$

Wartości korekcji narzędzia - #10001 - #13999

Korekcja wartości narzędzia może być czytana od zmiennych #10001- #13999.

Nr. Korekcji	H		D	
	<i>geometria</i>	<i>zużycie</i>	<i>geometria</i>	<i>zużycie</i>
1	#10001	#11001	#12001	#13001
2	#10002	#11002	#12002	#13002
:	:	:	:	:
999	#10999	#11999	#12999	#13999

Offset punktu zero - #5201 - #5328

Punkt zerowy offsetu może być czytany zmiennymi #5201 - #5328

Nr. zmiennej	wartość zmiennej	detal systemu współrzędnych
#5201	wspólny punkt zero offsetu detalu, oś 1	wspólne dla wszystkich systemów współrzędnych
#5202	wspólny punkt zero offsetu detalu, oś 2	
:		
#5206	wspólny punkt zero offsetu detalu, oś 6	
#5221	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 1	G54
#5222	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 2	
:		
#5228	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 8	
#5241	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 1	G55
#5242	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 2	
:		
#5248	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 8	
#5261	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 1	G56
#5262	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 2	
:		
#5268	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 8	
#5281	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 1	G57
#5282	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 2	
:		
#5288	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 8	
#5301	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 1	G58
#5302	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 2	
:		
#5308	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 8	
#5321	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 1	G59
#5322	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 2	
:		
#5368	wartość offsetu punktu zero detalu, oś 8	

Numer osi odnosi się do fizycznej liczby. Stosunek pomiędzy liczbą i nazwą osi będzie określał producent maszyny. poprzez parametry w grupie *AXIS*. Zazwyczaj osie 1, 2 i 3 są przypisane do adresów X, Y i Z.

Alarm - #3000

Poprzez

#3000=nnn(ALARM),

numeryczna wiadomość błędu (nnn = max., trzy cyfry dziesiętne) Wiadomość nie jest dłuższa niż 25 znaków.

Jeśli makro zawiera błąd, program będzie wykonany jak w poprzednim bloku, wykonanie jest wstrzymane a kod i wiadomość błędu pojawi się na ekranie.

Czas w milisekundach- #3001

Wartość zmiennej #3001 może być czytana i pisana.

Przerwa czasu pomiędzy dwoma czasami stałymi może być mierzona w milisekundach z dokładnością 20 ms. Licznik #3001 oznacza przepływ 65536. Wartość zmiennej #3001 rozpocznie od zera podczas włączenia i będzie liczyć do góry. Liczenie będzie wykonywane tak długo jak będzie włączone sterowanie.

Główny licznik czasu - #3002

Wartość zmiennej #3002 może być czytana i pisana.

Przerwa czasu pomiędzy dwoma czasami stałymi może być mierzona w minutach, z dokładnością 20 ms.

W czasie włączenia, wartość zmiennej #3002 rozpocznie na poziomie wyłączenia i będzie liczyć do góry.

Liczenie odbywa się dotąd aż pali się światelko START. Jest to umieszczone w parametrze pamięci CUTTING2.

Wstrzymanie wykonywania blok/blok - #3003

Gdy #3003=1, sterowanie nie zatrzyma wykonania bloku dotąd aż zmienna przyjmie wartość 0.

Wartość zmiennej po wyłączeniu lub zresetowaniu programu jest 0,

#3003 wykonanie blok/blok

0 = nie wstrzymano

1 = wstrzymano

Wstrzymanie posuwu całkowitego - #3004

Posuw wstrzymuje się po naciśnięciu przycisku stop.

Kiedy posuw całkowity jest wstrzymany, ruch całkowity bierze wartość 100% dopóki wstrzymanie jest wydane.

Wartość zmiennej jest 0 po włączeniu lub resecie programu do początku.

#3004	Dokładny stop	Posuw całkowity	Zatrzymanie posuwu
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

0 = funkcja jest aktualna

1 = funkcja jest wstrzymana

Zatrzymanie z komunikatem - #3006

W wyniku przypisanej wartości do
#3006=nnn(MESSAGE)

wykonywanie programu jest wstrzymane, wiadomość w nawiasach i kod 5nnn będzie wyświetlony na ekranie. Kod jest sumą liczb określonych zmienną i 5000. Jeśli nie określono liczby, kod 5000 może być wyświetlony jeśli nie określono tekstu w polu wiadomości. Wiadomość nie może być dłuższa niż 25 znaków.

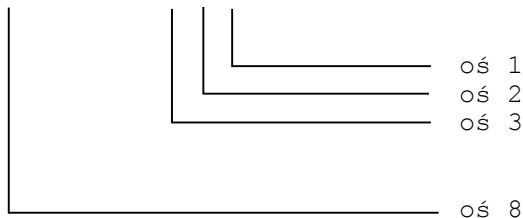
Stan odbicia lustrzanego - #3007

Poprzez zmienną #3007, operator może ustawić poszczególne osie, na których zapisane są odbicia lustrzane.

Ta zmienna może być czytana tylko raz.

Wartość zmiennej jest interpretowana w terminie binarnym następująco:

1 1 1 1 1 1
5 4 3 2 1 0 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0



Bity mają następujące znaczenie:

0 = brak odbicia lustrzanego

1 = odbicie lustrzane

Np. wartość zmiennej jest 5, odbicie lustrzane jest na osiach 1 i 3. Numer osi odnosi się do fizycznej liczby danej osi.

Liczba obrabianych części, liczba części do obrabiania - #3901, #3902

Liczba obrabianych części zebrana jest przez sterowanie w liczniku #3901. Zawartość licznika będzie dziedziczona przez I po wykonaniu każdej funkcji M02, M30 lub wybraniu funkcji M w parametrze *PRTCNTM*. Jak tylko liczba obrabianych części stanie się równa z wymaganą liczbą części (licznik #3902), NC mówi PLC o zwiększeniu.

Liczba obrabianych części #3901

Liczba części do obrabiania #3902

Liczniki #3901 i #3902 zostały zlokalizowane w parametrach *PRTTOTAL* i *PRTREORD*.

Informacje dziedziczone - #4001 - #4130, #4201 - #4330

Wartości modalne aktualna w poprzednim bloku może być określona poprzez zmienne systemu #4001 - #4130.

Komendy dziedziczone aktualne w bloku wykonywanym mogą być ustalone poprzez zmienne #4201 - 4330.

zmienne systemu	informacje dziedziczone poprzedniego bloku	zmienne systemu	informacje dziedziczone bloku wykonywanego
#4001		#4201	G kod, grupa 1
:	G kod, grupa 1	:	:
#4020	:	#4220	G kod, grupa 20
#4101	G kod, grupa 20	#4301	kod A
#4102	kod A	#4302	kod B
#4103	kod B	#4303	kod C
#4107	kod C	#4307	kod D
#4108	kod D	#4308	kod E
#4109	kod E	#4309	kod F
#4111	kod F	#4311	kod H
#4113	kod H	#4313	kod M wprowadza
#4114	kod M wprowadza	#4314	pierwszy blok
#4115	pierwszy numer	#4315	numer, N
#4119	bloku, N	#4319	numer programu, O
#4120	numer programu, O	#4320	kod S
	kod S		kod T
	kod T		

Informacje pozycjonowania - #5001 - #5108**Pozycjonowanie na końcu bloku**

zmienne systemu	informacje pozycji	czytanie podczas ruchu
#5001	współrzędne końca bloku osi 1	
#5002	współrzędne końca bloku osi 2	
:		możliwe
#5008	współrzędne końca bloku osi 8	

Zmienne współrzędne końca bloku będą wprowadzone

- w systemie bieżących współrzędnych pracy
- z braniem pod uwagę współrzędnych offsetu
- we współrzędnych prostokątnych
- z opuszczeniem wszystkich korekcji (długość, promień, offset narzędzia)

Natychmiastowe pozycjonowanie w układzie współrzędnych maszyny

zmienna systemu	informacja o pozycjonowaniu	wprowadzenie podczas ruchu
#5021	natychmiastowe współrzędne osi 1 (G53)	
#5022	natychmiastowe współrzędne osi 2 (G53)	
:		nie możliwe
#5028	natychmiastowe współrzędne osi 8 (G53)	

Natychmiastowe pozycjonowanie (G53) będzie wprowadzone zmiennymi

- w układzie współrzędnych maszyny
- ze wszystkimi korekcjami (długość, promień, offset narzędzia) .

Natychmiastowe pozycjonowanie w układzie współrzędnych pracy

zmienne systemu	informacja o pozycjonowaniu	wprowadzenie podczas ruchu
#5041	natychmiastowe współrzędne osi 1	
#5042	natychmiastowe współrzędne osi 2	
:		nie możliwe
#5048	natychmiastowe współrzędne osi 8	

Natychmiastowe współrzędne będą wprowadzone zmiennymi

- w bieżącym systemie współrzędnych pracy
- biorącymi pod uwagę współrzędne offsetu
- we współrzędnych prostokątnych
- ze wszystkimi korekcjami (długość, promień, offset narzędzia).

Pominięcie sygnału pozycjonowania

zmienne systemu	Informacja o pozycjonowaniu	wprowadzenie podczas ruchu
#5061	Sygnał skoku współrzędnych osi 1 (G31)	
#5062	Sygnał skoku współrzędnych osi 2 (G31)	
:		możliwe
#5068	Sygnał skoku współrzędnych osi 8 (G31)	

Pozycjonowanie w którym sygnał skoku nadszedł w bloku G31 będzie wprowadzone zmienną

- w układzie współrzędnych pracy
- biorąc pod uwagę współrzędne offsetu
- we współrzędnych prostokątnych
- ze wszystkimi korekcjami (długość, promień, offset narzędzia) .

Gdy sygnał skoku nie nadejdzie, powyższe zmienne wezmą pozycję punktu końca w bloku G31.

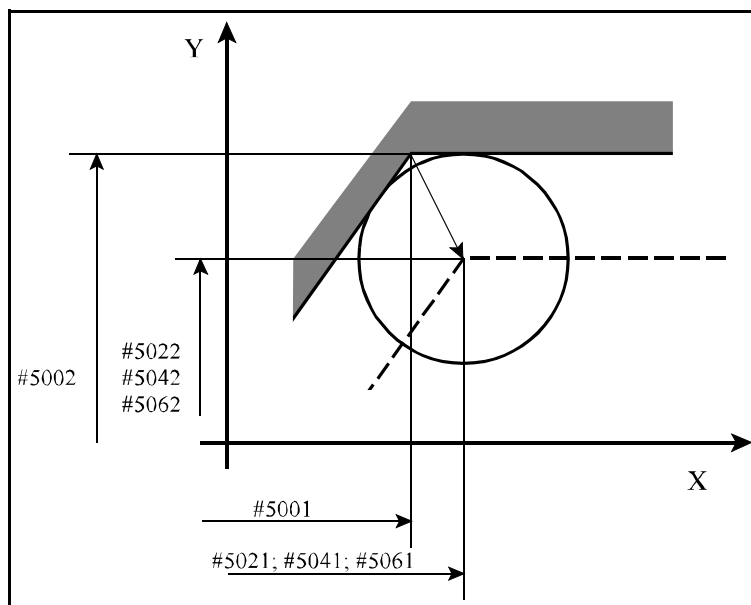


Fig. 22.12.3-1

Korekcja długości narzędziazmienne
systemu

Informacja o pozycjonowaniu

wprowadzenie podczas
ruchu

#5081

długość korekcji na osi 1

#5082

długość korekcji na osi 2

:

nie możliwe

#5088

długość korekcji na osi 8

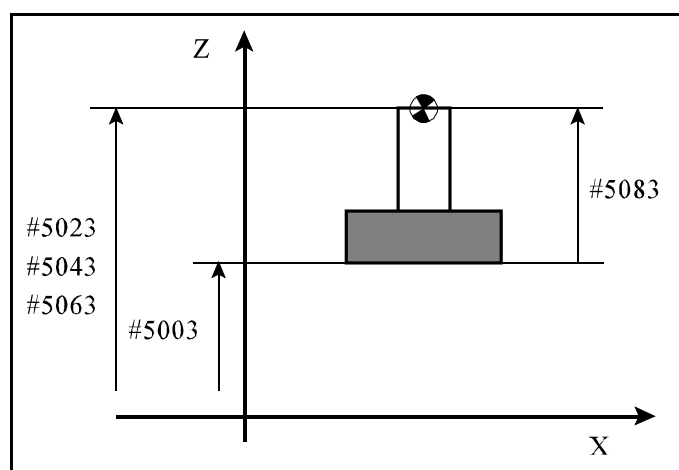


Fig. 22.12.3-2

Opóźnienie servo

zmienne systemu	Informacja o pozycjonowaniu	wprowadzenie podczas ruchu
#5101	Opóźnienie servo w osi 1	
#5102	Opóźnienie servo w osi 2	
:		
#5108	Opóźnienie servo w osi 8	nie możliwe

Servo jest wartością podaną w milimetrach.

22.13 Instrukcja języka programowania

Wyrażenie

$\#i = \langle \text{formuła} \rangle$

jest używane do opisu różnych instrukcji.. Wyrażenie $\langle \text{formuła} \rangle$ zawiera operacje arytmetyczne funkcje, zmienne lub stałe.

Ogólnie odnosi się do zmiennych $\#j$ i $\#k$ w $\langle \text{formule} \rangle$.

Nie jest możliwe dla $\langle \text{formuły} \rangle$ być po prawej stronie definicji instrukcji, różne adresy w bloku NC mogą także brać formułę zamiast określonej wartości numerycznej lub zmiennej.

22.13.1 Definicje, zastąpienie: $\#i = \#j$

Kod instrukcji jest. =.

Rezultatem instrukcji, zmienną $\#i$ która weźmie wartość zmiennej $\#j$, np. Wartość zmiennej $\#j$ będzie wprowadzona zmienną $\#i$.

22.13.2 Operacje arytmetyczne i funkcje***Operacje pojedyncze*****Operacje pojedyncze minus: $\#i = - \#j$**

Kod operacji jest -.

W wyniku operacji, zmienna $\#i$ będzie miała wartość identyczną ze zmienną $\#j$ w wartości całkowitej ale z przeciwnym znakiem.

Arytmetyczne przeczenie: $\#i = \text{NIE } \#j$

Kod operacji to NIE

W wyniku operacji zmienna $\#j$ jest konwertowana najpierw na 32-bitowy numer. Gdy konwertowany numer nie jest przedstawiony 32-bitami, pojawi się wiadomość błędu 3091 *ERRONEOUS OPERATION WITH*. Wartość ustalonego punktu będzie przeczeniem bitu przez bit I tym sposobem stworzona liczba będzie przekonwertowana na punkt przepływu I będzie podana zmienną $\#i$.

Dodatkowe operacje arytmetyczne**Dodatkowo: $\#i = \#j + \#k$**

Kod operacji jest +.

W wyniku operacji, zmienna $\#i$ weźmie sumę wartości zmiennych $\#j$ i $\#k$.

Odejmowanie: $\#i = \#j - \#k$

Kod operacji jest -.

W wyniku operacji zmienna $\#i$ weźmie różnicę wartości zmiennych $\#j$ i $\#k$.

Logiczna suma: $\#i = \#j$ albo $\#k$

Kod operacji jest **OR**.(albo)

W wyniku operacji suma zmiennych $\#j$ i $\#k$ będzie wprowadzona zmienną $\#i$ w każdym z 32 bitów. Kiedykolwiek będzie znalezione 0 w każdej z identycznej wartości bitowych dwóch liczb to 0 będzie reprezentowane przez tą wartość bitową w wyniku.

Wylącznie lub : $\#i = \#j$ XOR $\#k$

Kod operacji **XOR**.

W wyniku operacji zmienne $\#j$ i $\#k$ będą dodane razem w każdym z 32 bitów w zmiennej $\#i$ w ten sposób że 0 będzie wartością bitową w wyniku identycznych wartości liczbowych znalezionych w identycznej pozycji bitowej.

Wielokrotność operacji arytmetycznych.

Wielokrotność: $\#i = \#j * \#k$

Kod operacji jest *****.

W wyniku operacji, zmienna $\#i$ weźmie stworzenie wartości zmiennych $\#j$ i $\#k$.

Oddzielenie : $\#i = \#j / \#k$

Kod operacji jest **/**.

W wyniku operacji zmienna $\#i$ weźmie sumę zmiennych $\#j$ i $\#k$. Wartość $\#k$ nie może być 0 bo w przeciwnym wypadku sterowanie pokaże błąd *3092 DIVISION BY 0 #*.

Upomnienie : $\#i = \#j \text{ MOD } \#k$

Kod operacji jest **MOD**.

W wyniku operacji zmienna $\#i$ weźmie upomnienie sumach zmiennych $\#j$ i $\#k$. Wartość $\#k$ nie może być 0 bo sterowanie pokaże błąd *3092 DIVISION BY 0 #*.

Np.: w $\#120 = 27 \text{ MOD } 4$, wartość zmiennej $\#120$ będzie 3.

Wynik logiczny, i- $\#i = \#j \text{ AND } \#k$

Kod operacji **AND**.

W wyniku operacji wynik logiczny zmiennych $\#j$ i $\#k$ będzie wprowadzony w każdym z 23 bitów zmienną $\#i$. Kiedykolwiek 1 jest znalezione na każdej z identycznych pozycji bitowych 2 cyfr, wynikiem będzie 1, a w innym wypadku 0.

Funkcje

Kwadrat: $\#i = \text{SQRT } \#j$

Kod operacji jest **SQRT**.

W wyniku operacji zmienne $\#i$ wezmą kwadrat zmiennej $\#j$.

Sinus: $\#i = \text{SIN } \#j$

Kod operacji jest **SIN**.

W wyniku operacji, zmienna $\#i$ będzie sinusem zmiennej $\#j$. Wartość $\#j$ jest w stopniach.

Kosinus: $\#i = \text{COS } \#j$

Kod operacji jest **COS**.

W wyniku operacji, zmienna $\#i$ weźmie kosinus zmiennej $\#j$. Wartość w stopniach

Tangent: $\#i = \text{TAN } \#j$

Kod operacji jest **TAN**.

W wyniku operacji, zmiennej $\#i$ weźmie tangent zmiennej $\#j$. Wartość w stopniach.

Sinus Łuku: $\#i = \text{ASIN } \#j$

Kod operacji jest **ASIN**.

W wyniku operacji, zmienna #i weźmie sinus łuku zmienną #j w stopniach .

Kosinus Łuku: #i = ACOS #j

Kod operacji jest **ACOS**.

W wyniku operacji, zmienna #i weźmie kosinus łuku zmienną #j w stopniach.

Tangent Łuku - #i = ATAN #j

Kod jest **ATAN**.

Zmienna, #i weźmie tangent łuku zmienną #j w stopniach.

Wykładnik potęgowy z bazą E: #i = EXP #j

Kod jest **EXP**.

Zmienna #i weźmie wielokrotność #j z liczbą naturalną (e).

Logarytm naturalny: #i = LN #j

Kod jest **LN**.

Zmienna, #i weźmie logarytm naturalny liczby #j. Wartość #j nie może być zerowa lub ujemna.

Wartość całkowita: #i = ABS #j

Kod jest **ABS**.

Zmienna, #i weźmie wartość całkowitą zmiennej #j.

Konwersja binarna na binarny kod dziesiętny: #i = BCD #j

Kod jest **BCD**.

Zmienna #i weźmie wartość BCD zmiennej #j. Zasięg wartości zmiennej #j jest 0 do 99999999.

Konwersja z binarnego kodu dziesiętnego na binarny: #i = BIN #j

Kod jest **BIN**.

Zmienna #i weźmie wartość binarną zmiennej #j. Zasięg wartości zmiennej #j jest 0 do 99999999.

Odsunięcie ułamka mniej niż 1: #i = FIX #j

Kod jest **FIX**.

Operacja odsunie ułamek zmiennej #j, i ta wartość będzie zmienna #i.

Np.:

#130 = FIX 4.8 = 4
#131 = FIX -6.7 = -6

Dodanie jednego do ułamka mniejszego od 1: #i = FUP #j

Kod jest **FUP**

Operacja odsunie ułamek zmiennej #j, i doda 1 do #j w wartości całkowitej..

Np.:

#130 = FUP 12.1 = 13
#131 = FUP -7.3 = -8

Operacje arytmetyczne - sekwencje wykonania

Powyższe operacje mogą być kombinowane. Sekwencja wykonywania operacji jest funkcją powielania operacji.

Np,

```
#110 = #111 + #112 * COS #113
          1
          2
          3
```

Sekwencja operacji

Modyfikacje sekwencji wykonania

Sekwencje wykonywanych operacji mogą być modyfikowane poprzez użycie nawiasów. Nawiasy mogą być w 5 poziomach. Jeśli głębokość przekroczy 5 poziomów sterowanie pokaże błąd *3064 BAD MACRO STATEMENT*.

Np. nawiasy w 3 poziomach:

```
#120 = COS [ [ [#121 - #122] * #123 + #125] * #126]
          1
          2
          3
          4
          5
```

22.13.3 Operacje logiczne

Język programowania użyty do operacji:

równy do	#i EQ #j
nierówny do	#i NE #j
wiekszy niż	#i GT #j
mniejszy niż	#i LT #j
wiekszy lub równy	#i GE #j
mniejszy lub równy	#i LE #j

Zmienne obydwu stron operacji logicznych mogą być także zastąpione przez formułę. Powyższe wyrażenia mogą być użyte w instrukcji iteracji IF (jeśli)lub WHILE.(podczas),

22.13.4 Odchylka bezwarunkowa: GOTO_n

W wyniku instrukcji **GOTO_n**, wykonanie programu będzie bez warunkowe w bloku tego samego programu z numerem sekwencyjnym. Numer sekwencyjny może być zastąpiony przez zmienną lub formułę. Numer bloku gdzie jest robiony skok instrukcją GOTO musi być na początku bloku. W przeciwnym razie sterowanie pokaże wiadomość błędu. *3070 NOT EXISTING BLOCK NO. P*.

22.13.5 Odchylenie warunkowe: IF(jeśli)[<wyrażenie warunkowe>] GOTO_n

Jeśli [<wyrażenie warunkowe>], jest umieszczone pomiędzy nawiasami wykonanie programu będzie w bloku tego samego programu z sekwencyjnym numerem N.

Jeśli If [<wyrażenie warunkowe>], nie jest satysfakcjonujące wykonanie programu będzie w innym bloku.

Wiadomość *3091ERRONEOUS OPERATION WITH #* pojawi się gdy If nie będzie poprzedzone wyrażeniem warunkowym. Jeśli wyrażenie warunkowe zawiera błąd składni to pojawi się wiadomość o błędzie *3064 BAD MACRO STATEMENT*.

22.13.6 Wyrażenie warunkowe : IF(jeśli)[<wyrażenie warunkowe>] - THEN(wtedy)

Jeśli [<wyrażenie warunkowe>], jest dobre instrukcja THEN będzie wykonana.

Jeśli [<wyrażenie warunkowe>], jest złe to wykonanie będzie w innym bloku.

Słowo THEN może być pominięte, instrukcja.

IF(jeśli)[<wyrażenie warunkowe>] będzie tak samo wykonywane

22.13.7 Iteracja: WHILE (podczas)[<wyrażenie warunkowe>] Dom ... ENDm

Tak długo jak [<wyrażenie warunkowe>] jest aktualne bloki do DOm do bloku ENDm będą wykonywane powtarzając się. W instrukcji sterowanie czy warunek został spełniony jeśli tak szczegóły programu pomiędzy DOm i ENDm będą wykonywane. W wyniku instrukcji ENDm, program ponownie sprawdzi warunek WHILE .

Jeśli nie [<wyrażenie warunkowe>] jest satysfakcjonujące wykonanie programu będzie w bloku za ENDm.

Jeśli WHILE [<wyrażenie warunkowe>] zostało pominięte, np. Cykl został opisany instrukcją DOm ... ENDm, szczegóły programu pomiędzy DOm i ENDm będą wykonywane w nie zdefiniowanym okresie czasu.

Możliwe wartości m to 1 2 3 . Jeśli określi się inną wartość to pokaże się wiadomość błędu *3091ERRONEOUS OPERATION WITH #*. Wiadomość błędu *3091ERRONEOUS OPERATION WITH #* pojawi się gdy WHILE nie będzie poprzedzone wyrażeniem warunkowym. Wiadomość błędu *3064 BAD MACRO STATEMENT* pojawi się podczas błędu składni .

Zasady organizacji cyklu:

– Instrukcja Dom musi być określona przed ENDm.

```

:
END1
:
:          Błąd (ERROR 72)
:
DO1

```

– Instrukcje DOm i ENDm muszą być w parze.

```

:
DO1
:
DO1          Błąd
:
END1
:

or

:
DO1
:
END1          Błąd
:
END1
:

```

– Szczególny numer identyfikacyjny może być użyty kilka razy.

```

:
DO1
:
END1
:
:           Dobrze
:
DO1
:
END1
:

```

– Pary DOm ... ENDm mogą być po sobie w trzech poziomach.

```

:
DO1
:
DO2
:
DO3
:
:           Dobrze
:
END3
:
END2
:
END1
:

```

–Pary DOm ... ENDm nie mogą zachodzić na siebie.

```

:
DO1
:
DO2
:
:           Błąd
:
END1
:
END2

```

– Odchyłka może być zrobiona na zewnątrz cyklu.

```

:
DO1
:
GOTO150
:
:           Dobrze
:
END1
:
N150
:

```

– Zabronione jest wejście do cyklu z zewnątrz.

```
:
GOTO150
:
DO1
:
:
:
N150
:
END1
:
```

Błąd

or

```
:
DO1
:
N150
:
:
:
END1
:
GOTO150
:
```

Błąd

– Pod program lub makro mogą być wywołane ze środka cyklu. Cykle w środku pod programu lub makro mogą być ponownie umieszczone na 3 poziomach.

```
:
DO1
:
M98...
:
G65...
:
G66..
:
G67...
:
END1
:
```

Dobrze

Dobrze

Dobrze

Dobrze

22.13.8 Komenda danych wyjściowych

Sterowanie rozpozna następujące komendy danych wyjściowych:

POPEN	obszar zewnętrzny otwarty
BPRNT	dane binarne, drukowanie
DPRNT	dane dziesiętne ,drukowanie
PCLOS	obszar zewnętrzny zamknięty

Otwieranie obszaru - POPENn

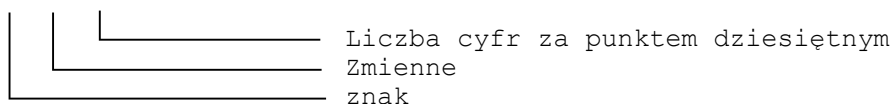
Przed wydaniem komendy danych wyjściowych odpowiednie obszary muszą być otwarte. Poprzez które dane wyjściowe są wykonywane. Odpowiedni obszar zewnętrzny jest wybrany numerem N

n = 1 interfejs RS–232C

n = 31 pamięć sterowania

Dane wyjściowe binarne- BPRNT[...]

BPRNT[a #b [c] ...]



Komenda wysyła znaki kodami ISO albo ASCII. Zmienne będą danymi wyjściowymi w formie binarnej.

– Znaki są danymi wyjściowymi w kodach ISO albo ASCII. Są to znaki alfabetu, cyfry, znaki specjalne.

– Wartości zmiennych będą danymi wyjściowymi w sterowaniu 4 bitach.

– Wolne zmienne będą danymi wyjściowymi z kodem binarnym 00000000h.

– Na końcu danych wyjściowych musi być znak **LineFeed** .

Np.:

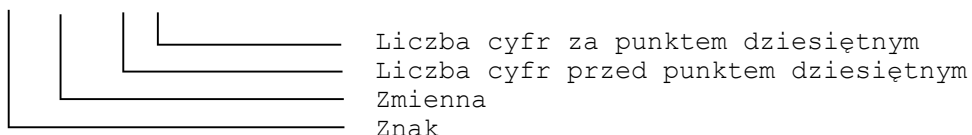
```
BPRNT [ C*/ X#110 [3] Y#120 [3] M#112 [0] ]
#110=318.49362      318494=0004DC1Eh
#120=0.723415       723=000002D3h
#112=23.9           24=00000018h
```

Znaki danych wyjściowych

7	6	5	4	3	2	1	0	
1	1	0	0	0	0	1	1	--- C
1	0	1	0	0	0	0	0	--- Spacja
1	0	1	0	1	1	1	1	--- /
1	1	0	1	1	0	0	0	--- X
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	1	0	0	--- 04
1	1	0	1	1	1	0	0	--- DC
0	0	0	1	1	1	1	0	--- 1E
0	1	0	1	1	0	0	1	--- Y
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	1	0	--- 02
1	1	0	1	0	0	1	1	--- D3
0	1	0	0	1	1	0	1	--- M
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	0	0	0	0	0	--- 00
0	0	0	1	1	0	0	0	--- 18
0	0	0	0	1	0	1	0	--- posuw liniowy

Dane wyjściowe dziesiętne- DPRNT[...]

DPRNT[a #b [c d] ...]



Wszystkie znaki cyfry będą danymi wyjściowymi w kodzie ISO lub ASCII .

- Dla zasad znaków danych wyjściowych należy sprawdzić w instrukcji **BPRNT**.
- Dla zmiennych wartości danych wyjściowych liczba ułamków musi być określona w której zmiennej należy to umieścić. Cyfry muszą być określone w nawiasach. Warunek $0 < c + d < 9$ musi być spełniony dla specyfikacji cyfr. W danych wyjściowych znak ujemny - i punkt dziesiętny musi być także z kodem ISO. Jeśli parametr PRNT=1, the + znak plusa i 0 nie będą danymi wyjściowymi; jeśli punkt dziesiętny jest określony 0 zanim będzie daną wyjściową.
- Jeśli d=0, punkt dziesiętny jest daną wyjściową.
- Wolne zmienne będą wyjściowe z kodem 0.
- Na końcu danych wyjściowych sterowanie doda znak (LF).

Np.:

```
DPRNT [ X#130 [53] Y#500 [53] T#10 [2] ]
      #130=35.897421  _____ 35.897
      #500=-150.8    _____ -150.8
      #10=214.8      _____ 15
```

Dane wyjściowe z PRNT=0:

```
 7 6 5 4 3 2 1 0
-----
1 1 0 1 1 0 0 0 --- X
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
0 0 1 1 0 0 1 1 --- 3
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 1 0 1 1 1 0 --- Punkt dziesiętny (.)
1 0 1 1 1 0 0 0 --- 8
0 0 1 1 1 0 0 1 --- 9
1 0 1 1 0 1 1 1 --- 7
0 1 0 1 1 0 0 1 --- Y
0 0 1 0 1 1 0 1 --- Znak ujemny (-)
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
1 0 1 1 0 0 0 1 --- 1
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
0 0 1 0 1 1 1 0 --- Punkt dziesiętny (.)
1 0 1 1 1 0 0 0 --- 8
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
0 0 1 1 0 0 0 0 --- 0
1 1 0 1 0 1 0 0 --- T
1 0 1 0 0 0 0 0 --- Spacja
1 0 1 1 0 0 0 1 --- 1
0 0 1 1 0 1 0 1 --- 5
0 0 0 0 1 0 1 0 --- Posuw liniowy (LF)
```

Dane wyjściowe w PRNT=1:

7	6	5	4	3	2	1	0	
1	1	0	1	1	0	0	0	--- X
0	0	1	1	0	0	1	1	--- 3
0	0	1	1	0	1	0	1	--- 5
0	0	1	0	1	1	1	0	--- Punkt dziesiętny (.)
1	0	1	1	1	0	0	0	--- 8
0	0	1	1	1	0	0	1	--- 9
1	0	1	1	0	1	1	1	--- 7
0	1	0	1	1	0	0	1	--- Y
0	0	1	0	1	1	0	1	— (-) Znak ujemny
1	0	1	1	0	0	0	1	--- 1
0	0	1	1	0	1	0	1	--- 5
0	0	1	1	0	0	0	0	--- 0
0	0	1	0	1	1	1	0	--- Punkt dziesiętny (.)
1	0	1	1	1	0	0	0	--- 8
0	0	1	1	0	0	0	0	--- 0
0	0	1	1	0	0	0	0	--- 0
1	1	0	1	0	1	0	0	--- T
1	0	1	1	0	0	0	1	--- 1
0	0	1	1	0	1	0	1	--- 5
0	0	0	0	1	0	1	0	--- Posuw liniowy (LF)

Zamykanie obszarów zewnętrznych - PCLOS_n

Zamykanie obszarów zewnętrznych to komenda PCLOS_n.

Informacja:

- Sekwencja komend danych wyjściowych jest jednorazowa
- Otwieranie i zamykanie obszarów zewnętrznych może być określone w każdym punkcie programów, na początku i
- Komenda M30 lub M2 podczas procesu danych wyjściowych przerwie transfer danych.
- Parametry (liczba bitów stopu.) Obszarów zewnętrznych muszą być ustawione prawidłowo. Mogą być wybrane w grupie SERIAL pola parametrów.

22.14 Instrukcje makro i NC

Bloki makro i NC są rozróżniane w języku programowania. Bloki wpisane zwykłymi kodami G,M odnoszą się do bloków NC.

Bloki odnoszące się do instrukcji r makro:

- blok zawierający definicję zastępującą instrukcję (#i = #j)
- blok zawierający warunkową odchyłkę lub instrukcję iteracji (IF, WHILE)
- blok zawierający komendy sterowania (GOTO, DO, END)
- blok zawierający wywołania makro (G65, G66, G66.1, G67, lub kody G, lub M rozpoczynające wywołania makro).
- blok zawierający wywołanie pod programu. (M98 P albo pod program w adresach A, B, C, S, T, M)
- bloki zawierające kod zwrotu z pod programu lub makro (M99)

22.15 Wykonanie NC i instrukcji makro w czasie

Bloki makro mogą być wykonywane przez sterowanie równoległe do bloków NC. Parametr SBSTM określa wykonanie bloków makro i NC. Jeśli parametr:

=0: Bloki NC i makro są wykonywane jak w wpisanym programie.

=1: Ustalenia makro są wykonywane w przebiegu wykonywania bloków NC.

Np.:

SBSTM=0

%O1000

```

N10 #100=50
N20 #101=100
N30 G1 X#100 Y#101
N40 #100=60 (definicja po N30)
N50 #101=120 (definicja po N30)
N60 G1 X#100 Y#101

```

Komenda bloku N40 i N50 wykonana po ruchu bloku N30.

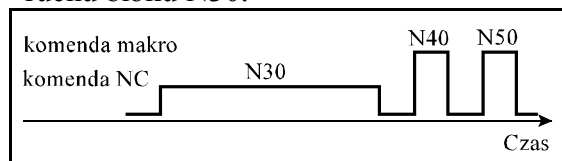


Fig. 22.15-1

SBSTM=1

%O1000

```

N10 #100=50
N20 #101=100
N30 G1 X#100 Y#101
N40 #100=60 (definicja podczas N30)
N50 #101=120 (definicja podczas N30)
N60 G1 X#100 Y#101

```

Komenda bloku N40 i N50 wykonana podczas ruchu bloku N30.

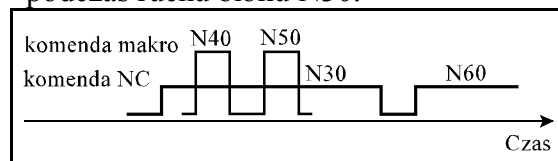


Fig. 22.15-2

☞ *Wniosek:*

- wykonywanie programu może być przerywane, podczas wykonywania bloku N30 obróbka została przerwana i ponownie restartowanie obróbki może być kontynuowane jeśli zmienne bloku N30 nie są wpisane do bloków N40, N50.

☞ *Wniosek:*

- podczas wykonywania bloku N30 obróbka została przerwana i ponowne restartowanie nie może być kontynuowane, jeśli szukany blok zaczyna się dla bloku N30 skąd zmienne bloku N30 były już wpisane do bloków N40 i N50.

22.16 Wyświetlanie makro i podprogramów w trybie automatycznym .

Bloki makra i podprogramów mogą być wyświetlane przez sterowanie w trybie automatycznym. Jeśli parametr *MD8* jest ustawiony do 0, bloki podprogramów makro numerowane 8000 to 8999 nie będą brane pod uwagę podczas wykonywania. Kiedy parametr *MD8* jest ustawiony do 1 to bloki będą brane pod uwagę.

Jeśli parametr *MD9* jest ustawiony do 0 bloki pod programów i makra numerowane 9000 do 9999 nie będą brane pod uwagę podczas wykonywania. Z parametrem *MD9* ustawionym do 1 bloki będą brane pod uwagę.

22.17 Używanie przycisku STOP podczas wykonywania instrukcji makro.

Wciśnięcie przycisku STOP wstrzymuje wykonywanie programu.

22.18 Cykl makro frezowania kieszeni

Instrukcja

G65 P9999 X Y Z I J K R F D E Q M S T

rozpocznie frezowanie kieszeni. Dla wykonania cyklu w pamięci musi być wpisany numer 09999

Przed wywołaniem cyklu narzędzie musi być ustawione nad geometrycznym środkiem kieszeni w wybranej płaszczyźnie. Na koniec cyklu musi wrócić do tego samego miejsca.

Adresy bloku mają następujące znaczenie:

X = rozmiar kieszeni w kierunku X

Y = rozmiar kieszeni w kierunku Y

Z = rozmiar kieszeni w kierunku Z

Instrukcje G17, G18, G19 określają długość, szerokość i głębokość kieszeni dla 3 współrzędnych. Np.- G17 Z będzie głębokością kieszeni, dłuższe X lub Y będzie długością kieszeni a krótsze szerokością. Wartości te muszą być wprowadzone w wartościach całkowitych dodatnich.

R = promień narożników kieszeni.

Zaokrąglenie jeśli występuje na narożnikach powinno być określone adresem R. Jeśli adres R nie został wpisany zaokrąglenia narożników będą takie jak wpisany promień narzędzia.

I = odległość bezpieczeństwa dla głębokości w przypadku G19.

J = odległość bezpieczeństwa dla głębokości G18.

K = odległość bezpieczeństwa dla głębokości G17.

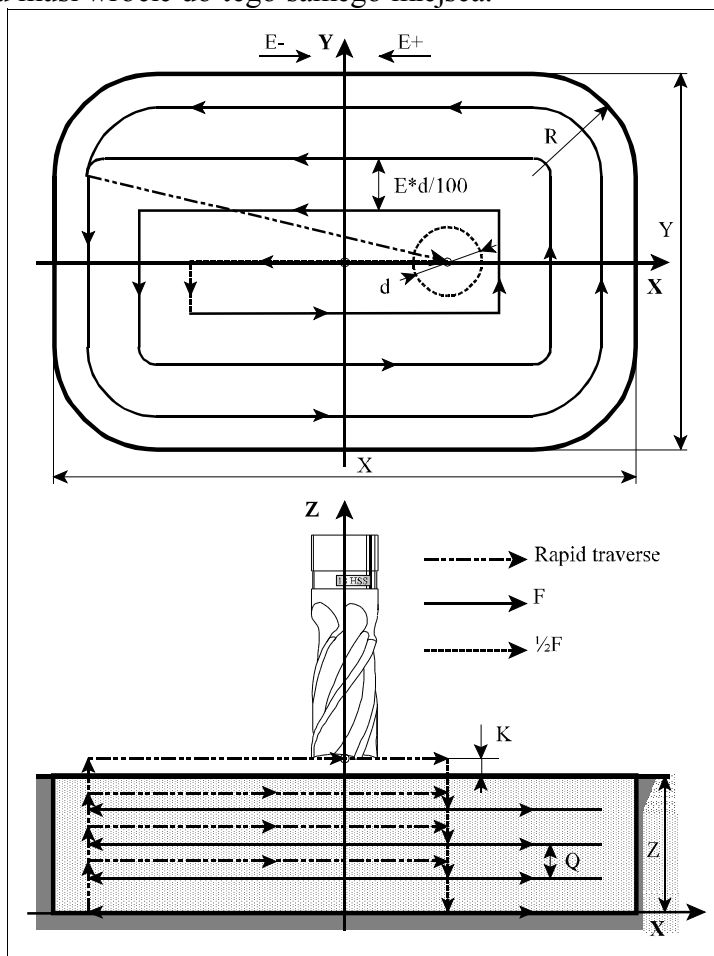


Fig. 22.18-1

W zależności od wybranej płaszczyzny przyznane bezpieczeństwo w kierunku narzędzia musi być określone w adresach

(G19), J(G18) lub K(G17) w bloku. Kiedy cykl się rozpoczął sterowanie bierze końcówkę narzędzia ulokowaną w odległości od powierzchni detalu. Kiedy kieszeń jest frezowana, jak tylko poziom materiału zmienia się to narzędzie będzie podnoszone do tej odległości że może być ustawione do początkowego punktu frezowania kolejnego poziomu..

D = adres rejestracji zawierający promień korekcji narzędzia. Liczba korekcji ramienia użyta w programie jest określana obowiązkowo w adresie D.

E = szerokość frezowania, w procentowej średnicy frezowania.

Ze znakiem + frezowanie w kierunku ruchu wskazówek zegara,

Ze znakiem - w kierunku odwrotnym

Dwa typy informacji mogą być określone w adresie E. Wartość E określa szerokość frezowania w procentach toczony średnicy. Jeśli nie zostało to określone sterowanie automatycznie weźmie

+83%. Sterowanie może modyfikować dane określone w adresie E w zależności od szerokości kieszeni. A żeby osiągnąć jednolite frezowanie na poszczególnym poziomie. Takie modyfikacje jednakże mogą być tylko redukowaniem. Znak adresu E określi kierunek frezowania. Kiedy E + jest dodatnie obróbka będzie przeprowadzana w kierunku ruchu wskazówek zegara. Jeśli E - jest ujemne obróbka będzie przeprowadzana w kierunku odwrotnym.

Q = głębokość toczenia.

Głębokość otoczenia może być określona w adresie Q w milimetrach lub calach. W zależności od głębokości kieszeni sterowanie może zmienić wartość programowaną a żeby osiągnąć jednolite toczenie. Takie modyfikacje jednakże mogą być redukcją .

F = posuw

Posuw odnoszący się do cyklu może być określony w adresie F. Jeżeli wartość F nie jest podana to zostaną znalezione wartości dziedziczone F. 50% wartości F będzie dotyczyło

- kiedy poziom zaczyna być frezowany i głębokość toczenia Q jest wykonywana
- Kiedy frezowanie kieszeni wzdłużne jest tak długie jak Q po obydwu stronach.

M S T = funkcja

Funkcja M, S, T może być określona w bloku wywołanym procedurą frezowania kieszeni, która będzie wykonana poprzez sterowanie.

Przypadek złego frezowania:

O ile szerokość kieszeni nie została określona, promień narożników kieszeni będzie brany dwa razy dla szerokości kieszeni.

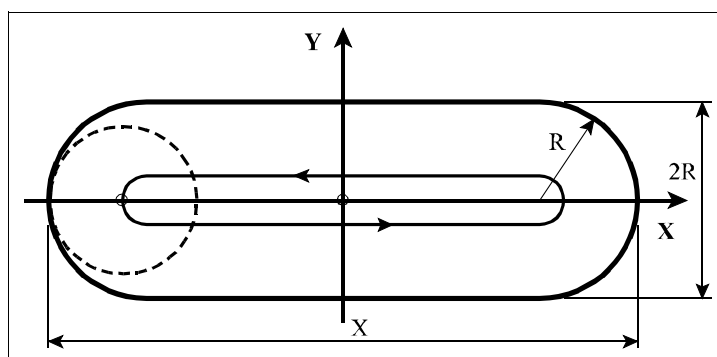


Fig. 22.18-2

O ile szerokość kieszeni i promień zaokrąglenia narożnika nie został określony, średnica narzędzia będzie brana pod uwagę dla szerokości kieszeni.

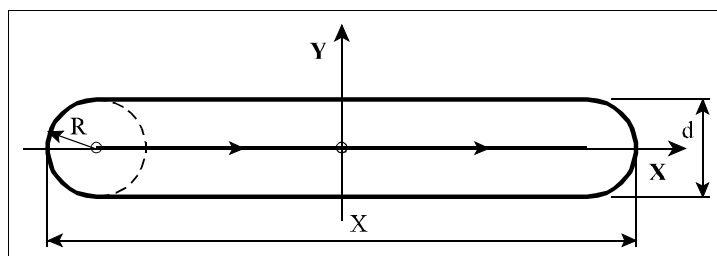


Fig. 22.18-3

Gdy żadna długość lub szerokość kieszeni nie została określona, tylko adres R został zaprogramowany to będzie frezowana okrągła kieszeń promienia R.

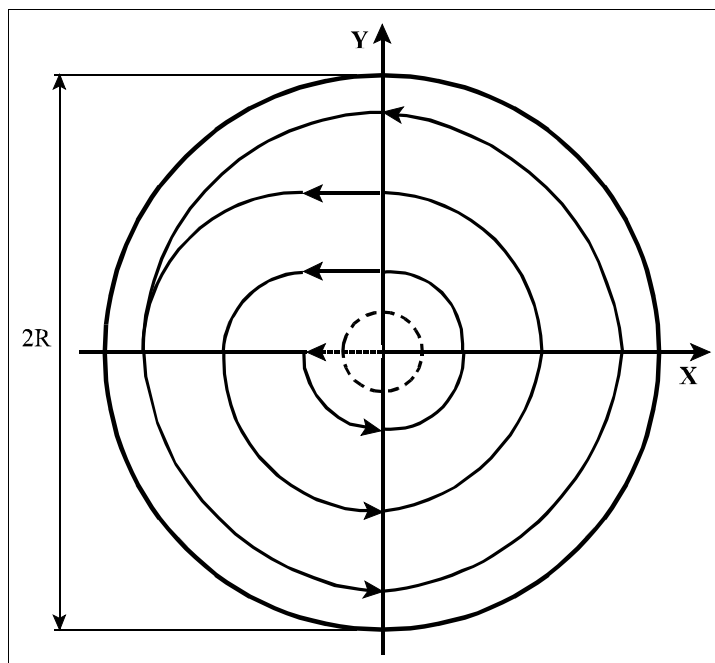


Fig. 22.18-4

Jeśli żadna długość lub szerokość lub promień nie zostały określone to cykl frezowania będzie zakłócony.

Wiadomości błędu w przebiegu frezowania kieszeni:

BŁĄD MAKRO 1 - określenie złego bloku. Możliwe przyczyny:

- Nie określona głębokość kieszeni
- Nie określony promień
- Nie określona głębokość cięcia.

BŁĄD MAKRO 2 - błąd definicji w określonym rozmiarze.

Możliwe przyczyny:

- Rozmiar określony dla długości lub szerokości kieszeni jest mniejszy dwa razy od promienia kieszeni.
- Długość lub szerokość jest mniejsza niż średnica narzędzia wywołana w adresie D.
- Wartość określona dla szerokości cięcia jest 0 lub promień narzędzia jest 0.
- Wartość głębokości cięcia jest 0, np. 0 zostało zaprogramowane w adresie Q.

#0	189
#10001–#13999	192
#1000–#1015	190
#1032	190
#1100–#1115	191
#1132	191
#195	185
#196	185
#197	185
#198	184
#199	184
#1nn	190
#3000	194
#3001	194
#3002	194
#3003	194
#3004	194
#3006	195
#3007	195
#3901	195
#3902	195
#4001–#4130	196
#4201–#4330	196
#5201–#5326	196
#5nn	190
Określenie współrzędnych absolutnych	15
Przyśpieszenie/spowalnianie	49
Łańcuch adresowy	9
Alarm	194
Łuk	52
Zmienne promienia łuku	128
Funkcje pomocnicze	96
Osie	
System inkrementalny	18
Nazwy	18
Liczby	18
System jednostek	18
Początek programu	10
Przyśpieszenie zakrzywione	50
Blok	10
Wykonanie blok po bloku	194
CHOPAX	172
CHOPRATE	172
Koło	112 , 123
kierunek	134
Zmienne promienie koła	129
Kołowość	111 , 113

interpolacja	83
Kody M	92
Korekcja	98 , 104
Długość	98-99
Promień	99
Odchyłka warunkowa	202
Zatrzymanie warunkowe	92
Osie sterowane	18
Chłodziwo	16 , 92 , 93
Dane współrzędne	42
Ograniczenie	42
Okreslenie	42
Zasięg wartości	42
Określenie współrzędnych	
Absolutnych (całkowitych)	15
Inkrementalnych (narastających)	15
Współrzędne systemu	14
Wspólne przesunięcie	80
lokalne	84
maszyny	80
Transformacje	132
Obróbka	80
Detal	193
Łuki narożników	118
Przejście porogu	52
Korekcja promienia	17
Spowolnienie w narożnikach poprzez śledzenie zmian składników posuwu	55
Spowolnienie w narożnikach poprzez śledzenie zmian punktu dziesiętnego ścieżki	54 , 42 , 205-217
Kierunek trybu przesuwu	121
Tryb DNC	11
stały dominator	131
Osie wiercenia	148
Cykle wiercenia	148
Adresy	149
Kody	149
Konfiguracja	149
Oczekiwanie	73 , 120 , 151
Koniec programu	10 , 92
Cykl nieskończony	100
Dokładne zatrzymanie	51 , 193
Posuw roboczy	12 , 193
Redukcja posuwu	53
Format	10
Pełen łuk koła	124
Pełne koło	124
Przejście dookoła ostrych narożników	130
Wyjście z zewnętrznego kąta ostrego narożnika	111-114

Ścieżka wysoko precyzyjnej obróbki	57
HSHP (wysoko precyzyjna obróbka)	38
Cal	41
System inkrementalny	17 , 41
System inkrementalny	42 , 47 , 102
Wejście	18
Wyjście	18
Określenie współrzędnych inkrementalnych	14
Punkt początkowy	155 , 157
Dane wejściowe systemu inkrementalnego	18
Kąt wewnątrz	111 , 112 , 118 , 119 , 133
Obróbka	51
W środku kąta	115
Interfejs	198 , 199
Zależności w korekcji narzędzia	130
Punkt średni	77
Interpolacja	12
Servo	206
Zero prowadzące	41
Korekcja długości	205
limit adresu L	98
limit adresu P	98 , 99
limit adresów H i D	101
Limit wartości	102
limit-koniec	
parametryka	76
Przyspieszenie liniowe	48
Operacje logiczne	210
LOWERDEAD	179
Obróbka narożników	50
Oś główna	86
płaszczyzna główna	85 , 86
Program główny	10
MAXDIST	38
MAXRATE	179
Pomiar	181
Funkcje pomiaru	181
Dane metryczne	41
Odbicie lustrzane	142
Odbicie lustrzane	140
Odbicie lustrzane	158 , 202
Odbicie	124
Funkcje dziedziczone	14 , 203
Modyfikacja korekcji narzędzia	102
MULBUF	38
Tryb wielokrotnego bufora	56
Liczbowe zmienne	196

Funkcje nie dziedziczone	15
dane wyjściowe narastające systemu	18
Jednostki danych wyjściowych miar	17
Przesuw	30 , 45 , 50 , 52 , 177 , 202
Narożnik	51
inhibit	20
Przesuw cały	185
parametr	
A(9030)	192
ACCDIST	51
ACCn	48 , 49 , 55
ACCTCn	49
ADD	182
ALADIST	183
ANG.ACCU	138
ANGLAL	131 , 134
AREA2	67
AREA3	67
AREA4	67
AXIS1	200
B(9031)	192
BKNOINT	132
C(9032)	192
CDEN	53 , 54 , 65
CDIR6	90
CHBFMOVE	186
CIRCFMIN	55 , 66
CIRCOVER	52
CLEG83	158 , 166
CODES	22 , 23 , 39 , 46 , 86 , 104
CORNANGLE	51
CORNCONTROL	65
CORNOVER	51
CRITFDIF	66
CRITFDIFn	54 , 66
CRITCAN	53 , 66
CUTTING2	201
DECDIST	51
DELTv	130
DOMCONST	136
EXTER	184
FDFORWEN	59 , 66
FDFORWRAP	60 , 66
FEED	45
FEEDCORN	53 , 66
FEEDDIF	53 , 54 , 65
FEEDHIGH	63 , 67
FEEDLIM	67

FEEDLOW	62 , 67
FEEDMAX	63
FINACCLEV	64 , 69
FINACCTC	60
FINACCTC	69
FINACCTCn	69
FINACCUR	59 , 69
FINFDIF	61 , 70
FINFDIFn	70
FINFFORW	60 , 70
FINFFORWn	70
FINISH	58 , 67
FINLEVEL	69
FINNORMACC	62 , 69
FINNORMACCn	69
FINTANACC	60 , 69
FINTANACCn	69
G(901n)	190
G31FD	181
G37FD	182
GAP	133
GEO	54 , 62 , 65
HELICALF	28
HSHP	57 , 65
HSHPCONTR	66
I_LINE	198 , 199
INDEX-C1	90
INDEX1	90 , 168
INPOS	22
INTERFER	130
LIMP2n	184
LOADOVERR	67
M(9001)	191
M(9020)	191
M-NUMB1	90
MD8	219
MD9	219
MEDACCLEV	64 , 71
MEDACCTC	60 , 71
MEDACCTCn	71
MEDACCUR	59 , 71
MEDFDIF	61 , 72
MEDFDIFn	72
MEDFFORW	60 , 72
MEDFFORWn	72
MEDIUM	58 , 68
MEDLEVEL	71

MEDNORMACC	62 , 71
MEDNORMACCn	71
MEDTANACC	60 , 71
MEDTANACCn	71
MODGEQU	190
MULBUF	21 , 49 , 56
NOFEEDR	63 , 67
O_LINE	199
ORIENT1	89 , 163 , 173 , 174
POSCHECK	22
PRNT	215
PRTCNTM	95 , 203
PRTREQRD	203
PRTTOTAL	203
RAD	102
RADDIF	26
RAPDIST	182 , 183
RAPID6	90
REFPOS	77
RETG73	158 , 161
ROUACCLEV	64 , 73
ROUACCTC	60 , 73
ROUACCTCn	73
ROUACCUR	59 , 73
ROUFDIF	61 , 74
ROUFDIFn	74
ROUFFORW	60 , 74
ROUFFORWn	74
ROUGH	58 , 68
ROULEVEL	73
ROUNORMACC	62 , 73
ROUNORMACCn	73
ROUTANACC	60 , 73
ROUTANACCn	73
S(9033)	192
SECOND	75
SELECT	58 , 67
SKIPF	181
STRKEG	184
T(9034)	192
TAPDWELL	162 , 167
TEST FEED	30
WRPROT1	197
ZAXOVEN	67
Program technologiczny	9
Płaszczyzna	85
Wybór płaszczyzny	79 , 85
Punkt R	155

Dane powrót pozycji	89
Wskazanie pozycji	83, 84
Informacja pozycji	203
Pozycja otworu	157
pozycjonowanie płaszczyzny	155
Funkcje przygotowawcze	12
Format programu	10, 195
Nazwa programu	10
Liczba programowa	10
programowanie zatrzymania	95
PROM	220
Punkt odniesienia	13, 76, 77
Wycofanie	155
Wycofanie	158
Tablica obrotowa	83
Osie obrotowe	23
RPOS	179
RS232C	11
Funkcje bezpieczeństwa	184
skalowanie	40
System inkrementalny	139
Sekwencja wykonania	96
SMOOTHEN	37, 38
Prędkość posuwu	59
Wrzeczono	15, 46, 87, 95, 96
orientacja	89
Override	30, 50
Zmiany zasięgu	95
Zatrzymanie	177, 219
Warunkowe	95
inhibit	45
programowane	95
Przełączanie	50
Stan zatrzymania	173, 175
Podprogram	10, 97, 98
podprogram	95, 125
Zmienne systemu	198
Trzy wymiarowa korekcja narzędzia	135
Zmiana narzędzia	96
Wartości korekcji narzędzia	199
Korekcja długości narzędzia	15, 121, 177
Pomiar długości narzędzia	182
Obsługa narzędzia	93
Numer narzędzia	15, 93, 95
Transformacje	138
Zasady programowania	141
Obracanie	138

transformacje	125
Odchyłka bezwarunkowa	210
Jednostki	41 , 102
jednostki miary danych wprowadzanych	17
Limit wartości	9
Zmienne	195
0 - wartość	196
Wspólna	197
Całkowita, ogólna	192
lokalna	193 - 195
Wolne	196
Zmienne	197
Lokalne	197
Wolne	196
Zmienne promienia	28
Trzymanie wektora	123
Korekcja zużycia	16
Słowo	9
Układy współrzędnych detalu	80