

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

**Laboratorium
Programowanie Obrabiarek CNC**

Nr H2

**Programowanie
z wykorzystaniem kompensacji promienia narzędzia**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

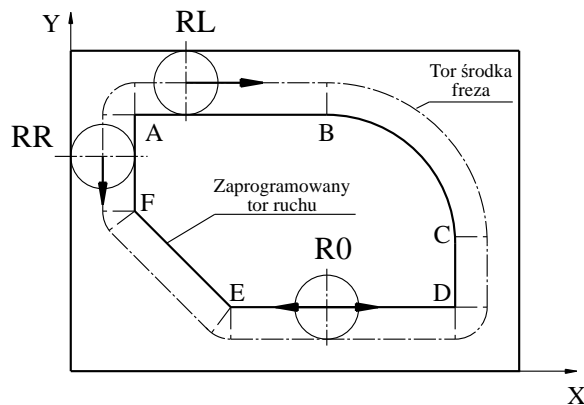
Poznań, 18 marca 2010

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z programowaniem obróbki z wykorzystaniem kompensacji promienia narzędzia oraz funkcji z tym związanych takich jak dojsście i odejście narzędzia od przedmiotu.

2. Kompensacja promienia narzędzia

Ponieważ programuje się przemieszczanie punktu charakterystycznego narzędzia dlatego przy obróbce zarysów należy odsunąć narzędzie od zarysu o wartość promienia. W przypadku przeliczania nowych wartości położenia narzędzia można popełnić błąd oraz dla ułatwienia programowania w układach sterowań wprowadzono funkcje kompensacji promienia narzędzia. Wykorzystując kompensację promienia narzędzia przy obróbce zarysów w programie podaje się współrzędne zarysu natomiast układ sterowania sam odsuwa narzędzie od zarysu. Kompensacja lewostronna powoduje odsunięcie narzędzia w lewo od zadanego toru ruchu (patrząc w kierunku ruchu), natomiast prawostronna w prawo. Wyłączenie kompensacji następuje po słowie R0 (rys. 5).



Rys. 5. Kompensacja promienia narzędzia

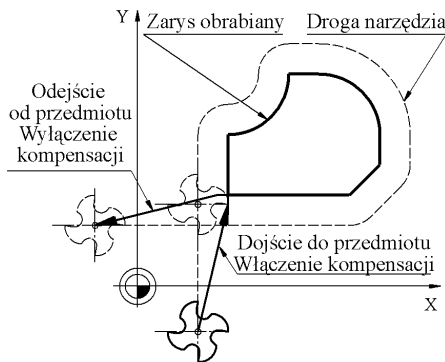
Dzięki stosowaniu kompensacji promienia narzędzia, nawet po zmianie narzędzia na narzędzie o innej średnicy (przy niewielkiej różnicy średnic), wprowadzając w tabeli narzędzi właściwy promień narzędzia, możemy uzyskać poprawny zarys przedmiotu bez zmiany programu.

Używając kompensacji promienia narzędzia należy stosować następujące zasady:

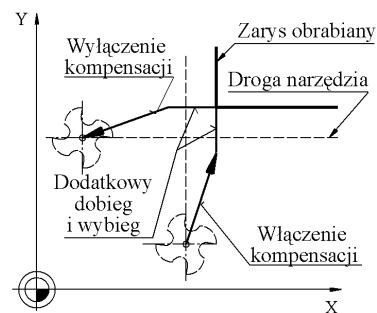
- kompensację promienia narzędzia należy stosować tylko przy obróbce zarysów,
- kompensacja nie jest włączana i wyłączana skokowo, ale jest włączana w sposób ciągły w trakcie wykonywania ruchu, to znaczy, pełna kompensacja jest aktywna dopiero w bloku następnym po bloku, w którym została włączona oraz jest całkowicie nieaktywna w bloku następnym po bloku, w którym została wyłączona (rys. 2),
- kompensacja promienia narzędzia może być włączana i wyłączana tylko w bloku z ruchem liniowym „L”. Nie można włączać i wyłączać kompensacji promienia narzędzia w ruchu z interpolacją kołową,
- ruch narzędzia programowany w bloku, w którym włączana i wyłączana jest kompensacja promienia narzędzia nie powinien być ruchem kształtującym zarys, najlepiej, gdy ruch z pełną kompensacją rozpoczyna się przed zarysem (rys. 2b),
- dojsście i odejście narzędzia od zarysu, przy aktywnej kompensacji promienia narzędzia, powinno być wykonane możliwie stycznie do zarysu (rys. 2) w przeciwnym wypadku może to spowodować albo uszkodzenie krawędzi przedmiotu (rys. 3a), albo nie całkowite obrobienie zarysu (rys. 3b),

- po zakończeniu obróbki zarysu kompensacja promienia narzędzia musi być wyłączona,
- gdy włączona jest kompensacja promienia narzędzia, aby nie uszkodzić zarysu, układ sterowania musi analizować, co najmniej jedną linię programu do przodu. W niektórych układach sterujących można włączyć specjalną funkcję (look ahead) analizującą większą liczbę linii programu do przodu, co zapobiega uszkodzeniom zarysu składającego się z krótkich odcinków,
- ponieważ zwykle skrawanie odbywa się współbieżnie dlatego też najczęściej stosowana jest kompensacja lewostronna „RL”.

a)



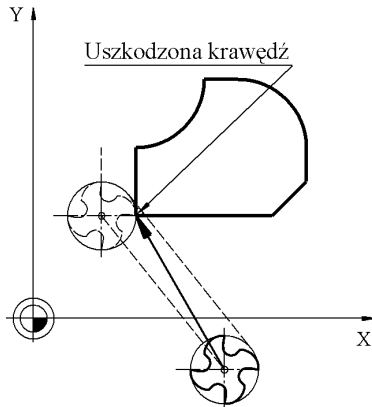
b)



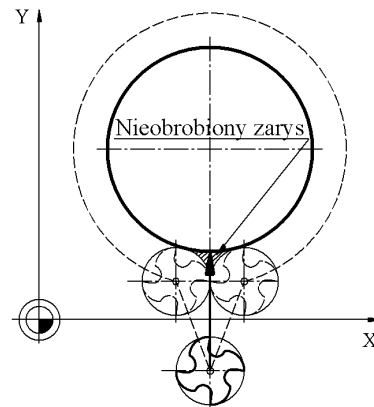
Rys. 2. Obróbka zarysu z wykorzystaniem kompensacji promienia narzędzia:

a) włączenie i wyłączenie kompensacji, b) zastosowanie dodatkowego dobiegu i wybiegu od zarysu

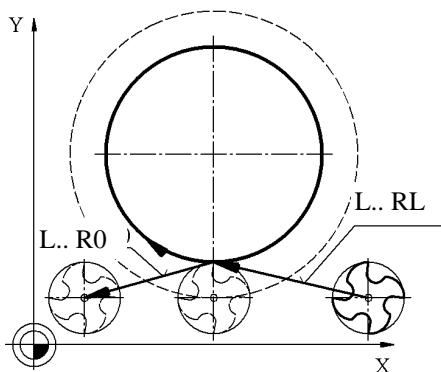
a)



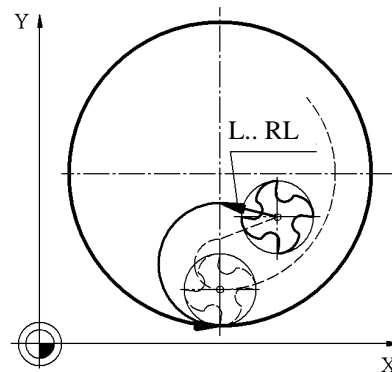
b)



c)



d)



Rys. 3. Programowane ruchu z kompensacją promienia narzędzia:

a) uszkodzenie krawędzi, b) nie obrobiony całkowicie zarys, c) i d) poprawnie zaprogramowany ruch dościa i odejścia od zarysu

Wartość, o którą odsuwane jest narzędzie od przedmiotu jest wprowadzona w tabeli narzędziowej (promień narzędzia). Jednak bezpośrednio w programie możliwa jest zmiana tej wartości w bloku wywołującym narzędzie:

TOOL CALL 2 Z S1500 DR0.2 DL0.1

gdzie: DR – wartość zmiany promienia
DL – wartość zmiany długości narzędzia.

Wywołanie narzędzia z tymi parametrami, przy obróbce z włączoną kompensacją promienia narzędzia, spowoduje dodatkowe odsunięcia narzędzia o wartość podaną w adresie DR oraz podniesienie narzędzia o wartość DL. Jeśli rzeczywiste wymiary narzędzia są takie jak wprowadzono w tabeli narzędziowej, wówczas pozostanie naddatek na dnie o wartości 0.1 mm oraz na ściankach bocznych o wartości 0.2 mm.

Zastosowanie tych parametrów może być przydatne wtedy, gdy chcemy wykonać obróbkę zarysu zgrubnie i wykańczająco. Na przykład dla narzędzia o średnicy 10 mm dla obróbki zgrubnej w adresie DR w bloku wywołania narzędzia wprowadzamy wartość 0.1 mm natomiast dla obróbki wykańczającej w adresie DR wprowadzamy wartość 0 mm.

3. Funkcje dojścia i odejścia narzędzia od materiału

W układach sterujących TNC wprowadzono specjalne funkcje ułatwiające poprawne dojście (APPE) i odejście (DEP) narzędzia od zarysu przy włączonej kompensacji promienia narzędzia. Funkcje te dostępne są w menu programowym po naciśnięciu klawisza .

Funkcje dojścia i odejścia narzędzia od przedmiotu podano w tabeli 1 i 2.

W schematach w tabelach 1 i 2 wprowadzono następujące punkty szczególne:

- P_S - punkt startu – na tą pozycję należy naprowadzić narzędzie bez kompensacji promienia narzędzia bezpośrednio przed blokiem APPR. Punkt ten powinien leżeć poza konturem,
- P_H - punkt pomocniczy – w niektórych funkcjach APPR i DEP narzędzie zanim dojdzie do konturu przechodzi przez ten punkt. Jeśli bloku APPR wprowadzony zostanie również adres Z, to TNC przemieszcza narzędzie najpierw na płaszczyźnie wywołania na punkt pomocniczy P_H i tam narzędzie przemieszczane jest w osi Z na zadaną głębokość
- P_A - pierwszy punkt konturu - pierwszy punkt konturu programuje się w bloku APPR,
- P_E - ostatni punkt konturu – ostatni punkt konturu programuje się przy pomocy dowolnej funkcji toru kształtowego.
- P_N - punkt końcowy – punkt końcowy powinien leżeć poza konturem i jest określany w danych zawartych w bloku DEP. Jeśli blok DEP zawiera również współrzędną Z wówczas TNC przemieszcza narzędzie najpierw na płaszczyźnie obróbki na punkt pomocniczy P_H i tam w osi narzędzia na zadaną wysokość.

Kompensację promienia narzędzia należy włączyć w bloku APPR a wyłączyć w bloku DEP. Podany w blokach APPR oraz DEP posuw jest ważny tylko w tych blokach.

Tabela 1. Funkcje dojścia do przedmiotu

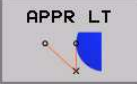
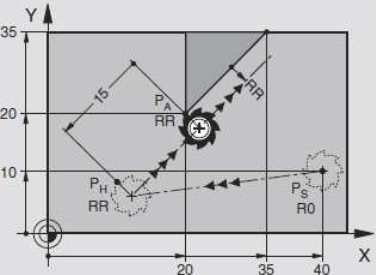
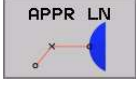
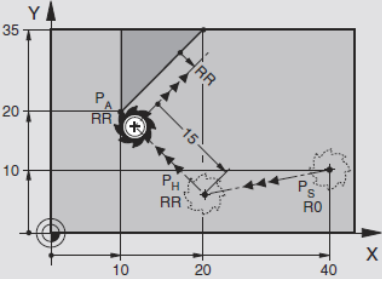
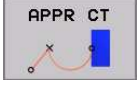
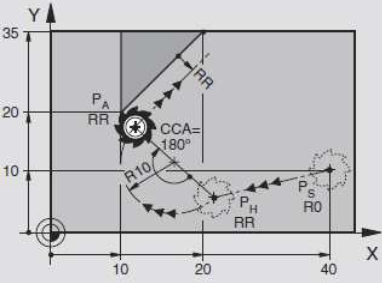
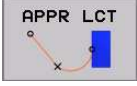
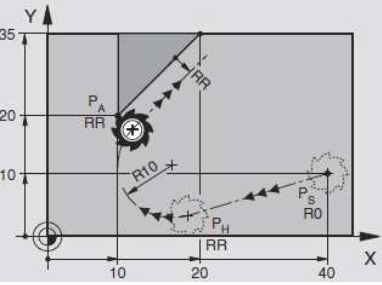
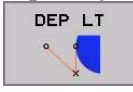
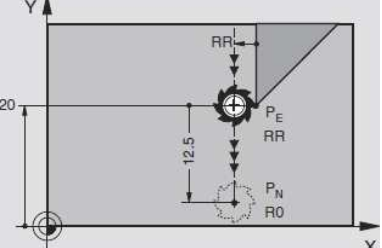
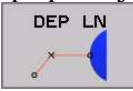
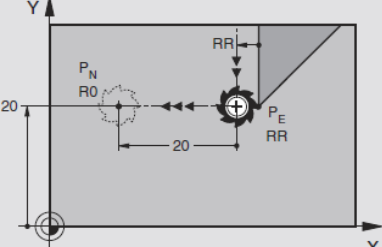
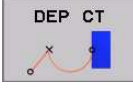
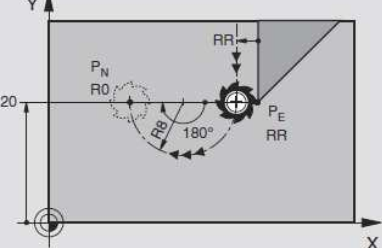
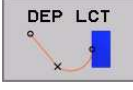
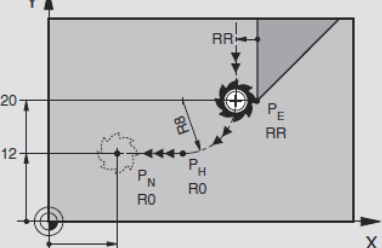
Ikona	Opis	Schemat
<p data-bbox="204 264 327 358">Dojście styczne po prostej</p>  <p data-bbox="215 369 327 403">APPR LT</p>	<p data-bbox="375 264 981 459">TNC przemieszcza narzędzie po prostej od punktu startu P_S do punktu pomocniczego P_H włączając kompensację promienia narzędzia. Z tego punktu stycznie po linii prostej dojeżdża do pierwszego punktu konturu P_A. Punkt pomocniczy P_H leży w odległości LEN do pierwszego punktu konturu P_A.</p> <p data-bbox="375 492 861 548">7 L X+40 Y+10 R0 FMAX 8 APPR LT X+20 Y+20 Z-10 LEN15 RR F200</p>	
<p data-bbox="204 557 327 651">Dojście prostopadłe po prostej</p>  <p data-bbox="215 663 327 696">APPR LN</p>	<p data-bbox="375 557 981 784">TNC przemieszcza narzędzie po prostej od punktu startu P_S do punktu pomocniczego P_H włączając kompensację promienia narzędzia. Stamtąd przemieszcza się do pierwszego punktu konturu P_A po prostej prostopadłe. Punkt pomocniczy P_H znajduje się w odległości LEN + promień narzędzia do pierwszego punktu konturu P_A.</p> <p data-bbox="375 817 861 873">7 L X+40 Y+10 R0 FMAX 8 APPR LN X+10 Y+20 Z-10 LEN15 RR F100</p>	
<p data-bbox="204 882 327 976">Dojście styczne po łuku</p>  <p data-bbox="215 987 327 1021">APPR CT</p>	<p data-bbox="375 882 981 1142">TNC przemieszcza narzędzie po prostej od punktu startu P_S do punktu pomocniczego P_H włączając kompensację. Stamtąd przemieszcza się po torze kołowym, który przechodzi stycznie do pierwszego elementu konturu P_A. Tor kołowy od P_H do P_A jest określony poprzez promień R i kąt środkowy CCA. Kierunek obrotu toru kołowego jest wyznaczony poprzez przebieg pierwszego elementu konturu.</p> <p data-bbox="375 1176 949 1232">7 L X+40 Y+10 R0 FMAX 8 APPR CT X+10 Y+20 Z-10 CCA180 R+10 RR F100</p>	
<p data-bbox="204 1240 327 1402">Dojście styczne po łuku stycznym do prostej</p>  <p data-bbox="215 1413 327 1447">APPR LCT</p>	<p data-bbox="375 1240 981 1500">TNC przemieszcza narzędzie po prostej od punktu startu P_S do punktu pomocniczego P_H włączając kompensację. Stamtąd narzędzie przemieszcza się po torze kołowym do pierwszego punktu konturu P_A. Tor kołowy przylega stycznie zarówno do prostej $P_S - P_H$ jak i do pierwszego elementu konturu. Tym samym jest on poprzez promień R jednoznacznie określony.</p> <p data-bbox="375 1534 853 1590">7 L X+40 Y+10 R0 FMAX 8 APPR LCT X+10 Y+20 Z-10 R10 RR F100</p>	

Tabela 2. Funkcje odejścia od przedmiotu

<p>Odejście styczne po prostej</p> 	<p>TNC przemieszcza narzędzie po prostej od ostatniego punktu konturu P_E do punktu końcowego P_N. Punkt ten leży na przedłużeniu ostatniego elementu konturu w odległości LEN od P_E.</p> <p>23 L Y+20 24 DEP LT LEN12.5</p>	
<p>Odejście prostopadłe po prostej</p> 	<p>TNC przemieszcza narzędzie po prostej od ostatniego punktu konturu P_E do punktu końcowego P_N. Prosta prowadzi prostopadłe od ostatniego punktu konturu P_E. Punkt P_N znajduje się od P_E w odległości $LEN +$ promień narzędzia.</p> <p>23 L Y+20 24 DEP LN LEN+20</p>	
<p>Odejście styczne po łuku</p> 	<p>TNC przemieszcza narzędzie po torze kołowym od ostatniego punktu konturu P_E do punktu końcowego P_N. Tor kołowy przylega stycznie do ostatniego elementu konturu. Promień łuku podany jest w adresie R a kąt wewnętrzny łuku w adresie CCA.</p> <p>23 L Y+20 24 DEP CT CCA 180 R+8</p>	
<p>Odejście styczne po łuku stycznym do prostej</p> 	<p>TNC przemieszcza narzędzie po torze kołowym od ostatniego punktu konturu P_E do punktu pomocniczego P_H. Stamtąd przemieszcza się po prostej do punktu końcowego P_N. Ostatni element konturu i prosta od $P_H - P_N$ mają styczne przejścia z torem kołowym. Tym samym określony jest tor kołowy przez promień R jednoznacznie.</p> <p>23 L Y+20 24 DEP LCT X+10 Y+12 R+8</p>	


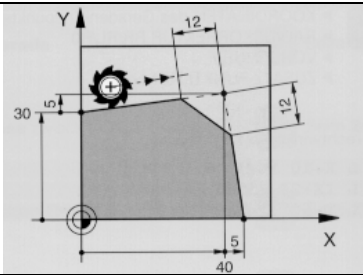

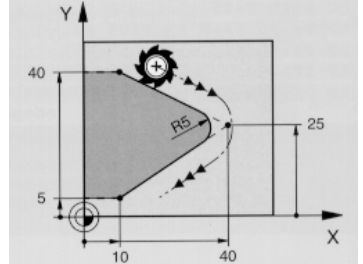
4. Programowanie ścięcia i zaokrąglenia krawędzi

Programując ruch narzędzia z kompensacją promienia narzędzia dostępne są dwie funkcje ułatwiające programowanie ścięcia i zaokrąglenia krawędzi. Przy programowaniu ścięcia i zaokrąglenia krawędzi pomiędzy dwa bloki programu wprowadza się odpowiednią funkcję krawędzi. Jeśli wprowadzono posuw to jest on ważny tylko w tych blokach.

Bloki funkcji krawędzi nie mogą być ostatnim blokiem konturu.

W tabeli 3 podano przykłady stosowania tych funkcji.

Tabela 3. Funkcje obróbki krawędzi

Funkcja	Klawisz	Przykład	Schemat
załamanie krawędzi		7 L X+0 Y+30 RL F300 M3 8 L X+40 IY+5 9 CHF 12 10 L IX+5 Y0	
zaokrąglenie krawędzi		5 L X+10 Y+40 RL F300 M3 6 L X+40 Y+25 7 RND R5 F100 8 L X+10 Y+5	

5. Przebieg ćwiczenia

- po otrzymaniu od prowadzącego ćwiczenie rysunku przedmiotu należy dobrać narzędzia oraz odpowiednie dla niego parametry obróbki z dostępnego katalogu (prędkość skrawania oraz posuw na ostrze) i obliczyć obroty wrzeciona [1/min] oraz posuw [mm/min],
- opracować program w układzie sterowania,
- przeprowadzić symulację graficzną programu.

6. Przygotowanie do ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń wymagana jest znajomość rodzajów układów współrzędnych i wymiarowania, podstaw programowania obrabiarek NC, strategii obróbkowych, dobierania parametrów obróbki, rodzajów ruchów możliwych do zaprogramowania w układzie sterującym TNC, składników poszczególnych bloków programu oraz instrukcji do poprzednich ćwiczeń

7. Literatura

- Kosmol. J. Automatykacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT 1995