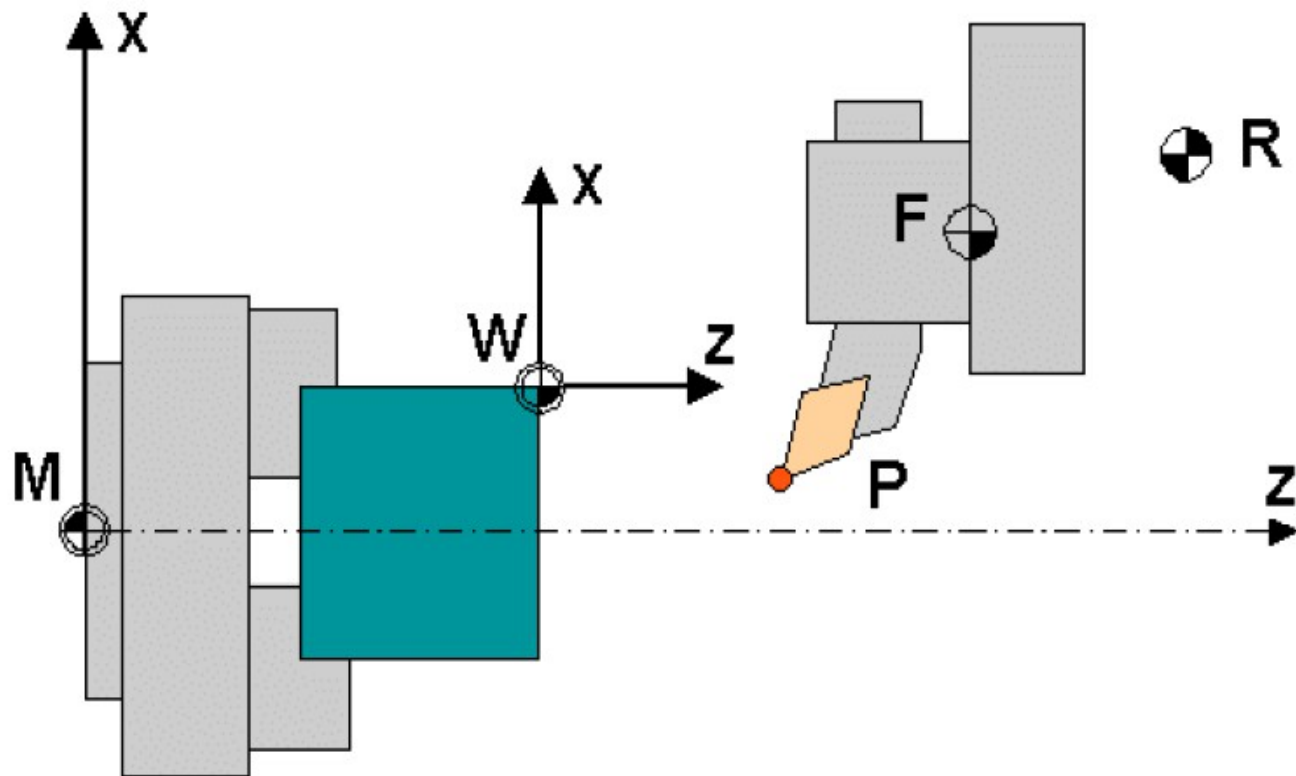
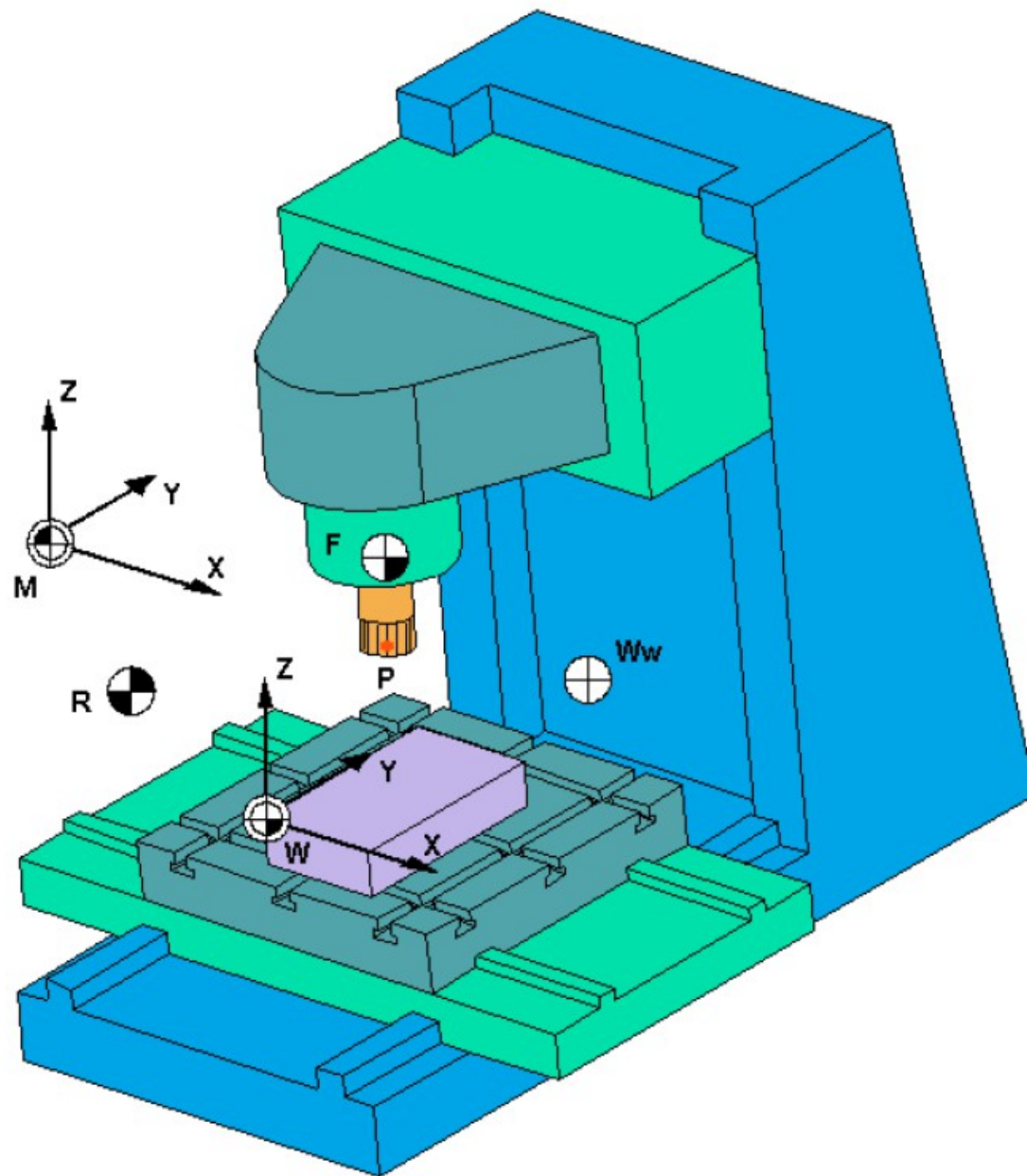


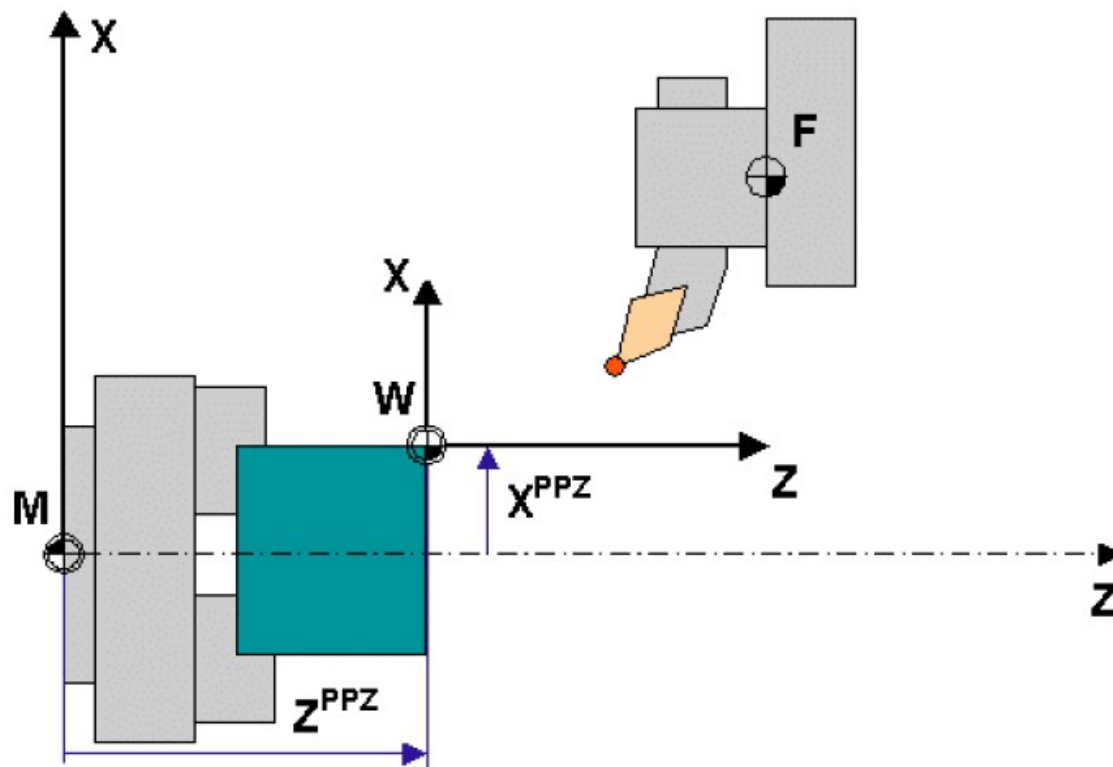
Zasada prawej dłoni przy wyznaczaniu zwrotów osi



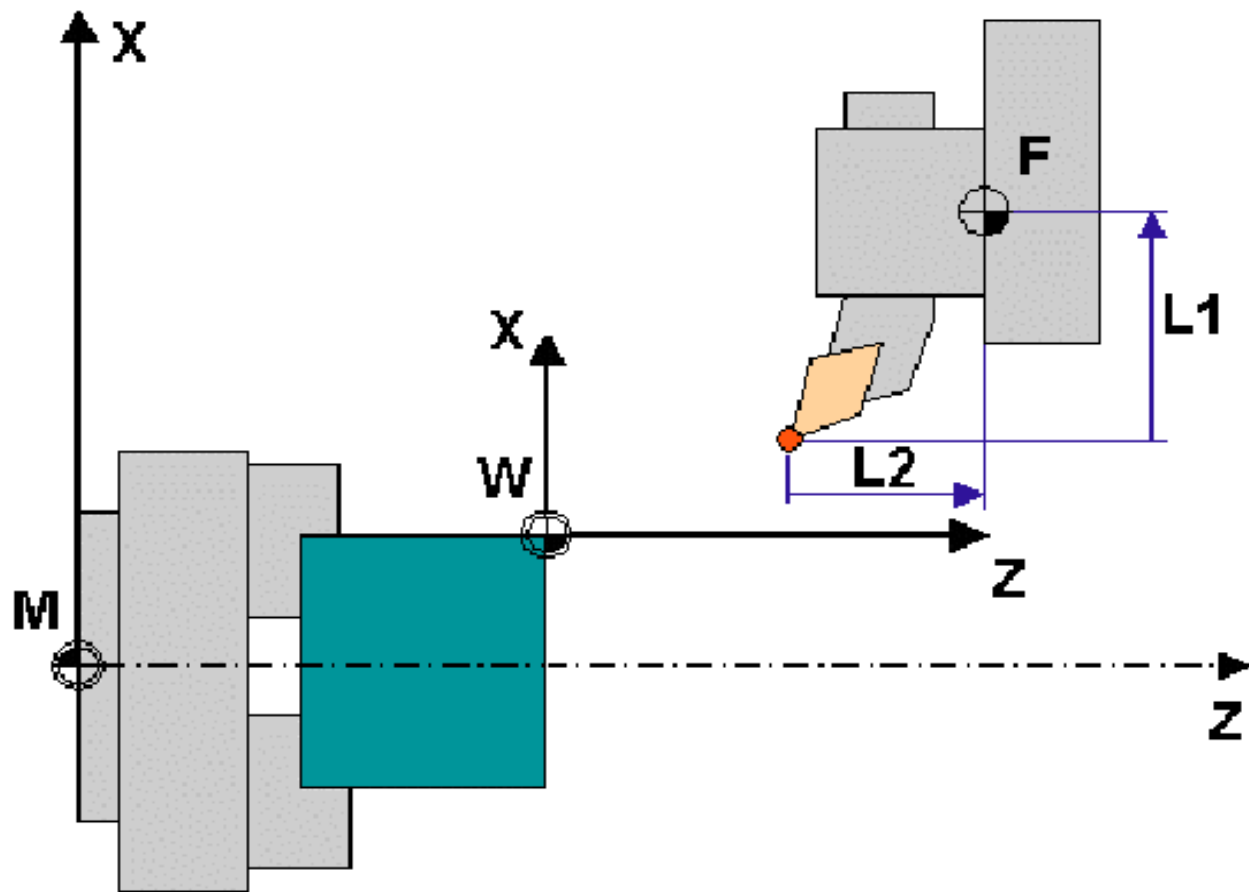
- M – punkt maszynowy (niem. Maschinen-Nullpunkt)
- W – punkt zerowy przedmiotu (niem. Werkstück-Nullpunkt).
- R – punkt referencyjny (niem. Referenzpunkt).
- F – punkt odniesienia zespołu narzędziowego.
- P – punkt kodowy narzędzia.
- Ww – punkt wymiany narzędzia (niem. WerkzeugWechseelpunkt).



Punkty charakterystyczne frezarki pionowej CNC



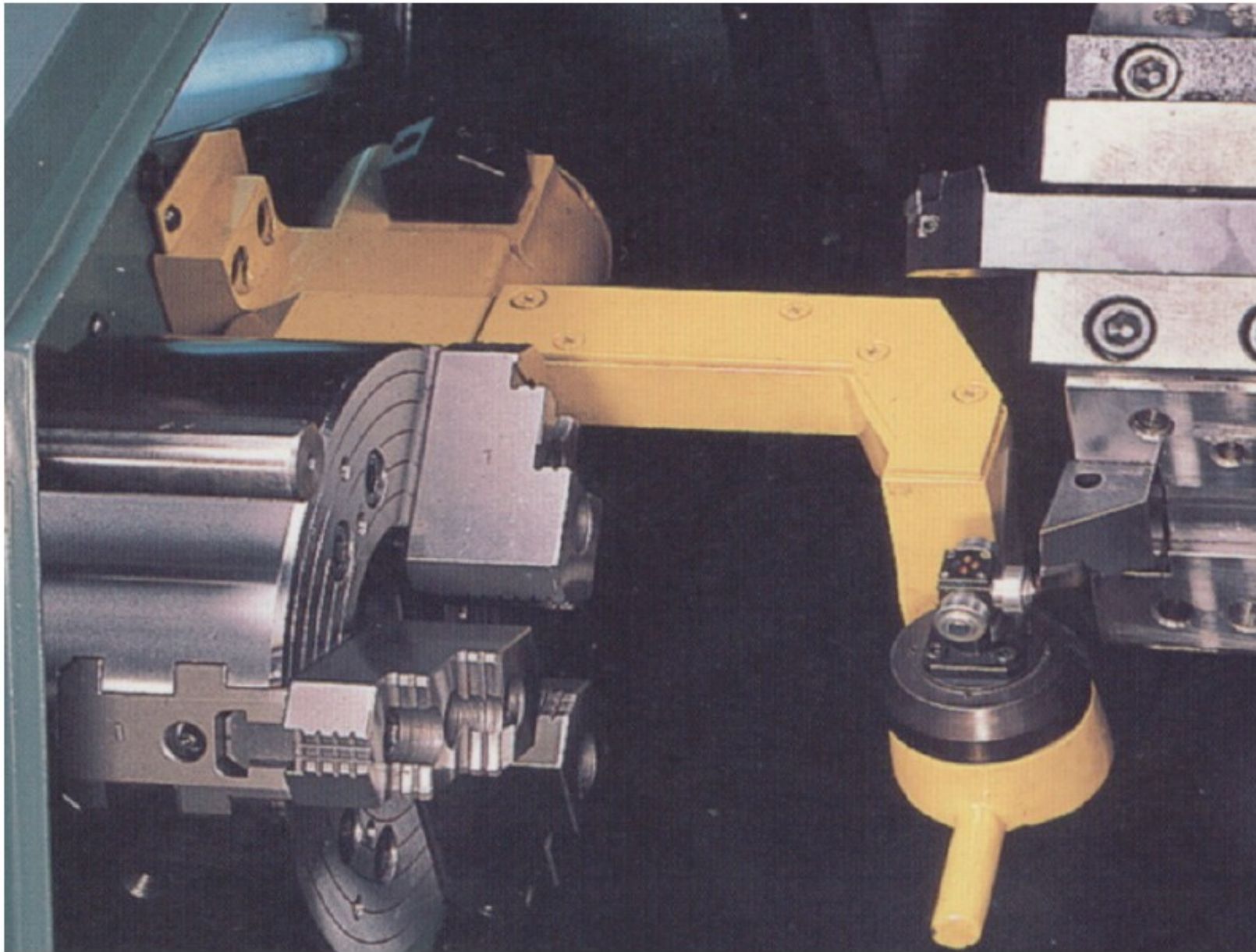
Przesunięcia punktów zerowych (PPZ)



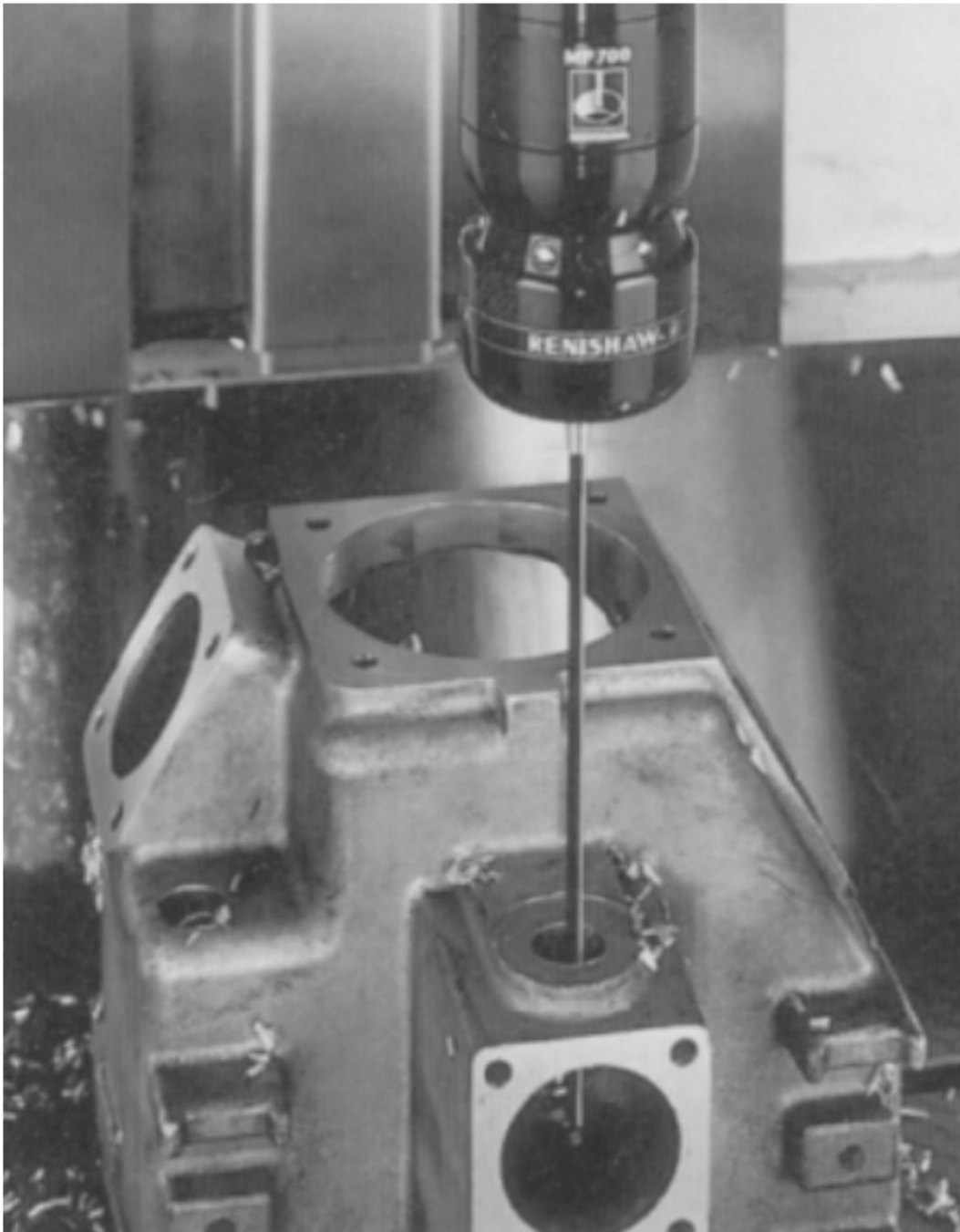
Wymiary narzędzi (długości korekcyjne)



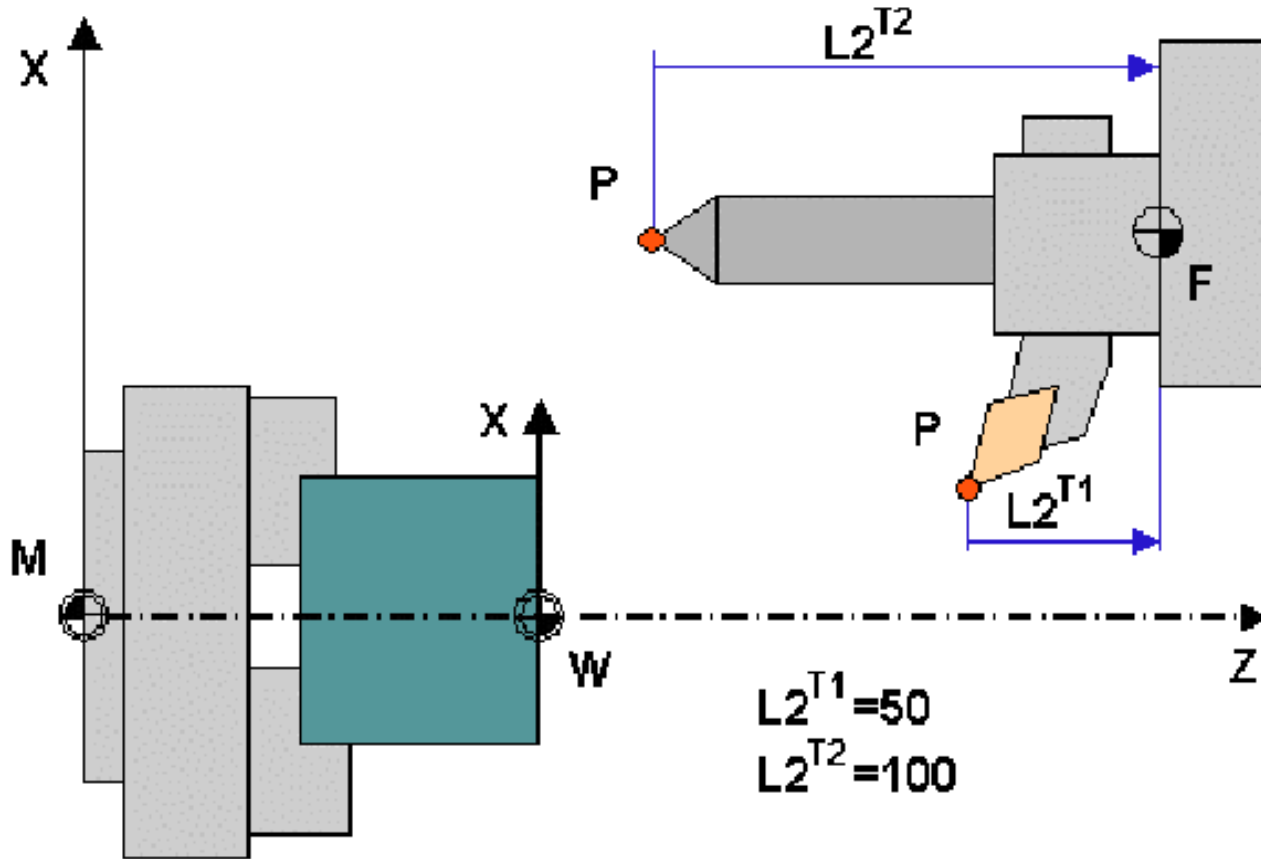
Urządzenie optyczne do
nastawiania i pomiarów
narzędzi poza obrabiarką
(f. Trimos)



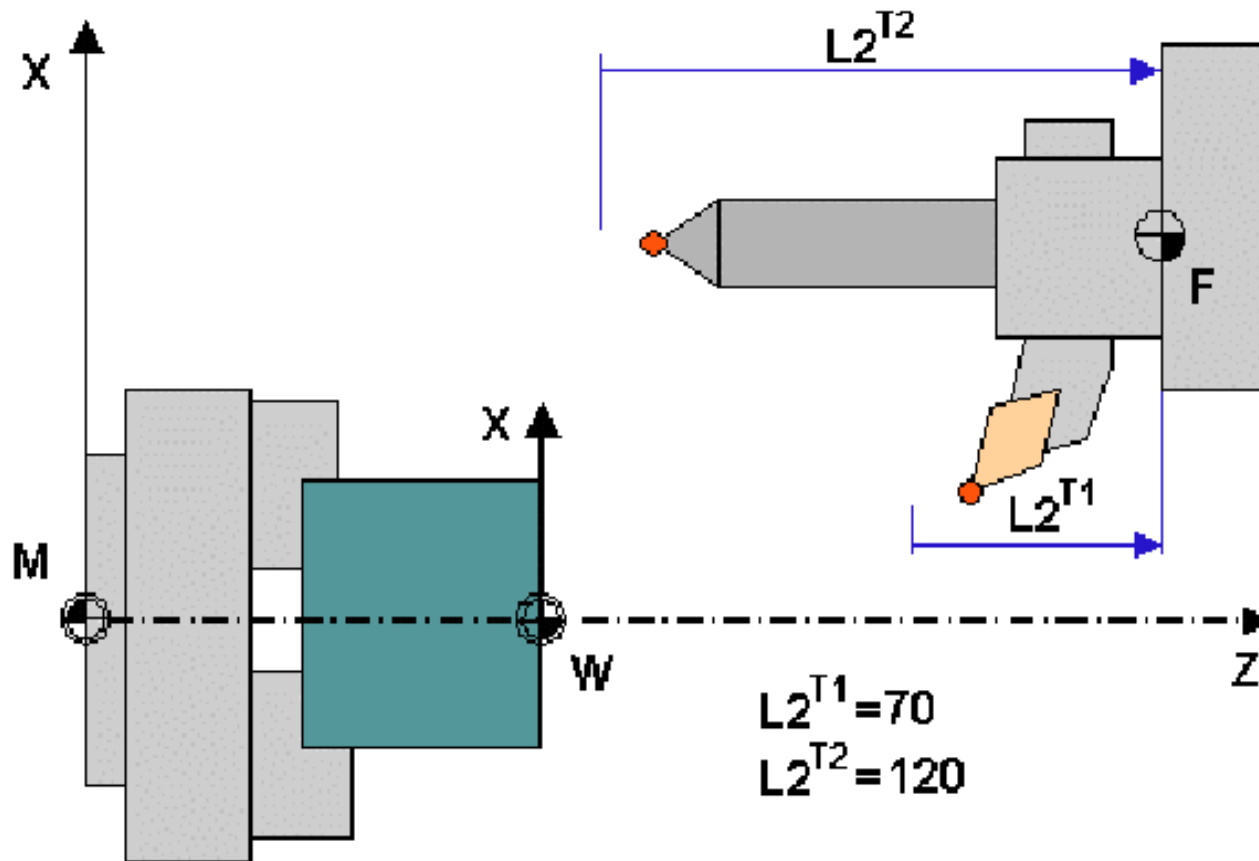
Pomiar narzędzia na obrabiarce za pomocą uchylnego wysięgnika z końcówkami stykowymi (f. Goodway)



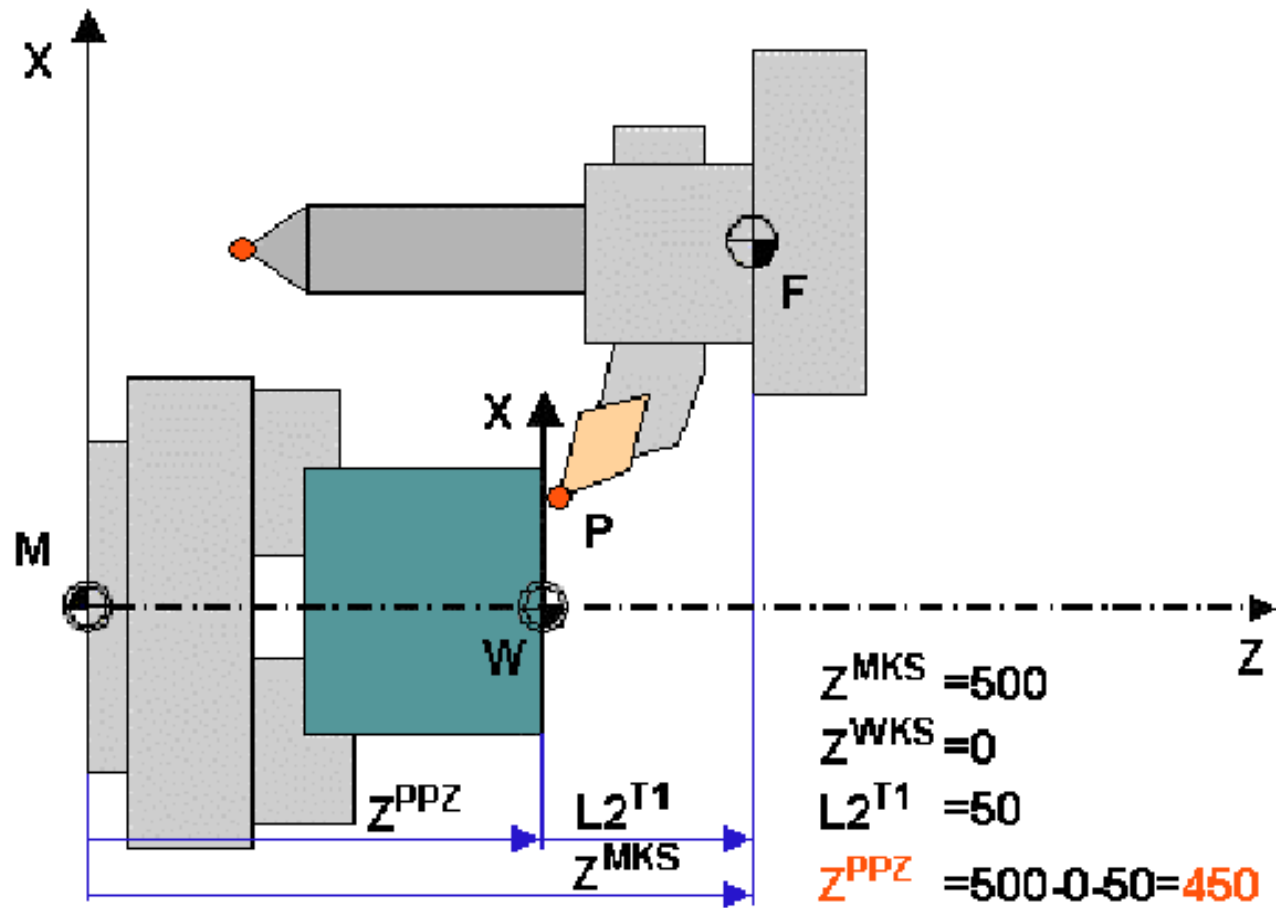
Pomiar przedmiotu
obrabianego na
obrabiarce za pomocą
głowicy stykowej
(f. Renishaw)



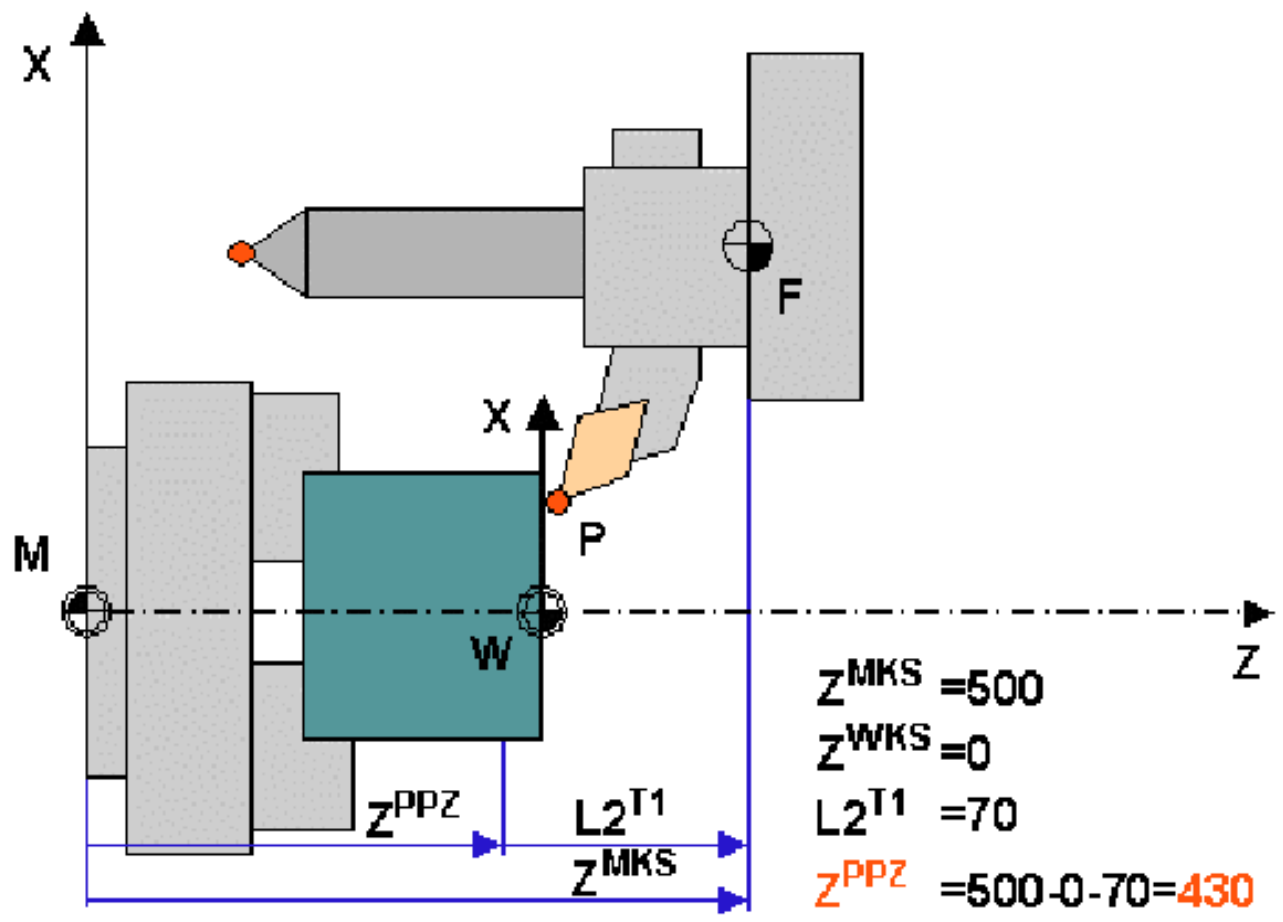
Przykład I – rzeczywiste długości narzędzi



Przykład II – zwiększone długości narzędzi



Wyznaczanie przesunięcia punktu zerowego dla przykładu I



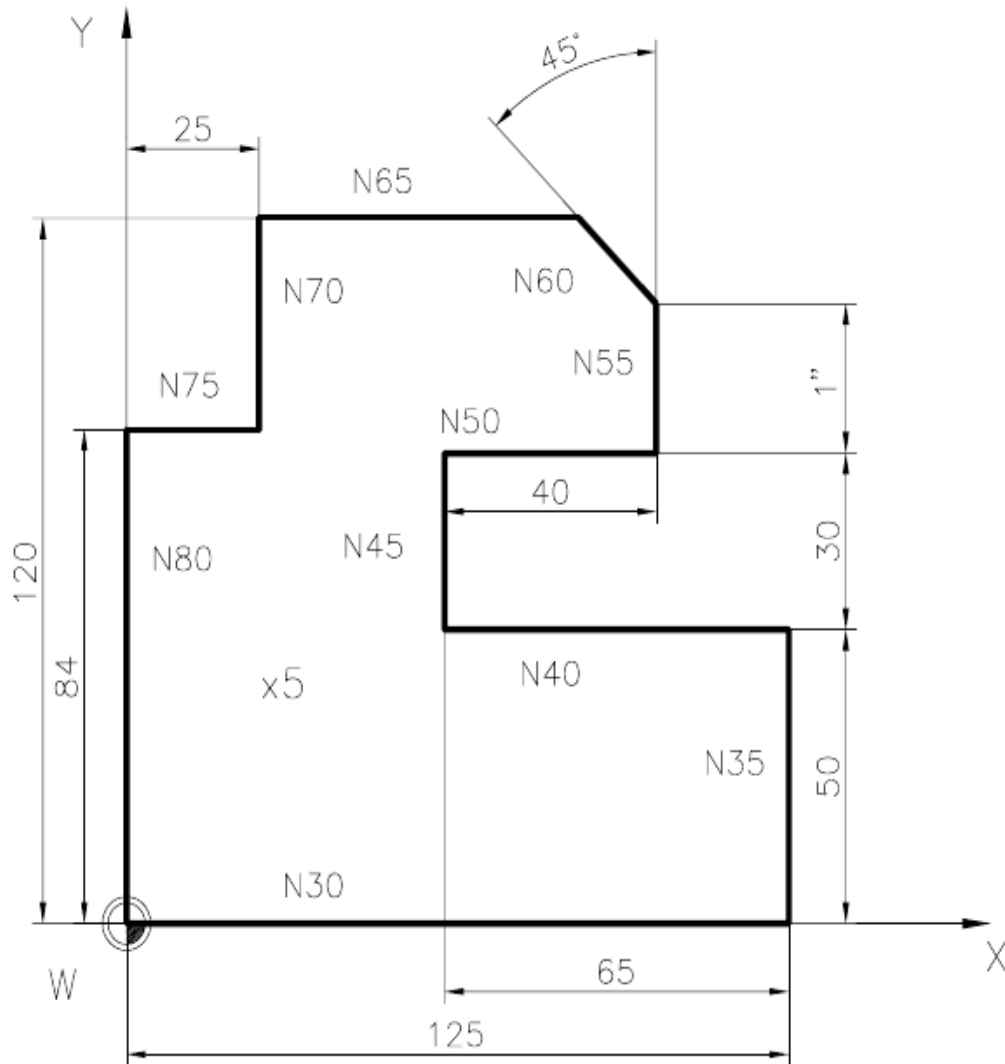
Wyznaczanie przesunięcia punktu zerowego dla przykładu II

```
%_N_0109867_MPF  
;PROGRAM OBROBKI CZESCI 01-098-67  
N5 G71 G90 G95 G54 G450  
MSG("TOCZENIE ZGRUBNE")  
N10 T1 D1 S1500 F200 M6  
N15 G0 X100 Y100  
N20 G1 X150  
N25 Y120  
  
.....  
MSG("KONIEC OBROBKI")  
N500 G53 T0 D0 G0 X500 Y600 Z450  
MSG("")  
N505 M30
```

Na początku programu powinna być umieszczona w postaci komentarza informacja o tym programie – opis przedmiotu obrabianego, nr. rysunku, data utworzenia programu, nazwisko programisty itp. Początkowe bloki programu powinny zawierać wywołanie najważniejszych funkcji przygotowawczych (G), sterujących interpretacją programu (blok N5). Większość z tych funkcji już na starcie programu powinna być aktywowana przez układ sterowania, ale pozwala to na lepsze zrozumienie programu. Może się również zdarzyć, że na danej obrabiarce ustawienia domyślne funkcji przygotowawczych są inne niż standardowe.

Zaleca się podawać tylko te współrzędne, których wartości się zmieniają. Stanowczo należy wystrzegać się programowania współrzędnych przed przywołaniem układu współrzędnych przedmiotu i korektorów narzędziowych – **grozi to kolizją przy wymianie narzędzi.**

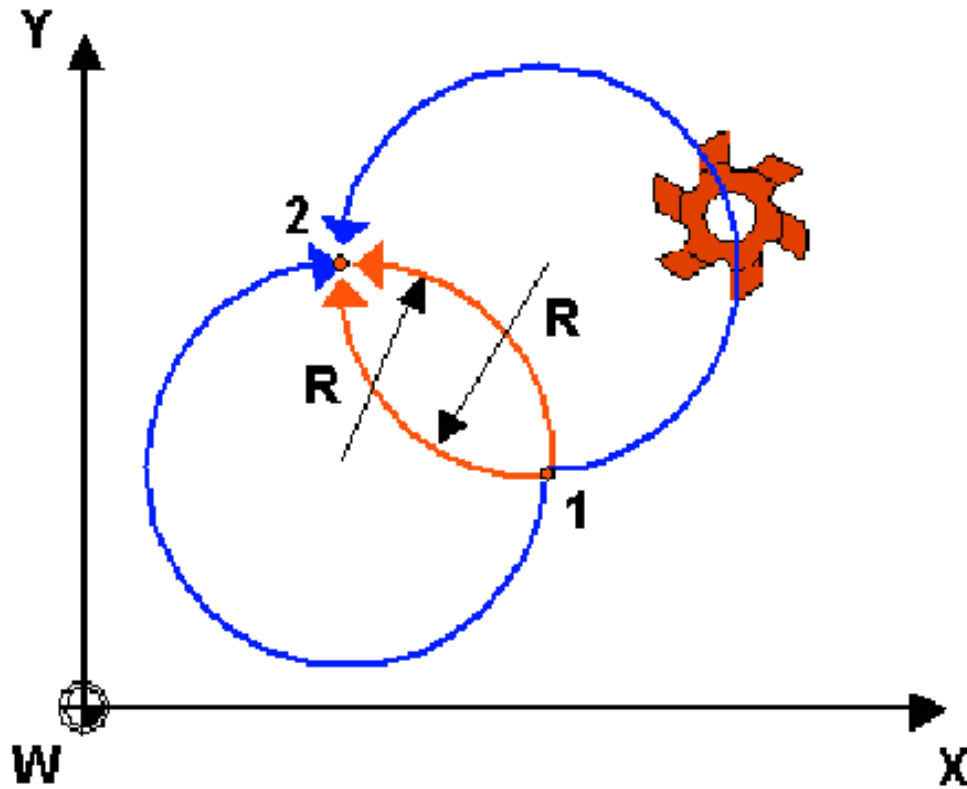
Na zakończenie programu powinno się zaprogramować zjazd zespołów ruchomych obrabiarki do pewnego stałego punktu, pozwalającego na bezpieczne wyjęcie przedmiotu obrabianego i założenie nowego, oraz na inne manipulacje w obrębie przestrzeni roboczej.



```

%_N_EX01_MPF
; 11-08-2003
N5 G40 G54 G71 G90 G94
N10 S800 F100 T1 D1 M3 M8 M6
N15 G0 X0 Y0
N20 Z3
N25 G1 Z-5
N30 X125
N35 Y50
N40 X60
N45 Y80
N50 X100
N55 Y105.4
N60 X85.4 Y120
N65 X25
N70 Y84
N75 X0
N80 Y0
N85 G0 Z100
N90 G53 T0 D0 G0 X300 Y300 Z200 M9 M6 M5
N95 M30

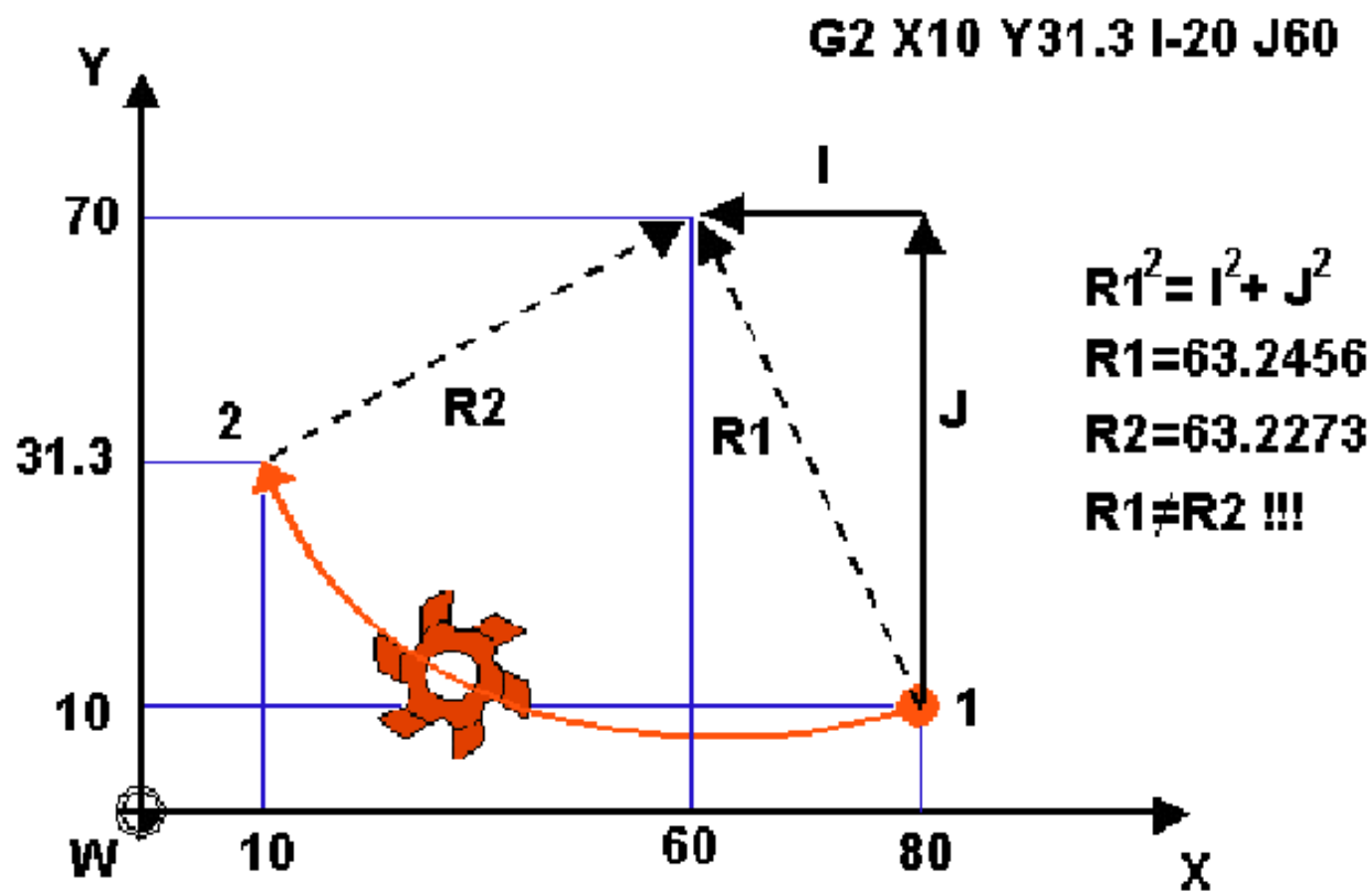
```



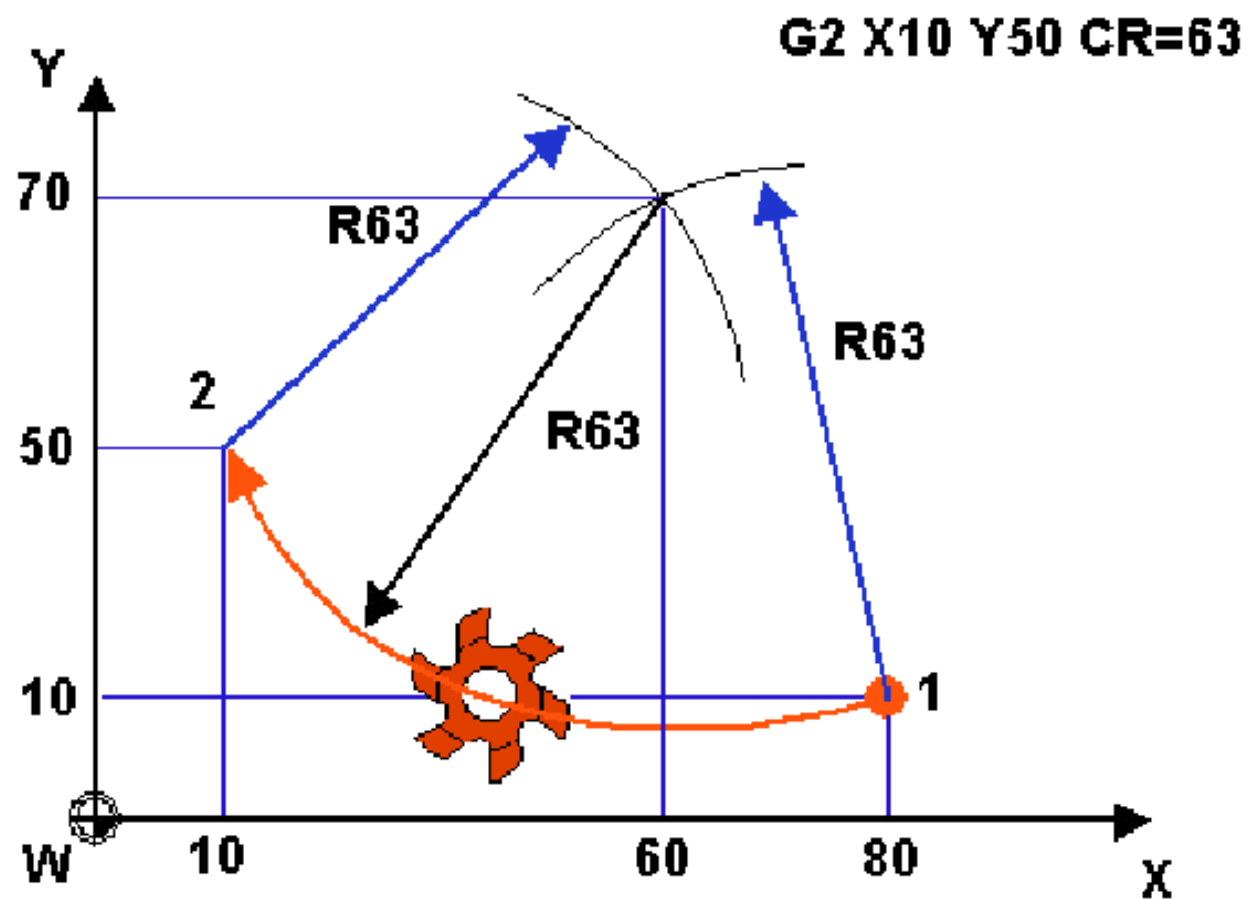
funkcje:

G2 – interpolacja kołowa w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara

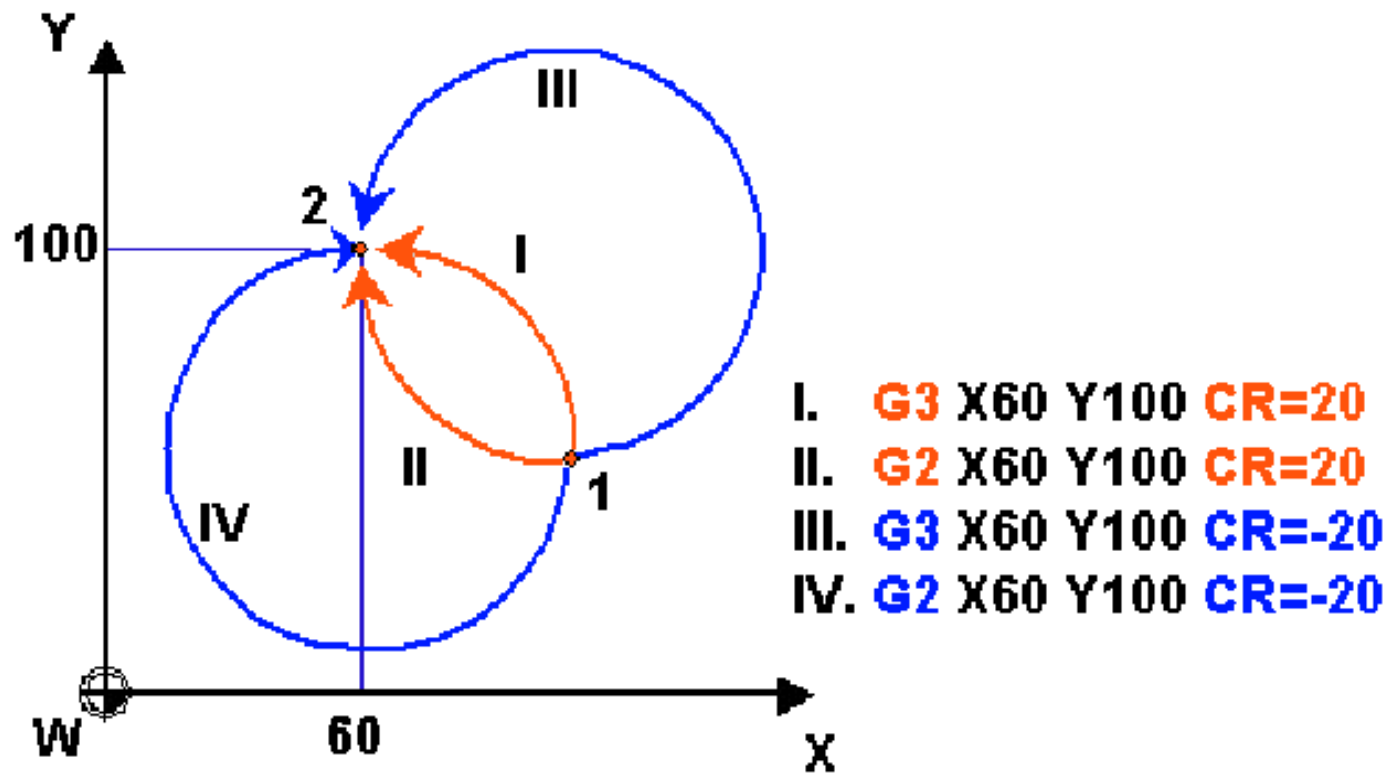
G3 – interpolacja kołowa w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara



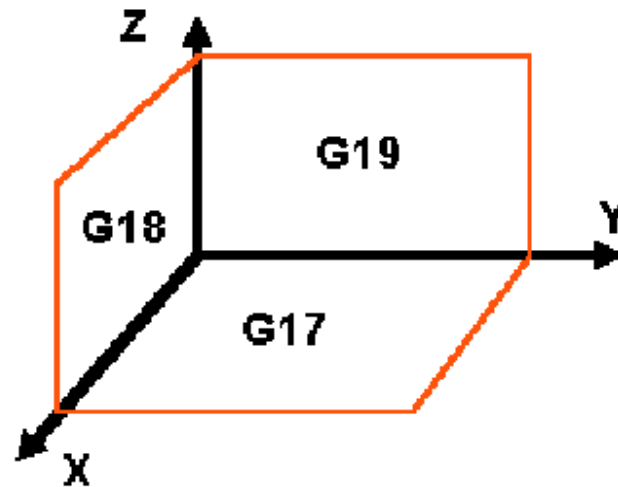
Interpolacja kołowa G2/G3 z parametrami interpolacji I,J,K (przyrostowo)



Interpolacja kołowa z programowaniem promienia okręgu CR

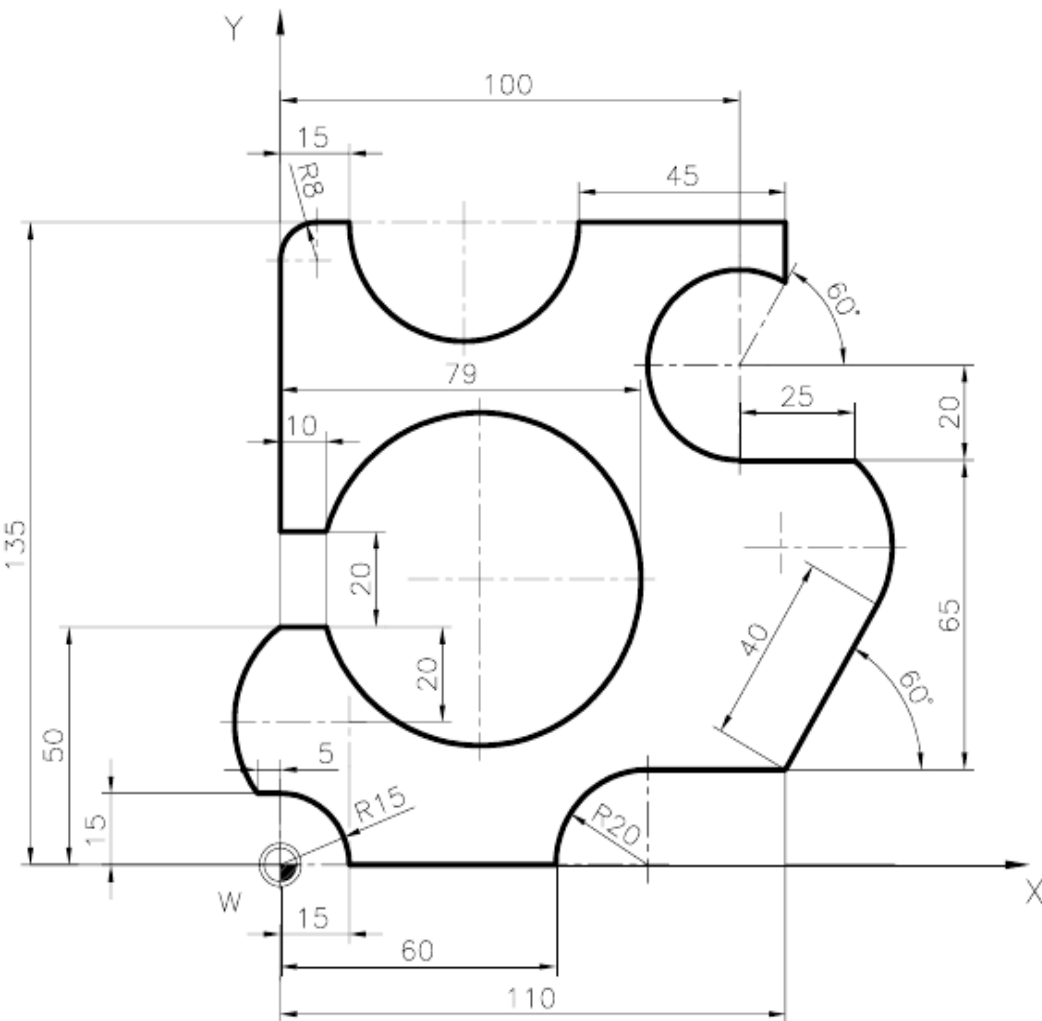


Zależność toru ruchu od funkcji interpolacji G2/G3 i znaku wartości adresu CR



G17 – ustalenie płaszczyzny XY jako płaszczyzny interpolacji;
G18 – ustalenie płaszczyzny ZX jako płaszczyzny interpolacji;
G19 – ustalenie płaszczyzny YZ jako płaszczyzny interpolacji.

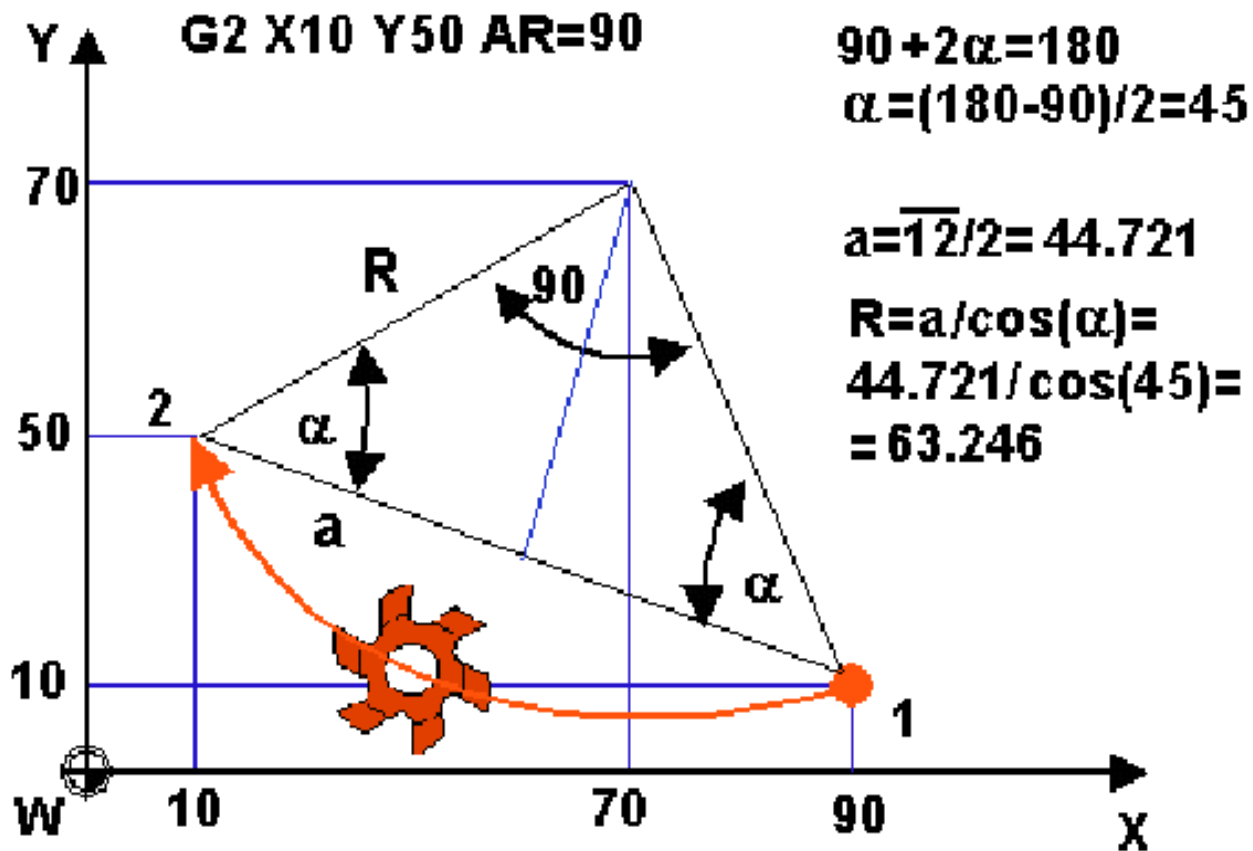
Ruch rozpocząć od punktu (0,0) w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara.
 Przyjąć poziom materiału Z=0, głębokość obróbki Z=-5. Obróbkę wykonać frezem palcowym o rednicy 16 mm.



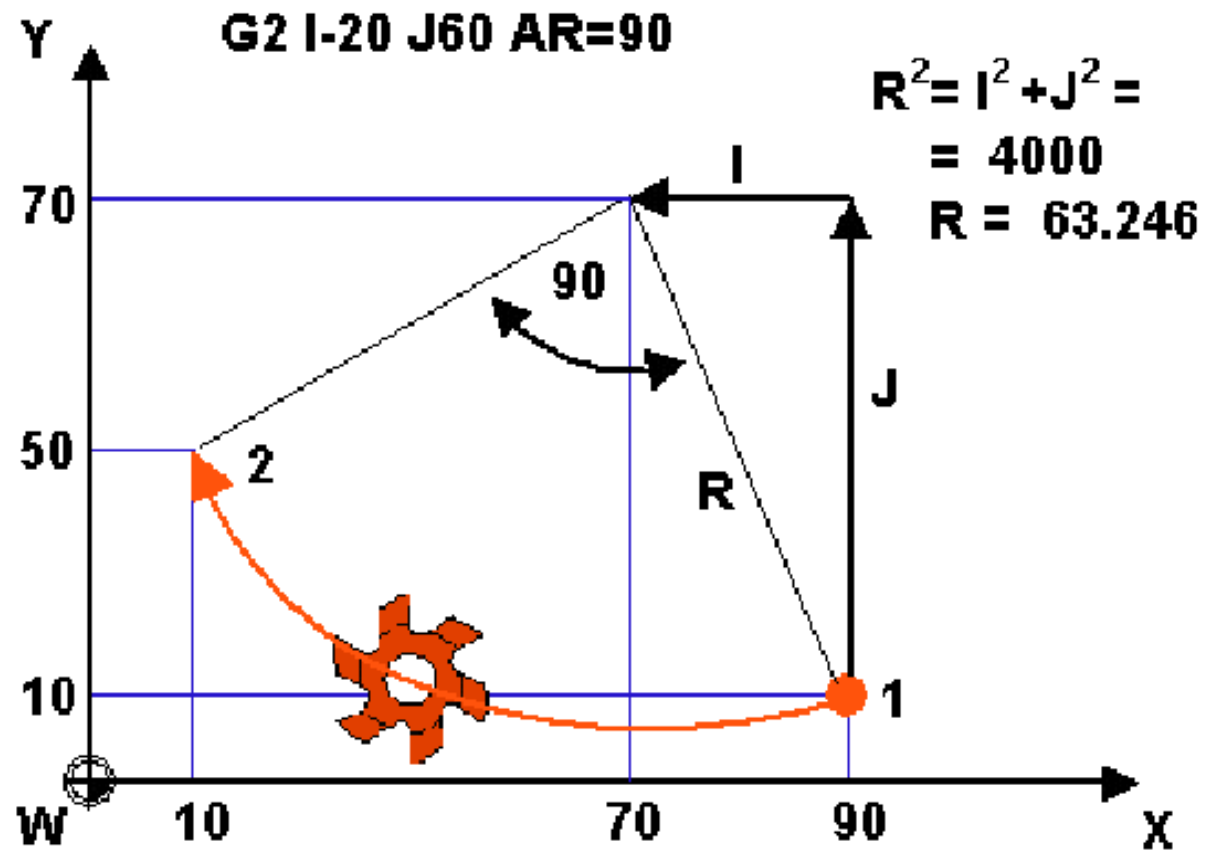
%_N_EX02_MPF

```

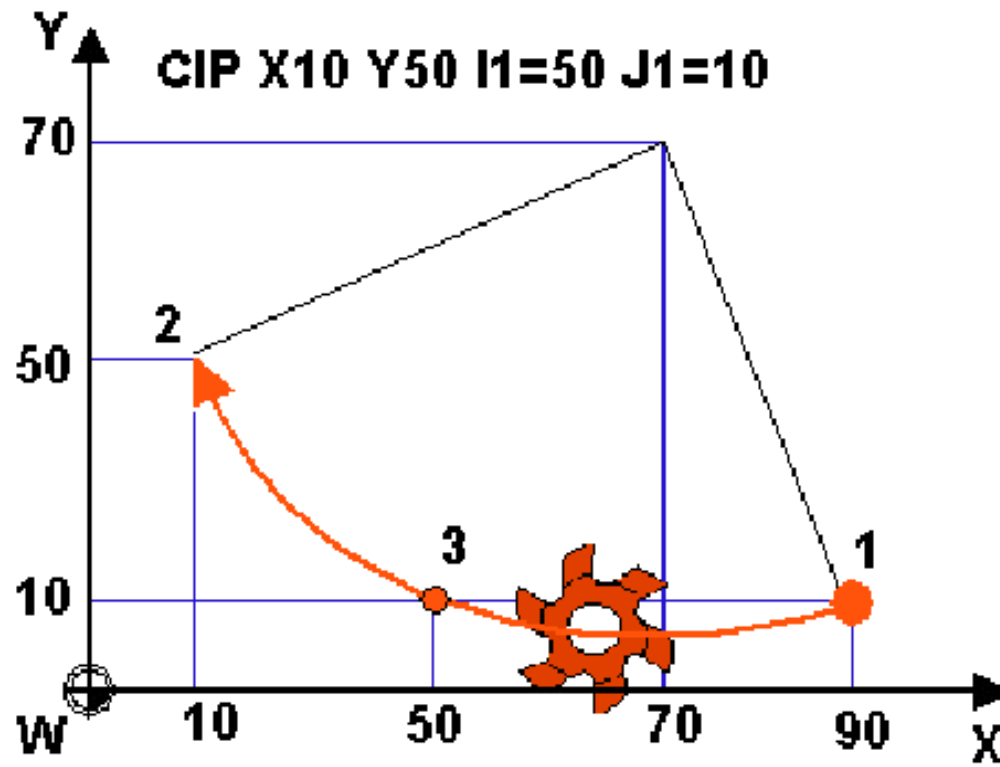
N5 G40 G54 G71 G90 G94 G17
N10 S800 F100 T1 D1 M3 M8 M6
N15 G0 X0 Y0
N20 Z3
N25 G1 Z-5
N30 X60
N35 G2 X80 Y20 CR=20
N40 G1 X110
N45 X130 Y54.641
N50 G3 X125 Y85 CR=24.262
N55 G1 X100
N60 G2 X110 Y122.321 CR=-20
N65 G1 Y135
N70 X65
N75 G2 X15 CR=25
N80 G1 X8
N85 G3 X0 Y127 CR=8
N90 G1 Y70
N95 X10
N100 G2 Y50 CR=-35
N105 G1 X0
N110 G3 X-5 Y15 CR=25
N115 G1 X0
N120 G2 X15 Y0 CR=15
N125 G0 Z100
N130 G53 T0 D0 G0 X300 Y300 Z200 M9 M5
N135 M30
    
```



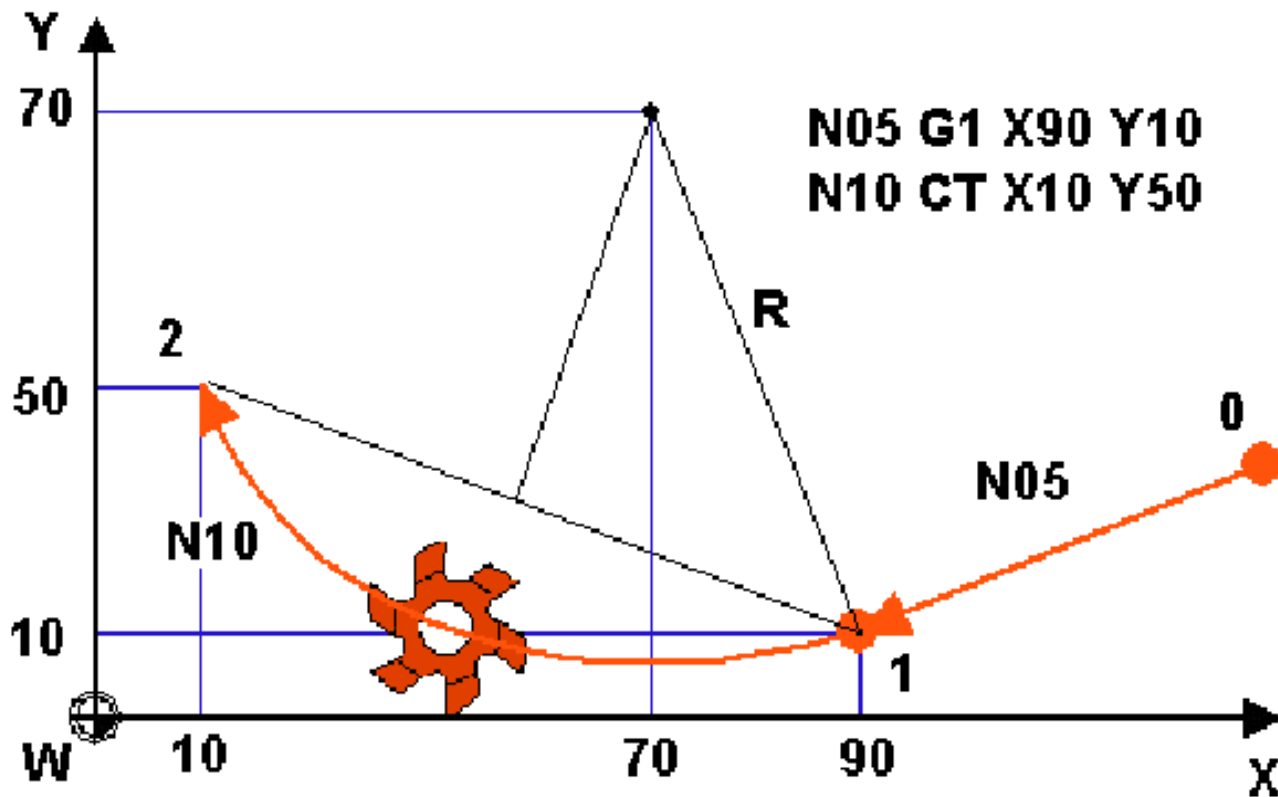
Programowanie interpolacji kołowej przy użyciu kąta AR



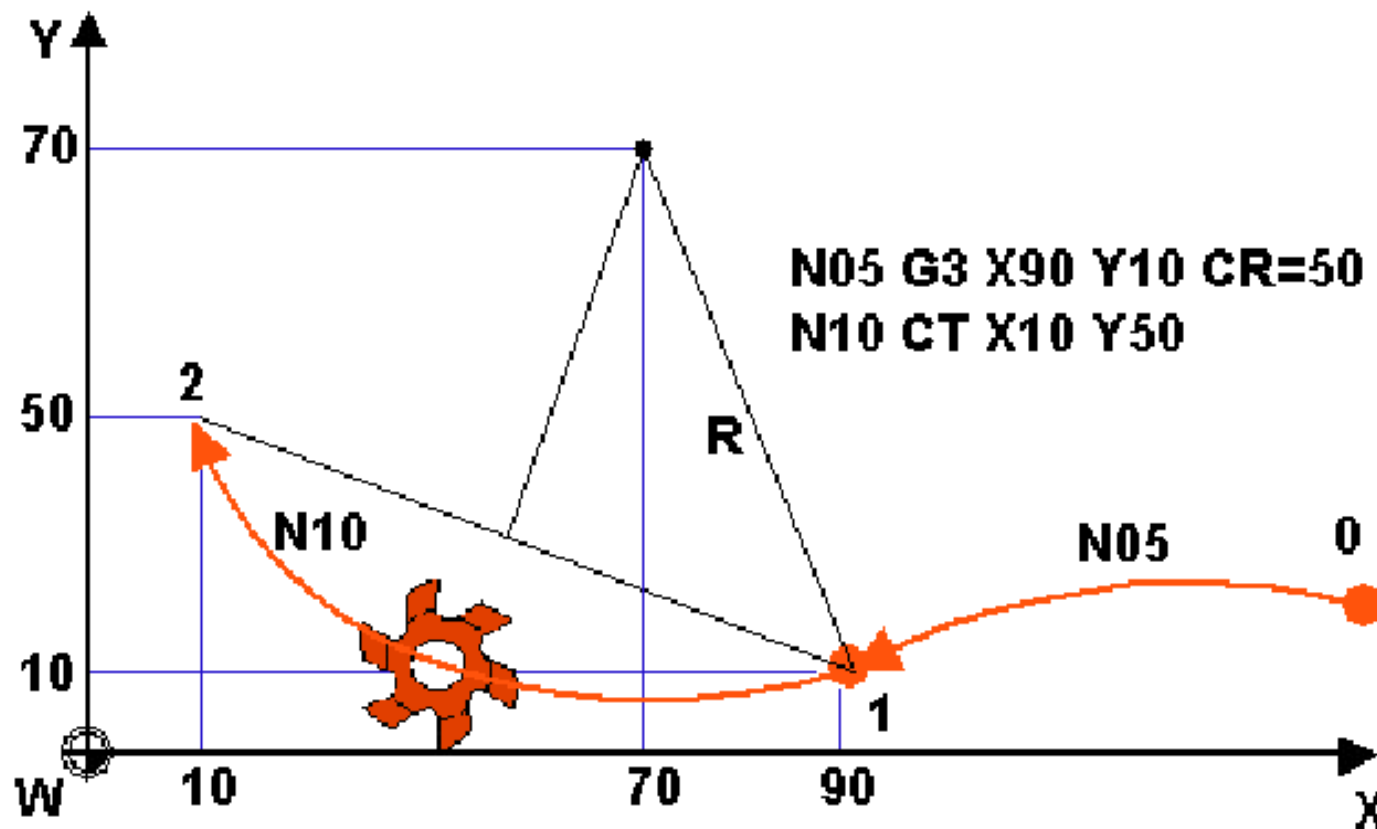
Programowanie interpolacji kołowej przy użyciu kąta AR i parametrów interpolacji I,J,K



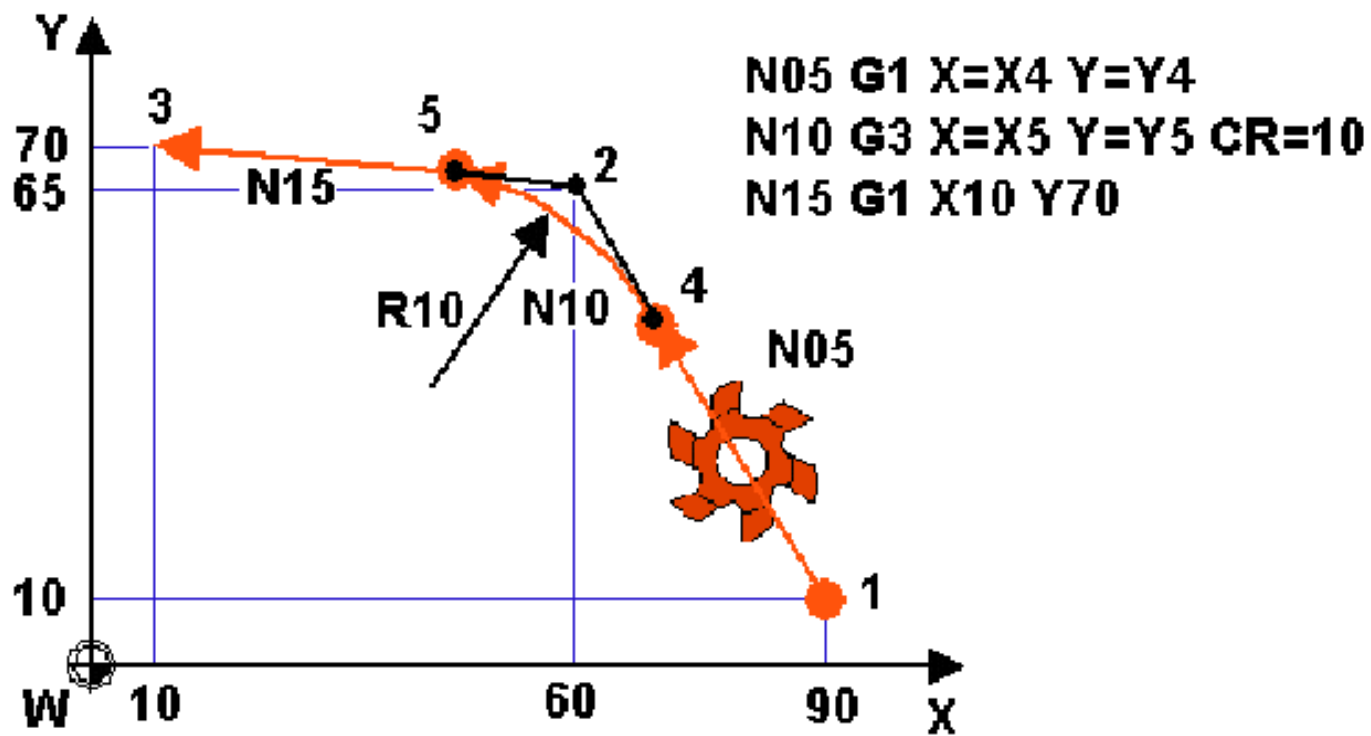
Programowanie interpolacji kołowej przez punkt pośredni CIP



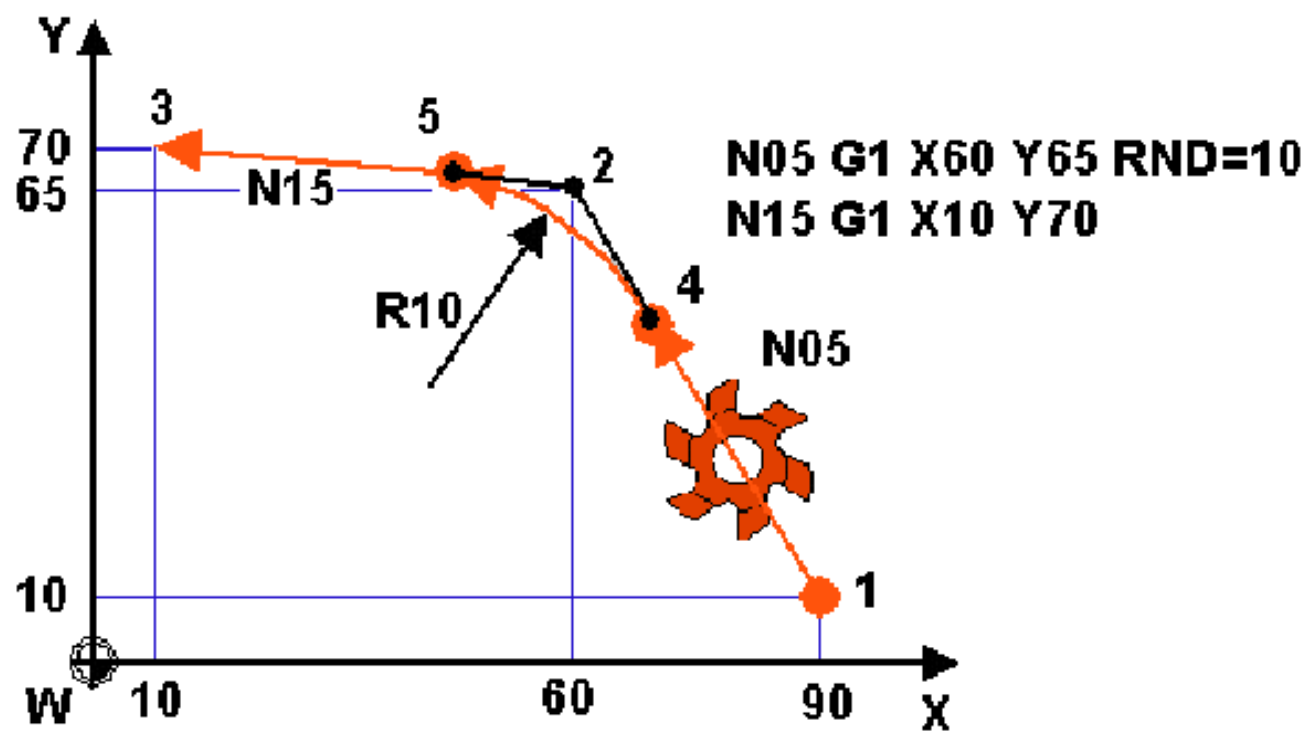
Programowanie łuku stycznego (CT) do ruchu z interpolacją liniową (G1)



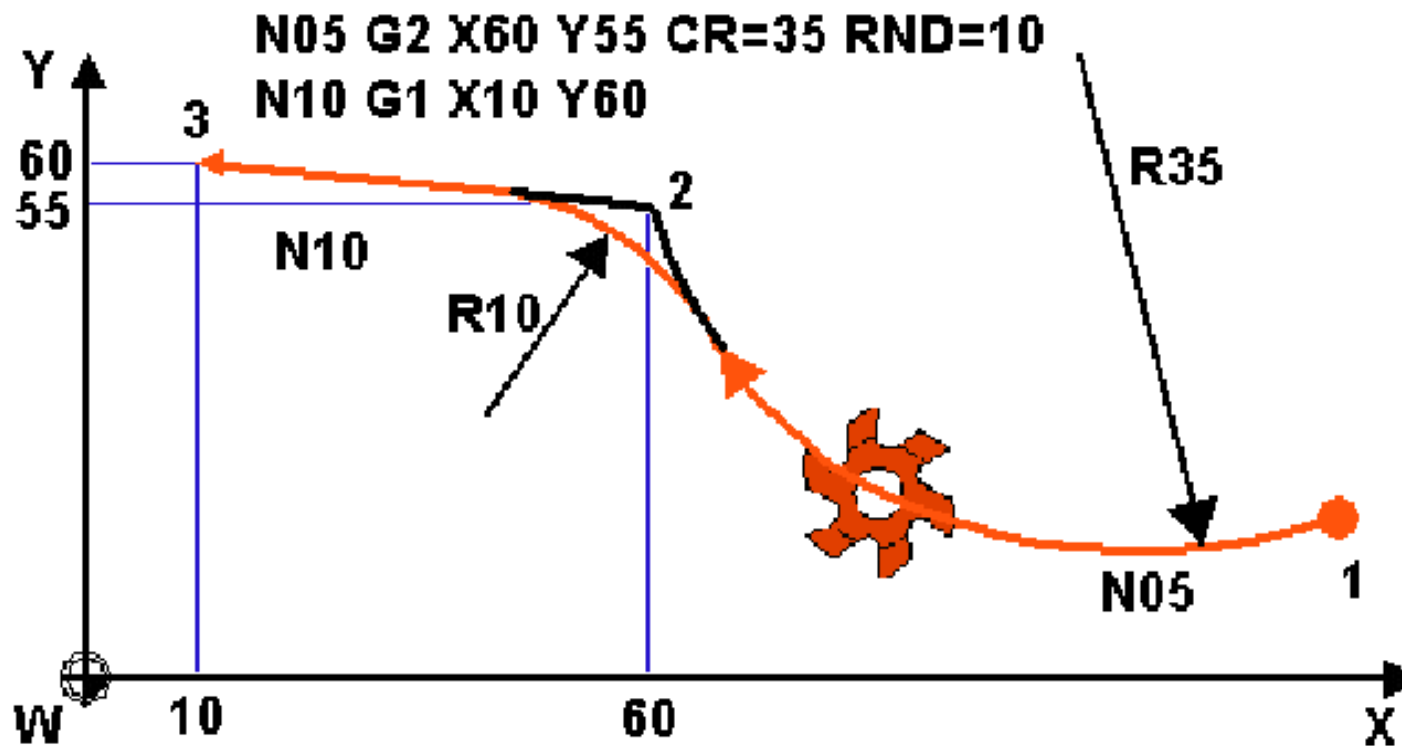
Programowanie łuku stycznego (CT) do ruchu z interpolacją kołową (G2/G3/CIP/CT)



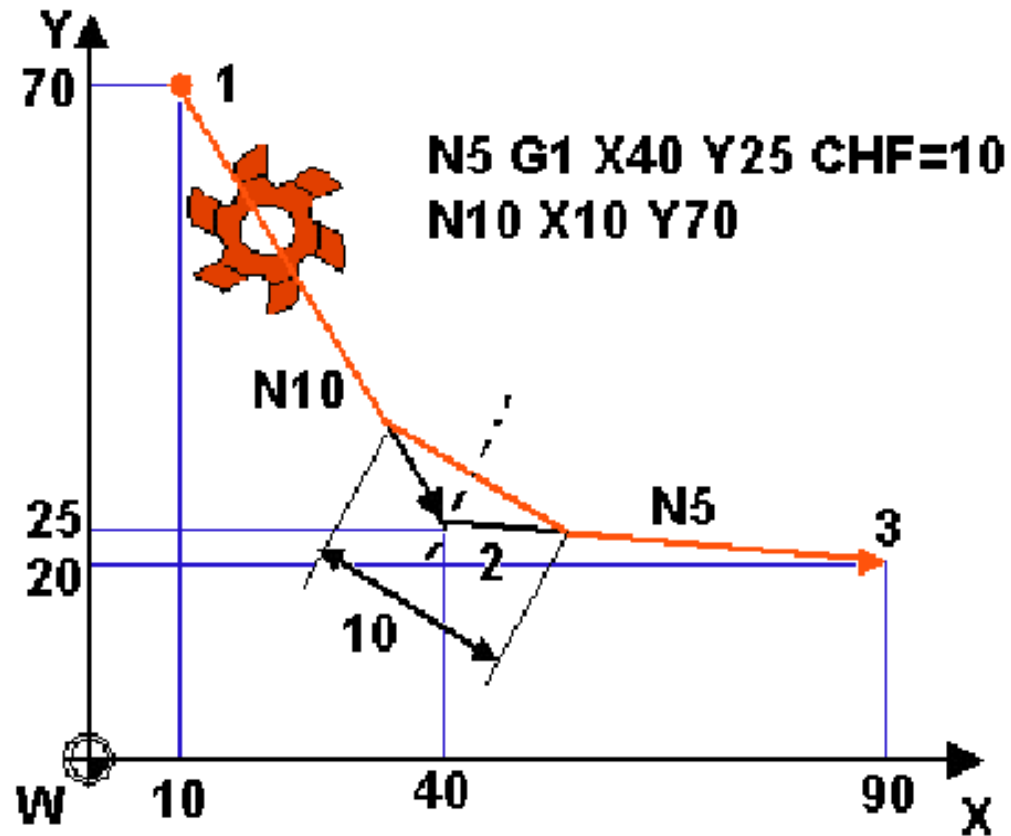
Programowanie zaokrąglenia krawędzi



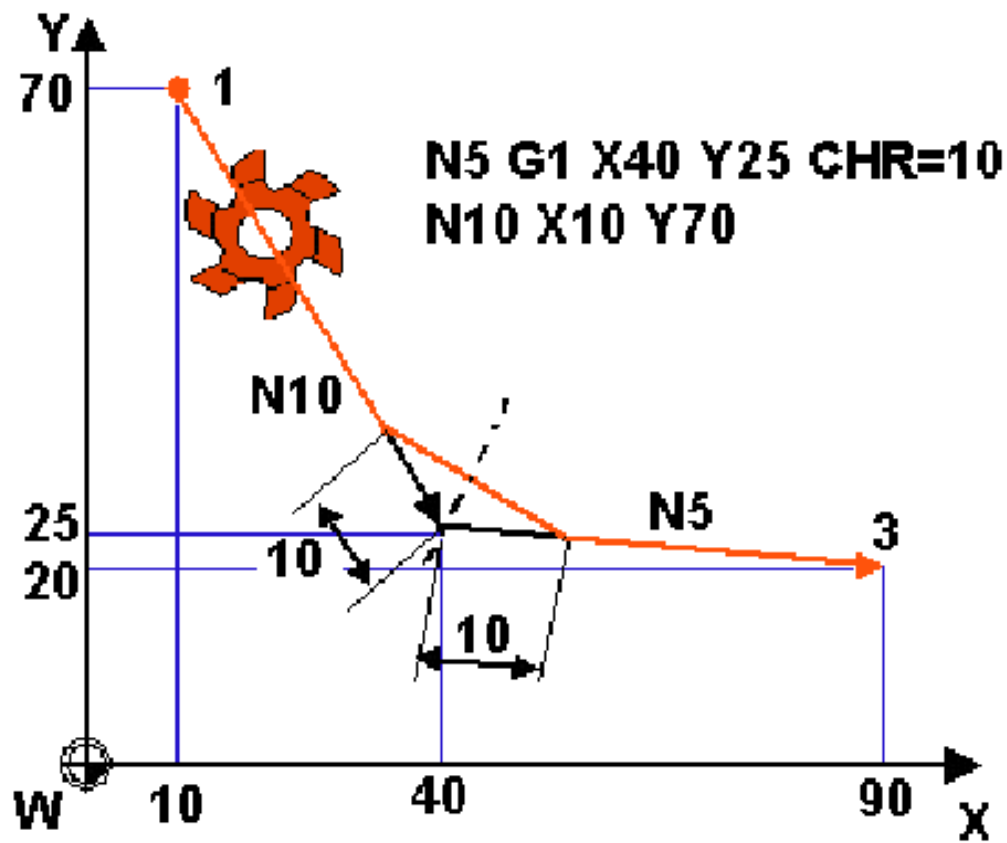
Programowanie zaokrąglenia krawędzi z wykorzystaniem funkcji **RND**



Programowanie zaokrąglenia krawędzi z wykorzystaniem funkcji **RND** pomiędzy łukiem a odcinkiem linii prostej



Programowanie sfazowania krawędzi z wykorzystaniem funkcji CHF (długość fazy)

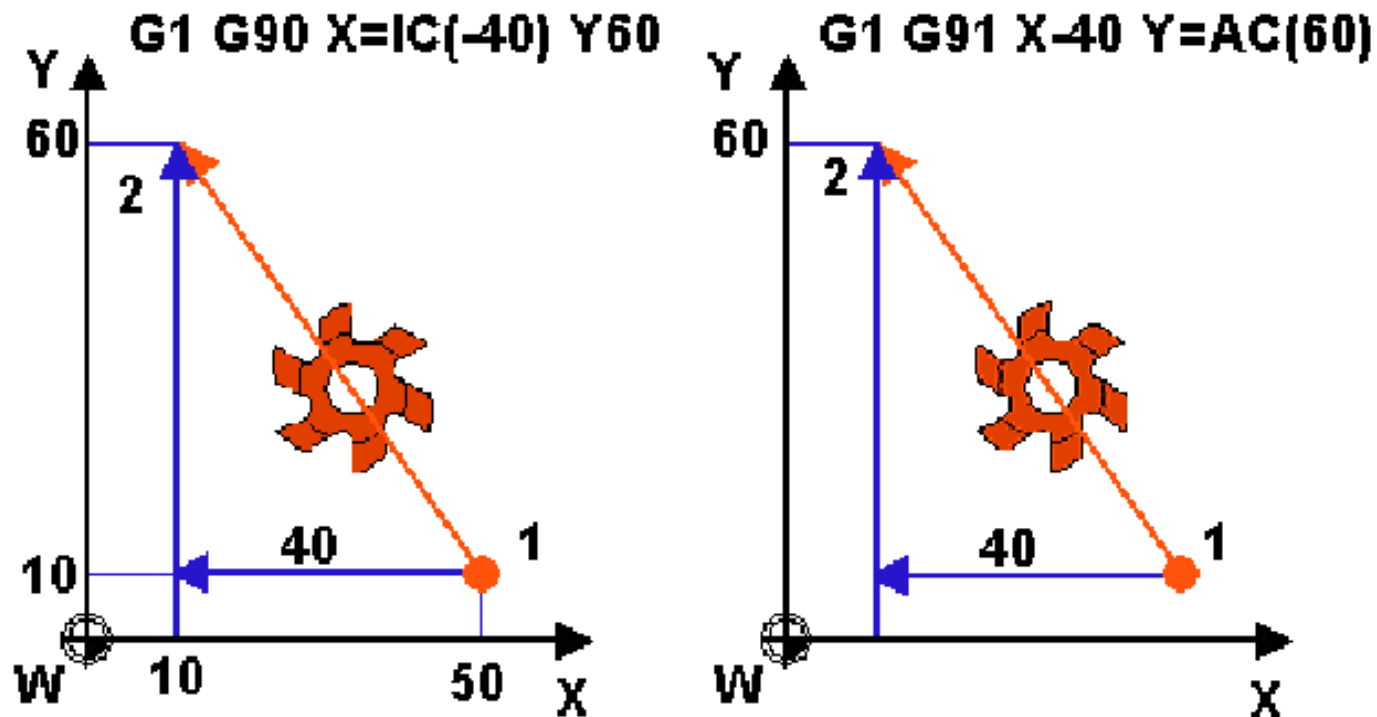


Programowanie sfazowania krawędzi z wykorzystaniem funkcji CHR (szerokość fazy)

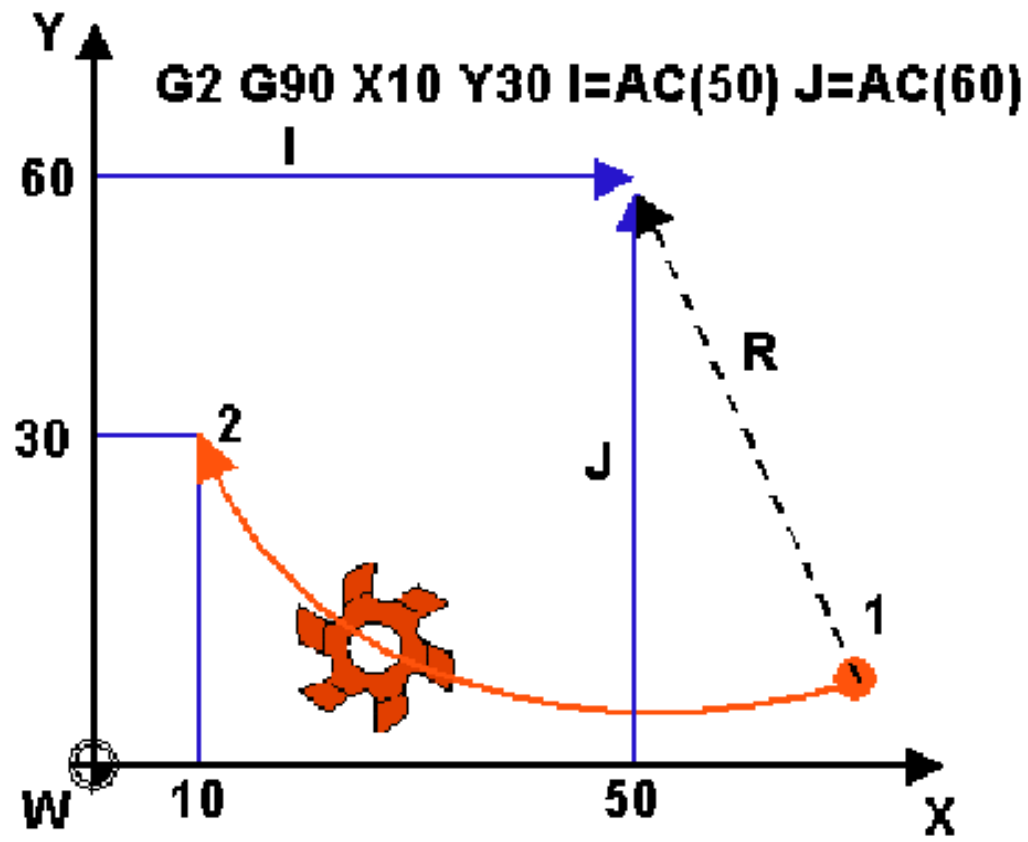
Programowanie w układzie współrzędnych przedmiotu

- G500 – wyłączenie wszystkich przesunięć punktu zerowego
– programowanie względem punktu maszynowego M;
- G54 – przywołanie 1. rejestru przesuni punktu zerowego;
- G55 – przywołanie 2. rejestru przesuni punktu zerowego;
- G56 – przywołanie 3. rejestru przesuni punktu zerowego;
- G57 – przywołanie 4. rejestru przesuni punktu zerowego.

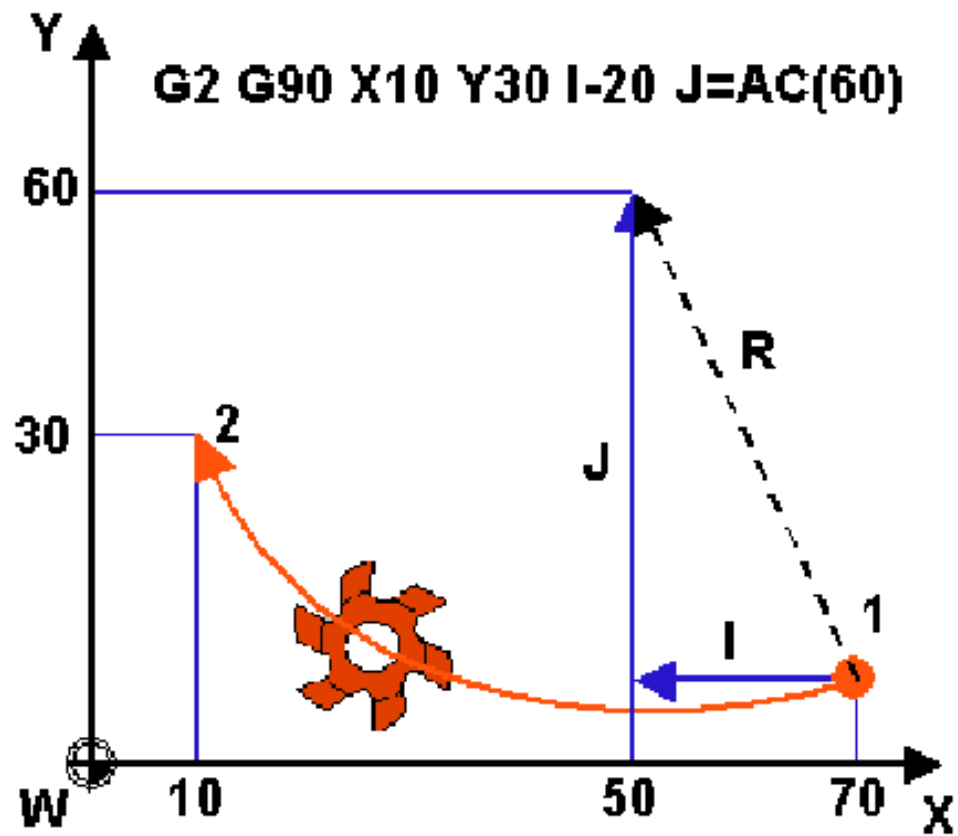
G90 – programowanie absolutne (funkcja modalna);
G91 – programowanie przyrostowe (funkcja modalna);
AC – programowanie absolutne (ang. Absolute Coordinate, funkcja niemodalna);
IC – programowanie przyrostowe (ang. Incremental Coordinate, funkcja niemodalna);



Mieszany sposób podawania współrzędnych w układzie absolutnym i przyrostowym



Interpolacja kołowa z absolutnym wymiarowaniem położenia środka łuku



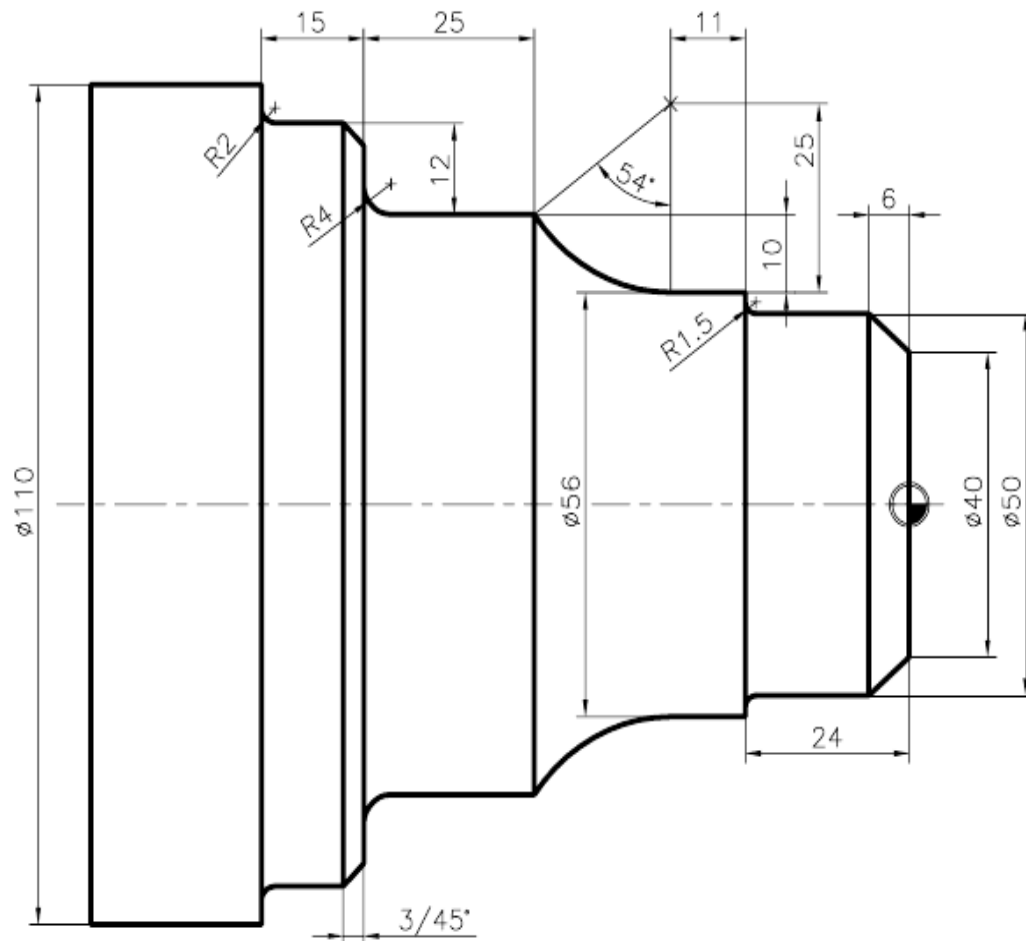
Interpolacja kołowa z mieszanym wymiarowaniem położenia środka łuku

Do informowania układu sterowania o sposobie traktowania współrzędnych w osiach o wymiarowaniu średnicowym służą następujące funkcje:

DIAMON – (ang. DIAMeter ON) wymiary podawane średnicowo;

DIAMOF – (ang. DIAMeter OFF) wymiary podawane promieniowo;

DIAM90 – wymiary średnicowo przy programowaniu absolutnym (G90), promieniowo przy przyrostowym (G91).



wi zanie:

%_N_EX03_MPF

; 16-08-2004

N5 G40 G54 G71 G90 G96 DIAMON

N10 T1 D1 S150 F0.15 M4 M8

N15 G0 X0

N20 Z3

N25 G1 Z0

N30 X40

N35 Z-6 X50

N40 Z-24 RND=1.5

N45 X56

N50 G91 Z-11

N55 G2 I25 AR=54

N60 G1 Z-25 RND=4

N65 DIAMOF X=AC(12) CHR=3

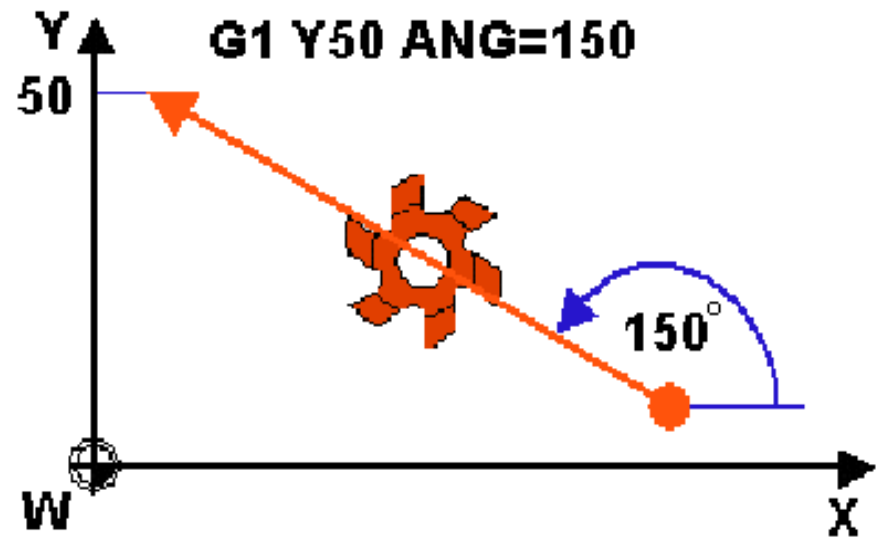
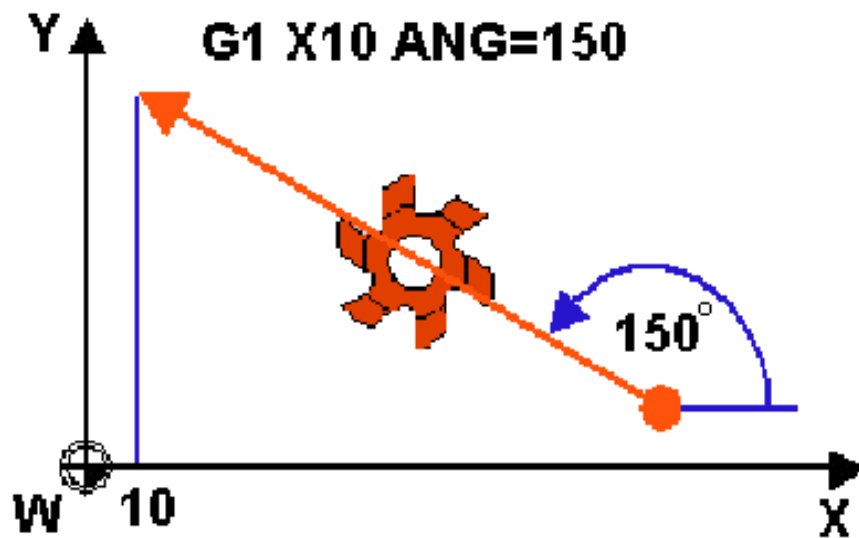
N70 Z-15 RND=2

N75 G90 DIAMON X110

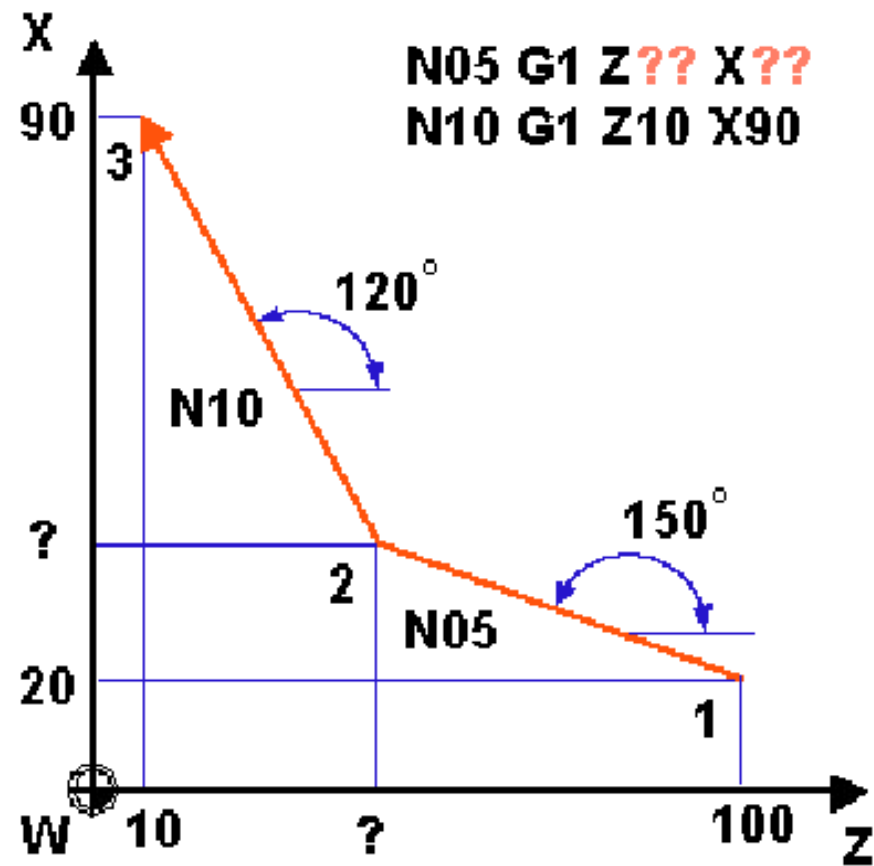
N80 G53 T0 D0 G0 Z300 X300 M9 M5

N85 M30

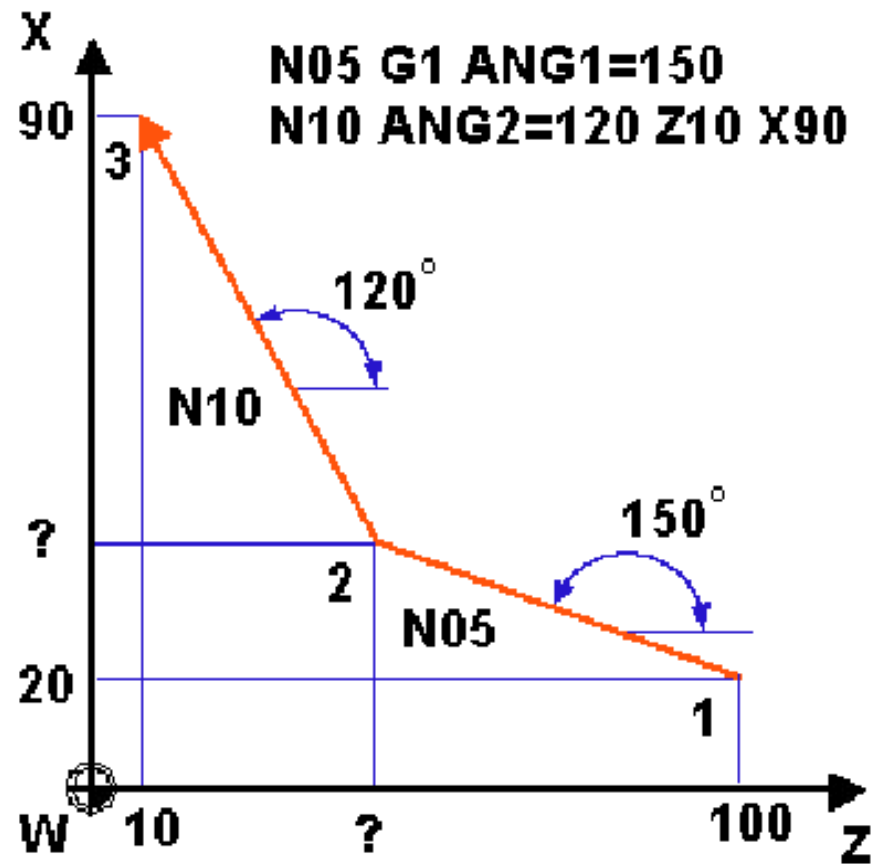
Programowanie z wykorzystaniem współrzędnych kątowych



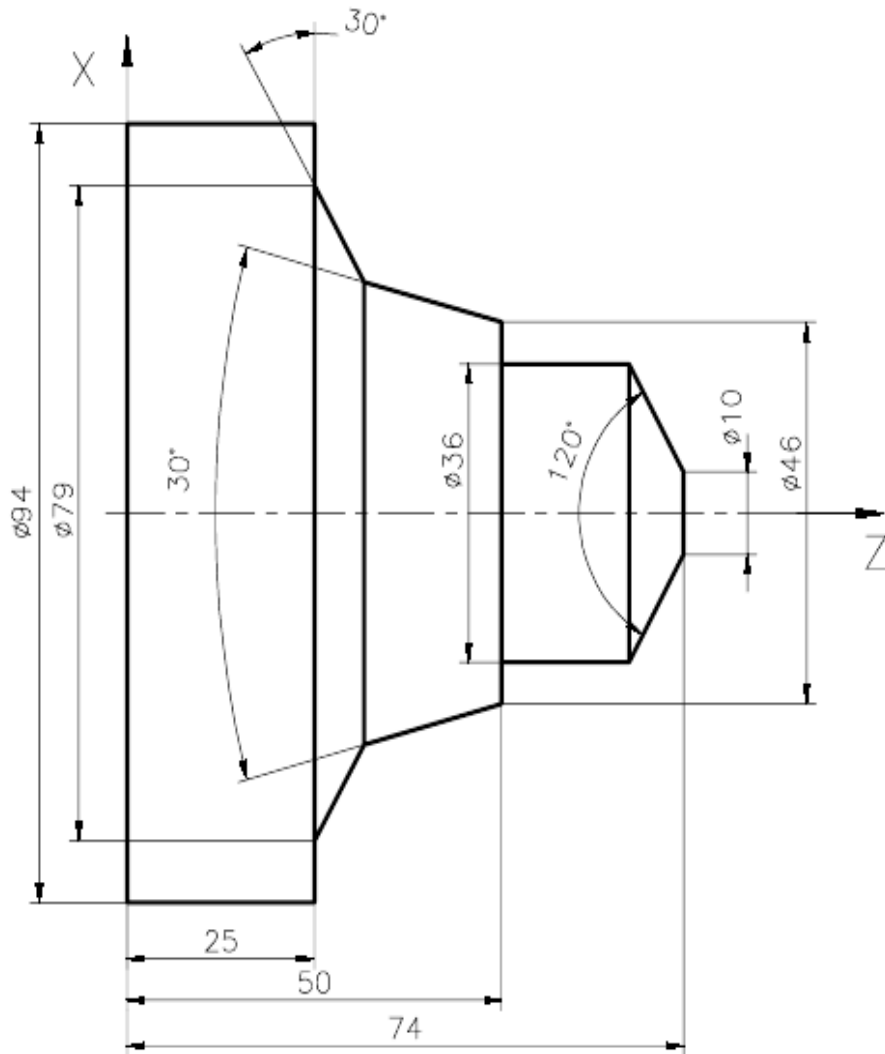
Interpolacja liniowa z wykorzystaniem adresu ANG



Interpolacja liniowa – brak współrzędnych liniowych punktu pośredniego „2”



Interpolacja liniowa przez dwa kąty



%_N_EX13_MPF

; 09-09-2003

N5 G40 G54 G71 G90 G95 DIAMON KONT G450

N10 T1 D1 S250 F0.1 M4 M8

N15 G0 X0

N20 Z77

N25 G1 Z74

N30 X10

N35 ANG=120 X36

N40 Z50

N45 X46

N50 ANG1=165

N55 ANG2=120 Z25 X79

N60 X94

N65 Z0

N70 G53 T0 D0 G0 Z300 X300 M9 M5

N75 M30

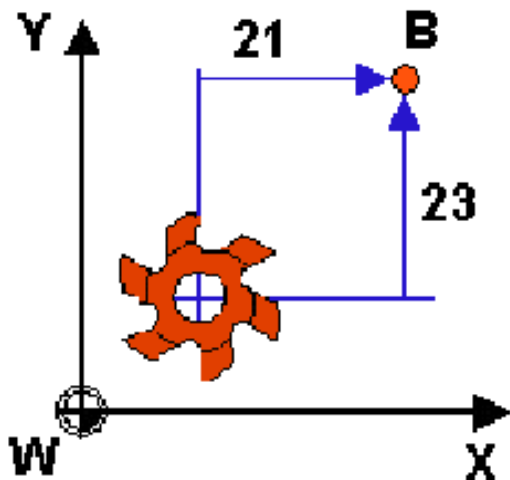
Programowanie we współrzędnych biegunowych i walcowych

G110 – programowanie bieguna względem ostatniego położenia narzędzia (przyrostowo, niezależnie od funkcji G90/G91).

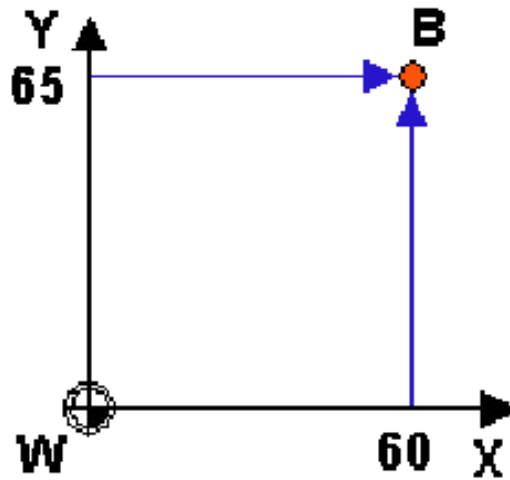
G111 – programowanie absolutne położenia bieguna (niezależnie od funkcji G90/G91).

G112 – programowanie bieguna względem ostatniego położenia bieguna (przyrostowo, niezależnie od funkcji G90/G91).

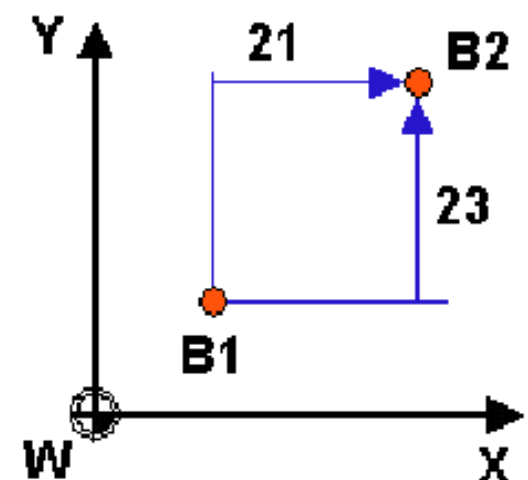
G110 X21 Y23



G111 X60 Y65



G112 X21 Y23

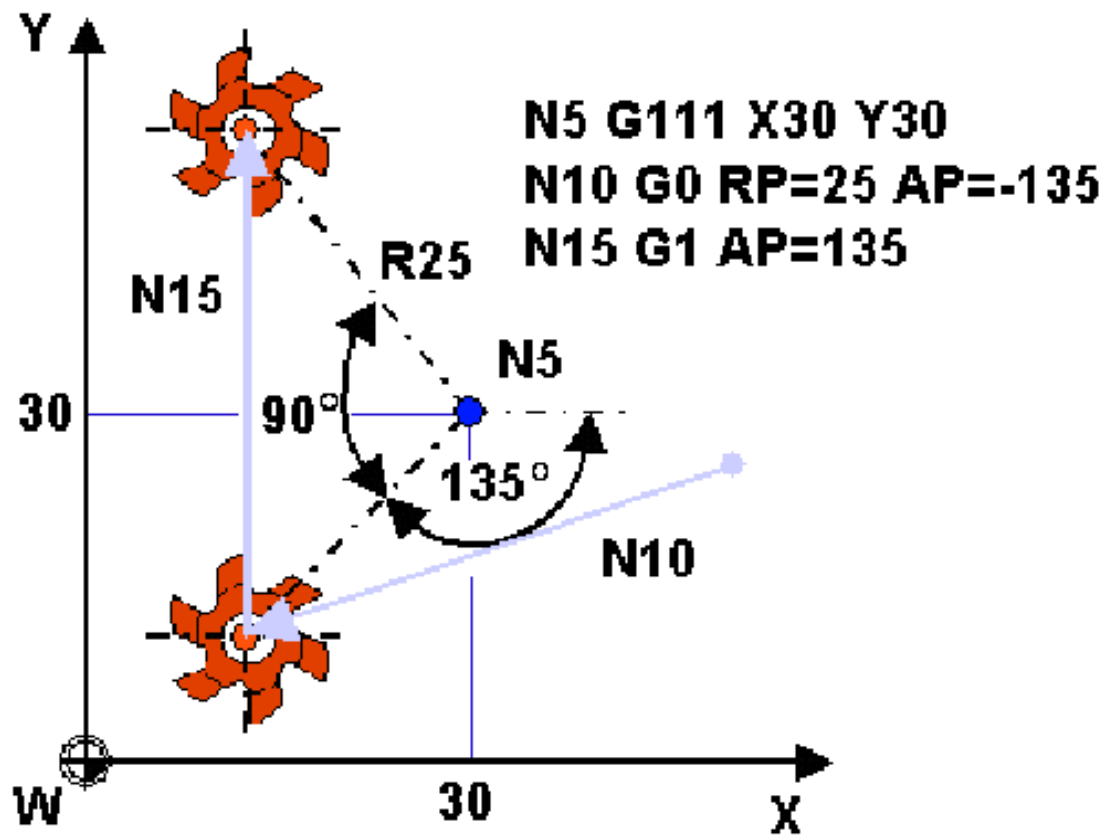


Programowanie położenia bieguna dla biegunowego układu współrzędnych

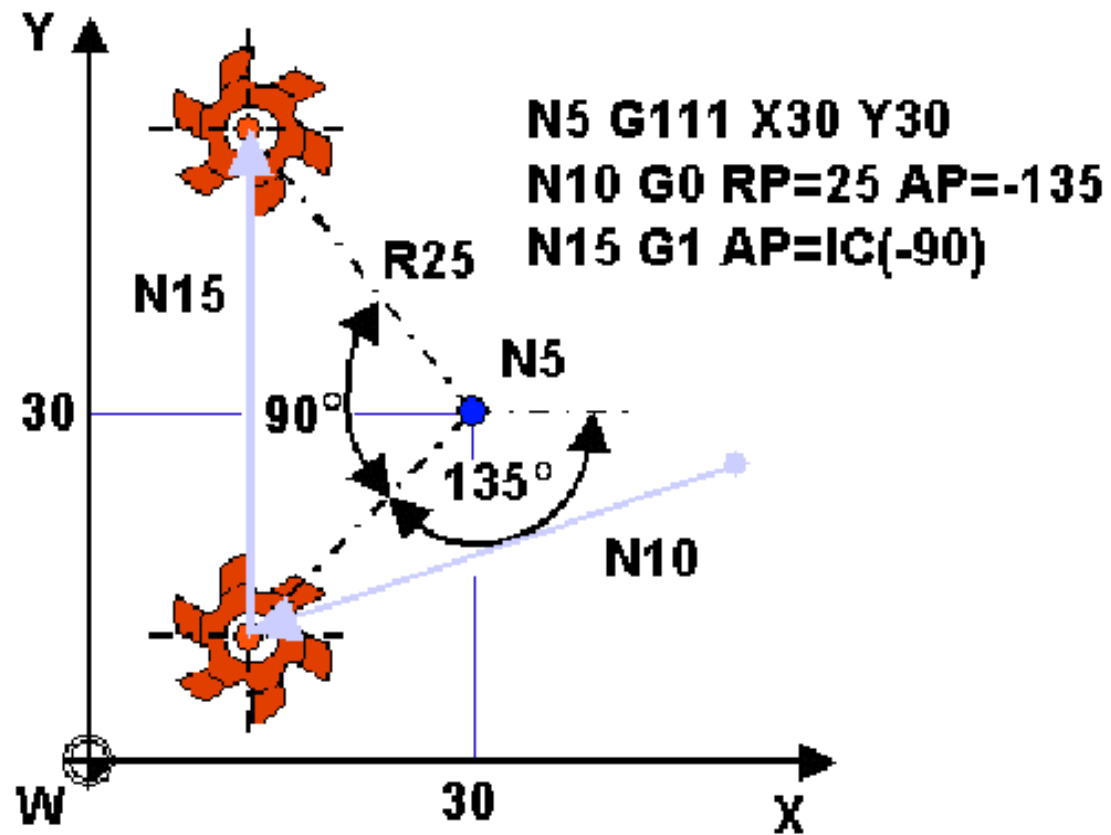
Ze względu na konieczność użycia adresów X, Y, Z wymienione powyżej adresy **nie wolno łączyć w jednym bloku z żadnymi innymi funkcjami przygotowawczymi**, a w szczególności z funkcjami interpolacji. Należy pamiętać również, że domyślne położenie bieguna to punkt zerowy aktualnego układu współrzędnych.

Współrzędne biegunowe programuje się następującymi adresami:

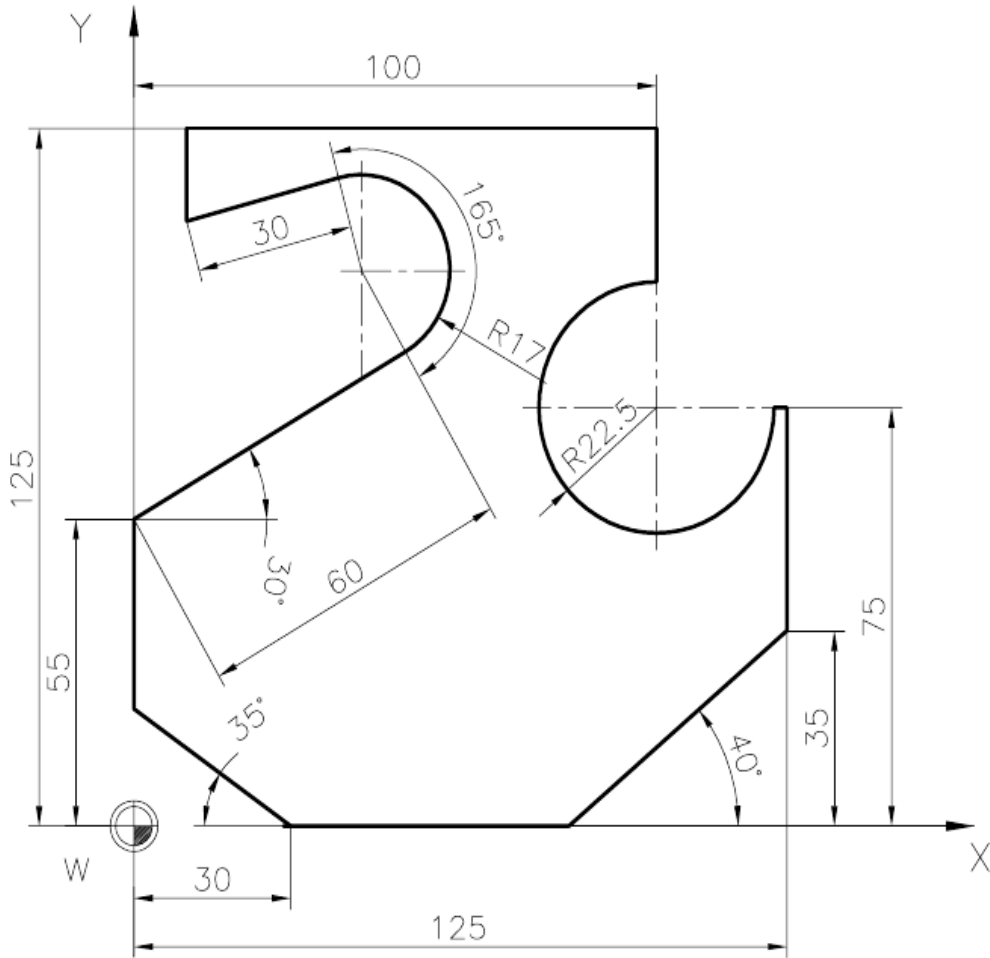
RP – promień (ang. Radius Polar);
AP – kąt wodzący (ang. Angle Polar);
przy czym adresy te są modalne.



Programowanie współrzędnych w układzie biegunowym



Przyrostowe programowanie kąta we współrzędnych biegunowych



%_N_EX04_MPF

; 17-08-2003

N5 G40 G54 G71 G90 G94

N10 T1 D1 S1500 F250 M3 M8 M6

N15 G0 X0 Y0

N20 Z3

N25 G1 Z-5

N30 Y55

N35 G111 X0 Y55

N40 AP=30 RP=60

N45 G110 X-8.5 Y14.722

N50 CT AP=105 RP=17

N55 G110 X0 Y0

N60 G1 AP=195 RP=30

N65 Y125

N70 X100

N75 G111 X100 Y75

N80 AP=90 RP=22.5

N85 G3 J-20 AR=270

N90 G1 X125

N95 Y35

N100 ANG=220 Y0

N105 X30

N110 ANG=145 X0

N115 G0 Z100

N120 G53 T0 D0 G0 X300 Y300 Z200 M9 M5

N125 M30

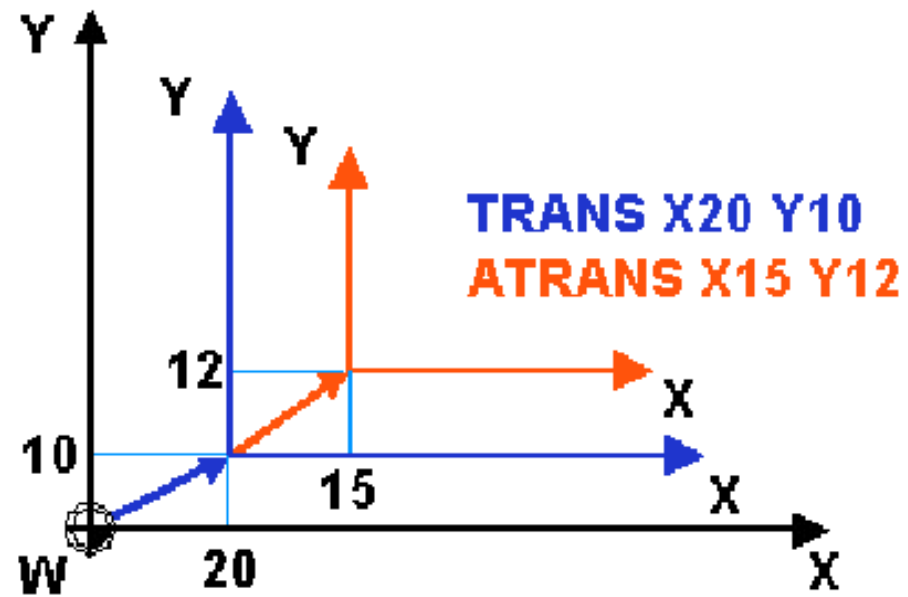
Transformacje układów współrzędnych

TRANS, ATRANS – (ang. TRANSlation) przesunięcie (translacja) początku układu współrzędnych o zadany wektor, którego współrzędne są programowane pod adresami X, Y, Z w bieżącym układzie współrzędnych.

Podzielone są one na dwie grupy:

Funkcje działające w odniesieniu do bieżącego ustawczego układu współrzędnych (G54, G55,): TRANS, ROT, MIRROR, SCALE;

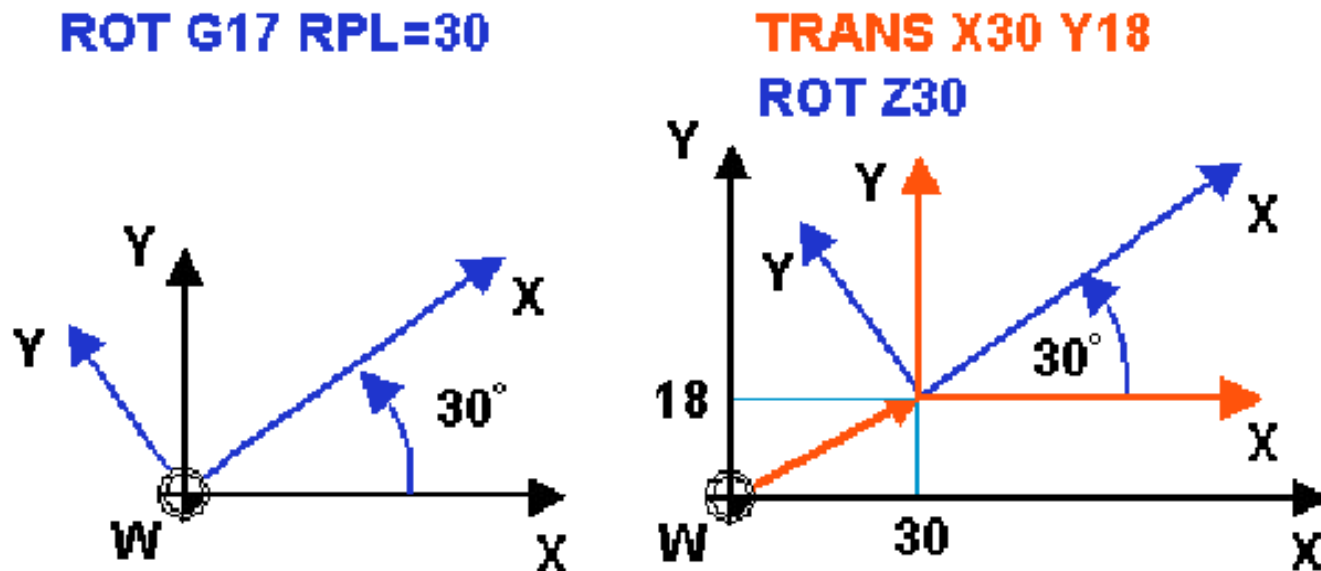
Funkcje działające addytywnie (ang. Additive) w odniesieniu do bieżącego układu współrzędnych: ATRANS, AROT, AMIRROR, ASCALE. Działanie tych funkcji jest kasowane przez przywołanie funkcji TRANS, ROT, MIRROR, SCALE, lub przez przywołanie ustawczego układu współrzędnych (G54, G55,).



Przesunięcie układu współrzędnych (TRANS, ATRANS)

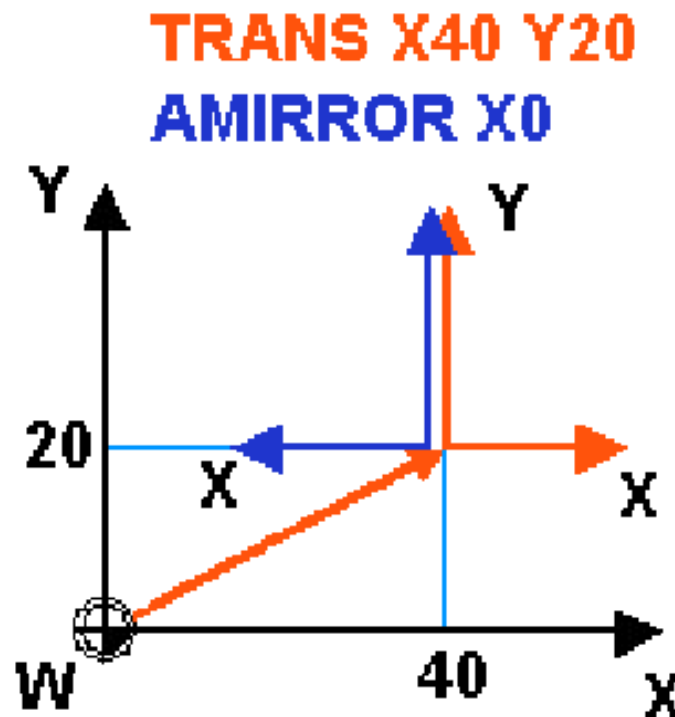
ROT, AROT – (ang. ROTation) obrót układu współrzędnych wokół zadanej osi o dany kąt. Kąt ten może być zadany dwójako:

- RPL – (ang. Rotation PLane) obrót wokół osi dosuwowej, przy czym programowany jest adres G17/G18/G19 określający płaszczyznę w której ten obrót się odbywa (tylko jeden obrót w bloku);
- X, Y, Z – obroty wokół geometrycznych (maksimum trzy obroty w jednym bloku) – wartości adresów programują kąt obrotu wokół danej, przy czym jest zawsze zachowana następująca kolejność obliczania transformacji: wokół osi Z, Y i X niezależnie od kolejności adresów w bloku.

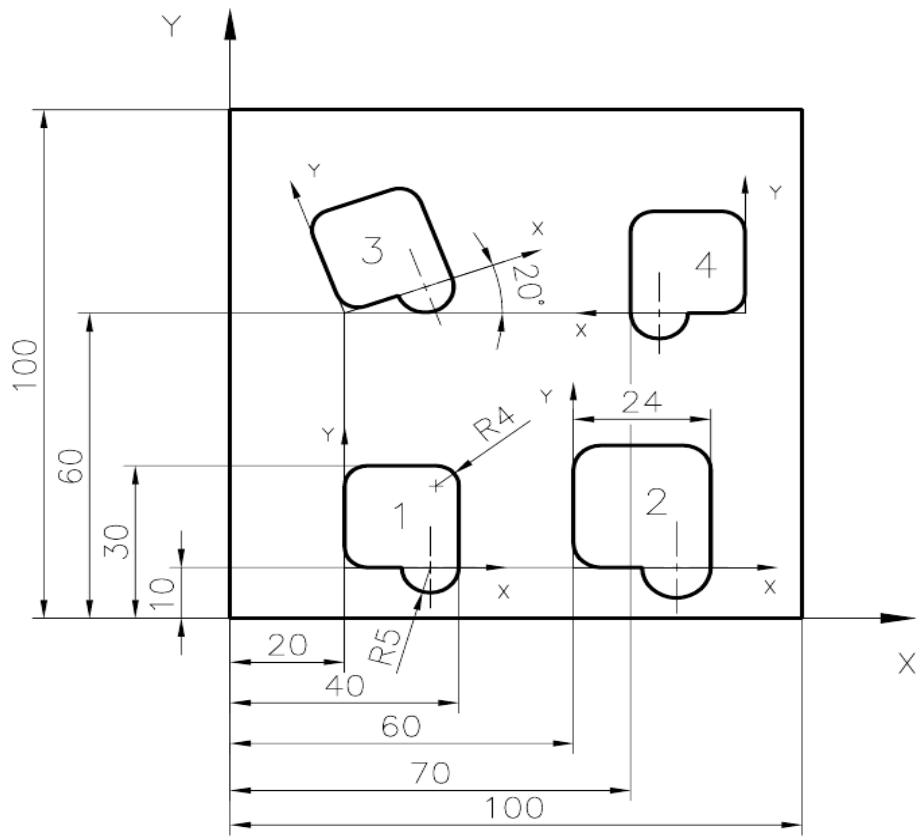


Obrót układu współrzędnych wokół osi (ROT, AROT)

MIRROR, AMIRROR – symetria osiowa (odbicie lustrzane) układu współrzędnych . Programowana jest oś , która podlega transformacji



Symetria osiowa (odbicie lustrzane) układu współrzędnych (MIRROR, AMIRROR)



```

%_N_EX05_SPF
; PODPROGRAM KONTURU DO EX05
N5 G0 X0 Y-7
N10 G1 Z-5
N15 G1 Y20 RND=4
N20 X20 RND=4
N25 Y0
N30 G2 I-5 AR=180
N35 G1 X0 RND=4
N40 Y5
N45 G0 Z5
N50 M17

```

```

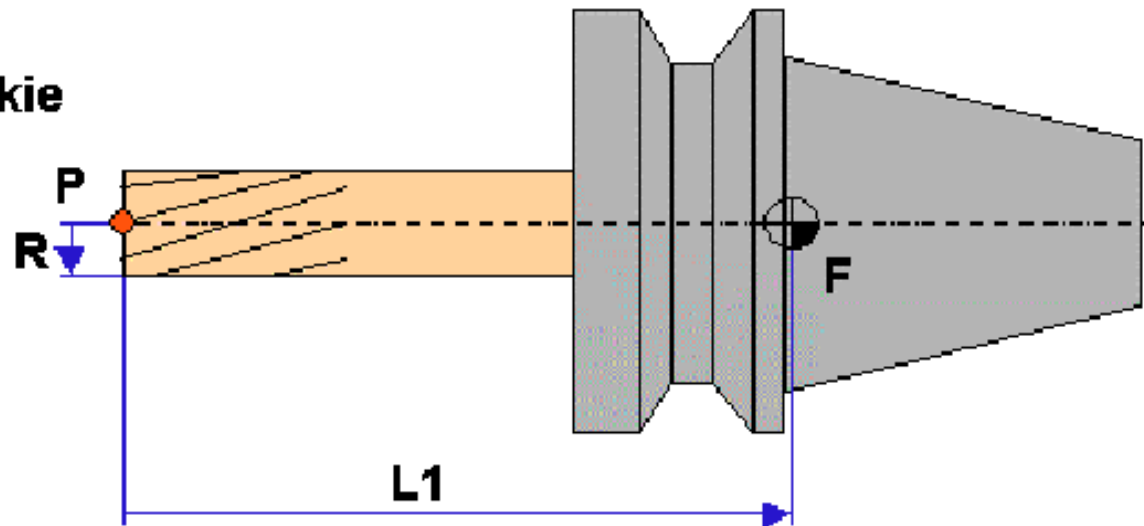
%_N_EX05_MPF
; 18-08-2003
N5 G40 G54 G71 G90 G94 DIAMOF KONT G450
N10 T1 D1 S1000 F100 M3 M8 M6
; ELEMENT 1
N15 TRANS X20 Y10
N20 L5 P1
; ELEMENT 2
N25 TRANS X60 Y10
N30 ASCALE X1.2 Y1.2
N30 L5 P1
; ELEMENT 3
N35 TRANS X20 Y60
N40 AROT RPL=20
N45 L5 P1
; ELEMENT 4
N50 TRANS X90 Y60
N55 AMIRROR X0
N60 L5 P1
N65 G53 T0 D0 G0 X300 Y300 Z200 M9 M5
N70 M30

```

NARZĘDZIA – WYMIARY, PARAMETRY PRACY, KOMPENSACJA PROMIENIA

- 1xx – narzędzia frezarskie;
- 2xx – narzędzia wiertarskie;
- 4xx – narzędzia szlifierskie;
- 5xx – narzędzia tokarskie;
- 7xx – narzędzia do rowków.

Typ=1
Frezarskie



Rejestr narzędziowy:

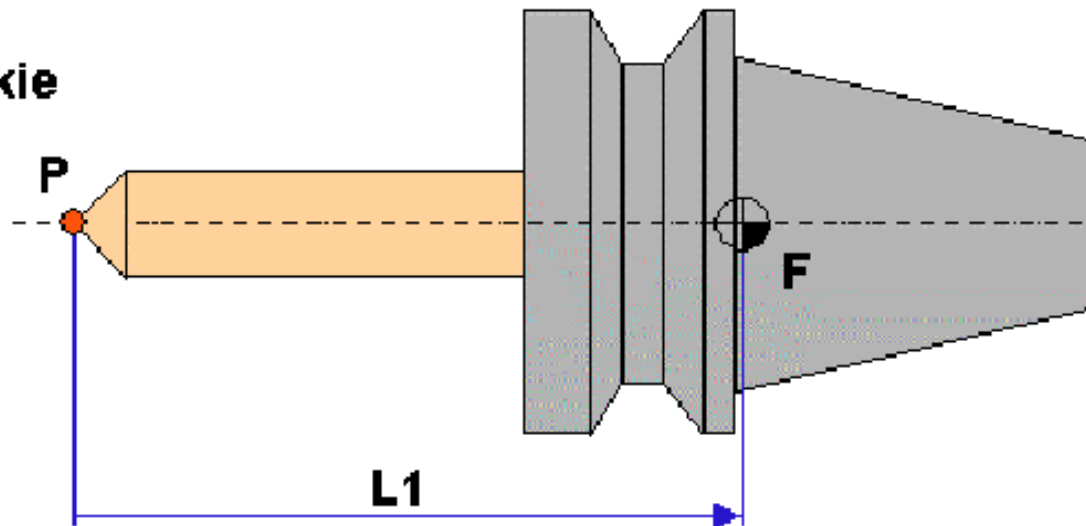
Typ

L1

R

Najważniejsze parametry narzędzi frezarskich

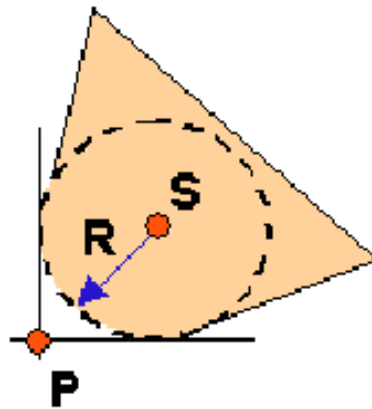
**Typ=2
Wiertarskie**



**Rejestr narzędziowy:
Typ
L1**

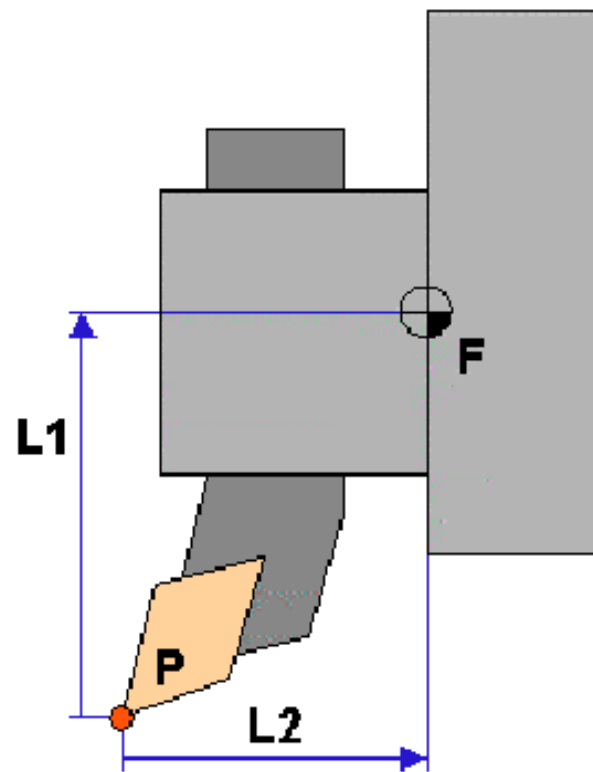
Najważniejsze parametry narzędzi wiertarskich

**Typ=5
Tokarskie**

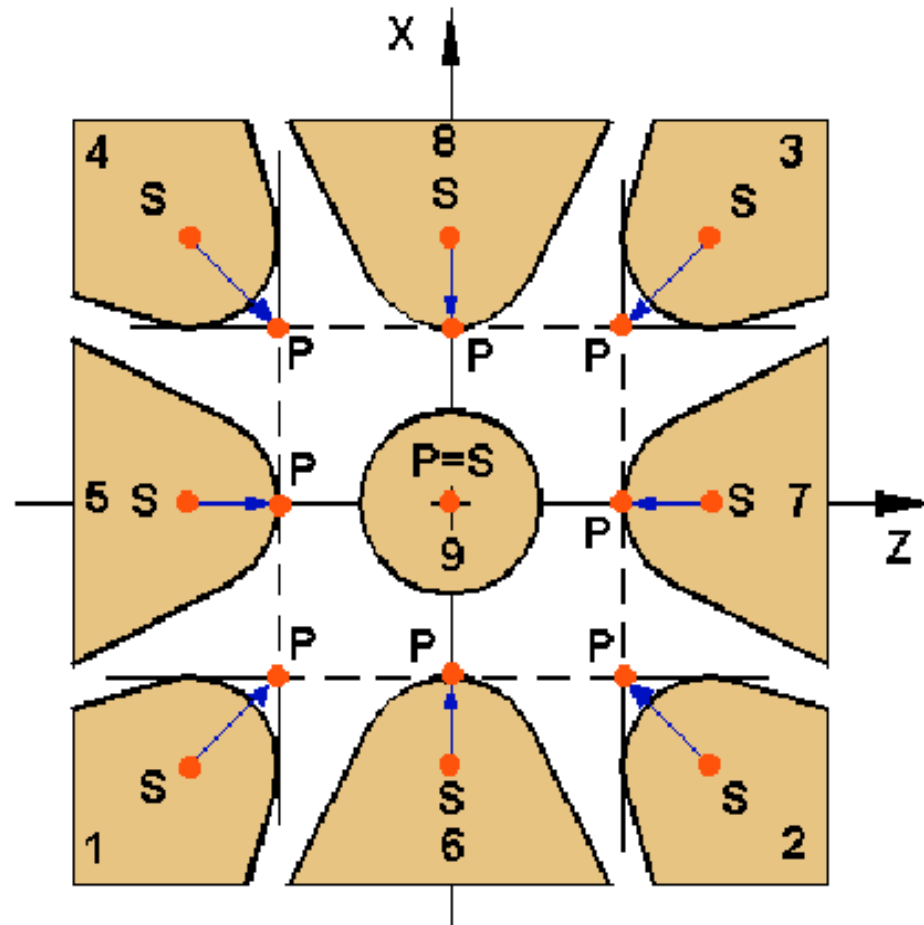


Rejestr narzędziowy:

**Typ
Ostrze
L1
L2
R**



Najważniejsze parametry narzędzi tokarskich



Definicja położenia ostrza dla narzędzi tokarskich (parametr Ostrze)

G96 – włączenie stałej prędkości skrawania S [m/min];
G961 – włączenie stałej prędkości skrawania S [m/min];
G97 – wyłączenie stałej prędkości skrawania S [obr/min];
G971 – wyłączenie stałej prędkości skrawania S [obr/min].

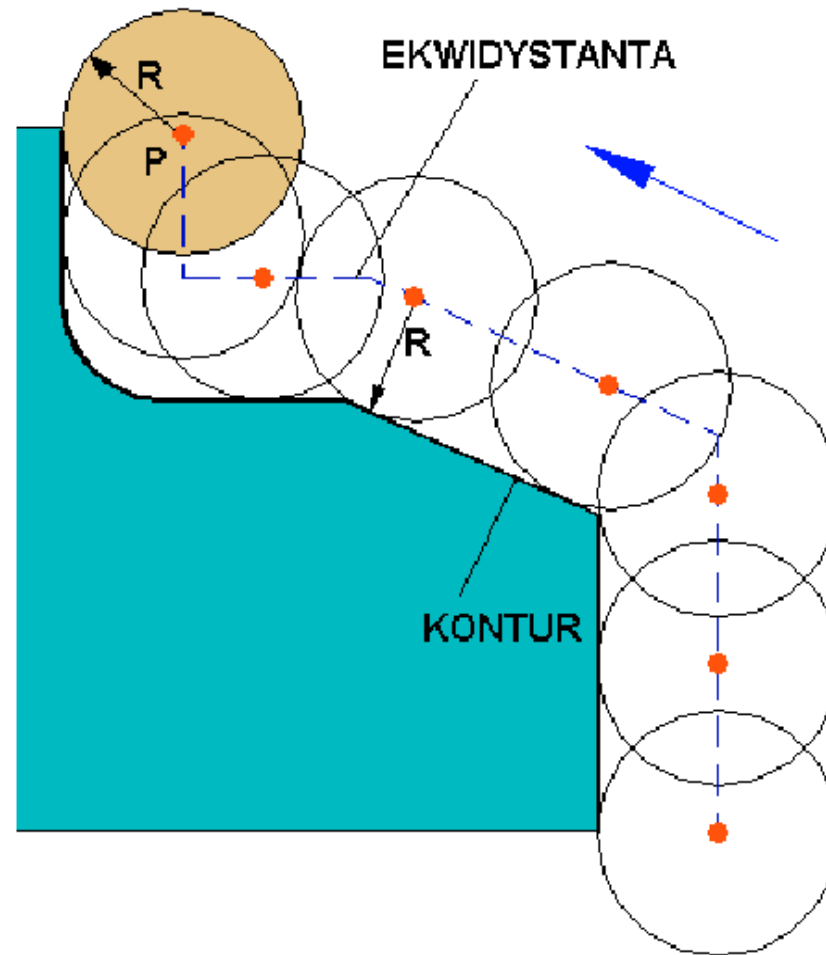
G25 – minimalne obroty wrzeciona (programowane pod adresem S);
G26 – maksymalne obroty wrzeciona (programowane pod adresem S).

Przykład:

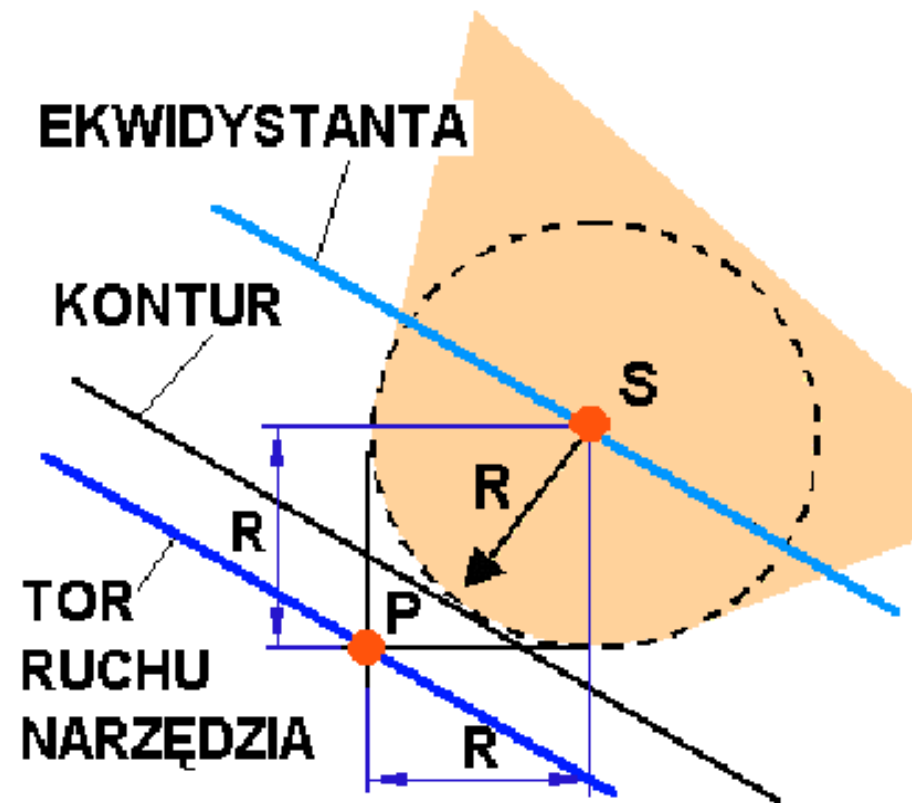
N05 G25 S100

N10 G25 S3000

Kompensacja promienia narzędzia



Zasada kompensowania promienia narzędzia

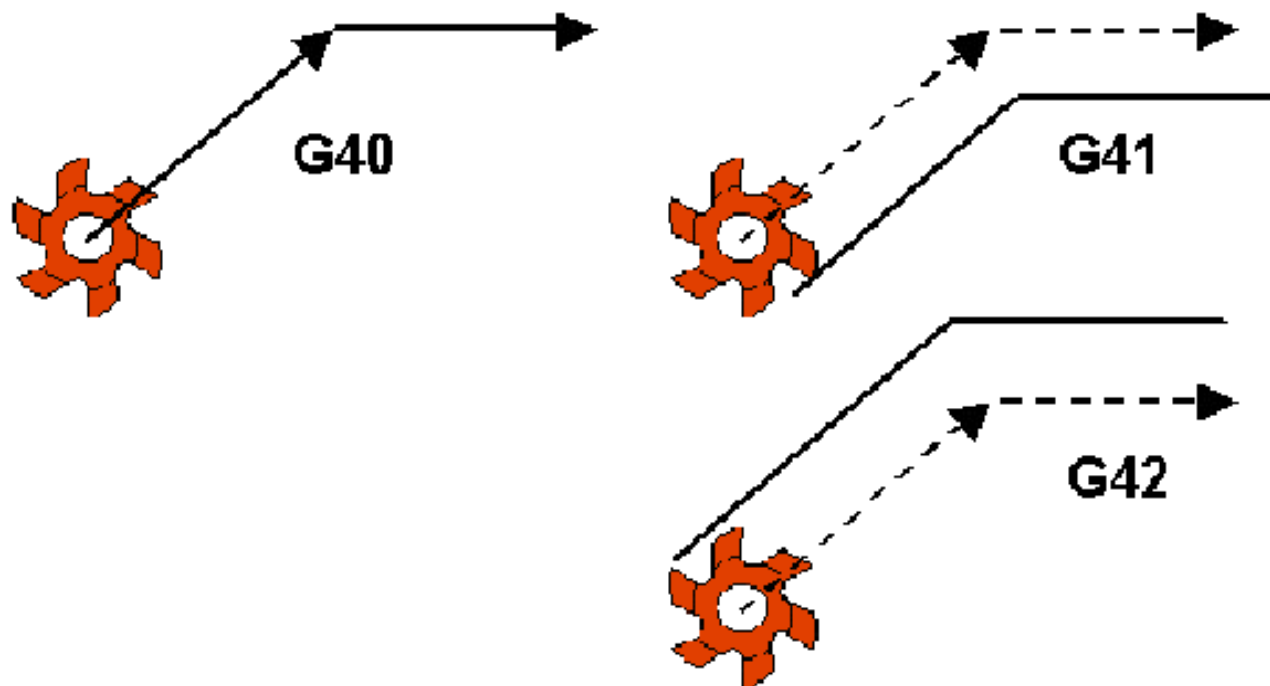


Kompensacja promienia narzędzia w obróbce tokarskiej

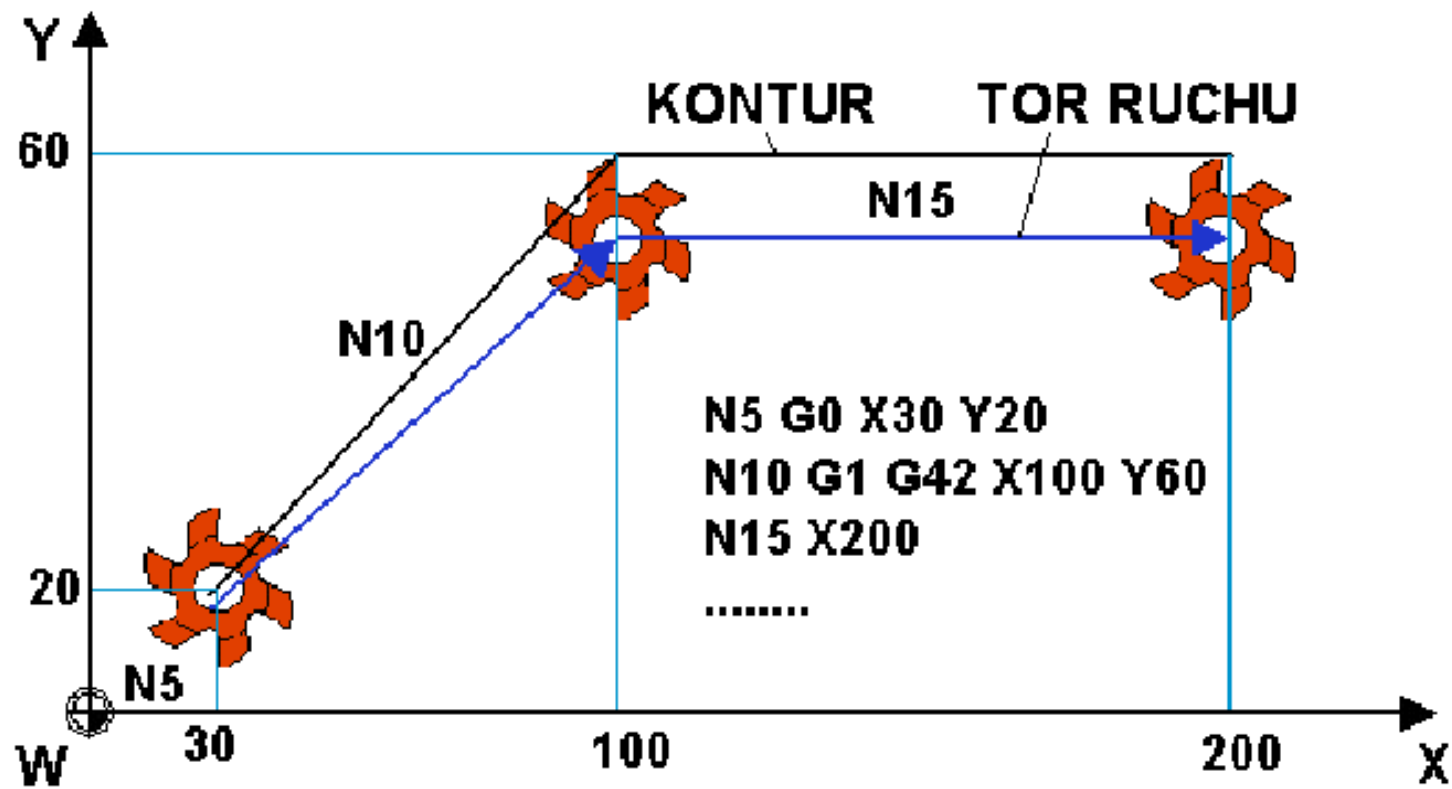
G40– wyłączenie automatycznej kompensacji promienia (ruch punktu kodowego P po konturze nominalnym);

G41– włączenie automatycznej kompensacji promienia po lewej stronie konturu (ruch punktu kodowego P lub S po ekwidystancie, leżącej po lewej stronie konturu nominalnego patrz c w kierunku ruchu narzędzia);

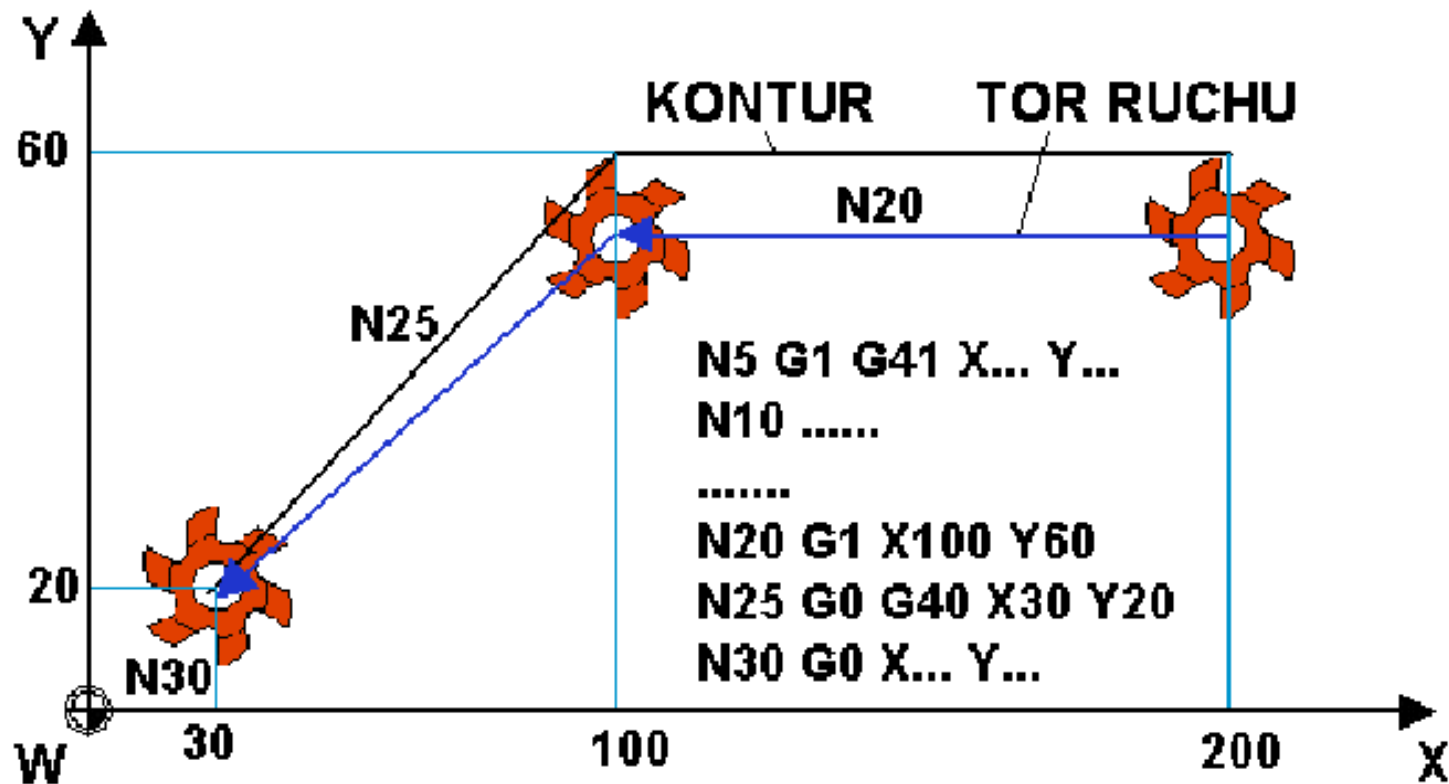
G42– włączenie automatycznej kompensacji promienia po prawej stronie konturu (ruch punktu kodowego P lub S po ekwidystancie, leżącej po prawej stronie konturu nominalnego patrząc w kierunku ruchu narzędzia).



Programowanie automatycznej kompensacji promienia narzędzia

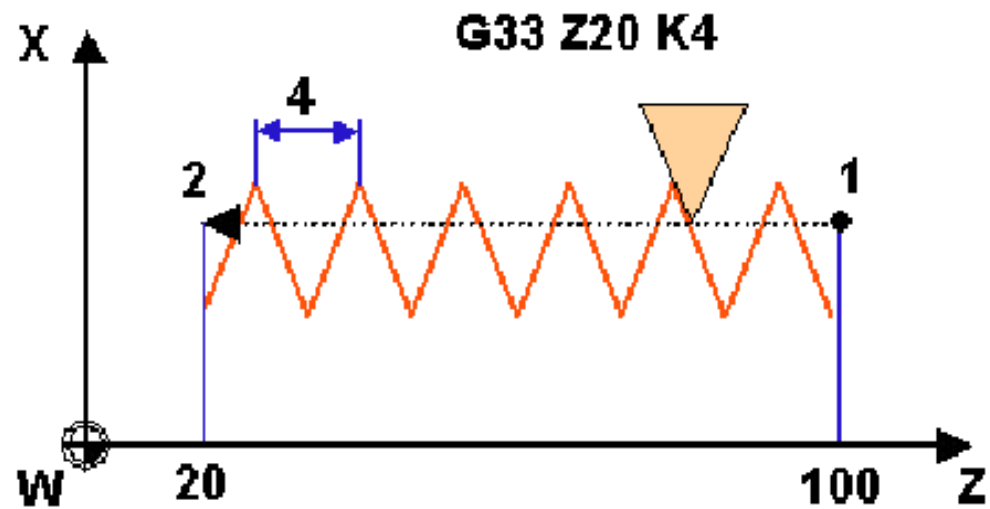


Programowanie rozpoczęcia automatycznej kompensacji promienia narzędzia

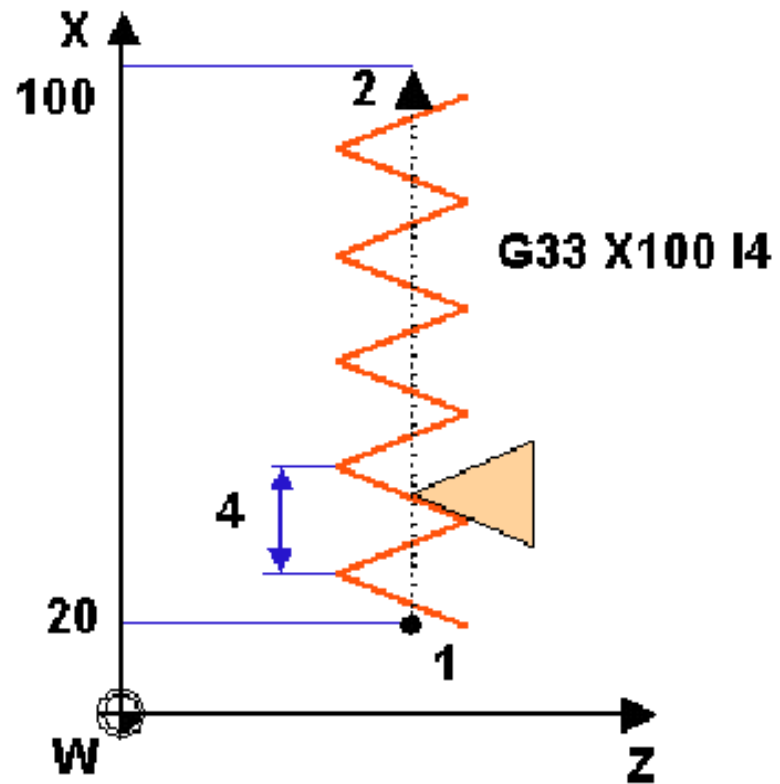


Programowanie zakończenia automatycznej kompensacji promienia narzędzia

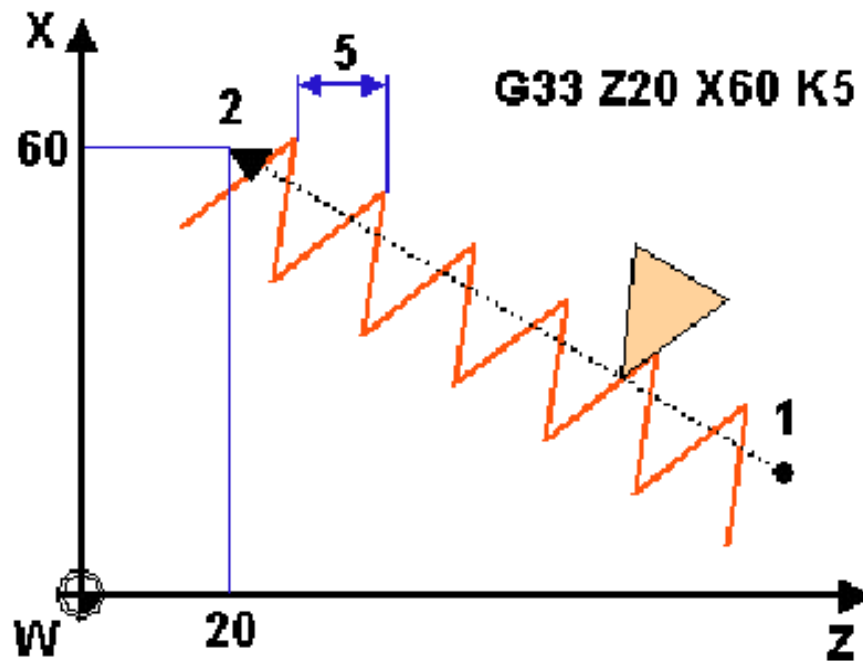
OBRÓBKA GWINTÓW NA OBRABIARKACH CNC



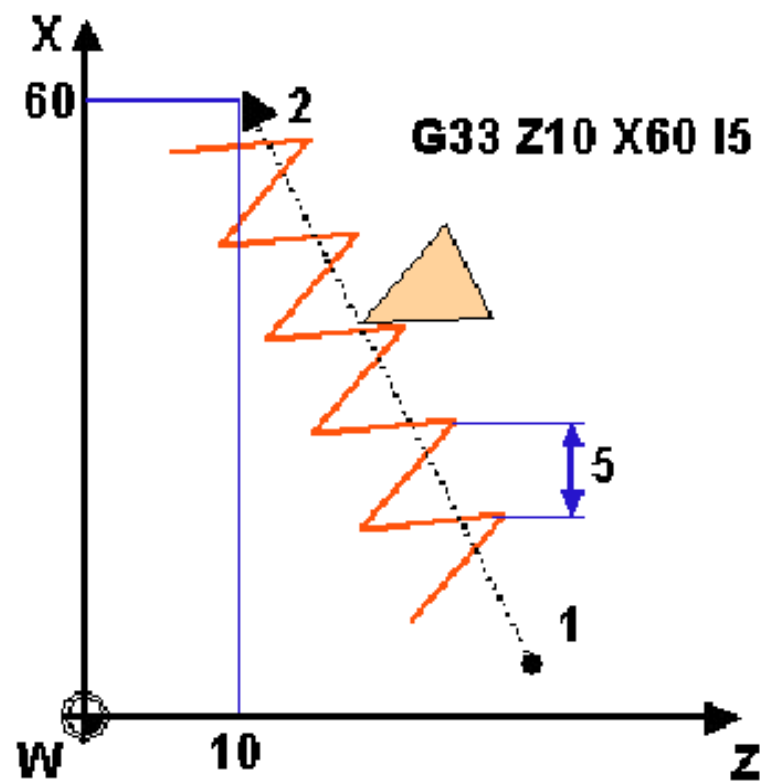
Programowanie interpolacji spiralnej wzdłuż osi Z



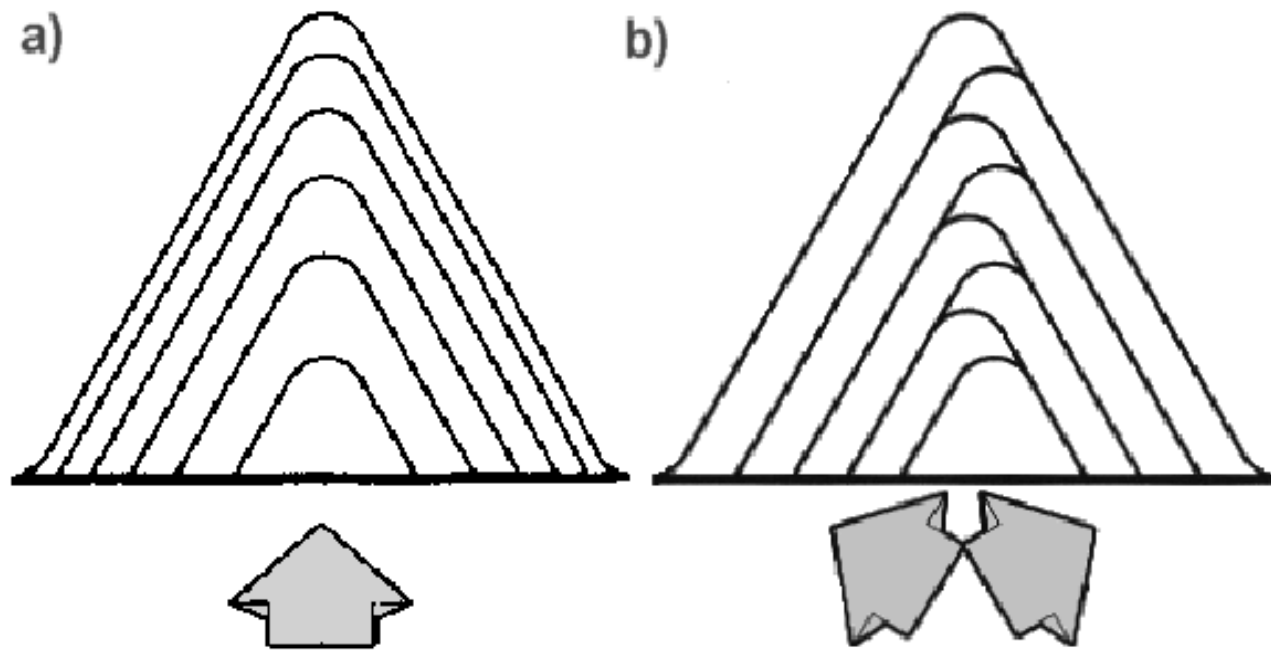
Programowanie interpolacji spiralnej wzdłuż osi X



Programowanie interpolacji spiralnej pod kątem (parametr interpolacji w osi Z)



Programowanie interpolacji spiralnej pod kątem (parametr interpolacji w osi X)



Podział naddatku obróbkowego przy gwintowaniu: a) wgłębny promieniowy, b) wgłębny naprzemienny [Sandvik Coromant]

Interpolacja spiralna o zmiennym skoku G34/G35

G34 Z20 K5 F0.01

G35 Z20 K5 F0.01

zmiana skoku linii spiralnej ΔP , programowana pod adresem F w [mm/obr],

$$\Delta P = \frac{|p_b^2 - p_e^2|}{2L_g - (p_b + p_e)}$$

- p_b – skok początkowy linii spiralnej;
- p_e – skok końcowy linii spiralnej;
- L_g – długość nacinanej linii spiralnej.

INNE FUNKCJE PRZYGOTOWAWCZE

G4 Fxx – wartość adresu F (xx) programuje czas postoj u w [s];

G4 Sxx – wartość adresu S (xx) programuje czas postoj u w [obr].