

Bolesław FABISIAK, Marek ZASADA  
Politechnika Szczecińska

## TELETRANSMISJA DANYCH TECHNOLOGICZNYCH W KOMPUTEROWO ZINTEGROWANYCH SYSTEMACH PRODUKCYJNYCH

Streszczenie: W referacie przedstawiono techniczno-informatyczne aspekty transmisji danych technologicznych w elastycznych systemach produkcyjnych, metody transmisji danych produkcyjnych z wykorzystaniem sieci komputerowych Ethernet, Token Ring oraz modemów i sieci telefonicznej. Omówiono możliwości wykorzystania różnych typów protokołów komunikacyjnych. Podano przykład rozwiązania systemu transmisji danych technologicznych w doświadczalnym gnieździe montażowym.

## TELETRANSMISION OF MANUFACTURING DATA IN COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING SYSTEMS

Summary: This paper presents technical and informational aspects of manufacturing data transmission using local area networks: Ethernet, Token Ring as well as using modems and standard telecommunication lines. The possibilities of using different kinds of communication protocols and an example of manufacturing data transmission system in assembly work cell is presented.

## FERTIGUNGSDATENÜBERTRAGUNG IN RECHNERINTEGRIERTEN FERTIGUNGSSYSTEMEN

Zusammenfassung: Dieser Beitrag stellt informations-technische Aspekte von Fertigungsdatenübertragung in flexible Fertigungssystemen, Methoden der Übertragung der Fertigungsdaten über lokale Rechnernetze Ethernet, Token Ring sowie auch über Telefonnetze via Kommunikations-Modems vor. Die Benutzungsmöglichkeiten von unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen sind angegeben. Ein Beispiel für ein Fertigungsdatenübertragungssystem in Montageanlage ist dargestellt worden.

### 1. Wprowadzenie

Zapewnienie sprawnej wymiany danych w obrębie stacji i gniazd obróbkowych oraz ich informatyczno-techniczne sprzężenie z systemami planowania, technicznego przygotowania i zarządzania produkcją jest jednym z warunków integracji dyskretnych procesów produkcyjnych w jednolite, sprawnie działające systemy.

Przedstawiane w referacie prace skupiają się wokół problematyki związanej z komunikacją gniazd obróbkowych z nadrzędnymi systemami planowania i sterowania produkcją, jak również z komunikacją w obrębie gniazda obróbkowego (sprzężenia pomiędzy komputerami gniazd obróbkowych, komunikacja poprzez łącza DNC z urządzeniami technologicznymi).

## **2. Informacyjno-techniczne aspekty łącz realizujących transmisję danych technologicznych w elastycznych systemach produkcyjnych**

Łącza realizujące transmisję danych w elastycznych systemach produkcyjnych powinny zapewnić niezawodną teletransmisję danych technologicznych, w szczególności:

- łączność pomiędzy gniazdami obróbkowymi a systemami nadrzędnymi, planowania, przygotowania i sterowania produkcją,
- przepływ danych technologicznych w obrębie gniazd obróbkowych.

Wymaga to przystosowania procesu produkcji do operowania na danych cyfrowych, poprzez zastosowanie w systemach produkcyjnych:

- komputerowego wspomagania procesu przygotowania produkcji,
- urządzeń technologicznych sterowanych numerycznie (obrabiarki, roboty, urządzenia transportowe, kontrolne, magazynujące itp.),
- urządzeń realizujących od strony informatycznej teletransmisję,
- fizycznego stworzenia łączy realizujących transmisję danych.

Warunkiem stosowania metod teletransmisji danych w systemach produkcyjnych jest konieczność przedstawienia danych w postaci cyfrowej. Warunek ten spełniają np. numeryczne programy sterujące dla urządzeń technologicznych SN, zbiory baz danych technologicznych, rysunki i dokumenty tworzone w systemach CAD/CAM. Część dokumentów technologicznych tworzonych metodami tradycyjnymi wymaga przed ich przesłaniem digitalizacji [10].

## **3. Metody transmisji danych technologicznych**

Transmisja danych technologicznych w elastycznych systemach produkcyjnych może przebiegać:

- a) w obszarze gniazd obróbkowych z wykorzystaniem:
  - **lokalnej sieci komputerowej**, w zakresie wewnętrznej komunikacji pomiędzy komputerami wchodzącymi w skład gniazda obróbkowego,

- **kablowych łączy szeregowych**, w zakresie komunikacji DNC pomiędzy komputerami gniazda obróbkowego a urządzeniami technologicznymi gniazda oraz w zakresie komunikacji CNC,
  - **łączy szeregowych typu IR (podczerwień)**, w zakresie synchronizacji pracy urządzeń technologicznych gniazda,
- b) w obszarze zewnętrznej komunikacji pomiędzy gniazdem obróbkowym a systemami planowania, przygotowania i sterowania produkcją z wykorzystaniem:
- **lokalnych sieci komputerowych**, z możliwością wyjścia na sieci rozległe,
  - **modemów**, poprzez ogólnie dostępną sieć telekomunikacyjną.

#### 4. Wykorzystanie protokołów komunikacyjnych

Obecnie teleinformatyka oddaje do dyspozycji użytkowników wiele protokołów komunikacyjnych. Niektóre z nich mogą być zastosowane do transmisji plików technologicznych. Biorąc pod uwagę zewnętrzną komunikację pomiędzy gniazdem obróbkowym a systemami planowania, przygotowania i sterowania produkcją na uwagę zasługują:

- **MAP (Manufacturing Automation Protocol)** - projektowany dla potrzeb automatyzacji produkcji, z aplikacjami FTAM (File transfer, Acces and Management), CASE (Common Application Service Elements) oraz MMFS (Manufacturing Message Format Standards),
- **TOP (Technical and Office Protocol)** - projektowany do realizacji biurowych zadań technicznych i projektowych z zaawansowaną grafiką,
- **TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)** - stosowany do łączenia przemysłowych i publicznych sieci komputerowych, z aplikacjami FTP (File Transfer Protocol), Telnet (wirtualny terminal sieciowy) oraz SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), wykorzystywany przy połączeniach, np. poprzez sieć INTERNET,
- **IPX (Internetwork Packet Exchange)** - stosowany jako protokół w lokalnych sieciach komputerowych, np. Novell,
- **DAE (Distributed Automation Edition)** - platforma do informatyczno-technicznej integracji systemów produkcyjnych,
- **Kermit, X-modem** - protokoły wykorzystywane przy łączności modemowej.

Biorąc pod uwagę wewnętrzną komunikację w gniazdach obróbkowych realizowaną w ramach łączy z urządzeniami technologicznymi w trybie DNC, do dyspozycji są aktualnie procedury LSV/2 (Low Speed Version 2 - bazująca na normie DIN 66019) oraz procedura 3964.

## 5. Przykład rozwiązania systemu transmisji danych w gnieździe obróbkowym

Przykładowe łącza zrealizowano w ramach przeprowadzonych prac doświadczalnych na Uniwersytecie Technicznym w Hamburgu-Harburgu (AWA)[3], zapewniając transmisję danych technologicznych do/z gniazda obróbkowego oraz wewnętrzną transmisję danych w obrębie gniazda. Rozwiązanie zastosowanego systemu transmisji danych technologicznych w doświadczalnym gnieździe montażowym przedstawiono na rys. 1.

Komputery wchodzące w skład gniazda połączono lokalną siecią Token Ring, z wyjściem na zewnętrzną sieć ETHERNET. Komunikację wewnątrz gniazda zrealizowano w oparciu o system DAE. Wymianę danych pomiędzy gniazdem obróbkowym a systemem nadrzędnym oparto na modelu TCP/IP wykorzystując protokół FTP. Komunikację przebiegającą poprzez łącza DNC oparto na procedurze LSV/2.

Wykorzystując utworzone łącza można zrealizować m.in.:

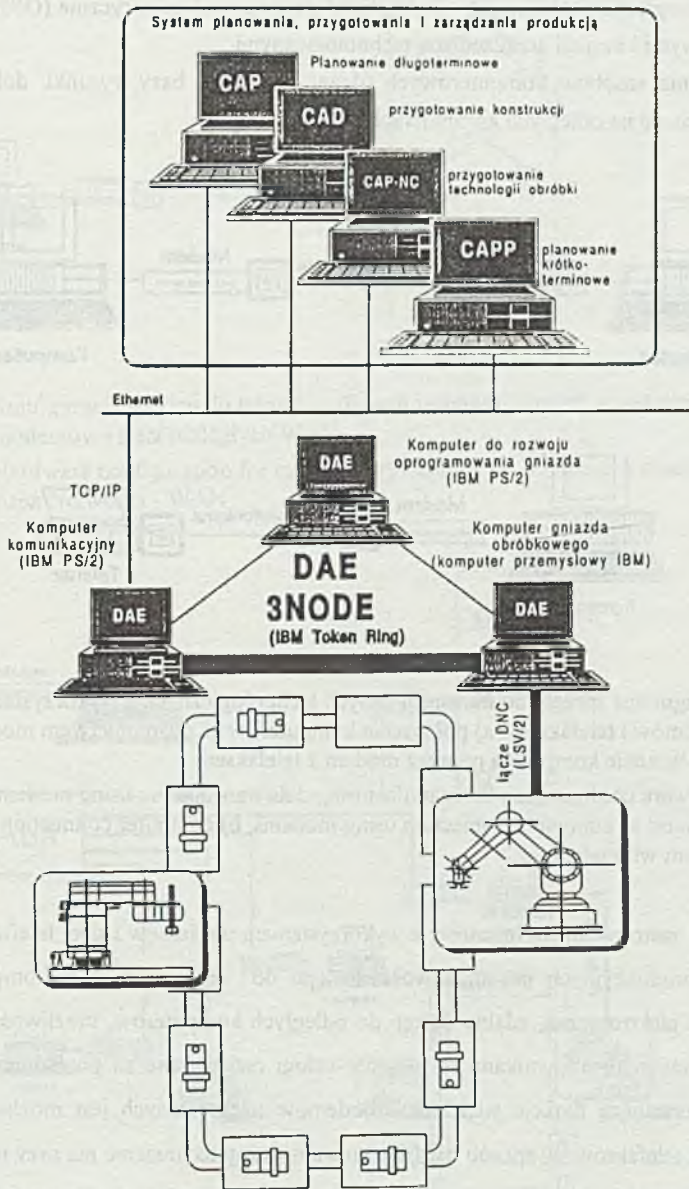
- wymianę plików pomiędzy komputerem sterującym pracą gniazda obróbkowego a systemem zarządzania i sterowania produkcją poprzez zewnętrzną sieć ETHERNET (pliki zawierać mogą np. programy obróbki do sterowania urządzeń technologicznych SN, polecenia produkcyjne sterujące pracą gniazda, dane o aktualnym statusie urządzeń technologicznych podległych komputerowi gniazda i inne dane technologiczne),
- komunikację wewnątrz gniazda obróbkowego, pomiędzy komputerami wchodzącymi w skład gniazda poprzez wewnętrzną sieć TOKEN RING,
- komunikację DNC z urządzeniami technologicznymi sterowanymi numerycznie wchodzącymi w skład gniazda poprzez łącza szeregowo.

## 6. Transmisja danych technologicznych poprzez sieci telefoniczne za pośrednictwem modemów

Odrębnym zagadnieniem jest możliwość wykorzystania do celów transmisji danych w systemach produkcyjnych modemów i istniejącej sieci telefonicznej. Łączność modemową można wykorzystać m. in. do:

### 1. wymiany plików:

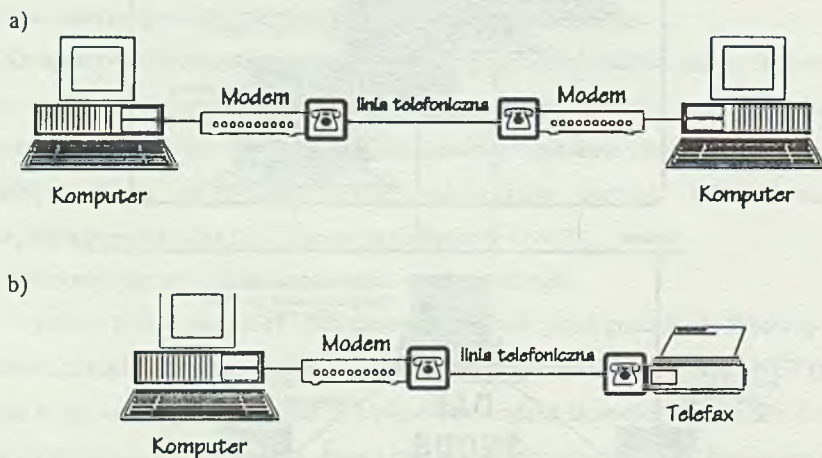
- tekstowych ,
- rysunkowych (typu DWG, DXF, IGES, PCX, TIFF, BMP, itp.),
- dokumentów technologicznych zawierających tekst i grafikę,
- baz danych technologicznych (np. typu DBF),
- arkuszy kalkulacyjnych itp.



Rys. 1. Konfiguracja urządzeń i przepływ informacji w doświadczalnym gnieździe montażowym

Fig. 1. Hardware configuration and information flow in an experimental assembly work cell

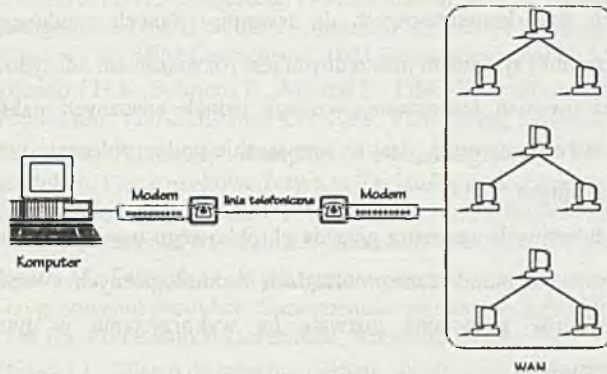
2. przesyłania dokumentacji technologicznej techniką telefax'u (rys.2b).
3. transmisji programów sterujących obrabiarkami sterowanymi numerycznie (OSN), robotami przemysłowymi i innymi urządzeniami technologicznymi
4. wykorzystania zasobów komputerowych (dane, programy, bazy, rysunki, dokumentacja) znajdujących się na odległych komputerach.



Rys. 2. Konfiguracja sprzętu do transmisji danych technologicznych z wykorzystaniem modemów i telefaksów: a) połączenie komputerów za pośrednictwem modemów, b) połączenie komputera poprzez modem z telefaksem

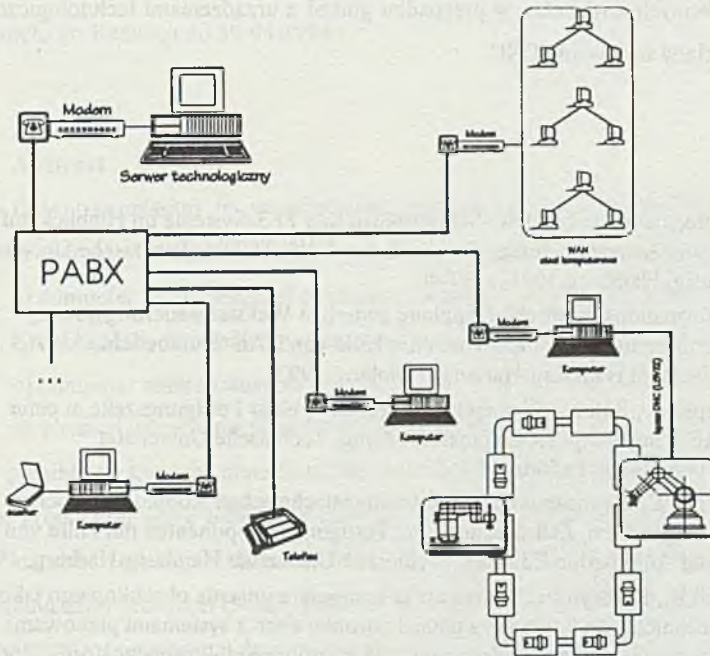
Fig. 2. Hardware configuration for manufacturing data transmission using modems and telefaxes: a) computer connection using modems, b) computer connection using modem with telefax

Ważnym zastosowaniem łączności z wykorzystaniem modemów i sieci telefonicznych w systemach produkcyjnych jest możliwość dostępu do rozległych sieci komputerowych (rys.3). Poczta elektroniczna, zdalny dostęp do odległych komputerów, możliwości wymiany informacji z innymi użytkownikami, to niektóre usługi realizowane za pośrednictwem tych sieci. Inną interesującą funkcją większości modemów telefonicznych jest możliwość wysyłania i odbioru telefaksów w sposób bardziej zaawansowany technicznie niż przy użyciu urządzeń tradycyjnych (np. możliwość nadawania do grupy adresatów o wyznaczonej godzinie i odbioru faxów "w tle" przy nie zakłóconej pracy komputera), przesyłanie dokumentacji bez potrzeby jej wydruku i skanowania [10]. W ramach prac badawczych prowadzonych w Instytucie Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej przetestowano różnorodne możliwości konfiguracyjne, które przedstawiono na rys. 4.



Rys. 3. Konfiguracja sprzętu do transmisji danych technologicznych z wykorzystaniem modemów i sieci rozległych WAN

Fig. 3. Hardware configuration for manufactory data transmission using modems and Wide Area Networks - WAN



Rys. 4. Możliwości konfiguracji sprzętu do transmisji danych technologicznych z wykorzystaniem ogólnie dostępnej sieci telekomunikacyjnej

Fig. 4. Proposition of hardware configuration for manufacturing data transmission using standard telecommunication lines

## 7. Podsumowanie

Zastosowanie lokalnych sieci komputerowych do transmisji danych produkcyjnych pomiędzy gniazdami obróbkowymi i systemami nadrzędnymi jest rozwiązaniem zdecydowanie bardziej sprawnym i zaawansowanym technicznie, wymaga jednak znacznych nakładów finansowych na instalację sieci komputerowej. Jest to rozwiązanie godne polecenia w nowo tworzonych systemach produkcyjnych.

Transmisja danych produkcyjnych wewnątrz gniazda obróbkowego uwarunkowana jest możliwościami układów sterowania numerycznego urządzeń technologicznych. Większość produkowanych obecnie układów sterowania pozwala na wykorzystanie w tym celu asynchronicznych łączy szeregowych.

Oparcie transmisji danych pomiędzy gniazdami obróbkowymi i systemami nadrzędnymi na komunikacji modemowej jest rozwiązaniem tanim i szybkim w realizacji, charakteryzującym się jednak gorszymi parametrami transmisji w porównaniu do transmisji realizowanej poprzez sieci komputerowe. Nie wyklucza to możliwości wykorzystania transmisji modemowej w systemach produkcyjnych, zwłaszcza w przypadku gniazd z urządzeniami technologicznymi wyposażonymi w układy sterowania CNC.

## LITERATURA

- [1] Fabisiak B.: Untersuchung von DNC-Schnittstellen fuer FFS-Systeme im Hinblick auf Dateneubertragungssicherheit. Image-Brochure der AWA TUHH, Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg 1991, s. 37-40.
- [2] Fabisiak B.: Informationstechnische Kopplung zwischen Werkstattsteuerungssystem, Zellenrechner und Fertigungskomponenten mit Hilfe von DAE. Kurzbericht, AWA, Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg 1992.
- [3] Fabisiak B., López E., Rall K., Wollnack J.: Integration einer Fertigungszelle in einer erweiterten DAE-Umgebung. Konzeptbeschreibung. Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg Juni 1992.
- [4] Fabisiak B., López E.: Realisierung der Informationstechnischen Kopplung zwischen Werkstattsteuerungssystem, Zellenrechner und Fertigungskomponenten mit Hilfe von DAE (Distributed Automation Edition), Technische Universität Hamburg-Harburg, 1992.
- [5] Fabisiak B., Rall K., Berczyński S.: Koncepcja komputera gniazda obróbkowego jako informacyjno-technicznego integratora gniazd obróbkowych z systemami planowania i zarządzania produkcją w ramach elastycznych systemów produkcyjnych. Konf. "Podstawy projektowania procesów i systemów produkcyjnych", Politechnika Krakowska 1993.
- [6] Gerlach D., Rall K., Fabisiak B.: Integration einer Fertigungszelle in den CIM-Prozess. Fabrik 2000, Technologie Information Management, 10'92, Verlag Technik GmbH, Berlin/München 1992, s. 463-465.



- [7] Rall K., Wollnack J., Fabisiak B., López E.: Integration einer Fertigungszelle in einer erweiterten DAE-Umgebung. Dokumentation eines Studienprojektes des Arbeitsbereiches Fertigungstechnik II an der Technischen Universität Hamburg-Harburg in Zusammenarbeit mit der IBM Deutschland, IBM Deutschland GmbH, München August 1992.
- [8] Tönsdorf H.K., Martens R., Menzel E.: DNC-Entwicklung, Konzepte, Funktionen, Tendenzen..VDI-Zeitschrift 131/1989, VDI-Verlag, Düsseldorf September 1989.
- [9] Zasada M., Fabisiak B.: Komputerowe wspomaganie technologicznego wspomaganie produkcji. Prace naukowe Instytutu Technologii Mechanicznej PS, Materiały na konferencję Sekcji Podstaw Technologii Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk, Politechnika Szczecińska, Szczecin 24 czerwca 1993, s. 87-100.
- [10] Zasada M., Fabisiak B.: Wykorzystanie łączności modemowej w technicznym przygotowaniu produkcji. Sprawozdanie ze statutowej pracy naukowo-badawczej ITM PS, Politechnika Szczecińska, Szczecin, styczeń 1993.
- [11] Małecki J.: Wstęp do telekomunikacji. Wydawnictwo Lynx-SFT, Warszawa 1993.
- [12] Piotrowski J.: Przewodnik po sieciach rozległych. Wydawn. HELION, Gliwice 1993
- [13] Zydorowicz T.: PC i sieci komputerowe. Wydawnictwo PLJ, Warszawa 1993.

Recenzent: Prof. dr hab. Andrzej Grzywak

Wpłynęło do Redakcji do 30.04 1994 r.

### Abstract

Data transmission in manufacturing systems demands preparing of manufacturing process operate with digital data. It means, that we must use in our manufacturing process:

- a) computer aided design of production systems (CAD, CAPP, CAP-NC)
- b) numerically controlled machines and devices (machine tools, robots),
- c) computer teletransmission devices,
- d) physical data connections for digital data transmission.

It is possible to transmit manufacturing data between upper production design systems and lower production work cells using local area networks: Ethernet, Token Ring and modems and standard telecommunication lines. The possibilities of using different kinds of communication protocols (MAP, TOP, DAE, TCP/IP, IPX, FTP, Kermit and others) and an example of manufacturing data transmission system in assembly work cell presented in this paper. To transmit manufacturing data between work cell computer and numeric controll machine tools and robots, asynchronous serial lines with LSV/2 protocol, are used.