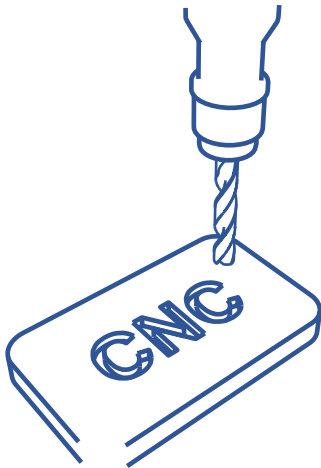


Zautomatyzowane systemy produkcyjne



Wybrane kody NC

Instrukcje pomocnicze

Instrukcje technologiczne

Instrukcje przygotowawcze

Materiały

<http://staff.uz.zgora.pl/ipajak>

<http://staff.uz.zgora.pl/gpajak>

Klasyfikacja kodów NC

Instrukcje pomocnicze (M-functions), sterują fizycznymi elementami obrabiarki:

- sterowanie przebiegiem programu i wrzecionem,
- chłodziwo,
- zmiana narzędzia,
- dodatkowe funkcje użytkownika.

Instrukcje technologiczne, ustalają parametry procesu

- prędkość obrotowa i posuw,
- wybór numeru narzędzia.

Instrukcje przygotowawcze (G-codes)

- tryby pracy,
- interpolacje,
- układy współrzędnych.

Adresy i zmienne (X, Y, Z, I, J, K, R, Q itd.)

Instrukcje pomocnicze (maszynowe)

Sterowanie przebiegiem programu i chłodziwem

Sterowanie przebiegiem programu

- M0** zatrzymanie programowe (bezwarunkowe) wykorzystywane do zatrzymania programu np. w celu zmiany zamocowania przedmiotu.
- M1** zatrzymanie warunkowe wykonywane gdy na pulpicie sterującym zostanie ustawiony przełącznik stopu warunkowego, wykorzystywane np. w celu wykonania pomiarów wybranego przedmiotu z serii.
- M2, M30** koniec programu głównego (**M30** dodatkowo przewija program na początek), program jest analizowany do linii z instrukcją **M2** lub **M30**, podprogramy mogą być definiowane w tym samym pliku, za instrukcją końca.

Chłodziwo

- M7** chłodziwo mgła/powietrze, aktywuje mgłę chłodzącą lub doprowadzenie powietrza (zależne od maszyny).
- M8** chłodziwo, włącza główny strumień chłodziwa (najczęściej używana funkcja chłodzenia).
- M9** wyłączenie chłodziwa (działa na **M7** i **M8**)

Wrzeciono, zmiana narzędzia

Wrzeciono

- M3** wrzeciono CW, uruchamia wrzeciono w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (CW), używane dla większości operacji na frezarce.
- M4** wrzeciono CCW, uruchamia wrzeciono przeciwnie do kierunku obrotu standardowego (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara – CCW), stosowane w narzędziach o specjalnej geometrii, przy wrzecionach odwróconych oraz niektórych operacjach gwintowania.
- M5** STOP wrzeciona, natychmiast zatrzymuje wrzeciono (niezależnie od kierunku).
- M19** orientacja wrzeciona do określonej pozycji (np. w cwlu wymiany narzędzia, pomiaru długości itp.), w Sinumerik można podać wartość kąta (S<kąt>).

Zmiana narzędzia

- M6** zmiana narzędzia, fizycznie wykonuje operację wymiany narzędzia (aktywuje sekwencję magazyn → ramię → wrzeciono), uwaga: numer narzędzia jest określany instrukcją T

Zaciski i akcesoria, funkcje użytkownika

Zaciski i akcesoria

Zakres zależy od producenta, Sinumerik pozwala na wykorzystanie kodów w przedziale M50–M199.

M10 zacisk ON, zaciska stół obrotowy, imadło, palety itp.

M11 zacisk OFF.

M13 wrzeciono CW + chłodziwo ON, skrót: M3 + M8.

M14 wrzeciono CCW + chłodziwo ON, skrót: M4 + M8.

Funkcje użytkownika

Funkcje niestandardowe definiowane przez producenta maszyny/integratora, zazwyczaj związane z dodatkowym osprzętem (np. drzwi automatyczne, głowice pomiarowe, pompy, itp.), typowy zakres M100-M199.

M100/M101 wysuw/chowanie sondy pomiarowej

M110/M111 otwarcie/zamknięcie drzwi

M150 włączenie agregatu odciągu mgły

M160 start podajnika wiórów

Instrukcje technologiczne

Wymiana narzędzia

Składnia

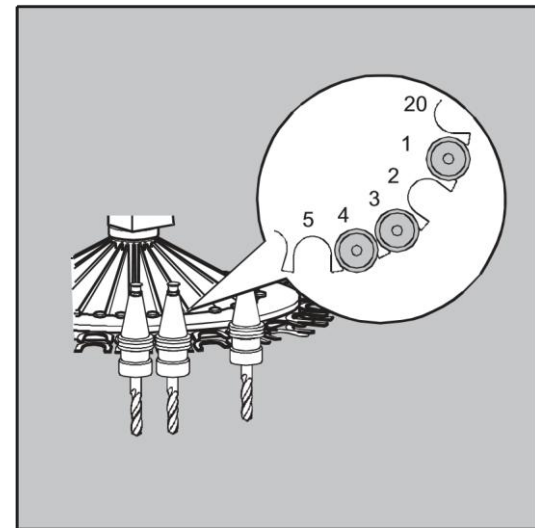
T = <miejsce>

T = <nazwa>

T0

Znaczenie

T	wybór narzędzia
<miejsce>	numer miejsca w magazynie
<nazwa>	nazwa narzędzia (uwzględnia wielkość liter)
T0	cofnięcie wyboru narzędzia



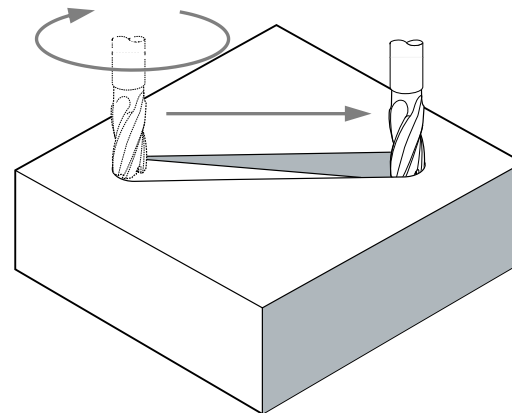
*Uwaga: fizyczna wymiana narzędzia jest aktywowana instrukcją **M6** (s.4).*

Posuw, obroty wrzeciona

Składnia

F<wartość>

S<wartość>



Znaczenie

F	wartość posuwu w ustawionych jednostkach
S	prędkość obrotowa wrzeciona w <i>obr/min</i>
<wartość>	Liczba określająca wartość posuwu lub obroty wrzeciona

Instrukcje przygotowawcze

Podstawowe instrukcje przygotowawcze

Instrukcje przygotowawcze są podzielone na grupy instrukcji o zbliżonym działaniu:

- ruch (**G0**, **G1**, **G2**, **G3**),
- płaszczyzny interpolacji (**G17**, **G18**, **G19**),
- kompensację promienia narzędzia (**G40**, **G41**, **G42**),
- układy współrzędnych (**G53**, **G54**, ..., **G59**),
- jednostki wymiarów geometrycznych (**G70**, **G71**),
- jednostki posuwu (**G94**, **G95**),
- sposób wymiarowania (**G90**, **G91**).

Uwagi:

- tylko jedna instrukcja z grupy może być aktywna, co oznacza, że ustawienie innej instrukcji z tej samej grupy automatycznie dezaktywuje poprzednią,
- jeśli nie wskazano aktywnej funkcji z danej grupy aktywowana jest instrukcja zdefiniowana jako domyślna w tej grupie.

Płaszczyzny, jednostki, wymiarowanie

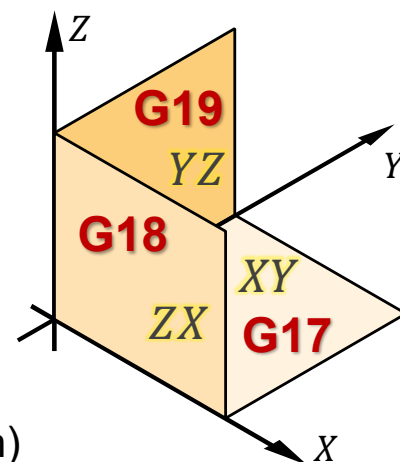
Płaszczyzny interpolacji

G17, G18, G19 – kolejno: XY, ZX, YZ

Jednostki wymiarów geometrycznych

G71 – ustalenie jednostek na *podstawowe*, tzn. *mm*

G70 – ustalenie jednostek na *dodatkowe* wykorzystujące dodatkowy mnożnik (np. *25,4* tzn. wymiarowanie w calach)



Jednostki posuwu

G94 – ustalenie jednostek dla posuwu (F) na *mm/min*

G95 – ustalenie jednostek dla posuwu (F) na *mm/obr*

Sposób wymiarowania

G90 – ustalenie wymiarowania we *współrzędnych absolutnych*

G91 – ustalenie wymiarowania we *współrzędnych przyrostowych*

Dane wymiarowe – system miar

Składnia

G70

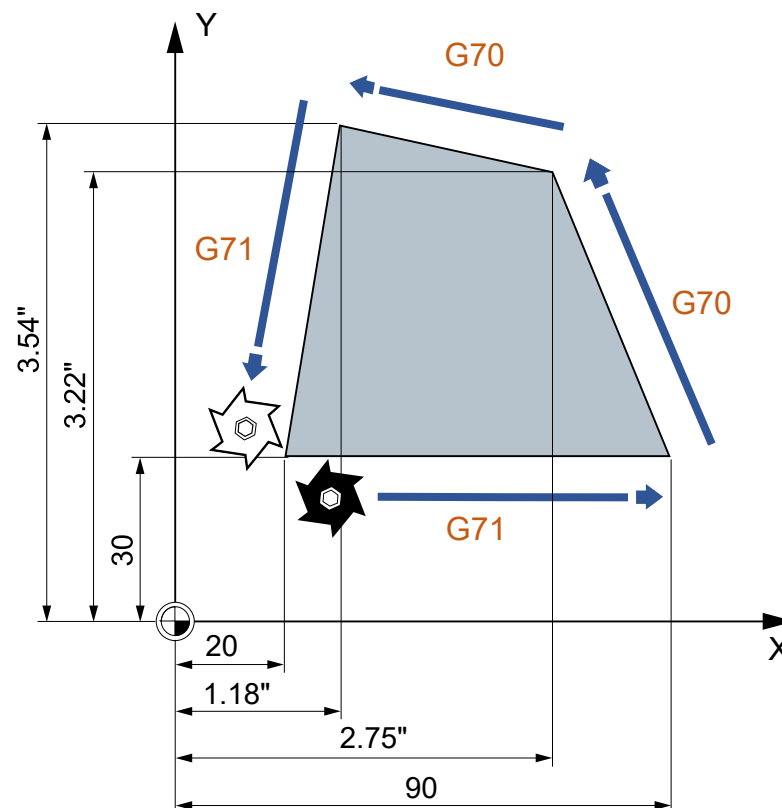
G71

Znaczenie

G70	dane geometryczne podawane w calach
G71	dane geometryczne podawane w milimetrach

Własności

- polecenia działają modalnie



Dane wymiarowe – wymiarowanie absolutne

Składnia

G90

<oś>=AC (<wartość>)

Znaczenie

G90	uaktywnienie modalnego podawania wymiarów absolutnych
AC	uaktywnienie podawania wymiarów absolutnych działającego pojedynczymi blokami
<oś>	oś, w której ma zostać wykonany ruch
<wartość>	pozycja osi w wymiarze absolutnym

Dane wymiarowe – wymiarowanie przyrostowe

Składnia

G91

<oś>=IC (<wartość>)

Znaczenie

G91	uaktywnienie modalnego podawania wymiarów przyrostowych
IC	uaktywnienie podawania wymiarów przyrostowych działającego pojedynczymi blokami
<oś>	oś, w której ma zostać wykonany ruch
<wartość>	przesunięcie osi

Współrzędne biegunowe – punkt odniesienia

Składnia

G110/G111/G112 X... Y... Z...

G110/G111/G112 AP=... RP=...

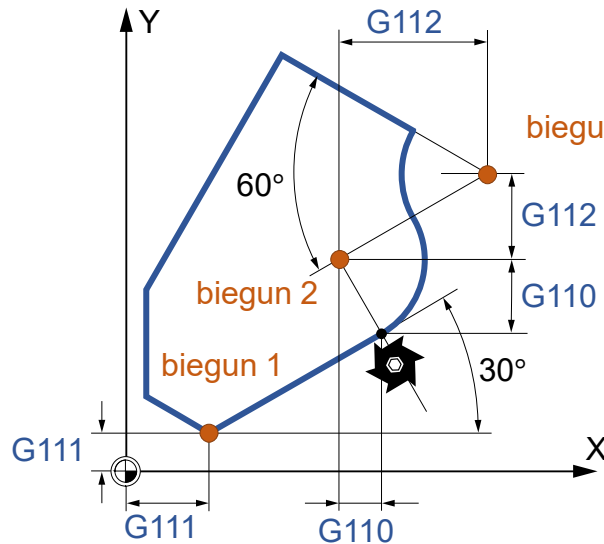
Znaczenie

G110 G111 G112	określenie położenia bieguna względem: • ostatnio zaprogramowanej pozycji • aktualnego punktu zerowego • aktualnego bieguna
X... Y... Z...	położenie bieguna we współrzędnych kartezjańskich
AP=... RP=...	położenie bieguna we współrzędnych biegunowych • AP=... kąt biegunowy, mierzony od poziomej osi płaszczyzny roboczej do promienia biegunowego, zakres $\pm 0...360^\circ$ • RP=... promień biegunowy, wartości podawane we współrzędnych absolutnych (mm, cale)

Współrzędne biegunowe – punkt odniesienia

Uwagi

- **G110 – G112** muszą być programowane w oddzielnym bloku NC
- obowiązują w aktywnej płaszczyźnie roboczej (**G17 – G19**)
- w przypadku braku definicji bieguna przyjmowany jest biegun w aktualnym punkcie zerowym
- zdefiniowany biegun jest zachowany aż do wprowadzenia nowego bieguna lub zmiany płaszczyzny roboczej



biegun 1

podany z **G111** (wzg. aktualnego punktu zerowego)

biegun 2

podany z **G110** (wzg. ostatnio zaprogramowanej pozycji)

biegun 3

podany z **G112** (wzg. aktualnego bieguna)

Współrzędne biegunowe – ruch

Składnia

G0/G1/G2/G3 AP=... RP=...

Znaczenie

G0/G1/G2/G3	polecenie wykonania ruchu (patrz kolejne slajdy)
AP=...	podanie kąta biegunowego, kąt może być podany: • AP=AC(...) absolutnie • AP=IC(...) przyrostowo (względem ostatnio podanego kąta) domyślnie kąt podawany jest absolutnie
RP=...	promień biegunowy, wartości podawane we współrzędnych absolutnych (mm, cale), obowiązuje aż do wprowadzenia nowej wartości

Ruch z posuwem szybkim

Składnia

G0 X... Y... Z...

G0 AP=... RP=...

Znaczenie

G0	modalne polecenie wykonania ruchu z prędkością posuwu szybkiego
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezjańskich
AP=... RP=...	podanie punktu końcowego we współrzędnych biegunowych

Uwagi

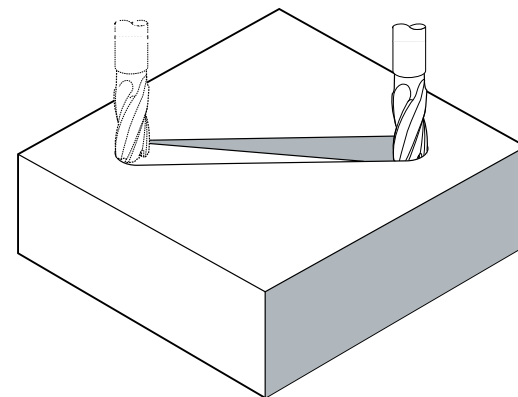
- w ruchu wszystkie osie osiągną swój punkt końcowy niezależnie
- interpolację linową można włączyć poleceniem **RTLION**
- interpolację linową można wyłączyć poleceniem **RTLIOF**
- polecenia **RTLION** i **RTLIOF** działają modalnie

Interpolacja prostoliniowa

Składnia

G1 X... Y... Z... F...

G1 AP=... RP=... F...



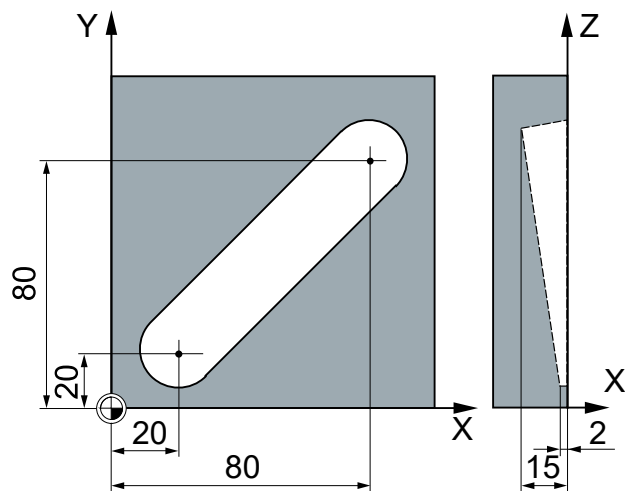
Znaczenie

G1	modalne polecenie wykonania ruchu prostoliniowego
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezjańskich
AP=... RP=...	podanie punktu końcowego we współrzędnych biegunowych

Uwaga: w celu przeprowadzenia obróbki należy podać:

- kierunek obrotów wrzeciona **M3/M4** (s.4)
- prędkość obrotową wrzeciona **S** (s.8)
- Wartość posuwu **F** (s.8)

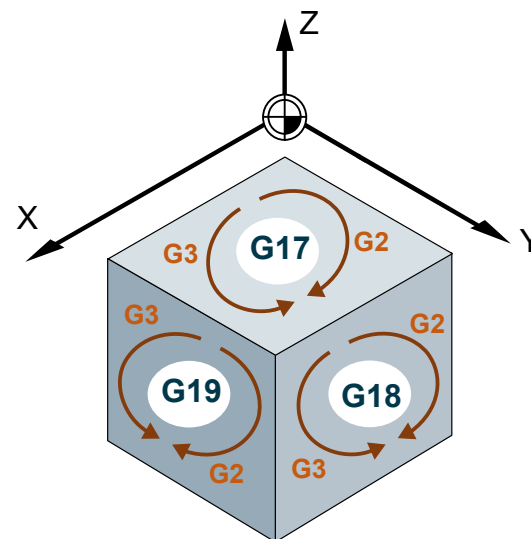
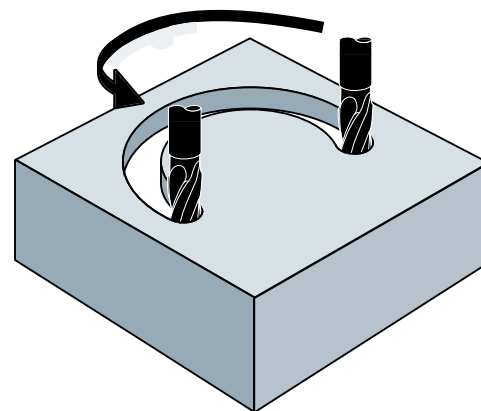
Przykład – frezowanie rowka (ruchy G0 i G1)



Kod programu	Komentarz
N10 G17 S400 M3	; wybór płaszczyzny roboczej ; obroty wrzeciona w prawo
N20 G0 X20 Y20 Z2	; ruch do pozycji startowej (G0)
N30 G1 Z-2 F400	; dosuw narzędzia (G1)
N40 X80 Y80 Z-15	; ruch po prostej położonej skośnie (G1)
N50 G0 Z100	; odsunięcie narzędzia (G0)
M30	; koniec programu

Interpolacja kołowa

- ❑ pozwala na uzyskanie ruchu narzędzia po łuku;
- ❑ jest przeprowadzana w aktywnej płaszczyźnie roboczej (**G17** – **G19**);
- ❑ może być wywoływana na kilka sposobów:
 - z punktem środkowym i punktem końcowym,
 - z promieniem i punktem końcowym,
 - z kątem rozwarcia i punktem końcowym/środkowym,
 - ze współrzędnymi biegunowymi,
 - z punktem pośrednim i punktem końcowym,
 - z przejściem stycznym.

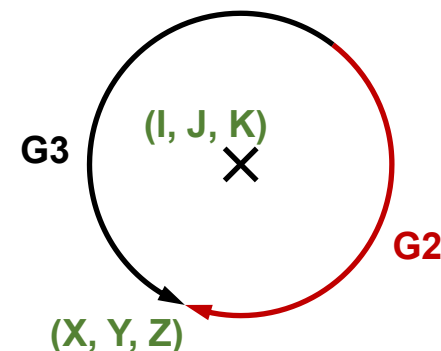


Interpolacja kołowa z punktami środkowym i końcowym

Składnia

G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...

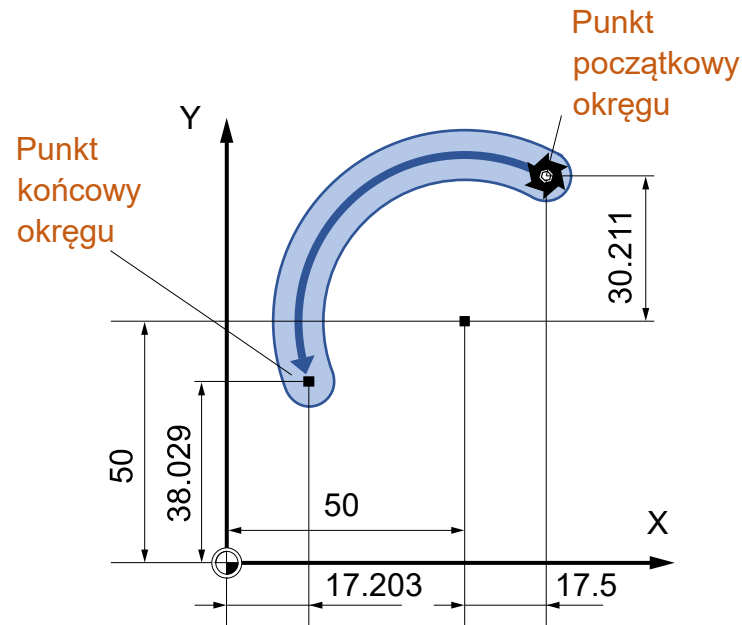
G2/G3 X... Y... Z... I=AC(...) J=AC(...) K=AC(...)



Znaczenie

G2/G3	modalne polecenie wykonania ruchu kołowego zgodnie (G2) lub przeciwnie (G3) do ruchu wskazówek zegara
X... Y... Z...	punkt końcowego okręgu we współrzędnych kartezyjskich lub biegunowych zależnie od ustawień: G90/G91 lub AC(...) / IC(...)
I... J... K...	punkt środkowy okręgu, podawany przyrostowo względem punktu początkowego okręgu, dla współrzędnych absolutnych względem punktu zerowego przedmiotu obrabianego należy wykorzystać zapis: I=AC(...) J=AC(...) K=AC(...)

Interpolacja kołowa z punktami środkowym i końcowym



; Punkt środkowy w wymiarze przyrostowym

N10 G0 X67.5 Y80.211

N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500

; Punkt środkowy w wymiarze absolutnym

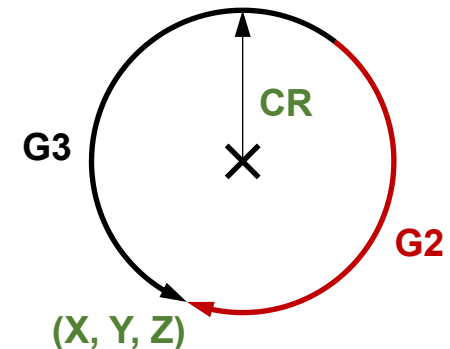
N10 G0 X67.5 Y80.211

N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)

Interpolacja kołowa z promieniem i punktem końcowym

Składnia

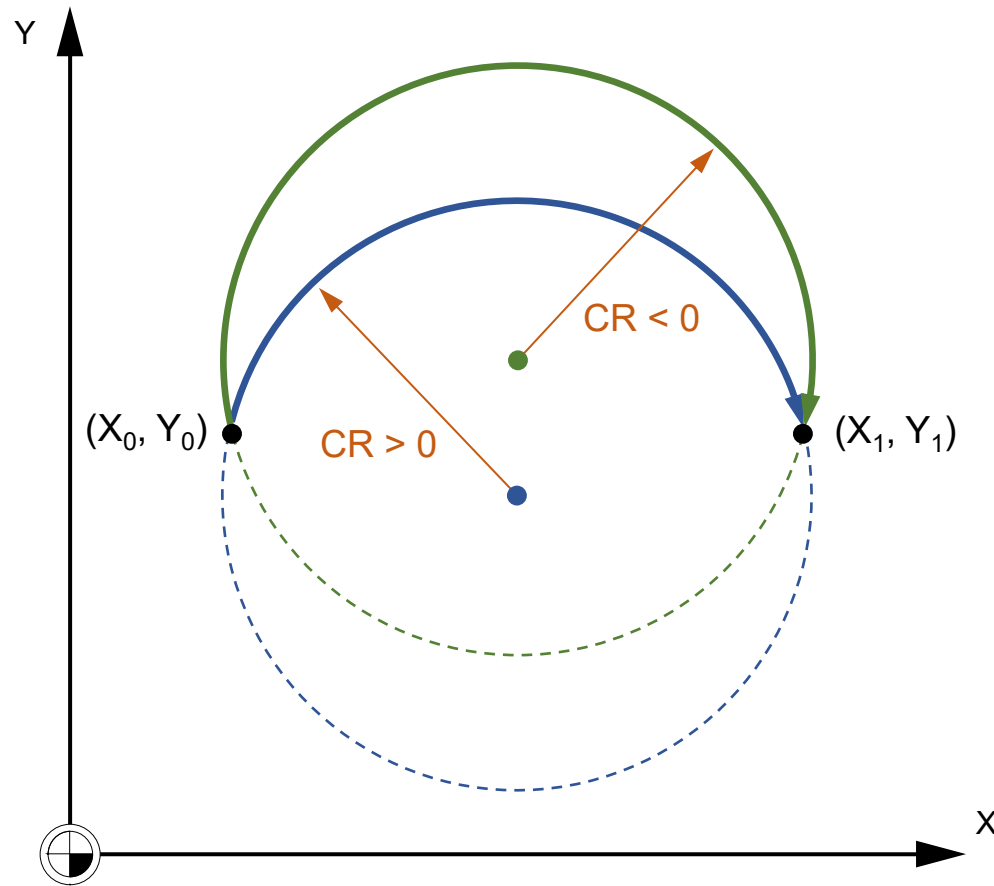
G2/G3 X... Y... Z... **CR=±...**



Znaczenie

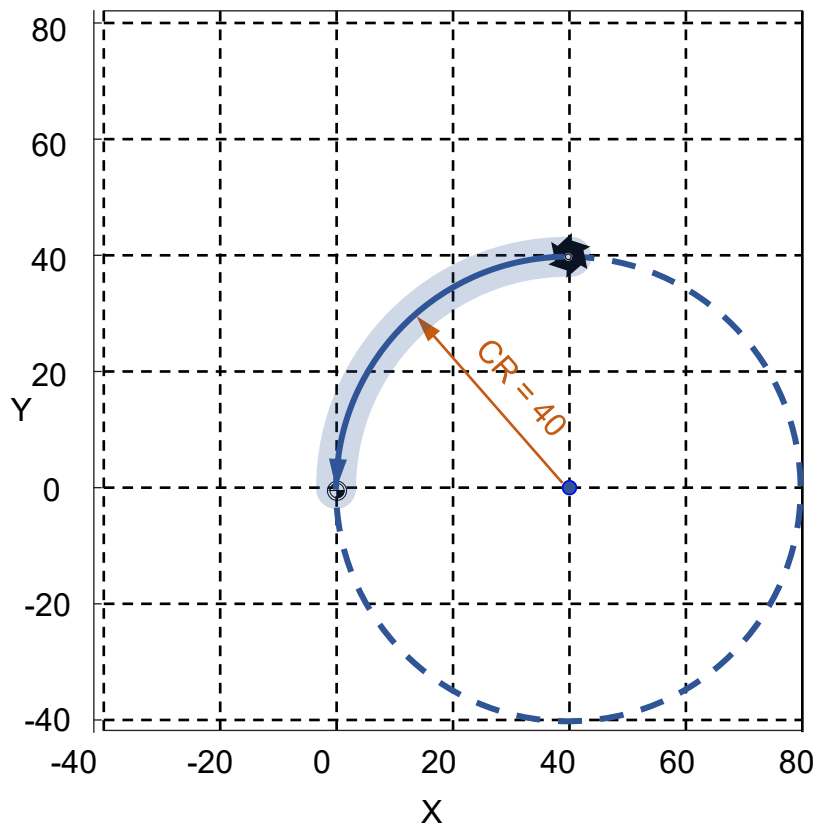
G2/G3	modalne polecenie wykonania ruchu kołowego zgodnie (G2) lub przeciwnie (G3) do ruchu wskazówek zegara
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezyjskich lub biegunowych w zależności od ustawień: G90/G91 lub AC(...) / IC(...)
CR=±...	promień okręgu ze znakiem: • wartość dodatnia dla ruchu po kącie $\leq 180^\circ$ • wartość ujemna dla ruchu po kącie $> 180^\circ$

Interpolacja kołowa z promieniem i punktem końcowym



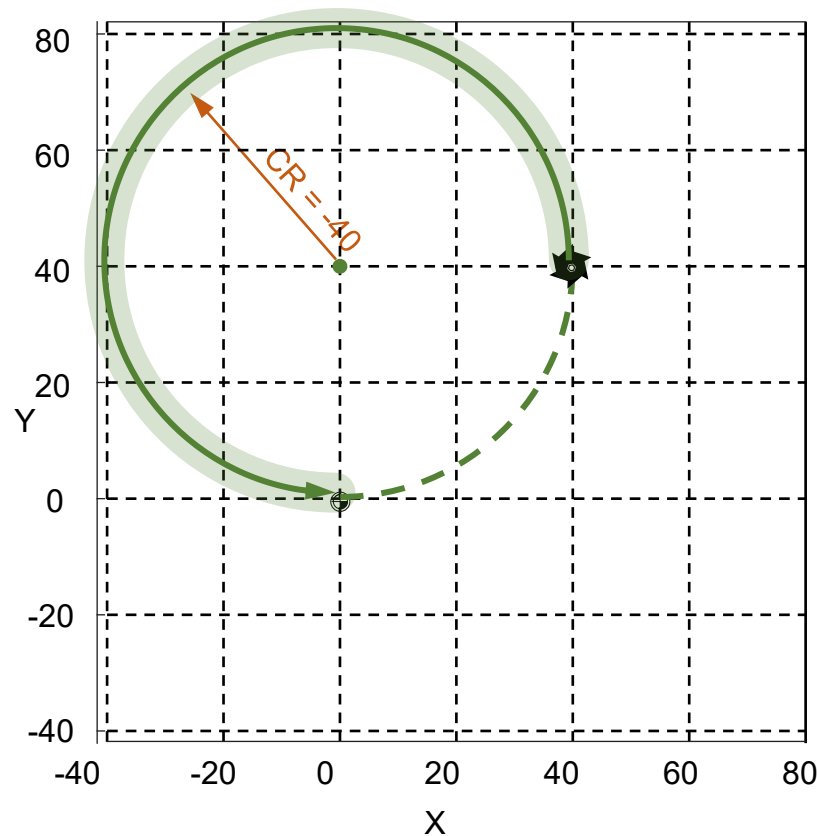
Od punktu (X_0, Y_0) do punktu (X_1, Y_1) można przeprowadzić dwa, różne łuki o tym samym promieniu: krótszy (kąt $< 180^\circ$) lub dłuższy (kąt $> 180^\circ$). Wybór łuku w instrukcji G2/G3 określa się podając dodatni lub ujemny promień (parametr CR).

Interpolacja kołowa z promieniem i punktem końcowym



N10 G0 X40 Y40

N20 G3 X0 Y0 CR=40



N10 G0 X40 Y40

N20 G3 X0 Y0 CR=-40

Zaokrąglanie naroża konturu

Składnia

G... X... Y... Z... RND=... FRC=...

Znaczenie

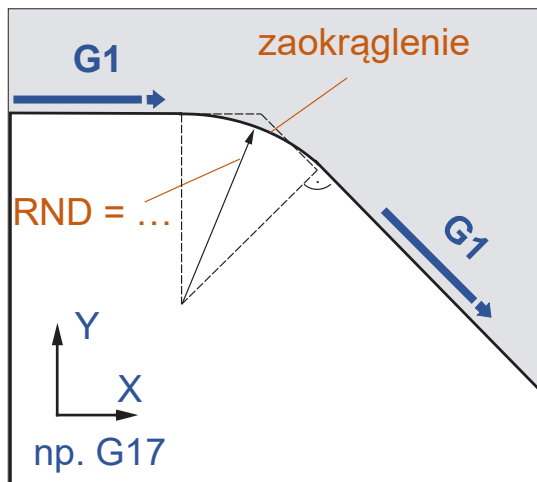
G1, G2, G3	ruch
X... Y... Z...	współrzędne celu
RND=...	promień zaokrąglenia naroża konturu
FRC=...	prędkość posuwu (jednostka ustalona w G94 lub G95), jeśli FRC nie jest podany przyjmowana jest prędkość ustalona w F

Uwagi

- domyślnie zaokrąglanie wykonywane jest na początku bloku (między blokiem poprzednim a bieżącym)
- jeśli zaokrąglenia są dla elementów konturu zbyt duże są automatycznie zmniejszane

Zaokrąglenie naroża konturu

Zaokrąglanie między dwoma prostymi

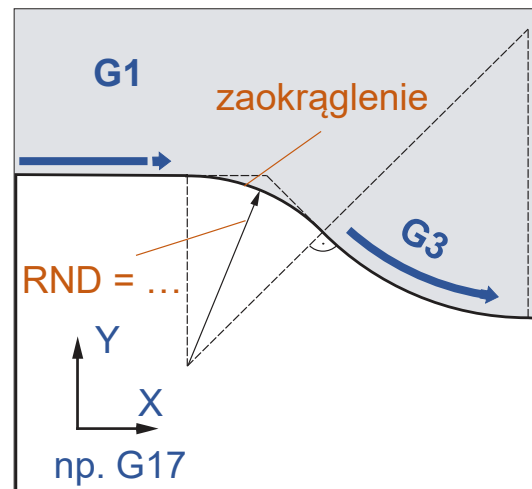


G71 G94

G1 X... RND=2 FRC=50

G1 X... Y...

Zaokrąglanie między prostą i okręgiem



G71 G94

G1 X... RND=2 FRC=50

G3 X... Y... I... J...

promień zaokrąglania: 2 mm

posuw przy zaokrąglaniu: 50 mm/min