KOŃCOWA WERSJA ROZWIĄZANIA

Dotyczy realizacji projektu ***"Zgłaszam przygotowanie"*** finansowanego z programu „Ścieżki współpracy – wsparcie dla podmiotów wdrażających współpracę międzynarodową" w ramach działania: 4.3 Współpraca ponadnarodowa, oś IV. Innowacje społeczne i współpraca ponadnarodowa - nr umowy 84/2021/BZP/CPE/W.348.III.2020, w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój.

Okres realizacji współpracy ponadnarodowej:
01.05.2021 – 30.09.2021 r.

Lider: Eturia Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

Partner: Fortbildungsakademie der Wirtschaft (FAW) gemeinnützige Gesellschaft mbH Ausbildungszentrum Zwickau (AZZ)

Niżej przedstawiono udoskonalony program szkoleniowy dla Operatora CNC, przygotowany na bazie rozwiązań stosowanych przez partnera zagranicznego. Program szkoleniowy został przeanalizowany pod kątem wniosków, które pojawiły się w wyniku testowania modułu zajęć praktycznych w zakładach pracy.

Projekt „Wsparcie udzielone przez Fundację Fundusz Współpracy w ramach projektu „Ścieżki współpracy – wsparcie dla podmiotów wdrażających współpracę ponadnarodową" współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój.

Supported by the Cooperation Fund Foundation within the „Paths of cooperation – support for entities implementing international cooperation" project co-financed from the European Social Fund under the Operational Programme Knowledge Education Development.

Fundusze Europejskie Wiedza Edukacja Rozwój
Rzeczpospolita Polska
Ścieżki współpracy
Unia Europejska Europejski Fundusz Społeczny

Program kursu – Programowanie i obsługa obrabiarek CNC – 120 godzin

(w oparciu o sterowanie – SINUMERIK 808D)

(tokarka CNC – 2 osie / frezarka CNC – 3 osie)

Temat:	Ilość godz.	Zagadnienia:	Wiadomości i umiejętności zdobyte w trakcie szkolenia. Kursant po zrealizowaniu zajęć poznał/zna, rozróżnia, umie/ potrafi:	Wiadomości i umiejętności zdobyte w trakcie samo dokształcania się. Kursant poznał/zna, rozróżnia, umie/ potrafi:
Wprowadzenie do CNC	**1**	1. Terminy: NC, CNC, DNC 2. Historia CNC 3. Porównanie – zalety i wady: obróbka konwencjonalna – CNC	1. Poznał terminy NC, CNC, DNC 2. Zapoznał się z historią CNC 3. Poznał zalety i wady obróbki konwencjonalnej 4. Poznał zalety i wady obróbki CNC 5. Poznał różnice oraz cechy wspólne obróbki konwencjonalnej i CNC	1. Zna terminy NC, CNC, DNC 2. Zna historię CNC 3. Zna zalety i wady obróbki konwencjonalnej 4. Zna zalety i wady obróbki CNC 5. Zna różnice oraz cechy wspólne obróbki konwencjonalnej i CNC

Cele kształcenia

- Poznanie podstawowych terminów związanych z CNC
- Poznanie historii CNC
- Poznanie cech wspólnych i różnic obróbki konwencjonalnej i CNC
- Poznanie zalet i wad obróbki konwencjonalnej i CNC

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

Treści

Definicje: NC, CNC, DNC

Obrabiarka sterowana numerycznie (skrót NC z ang. Numerical Control) – obrabiarka, która przetwarza dyskretne wartości wejściowe w postaci binarnej i impulsowej na odpowiednie ruchy robocze.

Charakterystycznymi cechami takich obrabiarek są:

nośnik danych, czyli urządzenie wejściowe z informacjami sterującymi w postaci kart, taśm, dyskietek itp.,
przetwornik danych, przetwarzający informacje zawarte na nośniku na sygnały sterujące napędami,
osobne napędy każdej osi przesuwu i wrzeciona,
sprzężenie zwrotne danych pomiarowych i kontrolnych, czyli wyniki pomiarów przemieszczeń zwracane są do przetwornika umożliwiając korekcję położenia względem osi współrzędnych „x", „y" i „z".
Pierwsze obrabiarki o sterowaniu numerycznym powstały na przełomie lat 40. i 50. XX wieku. Obecnie najczęściej spotyka się obrabiarki sterowane komputerowo CNC (skrót CNC z ang. Computerized Numerical Control), których kody sterujące najczęściej generuje się za pomocą programów graficznych 3D.

Źródło:
https://pl.wikipedia.org/wiki/Obrabiarka_sterowana_numerycznie

Computerized Numerical Control, CNC (pol. komputerowe sterowanie urządzeń numerycznych) – układ sterowania numerycznego, wyposażony w mikrokomputer, który można dowolnie interaktywnie zaprogramować.

Termin ten zwykle używany jest w odniesieniu do obróbki materiałów za pomocą komputerowo sterowanych urządzeń takich jak frezarki, tokarki, elektrodrążarki. Obróbka CNC pozwala na szybkie, precyzyjne i wysoce powtarzalne wykonanie złożonych kształtów.

Typowy proces skomputeryzowanego wytwarzania przedmiotu składa się z faz projektowania wspomaganego komputerowo (CAD), przetwarzania projektu na plan sterowania maszyn (CAM) i właściwego wykonania (CNC).

Programy i sterowniki CNC nadzorują pracę maszyny, komunikując się przy tym z operatorem (użytkownikiem) za pośrednictwem interfejsu użytkownika. Interfejs ten, we współczesnych wykonaniach najczęściej graficzny, pozwala na wczytywanie, edycję i wykonywanie programów obróbki (G code), wprowadzanie informacji korekcyjnych narzędzi, przesuwanie układu współrzędnych (tzw. bazowanie osi), zmianę parametrów obróbki oraz śledzenie postępów programu.

Większość obrabiarek CNC dysponuje swoim asortymentem technologicznym, który może być usprawniony o dodatkowe moduły pozwalające na powiększenie jak i usprawnienie wykonywanych prac. Modernizując obrabiarki można zwiększyć parametry takie jak prędkość obrotowa i moment obrotowy wrzeciona, zwiększyć prędkość posuwów i zwiększenie pamięci operacyjnej z transferem danych

Źródło:
https://pl.wikipedia.org/wiki/Computerized_Numerical_Control

Bezpośrednie sterowanie numeryczne (DNC), znane również jako rozproszone sterowanie numerycznee (także DNC). W niektórych sterownikach maszyn CNC dostępna pamięć jest zbyt mała, aby pomieścić program obróbkowy (na przykład obróbka skomplikowanych powierzchni), więc w tym przypadku program jest przechowywany w oddzielnym komputerze i wysyłany bezpośrednio do maszyny, po jednym bloku na raz. Jeśli komputer jest podłączony do kilku maszyn, może dystrybuować programy do różnych maszyn zgodnie z wymaganiami. Zazwyczaj producent sterowania zapewnia odpowiednie oprogramowanie DNC. Jeśli jednak taki przepis nie jest możliwy, niektórzy producenci oprogramowania dostarczają aplikacje DNC, które spełniają ten cel. Sieć DNC lub komunikacja DNC jest zawsze wymagana, gdy programy CAM mają być uruchamiane na niektórych sterownikach maszyny CNC.

Bezprzewodowe DNC jest również używane zamiast wersji przewodowych. Sterowania tego typu są bardzo szeroko stosowane w branżach o znacznej produkcji blach , takich jak przemysł motoryzacyjny , AGD i lotniczy .

Źródło:
https://en.wikipedia.org/wiki/Direct_numerical_control

Historia CNC

Pierwsze obrabiarki umożliwiające automatyzację produkcji były hard-wired, co oznacza iż mogły wykonywać tylko stałą, z góry przewidzianą sekwencję ruchów, bez możliwości przeprogramowania. Po nich, na początku lat 50. XX wieku, powstały pierwsze maszyny sterowane numerycznie (NC), do których programowania używano dziurkowanych taśm i kart. Za początek sterowania numerycznego uznaje się rok 1952, a za twórców US Air Force i Johna Parsonsa współpracującego z Massachusetts Institute of Technology (MIT) w Cambridge, Massachusetts, USA. Pierwszy system CNC używał typowego sprzętu NC, a komputer był użyty do kompensacji obliczeń i czasami do edycji. Pierwszą obrabiarką uruchomioną w MIT była NC Hydrotel firmy Cincinnati z pionowym wrzecionem, liniową interpolacją 3D i taśmą dziurkowaną kodowaną binarnie. Dalszy rozwój technologii CNC nastąpił w latach 80., kiedy pojawiła się możliwość zastosowania mikrokomputerów.

Technologia NC spowodowała rewolucję w przemyśle wytwórczym. Prawie każda firma z branży wyposażona jest w obrabiarki czy centra obróbkowe sterowane numerycznie.

W ostatnich latach spadek cen sprzętu komputerowego oraz dostępność tanich komponentów mechanicznych spowodowały wzrost zainteresowania technikami CNC wśród mikro przedsiębiorstw oraz hobbystów. Powstają w ten sposób liczne obrabiarki oraz drukarki 3D (RepRap, MakerBot).

Źródło:
https://pl.wikipedia.org/wiki/Computerized_Numerical_Control#Historia

Porównanie – zalety i wady: obróbka konwencjonalna – CNC

Porównanie obrabiarek konwencjonalnych i wyposażonych w system sterowania CNC

Budowa obrabiarek wyposażonych w system sterowania CNC w ogólnym zarysie jest podobna do obrabiarek konwencjonalnych. Istotną różnicą jest możliwość komputerowego sterowania zespołami odpowiedzialnymi z obróbkę. Wszystkie ruchy poszczególnych zespołów obrabiarki niezbędne przy obróbce są obliczane, sterowane i kontrolowane przez wewnętrzny komputer. Dla każdego kierunku ruchu istnieje osobny system pomiarowy, wykrywający aktualne położenie zespołów i przekazujący je do komputera.

Porównanie obrabiarek konwencjonalnych i CNC

Obrabiarki konwencjonalne	Obrabiarki CNC
Dane wejściowe	
Pracownik na podstawie zlecenia i rysunku ręcznie nastawia maszynę, zakłada i zdejmuje przedmiot obrabiany i narzędzia	Programy obróbki mogą być wprowadzane do układu sterowania CNC z klawiatury, poprzez dyskietki, złącze bezpośrednie. Poszczególne programy mogą być gromadzone w pamięci wewnętrznej lub na twardym dysku maszyny.
Sterowanie	
Sterowanie ręczne – pracownik ręcznie ustawia wszystkie parametry obróbkowe i ręcznie steruje całą praca maszyny przy pomocy dźwigni, pokręteł czy przycisków.	Sterowanie CNC – wszystkie funkcje sterownicze i regulacyjne (dane technologiczne, dane odnośnie narzędzi i ich wymiarów korekcyjnych itp.) maszyny przejmuje mikrokomputer, często umożliwiający również diagnozowanie błędów.

Kontrola	
Pracownik mierzy i sprawdza ręcznie przedmiot obrabiany pod względem dokładności wymiarowo-kształtowej.	Dzięki ciągłej informacji zwrotnej zespołu pomiarowego i zespołów napędowych z silnikami o regulowanej liczbie obrotów, obrabiarka podczas pracy zapewnia dokładność wymiarową przedmiotu obrabianego. Możliwa jest czynna kontrola przedmiotów obrabianych.

Źródło:
http://cnc.pl/porownanie-konwencjonalne-a-cnc.php

Korzyści ze stosowania sterowania numerycznego
- Redukcja lub eliminacja konieczności interwencji operatora w czasie trwania operacji technologicznej
- Redukcja zmęczenia operatora na stanowisku roboczym
- Zmniejszenie prawdopodobieństwa popełnienia błędu
- Lepsza powtarzalność wymiarowa produktów
- Mniejsze wymagania odnośnie umiejętności operatora
- Elastyczność maszyn i urządzeń sterowanych numerycznie
- Łatwość i duża wydajność wytwarzania części o skomplikowanych kształtach i wysokich wymaganiach odnośnie dokładności
- Możliwość szybkiego wyprodukowania prototypów

Wady sterowania numerycznego
- Stosunkowo wysoki koszt zakupu sprzętu
- Konieczność zatrudnienia wykwalifikowanego personelu do programowania urządzeń sterowanych numerycznie
- Potencjalnie wysokie koszty związane z ewentualnymi awariami

Cechy charakterystyczne dla obrabiarek CNC
- Bezstopniowa regulacja prędkości obrotowej i posuwów
- Napęd przenoszony za pomocą śrub tocznych
- Eliminowanie prowadnic ślizgowych na rzecz tocznych
- Eliminowanie przekładni zębatych
- Kompaktowa konstrukcja o zamkniętej przestrzeni roboczej
- Konstrukcja modułowa o elastycznie dobieranej konfiguracji elementów składowych
- Mała podatność statyczna i dynamiczna
- Automatyczny nadzór i diagnostyka
- Duża moc (jako suma mocy poszczególnych napędów)
- Osiąganie znacznych wartości parametrów obróbki (np. duże prędkości obrotowe)
- Obróbka równoległa z wykorzystaniem wielu wrzecion i/lub suportów narzędziowych
- Złożona kinematyka pracy (uchylne głowice narzędziowe, stoły obrotowo-uchylne, obróbka pięcioosiowa, obrabiarki o strukturze równoległej)
- Magazyny narzędziowe z automatyczną wymianą narzędzi
- Systemy narzędziowe z narzędziami składanymi
- Nowoczesne materiały narzędziowe
- Automatyczny pomiar narzędzi
- Kodowanie narzędzi;
- Automatyczna wymiana przedmiotu obrabianego;
- Automatyczny pomiar przedmiotu obrabianego;

- Automatyczne usuwanie wiórów.

Występowanie powyższych cech w konkretnej obrabiarce często zależy od tego, w jak dużym stopniu jest ona przystosowana do pracy autonomicznej (bez obsługi człowieka).

Źródło:
http://www.kfilipowicz.zut.edu.pl/Programowanie/cnc_195.pdf

Zadania i czynności trenera:

- Przedstawia i wyjaśnia podstawowe pojęcia związane z CNC
- Przedstawia w skrócie historię CNC
- Omawia zalety i wady stosowania obróbki konwencjonalnej i CNC
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Budowa i klasyfikacja maszyn CNC	**1**	1. Podział obrabiarek CNC 2. Podzespoły tokarki CNC 3. Podzespoły frezarki CNC 4. Napędy stosowane w obrabiarkach CNC	1. Poznał klasyfikację obrabiarek CNC 2. Poznał podzespoły tokarki CNC 3. Poznał podzespoły frezarki CNC 4. Poznał napędy obrabiarek CNC	1. Zna klasyfikację obrabiarek CNC 2. Rozróżnia obrabiarki CNC 3. Rozróżnia podzespoły tokarki CNC 4. Rozróżnia podzespoły frezarki CNC 4. Rozróżnia napędy stosowane w obrabiarkach CNC

Cele kształcenia

- Poznanie klasyfikacji obrabiarek CNC
- Poznanie podzespołów tokarki CNC
- Poznanie podzespołów frezarki CNC
- Poznanie napędów stosowanie w obrabiarkach CNC

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

Treści

Klasyfikacja obrabiarek CNC

Współcześnie stosowane są różne obrabiarki CNC, w których ze względu na stopień zaawansowanej automatyzacji i złożoność procesu wytwarzania wyróżnia się obrabiarki sterowane numerycznie, centra obróbkowe, autonomiczne stacje obróbkowe

1.W ogólnym ujęciu obrabiarki te można podzielić na dwie grupy:
- do obróbki korpusów,
- do obróbki części obrotowych typu wałek, tarcza, tuleja.

2.Ze względu na położenie osi wrzeciona wyróżnia się obrabiarki:
- o osi pionowej wrzeciona,
- o osi poziomej wrzeciona.

3.Podział ze względu na określone przeznaczenie produkcyjne obejmuje (dotyczy centrów obróbkowych):
- centra frezarskie,
- centra frezarsko – wiertarskie,
- centra frezarsko – wytaczarskie,
- centra wiertarsko – wytaczarskie,
- centra tokarskie,
- centra szlifierskie.

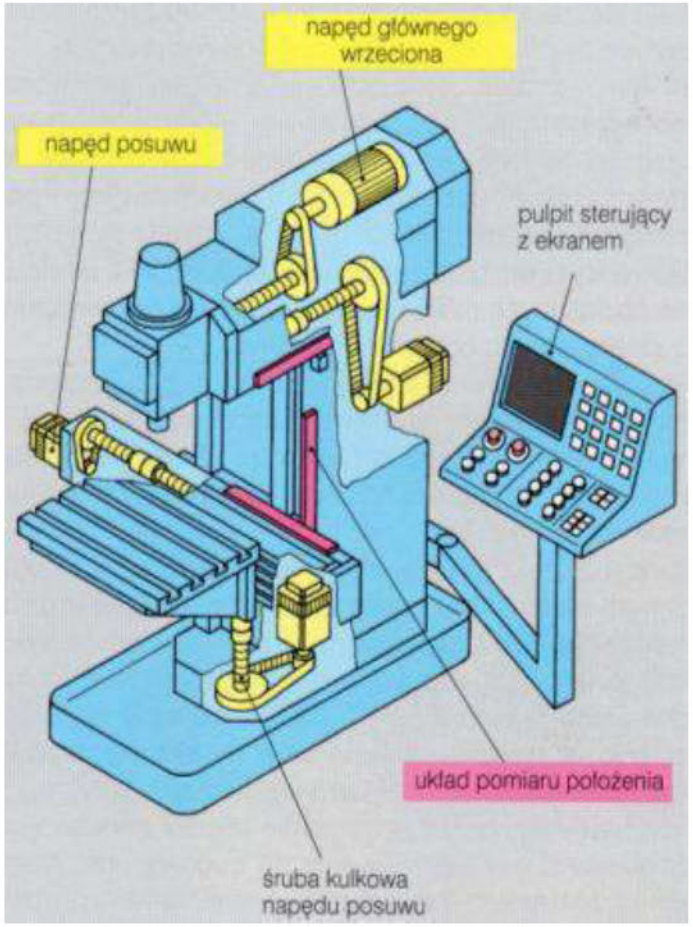
Budowa obrabiarek sterowanych numerycznie jest bardzo podobna do obrabiarek konwencjonalnych. Wyróżnikiem jest możliwość sterowania za pomocą komputera, który przekazuje „informacje" dotyczące obróbki w postaci sygnałów do odpowiednich obszarów maszyny.

Podzespoły tokarki CNC



Podzespoły frezarki CNC





Źródło: Schmid D., Baumann A., Kaufmann H., Paetzold H., Zippel B.; Mechatronika; Wydawnictwo REA; Warszawa; 2002; strona 233

Ze względu na ograniczenie ingerencji pracownika w proces obróbczy, obrabiarka pozbawiona jest elementów ręcznego napędu posuwów. Sanie obrabiarek napędzane są przez napędy i przekładnie śrubowe ruchów posuwowych. Wartości zrealizowanych przemieszczeń, wyznaczonych przez układy pomiarowe, są porównywane z zaprogramowanymi wartościami zadanymi.

Dużą dokładność obrabiarek CNC uzyskuję się przede wszystkim ze względu na odpowiednią budowę, uwzględniając różne czynniki na etapie konstrukcyjnym. Zmniejszenie błędów wykonania danego elementu można uzyskać za pomocą regulacji odpowiednich parametrów, ale także przez odpowiednią budowę i dobór materiałów na części składowe maszyny roboczej. Można na przykład zastąpić częściowo udział materiałów metalicznych materiałami z tworzyw sztucznych o podwyższonej wytrzymałości. Zaobserwowano również pozytywny wpływ na ocenę jakości obrabianych elementów poprzez zastosowanie do budowy postumentów i łoży maszyn betonu polimerowego.

Napędy stosowane w obrabiarkach CNC

W obrabiarkach sterowanych numerycznie w skład zespołów napędowych wchodzą:
- napędy główne
- napędy posuwów
- napędy pomocnicze.

Napęd główny dzięki silnikom napędowym przekazuje poprzez wrzeciono niezbędną do obróbki moc skrawania. Napęd ten powinien charakteryzować się:

- wysoką sztywnością tzn. moment obrotowy musi utrzymać aktualne położenie pomimo działających sił skrawania
- zdolnością do szybkiej i płynnej zmiany prędkości skrawania, bez generowania dodatkowych drgań.

Do najczęściej spotykanych rodzajów napędów głównych zaliczamy:

- elektromechaniczne z przekładnią stopniową lub bezstopniową
- hydrauliczne
- elektryczne z silnikiem prądu stałego i przekładnią stopniową
- elektryczne z asynchronicznym lub synchronicznym silnikiem prądu przemiennego.

W obrabiarkach sterowanych numerycznie mamy do czynienia z napędami elektrycznymi. Należy pamiętać, że stosowanie silników prądu stałego wymusza na nas częstą wymianę szczotek węglowych. Natomiast silniki prądu przemiennego wypadają korzystniej.

Zalety silników prądu przemiennego:

- uzyskują wyższe momenty obrotowe
- osiągają nawet trzykrotnie większą prędkość obrotową
- większa moc
- pracują bez szczotek węglowych, kolektorów i pierścieni ślizgowych
- są bezobsługowe.

Napędy ruchu posuwowego, jakie możemy spotkać w obrabiarkach sterowanych numerycznie dzielą się na następujące grupy:

- napęd tradycyjny, gdzie silnik obrotowy napędza śrubę toczną bezpośrednio lub pośrednio za pomocą przekładni pasowej lub zębatej
- napęd z elektro nakrętką, w których silnik współpracuje z obracającą się nakrętką toczną, a śruba jest nieruchoma
- bezpośredni napęd liniowy z silnikiem elektrycznym.

Dla dokładnego określenia położenia, napędy ruchów posuwowych są zintegrowane z układem pomiarowym. Każda oś musi mieć układ pomiaru przemieszczenia z automatyczną oceną sygnału pomiarowego. Najczęściej dokładność tego pomiaru wynosi 0.001mm, jedynie w tokarkach dla osi X (gdzie podawana jest wartość średnicy) ma ona 0,0005mm. Spotyka się także np. w precyzyjnych szlifierkach dokładność do 0,0001mm.

Źródło:
https://strefainzyniera.pl/artykul/1098/budowa-obrabiarki-cnc

Zadania i czynności trenera:

- Omawia i wyjaśnia klasyfikację obrabiarek CNC
- Omawia budowę tokarki CNC
- Omawia budowę frezarki CNC
- Omawia napędy stosowane w obrabiarkach CNC
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Oprzyrządowanie obrabiarek CNC	**3**	1. Rodzaje systemów narzędziowych tokarki CNC – głowica narzędziowa/imak nożowy 2. Narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na tokarkach CNC – rodzaje, zastosowanie i sposoby mocowania 3. Urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na tokarkach CNC 4. Rodzaje systemów narzędziowych frezarki CNC 5. Narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na frezarkach CNC – rodzaje, zastosowanie i sposoby mocowania 6. Urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na frezarkach CNC	1. Poznał systemy narzędziowe tokarki CNC 2. Poznał narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na tokarkach CNC - ich zastosowanie 3. Poznał sposoby mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na tokarkach CNC 4. Poznał urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na tokarkach CNC 5. Poznał systemy narzędziowe frezarki CNC 6. Poznał narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na frezarkach CNC - ich zastosowanie 7. Poznał sposoby mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na frezarkach CNC 8. Poznał urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na frezarkach CNC	1. Rozróżnia systemy narzędziowe tokarki CNC 2. Zna i rozróżnia narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na tokarkach CNC - zna ich zastosowanie 3. Zna sposoby mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na tokarkach CNC 4. Zna urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na tokarkach CNC 5. Rozróżnia systemy narzędziowe frezarki CNC 6. Zna i rozróżnia narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na frezarkach CNC – zna ich zastosowanie 7. Zna sposoby mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na frezarkach CNC 8. Zna urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na frezarkach CNC

Cele kształcenia

- Poznanie systemów narzędziowych tokarek CNC
- Poznanie narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na tokarkach CNC
- Poznanie sposobów mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na tokarkach CNC
- Poznanie urządzeń, przyrządów i uchwytów wykorzystywanych do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na tokarkach CNC
- Poznanie systemów narzędziowych frezarek CNC
- Poznanie narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na frezarkach CNC
- Poznanie sposobów mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na frezarkach CNC
- Poznanie urządzeń, przyrządów i uchwytów wykorzystywanych do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na frezarkach CNC

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

Treści

Obrabiarki sterowane numerycznie posiadają na wyposażeniu urządzenie do automatycznej wymiany narzędzi. W zależności od rodzaju może mieć ono różną ilość gniazd narzędziowych. Za pomocą programu wybrane narzędzie ustawiane jest w pozycji wyjściowej. Najczęściej spotykane to:

- głowica rewolwerowa
- magazyn narzędzi

Systemy narzędziowe tokarki CNC

Rewolwerowa głowica narzędziowa – jest stosowana przede wszystkim w tokarkach. Gdy w programie wywoływane jest nowe narzędzie, wtedy głowica obraca się i ustawia odpowiednie narzędzie w położeniu roboczym. Cała operacja trwa mniej niż sekundę. Głowice w zależności od typu posiadają od 8 do 16 miejsc na narzędzia. W centrach obróbczych można spotkać do 3 głowic lub magazyny o większej ilości miejsc.

Rodzaje rewolwerowych głowic narzędziowych:

- bębnowa – używana do toczenia małych części i z udziałem niedużych narzędzi
- z pionową i poziomą osią obrotu – stosowana do obrabiania większych przedmiotów, stosowana np. w wiertarkach średniej wielkości
- koronowa – jest pochylona, łączy zalety dwóch wcześniejszych głowic.



Głowica narzędziowa



Imak nożowy

Narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na tokarkach CNC

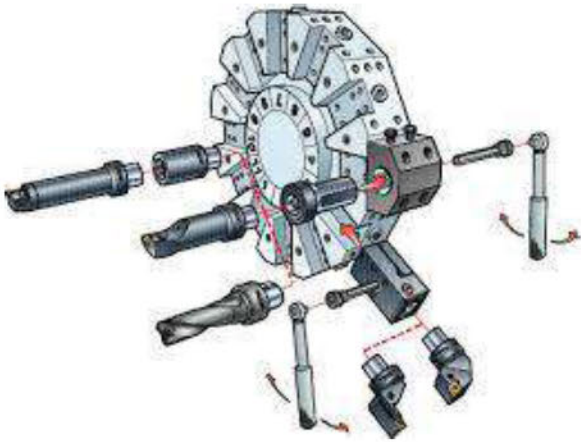


Narzędzia skrawające – zastosowanie

..	 Nóż kątowy lewy (346)	 Wiertło kręte HSS k (52)
 Dowolny kształt (2)	 Nóż kątowy prawy (347)	 Wiertło kręte HSS l (51)
 Gwintownik (53)	 Nóż tokarski do rowków osiowych (118)	 Wiertło kręte VHM (18)
 Nawiertak (18)	 Nóż tokarski z okrągłą płytką (24)	 Wiertło płytkowe II (44)
 Nawiertak (B) (36)	 Nóż wewn. do rowków (25)	 Wiertło płytkowe przedosiowe (44)
 Nóż do gwintów lewy H (53)	 Nóż wewn. do toczenia poprzecznego przedos. (46)	 Wiertło płytkowe zaosiowe (44)
 Nóż do gwintów prawy H (52)	 Nóż wewn. do toczenia poprzecznego zaos. (46)	 Wiertło stopniowe (18)
 Nóż do gwintów wewnętrznych przedos. (60)	 Przecinak (58)	 Wytaczak przedosiowy (106)
 Nóż do gwintów wewnętrznych zaos. (62)	 Sonda pomiarowa 3D (39)	 Wytaczak zaosiowy (110)
 Nóż do kopiowania (70)	 Uchwyt narzędziowy (56)	

Narzędzia skrawające – rodzaje





Narzędzia skrawające – sposoby mocowania



Tokarskie oprawki narzędziowe

Urządzenia, przyrządy i uchwyty przedmiotu obrabianego

Uchwyty przedmiotu obrabianego służą do prawidłowego zamocowania obrabianego elementu na wrzecionie podczas obróbki. Bardzo ważne jest, aby umocowany przedmiot był stabilny i pozbawiony luzów, ze względu na występujące siły podczas procesu obróbczego.

Jako wyposażenie mocujące w tokarkach stosuje się:

- uchwyty szczękowe – są one tak wykonane, aby można było również sterować zamykaniem i otwieraniem szczęk mocujących
- tarcze tokarskie
- uchwyty zaciskowe – przeznaczone do pracy przy wysokich obrotach, posiadają przeciwwagi sił odśrodkowych
- tuleje zaciskowe – stosuje się do mocowania niewielkich przedmiotów.

Dzięki stosowaniu oprawek do narzędzi tokarskich zapewnione jest prawidłowe usytuowanie, ale również dopływ chłodziwa do ostrza.











Źródło:
https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fmagma.sklep.pl%2Fpol_pl_Uchwyt-tokarski-STALOWY-3-szczekowy-SERIA-P03-samocentrujacy-80mm-3128_5.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fmagma.sklep.pl%2Fproduct-pol-3128-Uchwyt-tokarski-STALOWY-3-szczekowy-SERIA-P03-samocentrujacy-80mm.html&tbnid=n6ResG3vUXf8jM&vet=12ahUKEwi-8Omc1pLyAhVNwioKHYCwAGUQMygTegUIARDaAg..i&docid=c9BLTPwWQlGH2M&w=600&h=485&q=tarcze%20tokarskie&ved=2ahUKEwi-8Omc1pLyAhVNwioKHYCwAGUQMygTegUIARDaAg

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fartykulytechniczne.eu%2Fimages%2FSKLEP_2019%2Fuchwyty_tokarskie%2F4%2F3.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.artykulytechniczne.eu%2Fcomponent%2Fvirtuemart%2Fuchwyty-tokarskie%2F4-szczekowe%2Fuchwyt-tokarski-samocentrujacy-4-szczekowy-160-mm-detail.html&tbnid=w9Eth4kzFB9yeM&vet=10CKYBEDMopwFqFwoTCIieup7WkvICFQAAAAAdAAAAABAO..i&docid=xLjIZI_C8UFzXM&w=470&h=376&q=tarcze%20tokarskie&ved=0CKYBEDMopwFqFwoTCIieup7WkvICFQAAAAAdAAAAABAO

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.hafen.pl%2Ffiles%2Fimage%2F0%2F1551184983_Ct1A0Eq%2F363%2F313&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.hafen.pl%2Fuchwyty-i-tarcze-tokarskie&tbnid=7L4ui9YFEJQFpM&vet=12ahUKEwi-8Omc1pLyAhVNwioKHYCwAGUQMygAegUIARCrAg..i&docid=E2ojRGNwhpTUyM&w=1107&h=1280&q=tarcze%20tokarskie&ved=2ahUKEwi-8Omc1pLyAhVNwioKHYCwAGUQMygAegUIARCrAg

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.hafen.pl%2Ffiles%2Fimage%2F0%2F1551191316_velaQBf%2F363%2F313&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.hafen.pl%2Fuchwyt-zaciskowy-tulei-5c&tbnid=u-XU4TdG8WaoJM&vet=12ahUKEwiot6rA2ZLyAhXMsCoKHSkPBukQMygHegUIARDHAg..i&docid=uPNj2Ph6mfy7rM&w=1280&h=1203&q=uchwyt%20tokarski%20zaciskowy%20do%20tulejek%205c&ved=2ahUKEwiot6rA2ZLyAhXMsCoKHSkPBukQMygHegUIARDHAg

Systemy narzędziowe frezarki CNC

Magazyn narzędzi – stosowany we frezarkach. Wymiana narzędzi odbywa się za pomocą chwytaków. Po wywołaniu w programie komendy zamiany narzędzia, dwuramienny chwytak dokonuje wymiany. Trwa to dłużej niż w przypadku tokarki ok. 6-15 sekund, jednakże są już urządzenia, które potrafią zrobić to w czasie około 1 sekundy.



Magazyn tarczowy


Magazyn liniowy

Źródło:
https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fpl.allescncmachine.com%2FContent%2Fupload%2F2019354137%2F20190529135551966344 4.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fpl.allescncmachine.com%2Fnews%2Fcnc-machine-tool-magazine-and-tool-changer-mal-24387562.html&tbnid=xVSq8xPu27Km-M&vet=12ahUKEwj5k4SKzZLyAhXTuyoKHVaPBFQQMygsegUIARCeAw..i&docid=ELm4pfENZrQ-pM&w=700&h=400&q=system%20narz%C4%99dziowy%20obrabiarki%20cnc&ved=2ahUKEwj5k4SKzZLyAhXTuyoKHVaPBFQQMygsegUIARCeAw

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fkimla.pl%2Fimg%2Fwyposazenie%2Fmagazyn-liniowy-bpf.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fkimla.pl%2Fwyposazenie%2Fplotery-frezujace-routery-2%2Fmagazyn-narzedzi-liniowy-bpf&tbnid=x5bRHxy0SgBBPM&vet=12ahUKEwj5k4SKzZLyAhXTuyoKHVaPBFQQMygDegUIARCeAg..i&docid=oI-fG4mjRLrzjM&w=584&h=278&q=system%20narz%C4%99dziowy%20obrabiarki%20cnc&ved=2ahUKEwj5k4SKzZLyAhXTuyoKHVaPBFQQMygDegUIARCeAg

Narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na frezarkach CNC



Narzędzia skrawające – rodzaje

Frezarskie oprawki narzędziowe





Źródło:
https://strefainzyniera.pl/artykul/11550/planowanie-obrobki-w-odniesieniu-do-maszyn-sterowanych-numerycznie

Urządzenia, przyrządy i uchwyty przedmiotu obrabianego

Przy frezowaniu ważne jest prawidłowe ustalenie położenia przedmiotu obrabianego. W przypadku prostej obróbki wystarcza zastosowanie uchwytów szczękowych. Przy produkcji skomplikowanych elementów korzysta się z zestawów, z których „buduje" się uchwyty frezarskie, co pozwala na całkowitą obróbkę bez konieczności przemocowywania. W przypadku dużych frezarek narzędzia mocuje się w oprawkach z chwytem stożkowym.

Uniwersalne uchwyty mocujące

- Imadła maszynowe
- Uchwyty magnetyczne
- Stoły kątowe
- Stoły podziałowe i obrotowe
- Podzielnice
- Łapy mocujące
- Kostki frezerskie












Zadania i czynności trenera:

- Omawia systemy narzędziowe tokarek CNC
- Omawia narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na tokarkach CNC
- Przedstawia rodzaje i zastosowanie narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na tokarkach CNC
- Omawia sposoby mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na tokarkach CNC
- Omawia urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na tokarkach CNC
- Omawia systemy narzędziowe frezarek CNC
- Omawia narzędzia skrawające wykorzystywane podczas pracy na frezarkach CNC
- Przedstawia rodzaje i zastosowanie narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na frezarkach CNC
- Omawia sposoby mocowania narzędzi skrawających wykorzystywanych podczas pracy na frezarkach CNC
- Omawia urządzenia, przyrządy i uchwyty wykorzystywane do mocowania przedmiotów obrabianych podczas pracy na frezarkach CNC
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Metody programowania i układy sterowania numerycznego obrabiarek CNC	**1**	1. Definicja i klasyfikacja metod programowania obrabiarek CNC 2. Rodzaje układów sterowania numerycznego	1. Poznał definicję i klasyfikację metod programowania obrabiarek CNC 2. Poznał układy sterowania numerycznego	1. Zna definicję metod programowania obrabiarek CNC 2. Zna klasyfikację metod programowania obrabiarek CNC 3. Zna układy sterowania numerycznego

Cele kształcenia

- Poznanie metod programowania obrabiarek CNC
- Poznanie układów sterowania numerycznego

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

Treści

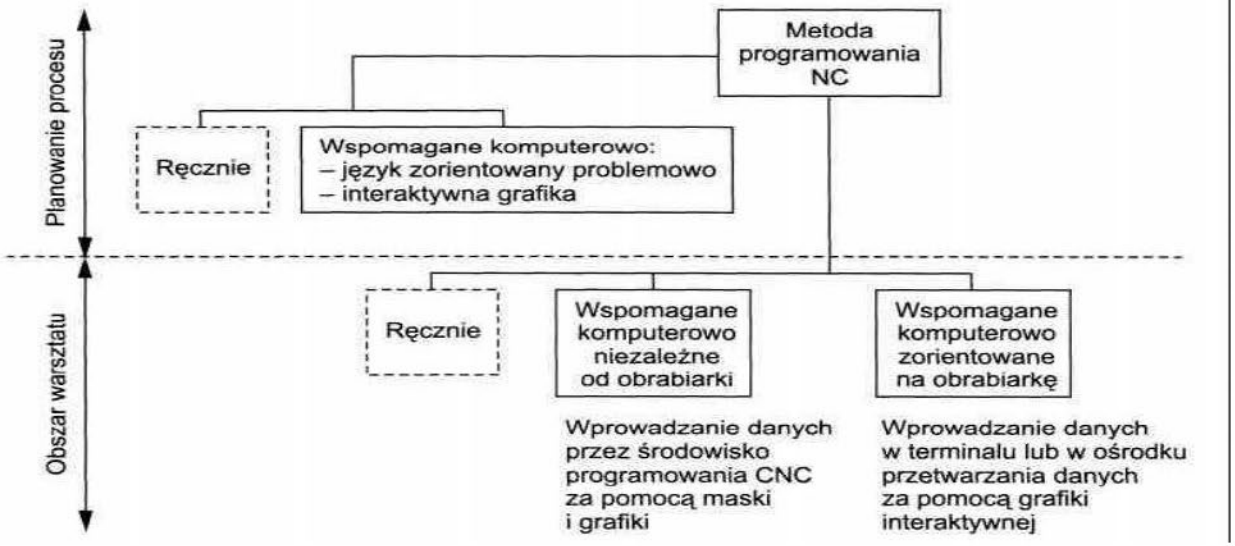
Metody programowania obrabiarek CNC

Pod pojęciem programowania NC należy rozumieć zapisanie wszystkich niezbędnych danych do wytworzenia części, które są zapisane na odpowiednim nośniku informacji w kolejności wynikającej z założonego przebiegu procesu technologicznego. Program NC odzwierciedla krok po kroku ustaloną kolejność operacji, zabiegów lub przejść w procesie obróbki części. Programowanie NC jest więc działaniem technicznym nastawionym na tworzenie danych sterujących do obróbki przedmiotu na obrabiarce NC. Zasadniczo zadanie to może być wykonane ręcznie lub przy pomocy komputera.

Programowanie NC można klasyfikować według następujących kryteriów:

- wspomagania i niewspomagania komputerowego
- zorientowania na warsztat oraz ukierunkowania na biurowe przygotowanie produkcji
- zorientowania na proces wytwarzania i proces produkcji
- zorientowania na urządzenia techniczne

Klasyfikacja metod programowania z uwzględnieniem charakteru planowania procesu technologicznego i wyposażenia warsztatu produkcyjnego



Klasyfikacja metod i systemów programowania NC

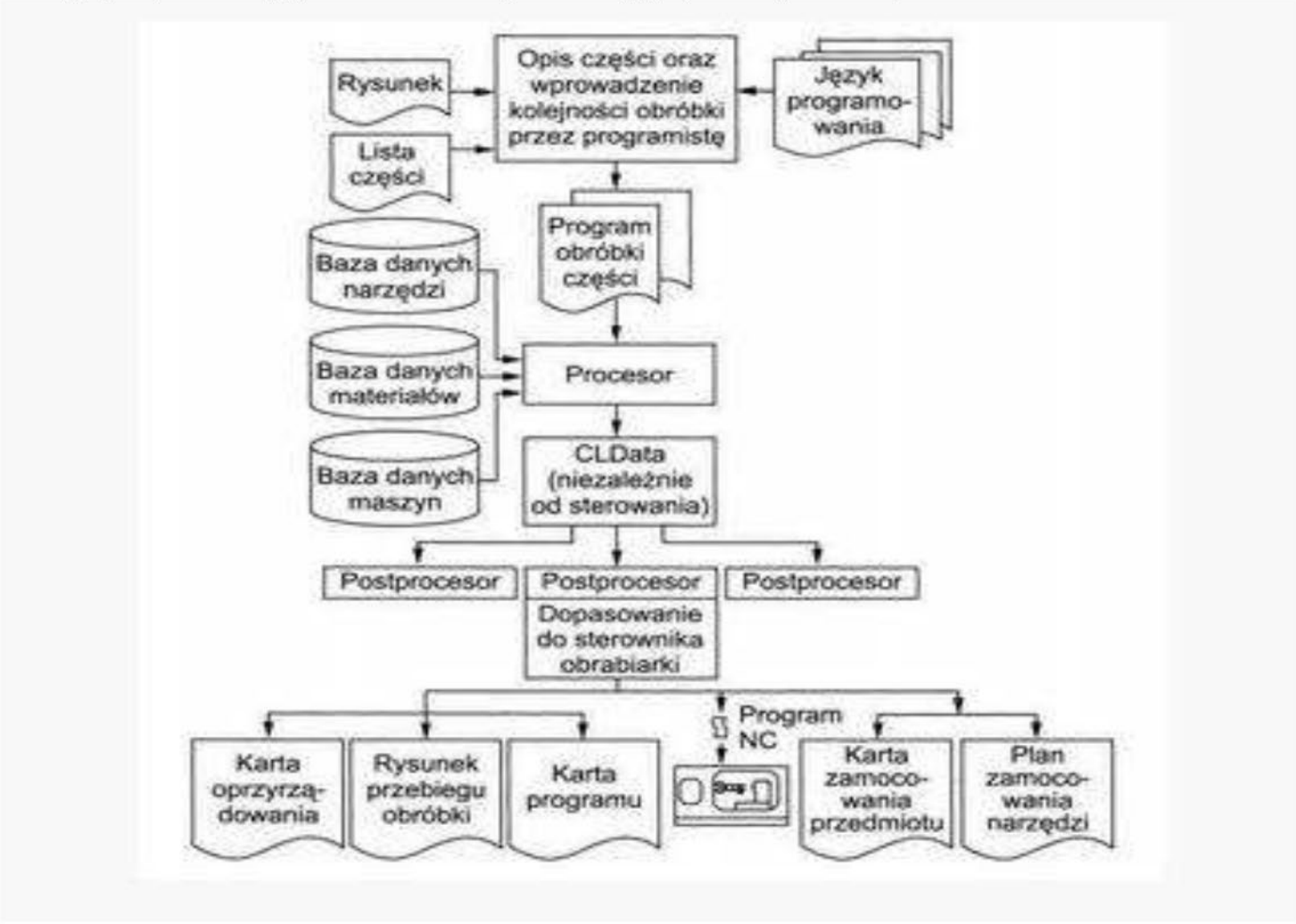
- Programowanie manualne
- Programowanie automatyczne
- Programowanie interaktywne

Programowanie manualne
W ostatnich latach w ofercie znanych producentów układów sterowania znalazły się układy sterowania CNC wraz z oprogramowaniem o nazwie CNC Manual (CNC plus lub CNC+), które umożliwiają przystosowanie obrabiarek konwencjonalnych do pracy automatycznej, zbliżonej do pracy obrabiarek CNC. Podstawową korzyścią wynikającą z zastosowania softwaru/hardwaru typu CNC Manual jest zwiększenie produktywności i elastyczności obrabiarek ze sterowaniem mechanicznym
Przykładami rozwiązań programowych i sprzętowych typu CNC Manual są:
- Quick Turn firmy GE Fanuc,
- Manuał plus 4110 firmy Heidenhein,
- Manuał Turn firmy Siemens AG,
- CNC plus v.5 firmy CamSoft.

Charakterystyczne cechy podanych systemów to:
- prowadzenie operacji ręcznych z programowanymi ograniczeniami,
- nadzorowanie przebiegu operacji na monitorach graficznych,
- stosowanie półautomatycznych cykli obróbkowych,
- kompensacja geometrii narzędzi (nawet do 15 narzędzi),
- utrzymanie stałej prędkości na powierzchni przedmiotu,
- tworzenie programów zapisanych w kodzie DIN-ISO i konwersja programów cykli do kodu ISO,
- wyświetlanie jednostek posuwu w cal/min (IPM) i cal/obr (IPR),
- różne wersje językowe.

Programowanie automatyczne

Jest to system gdzie za pomocą komputera zewnętrznego dokonuje się zapisu programu za pomocą odpowiedniego języka symbolicznego, gdzie w późniejszej fazie przetwarza się ten program do postaci gotowego programu sterującego. Symboliczne języki to EXAPT i KSP (Konwersacyjny System Programowania)



Programowanie interaktywne

Programowanie w systemach CAD/CAM polega na bezpośrednim wykorzystaniu danych CAD do tworzenia programów sterujących NC. Zasadniczo są możliwe dwie koncepcje:

- zintegrowany system CAD/CAM, w którym moduł NC wykorzystuje tę samą bazę danych i interfejs użytkownika, a przejmowanie danych odbywa się bezpośrednio,
- pośrednie przejmowanie danych z systemu CAD. W tym przypadku generowanie danych w systemie programowania CAM jest dokonywane za pomocą programu specjalnego procesora lub z użyciem zapisu danych
- w neutralnym formacie, np. IGES.

Układy sterowania numerycznego obrabiarek CNC

Układy sterowania numerycznego można podzielić według następującej kolejności:

Sterowanie punktowe - przy sterowaniu punktowym pozycja narzędzia wyznaczona jest w ściśle określonym punkcie przedmiotu. Nie ma jednak zbyt wielkiego znaczenia, po jakim torze narzędzie się porusza, ani z jaką prędkością przechodzi do kolejnego punktu. Poleca się jednak, aby ruch odbył się z maksymalną prędkością i po linii prostej. Pozwala to na skrócenie czasu wykonania pracy i zapewnia bezkolizyjne przemieszczanie się narzędzia. Dokładniej pracę uda się wykonać, jeśli narzędzie będzie oddziaływać zawsze z tej samej strony. Warto pamiętać, że ostatni odcinek narzędzie powinno odbyć w zwolnionym posuwie. Ta metoda sterowania należy do najprostszych i ma zastosowanie przy wiertarkach, przebijarkach czy wytaczarkach.

Sterowanie odcinkowe - przy sterowaniu odcinkowym tor przemieszczania się narzędzia i prędkość jest bardzo ważna i ściśle określona. Tor ruchu powinien być równoległy do osi współrzędnych w określonej płaszczyźnie. Z tym rodzajem sterowania mamy do czynienia przy planowaniu i toczeniu wzdłużnym w obróbce wałków wielostopniowych oraz przy frezowaniu zarysów prostokątnych i frezowaniu płasko-równoległym głowicami frezowymi oraz przy frezowaniu odsadzeń i wybrań przelotowych frezami walcowo-czołowymi.

Sterowanie kształtowe - ten rodzaj sterowania stosuje się, gdy droga narzędzia w stosunku do przedmiotu przechodzi przez kolejno wyznaczone punkty. Linie te mogą składać się z odcinków prosto i krzywoliniowych. Dowolny zarys jest możliwy dzięki współpracy dwóch lub większej ilości silników napędów ruchów posuwowych. Narzędzie wykonuje ruch, a między dwoma punktami pośrednimi stosuje się interpolację. Możemy wyróżnić kilka odmian sterowania kształtowego: sterowanie kształtowe 2D, sterowanie kształtowe 2½ D i sterowanie kształtowe 3D. W praktyce możemy spotkać również sterowanie mieszane, np. punktowo-odcinkowe.

Klasyfikację systemów programowania można również przeprowadzić uwzględniając następujące czynniki:

- lokalizacji (miejsca) programowania - warsztat lub biuro technologiczne
- typu użytego komputera - PC, CNC lub komputer nadrzędny
- otoczenia programowania - urządzenie lub software
- urządzenia sprawdzającego błędy - maszyna, monitor graficzny lub drukarka.

Sterowanie osiami na obrabiarkach numerycznych
Obróbka elementów na obrabiarkach sterowanych numerycznie wymaga sterowania posuwem wzdłuż osi, ze względu na brak możliwości ręcznej ingerencji. W przypadku toczenia mamy możliwość wykonywania ruchu posuwowego przynajmniej w dwóch osiach X i Z, natomiast przy obróbce frezarskiej co najmniej w trzech osiach X, Y i Z. Poza ruchami prostoliniowymi istnieje także możliwość wystąpienia ruchów obrotowych wokół tych osi. Ruchy te nazywamy odpowiednio:

wokół osi X → A
wokół osi Y → B
wokół osi Z → C
Układ sterowania odczytuje zakodowane sygnały z programu i przekazuje je do silników napędów posuwu. Dzięki czemu znane są ruchy posuwowe narzędzi względem osi.

Układy pomiarowe przemieszczeń obrabiarek CNC

W zależności od tego, jaki układ pomiarowy jest wykorzystywany, wyróżniamy pomiary położenia bezpośrednie (najdokładniejsze) i pośrednie, oraz absolutne (całościowe) i inkrementalne (przyrostowe).

Przy pomiarze bezpośrednim skala jest umieszczona na saniach lub stole, przez co część niedokładności pochodzących np. od wrzeciona jest wyeliminowana. Na siatce skali za pomocą czujnika odnajdywane są wartości mierzone. Czujnik zamienia je na sygnały elektryczne i przekazuje do układu sterującego.

W trakcie pomiaru pośredniego odczyt dokonywany jest na śrubie pociągowej, na której znajduje się skala w postaci tarczy obrotowej. Za pomocą czujnika rejestrowany jest ruch obrotowy tarczy, podawany dalej do układu sterowania w postaci sygnału.

Przy absolutnym pomiarze przemieszczenia, skala w postaci zakodowanej, pokazuje bezpośrednio położenie sań względem stałego punktu obrabiarki, zdefiniowanego przez producenta. Punkt ten nazywa się punktem zerowym maszyny. Jednakże muszą być spełnione następujące warunki:

- jednakowa wielkość obszaru odczytu skali i zasięgu pracy
- binarne zakodowanie skali.

To pozwala układowi sterowania nadać wartość liczbową każdemu odczytanemu położeniu.

Przy inkrementalny pomiarze przemieszczenia wykorzystywana jest skala kreskowa, tzn. składa się z ciemnych i jasnych pól. Czujnik zlicza ilość poszczególnych pól w trakcie ruchu posuwowego i wyznacza aktualne położenie sań w odniesieniu do poprzedniej pozycji. Aby można było wyznaczyć pierwsze położenie, należy znać jakiś punkt odniesienia. Dlatego po włączeniu systemu sterowania należy najechać na tzw. punkt referencyjny i w ten sposób oznaczyć położenie absolutne.

Źródło:
https://strefainzyniera.pl/artykul/1098/budowa-obrabiarki-cnc

Zadania i czynności trenera:

- Przedstawia i omawia klasyfikację metod programowania CNC
- Przedstawia i omawia rodzaje układów sterowania numerycznego

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Punkty charakterystyczne obrabiarek skrawających.	**1**	1. Punkty charakterystyczne obrabiarek CNC 2. Osie obrabiarek CNC 3. Układy współrzędnych obrabiarek CNC	1. Poznał punkty charakterystyczne obrabiarek CNC 2. Poznał osie tokarki CNC 3. Poznał osie frezarki CNC 4. Poznał układy współrzędnych obrabiarek CNC	1. Zna punkty charakterystyczne obrabiarek CNC 2. Zna i rozróżnia osie tokarki CNC 3. Zna i rozróżnia osie frezarki CNC 4. Zna i rozróżnia układy współrzędnych obrabiarek CNC

Cele kształcenia

- Poznanie punktów charakterystycznych obrabiarek CNC
- Poznanie osi tokarki CNC
- Poznanie osi frezarki CNC
- Poznanie układów współrzędnych obrabiarek CNC

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer

- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

Treści

Punkty charakterystyczne obrabiarek CNC

Każda obrabiarka posiada charakterystyczne punkty, odnoszące się do zdefiniowanych układów współrzędnych

M – punkt maszynowy (niem. *Maschinen-Nullpunkt*); punkt początku maszynowego układu współrzędnych MKS (równocześnie równie_ układu bazowego BKS). Jego położenie jest ustalane przez producenta obrabiarki, na ogół ściśle związane z jej konstrukcją. Do niego odnoszone są pozostałe punkty charakterystyczne

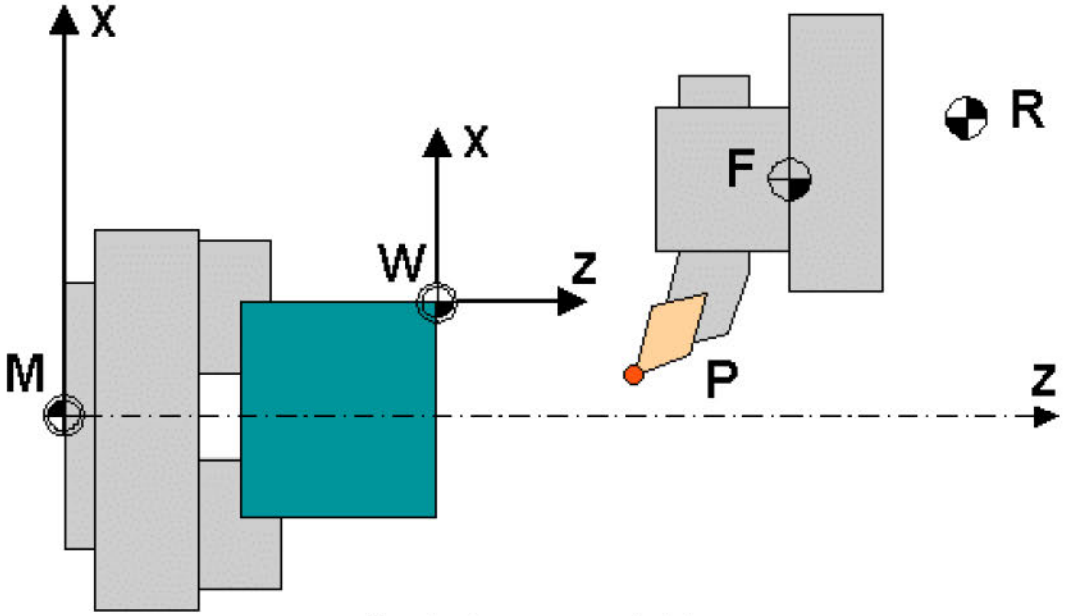
W – punkt zerowy przedmiotu (niem. *Werkstück-Nullpunkt*). Punkt początku układu współrzędnych przedmiotu WKS, ustalany w sposób dowolny przez programistę Warunkiem poprawnej pracy obrabiarki jest wprowadzenie do układu sterowania informacji o położeniu tego punktu

R – punkt referencyjny (niem. *Referenzpunkt*). Punkt o znanej odległości od punktu maszynowego **M**, służący do ustalenia położenia punktu początku osi układu maszynowego MKS (bazowego BKS). Jego położenie ustala producent obrabiarki

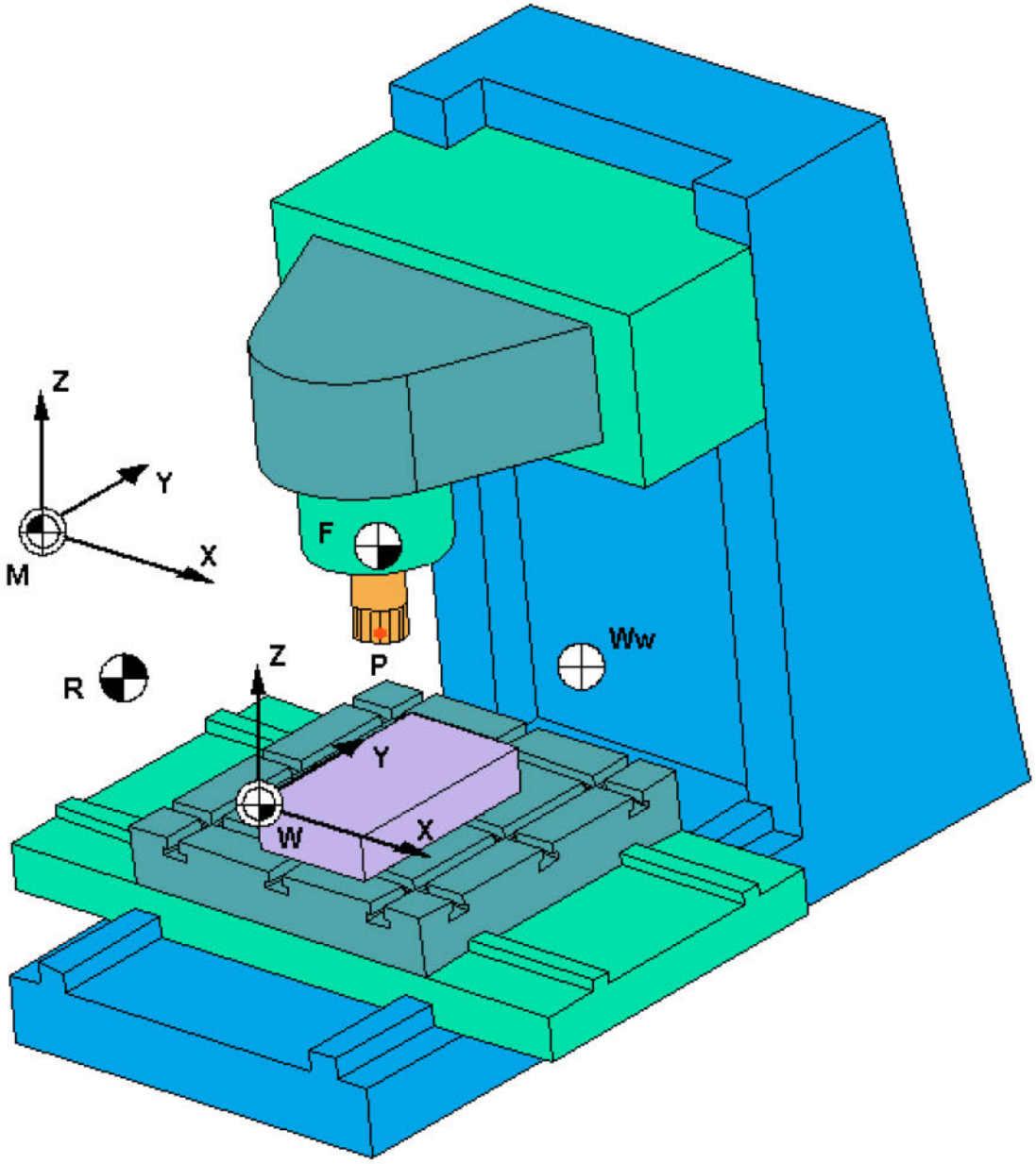
F – punkt odniesienia zespołu narzędziowego. Punkt kodowy, którego współrzędne są podawane w układzie współrzędnych MKS (BKS). Położenie tego punktu związane jest z konstrukcją obrabiarki. Dla celów programowania obróbki znajomość położenia tego punktu nie ma istotnego znaczenia

P – punkt kodowy narzędzia. Punkt, którego współrzędne są zadawane w programie sterującym. Położenie tego punktu przyjmuje programista obrabiarki w zależności od rodzaju narzędzia i jego przeznaczenia. Warunkiem poprawnej pracy obrabiarki jest wprowadzenie do układu sterowania informacji o położeniu tego punktu.

Ww – punkt wymiany narzędzia (niem. *WerkzeugWechselpunkt*). W tym punkcie musi znaleźć się punkt kodowy **F** aby w sposób prawidłowy i bezpieczny dokonać wymiany narzędzia (nie jest to wymagane dla wszystkich obrabiarek).



Punkty charakterystyczne tokarki CNC



Punkty charakterystyczne frezarki pionowej CNC

Źródło:
http://www.kfilipowicz.zut.edu.pl/Programowanie/cnc_195.pdf

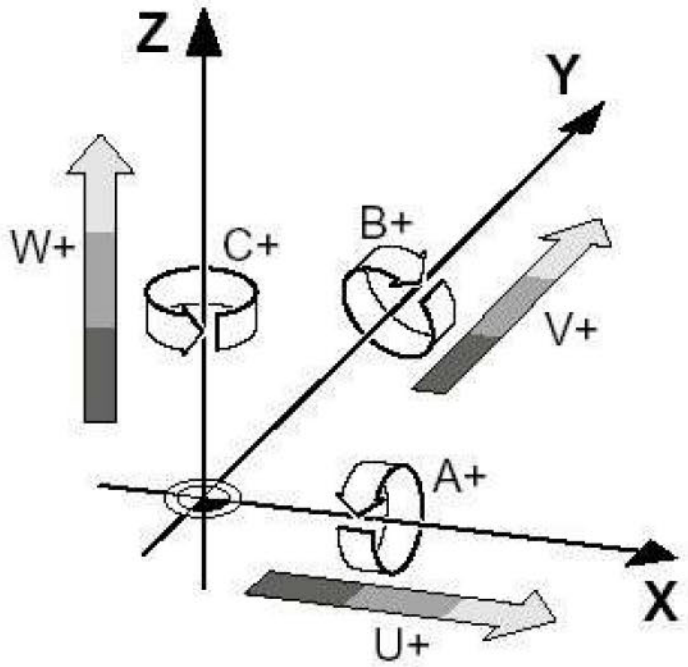
Osie oraz układy współrzędnych obrabiarek CNC

Istotą funkcjonowania obrabiarek CNC jest przyjęcie założenia o istnieniu pewnego układu współrzędnych, w którym odbywa się sterowanie. Jest to najprostszy sposób na określanie względnych położeń narzędzia i przedmiotu obrabianego, wymaganych dla przeprowadzenia obróbki i uzyskania odpowiednich jej rezultatów. Pojęcie numeryczny należy więc obecnie kojarzyć ze współrzędnymi (o wartościach liczbowych, numerycznych)

Podstawowym układem współrzędnych w obrabiarkach sterowanych numerycznie jest układ prostokątny kartezjański. Początek układu współrzędnych można zdefiniować dowolnie w przestrzeni obróbkowej obrabiarki. Przy definicji układów współrzędnych (dotyczy to przede wszystkim układu bazowego i przedmiotu) są stosowane pewne zasady, pozwalające na ich unifikacje. Reguluje to norma Polska **M-55251,** oparta na Niemieckiej **DIN 66217** oraz na normach międzynarodowych **ISO**

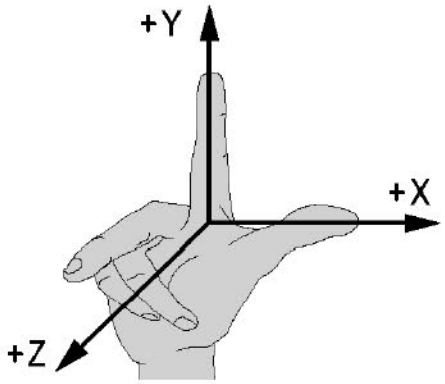
Układ osi współrzędnych i ruchy w kierunkach tych osi ustala się tak, że przemieszczenia mogą być opisane przez programistę niezależnie od tego czy ruch wykonuje narzędzie przy nieruchomym przedmiocie czy odwrotnie

Podstawowy układ osi współrzędnych jest układem prostokątnym prawoskrętnym odniesionym do przedmiotu obrabianego zamocowanego na obrabiarce. Osie współrzędnych układu podstawowego powinny być równoległe do głównych prowadnic obrabiarki



Podstawowy układ współrzędnych

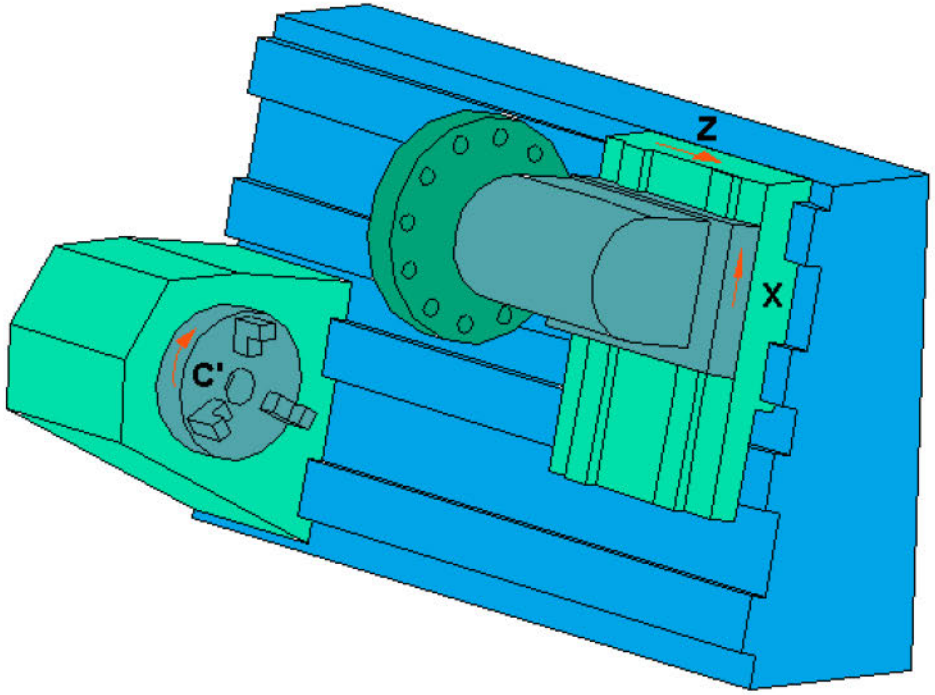
Za podstawowe przyjmuje się nazwy osi liniowych X, Y i Z. W szczególnych przypadkach osie mogą przyjmować inne nazwy, np. U, V, W, P, Q,
Sterowane numerycznie osie obrotowe przyjmują nazwy A, B, C. Są one związane z osiami liniowymi (A obrót wokół X, B wokół Y, C wokół Z). Zwroty dodatnie przyjmuje się zgodnie z regułą śruby prawoskrętnej, zasady prawej ręki



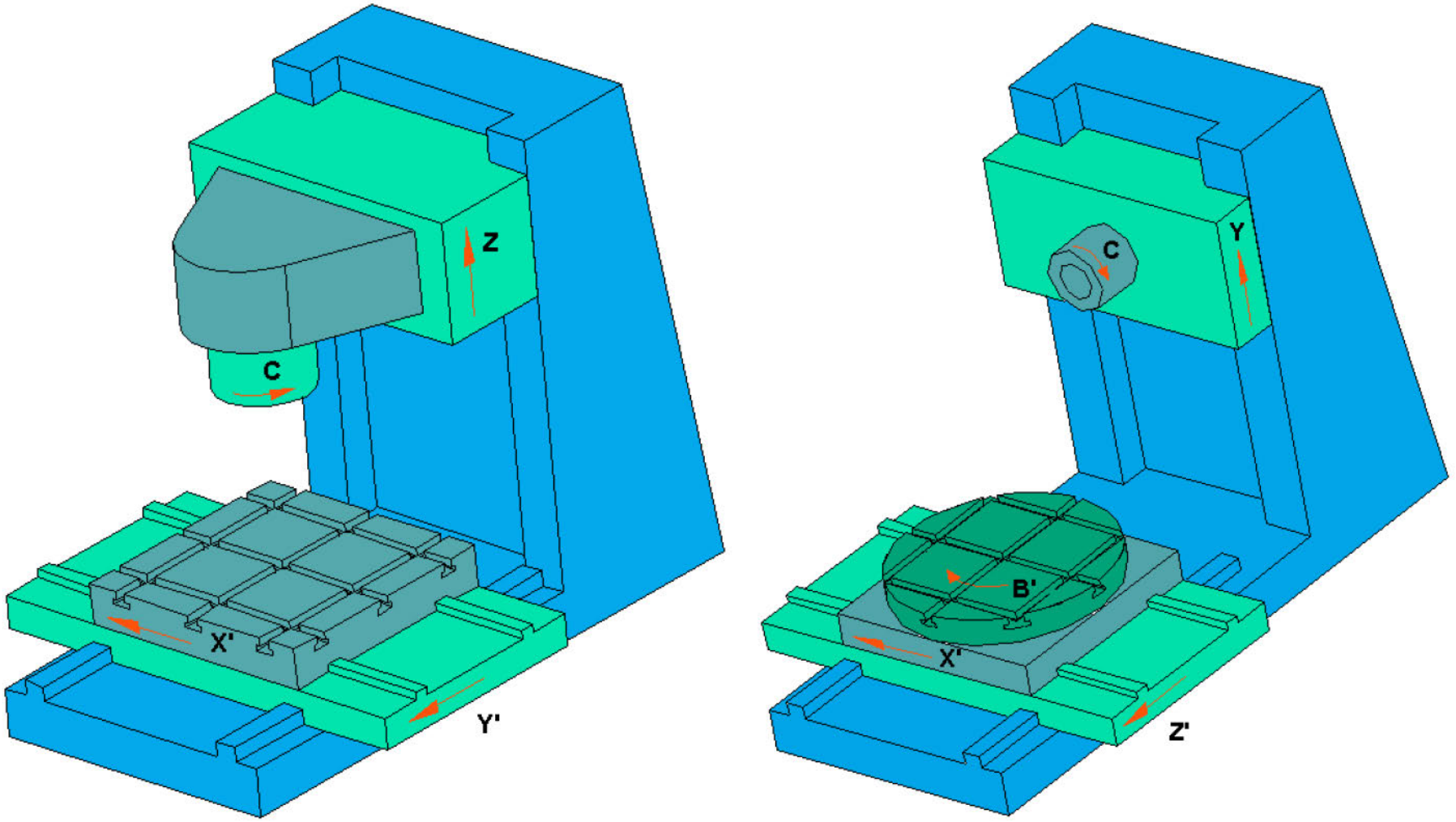
Wyznaczanie zwrotów osi zgodnie z regułą prawej dłoni

Z **osią sterowaną numerycznie** związany jest zawsze **oddzielny napęd** (silnik, siłownik) jak i **układ pomiarowy**. Te cechy odróżniają obrabiarki CNC od innych rodzajów obrabiarek, gdzie napęd najczęściej jest scentralizowany.

Typowe obrabiarki CNC wraz z układem i oznaczeniami osi sterowanych numerycznie



Układ i oznaczenia osi sterowanych numerycznie dla tokarki



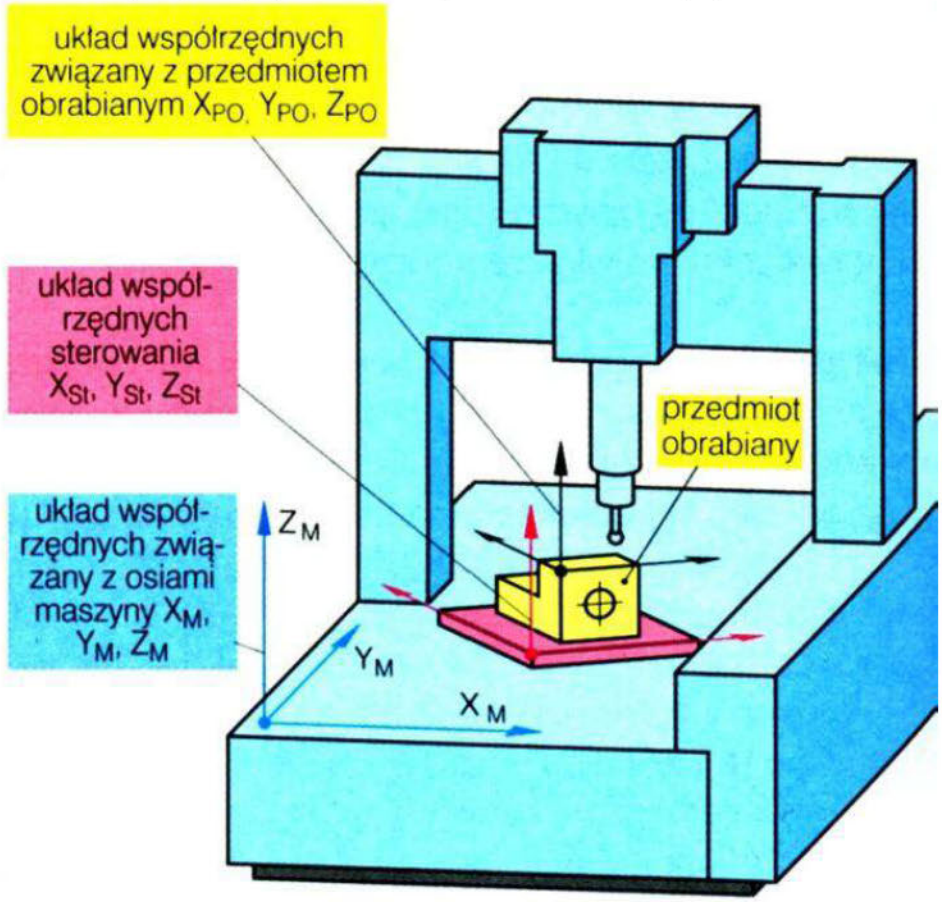
Układ i oznaczenia osi sterowanych numerycznie dla frezarki pionowej i poziomej

Źródło:
http://www.kfilipowicz.zut.edu.pl/Programowanie/cnc_195.pdf
http://cnc.pl/uklady-wspolrzednych.php

Zdefiniowanie układu współrzędnych wymaga podania następujących danych:

- kierunek osi,
- zwrot osi,
- punkty zerowe i charakterystyczne obrabiarki.

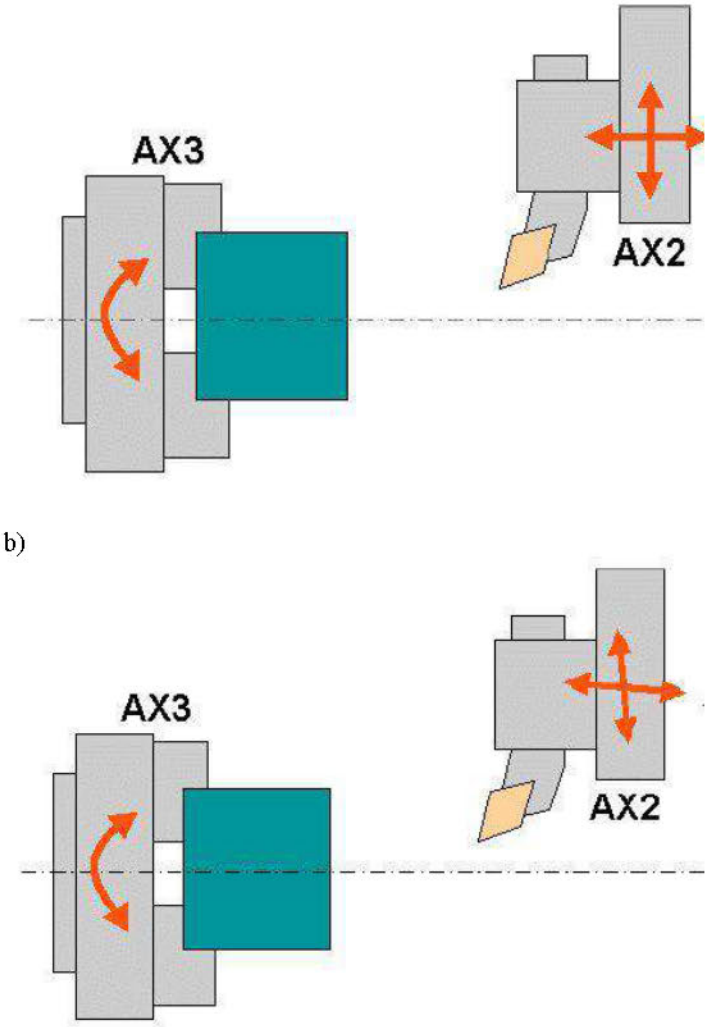
W obrabiarkach sterowanych numerycznie można wyróżnić układy współrzędnych związane z przedmiotem obrabianym, układem sterowania i maszyny



Układy współrzędnych w obrabiarkach sterowanych numerycznie

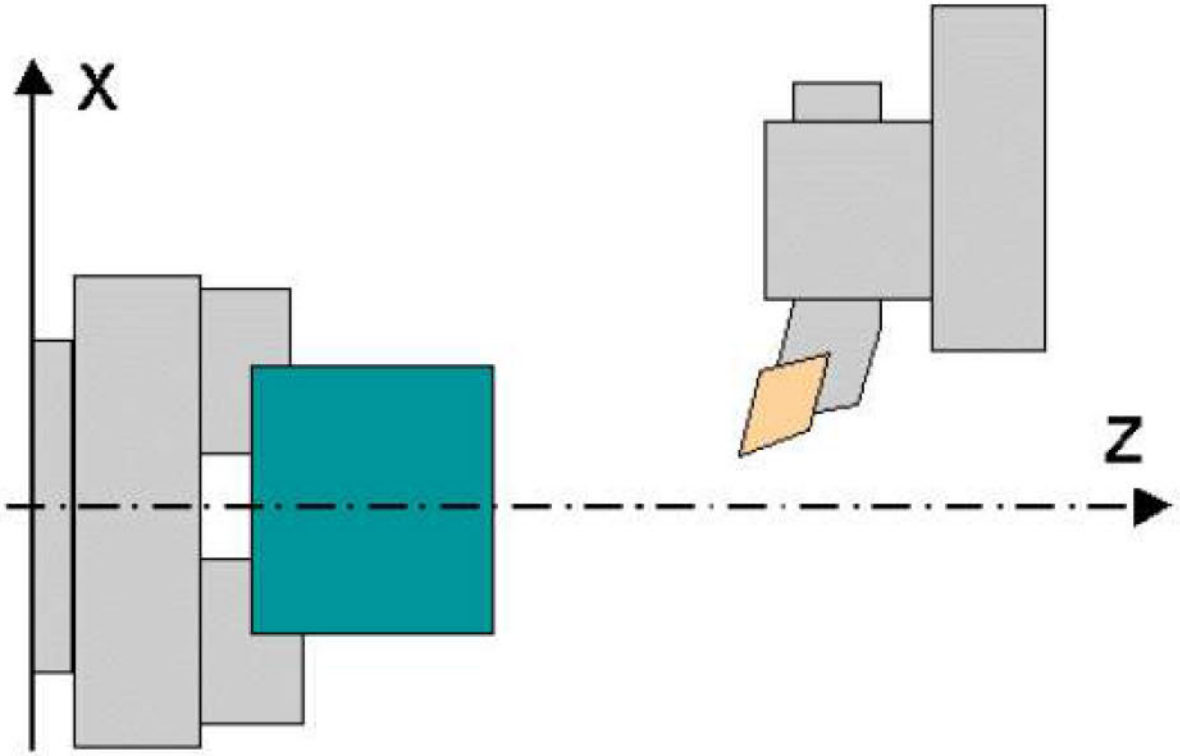
Maszynowy układ współrzędnych - układ maszynowy może być układem prostokątnym, walcowym, sferycznym lub o złożonym charakterze (np. w robotach). Układ maszynowy jest odniesiony do konstrukcji konkretnej obrabiarki i nie jest objęty normami. W układzie maszynowym są podane współrzędne punktu referencyjnego (R), punkty wymiany narzędzi, punkty wymiany palet itp. Osie maszynowego układu współrzędnych mogą być oznaczane kolejnymi cyframi (1, 2, 3.., AX1, AX2,....) lub oznaczeniami podobnymi do osi pozostałych układów współrzędnych (np. X, Y, Z, X1, Y1, Z1). Układ maszynowy jest układem rzeczywistym, tj. obarczonym różnego rodzaju błędami wykonawczymi – nieprostoliniowość osi, nieprostopadłość osi, błędy podziałki itp. Obróbka przy wykorzystaniu takiego układu wyklucza uzyskanie wysokiej jakości produktów. Jeżeli jednak wspomniane błędy są znane przez układ sterowania to drogą programową mogą zostać skompensowane (nie jest to możliwe na obrabiarkach konwencjonalnych)

a)



Maszynowy układ współrzędnych MKS: a) teoretyczny, b) rzeczywisty (**MKS**, niem. *Maschinen Koordinaten Systeme*)

Bazowy (podstawowy) układ współrzędnych - prostokątny, prawoskrętny układ współrzędnych, stanowiący podstawę do programowania. Jest odniesiony do przedmiotu zamocowanego na obrabiarce, traktowanego jako nieruchomy, przy poruszającym się narzędziu (zakłada się względny ruch narzędzia względem przedmiotu obrabianego). Jest związany z układem maszynowym poprzez transformacje kinematyczne, odwzorowujące układ bazowy na osie maszynowe (np. osie sferycznego układu współrzędnych robota, transformacja we frezarce 5-osiowej itp.).
W najprostszym przypadku układ bazowy (tokarki, frezarki) jest tożsamy z układem maszynowym - brak transformacji kinematycznych. W tym układzie są definiowane korektory narzędziowe, wyznaczana jest kompensacja promienia narzędzia, wyznaczane są transformacje układu przedmiotu, ustawiane są granice obszaru obróbki oraz wykonywane są wszystkie obliczenia toru ruchu narzędzia. Służy on zatem przede wszystkim układowi CNC. Wymagania stawiane układowi bazowemu są unormowane. Układ bazowy jest zdefiniowany przez producenta układu sterowania, zadaniem producenta obrabiarki, którą on steruje, jest powiązanie układu maszynowego i bazowego (poprzez tzw. dane maszynowe)

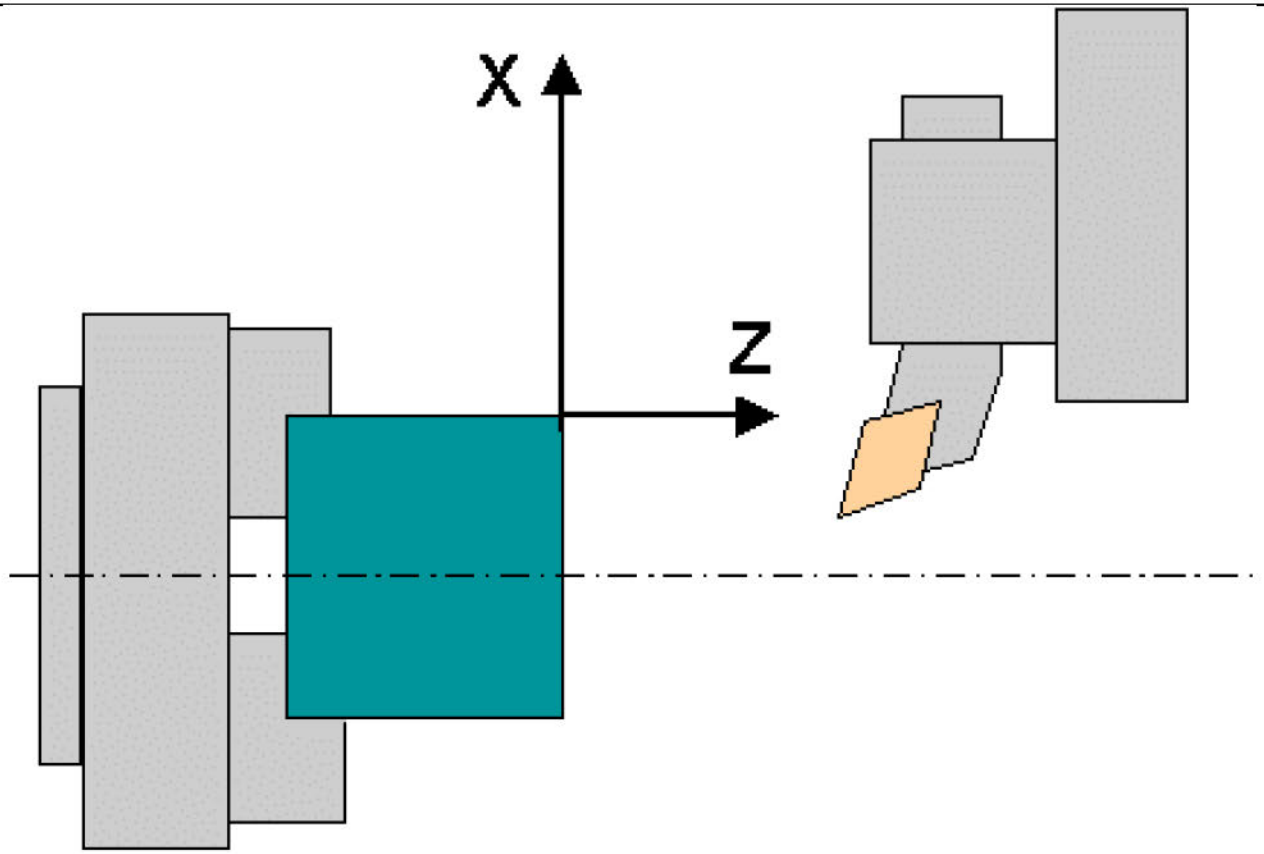


Bazowy układ współrzędnych BKS (**BKS**, niem. *Basis Koordinaten Systeme*)

Układ współrzędnych przedmiotu - prostokątny, prawoskrętny układ współrzędnych, związany z przedmiotem obrabianym, służący do programowania obróbki, zapisanej w postaci programu sterującego. Jest przekształconym układem bazowym poprzez definicję tzw. FRAMES, będących matematycznymi formułami matematycznymi, przekształcającymi układy współrzędnych z wykorzystaniem czterech podstawowych działań:.

- translacji o wektor,
- obrotu wokół osi,
- symetrii osiowej (odbicia lustrzanego),
- skalowania osi.

Zapis matematyczny tych działań jest realizowany z wykorzystaniem rachunku macierzowego. Wybór układu współrzędnych przedmiotu zależy od sposobu jego wymiarowania, możliwe jest użycie w jednym programie sterującym kilku różnych układów współrzędnych przedmiotu



Układ współrzędnych przedmiotu WKS (**WKS**, niem. *Werkstück Koordinaten Systeme*)

Źródło:
http://www.kfilipowicz.zut.edu.pl/Programowanie/cnc_195.pdf
http://cnc.pl/uklady-wspolrzednych.php

Zadania i czynności trenera:

- Omawia punkty charakterystyczne obrabiarki CNC
- Omawia osie tokarki CNC
- Omawia osie frezarki CNC
- Omawia układy współrzędnych obrabiarki CNC

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Wprowadzenie do programowania obrabiarek CNC	**2**	1. Poruszanie się po pulpicie operatorskim tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 2. Poruszanie się po pulpicie maszynowym tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 3. Poruszanie się po interfejsie programowym tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 4. Poruszanie się po pulpicie operatorskim frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 5. Poruszanie się po pulpicie maszynowym frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 6. Poruszanie się po interfejsie programowym frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 7. Struktura programu obróbczego – blok, słowo, adres, wartość 8. Podstawowe polecenia i funkcje (tokarka/frezarka) – sterowanie Sinumerik 808D	1. Poznał pulpit operatorski tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 2. Poznał pulpit maszynowy tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 3. Poznał interfejs programowy tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 4. Poznał pulpit operatorski frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 5. Poznał pulpit maszynowy frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 6. Poznał interfejs programowy frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 7. Poznał strukturę programu obróbczego – pojęcia: blok, słowo, adres, wartość 8. Poznał podstawowe polecenia i funkcje stosowane na obrabiarkach CNC (tokarka/frezarka) – sterowanie Sinumerik 808D	1. Rozróżnia sterowania tokarka/frezarka CNC – sterowanie Sinumerik 808D 2. Potrafi poruszać się po pulpicie operatorskim tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 3. Potrafi poruszać się po pulpicie maszynowym tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 4. Potrafi poruszać się po interfejsie programowym tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 5. Potrafi poruszać się po pulpicie operatorskim frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 6. Potrafi poruszać się po pulpicie maszynowym frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 7. Potrafi poruszać się po interfejsie programowym frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D 8. Zna strukturę programu obróbczego – pojęcia: blok, słowo, adres, wartość 9. Zna podstawowe polecenia i funkcje stosowane na obrabiarkach CNC (tokarka/frezarka) – sterowanie Sinumerik 808D

Cele kształcenia

- Poznanie zasad i nabycie umiejętności poruszania się po pulpicie operatorskim tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i nabycie umiejętności poruszania się po pulpicie maszynowym tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i nabycie umiejętności poruszania się po interfejsie programowym tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i nabycie umiejętności poruszania się po pulpicie operatorskim frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i nabycie umiejętności poruszania się po pulpicie maszynowym frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i nabycie umiejętności poruszania się po interfejsie programowym frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Poznanie struktury programu obróbczego
- Poznanie podstawowych poleceń i funkcji stosowanych na obrabiarkach (tokarka/frezarka) – sterowanie Sinumerik 808D

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka
- Pokaz/demonstracja

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Sumulator CNC - SINUMERIK 808D

- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

Treści

Panel operatorski - Tokarka CNC

Panele operatorskie SINUMERIK 808D

Elementy panelu czołowego jednostki (PPU)



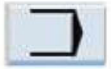
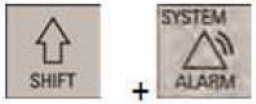
①	**Pionowe i poziome przyciski programowe** Wywołanie konkretnych funkcji menu	⑦	**Przycisk asystenta pokładowego** Etapowe wskazówki dotyczące podstawowych procedur uruchamiania i obsługi
②	**Przycisk Powrót** Powrót do następnego menu wyższego poziomu	⑧	**Przycisk Pomoc** Wyświetlenie informacji pomocy
③	**Przycisk Rozwiń menu** Zastrzeżony do przyszłego wykorzystania	⑨	**Przyciski kursora** *
④	**Przyciski alfabetyczne i numeryczne** By wpisać znak z indeksu górnego przycisku, należy przytrzymać następujący przycisk: 	⑩	**Przyciski obszaru roboczego** *
⑤	**Przyciski sterowania** *	⑪	**Interfejs USB** *
⑥	**Przycisk anulowania alarmu** Anulowanie alarmów i wiadomości oznaczonych tym symbolem	⑫	**Diody stanu** *

Dodatkowe informacje

Przyciski sterowania		Usunięcie wybranego znaku znajdującego się z lewej strony kursora
	DEL	Usunięcie wybranego pliku lub znaku
		• Przemieszczenie kursora w prawo o kilka znaków • Przejście pomiędzy polem danych i wybraną nazwą programu
		• Potwierdzenie wprowadzonej wartości • Otwarcie katalogu lub programu

Przyciski kursora		Zastrzeżony do przyszłego wykorzystania
		Przeniesienie kursora na koniec wiersza
		Przewinięcie ekranu menu w górę
		Przewinięcie ekranu menu w dół
		• Przełączenie wpisów w polu danych • Wejście do dialogu „Set-up menu” po uruchomieniu sterowania numerycznego
Przyciski obszaru roboczego		By otworzyć obszar roboczy zarządzania danymi systemu, należy nacisnąć następującą kombinację przycisków: 
		Uaktywnienie zdefiniowanych przez użytkownika aplikacji rozszerzających. Na przykład wygenerowanie dialogów użytkownika w funkcji EasyXLanguage. Dodatkowe informacje o tej funkcji zawiera „Podręcznik funkcji SINUMERIK 808D”.
Diody stanu		LED „POK” Świeci na zielono: Zasilanie sterowania numerycznego (CNC) jest włączone.
		LED „RDY” Świeci na zielono: CNC jest gotowy do pracy.
		LED „TEMP” Zgaszona: Temperatura CNC mieści się we wskazanym zakresie. Świeci na pomarańczowo: Temperatura CNC poza zakresem.
Interfejs USB		Połączenie z zewnętrznym urządzeniem USB, na przykład: • zewnętrzna pamięć USB do transferu danych • zewnętrzna klawiatura USB

Kombinacje przycisków

Kombinacja przycisków	Opis
<ALT> + <X>	Otwarcie obszaru roboczego obróbki skrawaniem: 
<ALT> + <V>	Otwarcie obszaru roboczego edycji programów: 
<ALT> + <C>	Otwarcie obszaru roboczego parametrów przesunięcia: 
<ALT> + <B>	Otwarcie obszaru roboczego zarządzania programami: 
<ALT> + <M>	Otwarcie obszaru roboczego diagnostyki: 
• <ALT> + <N> • 	Otwarcie obszaru roboczego zarządzania danymi systemu: 
<ALT> + <H>	Wywołanie systemu pomocy ekranowej
<ALT> + <L>	Wybranie trybu wprowadzania małych liter

<ALT> + <S>	**Tylko wówczas, gdy językiem interfejsu jest język chiński** Wywołanie edytora metody wprowadzania danych do wpisywania znaków chińskich
<=>	Wywołanie kalkulatora kieszonkowego Należy zauważyć, że funkcja ta nie jest stosowana w trybie „MDA”.
<CTRL> + <B>	Wybranie tekstu w blokach programu
<CTRL> + <C>	Skopiowanie wybranego tekstu
<CTRL> + <D>	Wyświetlenie zdefiniowanych slajdów
<CTRL> + <P>	Zrzut ekranu
<CTRL> + <R>	Ponowne uruchomienie interfejsu (HMI)
<CTRL> + <S>	Zapisanie archiwów uruchomieniowych

Pulpit maszynowy - Tokarka CNC

Pulpit maszynowy SINUMERIK 808D

Elementy na ścianie przedniej pulpitu maszynowego (MCP)

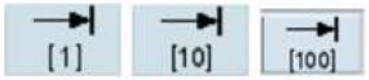


①	**Przycisk zatrzymania awaryjnego** Natychmiastowe zatrzymanie wszystkich ruchów maszyny	⑥	**Przyciski zdefiniowane przez użytkownika** * (wszystkie z diodami stanu)
②	**Przycisk pokrętła ręcznego** (z diodą stanu) Sterowanie ruchem osi przy użyciu zewnętrznych pokręteł ręcznych	⑦	**Przyciski przesuwu osi** *
③	**Wyświetlenie numeru narzędzia** Wyświetlenie numeru aktualnego narzędzia	⑧	**Przyciski sterowania wrzecionem**
④	**Przyciski trybu roboczego** (wszystkie z diodami stanu)	⑨	**Przyciski stanu programu** *
⑤	**Przyciski sterowania programem*** (wszystkie z diodami stanu)	⑩	**Przełącznik korekcji prędkości posuwu** Przemieszczenie wybranej osi ze wskazaną korekcją prędkości

Dodatkowe informacje

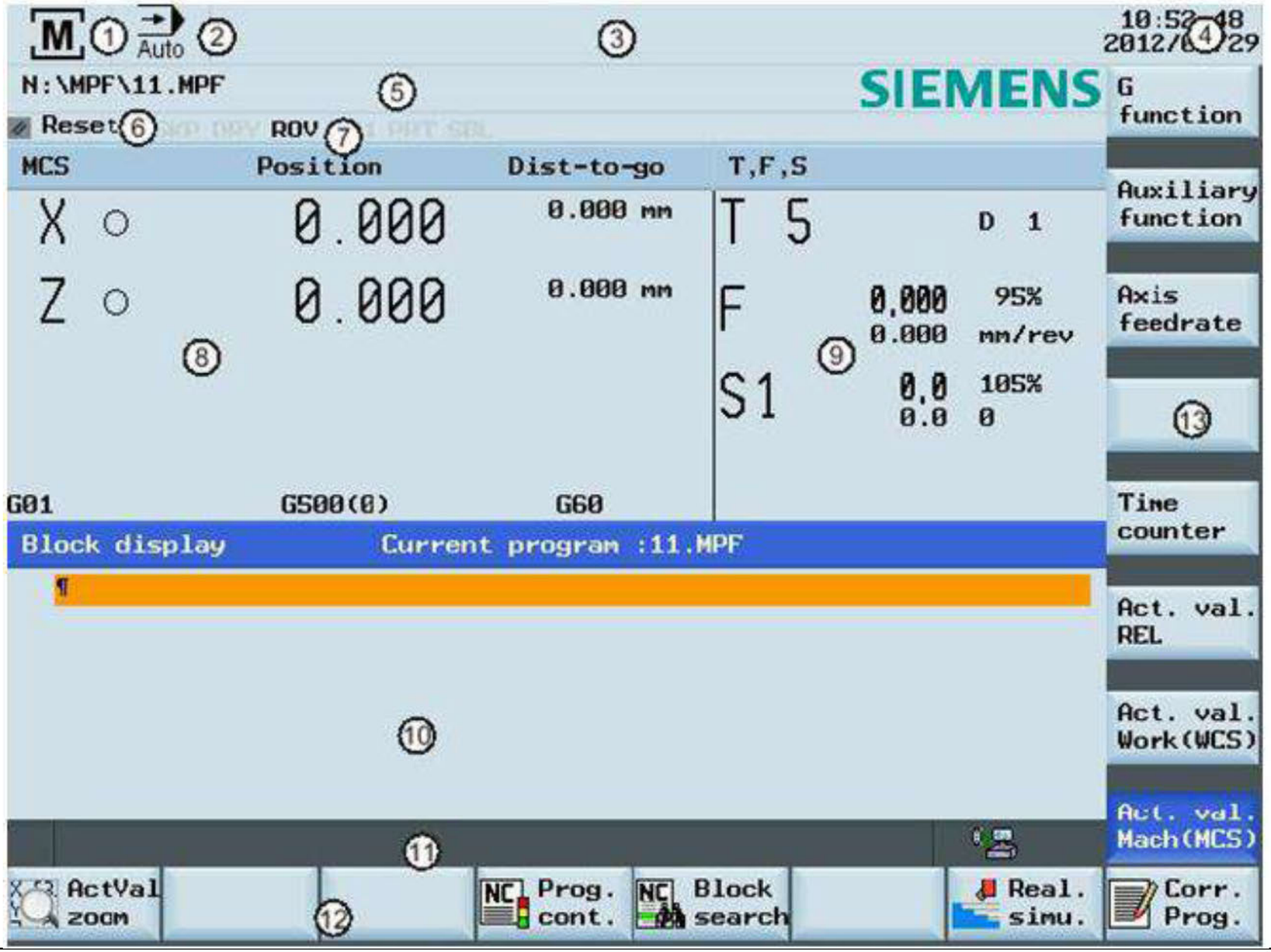
Przyciski sterowania programem		Wyłączenie wyprowadzania wartości zadanych do osi i wrzeciona. Układ sterowania tylko „symuluje" ruchy przejazdowe w celu zweryfikowania prawidłowości programu.
		Zatrzymuje program w każdym bloku, w którym zaprogramowano jakąś funkcję M01.
		Dostosowanie korekcji prędkości osi
		Aktywacja trybu wykonania pojedynczego bloku

	Przyciski zdefiniowane przez użytkownika		Naciśnięcie przycisku w dowolnym trybie pracy skutkuje zapaleniem/zgaszeniem lampy. Dioda świeci: Lampa jest włączona. Dioda zgaszona: Lampa jest wyłączona.	
			Naciśnięcie tego przycisku w dowolnym trybie pracy skutkuje włączeniem/wyłączeniem zasilania chłodziwem. Dioda świeci: Zasilanie chłodziwem jest włączone. Dioda zgaszona: Zasilanie chłodziwem jest wyłączone.	
			Naciśnięcie tego przycisku uruchamia kolejne zmiany narzędzia (aktywny tylko w trybie „JOG"). Dioda świeci: Maszyna uruchamia sekwencyjne zmiany narzędzia. Dioda zgaszona: Maszyna zatrzymuje sekwencyjne zmiany narzędzia.	
			Naciśnięcie tego przycisku w dowolnym trybie pracy skutkuje aktywacją uchwytu w celu zaciśnięcia/zwolnienia obrabianego przedmiotu. Dioda świeci: Aktywacja zacisku w celu zaciśnięcia przedmiotu. Dioda zgaszona: Aktywacja zacisku w celu zwolnienia przedmiotu.	
			Przycisk ten jest aktywny tylko wówczas, gdy wrzeciono pozostaje nieruchome. Dioda świeci: Aktywacja zewnętrznego zacisku w celu zaciśnięcia przedmiotu w kierunku do wewnątrz. Dioda zgaszona: Aktywacja wewnętrznego zacisku w celu zaciśnięcia przedmiotu do zewnątrz.	
			Naciśnięcie tego przycisku w dowolnym trybie pracy skutkuje wysunięciem/cofnięciem konika. Dioda świeci: Dosuwanie konika do przedmiotu do chwili pewnego połączenia się z jego zakończeniem.	

Przyciski przesuwu osi		Przemieszczenie wybranej osi przesuwem szybkim podczas naciskania przycisku odpowiedniej osi
		Przyciskowi temu nie została przypisana żadna funkcja.
		**Przyciski posuwu przyrostowego (z diodami stanu)** Ustawia wartości przyrostów przesuwu osi
Przyciski stanu programu		Zatrzymuje wykonywanie programów sterowania numerycznego (NC).
		Uruchamia wykonywanie programów NC.
		• Wyzerowuje programy NC. • Anuluje alarmy spełniające kryterium anulowania.

Interfejs programowy SINUMERIK 808D

Układ ekranu



Obszar stanu

① Aktywny obszar roboczy
② Aktywny tryb roboczy
③ Obszar alarmów i komunikatów
④ Aktualna data i godzina
⑤ Nazwa pliku programu
⑥ Wskazanie stanu programu
⑦ Aktywne tryby sterowania programem

Obszar aplikacji

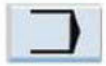
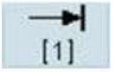
⑧ Okno wartości rzeczywistej
⑨ Okno T, F, S
⑩ Okno robocze z widokiem bloku programu

Obszar podpowiedzi i przycisków programowych

⑪ Wiersz informacyjny
⑫ Pasek poziomych przycisków programowych
⑬ Pasek pionowych przycisków programowych

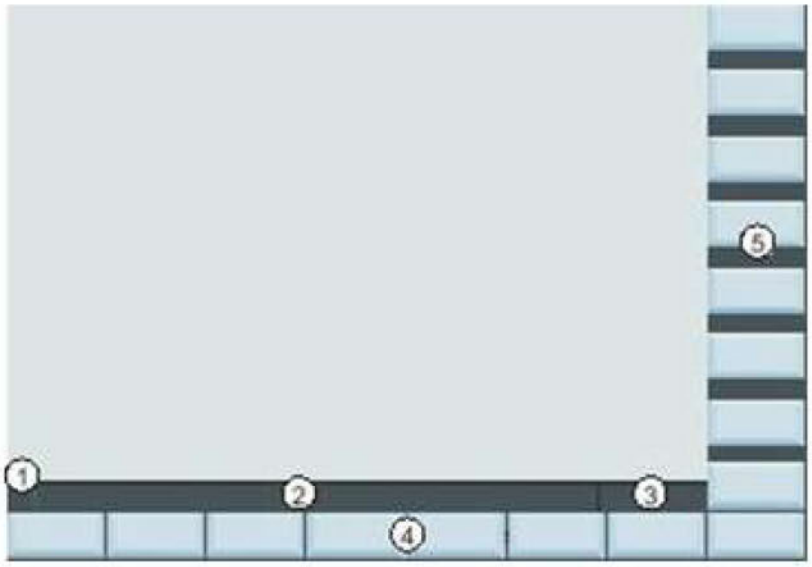
Obszar stanu



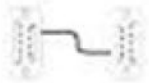
		Wyświetlana informacja	Znaczenie
①	Aktywny obszar roboczy		Obszar roboczy obróbki
			Obszar roboczy zarządzania danymi systemu
			Obszar roboczy edycji programów
			Obszar roboczy zarządzania programami
			Obszar roboczy parametrów przesunięcia
			Obszar roboczy diagnostyki
②	Aktywny tryb roboczy		Tryb „REF POINT”
			Tryb „JOG”
		  	Przesuw przyrostowy w trybie „JOG”
			Tryb „MDA”
			Tryb „AUTO”

		Wyświetlana informacja	Znaczenie
③	Alarmy i komunikaty		**Widok aktywnych alarmów z tekstami** Numer alarmu wyświetlany jest białymi znakami na czerwonym tle. Powiązany tekst alarmu wyświetlany jest czerwonymi znakami. Strzałka informuje, że aktywnych jest kilka alarmów. Liczba z prawej strony strzałki informuje o całkowitej liczbie aktywnych alarmów. Jeśli aktywny jest więcej niż jeden alarm, alarmy są kolejno przewijane. Symbol potwierdzenia informuje o kryterium anulowania alarmu.
			**Widok komunikatów z programów sterowania numerycznego** Komunikaty z programów sterowania numerycznego nie posiadają numerów i wyświetlane są zielonymi znakami.
④		Aktualna data i godzina	
⑤		Nazwa pliku odpowiadającego aktualnej części programu	
⑥	Stan programu	WYZEROWANY	Program anulowany / stan domyślny
		URUCHOMIONY	Program pracuje
		ZATRZYMANY	Program zatrzymany
⑦		Sterowanie programem w trybie „AUTO”	

Obszar podpowiedzi i przycisków programowych



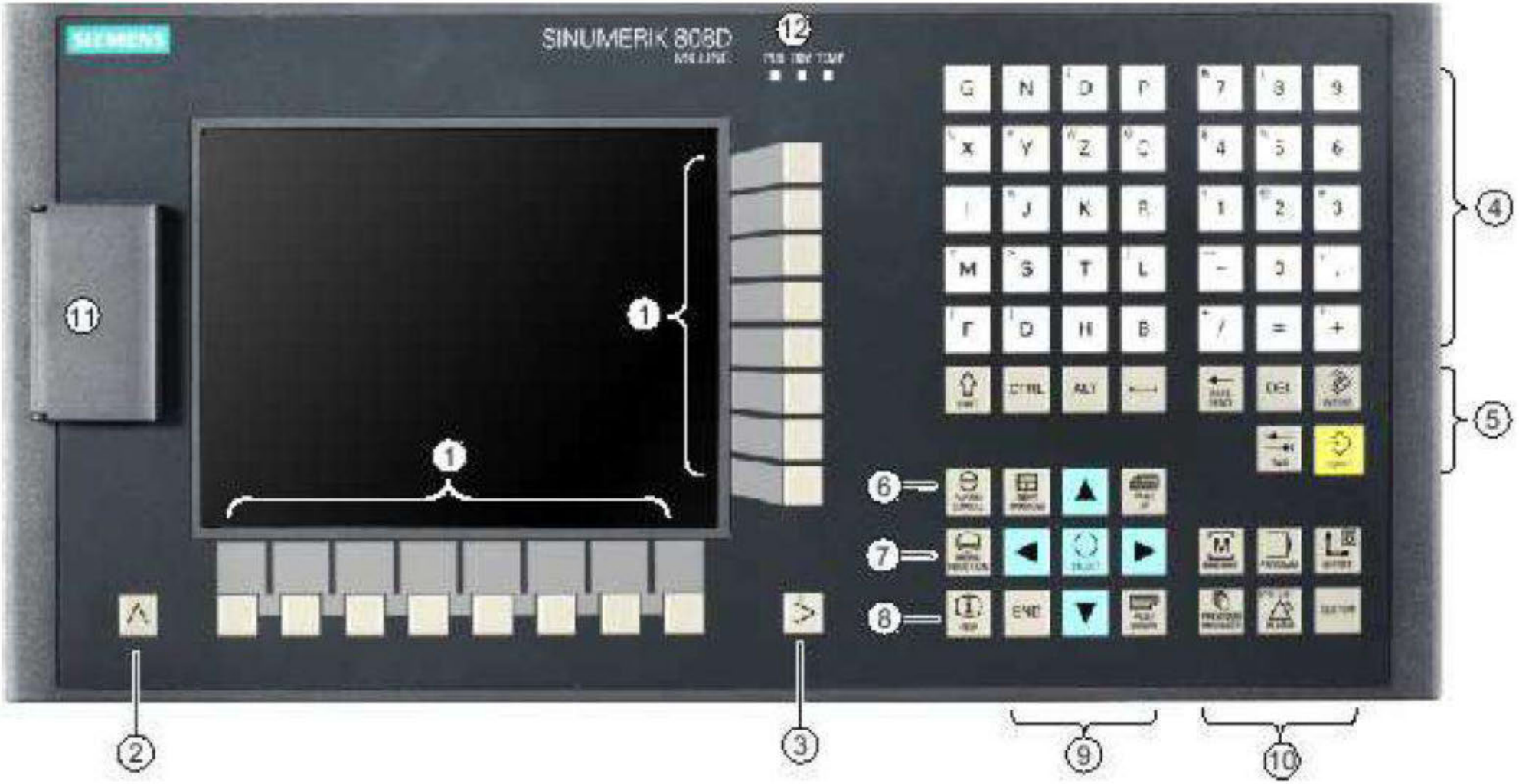
Element ekranu	Wyświetlana informacja	Opis
①		Symbol powrotu Powrót do następnego menu wyższego poziomu następującym przyciskiem: 

Element ekranu	Wyświetlana informacja	Opis
②		Wiersz informacyjny Wyświetla przypisy i informacje dla operatora oraz informacje o błędach.
③	Informacja o stanie interfejsu HMI	
		Aktywny tryb wprowadzania małych liter
		Port RS-232 aktywny
		Połączenie z PLC Programming Tool
④		Pasek poziomych przycisków programowych
⑤		Pasek pionowych przycisków programowych

Panel operatorski - Frezarka CNC

Panele operatorskie SINUMERIK 808D

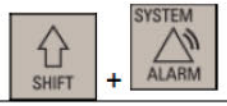
Elementy panelu czołowego jednostki (PPU)



①	**Pionowe i poziome przyciski programowe** Wywołanie konkretnych funkcji menu	⑦	**Przycisk asystenta pokładowego** Etapowe wskazówki dotyczące podstawowych procedur uruchamiania i obsługi
②	**Przycisk Powrót** Powrót do następnego menu wyższego poziomu	⑧	**Przycisk Pomoc** Wyświetlenie informacji pomocy
③	**Przycisk Rozwiń menu** Zastrzeżony do przyszłego wykorzystania	⑨	**Przyciski kursora** *
④	**Przyciski alfabetyczne i numeryczne** By wpisać znak z indeksu górnego przycisku, należy przytrzymać następujący przycisk: 	⑩	**Przyciski obszaru roboczego** *
⑤	**Przyciski sterowania** *	⑪	**Interfejs USB** *
⑥	**Przycisk anulowania alarmu** Anulowanie alarmów i wiadomości oznaczonych tym symbolem	⑫	**Diody stanu** *

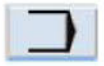
Dodatkowe informacje

Przyciski sterowania		Usunięcie wybranego znaku znajdującego się z lewej strony kursora
		Usunięcie wybranego pliku lub znaku
		• Przemieszczenie kursora w prawo o kilka znaków • Przejście pomiędzy polem danych i wybraną nazwą programu
		• Potwierdzenie wprowadzonej wartości • Otwarcie katalogu lub programu

Przyciski kursora		Zastrzeżony do przyszłego wykorzystania
		Przeniesienie kursora na koniec wiersza
		Przewinięcie ekranu menu w górę
		Przewinięcie ekranu menu w dół
		• Przełączenie wpisów w polu danych • Wejście do dialogu „Set-up menu” po uruchomieniu sterowania numerycznego
Przyciski obszaru roboczego		By otworzyć obszar roboczy zarządzania danymi systemu, należy nacisnąć następującą kombinację przycisków: 
		Uaktywnienie aplikacji rozszerzenia użytkownika, na przykład w celu wygenerowania dialogów użytkownika za pomocą funkcji EasyXLanguage. Dodatkowe informacje o tej funkcji zawiera „Podręcznik funkcji SINUMERIK 808D”.
Diody stanu		LED „**POK**” Świeci na zielono: Zasilanie sterowania numerycznego (CNC) jest włączone.
		LED „**RDY**” Świeci na zielono: CNC jest gotowy do pracy.
		LED „**TEMP**” Zgaszona: Temperatura CNC mieści się we wskazanym zakresie. Świeci na pomarańczowo: Temperatura CNC poza zakresem.

Interfejs USB		Połączenie z zewnętrznym urządzeniem USB, na przykład: • zewnętrzna pamięć USB do transferu danych • zewnętrzna klawiatura USB

Kombinacje przycisków

Kombinacja przycisków	Opis
<ALT> + <X>	Otwarcie obszaru roboczego obróbki skrawaniem: 
<ALT> + <V>	Otwarcie obszaru roboczego edycji programów: 
<ALT> + <C>	Otwarcie obszaru roboczego parametrów przesunięcia: 
<ALT> + <B>	Otwarcie obszaru roboczego zarządzania programami: 
<ALT> + <M>	Otwarcie obszaru roboczego diagnostyki 
• <ALT> + <N> • 	Otwarcie obszaru roboczego zarządzania danymi systemu: 

<ALT> + <H>	Wywołanie systemu pomocy ekranowej
<ALT> + <L>	Wybranie trybu wprowadzania małych liter
<ALT> + <S>	**Tylko wówczas, gdy językiem interfejsu jest język chiński** Wywołanie edytora metody wprowadzania danych do wpisywania znaków chińskich
<=>	Wywołanie kalkulatora kieszonkowego Należy zauważyć, że funkcja ta nie jest stosowana w trybie MDA.
<CTRL> + <B>	Wybranie tekstu w blokach programu
<CTRL> + <C>	Skopiowanie wybranego tekstu
<CTRL> + <D>	Wyświetlenie zdefiniowanych slajdów
<CTRL> + <P>	Zrzut ekranu
<CTRL> + <R>	Ponowne uruchomienie interfejsu (HMI)
<CTRL> + <S>	Zapisanie archiwów uruchomieniowych

Pulpit maszynowy - Frezarka CNC

Pulpit maszynowy SINUMERIK 808D

Elementy na ścianie przedniej pulpitu maszynowego (MCP)



①	**Przycisk zatrzymania awaryjnego** Natychmiastowe zatrzymanie wszystkich ruchów maszyny	⑥	**Przyciski zdefiniowane przez użytkownika** * (wszystkie z diodami stanu)
②	**Przycisk pokrętła ręcznego** (z diodą stanu) Sterowanie ruchem osi przy użyciu zewnętrznych pokręteł ręcznych	⑦	**Przyciski przesuwu osi** *
③	**Wyświetlenie numeru narzędzia** Wyświetlenie numeru aktualnego narzędzia	⑧	**Przyciski sterowania wrzecionem**
④	**Przyciski trybu roboczego** (wszystkie z diodami stanu)	⑨	**Przyciski stanu programu** *
⑤	**Przyciski sterowania programem*** (wszystkie z diodami stanu)	⑩	**Przełącznik korekcji prędkości posuwu** Przemieszczenie wybranej osi ze wskazaną korekcją prędkości

Dodatkowe informacje

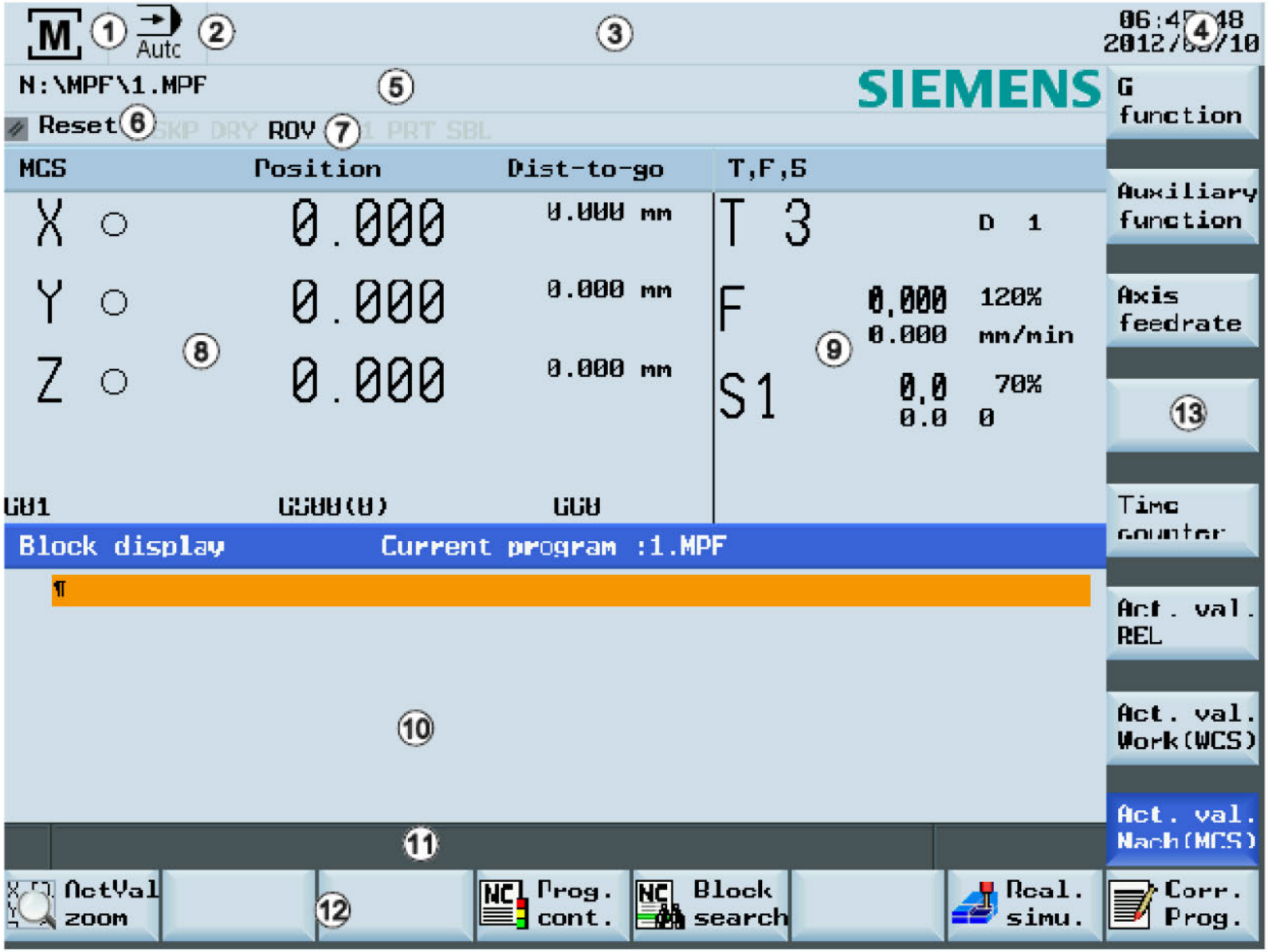
Przyciski sterowania programem	PROGRAM TEST	Wyłączenie wyprowadzania wartości zadanych do osi i wrzeciona. Układ sterowania tylko „symuluje" ruchy przejazdowe w celu zweryfikowania prawidłowości programu.
	M01	Zatrzymuje program w każdym bloku, w którym zaprogramowano jakąś funkcję M01.
	ROV	Dostosowanie korekcji prędkości osi
	SINGLE BLOCK	Aktywacja trybu wykonania pojedynczego bloku

	Przyciski zdefiniowane przez użytkownika		Naciśnięcie przycisku w dowolnym trybie pracy skutkuje zapaleniem/zgaszeniem lampy. Dioda świeci: Lampa jest włączona. Dioda zgaszona: Lampa jest wyłączona.
			Naciśnięcie tego przycisku w dowolnym trybie pracy skutkuje włączeniem/wyłączeniem zasilania chłodziwem. Dioda świeci: Zasilanie chłodziwem jest włączone. Dioda zgaszona: Zasilanie chłodziwem jest wyłączone.
			Naciśnięcie tego przycisku w czasie, gdy wszystkie osie i wrzeciono są zatrzymane powoduje odblokowanie drzwi osłonowych. Dioda świeci: Drzwi osłonowe są odblokowane. Dioda zgaszona: Drzwi osłonowe są zablokowane.
			Naciśnięcie tego przycisku obraca magazyn w prawo (aktywny tylko w trybie JOG). Dioda świeci: Magazyn obraca się w prawo: Dioda zgaszona: Magazyn przestaje obracać się w prawo.
			Naciśnięcie tego przycisku powoduje przemieszczenie magazynu do punktu referencyjnego (aktywny tylko w trybie JOG). Dioda świeci: Magazyn jest zbliżany do punktu referencyjnego. Dioda zgaszona: Magazyn nie został jeszcze zaadresowany.
			Naciśnięcie tego przycisku obraca magazyn w lewo (aktywny tylko w trybie JOG). Dioda świeci: Magazyn obraca się w lewo: Dioda zgaszona: Magazyn przestaje obracać się w lewo.
			Naciśnięcie tego przycisku w dowolnym trybie pracy powoduje, że transporter wiórów zaczyna się obracać w kierunku przednim (aktywny tylko w trybie JOG). Dioda świeci: Transporter wiórów zaczyna się obracać w kierunku przednim. Dioda zgaszona: Transporter wiórów przestaje się obracać.

		Przytrzymywanie tego przycisku w dowolnym trybie pracy powoduje, że transporter wiórów obraca się odwrotnie. Zwolnienie tego przycisku powoduje przejście transportera wiórów do wcześniejszego kierunku obrotu do przodu lub zatrzymanie go (aktywny tylko w trybie JOG). Dioda świeci: Transporter wiórów zaczyna się obracać w kierunku odwrotnym. Dioda zgaszona: Transporter wiórów przestaje się obracać w kierunku odwrotnym.
Przyciski przesuwu osi		Przemieszczenie wybranej osi przesuwem szybkim podczas naciskania przycisku odpowiedniej osi
		Przyciskowi temu nie została przypisana żadna funkcja.
		**Przyciski posuwu przyrostowego (z diodami stanu)** Ustawia wartości przyrostów przesuwu osi
Przyciski stanu programu		Zatrzymuje wykonywanie programów sterowania numerycznego (NC).
		Uruchamia wykonywanie programów NC.
		• Wyzerowuje programy NC. • Anuluje alarmy spełniające kryterium anulowania.

Interfejs programowy SINUMERIK 808D

Układ ekranu



Obszar stanu

① Aktywny obszar roboczy
② Aktywny tryb roboczy
③ Obszar alarmów i komunikatów
④ Aktualna data i godzina
⑤ Nazwa pliku programu
⑥ Wskazanie stanu programu
⑦ Aktywne tryby sterowania programem

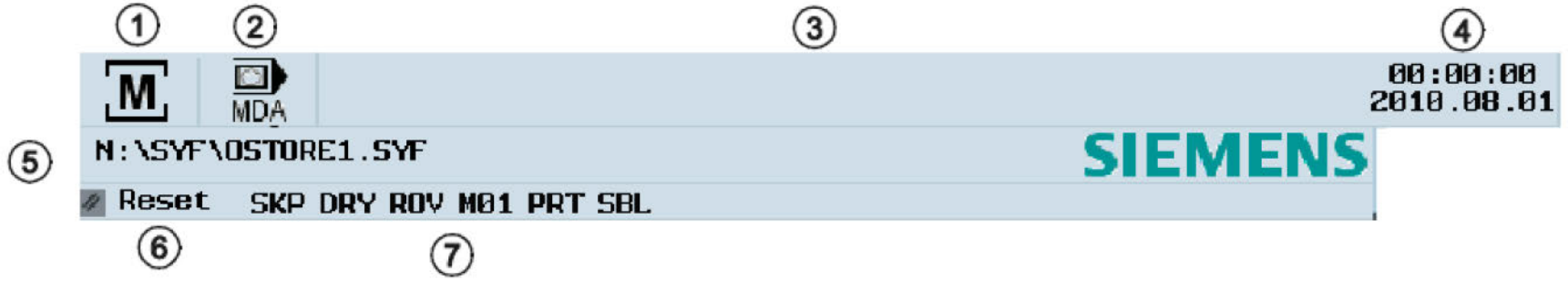
Obszar aplikacji

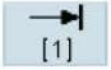
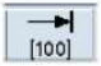
⑧ Okno wartości rzeczywistej
⑨ Okno T, F, S
⑩ Okno robocze z widokiem bloku programu

Obszar podpowiedzi i przycisków programowych

⑪ Wiersz informacyjny
⑫ Pasek poziomych przycisków programowych
⑬ Pasek pionowych przycisków programowych

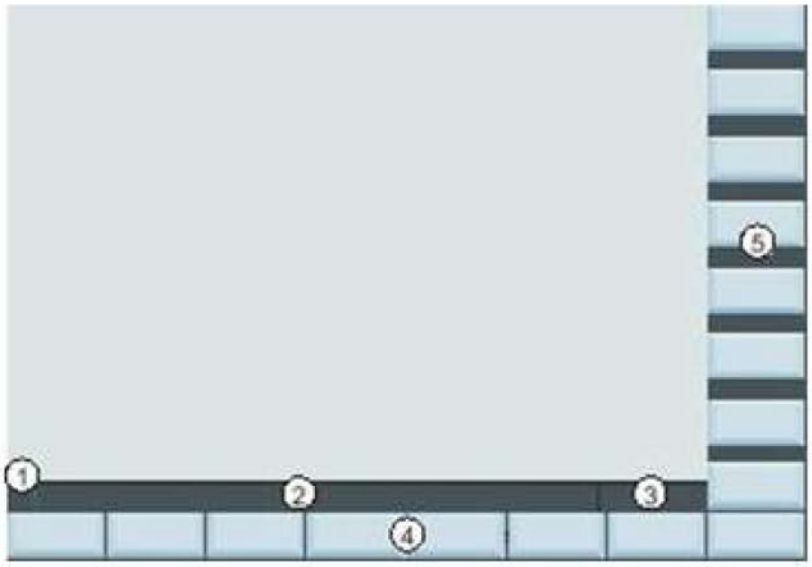
Obszar stanu



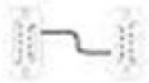
		Wyświetlana informacja	Znaczenie
①	Aktywny obszar roboczy		Obszar roboczy obróbki
			Obszar roboczy zarządzania danymi systemu
			Obszar roboczy edycji programów
			Obszar roboczy zarządzania programami
			Obszar roboczy parametrów przesunięcia
			Obszar roboczy diagnostyki
②	Aktywny tryb roboczy		„Tryb REF POINT”
			„Tryb JOG”
		  	Przesuw przyrostowy w trybie „JOG”
			„Tryb MDA”
			„Tryb AUTO”

③	Alarmy i komunikaty		**Widok aktywnych alarmów z tekstami** Numer alarmu wyświetlany jest białymi znakami na czerwonym tle. Powiązany tekst alarmu wyświetlany jest czerwonymi znakami. Strzałka informuje, że aktywnych jest kilka alarmów. Liczba z prawej strony strzałki informuje o całkowitej liczbie aktywnych alarmów. Jeśli aktywny jest więcej niż jeden alarm, alarmy są kolejno przewijane. Symbol potwierdzenia informuje o kryterium anulowania alarmu.
			**Widok komunikatów z programów sterowania numerycznego** Komunikaty z programów sterowania numerycznego nie posiadają numerów i wyświetlane są zielonymi znakami.
④		Aktualna data i godzina	
⑤		Nazwa pliku odpowiadającego aktualnej części programu	
⑥		Stan programu	
		WYZERUJ	Program anulowany / stan domyślny
		URUCHOM	Program pracuje
		STOP	Program zatrzymany
⑦		Sterowanie programem w trybie „AUTO”	

Obszar podpowiedzi i przycisków programowych



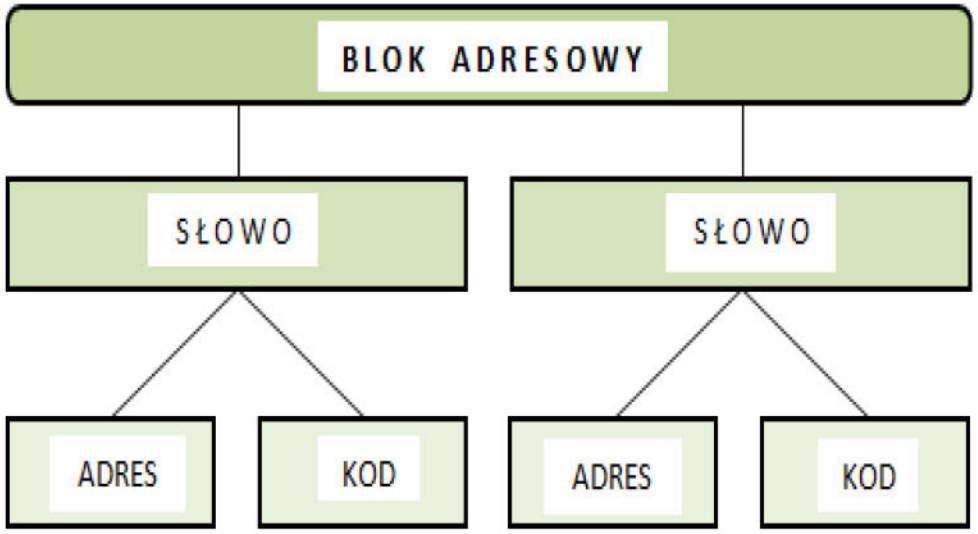
Element ekranu	Wyświetlana informacja	Opis
①		Symbol powrotu Powrót do następnego menu wyższego poziomu następującym przyciskiem: 

Element ekranu	Wyświetlana informacja	Opis
②		Wiersz informacyjny Wyświetla przypisy i informacje dla operatora oraz informacje o błędach.
③	Informacja o stanie interfejsu HMI	
		Aktywny tryb wprowadzania małych liter
		Port RS-232 aktywny
		Połączenie z PLC Programming Tool
④		Pasek poziomych przycisków programowych
⑤		Pasek pionowych przycisków programowych

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/434/67316434/att_45939/v1/808D_OPT_Part1_Operation_1212_pol_pl-PL.pdf
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/757/81163757/att_23541/v1/808D_OPM_Part_1_Operation_1212_Pol_pl-PL.pdf

Struktura programu sterowania maszyn sterowanych numerycznie

Program sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie nosi oficjalną nazwę: źródłowy program operacji technologicznej. Jest to uporządkowany zbiór instrukcji programowych (zapisanych w wymaganym formacie języka) do wywołania działań, które będą wykonywane w sposób automatyczny. Program ten może być przygotowany w formie programu operacji technologicznej (POT), albo w formie danych wejściowych, jako zakodowanych informacji wprowadzanych do układu sterowania za pomocą nośników informacji (np. dyskietka, przenośna pamięć itd.). Podczas wykonywania operacji obróbki narzędzie wykonuje ruchy względem przedmiotu obrabianego oraz ruchy dotyczące czynności pomocniczych. Program sterujący jest ciągiem instrukcji wykonywania tych ruchów. Program składa się z bloków zawierających informacje do wykonania jednej czynności. Informacje te określają współrzędne narzędzia oraz dane dodatkowe (np. wymiana narzędzia, parametry obróbki).



Struktura bloku adresowego

W skład bloków adresowych wchodzą słowa składające się z adresu i wartości lub kodu. Bloki adresowe mogą mieć różną długość. Oznacza to, że w każdym bloku można pisać inną liczbę słów, a kolejne słowa mogą zawierać różną liczbę znaków.

Niektóre słowa w bloku ze względu na ich znaczenie i funkcjonowanie w programie sterującym nazywane są funkcjami. Wśród funkcji nazywanych funkcjami maszynowymi wyróżnia się:

- funkcje przygotowawcze G, jako polecenia, które ustalają sposób pracy maszyny, jak np.: wymiarowanie przyrostowe, interpolacja kołowa, wykonywanie gwintu, cykl stały itd.,
- funkcje pomocnicze M, które sterują funkcjami dwustanowymi maszyny, np.: włącz obroty wrzeciona w prawo, włącz chłodziwo, wyłącz obroty wrzeciona, wyłącz chłodziwo itd.,
- funkcje narzędzia T, które wywołują narzędzie, czyli ustawiają narzędzie w pozycji pracy,
- funkcje posuwu F, określające wartość posuwu roboczego,
- funkcje prędkości wrzeciona S, określające prędkość ruchu obrotowego wrzeciona.

Funkcje wywołujące narzędzie T związane są zawsze z korekcją narzędzia D.

Do programowania przemieszczeń narzędzia po liniach prostych oraz łukach i okręgach stosowane są słowa o adresach X, Y, Z oraz I, J, K nazywane słowami wymiarowymi. Liczby stojące po tych adresach oznaczają współrzędne określonych punktów, czyli odległości od punktu odniesienia mierzone wzdłuż odpowiednich osi. Liczby w słowach wymiarowych zapisywane są z dokładnością 0.001 mm. Jeżeli w zapisie liczby występuje kropka dziesiętna liczba jest odczytywana w jednostkach [mm], jeżeli kropki dziesiętnej nie ma liczba jest odczytywana w

mikrometrach [?m]. W słowach X25.0 i X25 zapisane są więc różne współrzędne, w pierwszym przypadku współrzędna wynosi 25 mm, w drugim 25 mikrometrów.
Aby budowa bloku była przejrzysta, słowa w bloku powinny być umieszczone w następującej kolejności: N… G… X… Y… Z… F… S... T... D… M… 0H…

N	G	X Y Z I J K	F	S	T	D	M	H
adres numeru bloku	funkcja przygotowawcza	wartość przemieszczenia narzędzia	posuw	prędkość skrawania	narzędzie	numer korekcji narzędzia	funkcja dodatkowa	funkcja pomocnicza

Adres N (numer bloku) - jest pierwszym adresem w bloku. Numer bloku nie wywołuje żadnej czynności obrabiarki, jest tylko etykietą (opisem) bloku, w którym się znajduje. Numerowanie bloków może odbywać się na dowolnych, określonych przez programistę zasadach. Jednak najczęściej numeruje się bloki rosnąco, co określoną wartość, np. co 5 czy 10. Istnieje możliwość przenumerowania bloków programu dodania lub usunięcia bloku.

Adres G (funkcja przygotowawcza) - to jeden z najważniejszych adresów. Funkcje przygotowawcze nie wywołują żadnych czynności obrabiarki, ich zadaniem jest interpretowanie znaczenia innych adresów.

Ogólnie adresy używane w układzie sterowania (w tym funkcje przygotowawcze) dzielą się na dwie grupy:
- modalne (globalne), obowiązujące w programie aż do ich odwołania – są aktywne w bloku, nawet jeżeli w tym bloku nie są wywoływane (ale były wywołane wcześniej).
- niemodalne (lokalne), obowiązujące tylko w bloku, w którym zostały wywołane – nie ma konieczności ich odwoływania po zakończeniu działania bloku.

Adres F (posuw) – odnosi się do programowania prędkości posuwu. Posuw związany jest z kształtowaniem przedmiotu obrabianego i jest wymagany przy programowaniu toru narzędzia.

Adres S (prędkość skrawania) - odnosi się do programowania prędkości głównego ruchu skrawania, którego zadaniem jest umożliwienie skrawania. Nie ma on natomiast żadnego wpływu na tor ruchu narzędzia.

Adres T (narzędzie) - wywołuje zmianę położenia magazynu narzędziowego. Zadanie konkretnej wartości powoduje ustawienie się magazynu narzędziowego w ten sposób, że na jego aktywnej pozycji znajdzie się narzędzie, które ma być wykorzystane w procesie obróbki określonej w bloku.

Adres D (numer korekcji narzędzia) – określa wartości parametrów używanego narzędzia (długości, średnicy, promienia). Przywołanie tego adresu jest warunkiem koniecznym poprawnego kształtowania powierzchni przedmiotu obrabianego.

Adres M (funkcje pomocnicze) - czasami nazywane funkcjami maszynowymi, przeznaczone do bezpośredniej obsługi urządzeń właściwych dla obrabiarki. Dokładny opis tych funkcji znajduje się w dokumentacji techniczno-ruchowej danej obrabiarki.

Sposób odczytywania informacji zapisanych w bloku:

N080 G01 X25 F01 S1000 T0808 M04
Blok o numerze 080 (N80). Zadana interpolacja liniowa (G01). Zadane przesunięcie noża o 25 mm lub do punktu o współrzędnych X25. Zadane obroty wrzeciona 1000 obr/min (S1000). Zadane narzędzie 08 (pozycja 8 w głowicy rewolwerowej) z wielkościami korekcyjnymi 08 (T0808). Zadanie włączenia wrzeciona o obrotach w lewo (M04).

Program CNC dla obróbki posiada określoną strukturę. Na początku nadaje się mu odpowiedni numer ze znakiem „%” (np. %10). Następnie podaje się szereg bloków specyficznych dla obrabiarki. Będzie to np. włączenie sterowania, przypisanie narzędzi i ich wielkości korekcyjnych do odpowiednich gniazd głowicy rewolwerowej, ustalony punkt wymiany narzędzia, czyli skonfigurowanie obrabiarki. Bardzo często tą część programu kopiuje się z programów poprzednich. Jest to bardzo ważne, gdyż wcześniej została uzbrojona obrabiarka, pomierzone wielkości

korekcyjne narzędzi, zamocowane uchwyty itp.

```
% 10                                  (początek programu)
N0010 G94 S1000 T0101 M03            (blok informacji)
N0020 G00 X-20.5 Y30.0 M08           (blok informacji)
...                                  (kolejne bloki informacji)
N0250 ...                            ----------
N0260 M30                            (koniec programu)
```

Źródło:
https://strefainzyniera.pl/artykul/1165/struktura-programu-sterowania-maszyn-sterowanych-numerycznie

Podstawowe polecenia i funkcje stosowane na obrabiarkach CNC (tokarka/frezarka) – sterowanie Sinumerik 808D

Funkcje oznaczone gwiazdką (*) są aktywne w chwili uruchomienia programu w wersji **tokarkowej** CNC, o ile nie zostały zaprogramowane inaczej lub o ile producent nie zachował domyślnego ustawienia dla technologii „toczenia". – FRAGMENT TABELI

G KODY :	DEFINICJA
G0	Interpolacja liniowa przy dużej prędkości przesuwu
G1 *	Interpolacja liniowa przy prędkości posuwu
G2	Interpolacja kołowa w prawo
G3	Interpolacja kołowa w lewo
G33	Skrawanie gwintu o stałym skoku
G34	Skrawanie gwintu, skok rosnący
G35	Skrawanie gwintu, skok malejący
G331	Interpolacja gwintu
G332	Interpolacja gwintu – wycofanie
G4	Czas przestoju
G74	Najazd na punkt referencyjny
G75	Najazd na punkt stały
G17	Płaszczyzna X/Y (gdy wymagane wiercenie wyśrodkowane)
G18 *	Płaszczyzna Z/X (standardowe toczenie)
G19	Płaszczyzna Y/Z
G40 *	Kompensacja promienia narzędzia wyłączona
G41	Kompensacja promienia narzędzia; wzdłuż kierunku ruchu narzędzia, zawsze z lewej strony konturu
G42	Kompensacja promienia narzędzia; wzdłuż kierunku ruchu narzędzia, zawsze z prawej strony konturu
G500 *	Ustawialne przesunięcie robocze wyłączone
G54	1. Ustawialne przesunięcie robocze
G55	2. Ustawialne przesunięcie robocze
G56	3. Ustawialne przesunięcie robocze
G57	4. Ustawialne przesunięcie robocze
G58	5. Ustawialne przesunięcie robocze
G59	6. Ustawialne przesunięcie robocze
G53	Ustawialne przesunięcie robocze wyłączone, niemodalne
G70	Wprowadzanie wymiarów w calach
G71 *	Wprowadzanie danych wymiarowych metrycznych

G700	Wprowadzanie danych wymiarowych calowych; również dla prędkości posuwu F
G710	Wprowadzanie danych wymiarowych metrycznych; również dla prędkości posuwu F
G90 *	Wprowadzanie danych wymiarowych bezwzględnych
G91	Wprowadzanie wymiarów przyrostowych
G94	Prędkość posuwu F w mm/min
G95 *	Prędkość posuwu F w mm/obrót wrzeciona
G96	Stała prędkość skrawania aktywna (F w mm/obrót, S w m/min)
G97	Stała prędkość skrawania wyłączona
D	Numer przesunięcia narzędzia
F	Prędkość posuwu
F	Czas przestoju (Blok z G4)
F	Zmiana skoku gwintu (blok zawierający G34, G35)
G	Funkcja G (funkcja przygotowawcza)
I	Parametry interpolacji (Należy do osi X)
K	Parametry interpolacji (Należy do osi Z)
L	Podprogram; nazwa i wywołanie
M	Funkcja dodatkowa
M0	Zaprogramowane zatrzymanie
M1	Zatrzymanie opcjonalne
M2	Zakończenie głównego programu z powrotem na początek programu
M30	Zakończenie programu (jako M2)
M17	Zakończenie podprogramu
M3	Obrót wrzeciona w prawo
M4	Obrót wrzeciona w lewo
M5	Zatrzymanie wrzeciona
M6	Zmiana narzędzia
M…	Pozostałe funkcje M
N	Numer bloku – blok podporządkowany
S…	Prędkość wrzeciona
S	Prędkość skrawania przy aktywnym G96
S	Czas przestoju w bloku z G4
T	Numer narzędzia
X	Oś
Y	Oś
Z	Oś
CR	Promień dla interpolacji kołowej

Funkcje oznaczone gwiazdką (*) są aktywne w chwili uruchomienia programu w wersji frezarkowej CNC, o ile nie zostały zaprogramowane inaczej lub o ile producent nie zachował domyślnego ustawienia dla techniki „frezowania”. – FRAGMENT TABELI

G KODY :	DEFINICJA
G0	Interpolacja liniowa przy dużej prędkości przesuwu
G1 *	Interpolacja liniowa przy prędkości posuwu
G2	Interpolacja kołowa w prawo (w połączeniu z trzecią osią i TURN=... również interpolacja spiralna -> patrz: TURN)
G3	Interpolacja kołowa w lewo (w połączeniu z trzecią osią i TURN=... również interpolacja spiralna -> patrz: TURN)

G33	Skrawanie gwintu o stałym skoku:	
G331	Interpolacja gwintu	
G332	Interpolacja gwintu - wycofanie	
G4	Czas przestoju	
G74	Najazd na punkt referencyjny	
G75	Najazd na punkt stały	
G17 *	Płaszczyzna X/Y	
G18	Płaszczyzna Z/X	
G19	Płaszczyzna Y/Z	
G40 *	Kompensacja promienia narzędzia wyłączona	
G41	Kompensacja promienia narzędzia z lewej strony konturu	
G42	Kompensacja promienia narzędzia z prawej strony konturu	
G500 *	Ustawialne przesunięcie robocze wyłączone	
G54	1. Ustawialne przesunięcie robocze	
G55	2. Ustawialne przesunięcie robocze	
G56	3. Ustawialne przesunięcie robocze	
G57	4. Ustawialne przesunięcie robocze	
G58	5. Ustawialne przesunięcie robocze	
G59	6. Ustawialne przesunięcie robocze	
G53	Niemodalne pominięcie ustawialnego przesunięcia roboczego	
G70	Wprowadzanie danych wymiarowych w calach	
G71 *	Wprowadzanie danych wymiarowych metrycznych	
G700	Wprowadzanie danych wymiarowych calowych; również dla prędkości posuwu F	
G710	Wprowadzanie danych wymiarowych metrycznych; również dla prędkości posuwu F	
G90 *	Wprowadzanie danych wymiarowych bezwzględnych	
G91	Przyrostowe wprowadzanie danych wymiarowych	
G94 *	Prędkość posuwu F w mm/min	
G95	Prędkość posuwu F w mm/obrót wrzeciona	
D	Numer przesunięcia narzędzia	
F	Prędkość posuwu	
F	Czas przestoju (w bloku z G4)	
G	Funkcja G (funkcja przygotowawcza)	
I	Parametry interpolacji (Należy do osi X)	
J	Parametry interpolacji (Należy do osi Y)	
K	Parametry interpolacji (Należy do osi Z)	
L	Podprogram; nazwa i wywołanie	
M	Funkcja dodatkowa	
M0	Zaprogramowane zatrzymanie	
M1	Zatrzymanie opcjonalne	
M2	Zakończenie głównego programu z powrotem na początek programu	
M30	Zakończenie programu (jako M2)	
M17	Zakończenie podprogramu	
M3	Obrót wrzeciona w prawo	
M4	Obrót wrzeciona w lewo	

M5	Zatrzymanie wrzeciona
M6	Zmiana narzędzia
M…	Pozostałe funkcje M
N	Numer bloku – blok podporządkowany
S…	Prędkość wrzeciona
S	Czas przestoju w bloku z G4
T	Numer narzędzia
X	Oś
Y	Oś
Z	Oś
CR	Promień dla interpolacji kołowej

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/67312673/att_81594/v1/808D_OPT_Part2_Programming_Siemens_1212_pol_pl-PL.pdf
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/698/67312698/att_3521/v1/808D_OPM_Part_2_Programming_Siemens_1212_PL_pl-PL.pdf

Zadania i czynności trenera:

- Omawia i prezentuje:
  - pulpit operatorski tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
  - pulpit maszynowy tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
  - interfejs programowy tokarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
  - pulpit operatorski frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
  - pulpit maszynowy frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
  - interfejs programowy frezarki CNC – sterowanie Sinumerik 808D
- Omawia strukturę programu obróbczego – pojęcia: blok, słowo, adres, wartość
- Omawia podstawowe polecenia i funkcje stosowane na obrabiarkach CNC (tokarka/frezarka) – sterowanie Sinumerik 808D

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Technologiczne parametry skrawania	**1**	1. Definicja i obliczanie prędkości skrawania 2. Definicja i obliczanie posuwu – posuw minutowy / naje den obrót / na jedno ostrze 3. Głębokość skrawania	1. Poznał definicję prędkości skrawania 2. Poznał sposoby obliczania prędkości skrawania 3. Poznał definicję posuwu – posuw minutowy / naje den obrót / na jedno ostrze 4. Poznał sposoby obliczania posuwu 5. Poznał definicję głębokości skrawania	1. Zna definicję prędkości skrawania 2. Potrafi obliczać prędkość skrawania 3. Zna definicję posuwu – posuw minutowy / naje den obrót / na jedno ostrze 4. Potrafi obliczać posuw 5. Zna definicję głębokości skrawania

Cele kształcenia

- Poznanie definicji prędkości skrawania
- Poznanie definicji i rodzajów posuwu - posuw minutowy / naje den obrót / na jedno ostrze
- Poznanie definicji głębokości skrawania
- Kształtowanie umiejętności obliczania parametrów skrawania

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka
- Ćwiczenia praktyczne

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe
- Ćwiczenia

Treści

Technologiczne parametry skrawania

Prędkość skrawania Vc - jest to **prędkość liniowa** z jaką porusza się **ostrze narzędzia** względem materiału lub na odwrót (materiał względem ostrza) w strefie skrawania.
Jest jednym z najważniejszych parametrów, które muszą być ustalone przed rozpoczęciem każdej obróbki skrawaniem.
Z reguły sugerowana prędkość skrawania jest podawana przez producenta narzędzia na opakowaniu w postaci pewnego zakresu lub w katalogu w informacjach technicznych zależnego od gatunku skrawanego materiału.

Wzór na prędkość skrawania Vc

$$v_c = \frac{d1 * \pi * n}{1000}$$

Przy znajomości tych parametrów możemy przystąpić do obliczenia potrzebnych nam obrotów **n** oraz posuwu **f**.

Dla materiałów HSS i VHM możemy przyjąć parametry poniżej

	Stal HSS	Węglik Spiekany VHM
Vc [m/min]	10÷20	100÷120
fz [mm/ostrze]	0,2÷0,4	0,02÷0,04

Vc– prędkość skrawania

fz– posuw na ząb

Obroty narzędzia

Obroty narzędzia bądź detalu obliczamy z prostego wzoru:

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D_c}$$

gdzie:
Dc – średnica narzędzia bądź detalu w mm.

Posuw narzędzia f mm/min - to **ruch liniowy** narzędzia względem przedmiotu (toczenie, wiercenie) albo na odwrót (frezowanie), który umożliwia skrawanie kolejnych warstw materiału. Bez ruchu posuwowego operacja skrawania ulega zatrzymaniu (pomimo, że istnieją ruchy robocze narzędzia lub materiału-obroty). Parametrem posuwu jest prędkość posuwu i to ona jest rozumiana jako posuw w katalogach i opracowaniach technicznych.

Posuw możemy zdefiniować na kilka sposobów:

- posuw liniowy Vf w [mm/min] ;
- posuw na obrót f w [mm/obrót]
- posuw na ostrze fz w [mm/ostrze]

Dla każdego typu obróbki jeden z tych sposobów (lepiej niż inne), oddaje specyfikę i lepiej definiuje warstwy skrawane. Posuw na ostrze albo na obrót są parametrami podawanymi przez producentów a posuw minutowy wartością wynikową, obliczaną (czasami oczywiście też podawaną w katalogach).

- **posuw liniowy (minutowy) ft [mm/min]**
Jest to typowe podstawowe określenie prędkości liniowej narzędzia lub przedmiotu. Pokazuje jaką drogę (w mm) przesunie się ono w określonej jednostce czasu(min). Czasami nazywane jest posuwem minutowym albo posuwem stołu.
Posuw minutowy jest iloczynem prędkości obrotowej, ilości zębów i posuwu na ostrze.

$$ft = fz * Z * n$$

gdzie:
ft = posuw minutowy
fz = posuw na ostrze
z = ilość ostrzy
n = ilość obrotów na minutę (narzędzia lub przedmiotu)

dla gwintowania (specyficzny przypadek gdzie posuw jest narzucony i niezmienny jako skok gwintu)

$$ft = p * n$$

gdzie:
ft = posuw minutowy
p = skok gwintu
n = ilość obrotów na minutę

- **posuw na obrót f [mm/obrót]**
Poprzednie ogólne określenie posuwu jest wystarczające dla operatora maszyny ale nie dla technologa – konstruktora narzędzi. Dla nich ważne jest np. jaką warstwę zbierze ostrze podczas jednego obrotu. Pozwala to ocenić obciążenie i inne podstawowe warunki skrawania: siły, temperaturę i dalej analizować koszty obróbki, zużycie ostrza. Zdefiniowano więc, w konkretnych typach obróbki inne określenie posuwu: w mm/obrót.
Taką definicję spotykamy np. przy operacjach toczenia, w których określenie prędkości liniowej nie oddaje w pełni warunków obróbki. Zależą one w dużym stopniu od obrotów przedmiotu, a te zależą od np. od średnicy i gatunku materiału (ustalenie Vc), Posuw określony w takich jednostkach oznacza drogę o jaką przesunie się narządzie (nóż tokarski), gdy przedmiot wykona jeden obrót.
Posuw na obrót jest ilorazem posuwu minutowego przez prędkość obrotową

$$f = \frac{ft}{n}$$

gdzie:
f = posuw na obrót
ft = posuw minutowy
n = ilość obrotów na minutę (narzędzia lub przedmiotu)

- **posuw na ostrze fz [mm/ostrze]**
Podczas operacji narzędziami wieloostrzowymi okazało się, że i takie jak w poprzednim przypadku określenie jest niewystarczające. Przy jednym obrocie w obróbce brało udział nie jedno a kilka ostrzy i omawiane warunki, parametry typu siły obciążenia należałoby rozdzielić na pojedyncze ostrze. Stworzono więc pojęcie posuwu w mm/ostrze. Takie określenie spotykamy przy frezach wieloostrzowych.
Posuw na ostrze jest ilorazem posuwu minutowego przez iloczyn ilości zębów i prędkości obrotowej lub jest ilorazem posuwu na obrót przez ilość ostrzy.

$$fz = \frac{ft}{z*n} = \frac{f}{z}$$

gdzie:
fz = posuw na ostrze
ft = posuw minutowy
z = ilość ostrzy
n = ilość obrotów na minutę (narzędzia lub przedmiotu)

Często zachodzi potrzeba przeliczenia jednego rodzaju posuwu (który jest podany w katalogu) na inny który ustawiamy w obrabiarce. I tutaj możemy spotkać się z różnymi opcjami. Różne wartości spotykamy w katalogu narzędzi i również różne w parametrach do ustawień obrabiarki. Dlatego też znajomość powyższych zależności jest niezbędna w takich przypadkach.

Źródło:
https://artykulytechniczne.pl/blog/parametry-skrawania/

Przykładowa tablica prędkości skrawania podczas frezowania w m/min

Material	Twardosc	Frez Walcowy	F.Walcowo-Czolowy	F. Trzpieniowy	F.Ksztaltowy	F.Pilkowy	Glowica Stal Szybkotnaca	Glowica Wegliki Spiekane
Stal ST5	140 HB	16 -->24 m/min	18 -->28 m/min	18 -->28 m/min	16 -->24 m/min	40 -->55 m/min	20 -->30 m/min	120 -->200 m/min
Stal ST6	170 HB	16 -->24 m/min	18 -->28 m/min	18 -->28 m/min	16 -->24 m/min	40 -->55 m/min	18 -->28 m/min	100 -->160 m/min
Stal ST7	220 HB	15 -->20 m/min	17 -->23 m/min	17 -->25 m/min	15 -->20 m/min	30 -->45 m/min	16 -->24 m/min	80 -->120 m/min
Stal stopowa	180 HB	16 -->22 m/min	18 -->25 m/min	18 -->26 m/min	16 -->22 m/min	40 -->55 m/min	16 -->28 m/min	100 -->160 m/min
Stal Stopowa	220 HB	14 -->20 m/min	16 -->23 m/min	16 -->24 m/min	14 -->20 m/min	30 -->45 m/min	17 -->25 m/min	80 -->120 m/min
Stal Stopowa	290 HB	11 -->18 m/min	12 -->20 m/min	12 -->20 m/min	11 -->18 m/min	20 -->30 m/min	14 -->22 m/min	40 -->70 m/min
Stal Stopowa	-------	10 -->15 m/min	11 -->17 m/min	10 -->16 m/min	10 -->15 m/min	10 -->20 m/min	12 -->18 m/min	30 -->60 m/min
Zeliwo ciagliwe	150 HB	14 -->20 m/min	16 -->23 m/min	16 -->25 m/min	14 -->20 m/min	30 -->45 m/min	17 -->25 m/min	60 -->100 m/min
Staliwo	-------	12 -->18 m/min	14 -->20 m/min	14 -->22 m/min	12 -->18 m/min	30 -->45 m/min	15 -->22 m/min	60 -->100 m/min
Mosiadz	70 HB	30 -->50 m/min	40 -->60 m/min	40 -->60 m/min	30 -->50 m/min	100-->200 m/min	50 -->70 m/min	150 -->200 m/min
Braz	-----	30 -->50 m/min	40 -->60 m/min	30 -->50 m/min	30 -->50 m/min	100-->200 m/min	50 -->70 m/min	150-->200 m/min
Miedz	------	30 -->50 m/min	40 -->50 m/min	30 -->50 m/min	25 -->40 m/min	100-->200 m/min	40 -->60 m/min	100-->200 m/min
Aluminium czyste	35 HB	250-->300 m/min	300-->400 m/min	300-->400 m/min	300-->400 m/min	200-->400 m/min	400-->500 m/min	800-->1000m/min
Stopy Aluminium	60 HB	200-->250m/min	250-->350m/min	250-->350m/min	200-->250m/min	200-->400m/min	300-->400m/min	600-->800m/min

Przykładowa tablica prędkości skrawania podczas frezowania w m/min

Material	Twardosc	Frez Walcowy	F.Walcowo-Czolowy	F. Trzpieniowy	F.Ksztaltowy	F.Pilkowy	Glowica Stal Szybkotnaca	Glowica Wegliki Spiekane
Zeliwo szare Z 1200	170 HB	0,02 mm	0,25 mm	0,05 mm	0,04 mm	40 -->60 mm/min	0,3 mm	0,1 mm
Stal ST5	140 HB	0,2 mm	0,25 mm	0,05 mm	0,04 mm	40 -->60 mm/min	0,3 mm	0,1 mm
Stal ST6	170 HB	0,15 mm	0,2 mm	0,05 mm	0,04 mm	40 -->60 mm/min	0,3 mm	0,1 mm
Stal ST7	220 HB	0,1 mm	0,15 mm	0,03 mm	0,03 mm	35 -->50 mm/min	0,2 mm	0,08 mm
Stal stopowa	180 HB	0,15 mm	0,2 mm	0,03 mm	0,04 mm	40 -->60 mm/min	0,3 mm	0,1 mm
Stal Stopowa	220 HB	0,1 mm	0,15 mm	0,03 mm	0,03 mm	35 -->60 mm/min	0,2 mm	0,08 mm
Stal Stopowa	290 HB	0,08 mm	0,1 mm	0,02 mm	0,02 mm	25 -->35 mm/min	0,15 mm	0,06 mm
Stal Stopowa	-------	0,05 mm	0,08 mm	0,01 mm	0,01 mm	20 -->30 mm/min	0,1 mm	0,04 mm
Zeliwo ciagliwe	150 HB	0,2 mm	0,25 mm	0,05 mm	0,04 mm	40 -->60 mm/min	0,3 mm	0,1 mm
Staliwo	-------	0,15 mm	0,2 mm	0,04 mm	0,03 mm	35 -->50 mm/min	0,2 mm	0,08 mm
Mosiadz	70 HB	0,2 mm	0,25 mm	0,05 mm	0,04 mm	200 -->300 mm/mir	0,3 mm	0,12 mm
Braz	-----	0,2 mm	0,25 mm	0,05 mm	0,04 mm	150 -->200 mm/mir	0,3 mm	0,12 mm
Miedz	------	0,2 mm	0,25 mm	0,05 mm	0,05 mm	100 -->200 mm/mir	0,3 mm	0,12 mm
Aluminium czyste	35 HB	0,15 mm	0,2 mm	0,05 mm	0,04 mm	200 -->300 mm/mir	0,2 mm	0,1 mm
Stopy Aluminium	60 HB	0,1 mm	0,15 mm	0,03 mm	0,03 mm	150 -->200 mm/mir	0,15 mm	0,07
Stopy Magnezu	60 HB	0,1 mm	0,15 mm	0,03 mm	0,03 mm	150 -->250 mm/mir	0,1 mm	0,06 mm

Przykłady ćwiczeń

Obliczanie technologicznych parametrów skrawania

Ćwiczenie 1

Oblicz ile będzie wynosić szybkość skrawania jeżeli średnica toczonego wałka wynosi 60 mm, zaś prędkość obrotowa n = 400 obr/min

$$V_{m/min} = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14*60*400}{1000} = 75{,}36 \text{ m/min}$$

Ćwiczenie 2

Podczas frezowania płaszczyzn przy pomocy głowicy frezarskiej ustalono szybkość skrawania na 180 m/min, zaś prędkość obrotowa wynosi 400 obr/min.
Jaką średnicę powinna mieć głowica nie przekraczając podanych wartości.

$$V_{m/min} = \frac{\pi*d*n}{1000}$$

$$d_{mm} = \frac{1000*V}{\pi n} = \frac{1000*180}{3.14*400} = 143.3 \text{ mm}$$

Ćwiczenie 3

Oblicz prędkość obrotową podczas frezowania frezem trzpieniowym o średnicy Ø 16 mm pracującego z szybkością skrawania równą 120 m/min.

$$n_{obr/min} = \frac{1000*V}{\pi d} = \frac{1000*120}{3.14*16} = 2388.53 \text{ obr/min}$$

Ćwiczenie 4

Oblicz posuw minutowy (mm/min) podczas frezowania frezem trzpieniowym o średnicy Ø 18 mm wyposażonym w 4 ostrza skrawające i pracującym z prędkością obrotową n = 900 obr/min. i fz = 0.03 mm.

$$f = fz * Z * n$$

$$f \text{ (mm/min)} = 0.03 * 4 * 900 = 108 \text{ mm/min}$$

Zadania i czynności trenera:

- Przedstawia i wyjaśnia definicję prędkości skrawania
- Przedstawia sposoby obliczania prędkości skrawania
- Przedstawia i wyjaśnia definicję posuwu – posuw minutowy / naje den obrót / na jedno ostrze
- Przedstawia sposoby obliczania posuwu
- Przedstawia i wyjaśnia definicję głębokości skrawania
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Oblicza prędkość skrawania
- Oblicza posuwy
- Uczestniczy w pogadance

Programowanie tokarek CNC z wykorzystaniem programów komputerowych	**25**	1. Programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych – symulator CNC Sinumerik 808D / MTS itp. 2. Czytanie rysunku technicznego przykładowego detalu 3. Porusza się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS) 4. Tworzenie nowego programu obróbczego – G kody 5. Tworzenie nowego programu obróbczego – Cykle 6. Edycja istniejącego programu obróbczego 7. Symulacja obróbki	1. Poznał programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych – symulator CNC Sinumerik 808D / MTS itp. 2. Poznał źródło i sposób instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D 3. Poznał zasady czytania rysunku technicznego przykładowego detalu 4. Porusza się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS) 5. Zna zasady tworzenia nowego programu obróbczego przykładowego detalu z wykorzystaniem G kodów 6. Pisze nowe programy obróbcze przykładowych detali z wykorzystaniem G kodów 7. Zna zasady tworzenia nowego programu obróbczego przykładowego detalu z wykorzystaniem cykli obróbkowych 8. Pisze nowe programy obróbcze przykładowych detali z wykorzystaniem cykli obróbkowych 9. Potrafi edytować istniejący program obróbczy 10. Potrafi przeprowadzić symulację obróbki	1. Zna programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych – symulator CNC Sinumerik 808D / MTS itp. 2. Zna źródło i sposób instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D 3. Czyta rysunki techniczne detali 4. Sprawnie porusza się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS) 5. Tworzy i pisze nowe programy obróbcze detali z wykorzystaniem G kodów 6. Tworzy i pisze nowe programy obróbcze detali z wykorzystaniem cykli obróbkowych 7. Edytuje istniejące programy obróbcze 8. Przeprowadza symulację obróbki

Cele kształcenia

- Poznanie programów komputerowych wspomagających wykonywanie zadań zawodowych
- Poznanie sposobu instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności czytania rysunku technicznego
- Poznanie zasad tworzenia nowego programu obróbczego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności poruszania się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS)
- Poznanie zasad i kształtowanie tworzenia, pisania i edycji programów obróbczych z wykorzystaniem G kodów
- Poznanie zasad i kształtowanie tworzenia, pisania i edycji programów obróbczych z wykorzystaniem cykli obróbkowych
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności przeprowadzania symulacji obróbki

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka
- Instruktaż
- Ćwiczenia praktyczne

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe

- Rysunki techniczne przykładowych detali
- Ćwiczenia

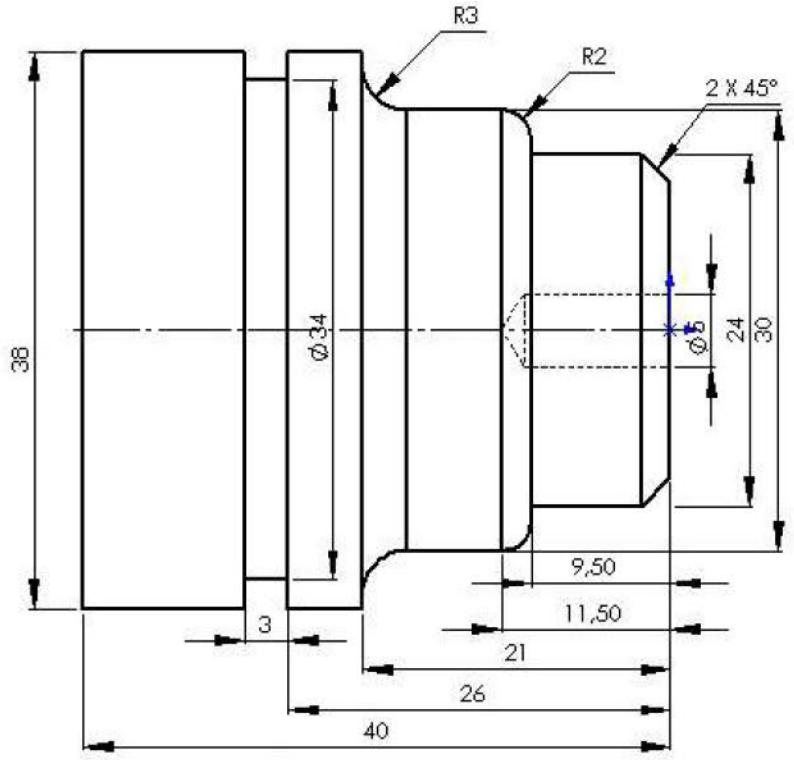
Treści

Link do pobrania – symulator CNC Sinumerik 808D
Źródło:
https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/808d-on-pc/808d-on-pc-v4-6.html

Instalacja symulatora jest nieodpłatna, a po krótkiej aktywacji na czas nieokreślony. W przypadku awarii, uszkodzenia lub konieczności formatowania komputera bez przeszkód można przeprowadzić ponowną instalację i aktywację.

Samouczek SINUMERIK 808D Toczenie
Źródło:
https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/cnc4you-videos/ttt-turn/808d-tutorials-turning.html

Rysunek przykładowego detalu

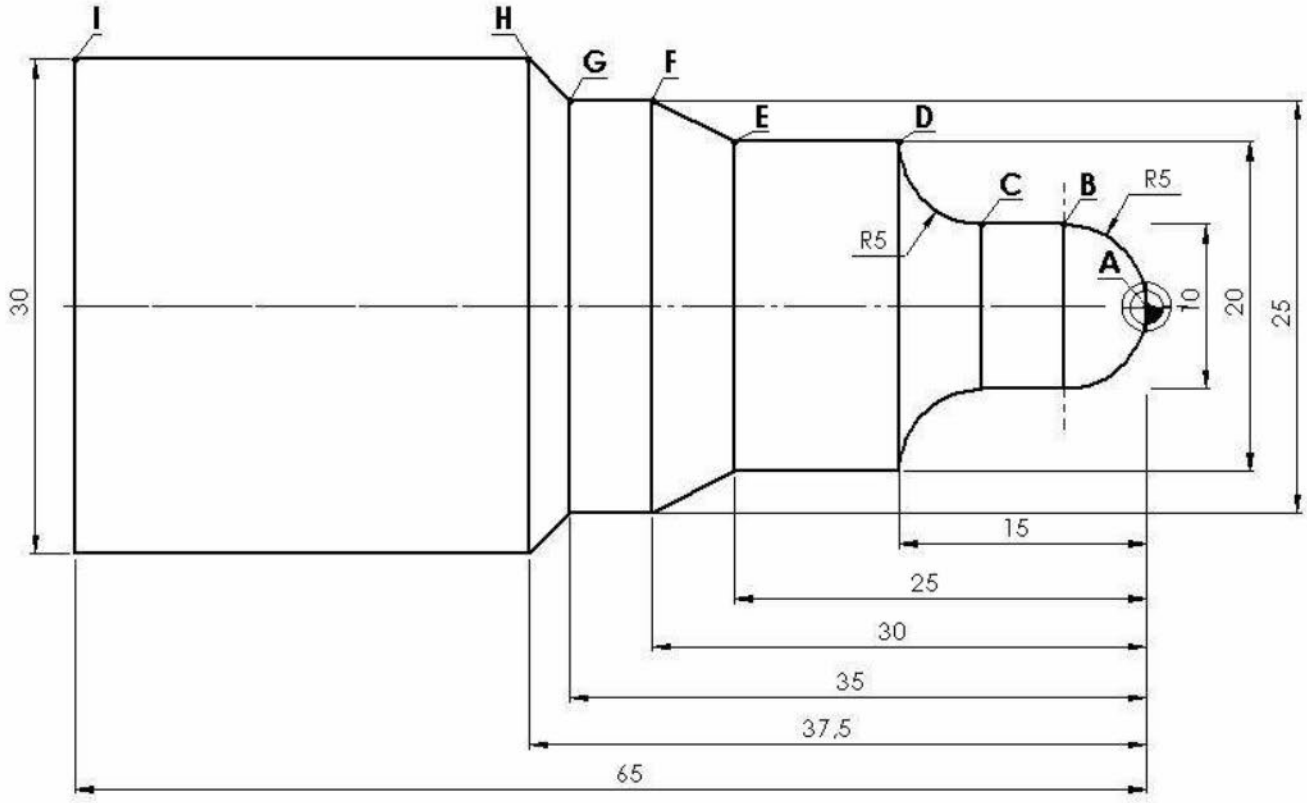


Poruszanie się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS)

Ćwiczenie 1

Wypełnij tabelę. Do wpisania masz współrzędne poszczególnych punktów zaznaczonych na rysunku. Współrzędne punktów początkowego A oraz końcowego I już wpisałem. Zadanie wykonajcie stosując wymiarowanie absolutne i przyrostowe.

wymiarowanie absolutne/bezwzględne G90			wymiarowanie przyrostowe G91		
punkt	Oś X	Oś Z	punkt	Oś X	Oś Z
A	0	0	A	0	0
B	10	- 5	B	5	-5
C	10	- 10	C	0	-5
D	20	- 15	D	5	-5
E	20	- 25	E	0	-10
F	25	- 30	F	2.5	-5
G	25	- 35	G	0	-5
H	30	- 37.5	H	2.5	-2.5
I	30	-65	I	0	-27.5



Tworzenie nowego programu obróbczego

Tworzenie programu obróbki obrabiarki sterowanej numerycznie powinno być poprzedzone wykonaniem planu obróbki, analizą procesu technologicznego obróbki przedmiotu. Tok prac przygotowawczych powinien zawierać następujące elementy:

1. Analiza rysunku obrabianego przedmiotu

- ustalenie punktu zerowego przedmiotu
- ustalenie układu współrzędnych
- obliczenie brakujących wartości współrzędnych

2. Ustalenie przebiegu obróbki

- jakie narzędzia i w jakiej kolejności będą używane do obróbki
- kolejność wykonywania poszczególnych elementów obrabianego przedmiotu
- które elementy powtarzają się i powinny być zapisane w podprogramie

3. Zestawienie planu pracy

- ustalenie procesów obróbkowych w maszynie:
- posuwy szybkie
- wymiana narzędzia
- ustalenie płaszczyzny obróbki
- odsunięcie w celu wykonania pomiaru kontrolnego
- załączenie/wyłączenie wrzeciona, chłodziwa
- wywołanie narzędzia i korekcji narzędzia

4. Zapisanie każdego kroku jako bloku
5. Połączenie poszczególnych kroków w program

Opracowano na podstawie materiałów KOWEZIU

Źródło:
https://strefainzyniera.pl/artykul/1165/struktura-programu-sterowania-maszyn-sterowanych-numerycznie

Tworzenie programu obróbki

By utworzyć program obróbki, należy:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Wejść do folderu, w którym zostanie utworzony nowy program.



3. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by otworzyć okno tworzenia nowego programu.

5. Wprowadzić nazwę nowego programu. W przypadku tworzenia programu głównego wprowadzanie rozszerzenia pliku (.MPF) nie jest wymagane. Jeśli ma zostać utworzony podprogram, konieczne jest wpisanie rozszerzenia pliku (.SPF). Nazwa programu może zawierać maksymalnie 24 znaki łacińskie lub 12 znaków chińskich. Nie należy stosować znaków specjalnych w nazwach programów.



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, potwierdzić wpis. Wyświetlone zostanie okno edytora programów obróbki. Wprowadzić bloki do okna. Bloki zostaną zapisane automatycznie. Nowy program został utworzony.

Programowanie dowolnego konturu

Funkcjonalność

Funkcja programowania dowolnego konturu umożliwia tworzenie prostych i złożonych konturów.

Edytor konturów (FKE) wylicza wszystkie brakujące parametry natychmiast, gdy staną się dostępne inne parametry niezbędne do wyliczenia. Elementy konturu można połączyć i przenieść do edytowanego programu obróbki.

Technika

Kalkulator konturów do obróbki toczeniem udostępnia następujące funkcje:

- Przełączenie pomiędzy programowaniem po promieniu i po średnicy (DIAMON, DIAMOF, DIAM90)
- Faza/promień na początku i końcu konturu
- Podcięcia jako elementy przejściowe pomiędzy dwoma osiowo równoległymi liniami prostymi, z których jedna przebiega poziomo, a druga pionowo (rodzaj podcięcia E, F, podcięcie gwintu zgodnie z normą DIN, podcięcie ogólne)

Edytor konturów (FKE)

Wykonać następujące czynności, by wyświetlić okno edytora konturu:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać plik programu i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć plik w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.

Funkcje przycisków programowych



①	Element został wybrany przyciskami kursora. Ten przycisk programowy powiększa wycinek obrazu zawierający wybrany element.	⑤	Nacisnąć ten przycisk programowy, by przełączyć wybrane elementy. Ten przycisk programowy realizuje tę samą funkcję, co następujący przycisk: 
②	Automatyczne powiększenie lub zmniejszenie widoku graficznego	⑥	Zdefiniowanie bieguna do programowania konturów we współrzędnych biegunowych. Biegun można wprowadzić tylko w bezwzględnych współrzędnych kartezjańskich.
③	Po naciśnięciu tego przycisku programowalnego można przemieszczać czerwony krzyż nitek przyciskami kursora i wybrać szczegół rysunku do wyświetlenia. Po zdezaktywowaniu tego przycisku programowego fokus wprowadzania danych jest ponownie ustawiany na łańcuchu konturów.	⑦	Wyjście z edytora konturów i powrót do okna edytora programów bez przenoszenia ostatnio edytowanych wartości do programu głównego.
④	Po naciśnięciu tego przycisku programowego oprócz odpowiedniego parametru wyświetlana jest grafika pomocnicza. Ponowne naciśnięcie tego przycisku programowego powoduje wyjście z trybu wyświetlania pomocy.	⑧	Zapisanie ustawień punktu początkowego

Programowanie konturu

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Nacisnąć ten przycisk programowy.

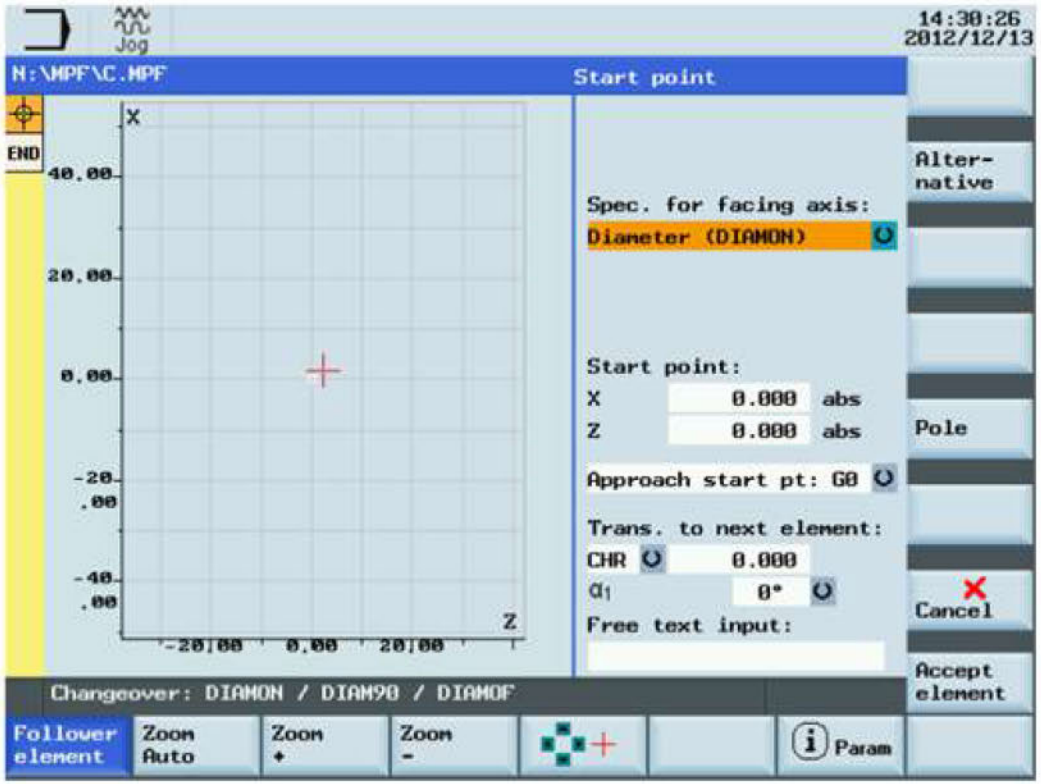
3. Wybrać program przyciskami kursora.



4. Nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program.



5. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.



Ponowna kompilacja



Po otwarciu w edytorze programów programu edytowanego w edytorze konturów ustawienie kursora w wierszu poleceń programu konturu i naciśnięcie tego przycisku programowego skutkuje otwarciem okna głównego edytora konturów i możliwe jest ponowne skompilowanie istniejącego konturu.

Wskazówka

Podczas ponownej kompilacji tworzone są ponownie tylko te elementy konturu, które zostały utworzone w edytorze konturów. Wszystkie zmiany wprowadzone bezpośrednio do tekstu programu są tracone. Niemniej jednak, możliwe jest późniejsze wstawienie i edytowanie tekstów zdefiniowanych przez użytkownika, które nie są tracone.

Definiowanie punktu początkowego

Podczas wchodzenia do konturu należy rozpocząć od pozycji, która jest już znana i wprowadzić ją jako punkt początkowy.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać plik programu i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć plik w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.

5. Wybierać pola wprowadzania danych przyciskami kursora na PPU.



6. Nacisnąć ten przycisk programowy lub następujący przycisk, by przełączyć wybrane elementy.



Wprowadzić odpowiednie wartości.

Naciskając następujący przycisk programowy, można również zdefiniować biegun do programowania konturu we współrzędnych biegunowych:



Biegun ten można również zdefiniować lub zmodyfikować później. Programowanie współrzędnych biegunowych odniesione jest zawsze do bieguna zdefiniowanego jako ostatni.



7. Zapisać ustawienia punktu początkowego

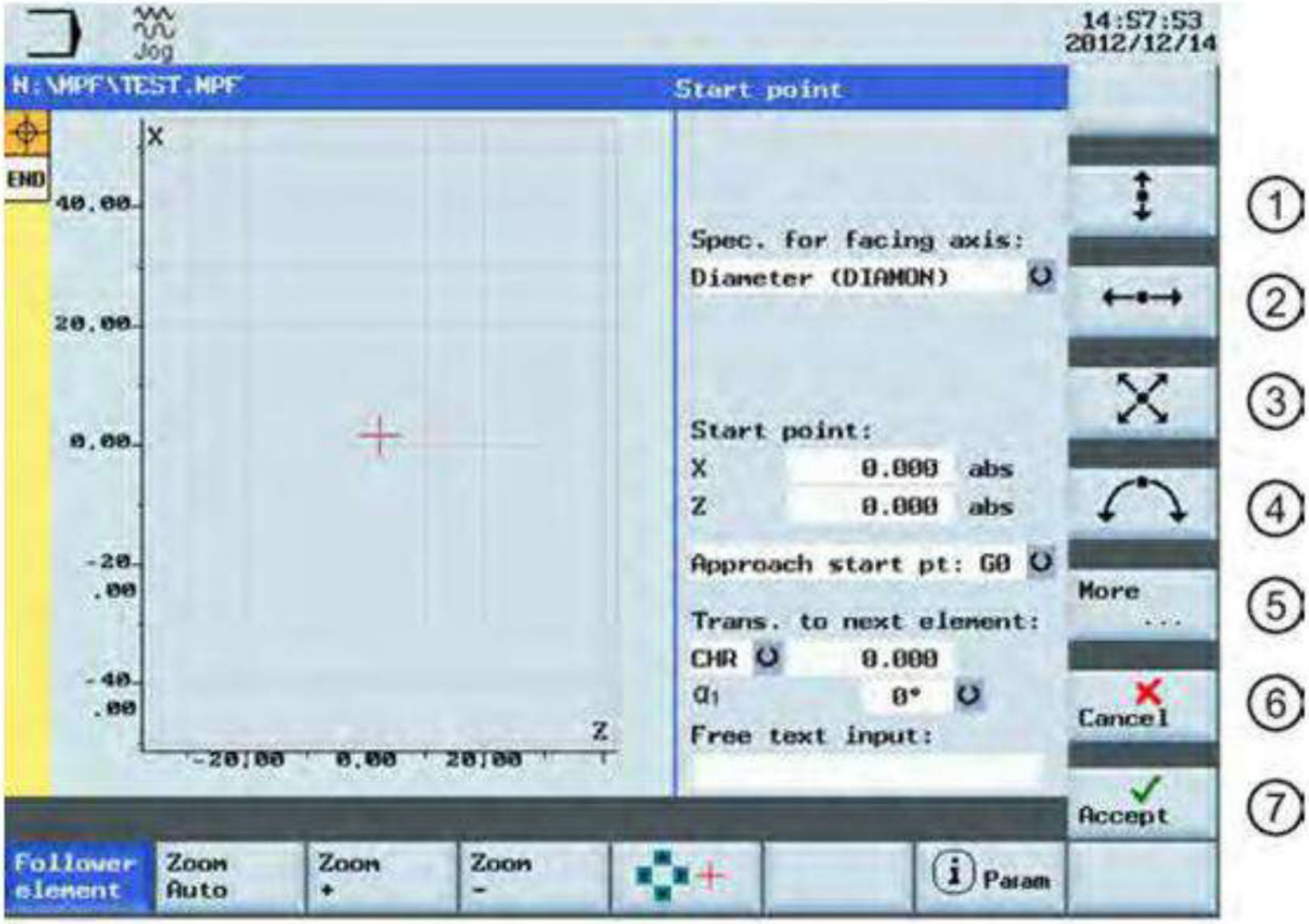


Naciśnięcie tego przycisku programowego spowoduje odrzucenie ustawień i wyjście z edytora konturów.

Funkcjonalność

Accept element

Po zdefiniowaniu punktu początkowego konturu i naciśnięciu tego przycisku programowego można rozpocząć programowanie poszczególnych elementów konturu z okna głównego zilustrowanego poniżej:



① Wyświetlenie okna programowania pionowej linii prostej (w kierunku X)

② Wyświetlenie okna programowania poziomej linii prostej (w kierunku Z)

③ Wyświetlenie okna programowania linii ukośnej w kierunku X/Z. Punkt końcowy linii definiowany jest współrzędnymi lub kątem.

④ Wyświetlenie okna programowania łuku po okręgu o dowolnym kierunku obrotu

⑤ Wyświetlenie dodatkowych przycisków programowych. Na przykład:





⑥ Powrót do edytora konturów bez przenoszenia ostatnio edytowanych wartości do systemu.

⑦ Powrót do edytora programów z przeniesieniem ostatnio edytowanych wartości do systemu

Funkcje dodatkowych przycisków programowych

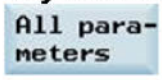
Omówione poniżej przyciski programowe dostępne są w odpowiednim oknie elementu konturu. Służą one do programowania elementów konturu w oparciu o wstępnie przypisane parametry.

Styczna do poprzedniego elementu



Ten przycisk programowy nadaje kątowi α2 wartość 0. Element konturu ma przejście styczne do poprzedniego elementu, tj. kąt względem poprzedzającego elementu (α2) otrzymuje wartość 0 stopni.

Wyświetlenie wszystkich parametrów



Naciśnięcie tego przycisku programowego skutkuje wyświetleniem listy wyboru wszystkich parametrów wybranego elementu konturu. Jeśli jakiekolwiek pola parametrów nie zostaną wypełnione, układ sterowania przyjmuje, prawidłowe wartości nie są znane i próbuje je wyliczyć na podstawie ustawień pozostałych parametrów. Kontur jest zawsze obrabiany w zaprogramowanym kierunku.

Przełączenie wprowadzania danych

Alter-
native

Ten przycisk programowy wyświetlany jest tylko wówczas, gdy kursor ustawiony jest w polu wprowadzania danych zawierającym więcej przełączalnych ustawień.

Wybór dialogu

Dialog
select

Niektóre konfiguracje parametrów mogą tworzyć kilka różnych charakterystyk konturu. W takich przypadkach wyświetlane jest żądanie wybrania dialogu. Klikając ten przycisk programowy, w obszarze widoku graficznego można wyświetlić dostępne opcje wyboru.

Wybrać ten przycisk programowy, by dokonać prawidłowego wyboru (zielona linia). Potwierdzić wybór następującym przyciskiem programowym:

✓
Accept

Zmiana wybranego dialogu

Change
selection

Jeśli pożądana jest zmiana istniejącego wyboru dialogu, należy wybrać element konturu, dla którego dialog ten został pierwotnie wybrany. Po wybraniu tego przycisku programowego obydwie alternatywy są wyświetlane ponownie.

Opróżnianie pola parametru

Delete
value

Zawartość wybranego pola parametru można usunąć tym przyciskiem programowym lub następującym przyciskiem:

DEL

Zapisywanie elementu konturu

Accept element

Naciśnięcie tego przycisku programowego po wprowadzeniu dostępnych danych elementu konturu lub wybraniu odpowiedniego dialogu skutkuje zapisaniem elementu konturu i ponownym wyświetleniem okna głównego. Można teraz zaprogramować następny element konturu.

Dodawanie elementu konturu

Wybrać element znajdujący się przed znacznikiem końca przyciskami kursora.

Wybrać element konturu przyciskami programowymi i wprowadzić znane wartości w oknie parametrów tego elementu.

Potwierdzić wprowadzone dane następującym przyciskiem programowym:

Accept element

Wybieranie elementu konturu



Ustawić kursor na elemencie konturu należącym do łańcucha konturów i wybrać go tym przyciskiem.

Wyświetlone zostaną parametry wybranego elementu. Nazwa elementu widoczna jest na górze okna parametryzacji.

Jeśli element konturu może zostać przedstawiony geometrycznie, jest on odpowiednio podświetlany w widoku graficznym, tj. kolor elementu konturu zmienia się z białego na czarny.

Modyfikacja elementu konturu



Zaprogramowany element konturu należący do łańcucha konturów można wybrać przyciskami kursora. Nacisnąć ten przycisk, by wyświetlić pola parametrów. Parametry te można teraz edytować.

Wstawianie elementu konturu

Wybrać w łańcuchu konturów element znajdujący się przed docelowym położeniem nowego elementu przyciskami kursora.

Następnie wybrać element konturu do wstawienia z paska przycisków programowych.

Po wprowadzeniu parametrów nowego elementu konturu potwierdzić operację wstawienia, naciskając następujący przycisk programowy:



Kolejne elementy konturu aktualizowane są automatycznie na podstawie nowego stanu konturu.

Usuwanie elementu konturu



Wybrać element do usunięcia przyciskami kursora. Wybrany symbol konturu i związany z nim element konturu na widoku graficznym programowania podświetlone są kolorem czerwonym. Nacisnąć ten przycisk programowy i potwierdzić wyszukiwanie.

Zamykanie konturu



Naciskając ten przycisk programowy można zamknąć kontur linią prostą łączącą aktualną pozycję z punktem początkowym.

Cofanie zmiany



Naciskając ten przycisk programowy można powrócić do okna głównego **bez** przenoszenia ostatnio edytowanych wartości do systemu.

Kolory symboli konturu

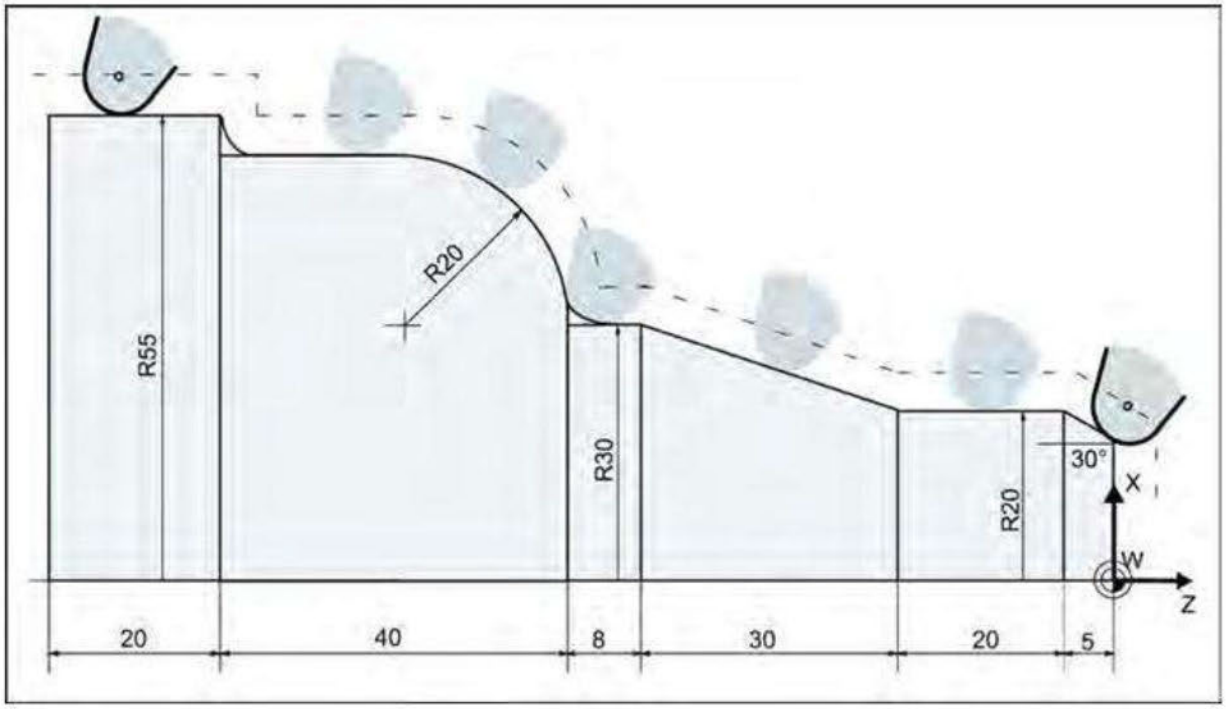
Kolory symboli w łańcuchu konturów z lewej strony okna głównego mają następujące znaczenia:

Ikona	Istotność
Wybrany	Czarny symbol na czerwonym tle -> Element jest zdefiniowany geometrycznie Czarny symbol na jasnożółtym tle -> Element nie jest zdefiniowany geometrycznie
Nie wybrany	Czarny symbol na szarym tle -> Element jest zdefiniowany geometrycznie Biały symbol na szarym tle -> Element nie jest zdefiniowany geometrycznie

Przykład programowania operacji toczenia

Przykład 1

Poniższy schemat przedstawia przykład programowania w funkcji „Programowanie dowolnego konturu”.



Kolejność czynności:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać program przyciskami kursora i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.



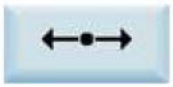
5. Zdefiniować punkt początkowy o następujących parametrach zatwierdzić go tym przyciskiem programowym.
   - Tryb programowania: DIAMOF
   - Z: 0
   - X: 0



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.



7. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - X: 20 inc.
   - CHR: 5*1.1223 = 5.6115



8. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



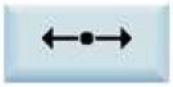
9. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - Z: -25 inc.



10. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać linię prostą o dowolnym kierunku jako element konturu.



11. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - X: 10 inc.
    - Z: -30 inc.



12. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



13. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - Z: -8 inc.
    - RND: 2



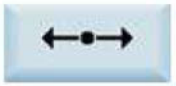
14. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.



15. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - Kierunek obrotów: w lewo
    - R: 20
    - X: 20 inc
    - Z: -20 inc



16. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



17. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



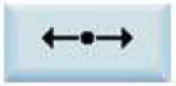
18. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - Z: -20 inc.
    - RND: 2



19. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.



20. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - X: 5 inc.



21. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



22. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - Z: -25 inc.

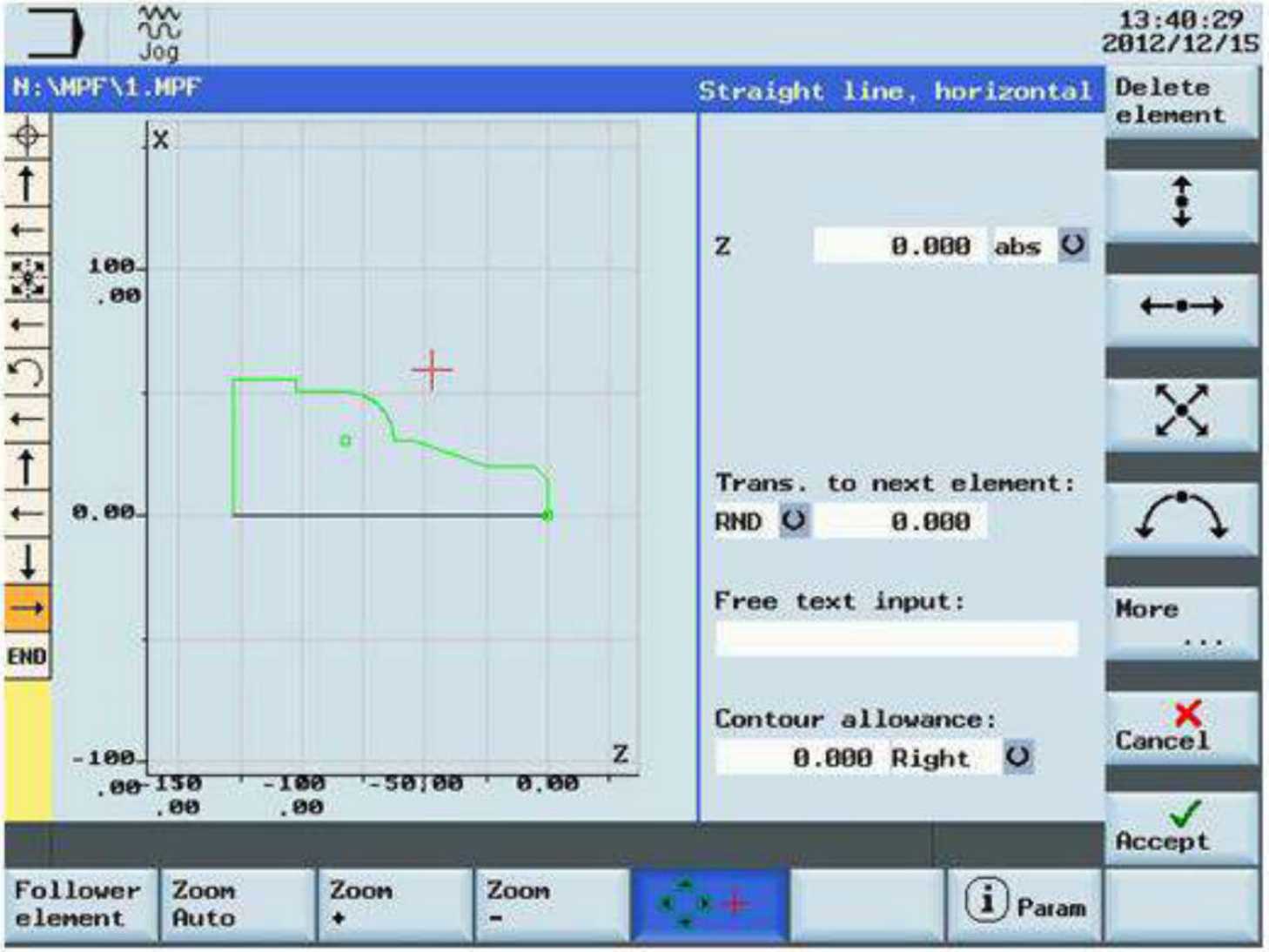


23. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić dodatkowe opcje.



24. Nacisnąć ten przycisk programowy, by zamknąć kontur.

Zaprogramowany obraz jest teraz wyświetlany w oknie graficznym.



Przykład 2

Kolejność czynności:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać program przyciskami kursora i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.



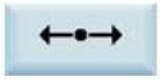
5. Zdefiniować punkt początkowy o następujących parametrach zatwierdzić go tym przyciskiem programowym.
   - Tryb programowania: DIAMON
   - Z: 0
   - X: 0



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.



7. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - X: 48 abs.
   - CHR: 3



8. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



9. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - RND: 4



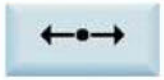
10. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Dialog select

11. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - R: 23
    - X: 60 abs.
    - Z: -20 abs.

Accept element

12.



13. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.

Accept element

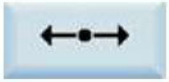
14. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - Z: -75 abs.
    - RND: 6



15. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać linię prostą o dowolnym kierunku jako element konturu.

Accept element

16. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - X: 90 abs.
    - Z: -80 abs.
    - RND: 4



17. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



18. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - Z: -100 abs.

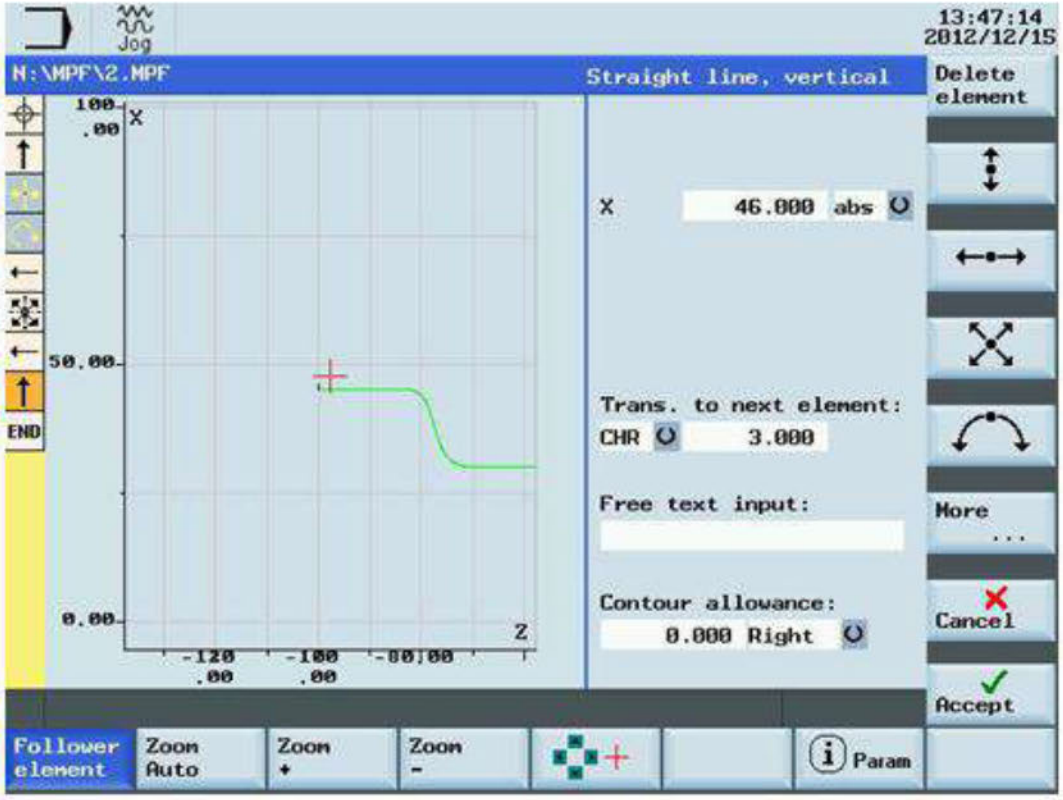


19. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.



20. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - X: 92 abs.
    - CHR: 3

Zaprogramowany obraz jest teraz wyświetlany w oknie graficznym.



Przegląd

Program obróbki lub jego część można edytować tylko wówczas, gdy program nie jest aktualnie wykonywany.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać plik programu do edytowania tym przyciskiem programowym lub przyciskami kursora.



4. Nacisnąć ten przycisk, by otworzyć plik programu. Wyświetlone zostanie okno edytora programów.

5. Dowolnie edytować bloki w oknie (opisy opcji edycji przedstawiono w tabeli poniżej). Wszystkie zmiany wprowadzone do programu zapisywane są automatycznie.

Opcje edycji bloku

Renumber	Zastąpienie numeru bloku od kursora do końca programu
Search	Wyszukiwanie ciągów znaków
Mark On	Zaznaczanie segmentu tekstu przed kursorem
Copy	Kopiowanie segmentów tekstowych
Paste	Wklejanie segmentów tekstowych
← BACK SPACE	Usuwanie segmentów tekstowych
DEL	

Wyszukiwanie ciągów znaków

Wykonać następujące czynności, by wyszukać ciąg:



1. Nacisnąć ten przycisk programowy w oknie edytora programów.



2. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyszukać tekst. Alternatywnie, tekst można wyszukać w wierszu o danym numerze, naciskając przycisk programowy:





2. Wpisać w polu poszukiwany tekst lub numer wiersza i nacisnąć ten przycisk, by wybrać punkt początkowy wyszukiwania.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by rozpocząć poszukiwanie lub następujący przycisk programowy, by zrezygnować z wyszukiwania:



Kopiowanie i wklejanie bloków

Wykonać następujące czynności, by skopiować i wkleić bloki:



1. Nacisnąć ten przycisk programowy w oknie edytora programów, by wstawić znacznik.
2. Wybrać bloki programu przyciskami kursora.



3. Nacisnąć ten przycisk programowy, by skopiować wybrane pozycje do Schowka (pamięć buforowa).



4. Ustawić kursor w docelowym miejscu programu i nacisnąć ten przycisk programowy.

Dane zostaną wklejone.

Edycja programów w trybie „MDA" w obszarze obróbki.

W trybie „MDA" można tworzyć nowe programy i wczytywać istniejące z katalogów układu sterowania.

Wykonać następujące czynności, by edytować programy:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „MDA".

3. Wprowadzić odpowiednimi przyciskami z klawiatury NC jeden lub większą liczbę bloków w oknie MDA, by utworzyć nowy program obróbki. Alternatywnie, nacisnąć następujący przycisk programowy, by wczytać istniejący program z katalogu systemowego i edytować bloki w oknie MDA:



Operacje następujące po zakończeniu edycji można wykonać następująco:



Wykonać bloki programu wyświetlone w oknie MDA.



Usunięcie aktualnego programu



Wyświetlenie okna zapisu plików, w którym można wpisać nazwę aktualnego programu i wybrać nośnik, na którym zostanie zapisany.
By zapisać program należy wpisać nową nazwę programu lub wybrać istniejący program do zastąpienia.

Przeprowadzanie symulacji

Funkcjonalność

Zaprogramowany tor narzędzia można sprawdzać na rysunkach wykreślanych linią przerywaną. Przed rozpoczęciem obróbki automatycznej wymagane jest przeprowadzenie symulacji służącej sprawdzeniu, czy narzędzie porusza się prawidłowo.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Przenieść kursor do wybranej części programu w celu przeprowadzenia symulacji.



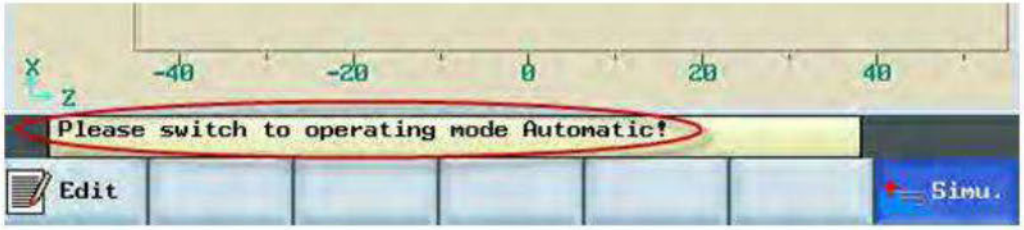
3. Nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program.



4. Przejść w tryb „AUTO".



5. Nacisnąć ten przycisk programowy, by otworzyć okno symulacji programu. Spowoduje toPRT automatyczne aktywowanie trybu kontroli programu.
   Jeśli układ sterowania pracuje w niewłaściwym trybie, na dole okna wyświetlony zostanie komunikat zilustrowany poniżej. W razie pojawienia się tego komunikatu wykonać ponownie czynność 4.

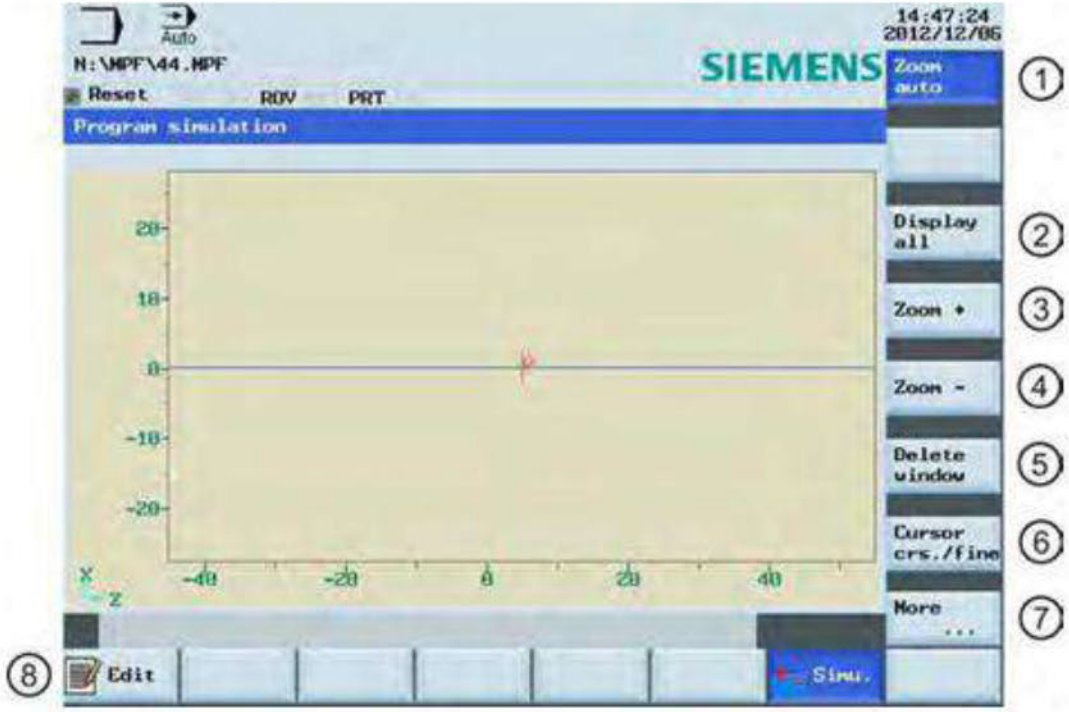




6. Nacisnąć ten przycisk, by rozpocząć standardową symulację wykonania wybranej części programu. Należy pamiętać, że funkcję symulacji można uruchomić tylko wówczas, gdy sterowanie pracuje w trybie „AUTO"!

Funkcje przycisków programowych

Funkcje przycisków programowych w oknie głównym symulacji wyjaśniono poniżej.



① Automatyczne wyświetlanie przebiegu symulacji.

② Wejście do menu niższego poziomu w celu wyświetlenia bloków. Dostępne są 3 opcje wyświetlania:



③ Powiększenie widoku całego okna

④ Zmniejszenie widoku całego okna

⑤ Usunięcie aktualnego przebiegu symulacji.

⑥ Krzyż nitkowy przemieszcza się dużymi lub małymi skokami wraz z kursorem.

⑦ Wyświetlenie dodatkowych opcji:



Uaktywnienie symulacji usuwania naddatku ze zdefiniowanego przedmiotu wyjściowego



Wyświetlenie lub ukrycie bloków

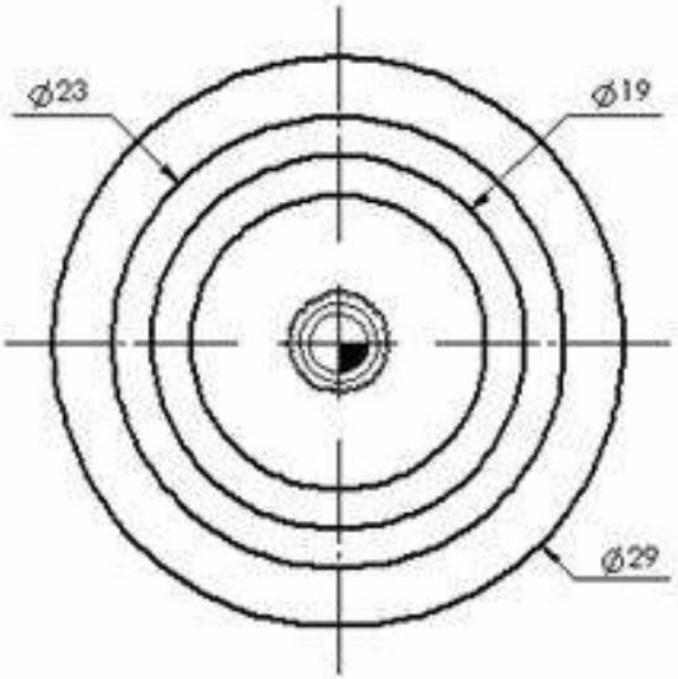
⑧ Powrót do okna edytora programów

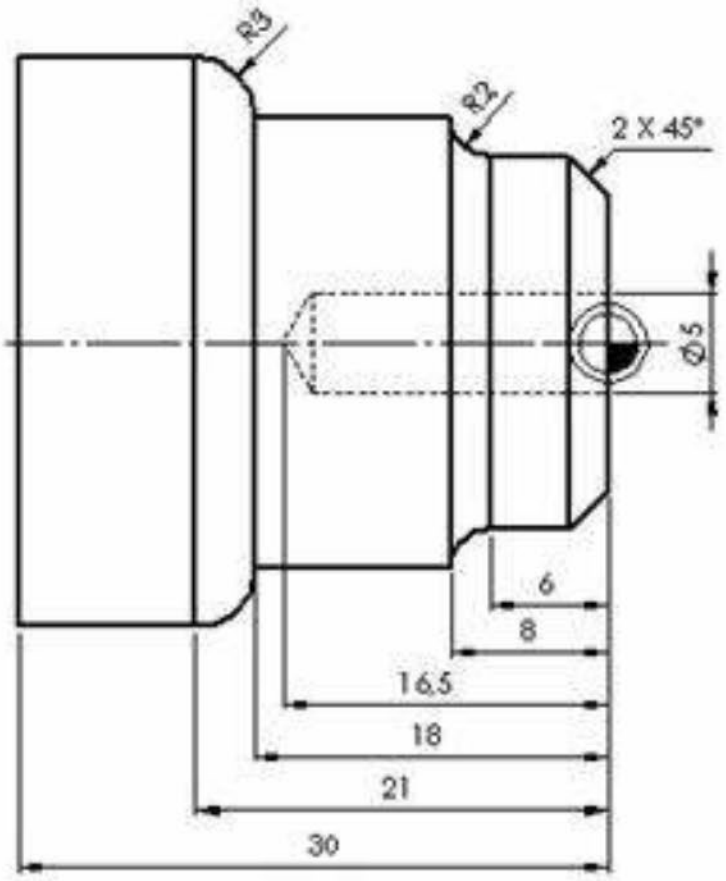
Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/434/67316434/att_45939/v1/808D_OPT_Part1_Operation_1212_pol_pl-PL.pdf

Ćwiczenie 1

Wykorzystując informacje z KARTY PRZYGOTOWAWCZEJ napisz program obróbczy poniższego detalu.

Karta przygotowawcza								
Informacje ogólne								
Obrabiarka	Tokarka CNC							
Sterowanie	SINUMERIK 808D							
Autor programu	AS							
Wydział	Ożarów							
Numer programu	O0011							
Nazwa	WAŁEK 11							
Numer identyfikacyjny rysunku	O0011							
Przedmiot obrabiany								
Walec	Walec Ø30 L75							
Materiał	PA Typ 6 lub Aluminium							
Mocowanie materiału obrabianego								
Uchwyt zaciskowy	Trójszczękowy 125							
Szczęki	Twarde							
Głębokość mocowania materiału	35 mm							
Rejestr punktu zerowego								
Prawa strona – środek przedmiotu obrabianego	X0/Z-0.5							
Dojazdy, odjazdy i naddatki na wykończenie podczas obróbki przedmiotu								
Naddatek na obróbkę wykańczającą	X = 0.5 mm na stronę / Z = 0.5 mm							
Odległość odejścia/dojścia od/do konturu podczas obróbki (przyrostowo)	X = 2 mm na stronę / Z = 2 mm							
System narzędziowy								
Nazwa narzędzia	Numer gniazda głowicy narzędziowej /numer korektora w programie	Prędkość skrawania S (obr/min)		Posuw F (mm/obr)		Maksymalna głębokość skrawania na stronę (mm)	Rodzaj obróbki/kierunek skrawania	
		Obr. zgrubna	Obr. wykań.	Obr. zgrubna	Obr. wykań.		Oś X	Oś Z
Nóż kątowy prawy	T1D1	1200	1500	0.2	0.1	2	Kierunek do minus	Kierunek do minus
Nawiertak 3.15x8x3.9	T2D1	-	800	-	0.2	3	0	Kierunek do minus
Wiertło kręte Ø 5	T3D1	-	800	-	0.2	20	0	Kierunek do minus
Przecinak (szerokość płytki 3 mm)	T4D1	-	500	-	0.1	20	Kierunek do minus	Kierunek do minus



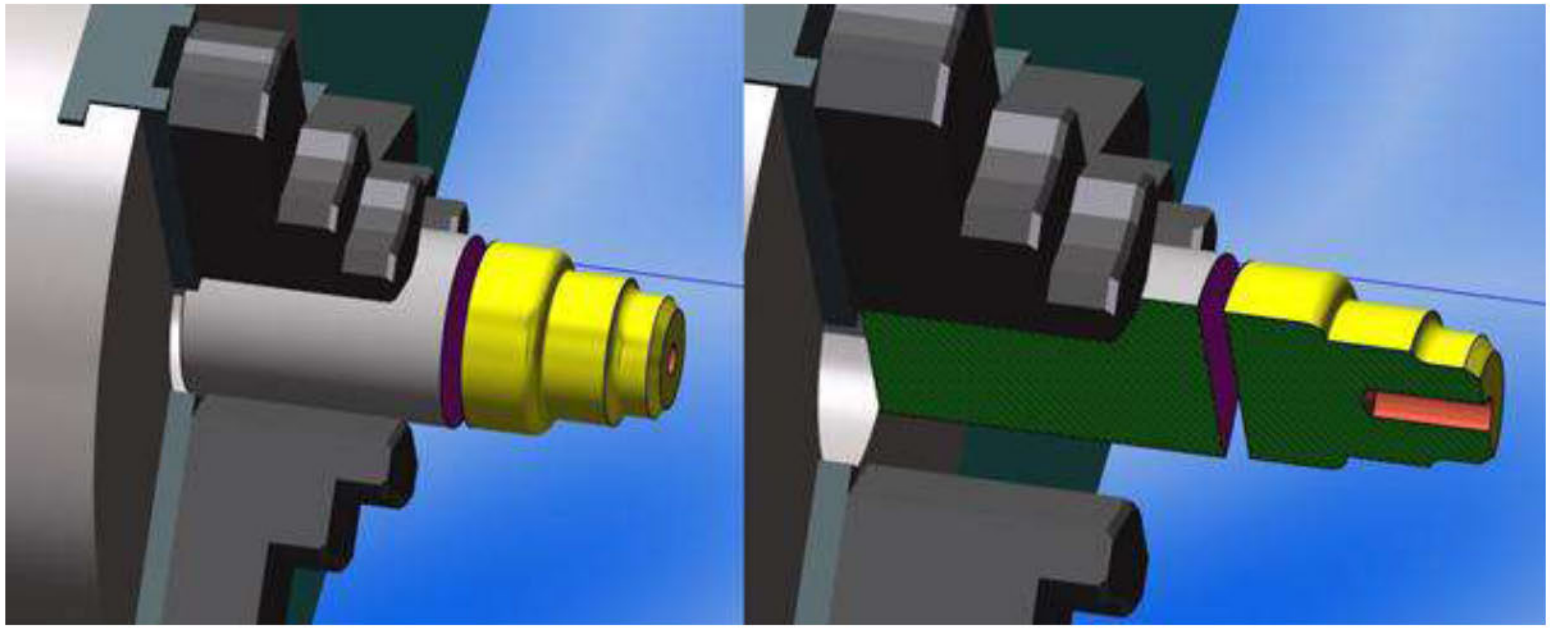




IZOMETRYCZNY
SKALA 2:1

- PUNKT ZEROWY PRZEDMIOTU OBRABIANEGO

```
; Program O0011
N10 G18 G54 G90 G71 G95
N20 T1D1 S1500 M3 F0.1
N30 G0 X34 Z0
N40 G1 X-1
N50 Z2
N60 G0 X27
N70 S1200 F0.2
N80 G1 Z-17.5
N90 X30 Z-20
N100 X34
N110 G0 Z2
N120 X24
N130 G1 Z-17.5
N140 X27 Z-18
N150 X34
N160 G0 Z2
N170 X20
N180 G1 Z-6.5
N190 X24 Z-8
N200 X28
N210 G0 Z2
N220 X16
N230 G1 Z0
N240 X20 Z-2
N250 X24
N260 G0 Z2
N270 X15
N280 G1 Z0
N290 S1500 F0.1
N300 X19 Z-2
N310 Z-6
N320 G2 X23 Z-8 I2 K0
N330 G1 Z-18
N340 G3 X29 Z-21 I0 K-3
N350 G1 Z-33
N360 X34
N370 G0 X100 Z200
N380 T2 D1 S800 F0.2
N390 G0 X0 Z2
N400 G1 Z-3
N410 Z2
N420 G0 X100 Z200
N430 T3 D1 S800 F0.2
N440 G0 X0 Z2
N450 G1 Z-15
N460 Z2
N470 G0 X100 Z200
N480 T4 D1 S500 F0.1
N490 G0 X34 Z0
N500 Z-33
N510 G1 X0.1
N520 X34
N530 G0 X100 Z200
N540 M30
```



Więcej informacji na temat toczenia z wykorzystaniem Cykli obróbkowych:

SINUMERIK 808D Toczenie, część 2: Programowanie (strony 115 - 230)

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/67312673/att_81594/v1/808D_OPT_Part2_Programming_Siemens_1212_pol_pl-PL.pdf

Zadania i czynności trenera:

- Prezentuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych
- Pokazuje źródło i wyjaśnia sposób instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D
- Przedstawia zasady czytania rysunków technicznych przykładowych detali
- Przeprowadza instruktaż dotyczący zasad tworzenia nowego programu obróbczego przykładowego detalu z wykorzystaniem G kodów
- Zadaje i nadzoruje ćwiczenia dotyczące sprawnego poruszania się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS)
- Zadaje i nadzoruje ćwiczenia dotyczące pisania programów obróbczych przykładowych detali z wykorzystaniem cykli obróbkowych
- Prezentuje sposób przeprowadzenia symulacji obróbki
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Wykonuje zadane ćwiczenia
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Przygotowanie tokarek CNC do pracy	**10**	1. Uruchomienie maszyny 2. Najazd na punkt referencyjny / bazowanie obrabiarki 3. Czytanie rysunku technicznego przykładowego detalu 4. Dobór i mocowanie materiału obrabianego 5. Dobór i mocowanie narzędzi niezbędnych do wykonania zadania 6. Wprowadzenie do pamięci maszyny narzędzi niezbędnych do wykonania przykładowego detalu 7. Aktywacja i pomiar narzędzi 8. Ustawienie punktu zerowego przedmiotu obrabianego 9. Tworzenie kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego	1. Poznał sposób uruchamiania tokarki CNC 2. Poznał sposób najazdu na punkt referencyjny 3. Analizuje rysunek techniczny przykładowego detalu 4. Potrafi dobrać i zamocować materiał obrabiany 5. Potrafi dobrać i zamocować narzędzia niezbędne do określonego rodzaju obróbki / operacji 6. Potrafi wprowadzić do pamięci maszyny narzędzia niezbędne do wykonania obróbki przykładowego detalu 7. Poznał sposób aktywacji i pomiaru narzędzi 8. Poznał sposób ustawienia punktu zerowego przedmiotu obrabianego 9. Poznał sposób tworzenia kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego	1. Potrafi uruchomić tokarkę CNC 2. Potrafi wykonać najazd na punkt referencyjny 3. Potrafi przeanalizować rysunek techniczny przykładowego detalu 4. Potrafi dobrać i zamocować materiał obrabiany 5. Potrafi dobrać i zamocować niezbędne do określonego rodzaju obróbki / operacji 6. Potrafi wprowadzić do pamięci maszyny narzędzia niezbędne do wykonania obróbki przykładowego detalu 7. Potrafi aktywować i zmierzyć narzędzia 8. Potrafi ustawić punkt zerowy przedmiotu obrabianego 9. Potrafi utworzyć kolejne punkty zerowe przedmiotu obrabianego

Cele kształcenia

- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności uruchamiania tokarki CNC
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności najazdu na punkt referencyjny tokarki CNC
- Kształtowanie umiejętności analizy rysunku technicznego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności doboru i mocowania materiału obrabianego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności doboru i mocowania narzędzi niezbędnych do określonego rodzaju obróbki / operacji
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności wprowadzania narzędzi do pamięci maszyny
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności aktywacji i pomiaru narzędzi
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności ustawiania punktu zerowego przedmiotu obrabianego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności tworzenia kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego

Metody kształcenia

- Instruktaż
- Pokaz
- Ćwiczenia praktyczne
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe
- Rysunki techniczne przykładowych detali
- Ćwiczenia
- Tokarka CNC
- Materiały do obróbki
- Przyrządy i uchwyty mocujące materiał obrabiany
- Narzędzia skrawające
- Pomocnicze robocze narzędzia ślusarskie
- Narzędzia pomiarowe

Treści

Włączenie i najazd na punkt referencyjny

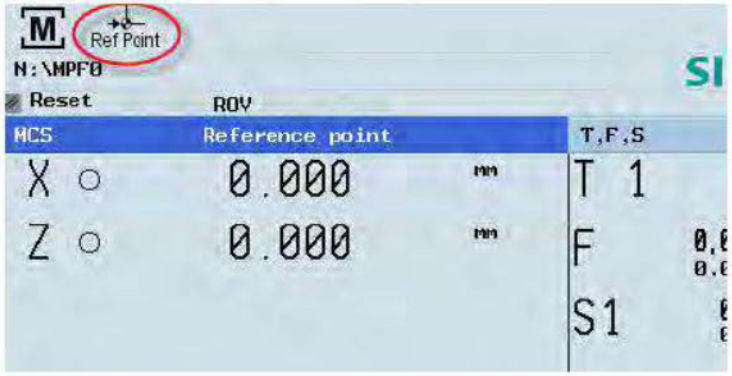
Wskazówka

Podczas włączania sterowania numerycznego i maszyny należy również postępować z instrukcjami z dokumentacji producenta narzędzia, ponieważ procedura włączenia komponentów i najazdu na punkt referencyjny zależy od maszyny.

Kolejność czynności

1. Włączyć zasilanie układu sterowania i maszyny.
2. Zwolnić wszystkie przyciski zatrzymania awaryjnego na maszynie.

   Po uruchomieniu układu sterowania wyświetlane jest domyślnie okno „REF POINT".

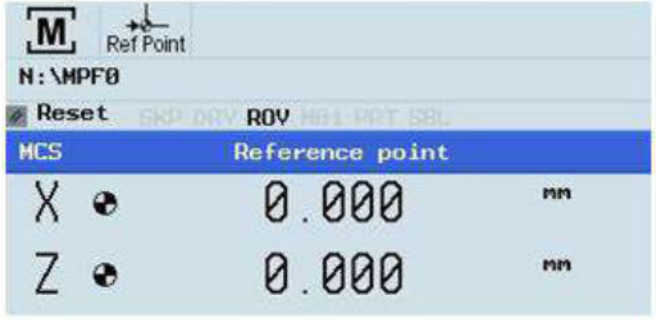


Symbol ○ widoczny przy identyfikatorze osi informuje, że oś nie została jeszcze zaadresowana. Jeśli oś nie jest zaadresowana, symbol ten jest zawsze wyświetlany w aktualnym obszarze roboczym (obróbki maszynowej).



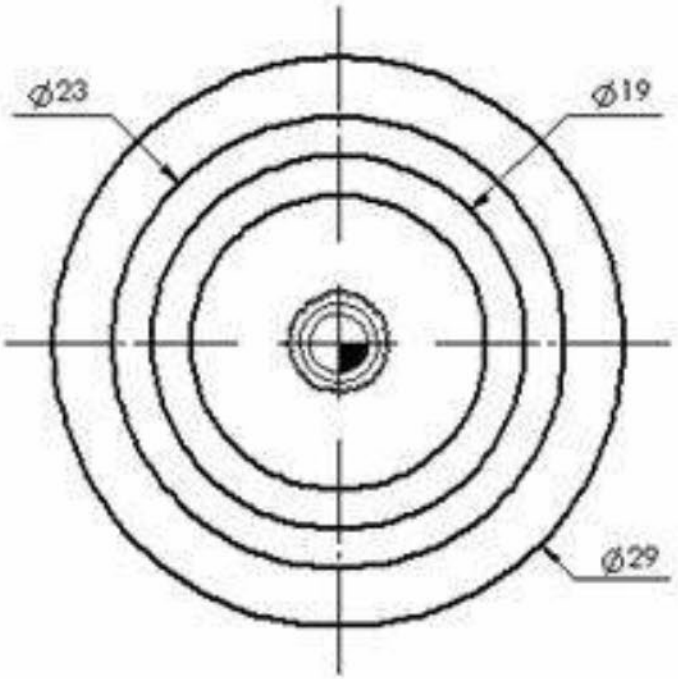
3. Nacisnąć odpowiednie przyciski przesuwu osi na MCP w celu przejazdu osi do punktu referencyjnego.

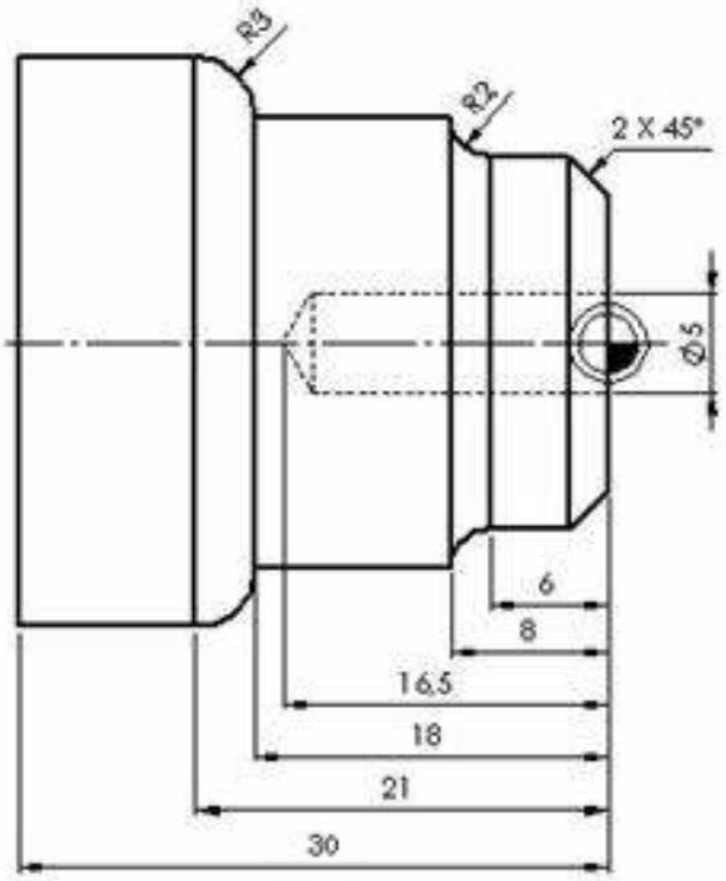
   Jeśli oś jest zaadresowana, przy identyfikatorze osi pojawia się symbol ◔ Symbol ten jest widoczny tylko w oknie „REF POINT".



Należy pamiętać, że kierunki przemieszczania się osi i funkcje przycisków osi zostały zdefiniowane przez producenta maszyny.

Analiza rysunku technicznego przedmiotu obrabianego







IZOMETRYCZNY
SKALA 2:1

- PUNKT ZEROWY PRZEDMIOTU OBRABIANEGO

Przegląd

Podczas pracy z układem sterowania numerycznego wymagane jest skonfigurowanie maszyny, narzędzi itd. w następujący sposób:

- Utworzyć narzędzia i krawędzie tnące.
- Wprowadzić/zmodyfikować narzędzie i przesunięcia robocze.
- Wprowadzić dane ustawcze.

Funkcje przycisków programowych



Naciśnięcie tego przycisku na PPU skutkuje wyświetleniem następującego okna:



①	Wyświetlenie i modyfikacja przesunięć narzędzia	⑦	Ręczny pomiar narzędzia
②	Wyświetlenie i modyfikacja danych zużycia narzędzia	⑧	Utworzenie nowego narzędzia Dodatkowe informacje zawiera punkt „Tworzenie nowego narzędzia (Strona 28)".
③	Wyświetlenie i modyfikacja przesunięć roboczych	⑨	Wyświetlenie menu niższego poziomu ustawień krawędzi tnących Dodatkowe informacje zawiera punkt „Tworzenie nowej krawędzi tnącej (Strona 29)".
④	Wyświetlenie i modyfikacja zmiennych R	⑩	Usunięcie aktualnego wybranego narzędzia z listy narzędzi
⑤	Skonfigurowanie i wyświetlenie list danych ustawczych	⑪	Wyszukanie narzędzia na podstawie jego numeru
⑥	Wyświetlenie zdefiniowanych danych użytkownika		

Utworzenie nowego narzędzia

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno listy narzędzi.



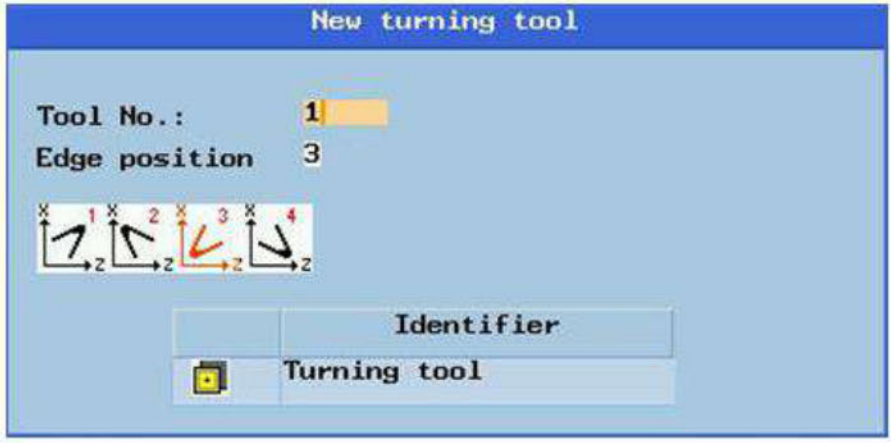
3. Otworzyć menu niższego poziomu, by wybrać typ narzędzia.



4. Wybrać typ narzędzia odpowiednim przyciskiem programowym.

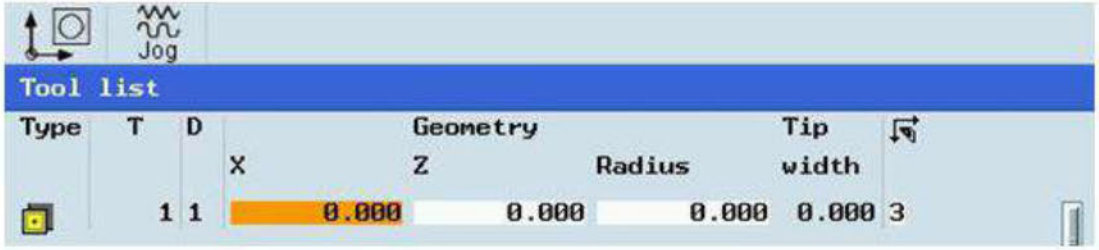
5. Wprowadzić numer narzędzia (zakres wartości: 1-31999; najlepiej wprowadzić wartość mniejszą niż 100) i ustawić krawędź tnącą w następującym oknie.

   Układ sterowania obsługuje maksymalnie 64 narzędzia lub 128 krawędzi tnących.





6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by zatwierdzić ustawienia. W oknie zilustrowanym poniżej wyświetlane są informacje o nowo utworzonym narzędziu.



7. Wprowadzić dane promienia narzędzia.

Tworzenie nowej krawędzi tnącej

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno listy narzędzi.





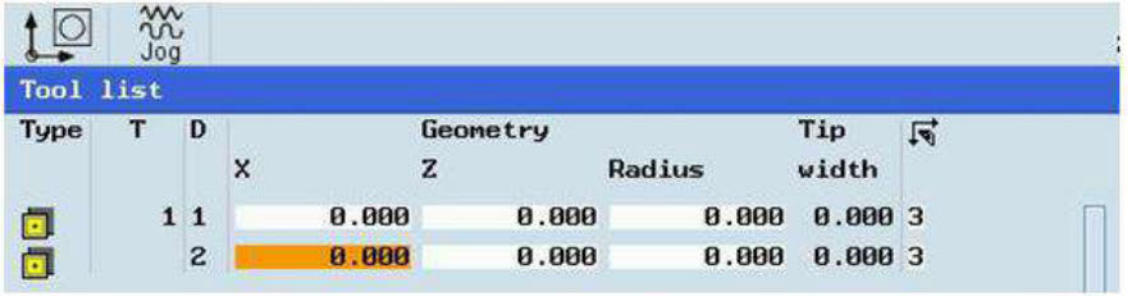
3. Wybrać narzędzie, do którego ma zostać dodana krawędź tnąca.



4. Otworzyć menu niższego poziomu, by wybrać ustawienia krawędzi tnących.

New edge

5. Nacisnąć ten przycisk programowy, by utworzyć nową krawędź dla wybranego narzędzia. Układ sterowania dodaje automatycznie nową krawędź do listy narzędzi.



Należy pamiętać, że do maszyny można załadować dane maksymalnie 128 krawędzi tnących, a każde narzędzie może zawierać maksymalnie 9 krawędzi.

6. Można wprowadzić inne długości i promienie poszczególnych krawędzi

Pozostałe opcje konfigurowania krawędzi tnących:

Reset edge — Wyzerowanie wszystkich wartości przesunięcia wybranej krawędzi

Delete edge — Usunięcie wybranej krawędzi

Wprowadzenie przesunięć narzędzia

Przesunięcia narzędzia składają się z danych opisujących geometrię, zużycie i typ narzędzia. Każde narzędzie zawiera zdefiniowaną liczbę parametrów krawędzi tnących zależną od typu narzędzia. Wartości przesunięć narzędzi mogą pochodzić nie tylko z listy, lecz również z pomiarów

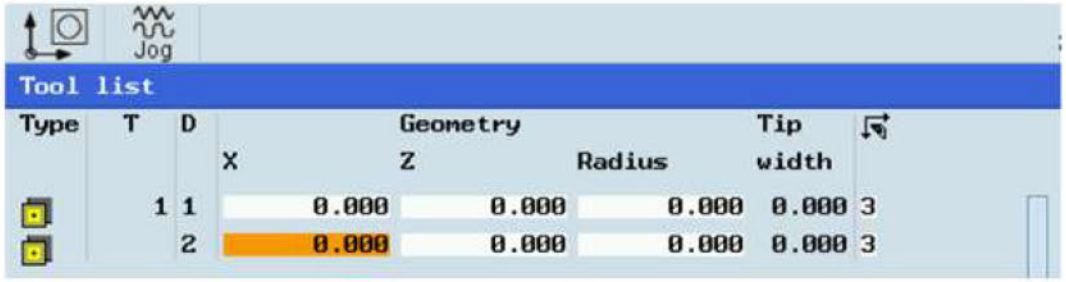
Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno listy narzędzi zawierające listę utworzonych narzędzi i krawędzi.

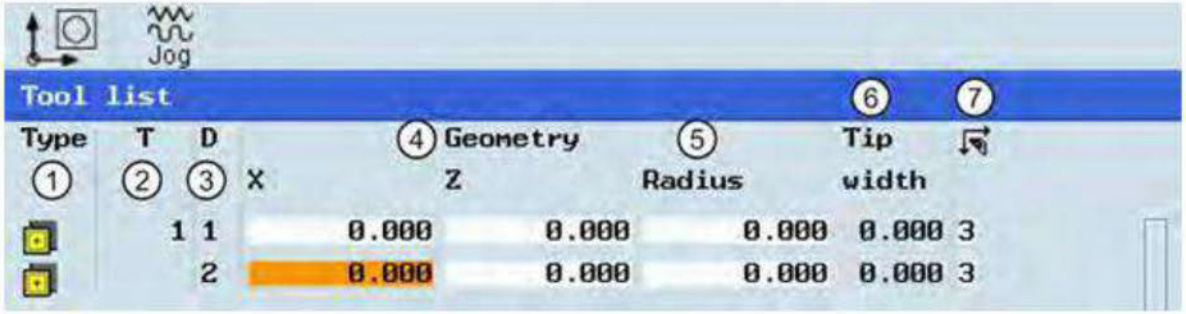


3. Nawigować w liście przyciskami kursora.
4. Wprowadzić wymagane wartości do pól (opisy parametrów przedstawiono w tabeli poniżej).
5. Zatwierdzić wprowadzone wartości tym przyciskiem lub kursorem.



Parametry

Zestawienie parametrów prezentowanych w oknie listy narzędzi zawiera poniższa tabela.



①	Typ narzędzia	⑤	Promień narzędzia
②	Numer narzędzia	⑥	Szerokość wierzchołka krawędzi tnącej (aktywna tylko dla narzędzi do pogłębiania)
③	Numer krawędzi tnącej	⑦	Kierunek krawędzi tnącej
④	Długość narzędzia na osiach X i Z		

Aktywacja narzędzia i uruchamianie wrzeciona

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG”.



3. Otworzyć okno „T, S, M”.

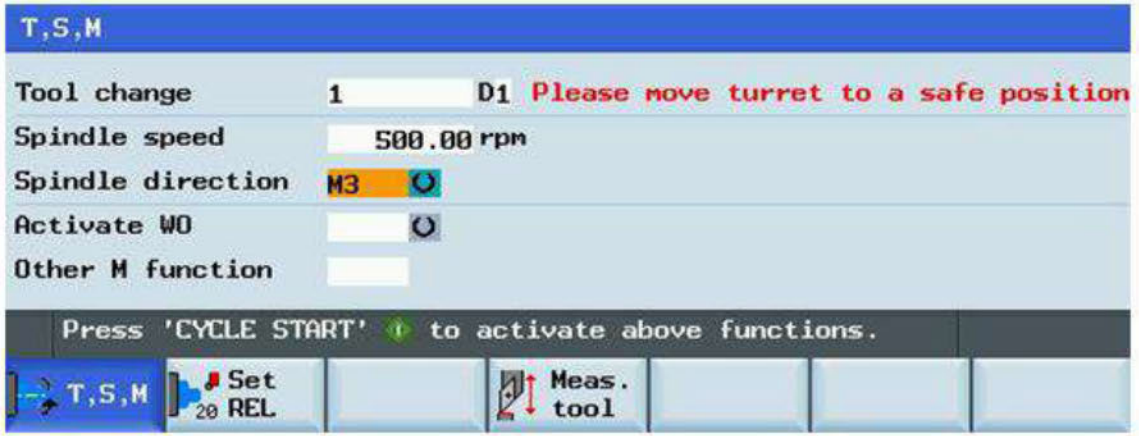
4. Wprowadzić numer narzędzia, numer krawędzi tnącej i prędkość wrzeciona (np. T1, D1 i 500 obr./min.) w oknie „T, S, M”.



5. Zatwierdzić wprowadzone wartości tym przyciskiem lub kursorem.



6. Wybrać kierunek obrotów wrzeciona.
   - M3: Obroty wrzeciona w prawo:
   - M4: Obroty wrzeciona w lewo:





7. Nacisnąć ten przycisk na MCP, by aktywować narzędzie i uruchomić wrzeciono.

Przydzielanie pokrętła ręcznego

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Nacisnąć ten przycisk na MCP.





3. Nacisnąć odpowiedni przycisk przesuwu osi z ikoną pokrętła ręcznego. Pokrętło zostało przydzielone.

Alternatywnie, pokrętła można przydzielić przyciskami programowymi:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno danych maszynowych.



3. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić listę podstawowych danych maszynowych. Wyszukać podstawowe dane maszynowe „14512 USER_DATA_HEX[16]" przyciskami kursora lub następującym przyciskiem programowym, a następnie ustawić 14512[16].7 = 1.





4. Potwierdzić wprowadzoną wartość.



5. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by aktywować zmianę wartości. Układ sterowania zostanie uruchomiony ponownie z wczytaniem nowej wartości.



6. Po uruchomieniu sterowania wybrać pożądany obszar roboczy.



7. Nacisnąć ten przycisk na MCP.



8. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno przydziału pokręteł ręcznych.



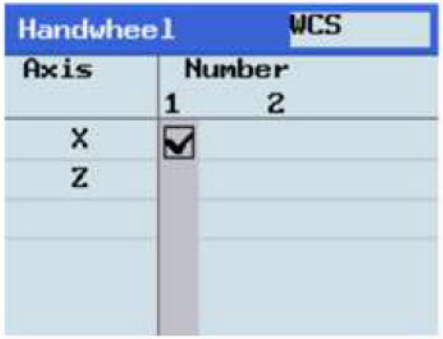


9. Wybrać pokrętło o odpowiednim numerze przyciskiem przemieszczenia kursora w lewo lub w prawo.





10. Nacisnąć odpowiedni przycisk programowy osi, by przydzielić pokrętło lub usunąć przydział.
    Symbol „☑" widoczny w oknie informuje o przydzieleniu pokrętła do wskazanej osi.









11. Wybrać wymagany przyrost korekcji. Wybraną oś można teraz przemieszczać pokrętłem ręcznym.

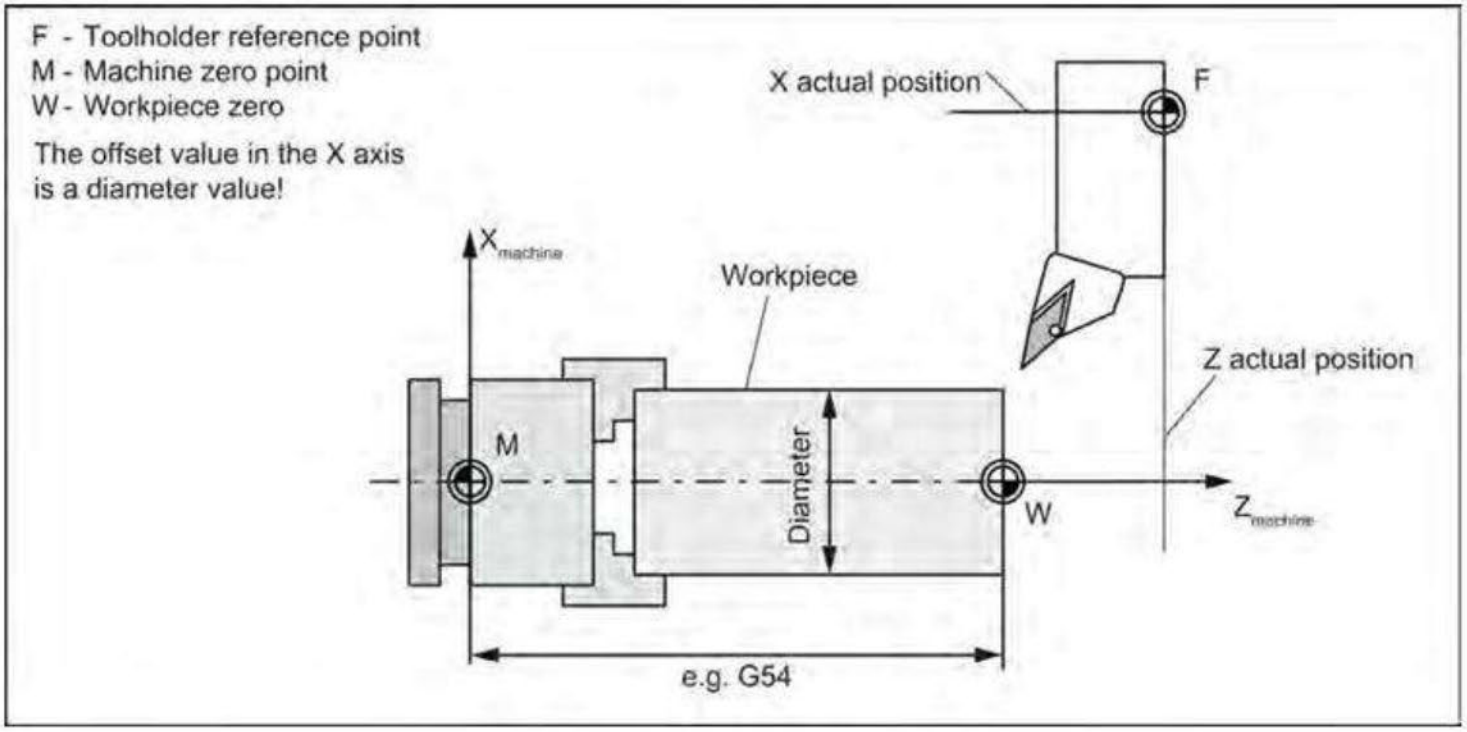
Pomiar narzędzia (ręcznie)

Przegląd

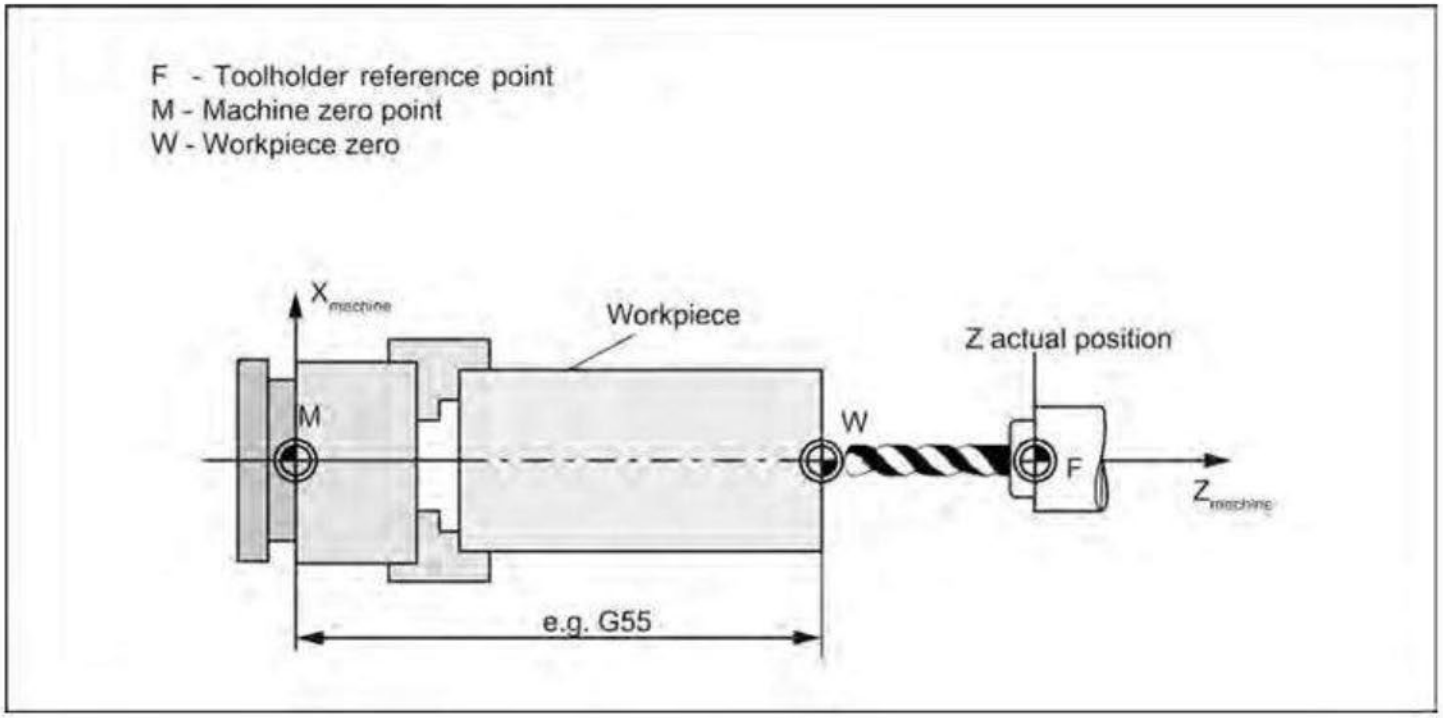
Geometrie narzędzia skrawającego muszą być brane pod uwagę podczas realizacji programu obróbki. Są one przechowywane na liście narzędzi jako dane przesunięcia narzędzia. Po każdym wczytaniu narzędzia program sterujący uwzględnia jego dane przesunięcia.

Dane przesunięcia narzędzia, a w tym długość, promień i średnicę można zmierzyć i wprowadzić lub pobrać z listy narzędzi (dodatkowe informacje w punkcie „Wprowadzenie przesunięć narzędzia (Strona 30)”).

Układ sterowania może wyliczyć wartość przesunięcia przypisaną długościom na osiach X i Z na podstawie rzeczywistego położenia punktu F (współrzędna maszyny) i punktu referencyjnego.



Wyznaczanie przesunięć długości na przykładzie narzędzia do toczenia



Wyznaczanie przesunięć długości na przykładzie wiertła: Długość 1/oś Z

Kolejność czynności

Pomiar narzędzia w kierunku X



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG”.



3. Otworzyć okno ręcznego pomiaru narzędzia.



4. Nacisnąć pionowy przycisk programowy, by zmierzyć narzędzie w kierunku X.



5. Zbliżyć narzędzie do przedmiotu w kierunku X.

...





6. Przejść w tryb „HANDWHEEL”.







7. Wybrać odpowiednią korekcję prędkości, a następnie zetknąć narzędzie z odpowiednią krawędzią przedmiotu, przemieszczając narzędzie pokrętłem ręcznym.



8. Wprowadzić średnicę przedmiotu w polu „Ø” (np. 50 mm).





9. Zapisać wartość długości na osi X. Uwzględniane są średnica i promień narzędzia oraz położenie krawędzi tnącej.

Pomiar narzędzia w kierunku Z.



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG”.



3. Otworzyć okno ręcznego pomiaru narzędzia.

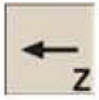


4. Nacisnąć pionowy przycisk programowy, by zmierzyć narzędzie w kierunku Z.



5. Zbliżyć narzędzie do przedmiotu w kierunku Z.

...





6. Przejść w tryb „HANDWHEEL”.



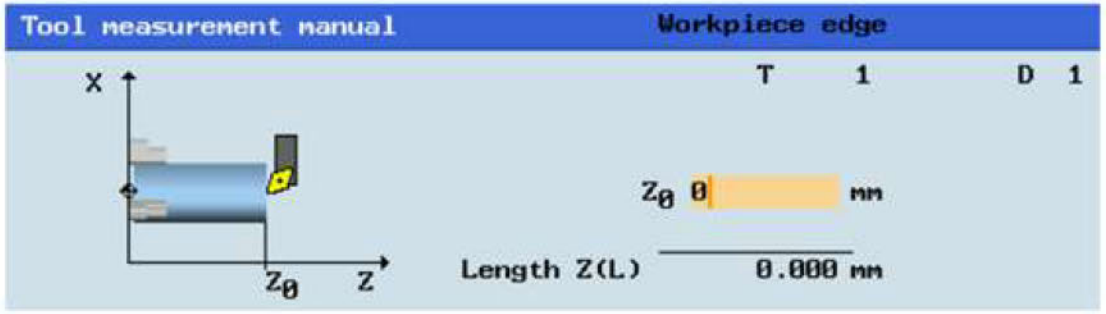




7. Wybrać odpowiednią korekcję prędkości, a następnie zetknąć narzędzie z odpowiednią krawędzią przedmiotu, przemieszczając narzędzie pokrętłem ręcznym.



8. Wprowadzić „0” jako odległość pomiędzy wierzchołkiem narzędzia i krawędzią przedmiotu w polu „ZØ”.





9. Zapisać wartość długości na osi Z.

Powtórzyć powyższe czynności dla pozostałych narzędzi i upewnić się, że przed rozpoczęciem obróbki zmierzone zostały wszystkie narzędzia (ułatwi to wymianę narzędzi).

Konfigurowanie przedmiotu

Wprowadzanie i zmienianie przesunięć roboczych

Funkcjonalność

Po zbliżeniu się maszyny do punktu referencyjnego rzeczywista wartość współrzędnej osi wynika z punktu zerowego maszyny (M) w układzie współrzędnych maszyny. Niemniej jednak, program obróbki odnosi się zawsze do punktu zerowego przedmiotu (W) z układu współrzędnych przedmiotu. Przesunięcie to musi zostać wprowadzone jako przesunięcie robocze.

Niezależnie od pomiaru przesunięć roboczych poprzez stykanie narzędzia z przedmiotem, wartości te można również wprowadzić następująco:

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć listę przesunięć roboczych. Lista zawiera wartości przesunięć bazowych zaprogramowanego przesunięcia roboczego oraz aktywne współczynniki skalowania, widok odbicia lustrzanego i sumę wszystkich aktywnych przesunięć roboczych.
3. Ustawić kursor w polach wymagających edytowania przyciskami kursora i wprowadzić wartości.

	X mm	Z mm	SP °
G500	0.000	0.000	0.000
G54	0.000	0.000	0.000
G55	0.000	0.000	0.000
G56	0.000	0.000	0.000
G57	0.000	0.000	0.000
G58	0.000	0.000	0.000
G59	0.000	0.000	0.000
Program	0.000	0.000	0.000
Scale	1.000	1.000	1.000
Mirror	0	0	0
Total	0.000	0.000	0.000

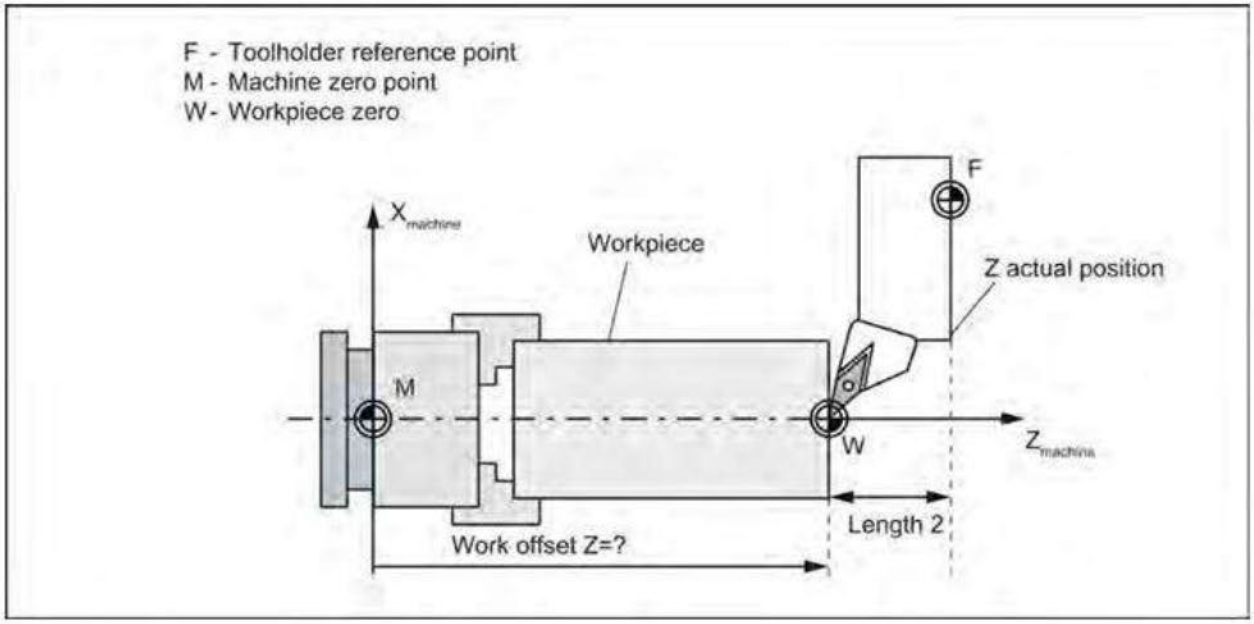


4. Potwierdzić wprowadzone wartości. Zmiany w przesunięciach roboczych zostają aktywowane natychmiast.

Pomiar przedmiotu

Przegląd

Należy wybrać okno zawierające odpowiednie przesunięcie robocze (np. G54) oraz oś, dla której ma zostać wyznaczone przesunięcie. Przykład sposobu wyznaczania przesunięcia roboczego na osi Z przedstawia poniższy wykres.



Wyznaczanie przesunięcia roboczego na osi Z

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć listę przesunięć roboczych.



4. Otworzyć okno pomiaru przesunięć roboczych. Należy zauważyć, że ten pionowy przycisk programowy jest aktywny tylko w trybie „JOG”.



5. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wybrać kierunek pomiaru.



...



6. Dosunąć narzędzie zmierzone poprzednio do przedmiotu w kierunku Z.



7. Przejść w tryb „HANDWHEEL”.







8. Wybrać odpowiednią korekcję prędkości, a następnie zetknąć narzędzie z odpowiednią krawędzią przedmiotu, przemieszczając narzędzie pokrętłem ręcznym.



9. Wybrać płaszczyznę przesunięcia (np. G54).



10. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy. Przesunięcie robocze na osi Z jest wyliczane automatycznie i wyświetlane w polu przesunięcia.



11. Powtórzyć powyższe czynności, by ustawić przesunięcie robocze na osi X.

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/434/67316434/att_45939/v1/808D_OPT_Part1_Operation_1212_pol_pl-PL.pdf
https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/cnc4you-videos/ttt-turn/808d-tutorials-turning.html

Zadania i czynności trenera:

- Demonstruje sposób uruchamiania tokarki CNC
- Demonstruje sposób najazdu na punkt referencyjny tokarki CNC
- Analizuje z grupą rysunek techniczny przedmiotu obrabianego
- Demonstruje sposób mocowania materiału obrabianego
- Analizuje z grupą dobór narzędzi niezbędnych do określonego rodzaju obróbki / operacji
- Demonstruje sposób mocowania narzędzi
- Demonstruje sposób wprowadzania narzędzi do pamięci maszyny
- Demonstruje sposób aktywacji i pomiaru narzędzi
- Demonstruje sposób ustawiania punktu zerowego przedmiotu obrabianego
- Demonstruje sposób tworzenia kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego
- Nadzoruje czynności kursantów w czasie ćwiczeń
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Wykonuje polecenia trenera
- Uruchamia tokarkę CNC
- Wykonuje najazd na punkt referencyjny tokarki CNC
- Analizuje z grupą rysunek techniczny przedmiotu obrabianego
- Mocuje materiał obrabiany
- Analizuje z grupą dobór narzędzi niezbędnych do określonego rodzaju obróbki / operacji
- Mocuje narzędzia
- Wprowadzania narzędzia do pamięci maszyny
- Aktywuje narzędzia
- Dokonuje pomiaru narzędzi
- Ustawia punk zerowy przedmiotu obrabianego
- Tworzy kolejne punkty zerowe przedmiotu obrabianego
- Uczestniczy w pogadance

Wykonywanie obróbki na tokarkach CNC	**20**	1. Przesyłanie programów do maszyny 2. Wywołanie właściwego programu obróbczego 3. Symulacja obróbki 4. Wykonanie obróbki przykładowego detalu	1. Poznał sposoby przesyłania programów do maszyny 2. Poznał sposób wywołania właściwego programu obróbczego 3. Przeprowadza symulacje obróbki 4. Wykonuje obróbkę przykładowego detalu	1. Zna sposoby przesyłania programów do maszyny 2. Zna sposób wywołania właściwego programu obróbczego 3. Przeprowadza symulacje obróbki 4. Wykonuje obróbkę przykładowego detalu

Cele kształcenia

- Poznanie sposobów przesyłania programów do maszyny
- Poznanie sposobów wywołania właściwego programu obróbczego
- Kształtowanie umiejętności przeprowadzania symulacji obróbki
- Kształtowanie umiejętności wykonywania obróbki

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka
- Instruktaż
- Ćwiczenia praktyczne

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe
- Rysunki techniczne przykładowych detali
- Ćwiczenia
- Tokarka CNC

Treści

Przykład ćwiczenia

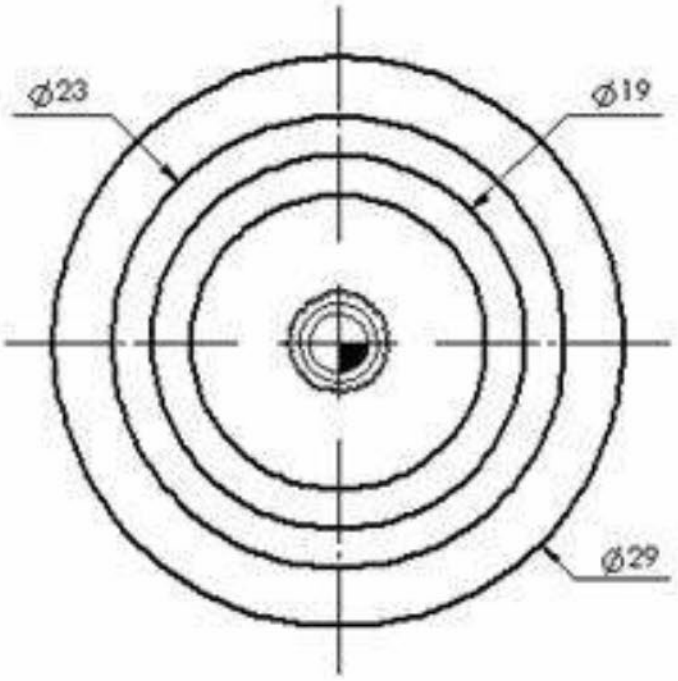
Wykonując poniższe czynności przeprowadź obróbkę poniższego detalu. Plik programu znajduje się na nośniku USB
- Uruchom maszynę
- Wykonaj najazd na punkt referencyjny
- Zamocuj materiał do obróbki
- Zamocuj odpowiednie narzędzia do przeprowadzenia obróbki
- Wykonaj pomiar narzędzi i przedmiotu obrabianego
- Przenieś program z nośnika USB do sterowania maszyny
- Wyszukaj i otwórz program obróbczy
- Przeprowadź symulację obróbki
- Wykonaj obróbkę detalu
- Zadanie wykonaj z zachowaniem przepisów BHP

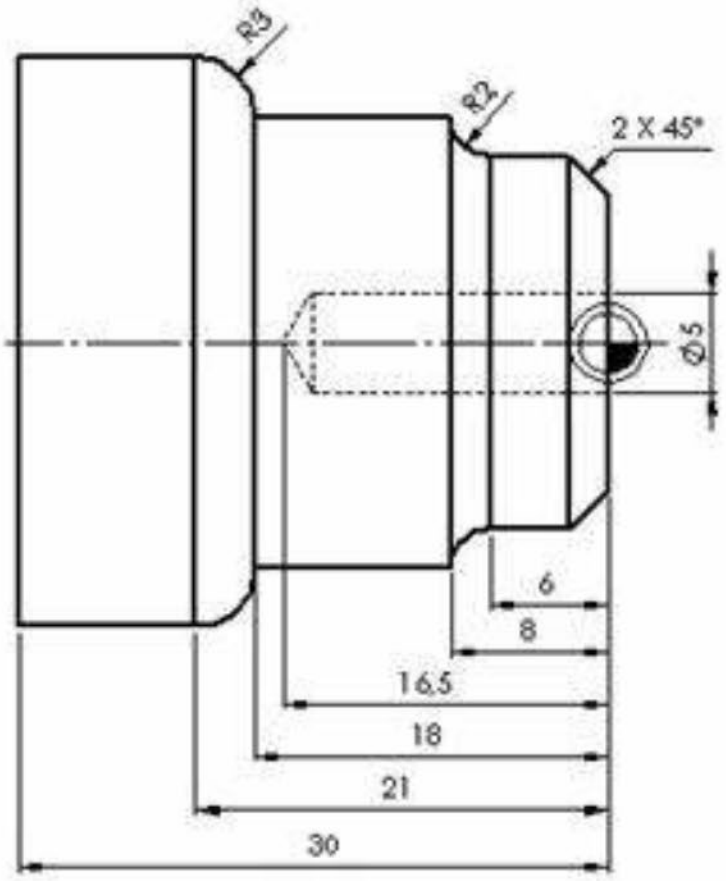
Karta przygotowawcza

Informacje ogólne	
Obrabiarka	Tokarka CNC
Sterowanie	SINUMERIK 808D
Autor programu	AS
Wydział	Ożarów
Numer programu	O0011
Nazwa	WAŁEK 11
Numer identyfikacyjny rysunku	O0011
Przedmiot obrabiany	
Walec	Walec Ø30 L75
Materiał	PA Typ 6 lub Aluminium
Mocowanie materiału obrabianego	
Uchwyt zaciskowy	Trójszczękowy 125
Szczęki	Twarde
Głębokość mocowania materiału	35 mm
Rejestr punktu zerowego	
Prawa strona – środek przedmiotu obrabianego	X0/Z-0.5
Dojazdy, odjazdy i naddatki na wykończenie podczas obróbki przedmiotu	
Naddatek na obróbkę wykańczającą	X = 0.5 mm na stronę / Z = 0.5 mm
Odległość odejścia/dojścia od/do konturu podczas obróbki (przyrostowo)	X = 2 mm na stronę / Z = 2 mm

System narzędziowy

Nazwa narzędzia	Numer gniazda głowicy narzędziowej /numer korektora w programie	Prędkość skrawania S (obr/min)		Posuw F (mm/obr)		Maksymalna głębokość skrawania na stronę (mm)	Rodzaj obróbki/kierunek skrawania	
		Obr. zgrubna	Obr. wykań.	Obr. zgrubna	Obr. wykań.		Oś X	Oś Z
Nóż kątowy prawy	T1D1	1200	1500	0.2	0.1	2	Kierunek do minus	Kierunek do minus
Nawiertak 3.15x8x3.9	T2D1	-	800	-	0.2	3	0	Kierunek do minus
Wiertło kręte Ø 5	T3D1	-	800	-	0.2	20	0	Kierunek do minus
Przecinak (szerokość płytki 3 mm)	T4D1	-	500	-	0.1	20	Kierunek do minus	Kierunek do minus



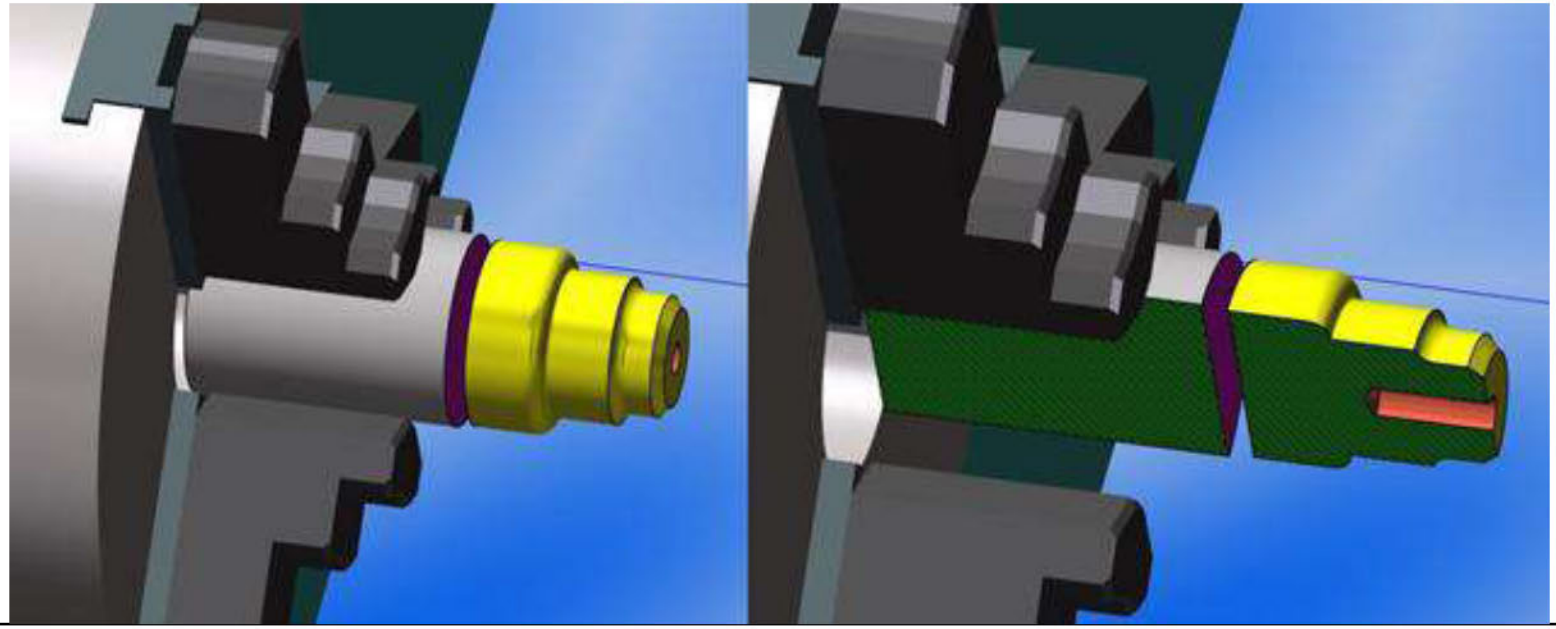




IZOMETRYCZNY
SKALA 2:1

- PUNKT ZEROWY PRZEDMIOTU OBRABIANEGO

```
; Program O0011
N10 G18 G54 G90 G71 G95
N20 T1D1 S1500 M3 F0.1
N30 G0 X34 Z0
N40 G1 X-1
N50 Z2
N60 G0 X27
N70 S1200 F0.2
N80 G1 Z-17.5
N90 X30 Z-20
N100 X34
N110 G0 Z2
N120 X24
N130 G1 Z-17.5
N140 X27 Z-18
N150 X34
N160 G0 Z2
N170 X20
N180 G1 Z-6.5
N190 X24 Z-8
N200 X28
N210 G0 Z2
N220 X16
N230 G1 Z0
N240 X20 Z-2
N250 X24
N260 G0 Z2
N270 X15
N280 G1 Z0
N290 S1500 F0.1
N300 X19 Z-2
N310 Z-6
N320 G2 X23 Z-8 I2 K0
N330 G1 Z-18
N340 G3 X29 Z-21 I0 K-3
N350 G1 Z-33
N360 X34
N370 G0 X100 Z200
N380 T2 D1 S800 F0.2
N390 G0 X0 Z2
N400 G1 Z-3
N410 Z2
N420 G0 X100 Z200
N430 T3 D1 S800 F0.2
N440 G0 X0 Z2
N450 G1 Z-15
N460 Z2
N470 G0 X100 Z200
N480 T4 D1 S500 F0.1
N490 G0 X34 Z0
N500 Z-33
N510 G1 X0.1
N520 X34
N530 G0 X100 Z200
N540 M30
```



Zadania i czynności trenera:

- Omawia i demonstruje przesyłanie programów do maszyny
- Omawia i demonstruje wywołanie właściwego programu obróbczego
- Omawia i demonstruje przeprowadzanie korekcji narzędzia
- Zadaje i nadzoruje ćwiczenia dotyczące wykonywania obróbki
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Wykonuje zadane ćwiczenia
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Programowanie frezarek CNC z wykorzystaniem programów komputerowych	**25**	1. Programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych – symulator CNC Sinumerik 808D / MTS itp. 2. Czytanie rysunku technicznego przykładowego detalu 3. Porusza się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS) 4. Tworzenie nowego programu obróbczego – G kody 5. Tworzenie nowego programu obróbczego – Cykle 6. Edycja istniejącego programu obróbczego 8. Symulacja obróbki	1. Poznał programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych – symulator CNC Sinumerik 808D / MTS itp. 2. Poznał źródło i sposób instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D 3. Poznał zasady czytania rysunku technicznego przykładowego detalu 4. Porusza się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS) 5. Zna zasady tworzenia nowego programu obróbczego przykładowego detalu z wykorzystaniem G kodów 6. Pisze nowe programy obróbcze przykładowych detali z wykorzystaniem G kodów 7. Zna zasady tworzenia nowego programu obróbczego przykładowego detalu z wykorzystaniem cykli obróbkowych 8. Pisze nowe programy obróbcze przykładowych detali z wykorzystaniem cykli obróbkowych 9. Potrafi edytować istniejący program obróbczy 10. Potrafi przeprowadzić symulację obróbki	1. Zna programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych – symulator CNC Sinumerik 808D / MTS itp. 2. Zna źródło i sposób instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D 3. Czyta rysunki techniczne detali 4. Sprawnie porusza się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS) 5. Tworzy i pisze nowe programy obróbcze detali z wykorzystaniem G kodów 6. Tworzy i pisze nowe programy obróbcze detali z wykorzystaniem cykli obróbkowych 7. Edytuje istniejące programy obróbcze 8. Przeprowadza symulację obróbki

Cele kształcenia

- Poznanie programów komputerowych wspomagających wykonywanie zadań zawodowych
- Poznanie sposobu instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności czytania rysunku technicznego
- Poznanie zasad tworzenia nowego programu obróbczego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności poruszania się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS)
- Poznanie zasad i kształtowanie tworzenia, pisania i edycji programów obróbczych z wykorzystaniem G kodów
- Poznanie zasad i kształtowanie tworzenia, pisania i edycji programów obróbczych z wykorzystaniem cykli obróbkowych
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności przeprowadzania symulacji obróbki

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka
- Instruktaż
- Ćwiczenia praktyczne

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe
- Rysunki techniczne przykładowych detali
- Ćwiczenia

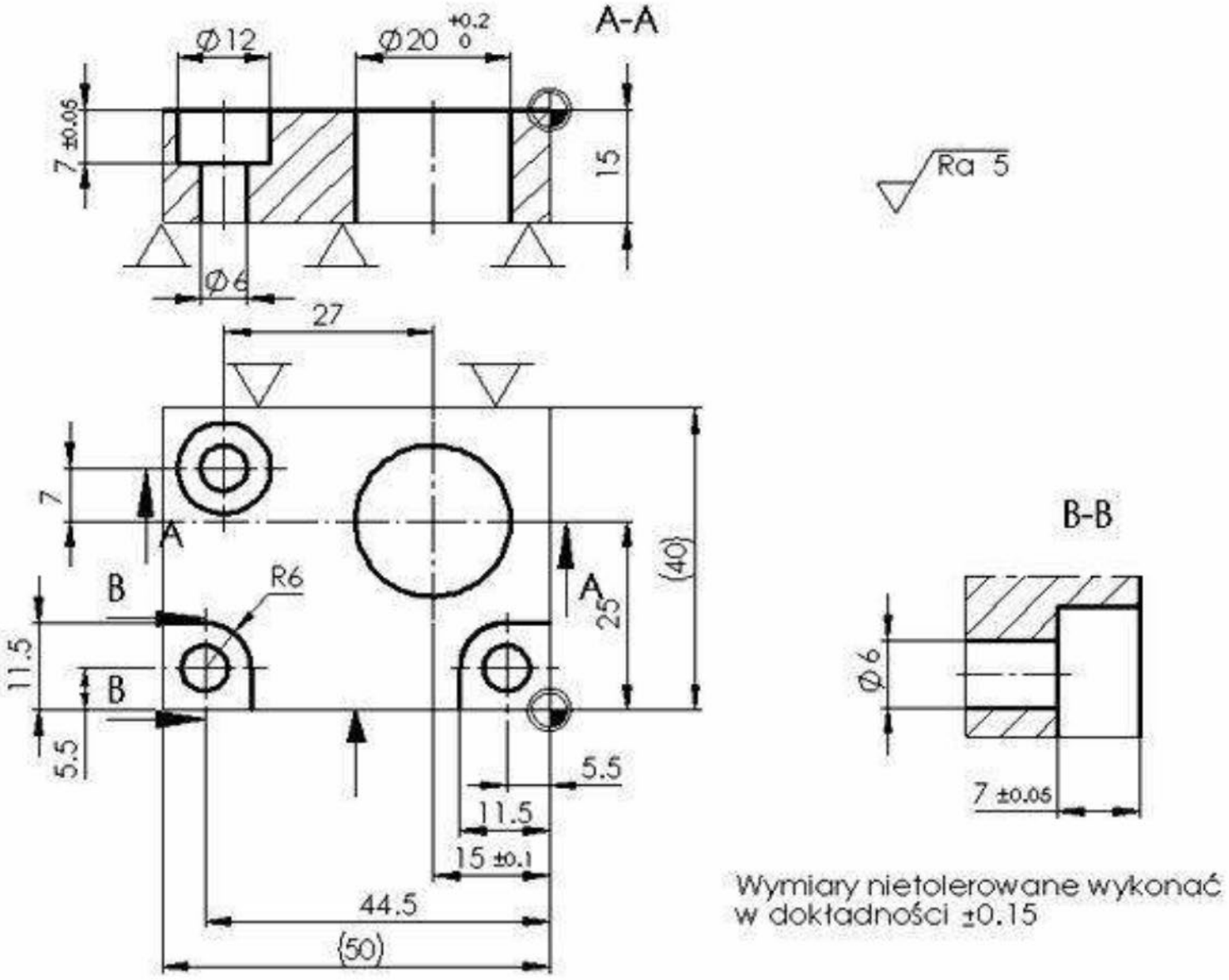
Treści

Link do pobrania – symulator CNC Sinumerik 808D
Źródło:
https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/808d-on-pc/808d-on-pc-v4-6.html

Instalacja symulatora jest nieodpłatna, a po krótkiej aktywacji na czas nieokreślony. W przypadku awarii, uszkodzenia lub konieczności formatowania komputera bez przeszkód można przeprowadzić ponowną instalację i aktywację.

Samouczek SINUMERIK 808D Frezowanie
Źródło:
https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/cnc4you-videos/ttt-mill/808d-tutorials-milling.html

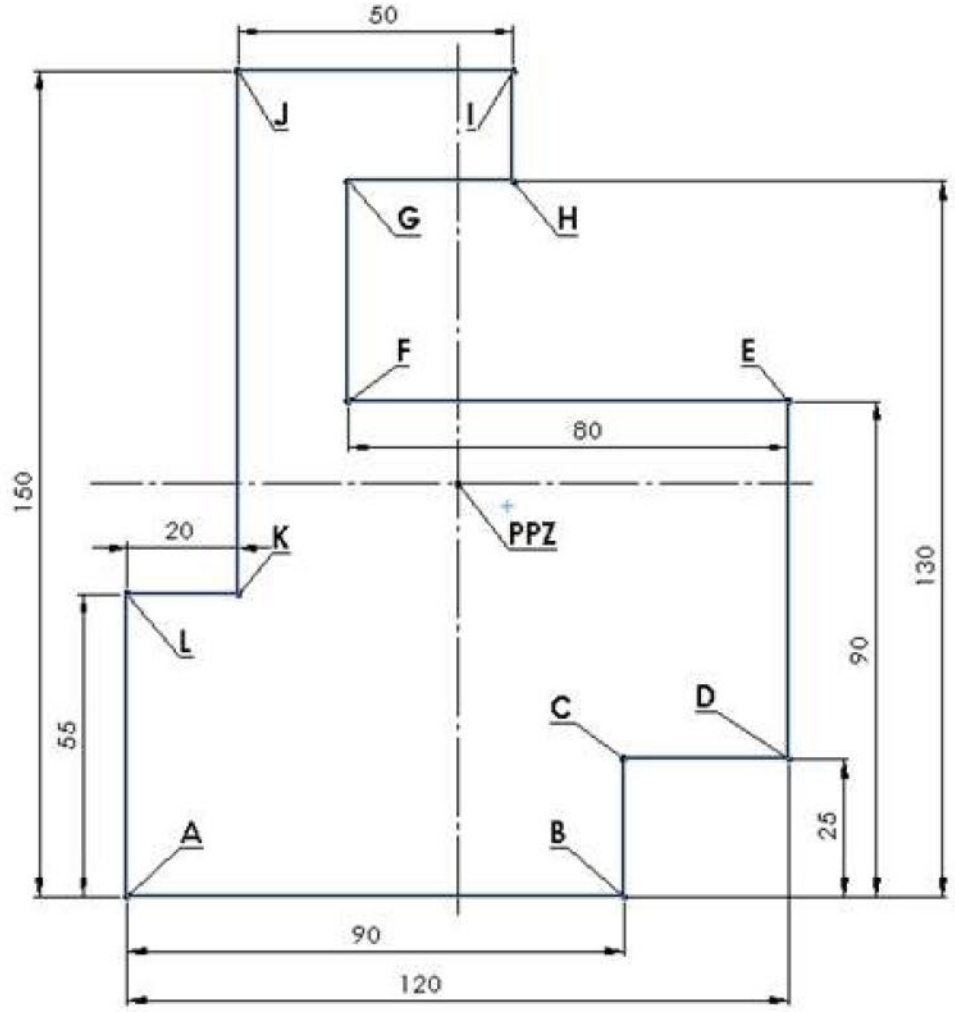
Rysunek przykładowego detalu



Poruszanie się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS)

Ćwiczenie 1

Wypełnij tabelę. Do wpisania masz współrzędne poszczególnych punktów zaznaczonych na rysunku. Początek układu współrzędnych przedmiotu obrabianego znajduje się w punkcie PPZ **i tam narzędzie jest już ustawione**. Punkt PPZ jest zarówno punktem początkowym jak i końcowym ścieżki po której ma się poruszać narzędzie.. Współrzędne punktów początkowego PPZ oraz końcowego PPZ już wpisałem. Zadanie wykonaj stosując wymiarowanie absolutne i przyrostowe.



wymiarowanie absolutne/bezwzględne G90			wymiarowanie przyrostowe G91		
punkt	Oś X	Oś Y	punkt	Oś X	Oś Y
PPZ	0	0	PPZ	0	0
A	-60	-75	A	-60	-75
B	30	-75	B	90	0
C	30	-50	C	0	25
D	60	-50	D	30	0
E	60	15	E	0	65
F	-20	15	F	-80	0
G	-20	55	G	0	40
H	10	55	H	30	0
I	10	75	I	0	20
J	-40	75	J	-50	0
K	-40	-20	K	0	-95
L	-60	-20	L	-20	0
A	-60	-75	A	0	-55
PPZ	0	0	PPZ	60	75

Tworzenie nowego programu obróbczego

Tworzenie programu obróbki obrabiarki sterowanej numerycznie powinno być poprzedzone wykonaniem planu obróbki, analizą procesu technologicznego obróbki przedmiotu. Tok prac przygotowawczych powinien zawierać następujące elementy:

1. Analiza rysunku obrabianego przedmiotu

- ustalenie punktu zerowego przedmiotu
- ustalenie układu współrzędnych
- obliczenie brakujących wartości współrzędnych

2. Ustalenie przebiegu obróbki

- jakie narzędzia i w jakiej kolejności będą używane do obróbki
- kolejność wykonywania poszczególnych elementów obrabianego przedmiotu
- które elementy powtarzają się i powinny być zapisane w podprogramie

3. Zestawienie planu pracy

- ustalenie procesów obróbkowych w maszynie:
- posuwy szybkie
- wymiana narzędzia
- ustalenie płaszczyzny obróbki
- odsunięcie w celu wykonania pomiaru kontrolnego
- załączenie/wyłączenie wrzeciona, chłodziwa
- wywołanie narzędzia i korekcji narzędzia

4. Zapisanie każdego kroku jako bloku
5. Połączenie poszczególnych kroków w program

Opracowano na podstawie materiałów KOWEZIU

Źródło:
https://strefainzyniera.pl/artykul/1165/struktura-programu-sterowania-maszyn-sterowanych-numerycznie

Tworzenie programu obróbki

By utworzyć program obróbki, należy:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Wejść do folderu, w którym zostanie utworzony nowy program.



3. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by otworzyć okno tworzenia nowego programu.

5. Wprowadzić nazwę nowego programu. W przypadku tworzenia programu głównego wprowadzanie rozszerzenia pliku (.MPF) nie jest wymagane. Jeśli ma zostać utworzony podprogram, konieczne jest wpisanie rozszerzenia pliku (.SPF). Nazwa programu może zawierać maksymalnie 24 znaki łacińskie lub 12 znaków chińskich. Nie należy stosować znaków specjalnych w nazwach programów.



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, potwierdzić wpis. Wyświetlone zostanie okno edytora programów obróbki. Wprowadzić bloki do okna. Bloki zostaną zapisane automatycznie. Nowy program został utworzony.

Tworzenie nowego programu obróbczego – Cykle obróbkowe

Programowanie dowolnego konturu

Funkcjonalność

Funkcja programowania dowolnego konturu umożliwia tworzenie prostych i złożonych konturów.

Edytor konturów (FKE) wylicza wszystkie brakujące parametry natychmiast, gdy staną się dostępne inne parametry niezbędne do wyliczenia. Elementy konturu można połączyć i przenieść do edytowanego programu obróbki.

Edytor konturów (FKE)

Wykonać następujące czynności, by wyświetlić okno edytora konturu:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać plik programu i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć plik w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.

Funkcje przycisków programowych



①	Element został wybrany przyciskami kursora. Ten przycisk programowy powiększa wycinek obrazu zawierający wybrany element.	⑤	Nacisnąć ten przycisk programowy, by przełączyć wybrane elementy. Ten przycisk programowy realizuje tę samą funkcję, co następujący przycisk: 

②	Automatyczne powiększenie lub zmniejszenie widoku graficznego	⑥	Zdefiniowanie bieguna do programowania konturów we współrzędnych biegunowych. Biegun można wprowadzić tylko w bezwzględnych współrzędnych kartezjańskich.
③	Po naciśnięciu tego przycisku programowalnego można przemieszczać czerwony krzyż nitek przyciskami kursora i wybrać szczegół rysunku do wyświetlenia. Po zdezaktywowaniu tego przycisku programowego fokus wprowadzania danych jest ponownie ustawiany na łańcuchu konturów.	⑦	Wyjście z edytora konturów i powrót do okna edytora programów bez przenoszenia ostatnio wyedytowanych wartości do programu głównego.
④	Po naciśnięciu tego przycisku programowego oprócz odpowiedniego parametru wyświetlana jest grafika pomocnicza. Ponowne naciśnięcie tego przycisku programowego powoduje wyjście z trybu wyświetlania pomocy.	⑧	Zapisanie ustawień punktu początkowego

Programowanie konturu

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Nacisnąć ten przycisk programowy.

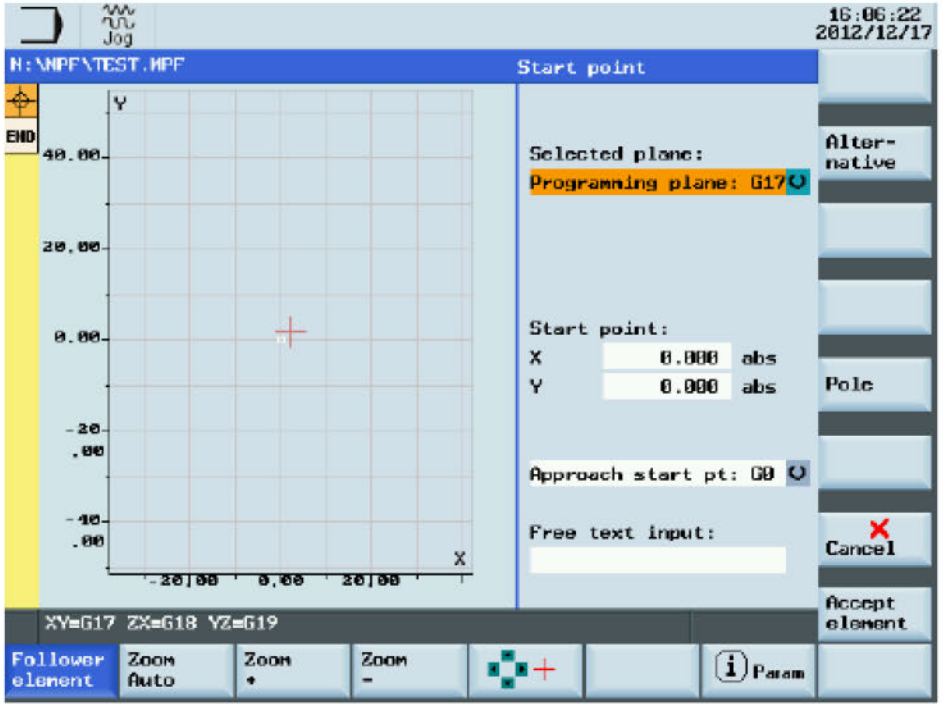
3. Wybrać program przyciskami kursora.



4. Nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program.



5. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.



Ponowna kompilacja



Po otwarciu w edytorze programów programu edytowanego w edytorze konturów ustawienie kursora w wierszu poleceń programu konturu i naciśnięcie tego przycisku programowego skutkuje otwarciem okna głównego edytora konturów i możliwe jest ponowne skompilowanie istniejącego konturu.

Wskazówka

Podczas ponownej kompilacji tworzone są ponownie tylko te elementy konturu, które zostały utworzone w edytorze konturów. Wszystkie zmiany wprowadzone bezpośrednio do tekstu programu są tracone. Niemniej jednak, możliwe jest późniejsze wstawienie i edytowanie tekstów zdefiniowanych przez użytkownika, które nie są tracone.

Definiowanie punktu początkowego

Podczas wchodzenia do konturu należy rozpocząć od pozycji, która jest już znana i wprowadzić ją jako punkt początkowy.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać plik programu i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć plik w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.

5. Wybierać pola wprowadzania danych przyciskami kursora na PPU.



6. Nacisnąć ten przycisk programowy lub następujący przycisk, by przełączyć wybrane elementy.



Wprowadzić odpowiednie wartości.

Naciskając następujący przycisk programowy, można również zdefiniować biegun do programowania konturu we współrzędnych biegunowych:



Biegun ten można również zdefiniować lub zmodyfikować później. Programowanie współrzędnych biegunowych odniesione jest zawsze do bieguna zdefiniowanego jako ostatni.

Accept element

7. Zapisać ustawienia punktu początkowego

Cancel

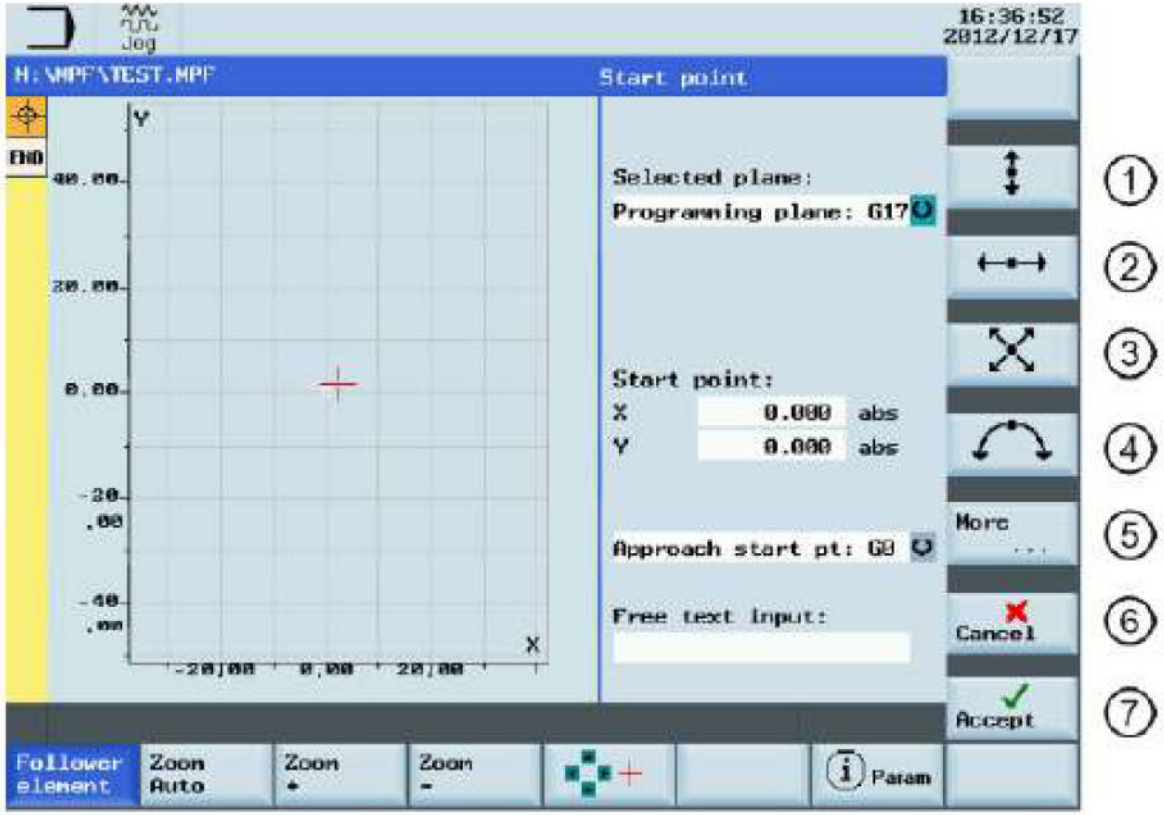
Naciśnięcie tego przycisku programowego spowoduje odrzucenie ustawień i wyjście z edytora konturów.

Programowanie elementu konturu

Funkcjonalność

Accept element

Po zdefiniowaniu punktu początkowego konturu i naciśnięciu tego przycisku programowego można rozpocząć programowanie poszczególnych elementów konturu z okna głównego zilustrowanego poniżej:



① Wyświetlenie okna programowania pionowej linii prostej (w kierunku Z)

② Wyświetlenie okna programowania poziomej linii prostej (w kierunku Y)

③ Wyświetlenie okna programowania linii ukośnej w kierunku Y/Z. Punkt końcowy linii definiowany jest współrzędnymi lub kątem.

④ Wyświetlenie okna programowania łuku po okręgu o dowolnym kierunku obrotu

⑤ Wyświetlenie dodatkowych przycisków programowych. Na przykład:



⑥ Powrót do edytora konturów bez przenoszenia ostatnio wyedytowanych wartości do systemu.

⑦ Powrót do edytora programów z przeniesieniem ostatnio wyedytowanych wartości do systemu

Funkcje dodatkowych przycisków programowych

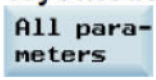
Omówione poniżej przyciski programowe dostępne są w odpowiednim oknie elementu konturu. Służą one do programowania elementów konturu w oparciu o wstępnie przypisane parametry.

Styczna do poprzedniego elementu



Ten przycisk programowy nadaje kątowi α2 wartość 0. Element konturu ma przejście styczne do poprzedniego elementu, tj. kąt względem poprzedzającego elementu (α2) otrzymuje wartość 0 stopni.

Wyświetlenie wszystkich parametrów



Naciśnięcie tego przycisku programowego skutkuje wyświetleniem listy wyboru wszystkich parametrów wybranego elementu konturu. Jeśli jakiekolwiek pola parametrów nie zostaną wypełnione, układ sterowania przyjmuje, prawidłowe wartości nie są znane i próbuje je wyliczyć na podstawie ustawień pozostałych parametrów. Kontur jest zawsze obrabiany w zaprogramowanym kierunku.

Przełączenie wprowadzania danych

Alter-
native

Ten przycisk programowy wyświetlany jest tylko wówczas, gdy kursor ustawiony jest w polu wprowadzania danych zawierającym więcej przełączalnych ustawień.

Wybór dialogu

Dialog
select

Niektóre konfiguracje parametrów mogą tworzyć kilka różnych charakterystyk konturu. W takich przypadkach wyświetlane jest żądanie wybrania dialogu. Klikając ten przycisk programowy, w obszarze widoku graficznego można wyświetlić dostępne opcje wyboru.

Wybrać ten przycisk programowy, by dokonać prawidłowego wyboru (zielona linia). Potwierdzić wybór następującym przyciskiem programowym:

✓
Accept

Zmiana wybranego dialogu

Change
selection

Jeśli pożądana jest zmiana istniejącego wyboru dialogu, należy wybrać element konturu, dla którego dialog ten został pierwotnie wybrany. Po wybraniu tego przycisku programowego obydwie alternatywy są wyświetlane ponownie.

Opróżnianie pola parametru

Delete
value

Zawartość wybranego pola parametru można usunąć tym przyciskiem programowym lub następującym przyciskiem:

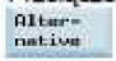
DEL

Zapisywanie elementu konturu

Accept
element

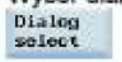
Naciśnięcie tego przycisku programowego po wprowadzeniu dostępnych danych elementu konturu lub wybraniu odpowiedniego dialogu skutkuje zapisaniem elementu konturu i ponownym wyświetleniem okna głównego. Można teraz zaprogramować następny element konturu.

Przełączenie wprowadzania danych



Ten przycisk programowy wyświetlany jest tylko wówczas, gdy kursor ustawiony jest w polu wprowadzania danych zawierającym więcej przełączalnych ustawień.

Wybór dialogu

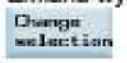


Niektóre konfiguracje parametrów mogą tworzyć kilka różnych charakterystyk konturu. W takich przypadkach wyświetlane jest żądanie wybrania dialogu. Klikając ten przycisk programowy, w obszarze widoku graficznego można wyświetlić dostępne opcje wyboru.

Wybrać ten przycisk programowy, by dokonać prawidłowego wyboru (zielona linia). Potwierdzić wybór następującym przyciskiem programowym:

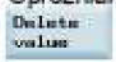


Zmiana wybranego dialogu



Jeśli pożądana jest zmiana istniejącego wyboru dialogu, należy wybrać element konturu, dla którego dialog ten został pierwotnie wybrany. Po wybraniu tego przycisku programowego obydwie alternatywy są wyświetlane ponownie.

Opróżnianie pola parametru



Zawartość wybranego pola parametru można usunąć tym przyciskiem programowym lub następującym przyciskiem:



Zapisywanie elementu konturu



Naciśnięcie tego przycisku programowego po wprowadzeniu dostępnych danych elementu konturu lub wybraniu odpowiedniego dialogu skutkuje zapisaniem elementu konturu i ponownym wyświetleniem okna głównego. Można teraz zaprogramować następny element konturu.

Dodawanie elementu konturu

Wybrać element znajdujący się przed znacznikiem końca przyciskami kursora.

Wybrać element konturu przyciskami programowymi i wprowadzić znane wartości w oknie parametrów tego elementu.

Potwierdzić wprowadzone dane następującym przyciskiem programowym:



Wybieranie elementu konturu



Ustawić kursor na elemencie konturu należącym do łańcucha konturów i wybrać go tym przyciskiem.

Wyświetlone zostaną parametry wybranego elementu. Nazwa elementu widoczna jest na górze okna parametryzacji.

Jeśli element konturu może zostać przedstawiony geometrycznie, jest on odpowiednio podświetlany w widoku graficznym, tj. kolor elementu konturu zmienia się z białego na czarny.

Modyfikacja elementu konturu



Zaprogramowany element konturu należący do łańcucha konturów można wybrać przyciskami kursora. Nacisnąć ten przycisk, by wyświetlić pola parametrów. Parametry te można teraz edytować.

Wstawianie elementu konturu

Wybrać w łańcuchu konturów element znajdujący się przed docelowym położeniem nowego elementu przyciskami kursora.

Następnie wybrać element konturu do wstawienia z paska przycisków programowych.

Po wprowadzeniu parametrów nowego elementu konturu potwierdzić operację wstawienia, naciskając następujący przycisk programowy:



Kolejne elementy konturu aktualizowane są automatycznie na podstawie nowego stanu konturu.

Usuwanie elementu konturu



Wybrać element do usunięcia przyciskami kursora. Wybrany symbol konturu i związany z nim element konturu na widoku graficznym programowania podświetlone są kolorem czerwonym. Nacisnąć ten przycisk programowy i potwierdzić wyszukiwanie.

Zamykanie konturu



Naciskając ten przycisk programowy można zamknąć kontur linią prostą łączącą aktualną pozycję z punktem początkowym.

Cofanie zmiany



Naciskając ten przycisk programowy można powrócić do okna głównego bez przenoszenia ostatnio edytowanych wartości do systemu.

Kolory symboli konturu

Kolory symboli w łańcuchu konturów z lewej strony okna głównego mają następujące znaczenia:

Ikona	Istotność
Wybrany	Czarny symbol na czerwonym tle -> Element jest zdefiniowany geometrycznie Czarny symbol na jasnożółtym tle -> Element nie jest zdefiniowany geometrycznie
Nie wybrany	Czarny symbol na szarym tle -> Element jest zdefiniowany geometrycznie Biały symbol na szarym tle -> Element nie jest zdefiniowany geometrycznie

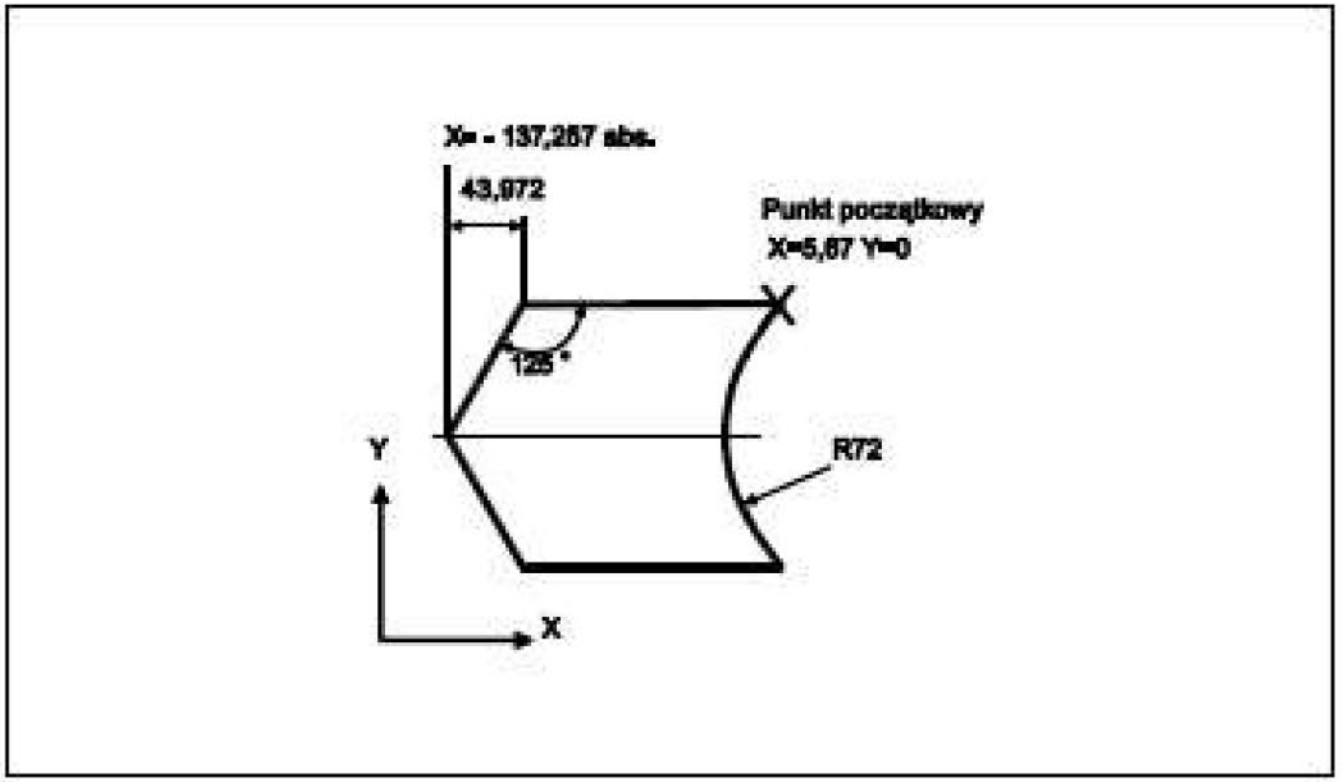
Przykład programowania operacji toczenia

Przykład 1

Poniższy schemat przedstawia przykład programowania w funkcji „Programowanie dowolnego konturu".

Punkt początkowy: X=5,67 abs., Y=0 abs., płaszczyzna obróbki G17

Kontur jest programowany w lewą stronę.



Rysunek warsztatowy konturu

Kolejność czynności:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać program przyciskami kursora i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.



5. Zdefiniować punkt początkowy o następujących parametrach zatwierdzić go tym przyciskiem programowym.
   - Programowanie płaszczyzny: G17
   - X: 5.67 abs.
   - Y: 0



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



7. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - X: -93.285 abs.



8. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać linię prostą o dowolnym kierunku jako element konturu.



9. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - X: -43.972 inc.
   - α1: -125 °



10. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać linię prostą o dowolnym kierunku jako element konturu.



11. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - X: 43.972 inc.
   - α1: -55 °



12. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.



13. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - X: 5.67 abs.



14. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

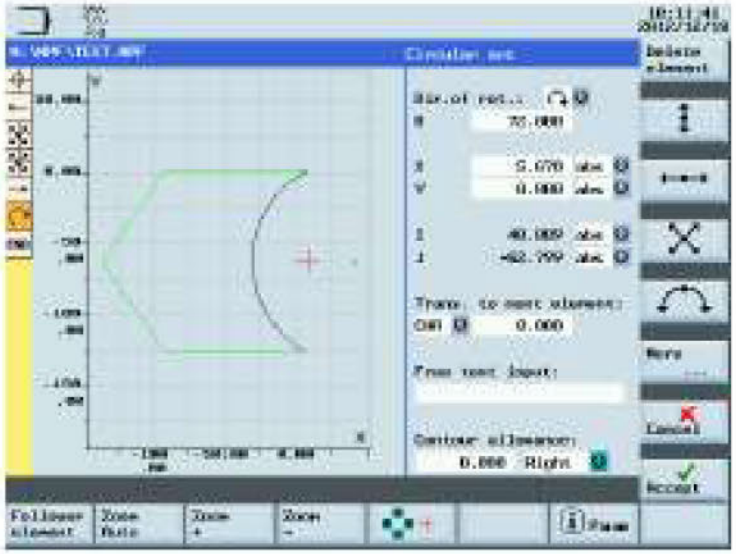
Dialog select

15. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - Kierunek obrotów: w prawo
    - R: 72
    - X: 5.67 abs.
    - Y: 0 abs.

Accept element

16. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.

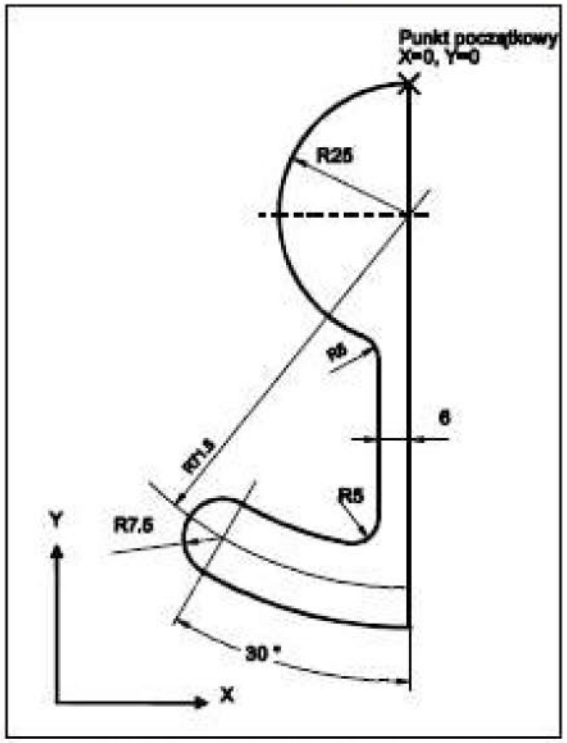
Zaprogramowany obraz jest teraz wyświetlany w oknie graficznym.



Przykład 2

Punkt początkowy: X=0 abs., Y=0 abs., płaszczyzna obróbki G17

Kontur jest programowany w prawą stronę z wyborem dialogu.



Rysunek 4-6 Rysunek warsztatowy konturu, przykład 2

Kolejność czynności:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Wejść do katalogu programu.
3. Wybrać program przyciskami kursora i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program w edytorze programów.





4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.

Accept element

5. Zdefiniować punkt początkowy o następujących parametrach zatwierdzić go tym przyciskiem programowym.
   - Programowanie płaszczyzny: G17
   - X: 0
   - Y: 0



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.

Accept element

7. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
   - Y: -104 abs.



8. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Dialog select

9. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
   - Kierunek obrotów: w prawo
   - R: 79
   - I: 0 abs.
   - β2: 30 °

Accept element

10. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



11. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Tangent. trans.

12. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
   - Kierunek obrotów: w prawo
   - R: 7.5
   - β2: 180 °

Accept element

13. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



14. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Dialog select

15. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
   - Kierunek obrotów: w lewo
   - R: 64
   - X: -6 abs.
   - I: 0 abs.
   - RND: 5



16. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



17. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.



18. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - α1:90 °
    - RND: 5



19. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

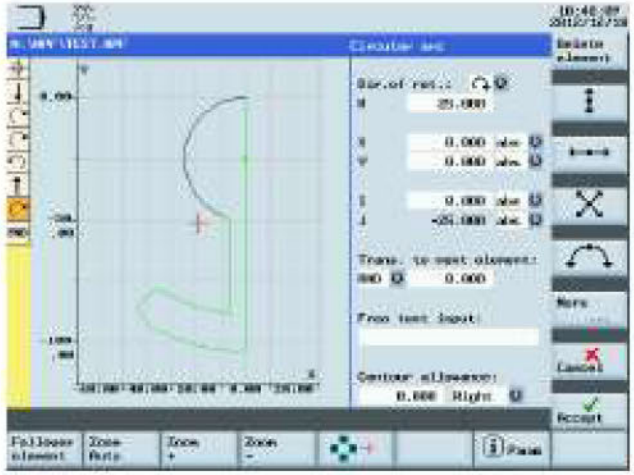


20. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - Kierunek obrotów: w prawo
    - R: 25
    - X: 0 abs.
    - Y: 0 abs.
    - I: 0 abs.



21. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.

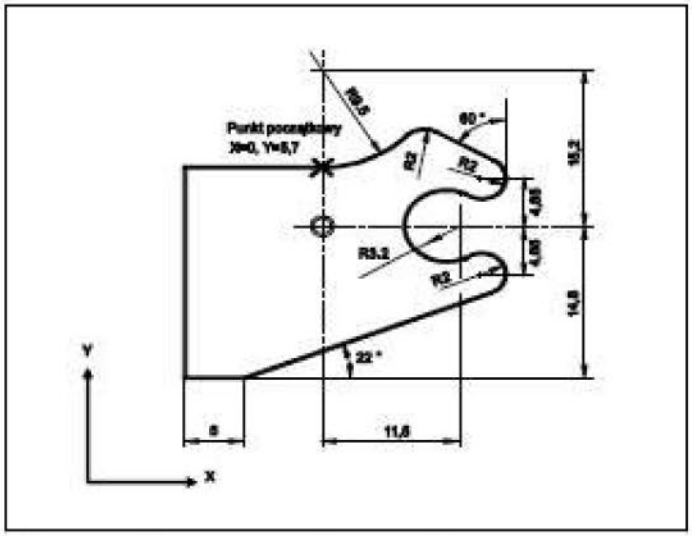
Zaprogramowany obraz jest teraz wyświetlany w oknie graficznym.



Przykład 3

Punkt początkowy: X=0 abs., Y=5,7 abs., płaszczyzna obróbki G17

Kontur jest programowany w prawą stronę.



Rysunek 4-7 Rysunek warsztatowy konturu, przykład 3

Kolejność czynności:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Wejść do katalogu programu.
3. Wybrać program przyciskami kursora i nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program w edytorze programów.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić okno edytora konturów.



5. Zdefiniować punkt początkowy o następujących parametrach zatwierdzić go tym przyciskiem programowym.
   - Programowanie płaszczyzny: G17
   - X: 0 abs.
   - Y: 5.7 abs.



6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Dialog select

7. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
   - Kierunek obrotów: w lewo
   - R: 9.5
   - I: 0 abs.
   - RND: 2

Accept element

8. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



9. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać linię prostą o dowolnym kierunku jako element konturu.

Accept element

10. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - α1: -30 °



11. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Tangent. trans.

12. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - Kierunek obrotów: w prawo
    - R: 2
    - J: 4.65 abs.

Accept element

13. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



14. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Tangent. trans.

Dialog select

15. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - Kierunek obrotów: w lewo
    - R: 3.2
    - I: 11.5 abs.
    - J: 0 abs.

Accept element

16. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.



17. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać łuk po okręgu jako element konturu.

Tangent. trans.

Dialog select

18. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - Kierunek obrotów: w prawo
    - R: 2
    - J: -4.65 abs.

Accept element

19. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.

20. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać linię prostą o dowolnym kierunku jako element konturu.

Tangent. trans.

21. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - α1: -158 °
    - Y: -14.8 abs.
    - α2: 0 °

Accept element

22. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.

23. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.

Dialog select

24. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pożądaną charakterystykę konturu.
    - L: 5

Accept element

25. Nacisnąć ten przycisk programowy, by potwierdzić operację.

26. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać pionową linię prostą jako element konturu.

Accept element

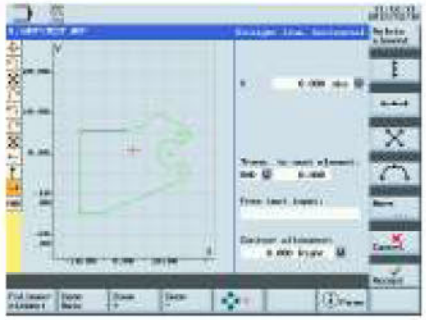
27. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - Y: 5.7 abs.

28. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wybrać poziomą linię prostą jako element konturu.

Accept element

29. Wprowadzić parametry tego elementu i nacisnąć ten przycisk programowy, by je zatwierdzić.
    - X: 0 abs.

Zaprogramowany obraz jest teraz wyświetlany w oknie graficznym.



Edycja programów obróbki

Przegląd

Program obróbki lub jego część można edytować tylko wówczas, gdy program nie jest aktualnie wykonywany.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Wejść do katalogu programu.



3. Wybrać plik programu do edytowania tym przyciskiem programowym lub przyciskami kursora.



4. Nacisnąć ten przycisk, by otworzyć plik programu. Wyświetlone zostanie okno edytora programów.

5. Dowolnie edytować bloki w oknie (opisy opcji edycji przedstawiono w tabeli poniżej). Wszystkie zmiany wprowadzone do programu zapisywane są automatycznie.

Opcje edycji bloku

Renumber	Zastąpienie numeru bloku od kursora do końca programu
Search	Wyszukiwanie ciągów znaków
Mark On	Zaznaczanie segmentu tekstu przed kursorem
Copy	Kopiowanie segmentów tekstowych
Paste	Wklejanie segmentów tekstowych
	Usuwanie segmentów tekstowych
DEL	

Wyszukiwanie ciągów znaków

Wykonać następujące czynności, by wyszukać ciąg:



1. Nacisnąć ten przycisk programowy w oknie edytora programów.



2. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyszukać tekst. Alternatywnie, tekst można wyszukać w wierszu o danym numerze, naciskając przycisk programowy:





2. Wpisać w polu poszukiwany tekst lub numer wiersza i nacisnąć ten przycisk, by wybrać punkt początkowy wyszukiwania.



4. Nacisnąć ten przycisk programowy, by rozpocząć poszukiwanie lub następujący przycisk programowy, by zrezygnować z wyszukiwania:



Kopiowanie i wklejanie bloków

Wykonać następujące czynności, by skopiować i wkleić bloki:



1. Nacisnąć ten przycisk programowy w oknie edytora programów, by wstawić znacznik.
2. Wybrać bloki programu przyciskami kursora.



3. Nacisnąć ten przycisk programowy, by skopiować wybrane pozycje do Schowka (pamięć buforowa).



4. Ustawić kursor w docelowym miejscu programu i nacisnąć ten przycisk programowy.

   Dane zostaną wklejone.

Edycja programów w trybie „MDA" w obszarze obróbki.

W trybie „MDA" można tworzyć nowe programy i wczytywać istniejące z katalogów układu sterowania.

Wykonać następujące czynności, by edytować programy:



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „MDA".

3. Wprowadzić odpowiednimi przyciskami z klawiatury NC jeden lub większą liczbę bloków w oknie MDA, by utworzyć nowy program obróbki.

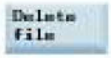
   Alternatywnie, nacisnąć następujący przycisk programowy, by wczytać istniejący program z katalogu systemowego i edytować bloki w oknie MDA:



Operacje następujące po zakończeniu edycji można wykonać następująco:



Wykonać bloki programu wyświetlone w oknie MDA.



Usunięcie aktualnego programu



Wyświetlenie okna zapisu plików, w którym można wpisać nazwę aktualnego programu i wybrać nośnik, na którym zostanie zapisany.

By zapisać program należy wpisać nową nazwę programu lub wybrać istniejący program do zastąpienia.

Przeprowadzanie symulacji

Funkcjonalność

Zaprogramowany tor narzędzia można sprawdzać na rysunkach wykreślanych linią przerywaną. Przed rozpoczęciem obróbki automatycznej wymagane jest przeprowadzenie symulacji służącej sprawdzeniu, czy narzędzie porusza się prawidłowo.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.

2. Przenieść kursor do wybranej części programu w celu przeprowadzenia symulacji.



3. Nacisnąć ten przycisk, by otworzyć program.



4. Przejść w tryb „AUTO".



5. Nacisnąć ten przycisk programowy, by otworzyć okno symulacji programu. Spowoduje toPRT automatyczne aktywowanie trybu kontroli programu.

   Jeśli układ sterowania pracuje w niewłaściwym trybie, na dole okna wyświetlony zostanie komunikat zilustrowany poniżej. W razie pojawienia się tego komunikatu wykonać ponownie czynność 4.

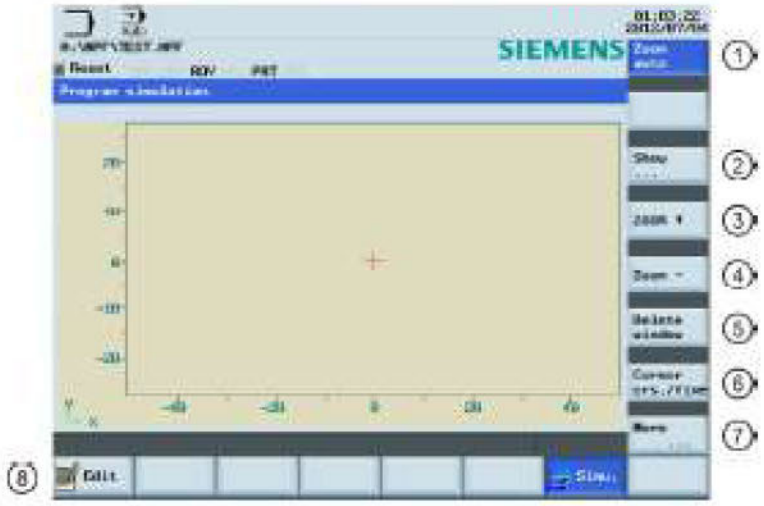




6. Nacisnąć ten przycisk, by rozpocząć standardową symulację wykonania wybranej części programu. Należy pamiętać, że funkcję symulacji można uruchomić tylko wówczas, gdy sterowanie pracuje w trybie „AUTO"!

Funkcje przycisków programowych

Funkcje przycisków programowych w oknie głównym symulacji wyjaśniono poniżej.



① Automatyczne wyświetlanie przebiegu symulacji.

② Wejście do menu niższego poziomu w celu wyświetlenia bloków. Dostępne są 3 opcje wyświetlania:

All G17 blocks	All G18 blocks	All G19 blocks

③ Powiększenie widoku całego okna

④ Zmniejszenie widoku całego okna

⑤ Usunięcie aktualnego przebiegu symulacji.

⑥ Krzyż nitkowy przemieszcza się dużymi lub małymi skokami wraz z kursorem.

⑦ Wyświetlenie dodatkowych opcji:

Material renoval	Uaktywnienie symulacji usuwania naddatku ze zdefiniowanego półfabrykatu
Shou blocks	Wyświetlenie lub ukrycie bloków

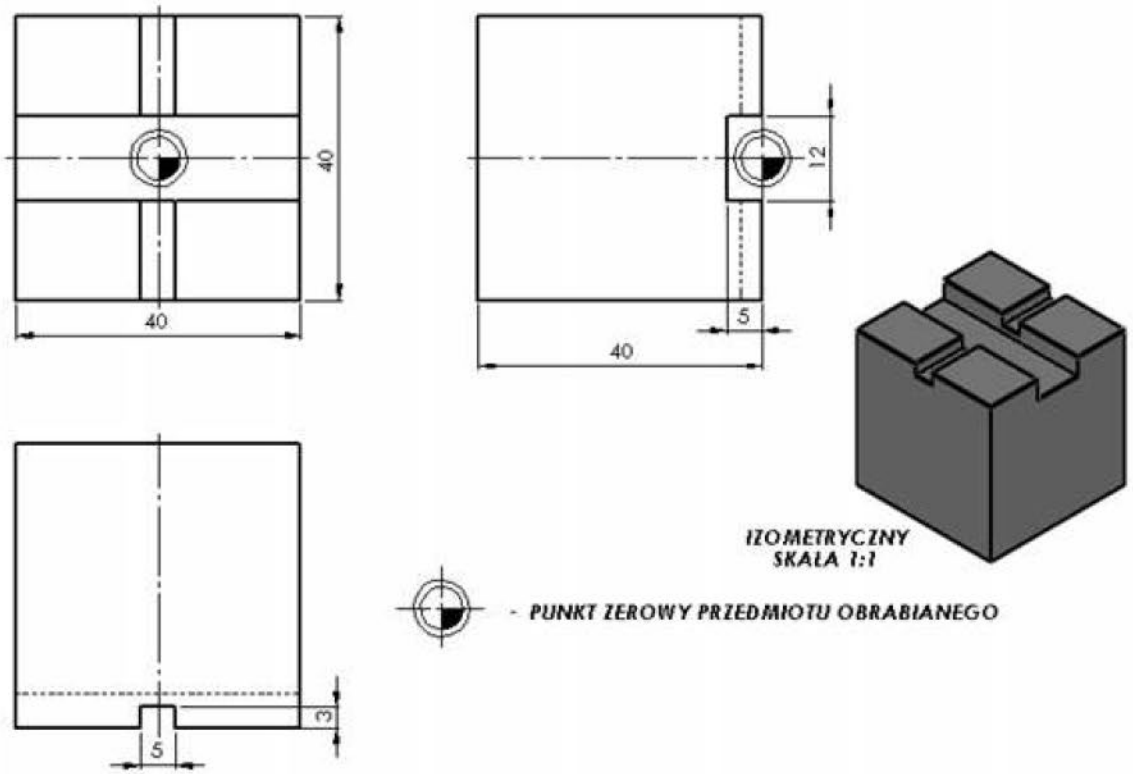
⑧ Powrót do okna edytora programów

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/757/81163757/att_23541/v1/808D_OPM_Part_1_Operation_1212_Pol_pl-PL.pdf

Ćwiczenie 1

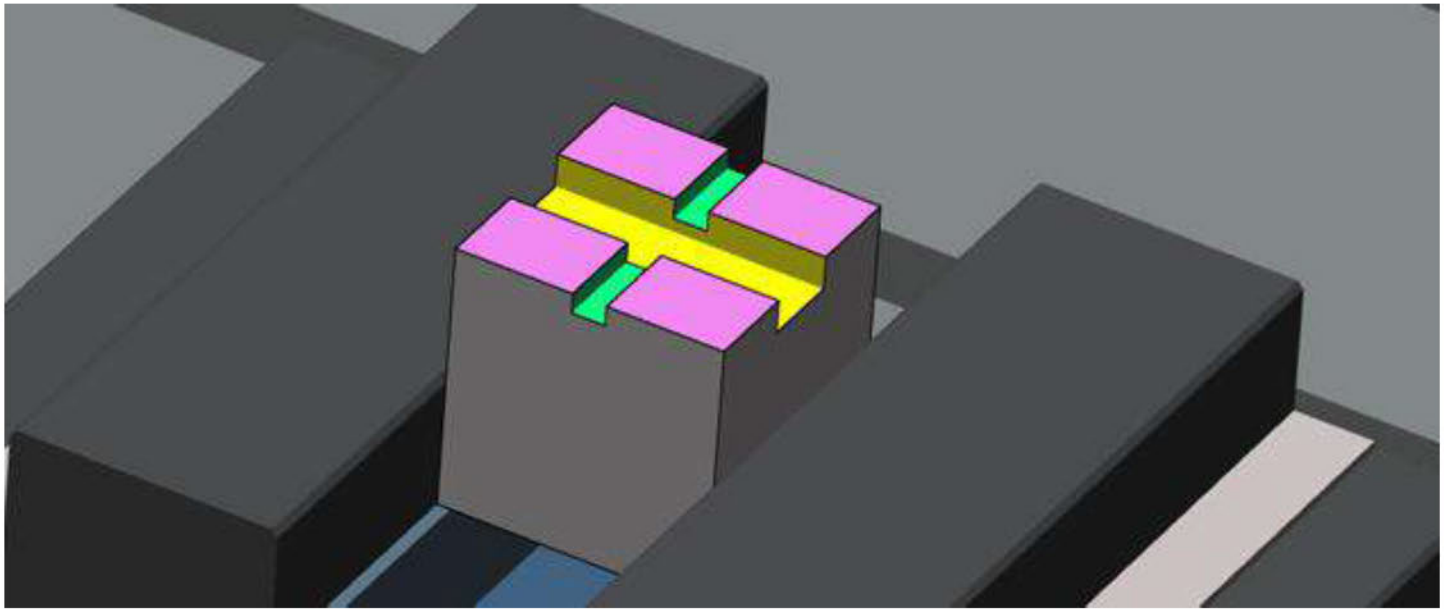
Wykorzystując informacje z KARTY PRZYGOTOWAWCZEJ napisz program obróbczy poniższego detalu.

Karta przygotowawcza								
Informacje ogólne								
Obrabiarka	Frezarka CNC							
Sterowanie	*SINUMERIK 808D							
Autor programu	AS							
Wydział	Ożarów							
Numer programu	O1001							
Nazwa	ROWKI PROSTOPADŁE PRZELOTOWE							
Numer identyfikacyjny rysunku	O1001							
Przedmiot obrabiany								
Prostopadłościan	X40/Y40/Z42							
Materiał	PA Typ 6 / Aluminium							
Mocowanie materiału obrabianego								
Imadło	Maszynowe 125							
Szczęki	Twarde							
Kierunek mocowania	90°							
Głębokość mocowania materiału	20 mm							
Podkładki równoległe/grubość	2mm							
Rejestr punktu zerowego								
Górna strona – środek przedmiotu obrabianego	X0/Y0/Z-2							
Dojazdy, odjazdy i naddatki na wykończenie podczas obróbki przedmiotu								
Naddatek na obróbkę wykańczającą	X = 0.00 mm na stronę / Y = 0.00 mm na stronę / Z = 0.5 mm							
Odległość odejścia/dojścia od/do konturu podczas obróbki (przyrostowo)	X = 2 mm na stronę / Y = 2 mm na stronę / Z = 2 mm							
System narzędziowy								
Nazwa narzędzia	Numer gniazda głowicy narzędziowej /numer korektora w programie	Prędkość skrawania S (obr/min)		Posuw F (mm/min)		Maksymalna głębokość skrawania (mm)	Rodzaj obróbki/kierunek skrawania	
		Obr. zgrubna	Obr. wykań.	Obr. zgrubna	Obr. wykań.		Oś X	Oś Y
Głowica do planowania Ø63	T1D1	600	700	200	100	8	Kierunek do minus	0
Frez palcowy do rowków Ø12	T2D1	800	900	150	100	5	Kierunek do minus	0
Frez palcowy do rowków Ø5	T3D1	1000	1100	150	100	3	0	Kierunek do plus



; Program O1001

N10 G17 G54 G71 G90 G94
N20 M6 T1 D1
N30 S600 M3 F200
N40 G0 X53.5 Y0 Z4
N50 Z0.5
N60 G1 X-53.5
N70 G0 Z2.5
N80 X53.5
N90 Z0
N100 S700 F100
N110 G1 X-53.5
N120 G0 Z100 M5
N130 T2 D1 M6
N140 S800 M3 F150
N150 G0 X28 Y0 Z2
N160 Z-4.5
N170 G1 X-28
N180 G0 Z2
N190 X28
N200 Z-5
N210 S900 F100
N220 G1 X-28
N230 G0 Z100 M5
N240 M6 T3 D1
N250 S1000 M3 F150
N260 G0 X0 Y-24.5 Z2
N270 Z-2.5
N280 G1 Y24.5
N290 G0 Z2
N300 Y-24.5
N310 Z-3
N320 S1100 F100
N330 G1 Y24.5
N340 G0 Z100 M5
N350 M30



Więcej informacji na temat toczenia z wykorzystaniem Cykli obróbkowych
SINUMERIK 808D Frezowanie, część 2: Programowanie (strony 113 - 249)

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/698/67312698/att_3521/v1/808D_OPM_Part_2_Programming_Siemens_1212_PL_pl-PL.pdf

Zadania i czynności trenera:
- Prezentuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań zawodowych
- Pokazuje źródło i wyjaśnia sposób instalacji symulatora CNC - Sinumerik 808D
- Przedstawia zasady czytania rysunków technicznych przykładowych detali
- Przeprowadza instruktaż dotyczący zasad tworzenia nowego programu obróbczego przykładowego detalu z wykorzystaniem G kodów
- Zadaje i nadzoruje ćwiczenia dotyczące sprawnego poruszania się po układzie współrzędnych przedmiotu obrabianego (WKS)
- Zadaje i nadzoruje ćwiczenia dotyczące pisania programów obróbczych przykładowych detali z wykorzystaniem cykli obróbkowych
- Prezentuje sposób przeprowadzenia symulacji obróbki
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:
- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Wykonuje zadane ćwiczenia
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Przygotowanie frezarek CNC do pracy	**10**	1. Uruchomienie maszyny 2. Najazd na punkt referencyjny / bazowanie obrabiarki 3. Czytanie rysunku technicznego przykładowego detalu 4. Dobór i mocowanie materiału obrabianego 5. Dobór i mocowanie narzędzi niezbędnych do wykonania zadania 6. Wprowadzenie do pamięci maszyny narzędzi niezbędnych do wykonania przykładowego detalu 7. Aktywacja i pomiar narzędzi 8. Ustawienie punktu zerowego przedmiotu obrabianego 9. Tworzenie kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego	1. Poznał sposób uruchamiania frezarki CNC 2. Poznał sposób najazdu na punkt referencyjny 3. Analizuje rysunek techniczny przykładowego detalu 4. Potrafi dobrać i zamocować materiał obrabiany 5. Potrafi dobrać i zamocować narzędzia niezbędne do określonego rodzaju obróbki / operacji 6. Potrafi wprowadzić do pamięci maszyny narzędzia niezbędne do wykonania obróbki przykładowego detalu 7. Poznał sposób aktywacji i pomiaru narzędzi 8. Poznał sposób ustawienia punktu zerowego przedmiotu obrabianego 9. Poznał sposób tworzenia kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego	1. Potrafi uruchomić frezarkę CNC 2. Potrafi wykonać najazd na punkt referencyjny 3. Potrafi przeanalizować rysunek techniczny przykładowego detalu 4. Potrafi dobrać i zamocować materiał obrabiany 5. Potrafi dobrać i zamocować niezbędne do określonego rodzaju obróbki / operacji 6. Potrafi wprowadzić do pamięci maszyny narzędzia niezbędne do wykonania obróbki przykładowego detalu 7. Potrafi aktywować i zmierzyć narzędzia 8. Potrafi ustawić punkt zerowy przedmiotu obrabianego 9. Potrafi utworzyć kolejne punkty zerowe przedmiotu obrabianego

Cele kształcenia

- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności uruchamiania frezarki CNC
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności najazdu na punkt referencyjny frezarki CNC
- Kształtowanie umiejętności analizy rysunku technicznego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności doboru i mocowania materiału obrabianego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności doboru i mocowania narzędzi niezbędnych do określonego rodzaju obróbki / operacji
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności wprowadzania narzędzi do pamięci maszyny
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności aktywacji i pomiaru narzędzi
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności ustawiania punktu zerowego przedmiotu obrabianego
- Poznanie zasad i kształtowanie umiejętności tworzenia kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego

Metody kształcenia

- Instruktaż
- Pokaz
- Ćwiczenia praktyczne
- Pogadanka

Materiały i pomoce dydaktyczne

- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe
- Rysunki techniczne przykładowych detali
- Ćwiczenia

- Frezarka CNC
- Materiały do obróbki
- Przyrządy i uchwyty mocujące materiał obrabiany
- Narzędzia skrawające
- Pomocnicze robocze narzędzia ślusarskie
- Narzędzia pomiarowe

Treści

Włączenie i najazd na punkt referencyjny

Wskazówka

Podczas włączania/wyłączania sterowania numerycznego i maszyny należy również postępować z instrukcjami z dokumentacji producenta narzędzia, ponieważ procedura włączenia komponentów i najazdu na punkt referencyjny zależy od maszyny.

Kolejność czynności

1. Włączyć zasilanie układu sterowania i maszyny.
2. Zwolnić wszystkie przyciski zatrzymania awaryjnego na maszynie.
   Po uruchomieniu układu sterowania wyświetlane jest domyślnie okno „REF POINT".



Symbol ◌ widoczny na ekranie wskazuje, że oś nie została jeszcze zaadresowana. Jeśli oś nie jest zaadresowana, symbol ten jest zawsze wyświetlany w aktualnym obszarze roboczym (obróbki maszynowej).

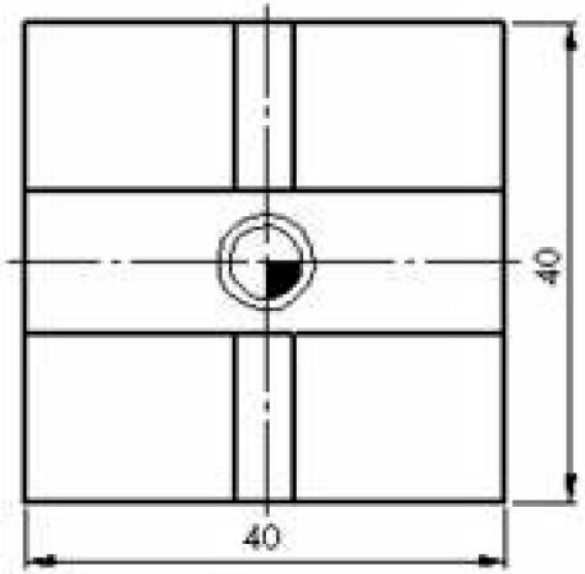


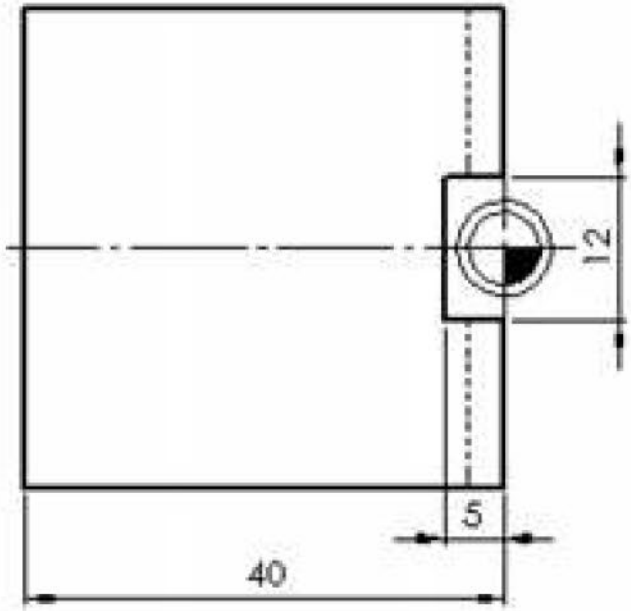
3. Nacisnąć odpowiednie przyciski przesuwu osi w celu przesunięcia poszczególnych osi do punktu referencyjnego.
   Jeśli oś jest zaadresowana, przy identyfikatorze osi pojawia się symbol (◔). Symbol ten jest widoczny tylko w oknie „REF POINT".

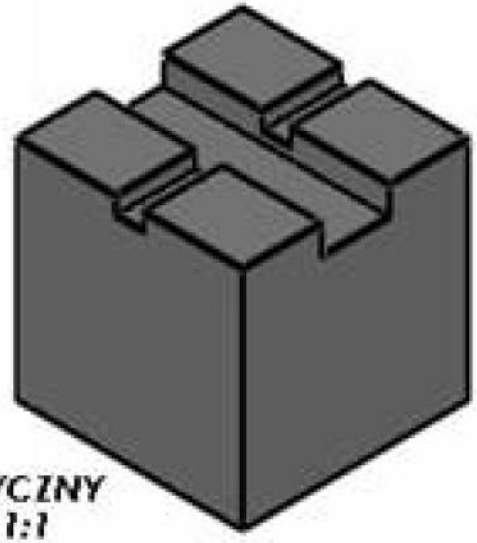


Należy pamiętać, że kierunki przemieszczania się osi i funkcje przycisków osi zostały zdefiniowane przez producenta maszyny.

Analiza rysunku technicznego przedmiotu obrabianego



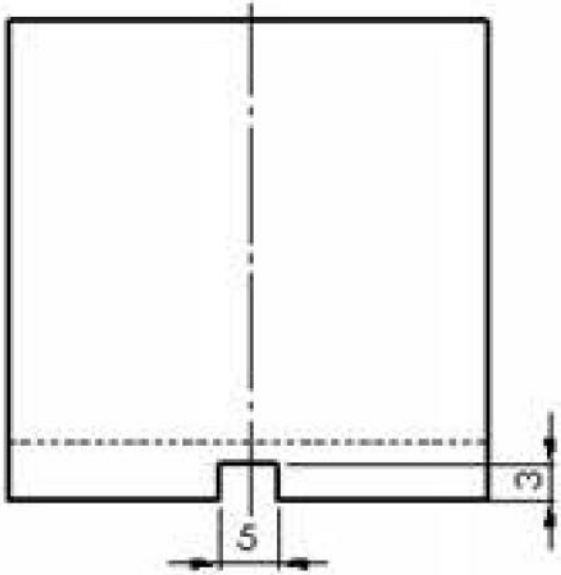




IZOMETRYCZNY
SKALA 1:1



- PUNKT ZEROWY PRZEDMIOTU OBRABIANEGO



Mocowanie materiału obrabianego, narzędzi oraz wprowadzenie narzędzi do pamięci maszyny

Przegląd

Podczas pracy z układem sterowania numerycznego wymagane jest skonfigurowanie maszyny, narzędzi itd. w następujący sposób:

- Utworzyć narzędzia i krawędzie tnące.
- Wprowadzić/zmodyfikować narzędzie i przesunięcia robocze.
- Wprowadzić dane ustawcze.

Funkcje przycisków programowych



Naciśnięcie tego przycisku na PPU skutkuje wyświetleniem następującego okna:



①	Wyświetlenie i modyfikacja przesunięć narzędzia	⑦	Ręczny lub automatyczny pomiar narzędzia
②	Wyświetlenie i modyfikacja danych zużycia narzędzia	⑧	Utworzenie nowego narzędzia Dodatkowe informacje zawiera punkt „Tworzenie nowego narzędzia (Strona 28)".
③	Wyświetlenie i modyfikacja przesunięć roboczych	⑨	Wyświetlenie menu niższego poziomu ustawień krawędzi tnących Dodatkowe informacje zawiera punkt „Tworzenie nowej krawędzi tnącej (Strona 29)".
④	Wyświetlenie i modyfikacja zmiennych R	⑩	Usunięcie aktualnego wybranego narzędzia z listy narzędzi
⑤	Skonfigurowanie i wyświetlenie list danych ustawczych	⑪	Wyszukanie narzędzia na podstawie jego numeru
⑥	Wyświetlenie zdefiniowanych danych użytkownika		

Utworzenie nowego narzędzia

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno listy narzędzi.



3. Otworzyć menu niższego poziomu, by wybrać typ narzędzia.



4. Wybrać typ narzędzia odpowiednim przyciskiem programowym.

5. Wprowadzić numer narzędzia (zakres wartości: od 1 do 31999; najlepiej wprowadzić wartość mniejszą niż 100) w następującym oknie.

   Układ sterowania obsługuje maksymalnie 64 narzędzia lub 128 krawędzi tnących.





6. Nacisnąć ten przycisk programowy, by zatwierdzić ustawienia. W oknie zilustrowanym poniżej wyświetlane są informacje o nowo utworzonym narzędziu.



7. Wprowadzić dane promienia narzędzia.

Tworzenie nowej krawędzi tnącej

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno listy narzędzi.



3. Wybrać narzędzie, do którego ma zostać dodana krawędź tnąca.



4. Otworzyć menu niższego poziomu, by wybrać ustawienia krawędzi tnących.



5. Nacisnąć ten przycisk programowy, by utworzyć nową krawędź dla wybranego narzędzia. Układ sterowania dodaje automatycznie nową krawędź do listy narzędzi.



Należy pamiętać, że do maszyny można załadować dane maksymalnie 128 krawędzi tnących, a każde narzędzie może zawierać maksymalnie 9 krawędzi.

6. Można wprowadzić inne długości i promienie poszczególnych krawędzi (dodatkowe informacje w punkcie „Wprowadzanie przesunięć narzędzia (Strona 30)").

   Pozostałe opcje konfigurowania krawędzi tnących:

Reset edge	Wyzerowanie wszystkich wartości przesunięcia wybranej krawędzi
Delete edge	Usunięcie wybranej krawędzi

Wprowadzenie przesunięć narzędzia

Przesunięcia narzędzia składają się z danych opisujących geometrię, zużycie i typ narzędzia. Każde narzędzie zawiera zdefiniowaną liczbę parametrów krawędzi tnących zależną od typu narzędzia. Oprócz wprowadzenia przesunięć narzędzia na liście narzędzi, przesunięcia narzędzia można wyznaczyć pomiarem narzędzia.

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć okno listy narzędzi zawierające listę utworzonych narzędzi i krawędzi.
3. Nawigować w liście przyciskami kursora.
4. Wprowadzić wymagane wartości do pól (opisy parametrów przedstawiono w tabeli poniżej).



5. Zatwierdzić wprowadzone wartości tym przyciskiem lub kursorem.

Parametry

Zestawienie parametrów prezentowanych w oknie listy narzędzi zawiera poniższa tabela.



①	Typ narzędzia	③	Numer krawędzi tnącej
②	Numer narzędzia	④	Długość i promień narzędzia

Aktywacja narzędzia i uruchamianie wrzeciona

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć okno „T, S, M".

4. Wprowadzić numer narzędzia, numer krawędzi tnącej i prędkość wrzeciona (np. T1, D1 i 500 obr./min) w oknie „T, S, M".



5. Zatwierdzić wprowadzone wartości tym przyciskiem lub kursorem.



6. Wybrać kierunek obrotów wrzeciona.
   - M3: Obroty wrzeciona w prawo:
   - M4: Obroty wrzeciona w lewo:





7. Nacisnąć ten przycisk na MCP, by aktywować narzędzie i uruchomić wrzeciono.

Przydzielanie pokrętła ręcznego

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Nacisnąć ten przycisk na MCP.







3. Nacisnąć odpowiedni przycisk przesuwu osi z ikoną pokrętła ręcznego. Pokrętło zostało przydzielone.

Alternatywnie, pokrętła można przydzielić przyciskami programowymi:





1. Wybrać pożądany obszar roboczy.
2. Otworzyć okno danych maszynowych.



3. Nacisnąć ten przycisk programowy, by wyświetlić listę podstawowych danych maszynowych. Wyszukać podstawowe dane maszynowe „14512 USER_DATA_HEX[16]" przyciskami kursora lub następującym przyciskiem programowym, a następnie ustawić 14512[16].7 = 1.





4. Potwierdzić wprowadzoną wartość.



5. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by aktywować zmianę wartości. Układ sterowania zostanie uruchomiony ponownie z wczytaniem nowej wartości.



6. Po uruchomieniu sterowania wybrać pożądany obszar roboczy.



7. Nacisnąć ten przycisk na MCP.



8. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno przydziału pokręteł ręcznych.



9. Wybrać pokrętło o odpowiednim numerze przyciskiem przemieszczenia kursora w lewo lub w prawo.

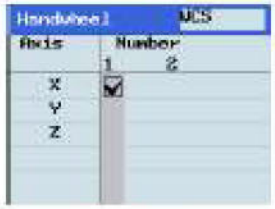








10. Nacisnąć odpowiedni przycisk programowy osi, by przydzielić pokrętło lub usunąć przydział.
    Symbol „☑" widoczny w oknie informuje o przydzieleniu pokrętła do wskazanej osi.









11. Wybrać wymagany przyrost korekcji. Wybraną oś można teraz przemieszczać pokrętłem ręcznym.

Pomiar narzędzia (ręcznie)

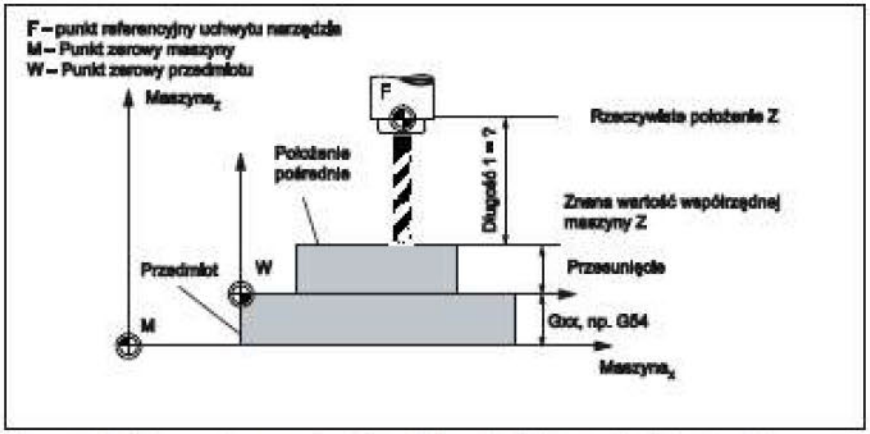
Przegląd

Wskazówka

W przypadku narzędzi frezarskich muszą zostać wyznaczone zarówno długość, jak i promień. W przypadku narzędzi wiertarskich (patrz: ilustracja poniżej) musi zostać wyznaczona tylko długość.

Długość, promień i średnicę narzędzia można wyznaczyć, mierząc narzędzie i wprowadzając wartości na liście narzędzi (dodatkowe informacje w punkcie „Wprowadzenie przesunięć narzędzia (Strona 30)").

Układ sterowania może wyliczyć wartość przesunięcia przypisaną długości 1 lub promieniowi narzędzia na wybranej osi na podstawie rzeczywistego położenia punktu F (współrzędna maszyny) i punktu referencyjnego.



Rysunek 3-1 Wyznaczanie przesunięcia długości na przykładzie długości osi 1/Z wiertła (frezowanie)

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć narzędzie.



3. Otworzyć okno ręcznego pomiaru narzędzia.



4. Zbliżyć narzędzie do przedmiotu w kierunku Z przyciskami przesuwu osi.

...





5. Przejść w tryb „HANDWHEEL".







6. Wybrać odpowiednią korekcję prędkości, a następnie zetknąć narzędzie z odpowiednią krawędzią przedmiotu, przemieszczając narzędzie pokrętłem ręcznym.



7. Nacisnąć ten przycisk, by ustawić punkt referencyjny (np. przedmiot).

8. Wprowadzić odległość pomiędzy wierzchołkiem narzędzia i punktem referencyjnym w polu „ZØ" (np. 0 mm).





9. Zapisać wartość długości narzędzia na osi Z. Uwzględniane są średnica i promień narzędzia oraz położenie krawędzi tnącej.



10. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno pomiaru średnicy narzędzia.



11. Zbliżyć narzędzie do przedmiotu w kierunku X przyciskami przesuwu osi.

...





12. Przejść w tryb „HANDWHEEL".



13. Wybrać odpowiednią korekcję prędkości, a następnie zetknąć narzędzie z odpowiednią krawędzią przedmiotu, przemieszczając narzędzie pokrętłem ręcznym.

14. Wprowadzić odległość do krawędzi przedmiotu w kierunkach X i Y odpowiednio w polach „XØ" i „YØ".





15. Zapisać wartość średnicy narzędzia.

Powtórzyć powyższe czynności dla pozostałych narzędzi i upewnić się, że przed rozpoczęciem obróbki zmierzone zostały wszystkie narzędzia (ułatwi to wymianę narzędzi).

Pomiar narzędzia przy pomocy sondy (automatyczny)

Przegląd

Automatyczny pomiar narzędzia stosowany jest w cyklach standardowych dotyczących ustawień danych maszynowych. Podczas pomiaru automatycznego, wymiary narzędzia w kierunkach X, Y i Z można wyznaczyć przy pomocy sondy.

Muszą zostać spełnione następujące warunki:

- Producent maszyny musi sparametryzować specjalne funkcje pomiarowe na potrzeby pomiaru narzędzi sondą.
- Operator musi wprowadzić położenie krawędzi tnącej i promień lub średnicę narzędzia przed rzeczywistym pomiarem.
- Operator musi najpierw skalibrować sondę (dodatkowe informacje w punkcie „Kalibracja sondy narzędziowej (Strona 38)").

Procedura



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".

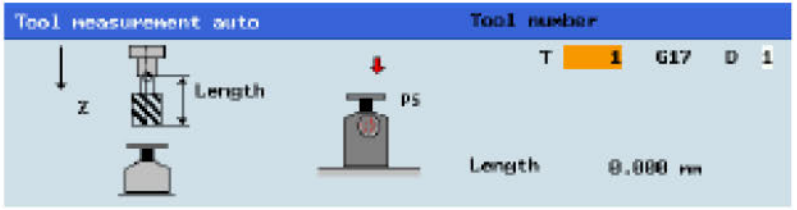


3. Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć narzędzie.



4. Otworzyć okno automatycznego pomiaru narzędzia. Długość narzędzia w kierunku Z mierzona jest domyślnie.

5. W razie potrzeby zmienić numer narzędzia T lub numer krawędzi tnącej D w oknie zilustrowanym poniżej.



Uwaga:

- Zmiana numeru krawędzi tnącej jest konieczna tylko wówczas, gdy mierzone jest narzędzie nie posiadające nastawnego nośnika narzędzia.
- Nawet jeśli operator zmienił numer narzędzia, i tak musi skorzystać z funkcji „T, S, M" do zmiany narzędzia przed pomiarem (dodatkowe informacje w punkcie „Aktywacja narzędzia i uruchamianie wrzeciona (Strona 31)").

6. Ustawić ręcznie narzędzie w pobliżu sondy w sposób zapobiegający kolizji podczas przesuwania sondy.



7. Nacisnąć ten przycisk na MCP. Narzędzie przesuwa się z prędkością pomiaru do sondy i z powrotem. Długość narzędzia jest wyliczana i wprowadzana na listę narzędzi, przy czym uwzględniane jest również położenie krawędzi tnącej i promień lub średnica narzędzia. Należy pamiętać, że wyliczenie danych przesunięć nie jest możliwe w przypadku jednoczesnego poruszania się kilku osi.



8. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by zmierzyć średnicę narzędzia w płaszczyznach X i Y.

9. W razie potrzeby zmienić numer narzędzia T lub numer krawędzi tnącej D w oknie zilustrowanym poniżej.



10. Ustawić ręcznie narzędzie w pobliżu sondy w sposób zapobiegający kolizji podczas przesuwania sondy.



11. Nacisnąć ten przycisk na MCP. Narzędzie przesuwa się z prędkością pomiaru do sondy i z powrotem. Średnica narzędzia jest wyliczana i wprowadzana na listę narzędzi. Należy pamiętać, że wyliczenie danych przesunięć nie jest możliwe w przypadku jednoczesnego poruszania się kilku osi.

Kalibracja sondy narzędziowej

Przegląd

By narzędzia mogły być mierzone automatycznie, operator musi najpierw wyznaczyć położenie sondy narzędziowej na podstawie punktu zerowego maszyny.

Kolejność czynności

Ustawianie danych sondy



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć narzędzie.



4. Otworzyć okno automatycznego pomiaru narzędzia.



5. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno ustawień danych sondy zawierające jej współrzędne. Wprowadzić wymagane wartości do pól (opisy parametrów przedstawiono w tabeli poniżej). Odnieść wszystkie wartości położeń do układu współrzędnych maszyny.



①	Położenie bezwzględne sondy w kierunku Z	⑥	Prędkość pomiaru w trybie „JOG" (parametr ten jest stosowany do utworzenia programu pomiarowego).
② ③	Środek mierzonej sondy (współrzędna maszyny)	⑦	G17, G18 i G19 do wybrania
④	Średnica sondy (zmierzona wartość zostanie wyświetlona po kalibracji)	⑧	Prędkość wrzeciona w r.p.m.
⑤	Grubość sondy	⑨	Kierunek obrotu wrzeciona: M3, M4 lub M5
		⑩	Minimalna odległość pomiędzy powierzchnią przedmiotu i przedmiotem (parametr ten jest stosowany do tworzenia programu pomiarowego)

Kalibracja sondy



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć narzędzie.



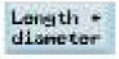
4. Otworzyć okno automatycznego pomiaru narzędzia.



5. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno kalibracji sondy.

6. Przesuwać narzędzie kalibracji do chwili, gdy znajdzie się ono w przybliżeniu nad środkiem powierzchni pomiarowej sondy narzędziowej.

   Do wybrania, czy skalibrować długość narzędzia i średnicę, czy samą długość narzędzia można użyć tylko następującego pionowego przycisku programowego:





7. Nacisnąć ten przycisk, by rozpocząć kalibrację.

   Narzędzie kalibracyjne przesuwa się automatycznie z prędkością pomiaru do sondy i z powrotem. Położenie sondy narzędziowej jest wyznaczane i zapisywana w obszarze danych wewnętrznych.

   Podczas pomiaru automatycznego wyświetlany jest symbol czujnika zegarowego, który informuje o trwającym pomiarze.



Konfigurowanie przedmiotu

Wprowadzanie i zmienianie przesunięć roboczych

Funkcjonalność

Po zbliżeniu się maszyny do punktu referencyjnego rzeczywista wartość współrzędnej osi wynika z punktu zerowego maszyny (M) w układzie współrzędnych maszyny. Niemniej jednak, program obróbki odnosi się zawsze do punktu zerowego przedmiotu (W) z układu współrzędnych przedmiotu. Przesunięcie to musi zostać wprowadzone jako przesunięcie robocze.

Niezależnie od pomiaru przesunięć roboczych poprzez stykanie narzędzia z przedmiotem, wartości te można również wprowadzić następująco:

Kolejność czynności



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Otworzyć listę przesunięć roboczych. Lista zawiera wartości przesunięć bazowych zaprogramowanego przesunięcia roboczego oraz aktywne współczynniki skalowania, widok odbicia lustrzanego i sumę wszystkich aktywnych przesunięć roboczych.

3. Ustawić kursor w polach wymagających edytowania przyciskami kursora i wprowadzić wartości.

	X mm	Y mm	Z mm	X ↻	Y ↻	Z ↻
G500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G54	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G56	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G57	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Program	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Scale	1.000	1.000	1.000			
Mirror	0	0	0			
Total	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

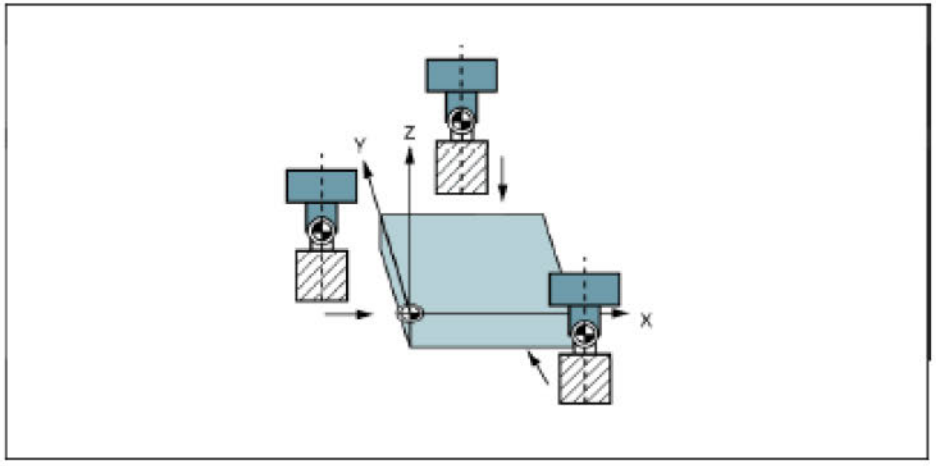


4. Potwierdzić wprowadzone wartości. Zmiany w przesunięciach roboczych zostają aktywowane natychmiast.

Pomiar przedmiotu

Przegląd

Operator wybrał okno z odpowiednim przesunięciem roboczym (np. G54) oraz oś, dla której ma zostać wyznaczone przesunięcie.



Rysunek 3-2 Wyznaczanie przesunięcia roboczego (frezowanie)

Kolejność czynności

Pomiar krawędzi przedmiotu



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć przedmiot.



4. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno pomiaru krawędzi przedmiotu.



5. Nacisnąć programowy „X", by zmierzyć w kierunku X.



6. Dosunąć zmierzone wcześniej narzędzie do przedmiotu w kierunku X.

...





7. Przejść w tryb „HANDWHEEL".



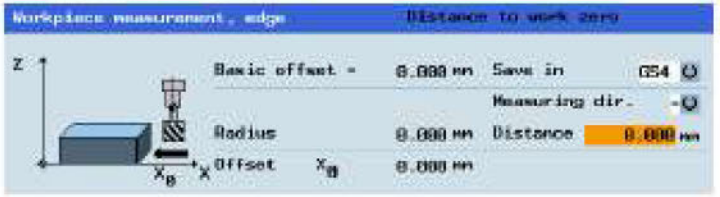




8. Wybrać odpowiednią korekcję prędkości, a następnie zetknąć narzędzie z odpowiednią krawędzią przedmiotu, przemieszczając narzędzie pokrętłem ręcznym.



9. Wybrać płaszczyznę przesunięcia do zapisania oraz kierunek pomiaru (np. „G54" i „-").





10. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy. Przesunięcie robocze osi X jest wyliczane automatycznie i wyświetlane w polu przesunięcia.
11. Powtórzyć powyższe czynności, by zmierzyć i ustawić przesunięcia robocze na osiach Y i Z.

Pomiar przedmiotu prostokątnego



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć przedmiot.



4. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno pomiaru przedmiotu prostokątnego.



...



5. Przesunąć zmierzone wcześniej narzędzie w kierunku pomarańczowej strzałki P1 wyświetlanej w oknie pomiaru, stykając wierzchołek narzędzia z krawędzią przedmiotu.





6. Nacisnąć pionowy przycisk programowy, by zapisać położenie narzędzia P1 w układzie współrzędnych.
7. Powtórzyć czynności 5 i 6, by zapisać pozostałe trzy położenia: P2, P3 i P4.



8. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by zapisać przesunięcia robocze na osiach X i Y po zmierzeniu wszystkich czterech położeń.

Pomiar przedmiotu kolistego



1. Wybrać pożądany obszar roboczy.



2. Przejść w tryb „JOG".



3. Otworzyć menu niższego poziomu, by zmierzyć przedmiot.



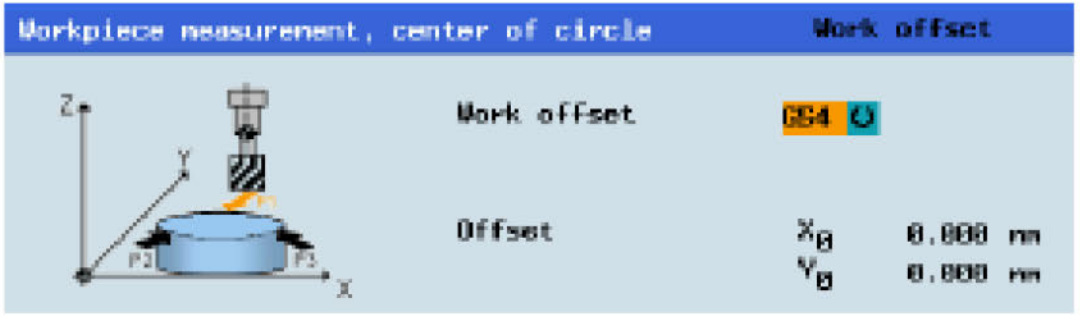
4. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by wyświetlić okno pomiaru przedmiotu kolistego.



...



5. Przesunąć zmierzone wcześniej narzędzie w kierunku pomarańczowej strzałki P1 wyświetlanej w oknie pomiaru, stykając wierzchołek narzędzia z krawędzią przedmiotu.





6. Nacisnąć pionowy przycisk programowy, by zapisać położenie narzędzia P1 w układzie współrzędnych.

7. Powtórzyć czynności 5 i 6, by zapisać pozostałe dwa położenia: P2 i P3.



8. Nacisnąć ten pionowy przycisk programowy, by zapisać przesunięcia robocze na osiach X i Y po zmierzeniu wszystkich trzech położeń.

Źródło:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/757/81163757/att_23541/v1/808D_OPM_Part_1_Operation_1212_Pol_pl-PL.pdf

https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/cnc4you-videos/ttt-mill/808d-tutorials-milling.html

Zadania i czynności trenera:

- Demonstruje sposób uruchamiania frezarki CNC
- Demonstruje sposób najazdu na punkt referencyjny frezarki CNC
- Analizuje z grupą rysunek techniczny przedmiotu obrabianego
- Demonstruje sposób mocowania materiału obrabianego
- Analizuje z grupą dobór narzędzi niezbędnych do określonego rodzaju obróbki / operacji
- Demonstruje sposób mocowania narzędzi
- Demonstruje sposób wprowadzania narzędzi do pamięci maszyny
- Demonstruje sposób aktywacji i pomiaru narzędzi
- Demonstruje sposób ustawiania punktu zerowego przedmiotu obrabianego
- Demonstruje sposób tworzenia kolejnych punktów zerowych przedmiotu obrabianego
- Nadzoruje czynności kursantów w czasie ćwiczeń
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Zadaje pytania
- Wykonuje polecenia trenera
- Uruchamia frezarkę CNC
- Wykonuje najazd na punkt referencyjny frezarki CNC
- Analizuje z grupą rysunek techniczny przedmiotu obrabianego
- Mocuje materiał obrabiany
- Analizuje z grupą dobór narzędzi niezbędnych do określonego rodzaju obróbki / operacji
- Mocuje narzędzia
- Wprowadzania narzędzia do pamięci maszyny
- Aktywuje narzędzia
- Dokonuje pomiaru narzędzi
- Ustawia punk zerowy przedmiotu obrabianego
- Tworzy kolejne punkty zerowe przedmiotu obrabianego
- Uczestniczy w pogadance

Wykonywanie obróbki na frezarkach CNC	**20**	1. Przesyłanie programów do maszyny 2. Wywołanie właściwego programu obróbczego 3. Symulacja obróbki 4. Wykonanie obróbki przykładowego detalu	1. Poznał sposoby przesyłania programów do maszyny 2. Poznał sposób wywołania właściwego programu obróbczego 3. Przeprowadza symulacje obróbki 4. Wykonuje obróbkę przykładowego detalu	1. Zna sposoby przesyłania programów do maszyny 2. Zna sposób wywołania właściwego programu obróbczego 3. Przeprowadza symulacje obróbki 4. Wykonuje obróbkę przykładowego detalu

Cele kształcenia

- Poznanie sposobów przesyłania programów do maszyny
- Poznanie sposobów wywołania właściwego programu obróbczego
- Kształtowanie umiejętności przeprowadzania symulacji obróbki
- Kształtowanie umiejętności wykonywania obróbki

Metody kształcenia

- Wykład
- Pogadanka
- Instruktaż
- Ćwiczenia praktyczne

Materiały i pomoce dydaktyczne

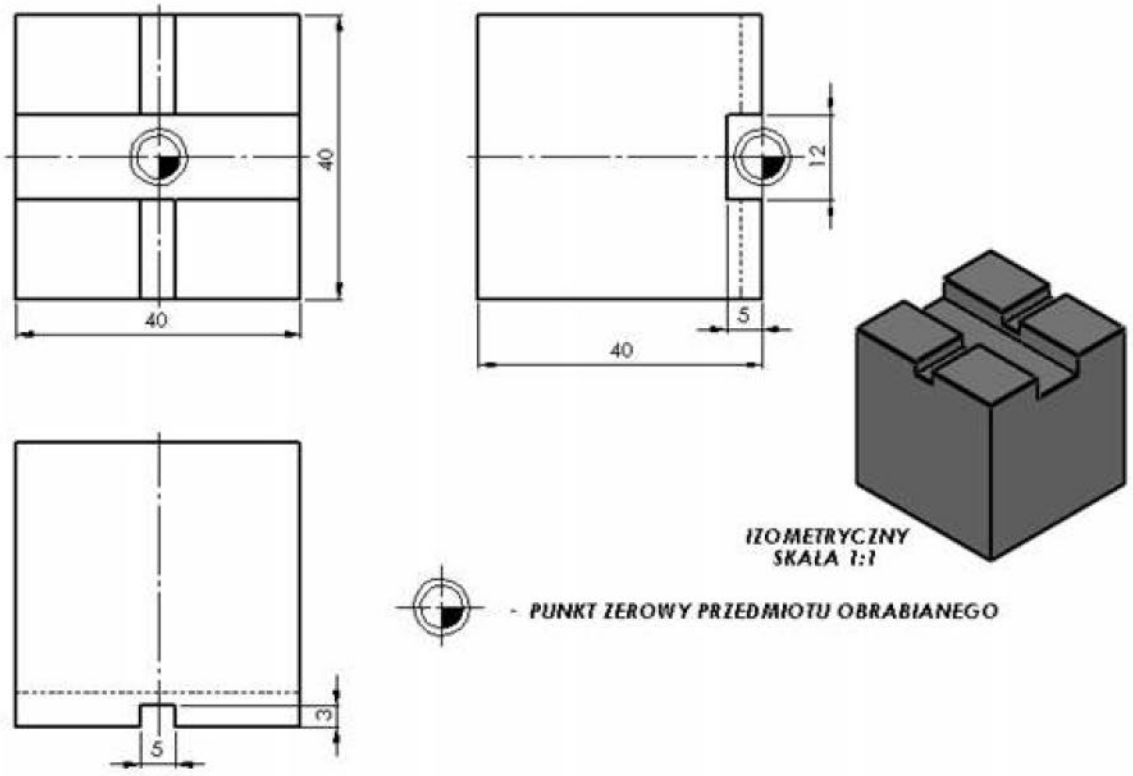
- Tablica interaktywna
- Komputer
- Zasoby Internetu
- Materiały poglądowe
- Rysunki techniczne przykładowych detali
- Ćwiczenia
- Frezarka CNC

Treści

Przykład ćwiczenia

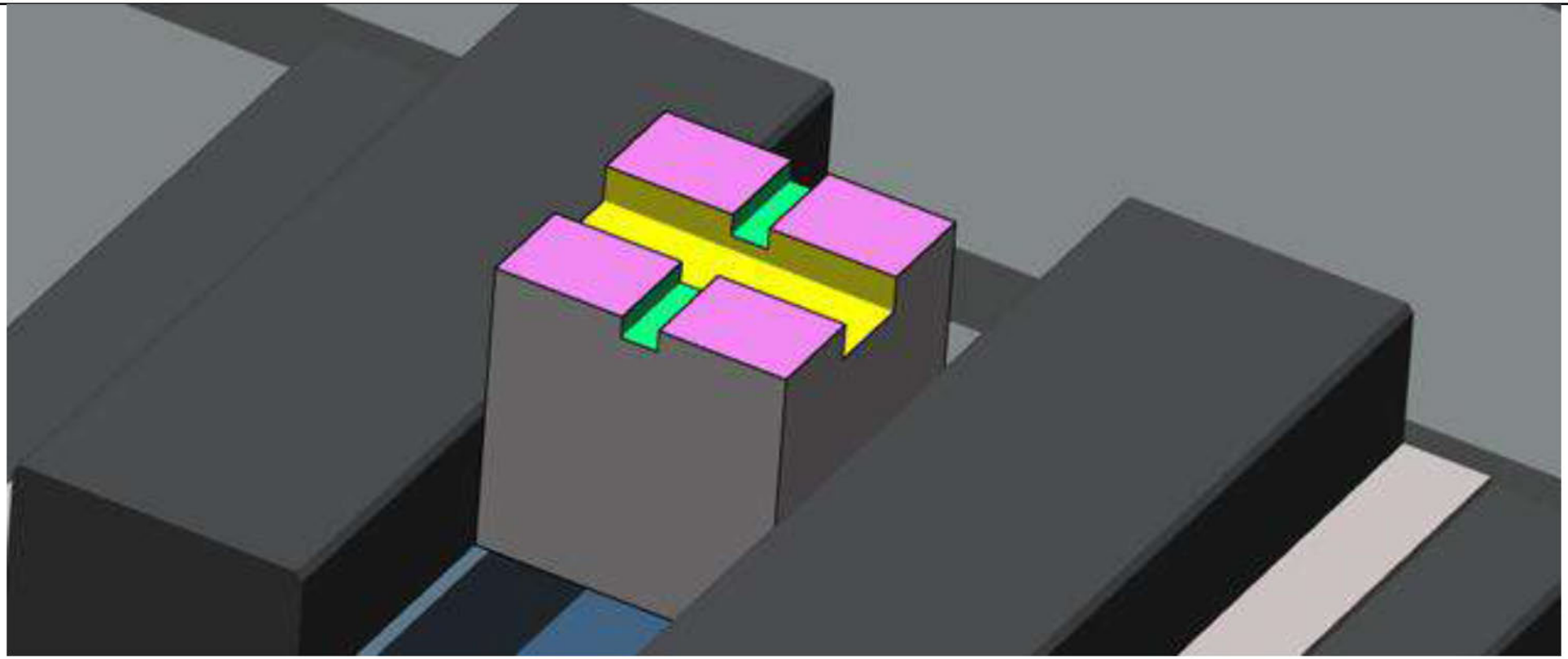
Wykonując poniższe czynności przeprowadź obróbkę poniższego detalu. Plik programu znajduje się na nośniku USB
- Uruchom maszynę
- Wykonaj najazd na punkt referencyjny
- Zamocuj materiał do obróbki
- Zamocuj odpowiednie narzędzia do przeprowadzenia obróbki
- Wykonaj pomiar narzędzi i przedmiotu obrabianego
- Przenieś program z nośnika USB do sterowania maszyny
- Wyszukaj i otwórz program obróbczy
- Przeprowadź symulację obróbki
- Wykonaj obróbkę detalu
- Zadanie wykonaj z zachowaniem przepisów BHP

Karta przygotowawcza								
Informacje ogólne								
Obrabiarka	Frezarka CNC							
Sterowanie	"SINUMERIK 808D							
Autor programu	AS							
Wydział	Ożarów							
Numer programu	O1001							
Nazwa	ROWKI PROSTOPADŁE PRZELOTOWE							
Numer identyfikacyjny rysunku	O1001							
Przedmiot obrabiany								
Prostopadłościan	X40/Y40/Z42							
Materiał	PA Typ 6 / Aluminium							
Mocowanie materiału obrabianego								
Imadło	Maszynowe 125							
Szczęki	Twarde							
Kierunek mocowania	90°							
Głębokość mocowania materiału	20 mm							
Podkładki równoległe/grubość	2mm							
Rejestr punktu zerowego								
Górna strona – środek przedmiotu obrabianego	X0/Y0/Z-2							
Dojazdy, odjazdy i naddatki na wykończenie podczas obróbki przedmiotu								
Naddatek na obróbkę wykańczającą	X = 0.00 mm na stronę / Y = 0.00 mm na stronę / Z = 0.5 mm							
Odległość odejścia/dojścia od/do konturu podczas obróbki (przyrostowo)	X = 2 mm na stronę / Y = 2 mm na stronę / Z = 2 mm							
System narzędziowy								
Nazwa narzędzia	Numer gniazda głowicy narzędziowej /numer korektora w programie	Prędkość skrawania S (obr/min)		Posuw F (mm/min)		Maksymalna głębokość skrawania (mm)	Rodzaj obróbki/kierunek skrawania	
		Obr. zgrubna	Obr. wykań.	Obr. zgrubna	Obr. wykań.		Oś X	Oś Y
Głowica do planowania Ø63	T1D1	600	700	200	100	8	Kierunek do minus	0
Frez palcowy do rowków Ø12	T2D1	800	900	150	100	5	Kierunek do minus	0
Frez palcowy do rowków Ø5	T3D1	1000	1100	150	100	3	0	Kierunek do plus



; Program O1001

N10 G17 G54 G71 G90 G94
N20 M6 T1 D1
N30 S600 M3 F200
N40 G0 X53.5 Y0 Z4
N50 Z0.5
N60 G1 X-53.5
N70 G0 Z2.5
N80 X53.5
N90 Z0
N100 S700 F100
N110 G1 X-53.5
N120 G0 Z100 M5
N130 T2 D1 M6
N140 S800 M3 F150
N150 G0 X28 Y0 Z2
N160 Z-4.5
N170 G1 X-28
N180 G0 Z2
N190 X28
N200 Z-5
N210 S900 F100
N220 G1 X-28
N230 G0 Z100 M5
N240 M6 T3 D1
N250 S1000 M3 F150
N260 G0 X0 Y-24.5 Z2
N270 Z-2.5
N280 G1 Y24.5
N290 G0 Z2
N300 Y-24.5
N310 Z-3
N320 S1100 F100
N330 G1 Y24.5
N340 G0 Z100 M5
N350 M30



Zadania i czynności trenera:

- Omawia i demonstruje przesyłanie programów do maszyny
- Omawia i demonstruje wywołanie właściwego programu obróbczego
- Omawia i demonstruje przeprowadzanie korekcji narzędzia
- Zadaje i nadzoruje ćwiczenia dotyczące wykonywania obróbki
- Prowadzi pogadankę, odpowiada na zadawane pytania

Zadania i czynności kursanta:

- Uważnie słucha i zapamiętuje wiadomości
- Wykonuje zadane ćwiczenia
- Zadaje pytania
- Uczestniczy w pogadance

Po zakończeniu szkolenia kursanci odbędą w ramach szkolenia praktycznego dodatkowy kurs w wymiarze 50 godzin.
Taki kurs powinien odbyć się w zakładzie pracy w ramach praktyki/stażu zawodowego.

Jest to wyjście naprzeciw oczekiwaniom kursantów kończących szkolenie. Z rozmów oraz ankiet przeprowadzanych wśród uczestników szkoleń kurs powinien zostać rozszerzony o większą ilość godzin praktycznych, najlepiej na różnego typu maszynach CNC. Dodatkowym atutem będzie możliwość odbycia stażu, przed przystąpieniem do pracy, pod okiem doświadczonych pracodawców.

Jednak pracodawcy mając na uwadze ochronę polityki firmy, oraz zobowiązania wobec kontrahentów nie są skłonni do przerywania swojej produkcji, wyłączania z codziennej pracy maszyn, oddelegowywania pracowników na potrzeby takich szkoleń. Ich zdaniem taka działalność jest zbyt wymagająca, i będzie zakłócać rytm dotychczasowej pracy.

Rozwiązaniem tego problemu może okazać się nawiązanie współpracy z Zakładami Doskonalenia Zawodowego, Centrami Kształcenia Praktycznego i Ustawicznego, Szkołami lub innymi ośrodkami szkoleniowymi mającymi posiadającymi odpowiednio wyposażone pracownie do prowadzenia szkoleń w zawodzie operatora obrabiarek skrawających, w tym oczywiście obrabiarek CNC: tokarka CNC oraz frezarka CNC.

Tematyka kursu skupiała by się tylko w obrębie:
- prawidłowego czytania dokumentacji technicznej przykładowych detali: tokarka/frezarka
- doboru i mocowania odpowiedniego materiału do obróbki: tokarka/frezarka
- doboru i mocowania narzędzi potrzebnych do wykonania konkretnego zadania: tokarka/frezarka
- przygotowania tokarki CNC do obróbki
- wykonywanie obróbki na tokarce CNC
- przygotowania frezarki CNC do obróbki
- wykonywanie obróbki na frezarce CNC

Taki ośrodek byłby zobligowany do:
- przygotowania odpowiedniego wyposażenia pracowni w: maszyny, urządzenia, narzędzia,
- przygotowania dokumentacji technicznej przykładowych detali z uwzględnieniem możliwości technologicznych pracowni
- zapewnienia odpowiedniej ilości materiału do obróbki
- zatrudnienia opiekuna pracowni, który przeprowadzi szkolenie praktyczne

Ukończenie szkolenia w takiej formie znacząco podniesie kwalifikacje kursanta i pozwoli mu na nabycie ogłady, w jakimś stopniu pewności siebie, zdyscyplinowania i koncentracji potrzebnych podczas pracy na obrabiarkach CNC