

Jerzy Honczarenko, Andrzej Jardzioch, Anna Kosecka
Politechnika Szczecińska

ZINTEGROWANY PAKIET PROGRAMÓW DO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA ELASTYCZNYCH SYSTEMÓW OBRÓBKI PRZEDMIOTÓW OBROTOWO SYMETRYCZNYCH

THE INTEGRATED PROGRAM MODUL SET TO AIDED DESIGN OF FLEXIBLE SYSTEMS FOR MACHINING OF ROTARY SYMMETRICAL PRODUCTS

EIN INTEGRIERTES PAKET DER PROGRAMME ZUR UNTERSTÜTZUNG DER KONSTRUKTION DER FLEXIBLEN SYSTEME ZUR BEARBEITUNG DER DREH - SYMMETRISCHEN WERKSTÜCKE

Streszczenie: Przedmiotem opracowania jest komputerowe wspomaganie projektowania zrobotyzowanych elastycznych gniazd obróbki tokarskiej w oparciu o hierarchiczno-sieciową bazę danych. Opracowano założenia pakietu programów FMSCAD wspomagania prac projektowych składającego się z pięciu modułów funkcjonalnych. Zrealizowano oprogramowanie dotyczące organizacji i sterowania pracą systemu, przepływu danych, a także konfiguracji podsystemów składowych gniazda.

Summary: The subject of the report is a realization of CAD System for lathe machining robot flexible center, based on the hierarchical network data base. The fundamental principles of the FMSCAD system which contains five functional modules are worked out. There The software concerning organization and control of the system work, input data and configuration of the flexible manufacturing system composition elements is created.

Zusammenfassung: Ein Gegenstand dieser Bearbeitung ist eine rechnerintegrierte Konstruktion robotisierter flexibler Drehbearbeitungszellen in einer Stütze an hierarchisch - netzlicher Datenbasis. Es wurden Grundlagen des Pakets der FMS CAD Programme der rechnerintegrierten Konstruktionsarbeiten bearbeitet. Es wurde eine Software für Organisation, Steuerung, Datenfluss und Konfiguration der Bestandteilen der Zelle realisiert.

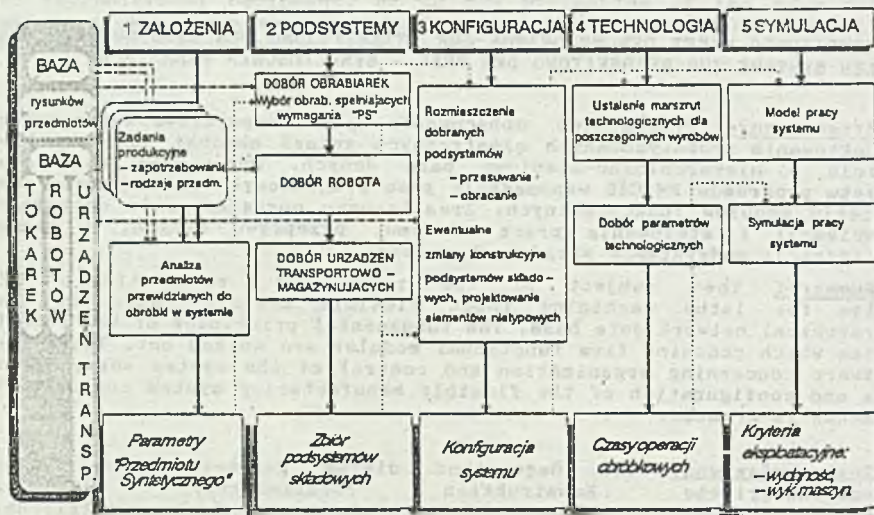
1. Wstęp

Proces projektowania zrobotyzowanych systemów wytwarzania składa się z iteracyjnie powtarzających się etapów, które sukcesywnie wzbogacane nowymi informacjami pozwalają na osiągnięcie rozwiązania spełniającego postawione wymagania. Łatwość i szybkość dokonywania zmian, generowania nowych wariantów i oceny uzyskanych rozwiązań pozwala w istotny sposób wpłynąć na polepszenie jakości i konkurencyjności projektowanych systemów. Aby zrealizować to zadanie projektant w trakcie swojej pracy musi dysponować odpowiednio wydajnym narzędziem w postaci komputerowego systemu wspomagania projektowania.

System taki powinien obejmować wszystkie etapy projektowania, od etapu określenia profilu produkcyjnego poprzez etap konfiguracji, aż do etapu symulacji i analizy uzyskanych wyników. Tego rodzaju oprogramowanie znajduje się jednakże w stadium opracowywania [1,3]. Dużą trudnością w szybkim wdrażaniu tego rodzaju systemów jest brak jednoznacznie zalgorytmizowanego procesu projektowania elastycznych systemów obróbkowych.

2. Założenia komputerowego wspomaganie projektowania elastycznych systemów obróbki tokarskiej

W Instytucie Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej prowadzone są prace nad realizacją komputerowego systemu wspomaganie projektowania elastycznych systemów do obróbki przedmiotów obrotowo symetrycznych (FMSCAD). W skład systemu wchodzi pięć modułów funkcjonalnych odzwierciedlających etapy projektowania - rys.1.



Rys.1 Schemat systemu do komputerowego wspomaganie projektowania FMSCAD
Fig.1. The scheme of computer aided design FMSCAD system

Osnową systemu jest hierarchiczno-sieciowa baza danych, z którą komunikuje się użytkownik w trakcie pracy z systemem. Przechowywane są w niej informacje o parametrach technicznych i gabarytach obrabiarek, robotów przemysłowych, urządzeń transportowo-magazynowych oraz pośrednie wyniki działań projektowych.

1 - Moduł wstępnych danych i założeń

Punktem wyjścia do rozpoczęcia prac projektowych jest określenie spektrum przedmiotów przewidzianych do obróbki w gnieździe. W przypadku przedmiotów, których projektowanie odbywa się tradycyjnie, użytkownik podaje dane wejściowe na specjalnie przygotowanych formularzach. Natomiast gdy projektowanie wspomagane jest programem CAD, rysunki konstrukcyjne przedmiotów wraz z dodatkowymi informacjami wprowadzane są do wydzielonej struktury w bazie danych. W wyniku analizy rodziny przedmiotów tworzony jest kompleksowy opis w postaci przedmiotu syntetycznego (PS).

Parametry PS są tak ukształtowane, aby na ich podstawie możliwe było określenie charakterystycznych wielkości potrzebnych obrabiarek, robotów przemysłowych, urządzeń transportowo-magazynujących, narzędzi i pomocy warsztatowych. Wymiary przedmiotu determinują wielkość potrzebnej przestrzeni roboczej obrabiarki. Geometria zarysu przedmiotu określa

wymagany rodzaj układu sterowania obrabiarki, jak i potrzebne do obróbki narzędzia. Ciężar przedmiotu i sposób ułożenia na palecie daje pierwsze wytyczne do doboru robota przemysłowego. Dane organizacyjne o dziennym zapotrzebowaniu i liczbie sztuk w serii pozwalają na wstępne określenie pojemności magazynów i urządzeń transportowych.

2 - Moduł doboru podsystemów składowych

Dobór podsystemów składowych elastycznego systemu (gniazda) realizowany jest w trzech wzajemnie powiązanych etapach: doboru obrabiarek, robotów przemysłowych i urządzeń transportowo-magazynujących. Jako punkt wyjścia przyjmuje się zaspokojenie wymagań stawianych przez parametry przedmiotu syntetycznego poprzez porównanie ich z danymi urządzeń zawartymi w bazie danych. W wyniku selekcji zgromadzonych w bazie danych urządzeń technologicznych otrzymuje się zbiór podsystemów spełniający wymagania pełnej elastyczności gniazda (wzajemna zamiennność obrabiarek, dostateczny udźwig robota, odpowiednia pojemność magazynu itp.) [1]. Zbiór ten może zostać następnie zawężony poprzez analizę wartości uwzględniającą inne dodatkowe kryteria doboru, jak np. niezawodność, koszty, warunki i terminy dostaw, tradycje panujące w zakładzie itp. [2]. Realizacja tego zadania zostanie powierzona wspomagającemu decyzje projektanta programowi ekspertowemu.

3 - Moduł konfiguracji

Ustalenie konfiguracji odbywa się w sposób iteracyjny od ogólnego konceptu poprzez wybór ustawienia konkretnych maszyn i komponentów aż do dokładnego ustawienia i zwymiarowania. Sposób wzajemnych powiązań podsystemów: wytwarzania, przepływu strumieni materiałów i informatycznego określa strukturę charakteryzującą projektowany układ i wpływa na jego funkcjonalne parametry. W celu wykorzystania możliwości graficznego konfigurowania systemu opracowany został graficzny edytor bazy danych opisany w dalszej części referatu.

4 - Moduł opracowania technologii

Na tym etapie projektowania określa się zadania realizowane w systemie i ich parametry. Podstawowe znaczenie ma zdefiniowanie marszrut technologicznych dla poszczególnych przedmiotów przewidzianych do obróbki. Dla każdego przedmiotu trzeba określić zbiór kolejnych maszyn, przez które dany przedmiot ma przejść. W następnej kolejności ustala się czasy trwania wszystkich operacji (obróbkowych, manipulacyjnych, pomiarowych) dla każdej marszruty. Dla operacji obróbkowych, w celu dokładnego określenia czasów ich trwania, konieczne jest opracowanie programów obróbkowych na obrabiarki CNC. Zagadnienie to realizuje wyspecjalizowane oprogramowanie do wspomagania programowania operacji obróbkowych na obrabiarki sterowane numerycznie. Założono możliwość wykorzystania znajdujących się w ITM programów PROGO lub EXAPT.

5 - Moduł symulacji pracy systemu

Po określeniu struktury projektowanego systemu, ustaleniu marszrut technologicznych i wprowadzeniu danych charakteryzujących procesy

zachodzące w systemie można przystąpić do etapu symulacji. Konieczne jest w tym celu zaprojektowanie modelu parametrycznego, umożliwiającego generowanie dowolnych struktur systemu i umożliwiającego wprowadzanie pewnych zmian w ramach przyjętych ograniczeń. Po zbudowaniu i zweryfikowaniu modelu, a przed przystąpieniem do właściwych obliczeń opracowywany jest plan eksperymentów symulacyjnych. Obejmuje on zestaw tych parametrów modelu, dla których mają być wykonane badania. Zrealizowanie badań symulacyjnych pozwoli na:

- wyznaczenie ilościowych charakterystyk pracy systemu (przebiegów czasowych obciążeń maszyn i urządzeń transportowych, wykresów Gantt'a),
- zbadanie wpływu zmian zasad pracy systemu (zmian algorytmów sterowania, czasów obróbki) na jego charakterystyki,
- wykrycie pewnych cech systemu (np. wąskie gardła), które uniemożliwiają pełne wykorzystanie jego możliwości,
- określenie zasobów systemu, które są w stanie zwiększyć efektywność jego pracy.

Przyjęcie za miernik ekonomicznej pracy uzyskanie wysokiego stopnia wykorzystania obrabiarek pozwala na ocenę projektowanego systemu i dokonanie ewentualnych zmian.

3. Realizacja systemu komputerowego wspomaganie projektowania systemów wytwarzania w oparciu o hierarchiczno-sieciową bazę danych

Do opracowania systemu komputerowego wspomaganie projektowania zrobotyzowanych systemów wytwarzania FMSCAD wykorzystano oprogramowanie podstawowe zrealizowane w ITM Politechniki Szczecińskiej [4] [5].

3.1. Projekt hierarchiczno-sieciowej bazy danych dla systemów CAD/CAM

W Instytucie Technologii Mechanicznej zaprojektowano bazę danych jako element zintegrowanego oprogramowania wspomagającego pracę konstruktora i technologa dla przemysłu maszynowego [4]. Struktura baz danych systemu CAD/CAM wynika z procesu projektowania. Struktura hierarchiczna jest zgodna z typowym podziałem konstrukcji na zespoły. Dane dotyczące logicznie samodzielnego fragmentu konstrukcji czy procesu są przechowywane w jednym segmencie bazy danych, opisując rzeczywisty obiekt. Baza danych jest zbiorem hierarchicznie i sieciowo powiązanych ze sobą segmentów. Budowa segmentów jest zdefiniowana w słowniku bazy. Zapewnia to łatwe rozbudowywanie bazy o nowe rodzaje informacji. Słownik definiuje się za pomocą samodzielnego programu - uniwersalnego generatora słownika. Podstawowym oprogramowaniem bazy danych jest zestaw procedur dostępu do bazy. Zapewnia on tworzenie własnych aplikacji pracujących z bazą. Zestaw ten umożliwia: tworzenie nowych baz, otwieranie i zamykanie istniejących, operacje na strukturze bazy, nawigację po bazie, operacje na danych bazy, ochronę danych segmentu lub całej bazy.

Uniwersalnym programem zarządzającym bazą jest edytor bazy. Realizuje

on wszystkie operacje zapewnione przez zestaw procedur dostępu. Edytor pracuje na kopii roboczej bazy danych zabezpieczając dane przed awarią systemu.

3.2. Powiązania między alfanumeryczną bazą danych a modułami graficznego przetwarzania informacji

Słownikowe bazy danych pozwalają na wygodne zdefiniowanie grup danych, zgodnie ze sposobem, w jaki system będzie się nimi posługiwał. Różne może być wykorzystanie tej samej informacji przez system do obliczeń, prezentacji graficznej czy też modelowania geometrycznego. Zapewniają to moduły sprzęgające, pracujące między modułami graficznego przetwarzania informacji a alfanumeryczną bazą danych. W słownikowych bazach danych organizacja i działanie takich modułów jest związana z wykorzystaniem definicji grup danych zawartych w słowniku. Moduły sprzęgające działają między alfanumeryczną bazą danych a buforem danych graficznych. Bufor danych graficznych jest odzwierciedleniem przetwarzanego w danym momencie fragmentu struktury bazy. Hierarchiczność bazy pozwala określić relacje przestrzenne między obiektami geometrycznymi przez wyznaczenie lokalnego układu przestrzennego obiektu względem układu przestrzennego obiektu nadrzędnego.

Graficzne przetwarzanie informacji w systemie zapewnia edytor graficzny. Składa się on z części prezentacji graficznej i z części interaktywnego modelowania graficznego. Część prezentacji graficznej umożliwia oglądanie przechowywanych w bazie obiektów geometrycznych zgodnie z relacjami przestrzennymi zachodzącymi między nimi, a także wyróżnienie obiektu, wybór operacji, jakiej będzie poddany obiekt oraz podjęcie decyzji o zaktualizowaniu danych alfanumerycznej bazy danych. Część modelowania geometrycznego umożliwia w trybie konwersacji graficznej zmianę danych geometrycznych obiektu lub utworzenie danych dla nowego obiektu.

3.3. Struktura systemu komputerowego wspomaganie projektowania zrobotyzowanych systemów wytwarzania FMSCAD

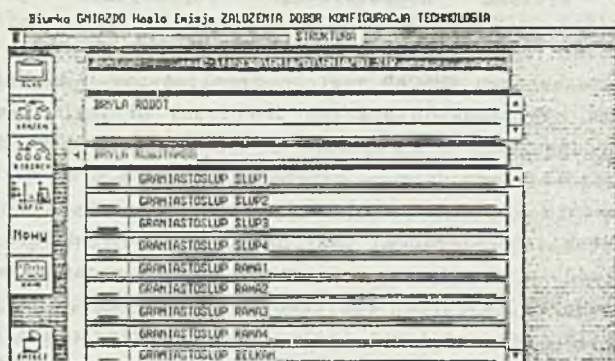
Oprogramowanie systemu FMSCAD zostało zrealizowane w technice WYSIWYG za pomocą narzędzi programowych systemu GEM firmy Digital Research. Jako oprogramowanie podstawowe wykorzystano: zestaw procedur dostępu do hierarchiczno-sieciowej bazy danych, generator słownika oraz dostosowane do potrzeb projektowania elastycznego systemu moduły edytora tekstowego i graficznego hierarchiczno-sieciowej bazy danych. Moduły edytora tekstowego wprzęgnięto w moduł sterujący systemem, który organizuje poprawne uruchamianie kolejnych modułów obliczeniowych systemu, przechowywanie rezultatów działania tych modułów w bazie oraz przeglądanie i korygowanie danych projektowanego gniazda obróbkowego. Moduły edytora graficznego są wykorzystywane podczas realizacji ręcznego doboru podsystemów gniazda obróbkowego oraz jego konfiguracji.

W bazie przechowywane są informacje o elastycznym systemie obróbkowym, czyli technologiczne i geometryczne informacje o dysponowanej przestrzeni i podsystemach składowych. W strukturze bazy jako samodzielne obiekty geometryczne występują całe obrabiarki, roboty, urządzenia transportowo-magazynujące itd. Wszystkie te elementy mogą być jednocześnie prezentowane i dostępne na rzutni.

W korzeniu struktury są przechowywane dane geometryczne o dysponowanej przestrzeni (hali). W równowazny sposób wobec korzenia struktury podporządkowane są kolejne gałęzie struktury definiujące wszystkie podsystemy gniazda oraz przedmiot syntetyczny. Gałąź obrabiarki, robota lub urządzenia transportowo-magazynującego zawiera segment z danymi technologicznymi danego podsystemu. Następnym podporządkowanym jemu segmentem jest segment definiujący położenie podsystemu w hali. Segment ten definiuje układ lokalny elementu podporządkowany układowi globalnemu wyznaczonemu przez układ hali. Geometria definiowanego podsystemu przechowywana jest w kolejnych segmentach podporządkowanych segmentowi położenia. Na tym poziomie struktury danych bazy oprócz geometrii brył elementu opisana jest również geometria przestrzeni roboczej obrabiarki, czy robota, wraz z wyszczególnieniem specyficznych przestrzeni takich, jak: dojście do transportera wiórów, czy przestrzeń dla otwarcia drzwi lub zdjęcia osłon. W pierwszym segmencie gałęzi przedmiotu syntetycznego przechowywane są dane technologiczne. Na następnym poziomie znajdują się równoważne sobie gałęzie opisujące propozycje marszrut dla opisanego powyżej przedmiotu. Każda gałąź zawiera segmenty opisujące kolejne etapy marszruty, a także segment z parametrami oceniającymi pracę gniazda.

3.4. Projekt i realizacja modułu sterującego systemem

Moduł sterujący uruchamiany jest z poziomu pogramu GEM Desktop. W katalogu o nazwie FMSCAD jest program FMSCAD.APP, główny program systemu. Obsługa programu polega na realizowaniu rozkazów menu głównego - rys.2.



Rys.2. Ekran modułu sterującego systemem FMSCAD

Fig.2. The framework of the FMSCAD system control modul

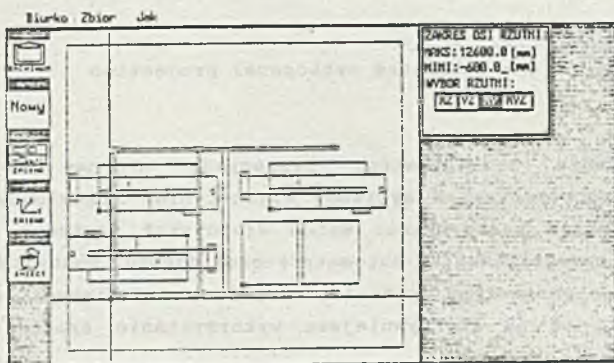
Rozkaz GNAZDO umożliwia utworzenie nowej bazy danych przechowującej informacje o podsystemach nowo projektowanego gniazda, otwarcie i zachowanie istniejącej bazy oraz zakończenie pracy z systemem.

Rozkaz ZAŁOŻENIA dotyczy analizy przedmiotów, które mają być obrabiane w projektowanym gnieździe oraz wyznaczenia parametrów przedmiotu syntetycznego. Parametry te są wyznaczane w oparciu o wybrane przedmioty z archiwum systemu. Użytkownik może zmienić wartość parametrów. Po zaakceptowaniu dane te są zapamiętane w bazie wraz z innymi informacjami o gnieździe.

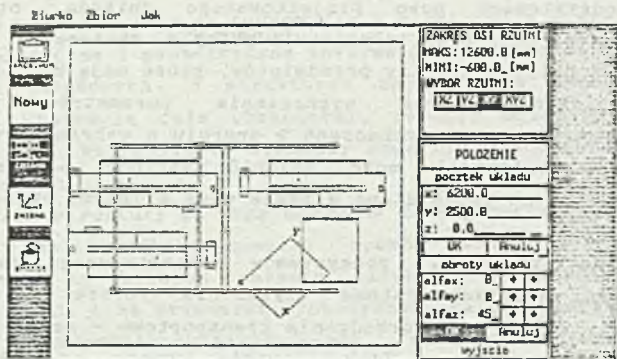
Rozkaz DOBÓR dotyczy doboru podsystemów projektowanego gniazda. Na podstawie zawartości archiwum systemu użytkownik wybiera typ podsystemu (są to: obrabiarki, roboty, lub urządzenia transportowo - magazynujące), a następnie konkretny podsystem. Zaakceptowanie wyboru powoduje dodanie wyróżnionego elementu archiwum do bazy. Jest to przekopiowanie do bazy segmentu z formularzem dokumentacji technicznej oraz segmentów z opisem geometrii elementu.

Rozkaz KONFIGURACJA dotyczy rozmieszczenia podsystemów systemu, zmian konstrukcji podsystemów składowych oraz projektowania elementów nietypowych. Wybór rozkazu powoduje uruchomienie modułu graficznego edytora hierarchiczno-sieciowej bazy danych. W trybie konwersacji graficznej użytkownik może wyróżnić wybrany podsystem, zmienić jego położenie, orientację i rzuty, a także usunąć go z hali - rys 3, 4, 5.

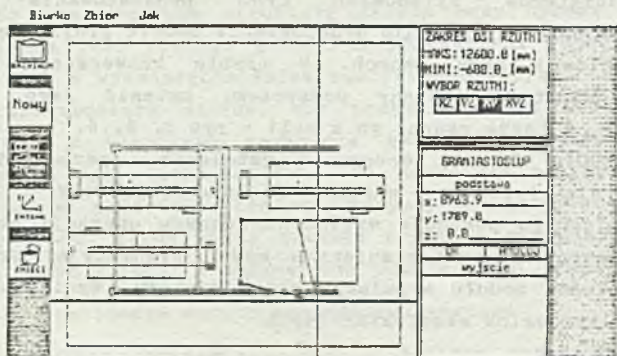
Rozkaz TECHNOLOGIA dotyczy doboru i ustalenia parametrów procesu technologicznego dla wybranego wyrobu. Zadanie marszruty i parametrów procesu technologicznego powoduje wyliczenie czasów operacji obróbkowych. Po zadaniu parametrów charakteryzujących model symulacyjny przewidziano możliwość uruchomienia modułu symulacji pracy systemu. Wynikiem działania modułu jest zbiór kryteriów eksploatacyjnych.



Rys.3. Wybór podsystemu
Fig.3. The choice of the subsystem



Rys.4. Zmiana orientacji układu lokalnego podsystemu
 Fig.4. The change of the subsystem local coordinates orientation



Rys.5. Zmiana rzutów podsystemu
 Fig.5. The change of the subsystem orthogonal projection

4. Podsumowanie

W opracowaniu przedstawiono propozycję systemu wspomagającego projektowanie zrobotyzowanych systemów wytwarzania. Przewiduje się rozwój oprogramowania przez zastosowanie metod właściwych systemom ekspertowym, szczególnie w oprogramowaniu automatycznego doboru podsystemów gniazda obróbkowego, jego parametrów technologicznych, przy obieraniu modelu pracy gniazda. Pozwoli to na efektywniejsze wykorzystanie systemu w procesie projektowania.

LITERATURA

- [1] Honczarenko J., Jardzioch A., Neumann K.: Założenia komputerowego wspomaganie projektowania zrobotyzowanych gniazd obróbki tokarskiej. III Krajowa Konferencja Robotyki. Prace Naukowe ICT Polit. Wrocławskiej nr 82, Seria Konferencje nr 37. Tom 2, Wrocław 1990, ss.164-169.

- [2] Genschow H., Harnisch H.G.: Auswahl einer optimalen Werkzeugmaschine. VDI-Z131 (1989), Nr 8, s.38+42.
- [3] Honczarenko J.: Metodyka projektowania zrobotyzowanych systemów obróbkowych. Prace Naukowe Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej nr 49. Seria Konferencje nr 18. Wrocław 1991, s.385-390.
- [4] Boćkowska M., Żaboklicki Sł.: Baza danych w systemach CAD/CAM. Prace Naukowe Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej (w druku).
- [5] Kosecka A.: Graficzny edytor baz danych w systemach CAD/CAM. Prace Naukowe Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej (w druku).

Recenzent: Prof.dr inż. Henryk Kowalowski

Wpłynęło do Redakcji do 30.04.1992r.

Abstract: The subject of the report is a realization of CAD System for lathe machining robot flexible center, based on the hierarchical network data base. The fundamental principles of the FMSCAD system which contains five functional modules are worked out. There The software concerning organization and control of the system work, input data and configuration of the flexible manufacturing system composition elements is created.