



WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

Katedra Zarządzania Produkcją



INSTRUKCJA DO ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH

Laboratorium z przedmiotu:

Programowanie obrabiarek CNC

Kod przedmiotu:
IMS05878

Temat:

Programowanie z wykorzystaniem frezarskich cykli obróbkowych

Nr ćwiczenia:
4

Kierunek:
Inżynieria Meblarstwa

CEL ĆWICZENIA

Zapoznanie studentów z bezpośrednim otoczeniem frezarki CNC Skolar X3. Zdobywanie umiejętności stosowania języka programowania SINUMERIK 808D do tworzenia programów obróbkowych z wykorzystaniem cykli obróbkowych implementowanych w maszynach CNC wraz z wizualizacją obróbki na panelu sterowania obrabiarki.

WYPOSAŻENIE STANOWISKA

Frezarka CNC Skolar X3, komputer, suwmiarka

ZAKRES ĆWICZENIA

Wykorzystanie języka programowania SINUMERIK 808D do modelowania pojedynczych elementów, uwzględniając podstawowe cykle frezarskie. Planowanie obróbki części wraz z napisaniem kodu maszynowego akceptowanego przez obrabiarkę CNC Skolar X3.

ZALICZENIE ĆWICZENIA

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawdzianu wstępnego, obserwacji pracy studenta w czasie zajęć i wykonanego sprawozdania sporządzonego zgodnie z protokołem dołączonym do niniejszej instrukcji.

BIBLIOGRAFIA

1. W. Zębała, G. Struzikiewicz, *Obróbka na obrabiarkach CNC. Programowanie warsztatowe. Przykłady*, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Kraków 2014.
2. K. Jemieliński, *Obróbka skrawaniem*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
3. Poradnik Inżyniera, *Obróbka skrawaniem*, t. 1, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1991.
4. *Poradnik Obróbki Skrawaniem*, SANDVIK Coromant, 2009.
5. W. Grzesik, P. Niesłony, M. Bartoszek, *Programowanie obrabiarek NC/CNC*, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2006.
6. W. Habrat, *Obsługa i programowanie obrabiarek CNC. Podręcznik operatora*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2007.
7. International Haas Automation Inc, strona internetowa [dokument elektroniczny] tryb dostępu: www.haascnc.com.
8. Zaawansowane systemy pomiarowe i narzędziowe, strona internetowa [dokument elektroniczny] tryb dostępu: www.ita-polska.com.pl.
9. SINUMERIK 808D Frezowanie, część 2: Programowanie (instrukcje Siemens), strona internetowa [dokument elektroniczny] tryb dostępu: <https://cache.industry.siemens.com>.

Opracował:

dr inż. Łukasz Dragun

Politechnika Białostocka 2022

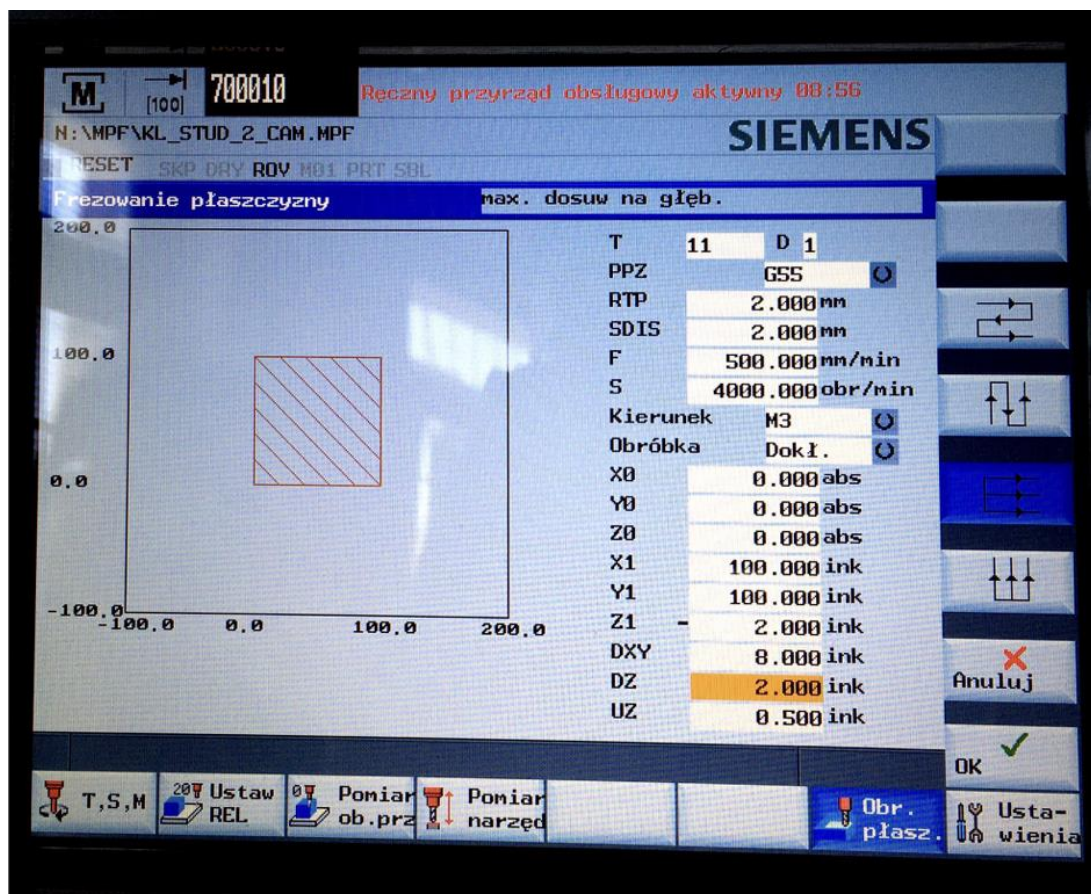
1. WPROWADZENIE DO CYKLI FREZARSKICH

CYKLE OBRÓBKOWE

To sparametryzowane podprogramy wpisane na stałe do pamięci układu sterowania, pozwalające na znaczącą automatyzację programowania. Umożliwiają one szybkie zaprogramowanie obróbki typowych operacji wiertarskich, frezarskich i tokarskich, a dla niektórych typów układów CNC również operacji szlifierskich.

Programowanie z użyciem cykli obróbkowych polega na wywołaniu funkcji określającej dany cykl łącznie z określeniem niezbędnych parametrów obróbki. Określenie tych parametrów powinno nastąpić przed wywołaniem cyklu na etapie jego wywołania. W układach CNC SINUMERIK możliwe jest dodatkowo programowanie cykli z użyciem modułu programowania dialogowego.

W układach CNC SINUMERIK możliwe jest dodatkowo programowanie cykli z użyciem modułu programowania dialogowego (rys. 1.).



Rys. 1. Okno dialogowe definicji cyklu CYCLE71 w układzie CNC SINUMERIK 808D

W dalszej części instrukcji do zajęć laboratoryjnych zostaną przedstawione podstawowe cykle obróbkowe dla frezowania dostępne w większości układów CNC SINUMERIK. Należy jednak pamiętać, iż wywołanie dowolnego cyklu wiąże się z określonymi zasadami definicji jego parametrów. W układach CNC

SINUMERIK blok programu sterującego, w którym wywołuje się cykl obróbkowy, powinien przyjmować określoną formę, np.:

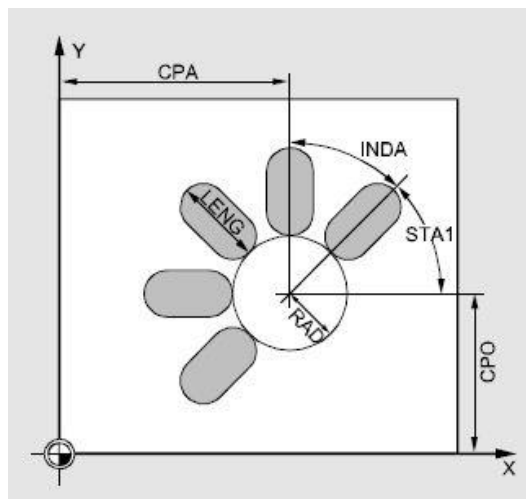
LONGHOLE – FREZOWANIE OTWORÓW PODŁUŻNYCH ROZMIESZCZONYCH NA OKRĘGU

LONGHOLE (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID)

gdzie:

RTP	płaszczyzna wycofania,
RFP	płaszczyzna odniesienia,
SDIS	odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
DP	głębokość otworu podłużnego,
DPR	głębokość otworu podłużnego w stosunku do płaszczyzny odniesienia,
NUM	liczba otworów podłużnych,
LENG	długość otworu podłużnego,
CPA	odcięta punktu środkowego okręgu, na którym rozmieszczone są otwory,
CPO	rzędna punktu środkowego okręgu, na których rozmieszczone są otwory,
RAD	promień okręgu, na którym rozmieszczone są otwory,
STA1	kąt początkowy,
INDA	kąt rozmieszczenia otworów,
FFD	posuw dla dosuwu wglębnego,
FFP1	posuw dla obróbki powierzchni,
MID	max. głębokość pojedynczego dosuwu.

Parametry cyklu obróbkowego mogą zostać zadeklarowane jako wartości zmienne lub stałe. W przypadku wartości zmiennych można deklarować dowolne, uprzednio zdefiniowane nazwy (np. RTP, RFP, DP...), uwzględniając przy tym charakter zmiennej. Możliwe jest wykorzystanie R-parametrów, jednak prostszym sposobem jest programowanie cykli obróbkowych na wartościach liczbowych.



Rys. 2. Przykład cyklu frezowania LONGHOLE – parametry cyklu [6]

Jeżeli natomiast określony parametr nie będzie konieczny, wówczas należy w definicji cyklu obróbkowego pozostawić pustą pozycję, oddzieloną od pozostałych znakiem „ , , ”.

Wywołanie cyklu może posiadać tzw. charakter niemodalny lub modalny. Charakter niemodalny skutkuje tylko jednym wykonaniem pełnego cyklu. W przypadku wywołania modalnego po każdej instrukcji ruchu następuje wykonanie zadeklarowanego cyklu. Ten rodzaj wywołania cyklu wymaga podania w bloku danych, w którym zdefiniowany jest cykl, dodatkowo adresu MCALL. Odwołania modalnego dokonuje się również przy pomocy tego adresu, w odrębnym bloku danych.

PRZYKŁAD

```
N ...  
N10 MCALL CYCLE82 (23,20,2,-5, , 1)  
N20 G0 X10 Y10  
N30 X20 Y20  
N40 X30 Y30  
N50 MCALL  
N...
```

Wyróżnić możemy cykle obróbki wiertarskiej oraz frezarskiej.

Do cykli obróbki wiertarskiej zaliczamy:

- CYCLE81 – wiercenie, nawiercanie;
- CYCLE82 – wiercenie, pogłębianie;
- CYCLE83 – wiercenie głębokich otworów;
- CYCLE84 – gwintowanie otworu bez oprawki kompensacyjnej;
- CYCLE840 – gwintowanie otworu z użyciem oprawki kompensacyjnej;
- CYCLE85, CYCLE86, CYCLE87, CYCLE88, CYCLE89 – rozwiercanie odpowiednio 1, 2, 3, 4, 5;
- HOLES1 – wiercenie otworów rozmieszczonych wzdłuż linii prostej;
- HOLES2 – wiercenie otworów rozmieszczonych na okręgu;

Do cykli obróbki frezarskiej zaliczamy:

- LONGHOLE – frezowanie otworów podłużnych rozmieszczonych na okręgu;
- SLOT1 – frezowanie rowków podłużnych rozmieszczonych na okręgu;
- SLOT2 – frezowanie rowków kołowych;
- POCKET1 – frezowanie kieszeni prostokątnej;
- POCKET2 – frezowanie kieszeni kołowej;
- CYCLE71 – frezowanie płaszczyzny;
- CYCLE72 – frezowanie konturu;
- CYCLE76 – frezowanie stempla prostokątnego;
- CYCLE77 – frezowanie stempla kołowego.

SLOT1 - FREZOWANIE ROWKÓW PODŁUŻNYCH ROZMIESZCZONYCH NA OKRĘGU

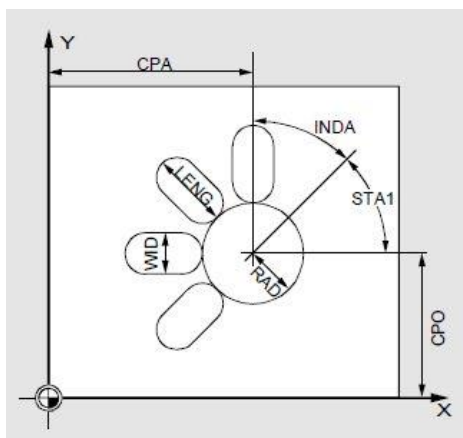
Cykl SLOT1 umożliwia frezowanie rowków podłużnych rozmieszczonych na okręgu. Osi podłużne tych rowków ustawione są promieniowo. W odróżnieniu od cyklu LONGHOLE, dla cyklu SLOT1 można określić szerokość rowka niezależnie od średnicy.

Blok programu sterującego

SLOT1 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF, _FALD, _STA2)

gdzie:

RTP	płaszczyzna wycofania,
RFP	płaszczyzna odniesienia,
SDIS	odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
DP	głębokość rowka,
DPR	głębokość rowka w stosunku do płaszczyzny odniesienia,
NUM	liczba rowków,
LENG	długość rowka,
WID	szerokość rowka,
CPA	odcięta punktu środkowego okręgu, na którym rozmieszczone są rowki,
CPO	rzędna punktu środkowego okręgu, na których rozmieszczone są rowki,
RAD	promień okręgu, na którym rozmieszczone są rowki,
STA1	kąt początkowy,
INDA	kąt rozmieszczenia rowków,
FFD	posuw dla dosuwu w głębnego,
FFP1	posuw dla obróbki powierzchni,
MID	max. głębokość pojedynczego dosuwu,
CDIR	kierunek frezowania dla obróbki rowka, wartości: 0 (frezowanie współbieżne), 1 (frezowanie przeciwbieżne), 2 (G2), 3 (G3),
FAL	naddatek na obrzeżu rowka,
VARI	rodzaj obróbki: 0 (obróbka kompletna), 1 (obr. zgrubna), 2 (obr. wykończeniowa), wartości (miejsce dziesiątek): 0x (prostopadle z G0), 1x (prostopadle z G1), 3x (ruch wahliwy G1),
MIDF	max. głębokość dosuwu dla obróbki wykończeniowej,
FFP2	posuw dla obróbki wykończeniowej,
SSF	prędkość obrotowa dla obróbki wykończeniowej,
_FALD	naddatek na dnie rowka,
_STA2	maksymalny kąt zagłębienia się narzędzia.



Rys. 3. Przykład cyklu frezowania SLOT1 – parametry cyklu [6]

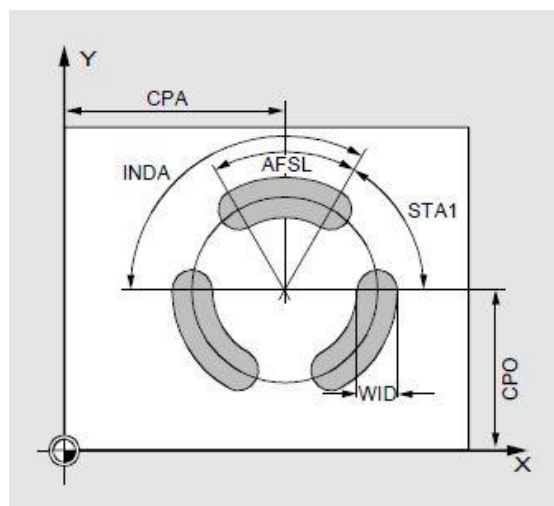
SLOT2 - FREZOWANIE ROWKÓW KOŁOWYCH

Blok programu sterującego

SLOT1 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)

gdzie:

RTP	płaszczyzna wycofania,
RFP	płaszczyzna odniesienia,
SDIS	odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
DP	głębokość rowka,
DPR	głębokość rowka w stosunku do płaszczyzny odniesienia,
NUM	liczba rowków,
AFSL	kąt wyznaczający długość rowka,
LENG	długość rowka,
WID	szerokość rowka kołowego,
CPA	odcięta punktu środkowego okręgu, na którym rozmieszczone są rowki,
CPO	rzędna punktu środkowego okręgu, na których rozmieszczone są rowki,
RAD	promień okręgu, na którym rozmieszczone są rowki,
STA1	kąt początkowy,
INDA	kąt rozmieszczenia rowków,
FFD	posuw dla dosuwu wgłębnego,
FFP1	posuw dla obróbki powierzchni,
MID	max. głębokość pojedynczego dosuwu,
CDIR	kierunek frezowania dla obróbki rowka kołowego, wartości: 0 (frezowanie współbieżne), 1 (frezowanie przeciwbieżne), 2 (G2), 3 (G3),
FAL	nadatek na obrzeżu rowka,
VARI	rodzaj obróbki: 0 (obróbka kompletna), 1 (obr. zgrubna), 2 (obr. wykończeniowa), wartości (miejsce dziesiątek): 0x (prostopadle z G0), 1x (prostopadle z G1), 3x (ruch wahliwy G1),
MIDF	max. głębokość dosuwu dla obróbki wykończeniowej,
FFP2	posuw dla obróbki wykończeniowej,
SSF	prędkość obrotowa dla obróbki wykończeniowej.



Rys. 4. Przykład cyklu frezowania SLOT2 – parametry cyklu [6]

POCKET1 - FREZOWANIE KIESZENI PROSTOKĄTNEJ

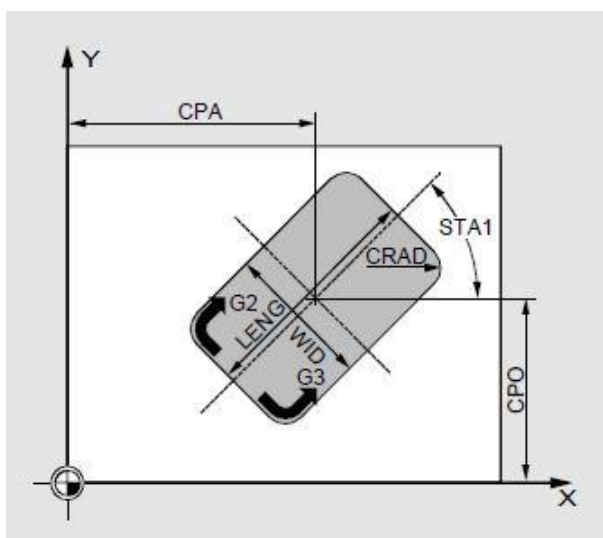
Cykl POCKET1 - działanie tego cyklu umożliwi frezowanie kieszeni o zarysie prostokątnym przy pomocy freza walcowego. Kieszeń taka może być ustawiona dowolnie na płaszczyźnie obróbki.

Blok programu sterującego

POCKET1 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, LENG, WID, CRAD, CPA, CPD, STA1, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)

gdzie:

RTP	płaszczyzna wycofania,
RFP	płaszczyzna odniesienia,
SDIS	odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
DP	głębokość kieszeni,
DPR	głębokość kieszeni w stosunku do płaszczyzny odniesienia,
LENG	długość kieszeni,
WID	szerokość kieszeni,
CRAD	promień naroża,
CPA	odcięta punktu środkowego kieszeni,
CPO	rzędna punktu środkowego kieszeni,
STA1	kąt pomiędzy osią wzdłużną kieszeni i osią odcięta,
FFD	posuw dla dosuwu wglębnego,
FFP1	posuw dla obróbki powierzchni,
MID	max. głębokość pojedynczego dosuwu,
CDIR	kierunek frezowania dla obróbki wnętrza, wartości: 0 (frezowanie współbieżne), 1 (frezowanie przeciwbieżne), 2 (G2), 3 (G3),
FAL	naddatek na obrzeżu rowka,
VARI	rodzaj obróbki: 0 (obróbka kompletna), 1 (obr. zgrubna), 2 (obr. wykończeniowa), wartości (miejsce dziesiątek): 0x (prostopadłe z G0), 1x (prostopadłe z G1), 3x (ruch wahliwy G1),
MIDF	max. Głębokość dosuwu dla obróbki wykończeniowej,
FFP2	posuw dla obróbki wykończeniowej,
SSF	prędkość obrotowa dla obróbki wykończeniowej.



Rys. 5. Przykład cyklu frezowania POCKET1 – parametry cyklu [6]

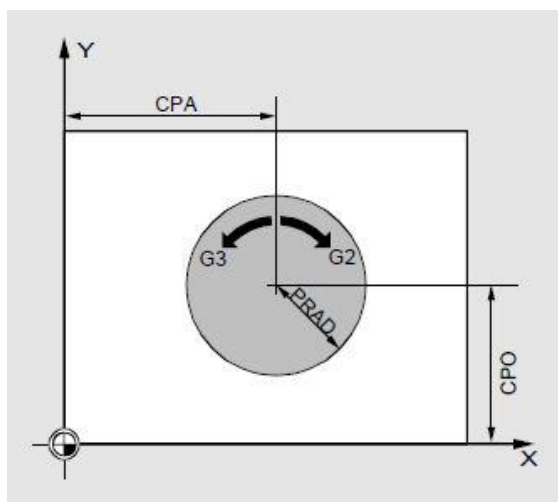
POCKET2 - FREZOWANIE KIESZENI KOŁOWEJ

Blok programu sterującego

POCKET2 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, PRAD, CPA, CPO, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF)

gdzie:

RTP	płaszczyzna wycofania,
RFP	płaszczyzna odniesienia,
SDIS	odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
DP	głębokość kieszeni,
DPR	głębokość kieszeni w stosunku do płaszczyzny odniesienia,
PRAD	promień kieszeni (wartość przyrostowa bz znaku),
CPA	odcięta punktu środkowego kieszeni,
CPO	rzędna punktu środkowego kieszeni,
FFD	posuw dla dosuwu wgłębnego,
FFP1	posuw dla obróbki powierzchni,
MID	max. głębokość pojedynczego dosuwu,
CDIR	kierunek frezowania dla obróbki wnęki, wartości: 0 (frezowanie współbieżne), 1 (frezowanie przeciwbieżne), 2 (G2), 3 (G3),
FAL	naddatek na obrzeżu rowka,
VARI	rodzaj obróbki: 0 (obróbka kompletna), 1 (obr. zgrubna), 2 (obr. wykończeniowa), wartości (miejsce dziesiątek): 0x (prostopadle z G0), 1x (prostopadle z G1), 3x (ruch wahliwy G1),
MIDF	max. głębokość dosuwu dla obróbki wykończeniowej,
FFP2	posuw dla obróbki wykończeniowej,
SSF	prędkość obrotowa dla obróbki wykończeniowej.



Rys. 6. Przykład cyklu frezowania POCKET2 – parametry cyklu [6]

CYCLE71 - FREZOWANIE PŁASZCZYZNY

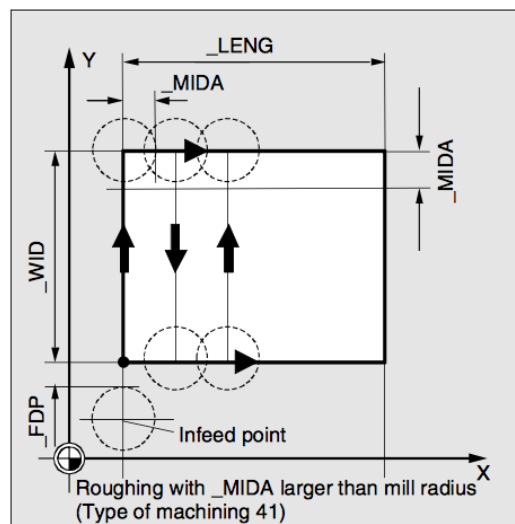
CYCLE 71 można dokonać frezowania dowolnie rozmieszczonej płaskiej powierzchni prostokątnej. Cykl ten nie uwzględnia korekty promienia narzędzia, a dosuw na klejoną głębokość obróbki wykonywany jest poza określonym obszarem frezowania.

Blok programu sterującego

CYCLE71 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PA, _PO, _LENG, _WID, _STA, _MID, _MIDA, _FDP, _FALD, _FFP1, _VARI, _FDP1)

gdzie:

- _RTP płaszczyzna wycofania,
- _RFP płaszczyzna odniesienia,
- _SDIS odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
- _DP głębokość,
- _PA odcięta punktu początkowego,
- _PO rzędna punktu początkowego,
- _LENG dł. obszaru obróbki w osi odciętych,
- _WID dł. obszaru obróbki w osi rzędnych,
- _STA kąt pomiędzy osią wzdłużną obszaru obróbki i osią odciętą,
- _MID maksymalna głębokość dosuwu,
- _MIDA szerokość dosuwu,
- _FDP droga obiegu narzędzia,
- _FALD nadatek na obróbkę wykończeniową na głębokości,
- _FFP1 posuw dla obróbki płaszczyzny,
- _VARI rodzaj obróbki - zgrubna wykończeniowa
- _FDP1 droga wyjścia narzędzia w kierunku dosuwu w płaszczyźnie.



Rys. 7. Przykład cyklu frezowania CYCLE71 – parametry cyklu [8]

CYCLE72 - FREZOWANIE KONTURU

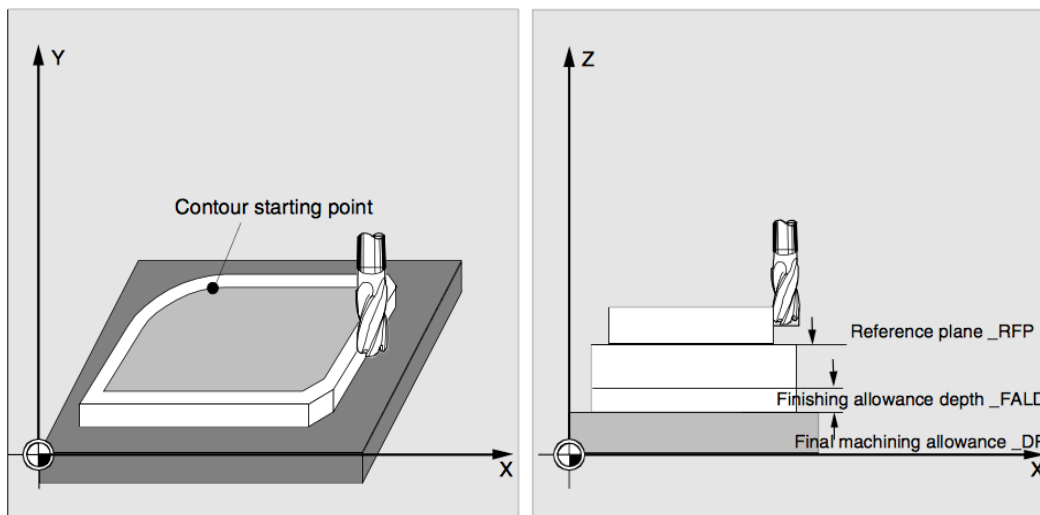
CYCLE72 pozwala na programowanie obróbki wzdłuż dowolnego konturu zdefiniowanego w podprogramie. Obrabiany kontur nie musi być zamknięty, lecz kierunek jego programowania musi być zgodny z kierunkiem obróbki.

Blok programu sterującego

CYCLE72 (_KNAME, _RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _VARI, _RL, _AS1, _LP1, _FF3, _AS2, _LP2)

gdzie:

_KNAME	nazwa podprogramu konturu,
_RTP	płaszczyzna wycofania,
_RFP	płaszczyzna odniesienia,
_SDIS	odsunięcie płaszczyzny bezpiecznej,
_DP	głębokość,
_MID	maksymalna głębokość dosuwu,
_FAL	naddatek na powierzchni bocznej,
_FALD	naddatek na dnie,
_FFP1	posuw dla obróbki płaszczyzny,
_FFD	posuw dla dosuwu wglębnego,
_VARI	rodzaj obróbki - zgrubna wykończeniowa,
_RL	kierunek korekcji promieniowej,
_AS1	sposób wprowadzenia narzędzia do obróbki, 1 - prosta stycznie, 2 - ćwierć okrąg, 3 - półokrąg,
_LP1	dł. drogi odsunięcia lub promień łuku odsunięcia,
_FF3	posuw wycofania i posuw dla ustawień pośrednich narzędzia w płaszczyźnie,
_AS2	sposób wprowadzenia narzędzia do obróbki,
_LP2	dł. drogi odsunięcia (prosta) lub promień łuku dosunięcia (okrąg).

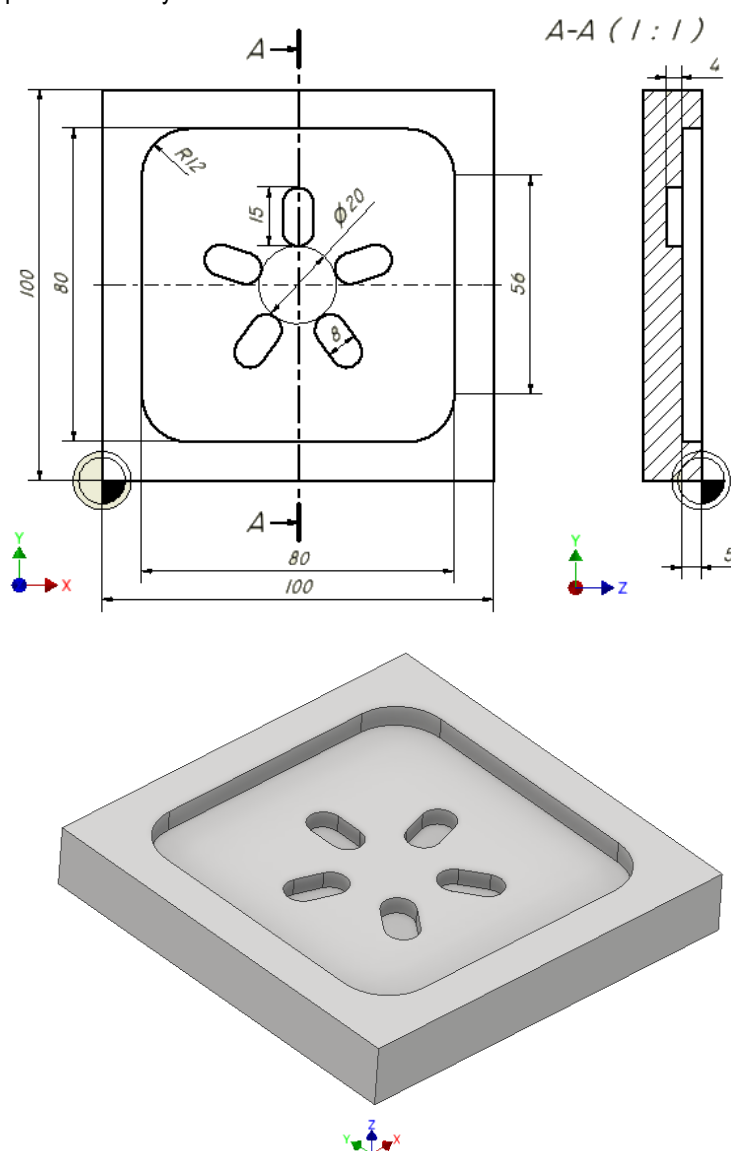


Rys. 8. Przykład cyklu frezowania CYCLE72 – parametry cyklu [8]

2. PRZYKŁADOWE ZADANIE DO WYKONANIA

Proszę przygotować program oparty na wykorzystaniu cyklu POCKET 1. W zadaniu należy zaplanować wykonanie kieszeni o długości 80 mm, szerokości 80 mm, głębokości 5 mm (różnica między płaszczyzną odniesienia, a podstawą kieszeni) i promieniem narożnym 12 mm na płaszczyźnie XY. Kąt do osi X wynosi 0 stopni. Ostateczny dodatek do obróbki krawędzi kieszeni wynosi 1 mm, odstęp bezpieczeństwa w osi Z, który jest dodawany do płaszczyzny odniesienia, wynosi 0,5 mm. Punkt środkowy kieszeni leży na X50 i Y50, maksymalny dosuw głębokości wynosi 5 mm. Należy przeprowadzić tylko obróbkę zgrubną.

Za pomocą cyklu LONGHOLE należy zaprogramować wykonanie 5 podłużnych otworów o 15 mm długości oraz względnej głębokości 9 mm (różnica pomiędzy płaszczyzną odniesienia, a podstawą podłużnego otworu), które leżą na okręgu z centralnym punkcie X50 Y50 i promieniu 20 mm na płaszczyźnie XY. 5 podłużnych rowków rozmieszczono na 360°. Maksymalna głębokość dosuwu wynosi 9 mm, odstęp bezpieczeństwa wynosi 1 mm.



Rys. 9. Szkic kieszeni prostokątnej wraz z rowkami podłużnymi rozmieszczonymi promieniowo oraz jej widok aksonometryczny

- Ogólna dyskusja w grupie nad otrzymanymi wynikami i zapis plików.

3. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie winno zawierać:

- stronę tytułową,
- cel i zakres ćwiczenia laboratoryjnego,
- wypełniony protokół laboratoryjny,
- wnioski.

4. BHP

W celu minimalizacji zagrożeń podczas testów pracownicy i studenci zobowiązani są do przestrzegania ogólnych zasad BHP oraz do przestrzegania przepisów porządkowych i organizacyjnych obowiązujących w laboratoriach POCNC. O przepisach tych studenci poinformowani zostali na zajęciach wstępnych.



Białystok, dn.....

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA
Katedra Zarządzania Produkcją

PROTOKÓŁ LABORATORYJNY

Programowanie z wykorzystaniem frezarskich cykli obróbkowych

Szkic konturu z wymiarami	
Uzyskane wyniki pomiarów kontrolnych elementu	Fotografia wykonanego elementu

Strona 1 z 2

Listing programu NC

--	--

.....
data wykonania ćwiczenia

.....
podpis prowadzącego