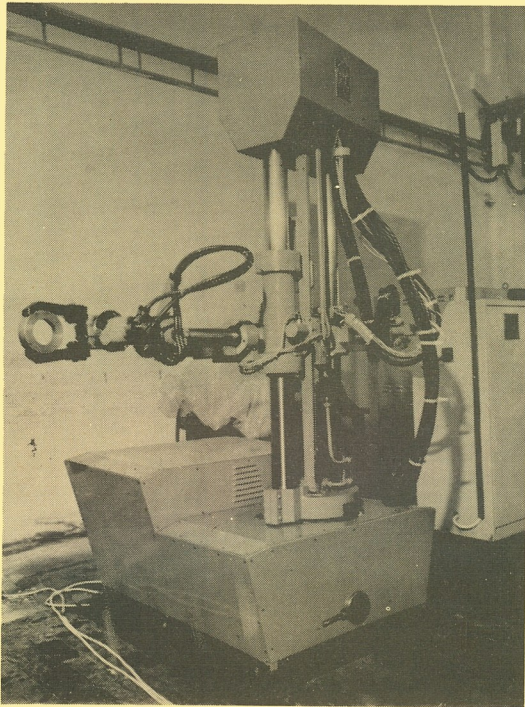


A tartalomból...

Számítógépes gyártmánytervezés

Ipari robotok

NC programozási nyelv



1978

10

KOHÓ- ES GÉPIPARI TUDOMÁNYOS
INFORMATIKAI ÉS IPARGAZDASÁGI KÖZPONT SZAKFOLYÓIRATA
GONDOZZA: A MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI
INFORMÁCIÓS FŐOSZTÁLY

A szerkesztő bizottság vezetője: DR. GÁGYOR PÁL

A szerkesztő bizottság tagjai:

DR. BÁNKI GÉZA
BOROMISSZA GYULA
BORSZÉKI SÁNDOR
CSAPO JÓZSEF
DOBO ANDOR
GYÖRGY ZOLTÁN
HERMAN ÁKOS

KÁZSMÉR JÁNOS
KLATSMÁNYI ÁRPAD
DR. KOVÁCS LASZLÓ
DR. LOVAS BÉLA
MAGYAR GYÖRGY
MOLNÁR ISTVÁN
NEMET IMRE

NIKA ENDRE
PATAKI EMIL
PÁL LASZLÓ
VAJDA FERENC
DR. VAMOS TIBOR
WODICSKA MIHÁLY

Rovatszerkesztők és a szerk. biz. tagjai:

BASA ISTVÁN
BOLGÁR MIKLÓS
KALLÓS KATALIN

KRAMLIK JÓZSEF
MAYER LÁSZLÓ
SAJBER ISTVÁN

DR. SASFI IMRE
DR. SZABÓ ANTAL
SZENTGYÖRGYI ZSUZSA

Szakszerkesztő:
MAYER LASZLÓ

Szerkesztő:
FOLTÁNYI JÓZSEFNE

Felelős szerkesztő:
LÖRINCZY LASZLÓ

HU ISSN 0133-1620

Szerkesztőség: Budapest, Arany János u. 24. 1051 Telefon: 317-549.

Engedélyszám: III/SZI/110/SZI/1978. Index: 25114

Megjelenik havonként. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál,
a kézbesítőnél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál,
(KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül, vagy csekkbefizetési lapon
a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámmra.

Előfizetési díj: 1 évre 360,- Ft, fél évre 180,- Ft.

A rajzokat készítette: Fenyvesi Péter

Kiadó: KG-INFORMATIK Kiadásért felelős: Dr. Gágyor Pál vezérigazgató
Készült a KG-INFORMATIK nyomda főosztályán, Budapest, IV., Berda József u. 12.
íves ofszetnyomással, 7 (A5) iv terjedelemben. Műszaki szerkesztő: Zászló Zsolt.
Felelős vezető: Haraszti Győző

78043/10

TARTALOM

- PIKLER Gyula
Gyártmánytervezés számítógépes
interaktív módszerekkel **4**
- HOLLÓ Krisztina:
Interaktív gépészeti tervező rendszer
geometriája **9**
- TURAI István:
Adatkezelő alrendszer számítógépes
tervezéshez **14**
- KOVÁCS Mihály:
Integrált tervező rendszerek **20**
- Dr. HOFFMANN Péter:
Programozási nyelv számítógépes
szerszámgép-vezérlésekhez **36**
- Dr. SZÉP Endre:
Robotok, ipari robotok **44**
- SZABÓ Lajos:
Gépgyártási technológiák automatizá-
lásának gazdasági hatásai
(Hozzászólás Sajber István 78/4. szám-
ban megjelent cikkéhez) **55**

INHALT

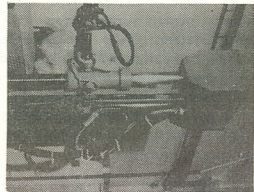
- PIKLER, Gyula:
Projektierung von Erzeugnissen mittels
rechnerunterstützten interaktiven
Methoden **4**
- HOLLÓ, Krisztina:
Geometrie des interaktiven Engineering-
Projektierungssystemes **9**
- TURAI, István:
Datenverarbeitungssystem für
rechnerunterstützte Projektierung **14**
- KOVÁCS, Mihály:
Integrierte Projektierungssysteme **20**
- Dr. HOFFMANN, Péter:
Programmiersprache für rechnerunter-
stützte Steuerungseinrichtungen von
Werkzeugmaschinen **36**
- Dr. SZÉP, Endre:
Roboter, industrielle Roboter **44**
- SZABÓ, Lajos:
Wirtschaftliche Auswirkungen der
Automatisierung von Technologien im
Maschinenbau
(Beitrag zum Artikel von István Sajber
/erschienen in No. 4/78 unseres Blattes/) **55**

CONTENTS

- PIKLER, Gyula:
Product projecting with computerized
interactive methods **4**
- HOLLÓ, Krisztina:
Geometry of the interactive engineering
project system **9**
- TURAI, István:
Data processing sub-system for
computerized projecting **14**
- KOVÁCS, Mihály:
Integrated projecting systems **20**
- Dr. HOFFMANN, Péter:
Programme language for computerized
machine tool control gear **36**
- Dr. SZÉP, Endre:
Robots, industrial robots **44**
- SZABÓ, Lajos:
Economic issues of the automation of
technologies in machine building
(Contribution to the paper by
István Sajber /published in No.4/78
of our periodical/) **55**

СОДЕРЖАНИЕ

- ПИКЛЕР, Дьюла
Проектирование производ-
водства интерактивными
методами с помощью ЭВМ. **4**
- ХОЛЛО, Кристина
Геометрия интерактивной
машиностроительной
проектирующей системы **9**
- ТУРАИ, Иштван
Проектирование с помощью
вычислительной машины
подсистемы управления
данными **14**
- НОВАЧ, Михай
Интегрированные проекти-
рующие системы **20**
- Д-р ХОФФМАНН, Петер
Программный язык для
машинного управления
металлорежущими станками **36**
- Д-р СЕИП, Эндре
Роботы, промышленные
роботы **44**
- САБО, Лайош
Экономический эффект
автоматизации технологии
машиностроения
(Упомянутая в статье
Шайбер Иштван, опублико-
ванной в № 78/4.) **55**



Címképünk a Csepel Művek Szerszámgyárának kollektívja által tervezett és gyártott IR 51 típusú ipari robotot ábrázolja

CONTENTS

- 4** PIKLER, Gyula:
Product projecting with
computerized interactive methods

To the material and data processing systems belong the integrated manufacturing systems (CAM) and product projecting systems (CAD). The paper deals foremost with the problems of automation of product design. It analyses the difficulties involved in automation of designing processes, and reveals the means and ways of solving them. A general interactive engineering projecting system is being expounded, suitable for realizing actual interactive projecting systems with its help.

- 9** HOLLÓ, Krisztina:
Geometry of the interactive
engineering project system

The paper expounds the geometrical sub-system of an interactive engineering project system established with the utilization of graphical hardware and software means. It endeavours to outline what help is offered by interactivity in projecting, in a flexible realization of two-dimensional geometrical figures, and subsequently furnishes a brief description of the build-up of geometrical data structure and the routine packet processing it.

- 14** TURAI, István:
Data processing sub-system
for computerized projecting

Within integrated material and data processing systems the self-contained flexible data processing sub-system has an important role.

Requirements are a simple and fast retrieval of data from the programmes of the project system, as well as the realization of partial systems serving for keeping data up-to-date.

СОДЕРЖАНИЕ

- 4** ПИКЛЕР, Дьюла
Проектирование произ-
водства интерактивными
методами с помощью ЭВМ

К системам по переработке материала и данных относятся интегрированные системы /CAM/ и системы по проектированию изделий /САД/. Статья, в основном, занимается проблемами автоматизации проектирования изделий. Анализирует трудности, возникшие в связи с автоматизацией конструкторского процесса, а также вскрывает путь, ведущий к их разрешению. Знакомит с одним общим интерактивным методом конструкторского проектирования, который пригоден для того, чтобы с его помощью можно было бы создавать конкретные интерактивные проектирующие системы.

- 9** ХОЛЛО, Кристина
Геометрия интерактивной
машинностроительной
проектирующей системы

С помощью графических технических средств и смо была изготовлена та интерактивная машинностроительная

проектирующая система, геометрическая подсистема которой рассматривается в данной статье. Статья старается объяснить, какую помощь дает интерактивность в проектировании, для гибкого получения двухразмерных геометрических рисунков, а затем дает краткое описание построения геометрической структуры данных и управляющий пакет рутин. Проблемы, связанные с общей интерактивной проектирующей системой, а также построение уже осуществленной системы рассматривается в статье.

- 14** ТУРАИ, Иштван
Проектирование с помощью
вычислительной машины
подсистемы управления
данными

В интегрированных системах по переработке материала и данных важную роль играет самостоятельная, упругая подсистема управления данными. Требуется - простой и быстрый доступ к данным из программы проектирующей системы, а также осуществление системы, служащей для ухода за данными.

The paper expounds the data processing sub-system of a single-purpose computerized engineering project system. The data processing sub-system forms a part of the single-purpose engineering project system developed at the Research Institute of Computer Technique and Automation of the Hungarian Academy of Sciences.

20 KOVÁCS, Mihály:
Integrated projecting systems

Integrated projecting systems are aimed at enhancing engineering projecting work through all computerized means and methods which computer technique may offer. General purpose integrated projecting systems provide such a computerized environment for engineers, as will permit the designer to deal with his own professional tasks, without detailed knowledge of computers, and perform fast job with high productivity. Following a brief discussion of the subject there are dealt with in succession certain integrated projecting systems already established, under realization and just planned ones, reviewing their problems and expounding domestic objectives set.

ми. Статья знакомит с подсистемой управления данными одной машино-стоительной проектирующей машинной целеориентированной системой. Подсистема управления данными является частью, разработанной в МТА СТАКИ целеориентированной машинной проектирующей системы.

КОВАЧ, Михай
/МТА СТАКИ/
20 Интегрированные проектирующие системы

Интегрированные проектирующие системы желают повысить эффективность инженерной проектировочной работы теми средствами и методами вычислительной машины, которые вычислительная техника способна предоставить. Интегрированные проектирующие системы общего назначения обеспечивают инженерам такое машинное окружение, которое делает возможным то, чтобы проектировщик без детального знания вычислительной машины, занимаясь задачами своей специальности, мог произвести быструю и продуктивную работу. После краткого ознакомления с кругом понятий поочередно рассмотрены осуществленные, находящиеся под осуществлением и проектируемые интегрированные проектирующие системы, рассматриваем их проблемы и знакомим с отечественными поставленными целями.

Dr. HOFFMANN, Péter:
36 Programme language for computerized machine tool control gear

The paper expounds the main particularities of the control language, the so-called MID (intermediary) language developed for computerized machine tool control gear (CNC systems, grouped controls).

The sentences of the MID language control programme are, in accordance with the computerized environment, records of the explicite declared type. The MID programme consists of a head and a trunk. The tunability, adaptability, the possibility of dynamical programme correction variables. With the help of sub-programmes of the type of operational elements programming the machine tool control can be improved to a higher level.

Dr. SZÉP, Endre:
44 Robots, industrial robots

The paper attempts to summarize the most important points in respect of robots, industrial robots. Definitions and classifications are being given, the development of industrial robots followed up, and their structural build-up dealt with. The paper is thought-stimulating for potential users.

Д-р ХОФФМАНН, Петер
МТА СТАКИ
36 Программный язык для машинного управления металлорежущими станками

Статья знакомит с главными особенностями управляющего языка, так называемого /промежуточного языка/ МИД, разработанного для машинного управления металлорежущими станками /Системы CNC, групповое управление/. Фразы управляющей программы на языке МИД соответствуют окружения вычислительной машины и являются рекордами типа эксплицит декларат. Программа МИД состоит из головной и ствольной части. Настройка, адаптируемость, возможность динамической корректировки прозором управления построено на введении переменных программы. С помощью подпрограмм типа элемента операции программирование может быть поднято на более высокий уровень.

Д-р СЕЙП, Эндре
44 Роботы, промышленные роботы

Статья пытается обобщить наиболее важные знания в области роботов и промышленных роботов. Дает основные определения и классификации, прослеживает за развитием промышленных роботов, обсуждает их структурное построение. Возбуждает мысли у потенциальных потребителей.

Gyártmánytervezés számítógépes interaktív módszerekkel

PIKLER GYULA
(MTA SZTAKI)

Az anyag- és adatfeldolgozó rendszerekhez tartoznak az integrált gyártórendszerek (CAM) és a gyártmánytervező rendszerek (CAD). A cikk főleg a gyártmánytervezés automatizálási problémáival foglalkozik. Elemzi a konstrukciós folyamat automatizálása által felvetett nehézségeket, valamint a megoldáshoz vezető utat tárja fel. Ismertetésre kerül egy általános interaktív gépészeti tervező rendszer, amely alkalmas arra, hogy segítségével konkrét interaktív tervező rendszereket hozzunk létre. A cikkhez kapcsolódnak még az AUTOMATIZÁLÁS jelen számában Holló Krisztina és Turai István publikációi is, akik a rendszer egy-egy alrendszerét ismertetik részletesebben.

ETO: 621.001.2:658.5:681.3.015
11

Századunkat az automatizálás rohamos fejlődése jellemzi. Ezt a fejlődést a számítástechnika elterjedése nagymértékben befolyásolja. Rövid idő alatt a számítógépek, illetve alkalmazásuk az élet csaknem minden területére betörték. Míg 15–20 évvel ezelőtt a számítógépekkel csak kisebb feladatokat oldottak meg (bizonyos számítások elvégzésére kisebb programokat írtak), addig ma nagy és komplett rendszereket hoznak létre, amelyek hierarchikusan összefüggő feladatokat oldanak meg. Ilyenek például a raktározási feladatok megoldására, komplett berendezések irányítására és szabályozására stb. létrehozott rendszerek. Ebbe a sorba tartoznak az integrált anyag- és adatfeldolgozó rendszerek (CAD–CAM) is, amelyeken belül a gyártás automatizálását oldják meg számítógépek segítségével.

Az adat- és anyagfeldolgozó rendszerekhez soroljuk az integrált gyártórendszereken kívül a gyártmánytervezést (CAD) is. A gyártmánytervezés, vagy más néven a konstrukciós tervezés automatizálása csak komplett nagy rendszerekkel képzelhető el; olyanokkal, amelyekben a tervezési folyamatokhoz tartozó összes tervezési tevékenység beletartozik.

A gyártmánytervező rendszerek fejlődése viszonylag elmaradt a gyártástechnológia automatizálásától, annak ellenére, hogy az irodalomban nagy teret szentelnek ennek a kérdésnek és egymástól független tervező rendszerek léteiről számolnak be. [1, 2, 3, 4]

A tervezőrendszer kialakításának szempontjai

Mielőtt a tervezőrendszer kialakításának szempontjait tárgyalnánk, röviden összefoglaljuk, hogy a konstrukciós tevékenység automatizálását milyen nehezítő tényezők befolyásolják. Az összefoglalást azért is tesszük, mert a későbbiekben ezekre hivatkozunk.

- 1) A gyártmányok sokfélesége miatt (robbanómotorok, vízgépek, textilgépek, szerszámok stb.) a konstrukciós tevékenység sokrétű és szerteágazó feladatok megoldását kívánja meg.
- 2) Azonos vagy hasonló típusú gyártmányok tervezésénél is a tervezési folyamat nagyon sok részfeladat (a tervezendő berendezés főbb részeinek előzetes terve, összeállítási vázlatok, részlejtrajzok stb.) megoldásából tevődik össze.
- 3) A fenti okok miatt a tervezési folyamatba tartozó feladatok megoldására egységes általános módszert felállítani nem lehet. Nehezíti a helyzetet, hogy vannak olyan részfeladatok, amelyeknek algoritmusai nem írhatók le egyértelműen. Ezek a feladatok csak a tervező mérnök intuitív döntéseinek segítségével oldhatók meg. Nehézséget okoz még, hogy az egyes részfeladatok megoldásai függenek egymástól, azok egymással szoros kapcsolatban vannak.
- 4) A gyártmánytervezésnek csak bizonyos munkafázisai automatizálhatók batch-ben futtatható rendszerekkel, amelyeknek algoritvizálási kérdései már megoldottak. Az automatizálendő feladatok számához képest ez a mennyiség kevés. Ennek ellenére állítjuk, hogy a batch-ben futtatható kisebb rendszerek használata megkönnyíti a tervezési tevékenységet a hagyományos tervezési eljárásokhoz és módszerekhez képest (mentesíti a tervezőt a fáradságos számítások elvégzésétől), de általában a hozzáférés nehézsége újabb problémákat vet fel.

A gyártmánytervezési folyamat automatizálását akadályozó tényezőket elemezve és vizsgálva megha-

tározhatjuk azokat a főbb feltételeket, amelyek betartása közelebb visz a probléma megoldásához. A feltételek közül a legfontosabbak a következők:

- A teljes gyártmánytervezési folyamatot batchben futtatható rendszerekkel nem lehet automatizálni (még célorientált rendszerek esetében sem).
- Mivel a tervező mérnök vagy technikus döntéseivel kell, hogy befolyásolja a tervezés menetét, az ember a tervezési folyamat részévé válik. Mondhatjuk azt, hogy a tervezési folyamatban az embernek és a számítógépnek kölcsönös viszonyban kell lennie egymással.
- A sokrétű tervezési tevékenység lehetetlenné teszi, hogy olyan interaktívan működő univerzális rendszert hozzunk létre, amely minden tervezési feladatot – azaz a gépészeti tervezés által megkívánt összes tevékenységet – képes megoldani.
- Azonos, vagy hasonló gyártmánytípusok tervezésére, úgynevezett célorientált interaktív rendszerek létrehozhatók. Azzal, hogy a megoldandó feladatokat egy viszonylag szűk körre korlátozzuk az automatizálási feladatok megoldhatók.

A felsorolt feltételeket és a tervezés folyamatának automatizálásánál felmerült nehézségeket figyelembe véve az MTA SzTAKI-ban egy *általános interaktív gépészeti tervező rendszert* (AIGTER) fejlesztettünk ki. Az AIGTER segítségével könnyen létre lehet hozni azonos, vagy hasonló gyártmánytípusok tervezésére szolgáló ún. célorientált interaktív tervező rendszereket. Az általános rendszer létrehozásánál a következő főbb elveket és szempontokat tartottuk be:

- A tervezési folyamat automatizálását interaktív rendszerek létrehozásával valósítjuk meg, hogy az ember (tervező) a döntéseivel rugalmasan befolyásolhassa a tervezés menetét.
- Igaz, hogy univerzális interaktív tervező rendszerek nem hozhatók létre, de célorientált interaktív rendszerek igen.
- Figyelembe véve, hogy a különböző típusú gyártmányok tervezési folyamatában nagyon sok azonos, vagy egymáshoz közelálló tevékenység található, lehet olyan általános interaktív rendszert létrehozni, amely könnyen adaptálható bizonyos gyártmánytípusok tervezésére.
- Az általános tervező rendszernek tartalmaznia kell az olyan tervezési tevékenységek automatizált megoldásait, amelyek minden vagy a legtöbb konstrukciós folyamatban előfordulnak.

A rendszer létrehozását nagymértékben megkönnyítette, hogy a tervezési folyamatban előfordu-

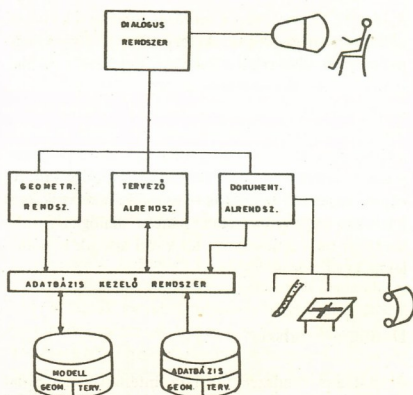
ló tevékenységeket elemeztük és azokat két csoportba soroltuk. Az első csoportba helyeztük el azokat a tevékenységeket, amelyek a tervezés tárgyától, típusától függetlenül tevékenyek. Ilyenek például a rajzolási tevékenység, dokumentációs feladatok, közös számítási eljárások stb. A második csoportba soroltuk azokat a tevékenységeket, amelyek a tervezés tárgyától függenek azaz nem vagy csak részben fogalmazhatók meg általánosan.

Az általános rendszerbe az első csoportba tartozó tevékenységek automatizálására alrendszereket hoztunk létre, a második csoportba tartozó feladatok megoldására és a rendszerbe történő beillesztésére egyszerűen elvégezhető módszereket és eljárásokat dolgoztunk ki.

A tervező rendszer elvi blokkismája és működése

A tervező rendszer elvi blokkismáját az 1. ábrán mutatjuk be. A rendszer öt programrészből és modellből áll. A tervező és a számítógép közti interaktív kapcsolat fenntartásáról a *dialogus rendszer* gondoskodik, amely egyrészt a megfelelő dialógusok végrehajtásáról gondoskodik, másrészt kapcsolatban van a rendszer többi programrésszel (alrendszerekkel).

A *geometriai alrendszer* a geometriával kapcsolatos feladatokat látja el. (Részletesebb leírását lásd Holló Krisztina cikkében.) A tervezési algoritmusokat vég-



I. ábra
Általános tervezőrendszer blokkismája

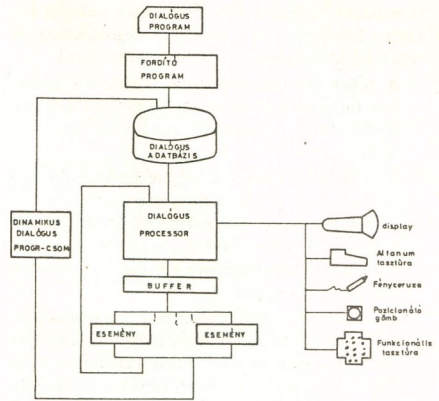
rehajító programok a *tervező alrendszerben* vannak. A tervező alrendszert két részre osztottuk. Az első részben az általánosan megfogalmazható tervezési algoritmusok programjai helyezkednek el, a második részben a speciális feladatokat ellátó programrészek. A tervező alrendszer számára szükséges adatokat az adatok jellegétől függően különböző helyekről kaphatja meg, azaz a tervezőtől származó adatokat a dialógus rendszertől, a geometriai adatokat a geometriai modellből (ld. Holló Krisztina cikkét) a geometriai rendszeren keresztül, az adatbankból származó adatokat az adatkezelő rendszeren keresztül. A tervezést végrehajtó alrendszer a kiszámított eredményeket a technológiai modellbe helyezi el. A tervezési folyamat bármely fázisában dokumentáció készíthető az addig elvégzett tervezési eredményekről a *dokumentáló alrendszer* segítségével. A rendszer a dokumentáló adatokat a modellekből veszi az adatbázis kezelő rendszeren keresztül. A tervező a dialógus rendszeren keresztül kérheti a dokumentációt, amelynek formája a következő lehet: gyorsnyomatón kiírt listák, rajzgépen elkészített információk, vagy lyukszalagra rögzített információk (pl. NC szerszámgépek vezérlésére vezérlő lyukszalag).

Az *adatbázis kezelő rendszer* gondoskodik a rendszerhez tartozó modell, illetve adatbázis kezeléséről. (Bővebben lásd Turai István cikkében.) Az *adatbázisban* olyan adatokat helyezünk el, amelyek a tervezés folyamán nem változnak. Ilyenek például a szabványos adatok, tervezési segédletek stb. A *modellbe* kerülnek a tervezés folyamán képződött adatok. Ezekre az adatokra a későbbiekben szükség lehet, akár a tervezés folyamán vagy a dokumentáció készítéséhez.

A fentiek ismeretében a tervezés menete a következőképpen megy végbe. A *tervező* a display képernyője előtt ülve végzi a munkát. Egyrészt a display perifériáinak (alfanumerikus tasztatúra, pozícionáló gömb, funkcionális tasztatúra, alfanumerikus tasztatúra) használatával, másrészt menü technika alkalmazásával a *tervező* kiválasztja azt a programrészt, amelyre a tervezés folyamán szüksége van. Az egyes tervezési feladatok megoldásához szükséges adatokat vagy döntéseket szintén dialógus formában kéri be a rendszer. A tervezési adatok a modellbe kerülnek.

Dialógus rendszer

A dialógus rendszer feladata interaktív kapcsolat létrehozása az ember és a számítógép között. A kapcsolat formája dialógus. A rendszernek biztosítani kell az alfanumerikus, a grafikus információcsere,



2. ábra
Dialógus rendszer blokkisméja

valamint az ember számára a beavatkozási lehetőséget bizonyos funkciók aktivizálására, illetve kiváltására. (Lásd Holló Krisztina cikkét.)

A kapcsolat-formákat grafikus display alkalmazásával valósítjuk meg, amelynek perifériái biztosítják a leírt követelmények megvalósítását.

A dialógus-rendszer elvi működési vázlatát mutatjuk be a 2. ábrán. Funkcionális szempontból a felépítése két részből áll. Az első rész a dialógus adatbázist adatokkal feltöltő programrész a dialógus nyelvvel, a második rész a dialógust végrehajtó dialógus processzor. A dialógus processzor tartja fenn a kapcsolatot az ember és a rendszer között.

A dialógus processzor vezérléséről a dialógus adatbázisban elhelyezett adatok gondoskodnak. A processzor a bekért, illetve a tervező által megadott adatokat az ábrán látható BUFFER vektorba helyezi el. Amikor egy esemény (a kiválasztott programrész) végrehajtásához szükséges adatok a BUFFER vektorban előálltak, a program futása az eseményre kerül. Ez az esemény végrehajtása után a program futása visszakerül a dialógus processzorra. A megfelelő esemény kiválasztása menü technika segítségével történik.

A dialógus adatbázisnak adatokkal való feltöltésére két módszert dolgoztunk ki. Az első egy statikus, a második egy dinamikus módszer. A statikus módszerrel feltöltött adatok a rendszer futása közben nem változnak, szemben a dinamikus módszerrel feltöltött adatokkal, amelyek változhatnak.

A statikusan feltölthető adatok előállításának megkönnyítésére egy könnyen kezelhető úgynevezett *dialógus nyelvet* hoztunk létre [6]. A dialógus nyelv

alkalmas arra, hogy az eseményekhez előre megtervezett dialógusokat leírjuk vele. A dialógus nyelven leírt dialógus programot a fordító program olvassa be, állítja elő az adatok megfelelő strukturáját és helyezi el a dialógus adatbázisba. A dinamikus adatfeltöltés számára szubrutinkészletet állítottunk össze, amely szubrutinok az eseményeket reprezentáló programokban meghívhatók.

Célorientált rendszer létrehozása

Az 1. ábrán feltüntetett programrészek (alrendszer) közül a dialógus, a geometria, a dokumentálós és az adatbázis kezelő rendszer a tervező rendszerhez tartozó állandó alrendszerek. Funkciójuk és felépítésük olyan, hogy a legtöbb célorientált rendszer igényeit kielégítik. A tervező alrendszer egy része, amely az általánosítható feladatokat oldja meg szintén ilyen. Ugyanez nem mondható el a speciális feladatok megoldását végrehajtó programokról. Ezeket a programokat minden megvalósítandó célorientált rendszer esetében külön-külön el kell készíteni és a rendszerbe beilleszteni.

Ha az általános tervező rendszer segítségével egy célorientált rendszert kívánunk létrehozni a következő feladatokat kell elvégezni. A tervezési folyamat átgondolása után meg kell tervezni a tervezési folyamat modelljét, a tervezés után vagy vele párhuzamosan szét kell választani a folyamathoz tartozó összes tervezési tevékenységet. Minden tervezési tevékenységről el kell dönteni, hogy a számára szükséges adatokat honnan kapja, milyen funkciót vagy funkciókat kell végrehajtani, milyen eredményeket produkál és azt a modell mely részébe helyezni el. El kell dönteni, hogy az egyes részfeladatok milyen adatbázis jellegű adatokat használnak fel. A fentiek eldöntése, illetve megtervezése után az adatbázis kezelő rendszer segítségével a tervezési modellt kell létrehozni, az adatbázist a szükséges adatokkal fel kell tölteni. A speciális tervezési tevékenységek funkcióit végrehajtó programszegmenseket el kell készíteni. A programszegmensek elkészítéséhez a rendszer különböző szubrutin csomagokat ajánl fel. Az egyes funkciók által igényelt ember-gép kapcsolat megtervezése egyrészt dialógus gráf, másrészt a konkrét dialógusok megtervezésével történik. Az elkészített dialógusok leírására az említett dialógus nyelv szolgál.

Az adaptálási munkát rendszertervezőnek kell készíteni szorosan együttműködve a tervező mérnökkel, vagy mérnökökkel. A rendszertervezőnek ismernie kell az általános tervezőrendszer különböző facilitásait. Kis gyakorlattal egy közepes bonyolultságú célorientált rendszer 1–3 hónap alatt realizálható.

Hideg lemezalkító sajtoló szerszámok tervező interaktív rendszer

Az általános interaktív tervező rendszer (AIGTER) segítségével hoztuk létre az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB), a Kohó- és Gépipari Minisztérium (KGM) és a Magyar Híradástechnikai Egyesülés (MHE) támogatásával az Egyesült Lázólámpa és Villamossági RT (EIVRT) megbízásából a sajtólószerszámok tervezésére alkalmas interaktív rendszer (ISTER). Az ISTER-t TPA'70 típusú kis-számítógépen, diszk háttérmemóriával, GD'71 típusú display és egy on-line kapcsolt Digigraf rajzgép felhasználásával implementáltuk.

A rendszer a sajtólószerszámok közül a blokk és a sorozatszámok megtervezésére alkalmas. A tervezés folyamán a szerszámtervező a rendszerrel dialógus kapcsolatban végzi a munkát. A rendszer úgy alakítottuk ki, hogy használatá ne igényeljen számítógépes szakembert, viszont szerszámtervezésben járatos tervezőt tételezünk fel. Ennek fő oka az, hogy a tervező a saját döntéseivel egyrészt segíti, másrészt befolyásolja a tervezés menetét. A rendszer levezeti a tervező válláról a hosszadalmas számítási, keresései és egyéb manuális munkák terheit. A szerszámtervezőnek ismernie kell a rendszer kezelését, a különböző facilitásait és a rendszerbe beépített tervezési lehetőségeket. A tervezési lehetőségek körülbelüli ismerete elegendő, hiszen munka közben a rendszer a tervezés összes lehetőségeit felkínálja úgy, hogy menükből történő választással a tervezésnek az a ága aktivizálható, amelyet a tervezés megkíván. A geometriai rendszer segítségével a tervezéshez szükséges rajzokat (vázlatok, metszetek, műhelyrajzok stb.) is el lehet készíteni a display képernyőn.

A szerszámtervezés folyamata három szakaszból áll. Az első szakaszban a legyártandó alkatrészek geometriai és egyéb (anyag, tűrések) adatokból a sajtólósi technológiák (kivágás, lyukasztás, hajlítás, húzás stb.), a sajtóló szerszám(ok) típusa (vágó, vágó-lyukasztó, vágó-hajlító stb. szerszámok), és a sávterv határozható meg. A második szakaszban a sávterv és a sajtólószerszám típusa ismeretében maga a szerszám tervezhető meg, annak alkatrészei, azok műhelyrajzai készíthetők el. Az egyes alkatrészek megtervezéséhez különböző segédleteket kínál fel a rendszer. Például szabványos, félkész alkatrészek rajzait, a rajzok beméretezéséhez módszereket stb. A harmadik szakaszban a megtervezett szerszámról (alkatrészeiről) rajzos valamint szöveges dokumentációt kérhet a tervező a rendszertől. Huzalelektrodás szikraforgácsolással legyártható alkatrészek elkészítéséhez vezérlő lyukszalag készíthető el a Charmilles CNC szinkronforgácsoló szerszám gép vezérlésére.

A rendszer alkalmazásba vétele 1978. folyamán fokozatosan valósult meg. Kezelésének és facilitásainak elsajátítása kb. 1–2 hetet vett igénybe, viszont a rendszer rugalmas kezeléséhez, a megfelelő gyakorlat elsajátításához a szükséges idő egy hónapnál több volt.

Az ISTER gazdaságossági szempontból jónak mondható. Egy szerszám megtervezése, annak bonyolultságától függően 4–8 órát vesz igénybe. Ez alatt az idő alatt a tervezés összes fázisa azaz a szükséges számítások, a teljes dokumentáció, a műhelyrajzok elkészítése, szikraforgácsoló gépen készülő alkatrészek legyártásához szükséges vezérlő lyukszalagok előállítása is beletartozik. Azzal, hogy a rendszer olyan számításokat, optimalizálási feladatokat is elvégez, amelyeket szerkesztők csak ritkán végeznek el, minőségileg jobb szerszám tervezhető vele, rövid idő alatt. Mivel ez idő alatt a tervezéshez tartozó kiegészítő tevékenységek (táblázatok, kimutatások, szerelési utasítások stb. összeállítása; rajzoldási munkák) is elkészülnek, e tevékenységeket végző alkalmazottak (rajzoló, gépirók) munkáját teszi szükségletlené. Az így felszabadult munkaerőt magasabb színvonalú hasznosabb munkák elvégzésére lehet felhasználni.

Összefoglalás

A kifejlesztett általános gépészeti tervező rendszer (AIGTER) létrehozásával nagy lépést tettünk előre a gépészeti tervező, illetve a konstrukciós tevékenység automatizálása területén. E rendszer, illetve a benne kialakított koncepció még a számítástechnikában fejlett nyugati országok eredményeihez képest is jelentősnek számít [7]. A rendszer nagy jelentősége abban van, hogy a gépészetben belül egyes tervezési területek számára célorientált tervező rendszerek könnyen és gyorsan létrehozhatók. Felépítése pedig olyan, hogy továbbfejleszhető aránylag egyszerű eszközökkel.

A sajtószerszámok tervezésére kialakított rendszerünk (ISTER) is megállja helyét nemzetközi tekintetben. E területen több rendszert hoztak létre a különböző országokban. Batch-ben futó rendszert alakítottak ki a Szovjetunióban [8] és Csehszlovákiában [9], interaktív megoldásokkal foglalkoztak Olaszországban [10], az Egyesült Államokban [11, 12] stb. Az említett batch-ben futó rendszerek a sajtószerszámok közül csak az egyszerűbbek megtervezésére alkalmasak (vágó szerszámok), az interaktív megoldásokban pedig a szerszámtervezés néhány részfeladatát oldják meg (rajzolás, sávtervezés, vezérlő lyukszalagok előállítása stb.).

Szándékunkban van az általános rendszer segítségével további területekre célorientált tervező rendszereket létrehozni és a szerzett tapasztalatok alapján az általános rendszer felépítésének, szolgáltatásainak, rugalmasabb és egyszerűbb használhatóságának, illetve adaptálhatóságának érdekében további kutatásokat végezni, valamint jelenlegi koncepciókat továbbfejleszteni.

IRODALOM

- [1] J. HATVANY; W. M. NEWMAN; M. S. SABIN: *World Survey of Computer-Aided Design Computer-aided Design, Volume, number 2* April. 1977.
- [2] B. R. GAINES; P. V. FACEY: *Some Experience in Interactive System Development and Application. Proceeding of the IEEE. vol 63. No.6, jún. 1975.*
- [3] H. A. KAMEL; M. W. McCABE: *Applications of Gifts III. to Structural Engineering Problems. Computer and structures Vol 7* 1976.
- [4] G. JONES: *Towards total systems design. Data Processing* október 1976.
- [5] J. L. BLACK: *A general Purpose Dialogue processor National Computer Conference* 1977.
- [6] G. PIKLER; V. SIMON: *A General Dialogue System for Interactive graphic programming of NC and CAD System. Advanced in Computer-Aided Manufacture. North-Holland Publishing Company* 1977.
- [7] HATVANY József: *CAD in the mechanical engineering industries. CAD'78 Conference, Brighton Metropole Sussex UK. 14–16 March 1978*
- [8] A. G. GRIBACSEVSKIJ: *Automatizacia proektirovania stampov holandnoj lisztovoj stampovku. Kuznecno – Stampovacsnoe proizvodstvo. No 1, 1976.*
- [9] J. MURÁNSZKY: *Computer – assisted design of press tools. Machinery and production engineering* 12. jan. 1977.
- [10] A. ALBANO: *Computer aided design of optimum two-dimensional layout. The European Computing Conference on Interactive Systems London sept. 1975.*
- [11] *Progressive die die design by Computer Information Service* 5/15/1974.
- [12] B. FOGG, G. A. JAMIESSON: *Computer Aided Design and Manufacture of Small Press Tools.*

Interaktív gépészeti tervező rendszer geometriája

HOLLÓ KRISZTINA
(MTA SZTAKI)

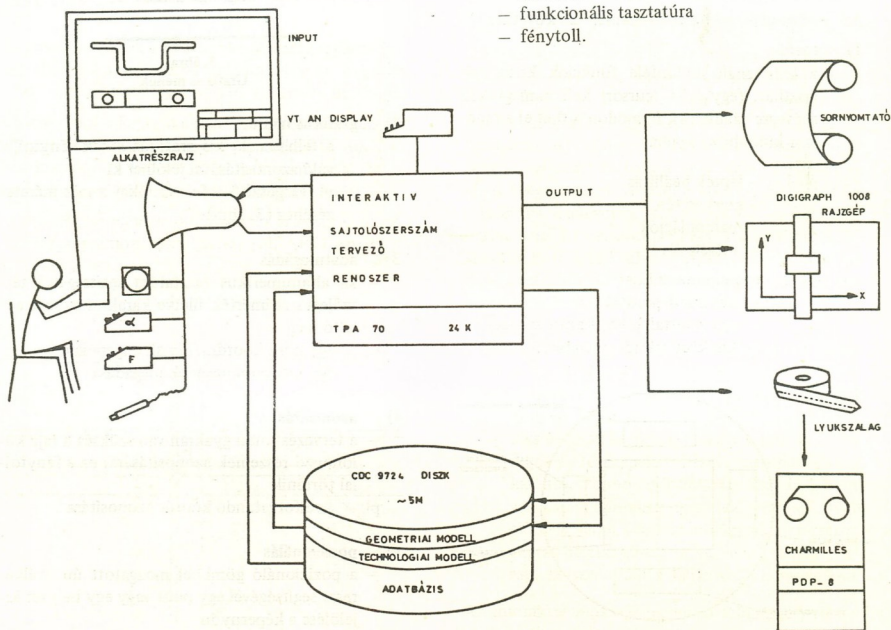
Grafikus hardware és software eszközök felhasználásával készült az az interaktív gépészeti tervező rendszer, amelynek geometriai alrendszerét ismerteti a cikk. Igyekezni megvilágítani, hogy milyen segítséget ad az interaktivitás a tervezésben, a két-dimenziós geometriai ábrák hajlékony előállításában, majd rövid leírást ad a geometriai adatstruktúra felépítéséről és az ezt kezelő rutinsomagról. Az általános interaktív tervező rendszer problémakörét, illetve a megvalósított rendszer felépítését Pikler Gyula tárgyalja az AUTOMATIZÁLÁS e számában megjelenő cikkében.

ETO: 514:621.001.2:681.3.015

A konfiguráció

A tervező rendszert kisgépes konfiguráción implementáltuk. A konfiguráció magja egy 24 K memóriás TPA/70 kisszámítógép, Videoton alfanumerikus display-vel, a háttérmemória egy CDC diszk. A rendszer legfontosabb egysége az MTA SZTAKI-ban kifejlesztett GD/71 grafikus display, melynek képernyőjén egyenes szakaszok, körívek és karakterek jeleníthetők meg illetve manipulálhatók a következő speciális input eszközökkel:

- pozicionáló gomb
- alfanumerikus tasztatúra
- funkcionális tasztatúra
- fénytoll.



1. ábra

Interaktív sajtólőrszám tervező rendszer sémája

A rendszer kimenetén egy sornymatózó, egy DIGI-GRAPH rajz gép és egy lyukszalaglyukasztó áll, melyek segítségével dokumentációt és NC vezérlőszalagot készíthetünk (1. ábra).

Interaktív funkciók

Interaktív tervező rendszerünk sajátja, hogy a tervező mérnöktől, technikustól nem kíván meg különösebb számítógépes ismereteket. A grafikus display adta lehetőségeket kihasználva olyan „dialogus rendszert” dolgoztunk ki, mellyel a tervező a saját nyelvén kommunikálhat a géppel.

A tervezés folyamatát az jellemzi, hogy a rendszer választási lehetőségeket kínál fel a felhasználónak, majd – ahol ez szükséges – akciók végrehajtására szólítja fel. A válaszok analizálása és feldolgozása után a párbeszéd tovább folytatódik.

A grafikus display képernyőjét több részre osztottuk (2. ábra). Középen helyezkedik el az aktuális alkatrészrajz, körülötte három alfanumerikus és egy grafikus ablak, ezeken az ablakokon jelennek meg a kérdések, utasítások, üzenetek, illetve a grafikus menü esetében kis segédábrák.

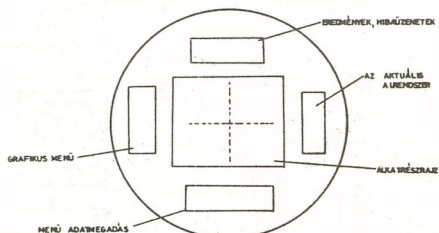
Az ember-gép párbeszéd formái a következők:

1) menü

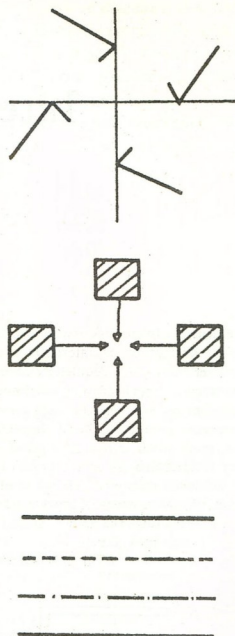
– a felhasználó különféle funkciók közül választhat: (egy jelet /cursor/ kell a megfelelő szövegre ráállítani), ílymódon juthat el a rendszer különböző ágaiba

- pl. 1 – lépték beállítás
 – szerkesztés
 – manipulációk
 – méretezés

- pl. 2 egyenes megadása:
 – két adott ponttal
 – egy ponttal és egy bezárt szöggel
 – két kört érintő egyenesként, stb.



2. ábra
A grafikus display képernyőjének felosztása



3. ábra
Grafikus menü

2) grafikus menü

– a felhasználó kis grafikus ábrák fénytollal való azonosításával jelölhet ki pl. kiegészítő információkat a rajz méretezéséhez (3. ábra)

3) adatmegadás

– az alfanumerikus tasztatúra segítségével természetesen számérték illetve karaktersorozat adható meg

- pl. – egy pont koordinátáinak begépelése
 – egy szerszám nevének megadása

4) azonosítás

– a tervezés során gyakran van szükség a rajz különböző részeinek azonosítására: ez a fénytollal történik
 pl. – az elforgatandó kontúr azonosítása

5) pozicionálás

– a pozicionáló gömbbel mozgatott ún. szállkereszt segítségével egy pont vagy egy helyzet kijelölése a képernyőn
 pl. – egy eltolandó kontúr új kezdőpontjának kijelölése

6) speciális funkciók kérése

- a funkcionális tasztatúra nyomógombjaihoz különböző, gyakran előforduló szolgáltatásokat rendeltünk
- pl. – rajz kirajzoltatása a rajzgépre
 - a gépészeti rajzolásnak megfelelő ún. szerkesztő vonalak kikapcsolása (ha azok zavarják a rajz áttekintésében)
 - lista kérése a tárolt alkatrészrajzok neveiről
 - vezérlő lyukszalag kérése egy kontúr kivágáshoz a CHARMILLES szikraforgácsoló gépre stb.

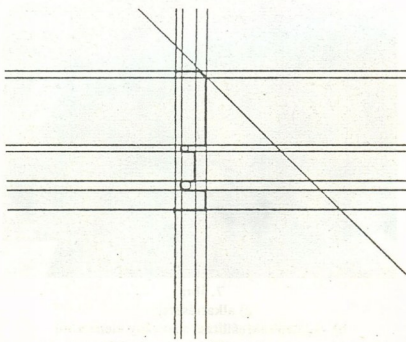
A felhasználó válaszait a rendszer folyamatosan dolgozza fel, a képernyőn azonnal megjelennek a létrehozott geometriai elemek, a gép elvégzi a geometriai és technológiai számításokat és kiírja az eredményeket. Hibás adatmegadás ill. egyéb tévedések esetén a rendszer hibáüzenet kiírásával figyelmeztet,

- pl. – kivágáskor túl közel kerül egymáshoz két kontúr
 - egy megadott nevű szabványos alkatrész rajza nincs könyvtárba véve, stb.

A rajzolás menete, a rendszer szolgáltatásai

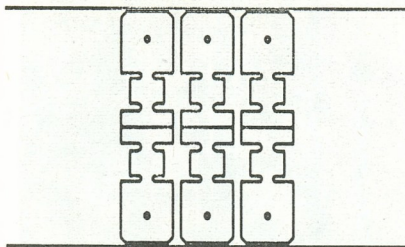
A tervező mérnök a gyártandó alkatrész rajzával felszerelve, a geometria felépítésekor a mérnöki gyakorlatban bevált szerkesztő módszert használja. Először pontok, egyenesek és körök segítségével megszerkeszti az ábrát, majd e szerkesztő vonalakból kontúrokat hoz létre, melyek pontokból, egyenes szakaszokból és körívekből állnak (4. ábra).

A geometriai elemek definiálására számos – az alkatrészprogramozó nyelvekből (pl. APT) ismert – lehetősége van:



4. ábra

A szerkesztés menete: szerkesztő vonalak és „kihűzások”



5. ábra

Rajzgép által kirajzolt sávterv (elktromos érintkezőkhöz)

- pl. – Két egyenest érintő kör
 - két kört érintő egyenes, stb.

A számítógép illetve a grafikus display használata megkönnyíti a szerkesztési munkát:

- pl. – a kontúr azonosításával (fénytoll) és a transzformációs adatok megadásával pillanatok alatt végezhető el síkbeli transzformációkat (eltolás, forgatás), tükrözhető kontúrját egy adott egyenesben.

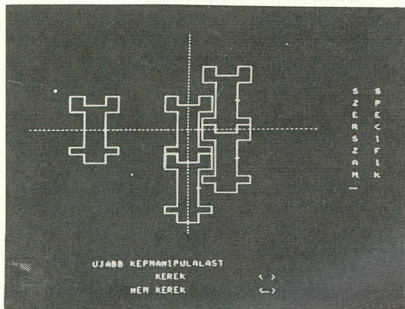
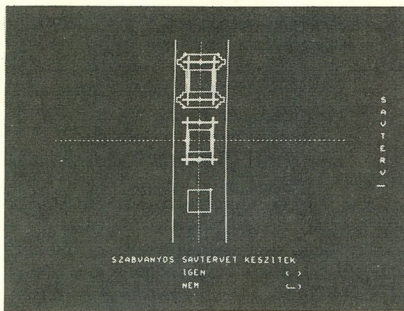
A kontúrokat egyszerű adminisztráció segítségével össze is lehet vonni, és így a továbbiakban a tervező egyként hivatkozhat rájuk.

A transzformáció és az összevonás együttes alkalmazása nagy segítséget nyújt pl. a sajtólószerszámok tervezésénél a sávtervezésben. [Egy elektromos érintkezőt a tervező egy fémszalagból akar kivágni, a kivágáshoz egy sávtervet kell készítenie, mely az optimális elhelyezést biztosítja. A 4. ábra „fél” kontúrjának megszerkesztése után e kontúrt tükrözi, a két félkontúrt összevonja, kétszer eltolja, a keletkező három kontúrt összevonja és együttesen tükrözi. Pillanatok alatt előáll tehát a kívánt sávterv, lehet hatásfok számítást kérni. Ha megfelel jó, ha nem, módosíthatja az elhelyezést stb. (5. és 6. ábra)]

A felhasználónak az említettekén kívül egyéb manipulációs lehetőségeket is biztosítottunk:

- Pl. – elhagyhat ill. törölhet egy kontúrt vagy akár az egész képet
 - kicsinyítheti ill. felnagyíthatja rajzát
 - teljes és részképeket diszkre menthet, és azokat név szerinti nyilvántartás alapján a tervezés során bármikor újra „előhívhatja”, mely előhívás során a szerszám- vagy alkatrészrajzok adatai belekerülnek az aktuális modellbe, s a rajz egyszersmind a képernyőn is megjelenik.

Az interaktív módszer mellett a felhasználó rendelkezésére áll egy geometriai leíró nyelv is. Ennek segítségével történik pl. a tervezés során felhasználásra ke-



6. ábra
a) b) Sávtervek a grafikus display képernyőjén

rülő szabványos alkatrészek létrehozása, melyek az adatbázisba kerülnek, s a már említett név szerinti hivatkozással aktivizálhatók. (7. ábra)

Geometriai adatstruktúra

A geometriai rendszer megoldja síkbeli geometriai alakzatok adatainak tárolását, az alakzatok grafikus megjelenítését, manipulálását, archiválását.

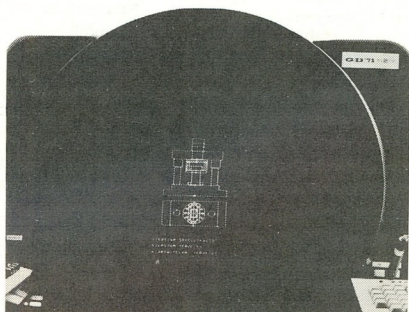
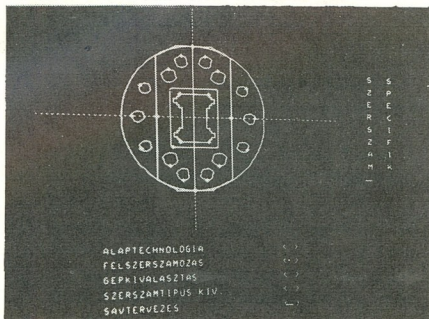
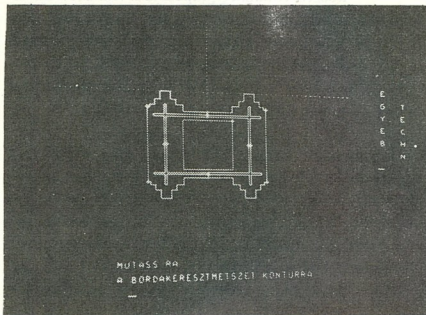
A rendszer felhasználja az intézetünkben kifejlesztett grafikus szubrutincsomagot [GTU] és egy virtuális tárkezelő programot.

A geometriai alakzatok szegmensekből, a szegmensek képelemekből állnak. Minden szegmenshez egy 4 byte-os státusz szó [ST] tartozik, mely meghatározza a szegmens

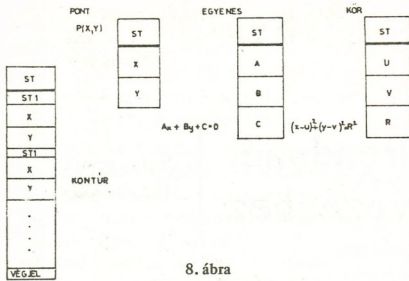
- típusát (ld. később)
- megjelenítésével kapcsolatos információkat (pl. be van-e kapcsolva, vonalintenzitás, vonaltípus, stb.)

- méretezési információkat
- valamint egy pointert, amely biztosítja a kapcsolatot a technológiai modellel.

A ST szó után a képelemekhez tartozó adatokat rakjuk le. Kontúr esetén az alkotó képelemek mind-



7. ábra
a) alkatrészaraj
b) vágólap összeállítása szabvány elemekből
c) blokkszám összeállítási rajz készítése szabványos számszám elemekből



8. ábra
Szegmenttípusok

egyikéhez egy ún. ST1 szó is tartozik, mely a képelem állapotát írja le.

Az így nyert adatmező a felhasználó számára egy gyakorlatilag végtelen hosszúságú, összefüggő tömböt jelent, melynek elemei „sorszámukkal”, azaz abszolút címzéssel érhetőek el. Ezt a virtuális tárkezelés teszi lehetővé. A szegmens típusai a 8. ábrán láthatók.

A pont, egyenes és kör ún. kanonikus szegmens, melyek a gépészeti szerkesztő vonalaknak felelnek meg. A kontúr: egy hivatkozási pont és egymáshoz kapcsolódó egyenes szakaszok és körívek, vagy ilyen kontúrok összessége. A kontúr vonalintenzitása erősebb a szerkesztő vonalakénál.

Subrutincsomag

Az adatstruktúra kezelésére egy subrutincsomag készült. A rutinok a következő csoportokra oszthatók:

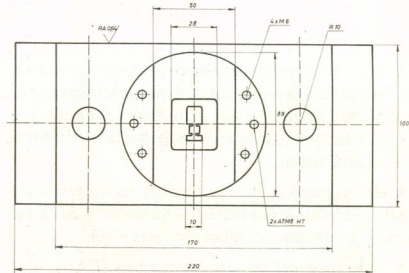
- 1) új szegmens létrehozására szolgáló rutinok
 - a) a már létező szegmensektől függetlenül pl. pont, egyenes, kör, kontúr definiálása
 - b) egy vagy több, már meglévő szegmens felhasználásával
 - transzformálás (eltolás, forgatás, tükrözés) duplikálással vagy anélkül
 - összevonás
- 2) egy szegmenst manipuláló rutinok
 - vonalintenzitás, vonaltípus megváltoztatása
 - szegmens elhagyása
 - szegmens élesítése fénytoll rámutatásra
 - szegmens villogtatása
 - szegmens ki/bekapcsolása
- 3) általános, minden szegmenst, ill. bizonyos kritériumok alapján kiválasztott szegmenseket manipuláló rutinok
 - az összes szegmens megjelenítése
 - adott típusú szegmens ki/bekapcsolása, fénytollra élesítése

- adott vonalintenzitását ill. vonaltípusú szegmens ki/bekapcsolása
- a teljes kép kicsinyítése, nagyítása, elhagyása stb.

4) rajzok vagy ún. szabványos alkatrészek könyvtárzására illetve e könyvtárak kezelésére szolgáló rutinok

- könyvtárbevétel
- törlés a könyvtárból
- listázás a könyvtárban található alkatrészek neveiről, stb.

A fentiekben tárgyalt geometriai rendszeren és a segítségével létrehozott adatbázison alapulnak azok a grafikus illetve NC posztprocesszorok, melyek a rendszer fontos kimenetei képezik. Az előbbi segítségével a tervező rajzdokumentációt, műhelyrajzokat készíthet a rajzgépen, míg az utóbbi a CHAR-MILLES szikraforgácsoló gép vezérlő lyukszalagját állítja elő (9. ill. 10. ábra).



9. ábra
A rendszer által előállított műhelyrajz

```

MF#1 BEGIN/Y, 2,50000,Y, 16,0000
201 LINE/A, 270,000,X, 2,50000,Y, 16,0000
301 LINE/A, 0,00000,X, 2,50000,Y, 15,5000
401 RCLND/REV/R, 0,50000
501 LINE/A, 90,0000,X, 4,80000,Y, 20,3000
601 LINE/X, 3,80000,Y, 21,3000
701 LINE/X, 0,00000,Y, 21,3000
801 LINE/X, 3,80000,Y, 21,3000
901 LINE/X, -4,80000,Y, 20,3000
1001 LINE/X, 4,80000,Y, 10,0000
1101 LINE/X, -1,54323,Y, 10,0000
1201 ARC/CIR/X, 1,48665,Y, 9,00000,XC, -1,50000,YC, 9,50000
1301 LINE/X, 3,15000,Y, 9,00000
1401 LINE/X, 3,15000,Y, 4,00000
1501 LINE/X, 1,70020,Y, 4,00000
1601 ARC/CIR/X, 1,68317,Y, 3,00000,XC, -1,69990,YC, 3,69990
1701 LINE/X, 4,80000,Y, 3,00000
1801 LINE/X, 3,15000,Y, 0,00000
1901 LINE/X, 0,00000,Y, 0,00000
2001 LINE/X, 4,80000,Y, 0,00000
2101 LINE/X, 4,80000,Y, 3,00000
2201 LINE/X, 1,68317,Y, 3,00000
2301 ARC/CIR/X, 1,70020,Y, 4,00000,XC, 1,69990,YC, 3,69990
2401 LINE/X, 3,15000,Y, 4,00000
2501 LINE/X, 3,15000,Y, 9,00000
2601 LINE/X, 1,48665,Y, 9,00000
2701 ARC/CIR/X, 1,54323,Y, 10,00000,XC, -1,50000,YC, 9,50000
2801 LINE/X, 4,80000,Y, 10,0000
2901 LINE/A, 90,0000,X, 4,80000,Y, 20,3000
3001 RCLND/REV/R, 0,50000
3101 LINE/A, 180,000,X, 2,50000,Y, 16,0000,F1
3201 END
  
```

10. ábra
A rendszer által előállított PROFIL1 nyelvű lista

Adatkezelő alrendszer számítógépes tervezéshez

TURAI ISTVÁN
MTA SzTAKI

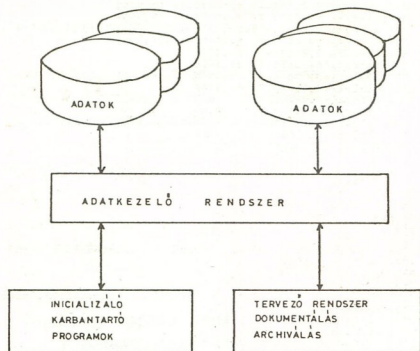
Az integrált anyag- és adatfeldolgozó rendszerekben fontos szerepe van az önálló, rugalmas adatkezelő alrendszernek. Követelmény az adatok egyszerű és gyors elérése a tervező rendszer programjaiból, valamint az adatok karbantartására szolgáló részrendszerek megvalósítása. A cikk egy célorientált gépészeti számítógépes tervező rendszer adatkezelő alrendszerét ismerteti. Az adatkezelő alrendszer része az MTA-SZTAKI-ban kifejlesztett célorientált gépészeti tervező rendszernek.

ETO: 651.8.621.001.2:681.3

A mérnök tervező munkájának fontos segédeszközei a tervezendő egyedekre és folyamatokra vonatkozó országos-, ágazati-, gyári szabványok, normák, gyakorlatban bevált eljárások szolgáltatata eredmények számszerű adatai.

A tervezőmunka jelentős része az éppen szükségesnek vélt adatok felkutatása, kikeresése — és ez esetenként tetemes időt rabol el a tervezőtől.

A számítógéppel segített tervezésben (CAD), gyártásban (CAM), illetve az egész számítógéppel segített termelésben (CAP) a számítógépi adatkezelés lehetőséget teremt a gyors adatelérésre. Tapasztalatok



1. ábra
Az adatkezelő rendszer és környezete

szerint a kifejlesztett számítógépes tervező stb. rendszerek használhatóságának egyik döntő feltétele a rugalmas, gyors adatkezelés biztosítása.

Az 1. ábra az adatkezelő rendszer és környezetének kapcsolatát mutatja. *Alapvetően két részre bonthatjuk a környezetet:* a tulajdonképpeni adatokra és azok struktúrájára, valamint az adatokat felhasználó, karbantartó stb. programokra. A programok az adatokat csak az adatkezelő rendszeren keresztül érhetik el.

A felhasználói programokat ismét két csoportba sorolhatjuk: az adatok inicializálását, karbantartását, ellenőrzését (belövését) szolgáló programokra, valamint a tervezendő egyedek és folyamatok létrehozására dokumentálására, archiválására szolgáló programokra. (Ez utóbbi formájú felhasználást a továbbiakban az adatok tervező rendszeren belüli használatának nevezzük.)

Az adatkezelő rendszer része egy olyan rendszernek, mely felhasználható interaktív gépészeti tervező rendszerek létrehozására. (Magát a rendszert Pickler Gyula ismerteti cikkében.)

A továbbiakban a tervező rendszer szempontjából az adatok megjelenési formájával, az adatkezelő rendszer hierarchiájával és az adatok tárolásával, valamint az adatok tervező rendszeren kívüli néhány kezelésével foglalkozunk.

Az adatok megjelenési formái a tervező rendszerben

A tervező rendszerhez kapcsolódó adatokat alapvetően *adatbázisra*, *dialogusadatokra* és *modellre* osztjuk fel.

Adatbázisnak nevezzük a tervezendő objektum technológiai, műszaki környezetének leírását, a környezet adatainak összességét.

Dialógusadatok szükségesek ahhoz a dialógust végrehajtó programhoz, amely a tervezőt a feladat megol-

dásának folyamatában vezeti. (Lásd Pickler Gyula: Gyártmánytervezés számítógépes interaktív módszerekkel című cikkét.)

A modellben egy aktuális tervezési folyamat során keletkező strukturált adatokat találjuk.

Mivel egy tervező rendszert több felhasználó is használhat egymást váltogatva, célszerűnek látszik több – felépítésében azonos – modell létrehozása. Ezek a modellek a tervező rendszeren belül egymástól kizárólagosan függetlenül használhatók. A modellek közötti kommunikáció csak a tervező rendszeren kívül, a karbantartó programok segítségével lehetséges. Így elkerülhető az, hogy a tervező rendszert felhasználók véletlen vagy egyéb okokból egymás modelljét használhassák, elronthassák.

A tervező rendszer elindításakor lehetőséget teremt, hogy a felhasználó kívánságának megfelelően az előző futás során keletkezett modellállapot megmaradjon és az újabb tervezési lépésekben az ott elhelyezett adatok elérhetők legyenek, vagy pedig, ha a tervező úgy kívánja, törölhető a modell tartalma. Az utóbbi lehetőséggel gondoskodunk arról, hogy adat-elhelyezés és felhasználás szempontjából alapállapotból induljon a tervező rendszer használata.

A modellel kapcsolatos adatáramlási folyamatot a következő módon formalizálhatjuk:

$$M_{j,i} = f(M_{j,i-1}, T_k)$$

ahol:

$M_{j,i}$ jelöli a j-edik modell i-edik állapotát a T_k k-adik tervezési lépés után, miután $M_{j,i-1}$ hozta létre $M_{j,i-1}$ modellállapotból.

(A tervezési lépésről csak annyit, hogy ide érhető – valamely T_q formájában – a tervező rendszeren belüli – és kívüli – a modellel kapcsolatos valamennyi manipuláció. Ezekre a T_q -ekre a későbbiekben bővebben kitérünk.)

Az adatbázis használatáról az előzőek alapján elmondható az, hogy a tervező rendszeren belüli használat során kikötés, hogy:

$$A_i \neq f(T_k)$$

Tehát bármely a tervező rendszeren belüli tervezői lépés változatlanul hagyja az adatbázis tartalmát.

Az adatbázis létrehozására, feltöltésére, módosítására egy külön programcsomag szolgál. Ezekre a manipulációkra később térünk ki.

Célorientált tervező rendszer használata során a tervezési folyamatot leíró dialógusadatokat állandónak tekinthetjük az adatbázishoz hasonlóan.

		1.	2.	3.	...	L. oszlop
1. adatbázis	1.				...	
	2.				...	
	3.				...	
j. adatbázis	1.				...	
	2.				...	
	3.				...	
L. adatbázis	1.				...	
	2.				...	
	3.				...	

2. ábra
A logikai tárolási mód

Az adattárolás és az adatkezelő rendszer

Az adatok elhelyezése szempontjából vizsgáljuk meg logikai és fizikai szinten a tárolást.

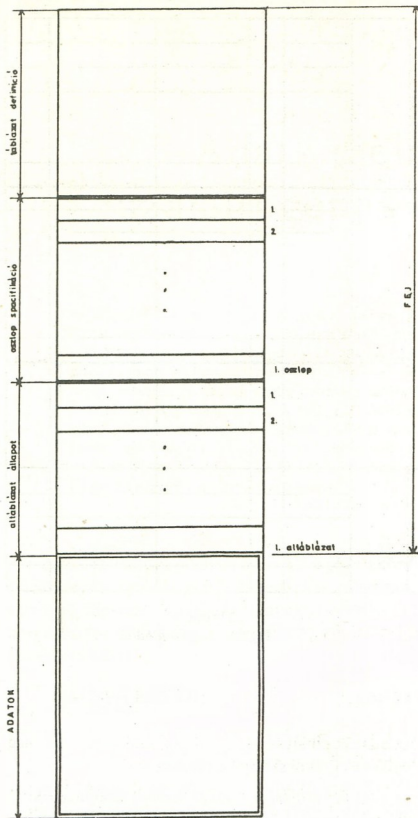
Az adatok tárolására logikai szinten altáblázatokból álló táblázatokat használunk. A táblázatok nem kötelezően előre definiált felső sorindexű altáblázatokból, az altáblázatok sorokból, a sorok oszlopokból állnak. A logikai felépítést a 2. ábra mutatja.

Egy-egy sor azonos oszlopában azonos típusú (és értelmezési) adatok találhatóak, tehát a sorok oszlopfelépítése azonos.

Az egyes oszlopokban található adatokhoz típusokat rendel (egész, valós, karakter) a felhasználó, így az adatokat a felhasználás legvalószínűbb módja szerint konvertált formában tárolhatja.

A fizikai szintű adattárolást a 3. ábra mutatja. Mint látható, egy táblázat egy rögzítetlen hosszúságú file-nak képzendő, ahol a file elején található a táblázat állapotának definíciója. Ez a definíció három részből áll:

- a táblázat felépítésének definíciója (sorok, oszlopok, altáblázatok száma),
- oszlopspecifikáció, amely rögzíti, hogy hány és



3. ábra
Fizikai szintű adattárolás

milyen típusú adatot tartalmazó oszlop található egy sorban,

- altáblázat definíció, amelyből megtudható az, hogy hány altáblázat és hol található a táblázatban.

A táblázat állapotát definiáló részt szekvenciálisan követik az adatok a file-ban.

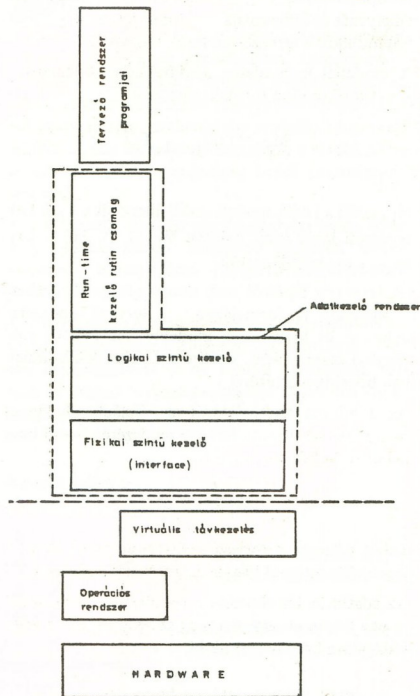
A tárolás törekszik a tömörségre – fizikai alapja egy virtuális tárkezelő rendszer mágneslemezes tömegtároló egysége. A tárkezelő rendszer gondoskodik a megszólitott file-ok megnyitásáról, a file meghatározott részének olvasásáról, írásáról (vagy éppenséggel az írás letiltásáról, ha azt előzőleg már kérte valamely program), lezárásáról stb.

E logikai-fizikai felosztást igyekszik program hierarchijában követni az adatkezelő rendszer, melynek vázlatát a 4. ábra mutatja.

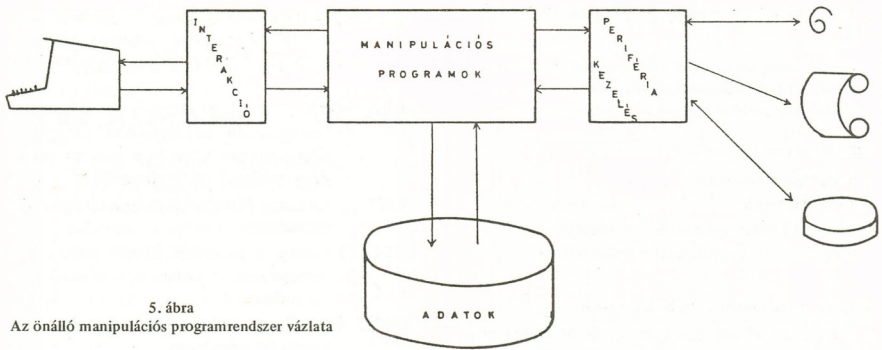
Mint látható, az operációs rendszerre támaszkodó virtuális tárkezelő rendszer adja az alapot az adatkezelő közvetlen fizikai szintű meghajtásához. Ha valamely okból az adatkezelő rendszer alatt akár az operációs rendszert, akár a virtuális tárkezelést meg kellene változtatni, ez az az interface, amit ki kellene cserélni az adatkezelő rendszer oldaláról.

A fizikai kezelő felett egy logikai kezelési felület található. E szint szubrutinjai a felhasználói programból hívott adatmozgató szubrutinok által generált logikai szintű paraméterekkel a táblázatok állapotára stb. jellemző adatokat olvassák, illetve írják.

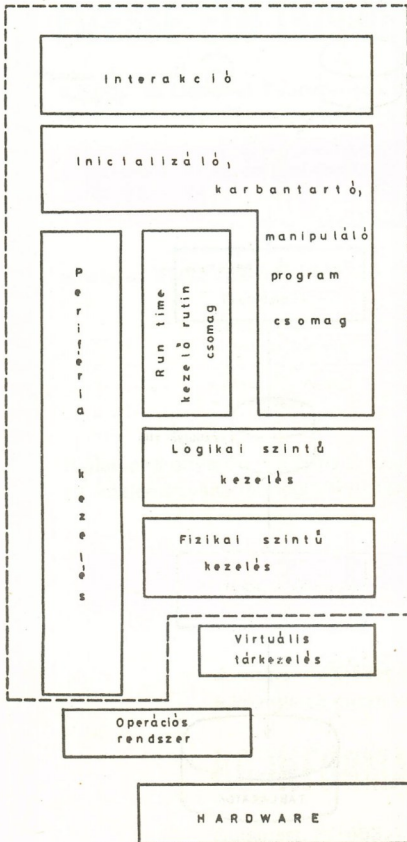
Az adatkezelő rendszer run-time szubrutin-csomagjában található szolgáltatásokat használja a rendszerprogramozó a tervező rendszer programozása során. A szubrutinok hívásával olvashatja a táblázatokat, írhatja azokba, tájékozódhat a táblázat felépítéséről stb.



4. ábra
Az adatkezelő rendszer programjainak hierarchiája



5. ábra
Az önálló manipulációs programrendszer vázlata



6. ábra
A manipulációs programrendszer hierarchiája

Rendelkezésre áll olyan szolgáltatás is, amelynek segítségével bizonyos keresési kulcsok, feltételek, stratégiák definíciójával választhat adatot a táblázatból a program.

E szolgáltatások igyekeznek rugalmasan szolgálni a rendszerprogramozó – felhasználót.

Az adatok tervező rendszeren kívüli manipulációi

Egy célorientált tervező rendszerhez kapcsolódó adathalmaz összeállítása, betöltése és ellenőrzése összemérhető nagyságú feladat a tervező rendszer algoritmusainak specifikációjával, programozásával.

A fenti feladatok sokrétűsége és bonyolultsága teszi szükségessé – és indokoltá – az adatkezelő rendszerhez kapcsolódó önálló manipulációs programrendszer kidolgozását.

E programrendszer vázlatát mutatja a 5. ábra. Mint látható, a manipulációs programrendszert középfogják az interakciót és a perifériakezelést végző programrészek.

A 4. ábrához kapcsolódva a 6. ábra mutatja a manipulációs programrendszer elhelyezkedését – ráépülését az adatkezelő rendszerre.

A perifériakezelés közvetlenül az operációs rendszerre épül. A manipulációs programcsomag támaszkodik a logikai szintű kezelő programokra, a run-time adatmozgató rutinokra és a perifériakezelésre. Az interaktivitást vezérlő programrész részben a manipulációkat elrendelő embertől adatokat kér, részben kiválasztja az elrendelt karbantartó stb. programrészt és elindítja annak futását.

A *manipulációs programok* szolgáltatásai a következők:

- adatbázissal kapcsolatos manipulációk
- modellel kapcsolatos manipulációk
- dialógusadatokkal kapcsolatos manipulációk

Mindhárom csoporton belül lehetséges:

- inicializálás (allokálás)
- deletálás (törlés)
- generálás (adatok felvitele, betöltése)
- megjelenítés (a tárolt adatok ellenőrzése)

Vegyük sorra ezeket a szolgáltatásokat:

- Az *inicializálással* fizikailag új, de üres file-t hozunk létre a tömegtárolón, abból a célból, hogy oda valamilyen forrásból adatokat tölthessünk.
- A *deletálás* ennek ellentettje, mikoris egy már használt adathalmazt fizikailag is törölünk a tömegtárolóról.
- Ha az inicializálás segítségével létesítettünk egy file-t, lehetőség nyílik arra, hogy azon egy konkrét táblázatot definiáljunk akár adatokkal, akár üresen.

Ehhez a táblázat felépítését és az adatokat egy ún. táblázat- és adatleíró nyelv formájában definiálni kell. A táblázat- és adatleíró nyelv utasításokból és paramétereiből áll. (Az utasítások azonosítják az utánuk következő paramétersort.) Ennek az egyszerű nyelvről az utasításai a következők:

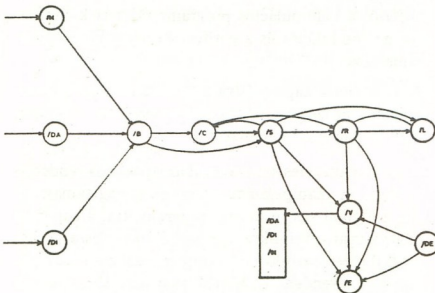
/BEGIN jelzi a táblázat- és adatleíró program kezdetét

/MODEL azonosítja azt, hogy milyen

/DATABASE adatsortot óhajt a felhasználó

/DIALOG leírni (betölteni)

/COLUMN parancs és az utána következő paramétersorozat adja meg, hogy milyen oszlop-félpítést kíván meg a felhasználó



7. ábra

A táblázat és adatdefiniáló nyelv utasításai

/SUBTABLE parancs és az azt követő paraméterekkel adható meg, hogy rögzített, vagy rögzítetlen az altáblázatok felső sorindex határa

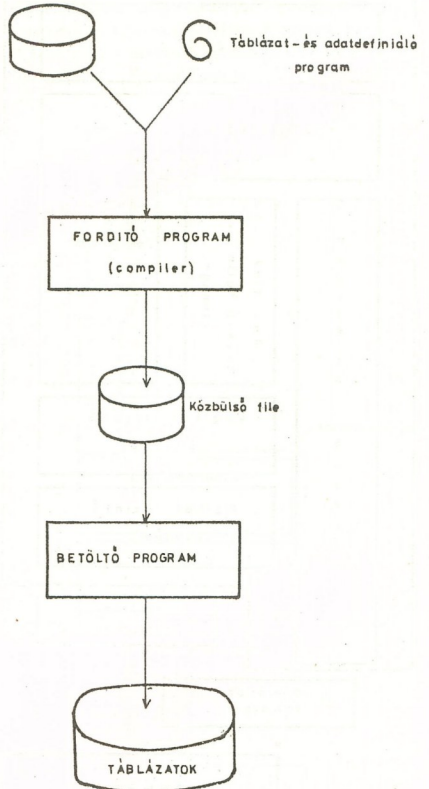
/RUN WORK parancsot az előzőleg az oszlop-leírásban definiált adattípusoknak megfelelő adatsortok követik; a parancs megindítja az adatok táblázatba töltését

/LIST listázza a feldolgozás után a táblázat összes adatait

/DELETE kiváltja a parancsot követő sorban lévő paraméterekkel azonosított táblázat logikai törlését.

/NEXT TABLE egy újabb táblázat feldolgozására készíti fel a rendszert.

/END parancs terminálja a futást.



8. ábra

A táblázat és adatdefiniáló program feldolgozása

A parancsok sorrendje bizonyos fokig kötött, hiszen értelemszerű, hogy pl. az adatbetöltés elindítása előtt definiálandó a táblázat felépítése. A 7. ábra mutatja az utasítások lehetséges követési sorrendjét.

A táblázat definiálás és adatbetöltés két fázisban történik:

- egy compiler (fordító program) közbülső file-on soronként (ill. oszloponként) előállítja az előírt típusra konvertált adatokat, amit
- egy belovlósó program (loader) tölt bele a kijelölt táblázatba (8. ábra)

– Végül a táblázatokba töltött adatok ellenőrzésére kérhető a rendszertől egy egész táblázat listázása, a táblázat egy részének, vagy egy sorának kiírása, esetleg csak egy adat ellenőrzése céljából annak megjelenítése. Lehetőség van arra is, hogy az adatokat módosítsuk, javítsuk a táblázatban.

E manipulációk segítségével lehetőség nyílik a táblázatok és az adatok egyszerű megadására, ellenőrzésére, javítására stb.

FIZESSE ELŐ 1979-RE

a Kohó- és Gépipari Tudományos Informatikai és Ipargazdasági Központ gondozásában negyedévenként megjelenő

UNIDO REFERÁLÓ SZEMLÉ-t,

amely az ENSZ Iparfejlesztési Szervezetének és az Európai Gazdasági Bizottságnak

iparfejlesztéssel,
technológia-átadással,
ipartelepítéssel,
környezetvédelemmel,
ipari kutatással,

kutásfejlesztéssel,
ipari együttműködéssel,
ügyvitel-gépesítéssel,
iparpolitikával

foglalkozó anyagait, továbbá a kohászat, a gépipar, a műszeripar területét érintő közleményeit, monografikus tanulmányait, jelentéseit és híreit adja közre.

A lap előfizetési ára egy évre: 400 Ft

A megrendeléseket kérjük
a következő címre küldeni:

KG-INFORMATIK NHD TÁR

Budapest, Pf. 453.
1372

Integrált tervező rendszerek

KOVÁCS MIHÁLY
(MTA SZTAKI)

Az integrált tervező rendszerek a mérnöki tervező munka hatékonyságát kívánják fokozni mindazokkal a számítógépes eszközökkel és módszerekkel, amelyeket a számítástechnika nyújtani képes. Az általános célú integrált tervező rendszerek olyan számítógépes környezetet biztosítanak a mérnököknek, amely lehetővé teszi, hogy a tervező a számítógépek részletes ismerete nélkül, saját szakterületének feladataival foglalkozva gyors, termelékeny munkát végezhesen. A fogalomkör rövid ismertetése után sorra vesszük a megvalósított, megvalósítás alatt álló és a tervezett integrált tervező rendszereket, tárgyaljuk problémáikat és ismertetjük a hazai célkitűzéseket. A témakör gazdagságára a távolról sem teljes, mégis bőveket tűnő irodalomjegyzék utal, amelyet azok számára állítottunk össze, akik részletesebb információt kívánnak szerezni.

ETO: 62.001.2:681.3

A mérnöki tervező munka számítógépes támogatásában nagy szerepet játszanak az átfogó szemléletű integrált tervező rendszerek. Ezek haladnak a számítógépes tervezés élvonalában, mert ezek kívánják a legtöbb segítséget nyújtani a tervező mérnököknek, a számítógépes tervezés szerteágazó feladatainak mind teljesebb megoldásával.

Arra, hogy milyen témák körül sűrűsödnek a nehézségek és milyen a számítógépes tervezés világhelyzete, jó összefoglalást ad az [1] világfelmérés. Érdekes képet kapunk, ha ezzel összehasonlítjuk a jóval korábbi [2] tanulmányban készített helyzetelemzést. A [3] és [4] konferencia viszont megközelítőleg teljes képet ad az általános célú integrált tervező rendszerekről.

A tervező tevékenység számítógépes automatizálásának fontosságát idejekorán felismerte az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, és a nemzetközi fejlődési tendenciák, a hazai helyzet és a lehetőségek figyelembevételével több elemző és döntéshozókészítő tanulmányt készítettett és vitatott meg [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Ezekből részletes információ nyerhető arra nézve, hogy merre halad a világ, és hogy melyek tennivalóink.

A számítógép és a számítógépes eljárások megjelenése óta sokan törekednek arra, hogy ennek lehetőségeit mérnöki célokra használják fel. Elmondható, hogy a számítástechnika mai eszköztárának szinte minden tagja –kezdve a zsebszámológépektől, egészen a nagyszámítógépes hálózatokig – tárgya ennek a törekvésnek. De ne felejtjük el, hogy műszaki célokra még a legfejlettebb ipari országokban is a számítástechnikai kapacitásnak alig 3%-a jut. Dománál az ügyviteli, az adatfeldolgozás jellegű alkalmazás. Ennek természetes következménye, hogy a berendezések és azok kiszolgálása elsősorban nem a tervezői feladatok ellátását célozza.

Az általános célú számítástechnikai eszközök műszaki célra való alkalmazását sokféle módon oldották meg. Ezek egyik végén találhatók a csak egy bizonyos műszaki feladatok ellátását célberendezések.

És még ezeken belül is hatalmas különbségeket láthatunk, ha például összehasonlítjuk a Sandvik Coromant forgácsolási részparamétereket számoló zsebkalkulátorát a Camscó Markamatice számítógépes interaktív konfekcióipari termeléselőkészítő berendezésével. A különbséget az árviszonyok is jellemzik. 20–50 \$ a kalkulátor, 0,5–1 millió \$ a szabászati tervező konfiguráció hozzávetőleges ára.

A skála másik végén található az általános célú integrált tervező rendszerek. Ezek között is van szóráss, hiszen nem mindegy, hogy nagyszámítógépes hálózatra települnek, vagy jóval szerényebb feladatok ellátása a cél önálló kisszámítógépes tervezői elrendezésen. Amiért integrált tervező rendszereket még annak is érdemes tanulmányozni, aki sem létrehozni, sem alkalmazni nem akar ilyet, az az, hogy ezekben felmerül szinte minden olyan probléma, amely a számítógépes tervezés területén csak előfordulhat.

Ezekben lecsapódik mindaz az eredmény, amely a számítástechnikában és a határterületeken megvalósul. Ezekben ölt testet majd az a gondolat, amely a mérnöki tervezési munkát igyekszik a teljes termelési folyamat szerves részévé tenni, ahol az összefüggő

információ-folyamban a műszaki tervezés sok más információforrás és információ-feldolgozó egység között egyike a legnehezebben létrehozható láncszemeknek. Ez az a maximum, amely felé törekedni kell, és amely felé törekedni érdemes.

A szocialista országok már korábban felismerték, hogy a mérnöki munka számítógépes automatizálása olyan nagy feladat, amelynek megoldásában az erők egyesítésére és összpontosítására van szükség. Megalakították az AMT (Automatikus Mérnöki Tervezés) szervezetét, amelynek keretén belül már ebben az ötvenes tervidőszakban is komoly munkák indultak [12]. Az AMT-ben olyan cél irányában folyik a munka, amelyet valóban csak nagy erők összefogásával lehet megvalósítani, de a legtöbb hasznot, a legjelentősebb eredményt is igéri. Ez pedig nem más, mint az általános célú integrált tervező rendszerek kialakítása és ezek keretében gyakorlati célú, egymással kapcsolható műszaki tervezői alrendszerek létrehozása [13]. Ezekről számos, csak belső használatra való anyag készült, amelyekhez hozzáférés a SZÁTI-n (MTA Számítástechnikai Iroda, 1395 Budapest, XIII., Victor Hugo u. 18–22.) keresztül lehetséges.

A számítógépes tervezés feladatai sokrétűek, ugyanakkor a felhasználók köre is igen tág és vegyes. Ezért a megoldások választéka is sokszínű. Az integrált tervező rendszerek ebben a körben a legköltségesebbek, de átfogó jellegüknél fogva, egyúttal a leginkább előremutatóak is, mivel például csak ezek alkalmazás komplex berendezések, nagyobb létesítmények tervezésének automatizálására.

Általános célú integrált tervező rendszer fogalomköre

Mit nevezünk integrált tervező rendszernek? Olyan számítógépes környezetet, amelyben emberek és gépek együttesen oldanak meg műszaki tervezési feladatokat. Ebben a számítógépek lehetőségeinek, a tervezők képességeinek maximumát tudják nyújtani az adott feladat megoldására. Mivel ez így túl általános, nem írt, ha felvöljük a távlati célokat. A részletes számítógépes ismeretekkel nem rendelkező, de saját szakmájukat jól ismerő tervezők azt várják, hogy olyan berendezéseket és módszereket nyújtsanak számunkra a számítástechnikusok, amelyek:

- megkönnyítik, meggyorsítják mindazt a munkát, amelyet ma a mérnök szabványtárakban, katalógustárakban, könyvtárakban végez a tervezéshez szükséges alapadatok beszerzésére;
- lehetővé teszik, hogy a tervezés különböző fázisaiban elért eredményekről gyorsan tudomást

szerezhessen, azokat felhasználhassa, munkája csatlakozzon a tervezési munka megelőző fázisához, értesítést kapjon, ha későbbi munkafázisban kiderül, hogy módosításokat kell végeznie;

- biztosítják, hogy könnyen megtanulható, egyszerű módon használhassa a számítástechnikai berendezéseket saját szakterülete feladatainak megoldásában, és megszabadítják az unalmas, ismétlődő rutinmunkától;
- tegyék lehetővé, hogy a számára legalkalmasabb módon kaphassa és adhassa az információt, különös tekintettel a grafikus párbeszéd lehetőségére;
- automatizálják a műszaki dokumentáció készítésével kapcsolatos munkákat, amelyek nagy figyelem-koncentrációt kívánnak, emellett fárasztóak és unalmasak a tervező számára;
- arról is biztosítják a tervező munkák irányítóit, hogy kézben tartják a tervezés folyamatát, és nem a kiviteli munkák során derülnek majd ki alapvető tervezéssel kapcsolatos hibák, figyelmen kívül hagyások.

Ezekhez, a jórészt tervezői irodai igényekhez hozzátehetjük még a termelő vállalatok vezetőinek igényét – olyan jogos jövőbeli elvárásokat is –, hogy a tervezés:

- legyen a termelés-előkészítés integráns része, azaz a konstrukciós tervezés és a technológiai tervezés folyamatosan csatlakozzon egymáshoz;
- csatlakozzon a termelésirányításhoz, vagyis a gyártás műszaki előkészítésének teljes folyamata egységes rendszert alkotson;
- csatlakozzon a vállalatirányításhoz, valamint a kereskedelmi, beszerzési, tárolási feladatokat ellátó vállalati egységekhez, azaz röviden fogalmazva: legyen láncszem az integrált anyag és adatfeldolgozó rendszerekben, ahol a teljes termelési tevékenység egységes számítógépes irányítására nyílik lehetőség [11].

Az integrált tervező rendszerek ilyen igények kielégítését célozzák. Természetesen az igényeket és a lehetőségeket összhangba kell hozni. E felsorolt jövőbeli igényeket a mai lehetőségekkel nem lehet kielégíteni. Talán csak a legambiciózusabb és legtehetősebb amerikai hadiipari monopóliumok egyike-másika tűzött ki olyan projektet, amely hasonló rendszer létrehozását célozza. Tegyük hozzá, hogy e cégek e témában évtizedes tapasztalattal rendelkeznek. Viszont, ha saját lehetőségeink keretén belül reális célkitűzéseket akarunk tenni, indokolt megvizsgálnunk a nagyobb számítástechnikai múlttal rendelkező országok helyzetét.

Mindenekelőtt a megnevezés kell tisztázni. Integrált tervező rendszernek nevezik a számítógéppel segített

műszaki tervezésben azokat a számítógépes eljárásokat, amelyek lehetővé teszik, hogy a mérnöki tervezői munka különböző fázisai közül jónéhány, egymáshoz kapcsolhatóan, azonos számítógépes rendszeren belül legyen megoldható. Ezt szokták automatikus tervezésnek is nevezni, bár itt az automatizálás csak számítógépes segítséget jelent. Általános célú az integrált tervezőrendszer, ha nemcsak egy speciális szakterületet szolgál, hanem lehetővé teszi, hogy az alkalmazók tágabb köre használja fel, tehát a különböző műszaki feladatok megoldásához mintegy számítógépes keretet szolgáltat. Emiatt az általános célú integrált tervező rendszereket – számítástechnikai részük megnevezésével – keretrendszernek, monitorrendszernek stb. is szokták nevezni.

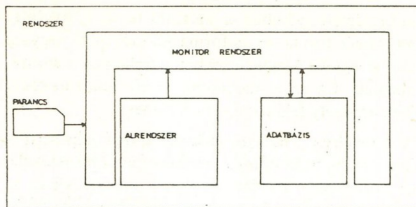
A mai integrált tervező rendszerek – még ha egy konkrét szakterületre vonatkoznak is – az általánosabb célú rendszerek igen sok jegyét magukon viselik, ezért a megnevezésben nem érdemes különbséget tenni. E fogalomkörörről részletesebb áttekintést ad a [30, 31, 32, 33, 34]. Néhány jellegzetes vonást azonban kiemelünk.

Azon kívül, hogy az általános célú integrált rendszerek lehetővé teszik a szakterületről függetlenül a mérnöki munkák integrációját, lehetőséget adnak arra is, hogy a tervező maga irányítsa a tervezési feladat számítógépes megoldását, a tervezés kezdeti fázisaitól akár egészen a megmunkálás kezdetéig. Olyan eszközöket szolgáltatnak, amelyek segítségével az alkalmazási feladatokat megoldó rendszerrészek kidolgozása maga is számítógépes segítséggel készíthető. Így az általános célú integrált rendszer úgy is tekinthető, mint feladat-orientált számítógépes tervezőrendszerek generáló rendszere. Ezt az által is teheti, mivel olyan általános eszközökkel rendelkezik, mint például műszaki objektumok leírása, tárolása, kezelése, amelyek sok tervezési feladatban közös problémát jelentenek.

Szétválasztják azok munkáját, akik az eszközöket készítik, azokétól, akik felhasználják. Így a műszakiakra valóban a szakmai munka marad, míg a programokat szakértő számítástechnikusok készítik. E rendszerek a modularitás, a bővíthetőség és cserélhetőség, a portabilitás (vagyis az elterjeszthetőség), a program-karbantartás, az elavulás, stb. problémáit is igekeznek megoldani.

Az integrált tervező rendszer általános felépítése

Mindenekelőtt hangsúlyozni kell, hogy az integrált rendszerek felépítése különböző, megvilágításukra azonban alkalmasnak látszik egy jellegzetes, ma már



1. ábra
A rendszer általános kialakítása

szinte klasszikusnak számító felépítés [35] kivonatos ismertetése.

Az integrált rendszer egyszerűsített elvi felépítését mutatja be az 1. ábra. Lényegében azt tükrözi, hogy az integrált rendszerben minden tevékenységet a monitor rendszer koordinál, így az alkalmazó is csak a monitor rendszeren keresztül érheti el a rendszer különböző egységeit.

A rendszer maga csoportokra bontott feladatokat képes megoldani az egyes feladatokat megoldó alrendszerei segítségével. Az integrált rendszer működése egyenlő az alrendszerek működésének egymásutánjával. Az alrendszerek működését a monitor irányítja az alkalmazó parancsainak megfelelően.

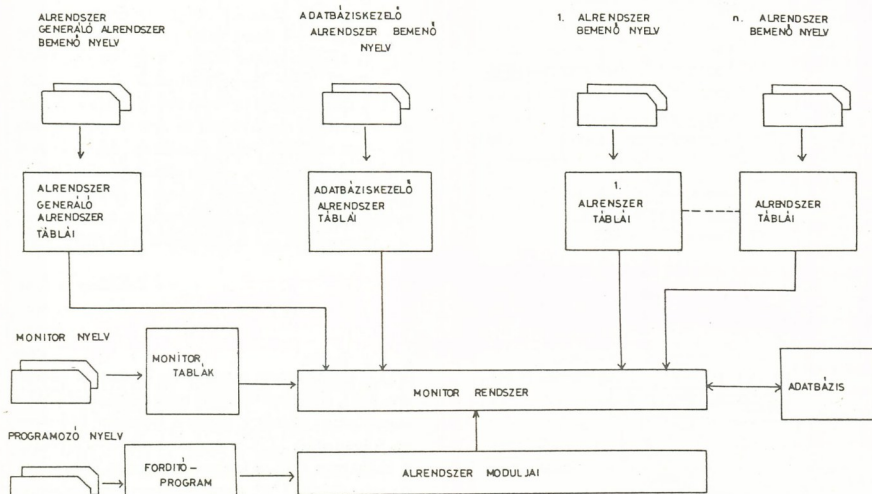
Az alkalmazó parancsait egységes szerkezetű mérnöki bemenő nyelven adja meg. Minden alrendszer rendelkezik saját – feladatköréhez illesztett – bemenő nyelvel. Ezenkívül létezik a rendszer munkájának irányítására egy, az összes alrendszerre nézve közös rendszerkezelő nyelv, a monitor nyelv is.

Az alrendszerek működésük során igénybe vehetik az egységes, közös adatbázist. Ez az adatbázis rugalmas, egy alrendszerhez vagy alrendszerek egy csoportjához előre képezhető a feladatnak megfelelően.

Az alrendszerek közötti együttműködést előre meghatározott egységes csatlakozási felületekkel biztosítják.

Az integrált rendszer elvi vázlata a 2. ábrán látható. A rendszer általános jellemzőihez tartozik, hogy az alkalmazót két irányban segíti. Az egyik a mérnök, aki csak a műszaki feladat közvetlen megoldásában érdekelt. Az ő számára ez kifejezetten futtatási rendszer. A másik típusú alkalmazó az alrendszert építő rendszerprogramozó, számára ez generáló rendszer, amely alkalmas eszközökkel segíti munkáját.

A mérnök részéről a rendszer kezeléséhez nem szükségesek részletes számítógépes ismeretek. Csak a rendszerkezelő nyelvel kell megismerkednie, és annak a témakörnek bemenő nyelvével, amely megfelelő műszaki feladatkörének. E két típusú nyelv sem



2. ábra

Az egységes tervező rendszer elvi felépítése

teljesen eltérő, ha a rendszerben egységes szintaktikai szabályokat használnak.

A rendszerprogramozó számára elsődrendű, hogy az integrált rendszer minden szintjén érvényesül a modularitás elve. A rendszer tetszőlegesen bővíthető. Az alrendszerek összeállítására a rendszer speciális szolgáltatásai nyújtanak segítséget.

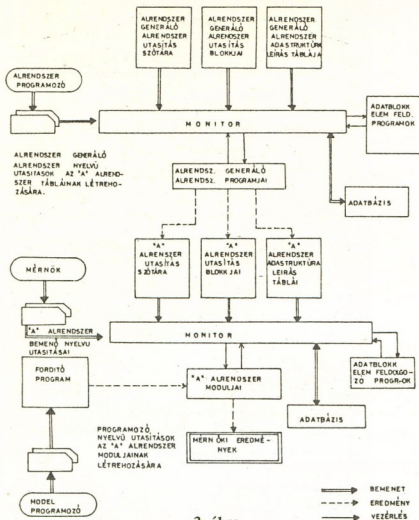
A rendszerben fontos szerepet kap a programozási munka egyszerűsítése és egységesítése. A rendszer biztosítja, hogy a programozói munkák zömét kitevő alkalmazói programok moduljait a számítógépes környezettől függetlenül lehessen megírni. Ezt azért éri el, hogy a monitor rendszerbe helyezi mindazokat a programokat, amelyek a számítógép és az operációs rendszer függvényei.

Az integrált rendszer magja a monitor rendszer. Ez végzi a teljes rendszer szervezését. Bőven belül a monitor a közös váza minden egyes alrendszernek is. A monitor feladata még, hogy – rátelepülve egy nem mérnöki tervezés céljait szolgáló, meglévő operációs rendszerre – biztosítsa az integrált tervező rendszernek megfelelő számítástechnikai szolgáltatásokat. Például tegyen lehetővé dinamikus program- és adatkezelést, tetszőleges rutin hívási struktúrát stb. E funkciói az operációs rendszerek fejlődésével elhalnak, de ma még számos esetben szükségesek.

Mint a 2. ábrából látható, a rendszerbe hasonló szerkezetű alrendszerek tartoznak. A rendszer speciális

alrendszerei mérnöki alrendszerek generálását és az adatbázis kiszolgálását célozzák. A mérnöki alrendszerek a mérnöki munka egy-egy fázisának felelnek meg, minden megköötöttség nélkül. Az alrendszer, mint a 2. és 3. ábrából is látható, táblázatok látszólag laza halmazából és a hozzá tartozó modulokból áll. A kapcsolatot aktuális igénybevételkor a monitor biztosítja. A monitor működését a monitor parancsnok, azaz a rendszerkezelő nyelv utasításai indítják el és irányítják. Az alrendszerek nyelvén kapott utasításokat is a monitor interpretálja, azaz értelmezi azokat az illető alrendszer táblái alapján, és behívja végrehajtásra az alrendszer műszaki feladatmegoldó moduljait. Vezérli a végrehajtást, miközben használhatja saját, általános célú rendszer rutinjait is.

A 3. ábra egy feltételezett alrendszer létrehozását és futtatását vizsgálja. Az alrendszer lényegében a műszaki feladatot megfogalmazó bemenő nyelv szótárából, ezen utasítások feldolgozásának menetét leíró utasítás blokkokból, az alrendszer adatstruktúráit leíró blokkokból, és a műszaki számításokat elvégző modulokból áll. A táblákat a generáló alrendszer hozza létre a rendszerprogramozó által írt utasítás-definiáló és adatstruktúra-definiáló nyelvű utasítások alapján. A modulok megírásáról természetesen előre kell gondoskodni. Erre szolgál az integrált rendszerben használt programozói nyelv. Ez általában valamilyen széles körben elterjedt programozási nyelvnek a tervezési feladat számítástechnikai igénye-



3. ábra
„A” alrendszer létrehozásának és működésének
elvi vázlata

nyeinek megfelelő bővítménye, fordítóprogramja pedig a bővített általános célú nyelv meglévő fordítóprogramjára telepített preprocessor.

Az „A” elnevezésű alrendszer működtetése azzal indul, hogy a mérnök a rendszerkezelő nyelven behívja az alrendszert. Ekkor az integrált rendszer üres tábláiba, a háttér tárról beíródnak az „A” alrendszer táblái, és hozzáférhetővé válnak moduljai. Ezután a műszaki feladatnak megfelelő mérnöki utasításokat a monitor egymás után beolvassa, értelmezi, hozzárendeli a megfelelő utasításblokkot. Ezután már ennek elemeit értelmezi és a korlátozott számú elemfeldolgozó rendszerrutinokkal az utasítást feldolgoztatja. Ha modulhívó elemet talál, akkor mozgósítja a behívott modult és gondoskodik futtatásáról. Ha befejezte az utasításblokk végigolvasását, leveszi a következő mérnöki utasítást. Ez az egyik alapvető működési mód. A feldolgozás számos egyéb módja is lehetséges ehhez hasonló mechanizmus keretein belül, de bővítve mindazal, amelyet interaktív, sokmunkahelyes rendszer kívánhat.

Az integrált tervező rendszerek problémái

A műszaki tervezés hatékonyságát növelő számos új eszköz és eljárás közül az integrált tervező rendszerrel foglalkozunk ugyan, de vessünk egy pillantást általában a számítógépes tervezésre is, hiszen annak minden nehézsége itt fokozottabban jelentkezik.

Ezeket a problémákat a szakértők világszerte számos konferencián vitatták, számtalan megoldási kísérlet is született, de általános elfogadott eredményekről még aligha lehet beszámolni [14, 15, 16, 17, 18, 19]. Az többé-kevésbé világos, hogy milyen általános témák köré csoportosíthatók a problémák. Ezek: a számítógépes tervezés elvi és általános kérdései; a grafikus megjelenítés és ember-gép grafikus párbeszéd kérdései; nyelvi problémák; adatkezelés és tárolás problémák; programozástechnikai kérdések. Talán ide sorolhatjuk legújabb témakörként a mesterséges intelligencia eszközeinek és módszereinek alkalmazását is a számítógépes tervezésben [20].

A számítógépes tervezés általános kérdéseinek fogaalomkörébe olyanok tartoznak, mint a mérnöki munkák automatizálása alapelveinek a meghatározása [21], magának a tervezési folyamatnak a megfogása [22], a számítógépes tervezés elméletének a lefektetése [23], általános fogalmi séma kialakítása [24], a számítógépes eljárások hatása a tervezőre és a tervezés folyamatára [25], a tervező rendszerek szerkezeti kialakítása [26], a tervezési folyamat információval való ellátása [27], a számítógépes tervezés céljára készülő számítógépes programok elvi problémái [28] végül a kidolgozott tervező rendszerek értékelése és kiválasztásuk feltételei [29].

A számítógépes grafika egyidős a számítógépes tervezéssel, attól szinte elválaszthatatlan. Itt meg sem kísérelhetünk erről a terjedelmes témáról helyzetképet adni. Csak annyit jegyzünk meg, hogy számtalan megoldás született az ember és gép közötti grafikus kommunikáció területén. Ezek egyik végén találhatók a programozási nyelvekhez, például FORTRAN-hoz kapcsolható, abból hívható grafikus programcsomagok, mint a GINO vagy a GHOST [36, 37], a másik végén az olyan megoldások, mint a TEKTRO-NIX grafikus operációs rendszere [38], amely a grafika igényeit is figyelembe vevő, azt magasfokon kiszolgáló, de a szokásos célokra is alkalmas kisgépes operációs rendszer.

Az integrált tervező rendszerekben jelentkeznek igazán olyan határterületi kérdések, mint a grafika és az adatbázis kapcsolatának általános problémákra. A mérnöki tervezés számára az adatok két lényegesen eltérő természetű fajtájának számítógépes tárolásáról és kezeléséről kell gondoskodni. Az egyik az, amellyel a tervező állandó, interaktív kapcsolatban van, ez a tervezendő műszaki objektum leírására szolgál. A másik a könyvtár, az archívum típusú adathalmaz, amely az állandó, ritkán változó, de a tervezéshez nélkülözhetetlen alapadatokat tartalmazza. E kettő integrációját csak a legambiciózusabb integrált tervező rendszerek tűzték ki célul, ezeket elemzi a [39].

A szakirodalomban az első típust, a dinamikus modellt, ahogy a konkrét tárgytól a számítógépes fizikai tárolásig haladunk: való világnak, modellnek, adatstruktúrának és tárolási struktúrának szokták nevezni [40]. Ezen fogalmak kialakulását és a modern adatbázis kezeléssel való kapcsolatukat tárgyalja a [41]. E kérdéscsoport egyik súlyos problémája, hogy biztosítani kell az adatintegritást – azaz az adatok többszörösítés nélküli tárolását. Gondoljuk csak meg, hogy egy változtatás milyen súlyos hibalehetőségeket rejtene magában egyébként. Ez elsősorban bonyolult komplexumok tervezésénél jelentkezik (például hajó, repülőgép, épület stb.). Ugyanazon a dinamikus modellen különböző mérnökcsoporthoz is dolgozhatnak, sőt ezeknek különböző szempontokból kell adatokat kapni és adni ugyanazon objektummal kapcsolatban. Például egy épület tervezése esetén a statikus mérnökcsoporthoz, vagy az épületgépész-csoport ugyanannak az épületnek más aspektusára lehet kíváncsi. A modern általános célú adatbázis-kezelő rendszerek (például a CODASYL-ajánlás alapján állók) a séma-alséma fogalmának bevezetésével megoldották az egységesen, központi tárolt adatok tetszés szerinti lekérzésének, időleges kivonatolásának feladatát. A [42] a Szovjetunióban ismert, általános célú adatbáziskezelő rendszerekről ad összefoglalót.

A mérnöki tervezés céljainak megfelelő adatstruktúrák és az adatbázis kapcsolatának egyedi, egy-egy szakterületre való megoldására adnak példát a következők: mérnöki rajzkezelésre [43, 44]; szerszámgéptervezésre [45, 46]; finommechanikai konstrukcióra [47, 48]. Ez adatbázis és adatstruktúra kapcsolatával elvi síkon foglalkozik a [49, 50, 51]. E témakör legújabb eredményeiről számos előadás hangzott el az 1978-as CAD konferencián [19], és egy találkozóon [52], amelyeken már elosztott adatbázisokról és elosztott grafikáról és beszámoltak.

Ez utóbbi számítógépes eljárások alapvető fontosságuk az integráció kiterjesztésére, tervező csoportoknak azonos objektum együttes tervezésére számítógép hálózatok felhasználásával [108].

A mérnöki adatbázis és grafika témája kapcsán érdemes megemlíteni azokat a tervező rendszereket, amelyek a számítógépes tervezés és gyártás integrációját kívánják elősegíteni. Egyesekben a grafikus megoldások dominálnak. Ezek jó példák a számítógépen belüli modell-alkotásra. Másokban az archívum jellegű kérdések kezelése a főfeladat. E csoportok külön-külön éles fényt vetnek a jövőben majd szükséges tervezői adatbázisok kettős jellegére. Megemlítünk olyanokat is, amelyekben a grafikus és az adatkezelési részrendszereket összekapcsolták.

A háromdimenziós tárgyak mérnöki modellalkotásáról ad összefoglalót az [53], és ismerteti az ICON

rendszert, amely véges elem módszerű számításokhoz ad interaktív grafikus modellező eljárást. A PADL sokatígérő rendszer testek modellezésére és vetületi rajzok automatikus előállítására [54]. Gépalkatrészek, szerszámok és készülékek mérnöki rajzainak automatikus készítésére dolgozták ki koordinált munkával a nyugatnémet egyetemeken a **FREE-DRAFT, PROREN, COMVAR, DETAIL, COMPAC** rendszereket [53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61].

A **POLISURF** és **GNC** a cambridgei CAD központ [62, 63, 64], az **NMG** és az **APT** összekapcsolása a **BAC** (British Aircraft Corporation) [65, 66], míg a **RISP** a leeds-i egyetem [67] tervező rendszere, amely alkatrészek grafikus tervezéséből indul ki, és a számítógépes gyártáshoz készíti vezérlő szalagot.

Az NC Management Report rendszeresen beszámol az USA gépiparában folyó számítógépes tervezési problémákról (például [68]). Ebből kiténik, hogy az interaktív grafika mellett az univerzális adatbázis témaköre is súlyponti feladatot képez.

Számítógépes mérnöki archívum szerkezeti kérdéseiről és a Siemens cégnél létrehozott **NUMBUS** rendszerről számol be a [69]. Technológiai információk központokról és az ezekkel kapcsolatban nehézségekről ad képet a [70, 71, 72, 73]. Mindezekben a fő kérdést hogy adattömegek tárolása, kezelése és a gyors hozzáférés biztosítása jelenti. Ezek általában meglévő, általános célú adatkezelő rendszer köré építik ki a műszakiakat kiszolgáló információk rendszerét.

A forgácsolási technológiát tervező számítógépes rendszerek jól példázzák a mérnöki rajzkészítő és adatkezelő feladatok együttes megoldását, integrálását. Ezek a gyártás műszaki előkészítésének rajk eső részét integrált rendszerszemléletben oldják meg [74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82].

A nyelvi és programozástechnikai kérdések részleteire itt nem térünk ki, hiszen ezek a témák egyidősek a számítógépek megjelenésével, ezért jórészt közismertek is.

A *nyelvi kérdések* az integrált tervező rendszerekben összetett módon jelentkeznek. Ez nem pusztán frázis, mivel a feladat is összetett. A rendszer kezeléséhez, az interaktív és a grafikus kommunikációhoz, a tervezendő műszaki objektum és a műszaki feladat nyelvi megfogalmazásához, a mérnöki adatbázis létrehozásához és kezeléséhez nyelvek kellene. Ezekre külön-külön alakultak ki megoldások, de itt egyszerűsíteni kellene ezeket az eltérő feladatokat ellátó, külső, úgynevezett bemenő nyelveket. Egyszerűsíteni kellene a kezelési célú, úgynevezett kommand nyelveket, az interaktív kommunikáció nyelvét, a grafikus nyelveket, a probléma orientált műszaki nyelve-

ket, az adatleíró és az adatmanipuláló nyelveket úgy, hogy a mérnökökre ezen a téren ne háruljon járulékos megerőltető feladat. A rendszerek, alrendszerek generálásával kapcsolatban is fennállnak a fenti nehézségek. Itt a számítógép programozási nyelveivel, az operációs rendszerek kommand nyelveivel, a különböző rendszerrészek generáló nyelveivel kapcsolatban (mint utasításleíró nyelv, adatstruktúra leíró nyelv, stb.) jelentkeznek e problémák.

Azonnali, rövidtávú eredmények elérhetők egymástól független részfeladatok olcsó számítógépes megoldásával. Ez erős kontrasztként hat egy komplikált, drága, csak tervezett eredményeket ígérő interaktív integrált tervező rendszerrel szemben. Azonban igazi, hosszútávú hatékonyságnövelő eredmény a műszaki tervezésben csak koordinált, integrált rendszer szemléletű megközelítéssel érhető el. A kérdés, hogy ez műszakilag, gazdaságilag megvalósítható-e.

Integrált tervező rendszer kifejlesztése több évi kemény munka. Mire egy rendszer elkészül, a számítástechnika gyors fejlődése miatt már el is avullhat. Még ha használni fogják is, a használat ideje esetleg rövidebb lesz, mint a létrehozás ideje. Egy újabb számítástechnikai generáció megjelenése elavulttá teheti a használni kívánják a számítástechnika által nyújtott új lehetőségeket. Még nem lévő, csak tervezett számítástechnikai apparátusra viszont nem lehet integrált tervező rendszert kifejleszteni.

Problémát jelent még a rendszer részletes követelményeinek meghatározása is, mert ez iteratív folyamat. Csak gyakorlatban kipróbált rendszerek alapján lehet újabb feltételeket szabni, pontos követelményeket támasztani.

Hogy e fejezetben felsorolt súlyos nehézségeken mégis úrrá lehet lenni, arra a következő fejezetben ismertetett tervezett, megvalósítás alatt álló, illetve megvalósított integrált tervező rendszerek adnak bizonyosságot.

Megvalósított vagy készülő integrált tervező rendszerek

A számítógépes tervezés első nagy mérnöki rendszereinek alkotói hamar rájöttek, hogy törököt fogtak. A nagy programok, mint például amilyen az APT szerszám gép programozó eljárás volt, keményen ellenálltak a változtatás, módosítás, fejlesztés, karbantartás igényének, mert ezek végrehajtása ropant nagy munkát, méginkább hibalehetőséget jelentett. A megoldást a „rendszergeneráló rendszerek rendszerében” az AED (Automated Engineering Design) rendszer megvalósításában látták [83]. A célki-

tűzés az akkori, sőt még a mai eszközökhöz képest is túlzott volt. Ami megvalósult, az inkább e célkitűzés nyelvfeldolgozó rendszere [84]. Az AED ma kereskedelmi áru, úgynevezett rendszer software készítő eszköz, fordítóprogramok, operációs rendszerek, stb. készítésére alkalmas [85]. Alapelvei azonban döntő mértékben hatottak a további integrált tervező rendszerekre és ma is érvényesek.

A mai értelemben vett első megvalósított általános célú integrált tervezőrendszer az ICES (Integrated Civil Engineering System) volt [86]. Ez a rendszer a tervezőknek általános számítógépes környezetet nyújt. Van generalítható bemenő nyelve az egyes mérnöki szakterületekre, van rendszermagja, amelyvel a tervezés programozási igényeit elégíti ki. A műszaki feladatmegoldó modulok írására szolgál az ICETRAN programnyelv, amely egy FORTRAN bővítés és amelyet egy precompiler alakít szabványos FORTRAN nyelvre. Adatok kezelésére és tárolására dinamikus adatstruktúrákkal rendelkezik. Az ICES ma már nemcsak a keretrendszert jelenti, hanem rendelkezik egy sereg alrendszerrel általános-mérnöki és építész-mérnöki feladatok megoldására. Például a COGO a geometria, a STRUDL a vázszerkezetek, a ROADS az utak, a TRANSET a közlekedési hálózatok, a BRIDGE a hidak alrendszere. Ezenkívül még számos alrendszer és az összes ICES kézikönyv leírása megtalálható a [87]-ben a MIT (Massachusetts Institute of Technology) ICES rendszeréről. Ezt a rendszert hazánkban a NOTO Országos Számítástechnikai Vállalat gondozza. A rendszer és alrendszereinek hazai implementálása folyamatban van. Az eredeti MIT ICES-nek számos verziója jött létre, amelyek az első egyetemi szintű változat gazdaságos tervező-irodai alkalmazását célozzák, mint például a PSU-ICES [88]. Ezek borsos áron kerültek kereskedelmi forgalomba, míg az eredeti változat minimális áron hozzáférhető.

Az ICES nyomán születtek a második generációs, úgynevezett ICES-szerű általános célú integrált tervező rendszerek. Ezek igyekeztek az ICES korai megvalósításának – a kötegel feldolgozásmódot szemléletből és egyéb, akkor még fel nem ismert problémákból fakadó – hiányosságait kiküszöbölni, mint amilyen a teljesen inkrementális feldolgozásmód (egy bemenő utasítás teljes feldolgozása után veszi csak be a következő utasítást). Ezek közé sorolható az IST, BAL, MIRIAM, REGENT, GERMINAL, [30, 34], és a számunkra legfontosabb ISP–2.

Az ISP–2 (Integratívannaja Szisztema Programirovanija–2) rendszert az Észti Tudományos Akadémia tallini Kibernetikai Intézetében dolgozták ki [89, 90, 91, 92, 93, 94]. Megoldották a bemenő nyelvi utasítások csoportos feldolgozását, vagyis a probléma nyelvi modelljének teljes megfogalmazási lehető-

ségét, az adatkezelésnek az ICES-ben csak ígért, de meg nem valósított eljárásait, valamint szerényebb kiépítésszerű számítógépen való futtatás feladatát. Ez a rendszer szolgál az AMT monitor-rendszer első lépcsőjének alapjául.

Integrált tervező rendszer több helyen is megvalósult: az IST (Information System of Technology) a berlini Műszaki Egyetemen [959, 96], a MIRIAM Dániában [97], a BAL Párizsban [98], a GERMINAL Toulouse-ban [99, 100, 101], a REGENT a karlsruhei Reaktorkutatási Intézetben [102, 103, 104, 105, 106, 107]. E rendszerek nagy előnye, hogy nem egy szűk szakterületre vonatkoznak, megoldották az általánoság, rugalmasság, karbantarthatóság, rendszerszemlélet, modularitás, bővíthetőség problémáit. Lehetőséget adnak az operációs rendszerek és procedurális nyelvek olyan hiányszempontjainak kikerülésére, amelyek legyőzése a műszaki tervezésben elengedhetetlen. Ugyanakkor utat mutatnak az újabb igények kielégítése felé is. Így a GERMINAL az interaktív kommunikáció és adatbázis-szemlélet megoldására, a REGENT a PL/1 nyelv összes beépítésére ad példát. Programozástechnikai összehasonlításuk a [30]-ban található.

Egy sor olyan integrált tervező rendszert is készítenek, amelyek eredete nem származtatható úgy, mint az előzőek. Ennek ellenére közös tulajdonságaik, hogy van probléma orientált műszaki bemenő nyelvük, kommand processzoruk, központi adatbázisuk és alkalmazói programjaik. Például ilyenek az építészeti, méginkább az általános-mérnöki területen: az USA-beli POLO (Problem Oriented Language Organizer) [109], a belga SYSFAP (Systeme Intégré de Fischiers Auto Programmés) [110, 111], az angol CEDAR (Computer-Aided Environmental Design Analysis and Realisation) [112, 113], és a GENE-SYS [114, 115], míg az angol RAINBOW [116] rendszer inkább alkalmas az elektronikában szokásos struktúrák kezelésére, bár mind a felsoroltak állítják általános célú használhatóságukat. Ez utóbbi megállapítás méginkább érvényes a következő szovjet rendszerekre: INKOM [117], amelyet R40-re implementáltak, programozási nyelve PL/1 bázisú; SZIRIUSZ [118] OS operációs rendszereken futhat és kiterjesztett PL/1 bemenő nyelvű; RADUGA [119] BESZM-6-ra készült és Algol-60 alapú; UTOPIST [120] magasszintű problémaleíró nyelv, amelynek kiegészítő változata mellett mai befoglaló rendszere a PRIZ [121, 122, 123], ez OS-re készült, FORTRAN bázisú, bemenő nyelve lehet az UTOPIST, vagy ezen nyelven korábban megfogalmazott probléma-orientált nyelv is.

A szovjet UTOPIST, méginkább a francia TROPIC rendszer [124] már elvezet a legújabb törekvések irányába, amelyekben a mesterséges intelligencia esz-

közeit kívánják a mérnöki tervezésben felhasználni. E kísérletek – durván fogalmazva – arra irányulnak, hogy a mérnöknek a bemenő nyelven ne kelljen leírnia a megoldás menetét, hanem – mintegy magasabb szinten – a probléma felvetésére és döntésre kelljen csak használnia. A rendszer előre betáplált intelligenciával rendelkezik a probléma felismerésére és optimális megoldására.

A Német Szövetségi Köztársaságban koordinált munka folyik a Szövetségi Kutatási és Technológiai Minisztérium irányításával, a 3. DV (korábban a 2. DV) projekt keretében számítógépes tervező rendszerek kialakítására. Ennek keretében a szerszámgépipar számára olyan összefüggő tervező rendszert dolgoznak ki, amely az alkatrész-tervezéstől a gyártóeszközök, szerszámok és készülékek tervezésén és a gyártástechnológia tervezésén át a teljes gyártási dokumentáció kiadásáig tart [125].

Sok integrált tervező rendszert említettünk már, mégis érdemes néhány tervezés, kísérleti megvalósítás alatt álló, a távlati feladatokra irányuló, nagyszabású projektre egy pillantást vetnünk. Ezek mögött hatalmas anyagi eszközök állnak, példájuk nem szükségszerűen követendő, azonban a fejlődésre jelentős nemzetközi hatást gyakorolnak.

Az USA haditengerészete áll a COMRADE (Computer-Aided Design Environment) projekt mögött, amelyet a CASDAC (Computer-Aided Ship Design and Construction) projekt keretében dolgoznak ki [126, 127, 128, 129, 130, 131]. Az USA űrhajózási hivatala finanszírozza az IPAD (Integrated Program for Aerospace Vehicle Design) rendszer kidolgozását [132].

Mindkettő konkrét célra irányul, a COMRADE hajótervezésre, az IPAD légi jármű tervezésre, de ilyen összetett objektumokban a mérnöki tervezői feladatok szinte minden ága szerepet kap. E rendszerek hirdetett célja is az, hogy általános számítógépes környezetet nyújtsanak, amely a tervezés pillanatától a teljes dokumentáció elkészítéséig összefogja és segíti a tervezők, tervező csoportok és kiemelten, a tervezés felelős irányítóinak a munkáját. Mindkettő olyan keretrendszer, amelyben tetszés szerinti feladatokra alrendszerek generálhatók, amelyek egymás közötti vagy a központi adatbázissal interaktív kommunikációt, akár grafikus kommunikációt is folytathatnak. Adatbázisuk két lényeges részre oszlik. Egyik az archívum jellegű rész, mely önállóan is használható, bármikor lekérdezhető a mérnök által, nemcsak a felhasználói programok férhetnek hozzá. A másik rész az, ami kezdetben üres és a tervezés folyamán telik meg. Ez tartalmazza végül a tervezett objektum számítógépi reprezentációját. A COMRADE speciális adatbázist és adatszerkezetet használ, az IPAD követi a CODASYL koncepciót. Mind-

kettő nagy súlyt helyez a tervezés adminisztrálására, a csoportmunka vezetésére.

Hogy ilyen nagyigényű közelítés nem lehetetlen, azt igazolják az egy integrált rendszer generációval korábbi hajóipari AUTOKON [133, 134] és repülőgépipari CADAM [135, 136] tervező rendszerek, amelyeket rendszeresen használnak. Igaz, ezek mögött is évtizedes fejlesztő munka áll. Sajnos, ahogy egy rendszer munkái beindulnak, úgy csökken néhány sorra a róluk szóló információ [137].

Még tovább mutat az integrált tervező rendszerek fejlődése az olyan integrált anyag- és adatfeldolgozó rendszerekben, mint amilyen az ICAM vagy a COPICS rendszer célkitűzés. Az ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) az USA légierők által támogatott projekt [138, 139] olyan rendszer, amely a tervezéstől a kiszállítáig a gyártási tevékenység minden lépését megszervezi. Ebbe a nagyobb, átfogóbb rendszerbe kívánják integrálni a NASA IPAD tervező rendszerét. E nagy rendszer struktúrájának kialakítására, a rendszerelemek csatlakozásának definiálására speciális eljárást használnak, a SADT (Structured Analysis and Design Technique) módszert, amelyet az APT és AED korábbi megalkotója hozott létre. Ez azt mutatja, hogy nagy, integrált rendszereknek már a tervezése sem megy kézi módszerekkel. A COPICS egy egészen más irányból közelíti meg ugyanazt az elképzelést, mint az ICAM. A COPICS (Communication Oriented Production and Information Control System) az IBM cég teljes vállalatirányítási koncepciója [139, 140, 141, 142]. Ez egy központi adatbázis köré telepíti a vállalat minden egyes egységének megfelelő, számítógépes irányítási alrendszert, így a tervezést is az egyik fontos láncszemének tartja, amely információkat, méginkább szolgáltat a többieknek.

Míg az ICAM egyik fontos célja, hogy már a tervezés fázisában ismeretek legyenek a gyártás költségei, és ezt optimálisra lehessen választani, addig a COPICS célja a teljes rendszer optimális üzem, készletgazdálkodással, beszerzéssel, raktározással stb. együtt. Az ICAM még csak terv. A COPICS esetében állítólag van, ahol már el is érték a teljes rendszer 80%-át megközelítő kiépítettségét [139].

Hazai integrált tervező rendszer célkitűzése

Az AMT keretében fokozatosan, az alábbi sajátosságokkal rendelkező általános célú integrált tervező rendszert kívánjuk megközelíteni.

Bemenő nyelve egységes szerkezetű és egyszerű. Lehetővé teszi a nem számítógép specialista mérnök számára:

- a rendszer irányítását, kezelését,
- műszaki feladatának közérthető megfogalmazását,
- adatkeresést, adatbevitelt és lekérdezést,
- szöveges és grafikus párbeszédet,
- a tervezés menetének nyomon követését, adminisztrálását.

Ezenkívül a rendszertervező, alrendszerprogramozó, adatbázis-adminisztrátor számára könnyen használható eszközöket kell nyújtania:

- új alrendszerek generálására,
- meglévő alrendszerek karbantartására,
- adatbázis felépítésére,
- adatbázis védett karbantartására.

Monitorja (rendszer magja) biztosítja:

- a felhasználó elől rejtett rendszer-feladatok automatikus ellátását,
- a rendszer szemléletű felépítést, a rendszer mélyégi tagolását,
- az operációs rendszeren belüli hiányosságok kiküszöbölését (ha nincs dinamikus program és adatkezelés, többfelhasználós hozzáférés, stb.),
- a moduláris felépítési lehetőséget,
- a kommunikációt és vezérlésátadást alrendszerek, modulok és adatbázis között,
- a különböző üzemmódok tetszőleges használatát.

Adatbázisa:

- rendelkezik archívummal,
- rendelkezik olyan dinamikus kezelhető struktúrákkal, amelyek alkalmasak a műszaki feladat modelljéül szolgáló adatbázis felépítésére,
- önállóan is, és az alrendszerekkel együtt is dolgozhat,
- megoldja a többszörös nélküli tárolást és lehetővé teszi a többszörös hozzáférést,
- eleget tesz az adatvédelmi és egyéb általános követelményeknek.

Programozási nyelve a rendszerrel együtt lehetővé kell, hogy tegye:

- a műszaki feladat lebontását kis, önálló modulokra,
- a modulok közötti tetszőleges kommunikációt és vezérlésátadást,
- az adatkezelést,
- a számítógépfüggetlenséget, portabilitást,
- a kis és nagyszámítógépes alkalmazást.

Csatlakozási felületei olyanok, hogy megoldják a feladat-lebontás elvől fakadó kérdéseket. A tetszőlegesen részfeladatokra tagolt rendszer elemei közti kommunikáció csak szabványosított csatlakozási felületeken keresztül lehetséges. Ilyen interface szükséges:

- modulok között,
- alrendszerek között,
- modulok és alrendszerek, valamint az archívum között,
- modulok és alrendszerek, valamint a probléma-modell között.

Tervezés-adminisztrátora elvégzi mindazt a feladatot, amely a tervezési folyamat kézben tartásához szükséges. Ezért:

- elvégzi a felhasználók tevékenységének naplózását,
- lehetővé teszi a felhasználó személyétől függő védett területek hozzáférést,
- meghatározott eseményekről értesíti a tervezés irányítóit,
- intézi a tervezők egymás közötti, valamint a tervezők és a tervezés irányítói közötti kommunikációt.

Természetesen minden jövőbeli követelményt nem fogalmazhatunk meg. Például még nem eléggé ismeretesek, hogy a modern számítógépes hálózatok milyen hatással lesznek az integrált tervező rendszerek felépítésére. De az is természetes, hogy fenti célok egészét korai még kitűzni, azonban amit csak lehet, azt valósítsuk meg.

Az integrált tervező rendszerek témájának igen széles körű kapcsolatai miatt egy sereg kérdéssel egyáltalán nem foglalkoztunk. Így meg sem említettük a szabványosítás kérdését, amelynek megoldása nélkül semmiféle integráció nem képzelhető el műszaki területen.

A hazai vonatkozásokra sem tértünk ki eléggé, hiszen csak a gépipari AMT-ben együtt dolgozó szervezeteknek, mint amilyen az MTA SZTAKI, GTI, BME, NME, CsSzG, SZIM stb., valamint más hazai gyáraknak és intézményeknek egy sereg olyan eredménye van, amelyek e területtel határosak, vagy ide is esnek. Ezek ismertetése azonban már túllépne e cikk keretein.

Elsősorban gépészeti integrált tervező rendszerekkel foglalkoztunk, pedig vannak építészeti, elektromos, villamos tervezési hasonló rendszerek is.

Végül megjegyezzük, hogy a gépészeti AMT-ben jelenleg folyó általános célú integrált tervező rendszer kis és nagy számítógépre, olyan munkának tekinthető, amely a felsorolt célok megvalósítása felé vezető úton csak a kezdő lépéseket jelenti.

IRODALOM

- [1] J. HATVANY, W.M. NEWMAN, M. A. SABIN: *World survey of computer-aided design. Computer Aided Design, vol 9. n. 2., april 1977. p. 79–98.*

- [2] FERENCZY J. – KOVÁCS M.: *Számítógépes Interaktív Tervezés. MTA AKI Közlemények, 1969. 5. sz.*
- [3] *Colloque international sur les systèmes intégrés en genie civil 30–31/8 et 1/9/1972. CEPOC Université de Liège-Belgique, avril 1974.*
- [4] *Workshop on General Purpose CAD systems. CERT, Toulouse, Dec. 1974. Proceedings of the Workshop, Dec. 1974.*
- [5] *A konstrukciós tevékenység szerepe a gépipar műszaki fejlődésében. OMFB tanulmány, 4–401–Kt, Budapest, 1969. február*
- [6] *A számítógépes tervezés alkalmazása a hazai gépipar konstrukcióiban. OMFB elemző tanulmány, 16–803/6–Et, Budapest, 1972. február.*
- [7] *A termelés műszaki előkészítésének automatizálása a gépiparban. AMT tanulmány, MTA-SzÁTI, Budapest, 1974. dec.*
- [8] *A műszaki rajzolás gépesítésének eszközei és módszerei. OMFB tanulmány, 15–7501–Et, Budapest, 1976. május*
- [9] *A számítógépes tervezés hazai elterjedésének problémái. OMFB tanulmány, 16–803/7–Et, Budapest, 1976. május.*
- [10] *A számítógéppel segített mérnöki tervezés szolgáltató rendszerei és hazai alkalmazása. OMFB tanulmány, 16–7602–T, Budapest, 1977. március.*
- [11] *Integrált anyag és adatfeldolgozó rendszerekkel kapcsolatos távlati kutatási és fejlesztési feladatok. OMFB tanulmány, 4–7601–T, Budapest, 1977. május.*
- [12] *Dr. SOMLÓ JÁNOS: AMT Hazai munkák, hazai tervek. Számítástechnika, IX. évf. 1. sz. 1978. január 2. oldal.*
- [13] *Dr. SOMLÓ JÁNOS: AMT Ágazati feladatok I–II. Számítástechnika, IX. évf., 3. és 4. sz., 1978. március és április, 2. oldal.*
- [14] *M.A. SABIN: Programming Techniques in Computer Aided Design. NCC Publications, Manchester, 1974.*
- [15] *Proceedings of the 11-th Design Automation Workshop. ACM SIGDA–IEEE CS DATC Denver, Colorado, June 17–19. 1974.*
- [16] *Proceedings of the 12-th Design Automation Conference. ACM SIGDA–IEEE CS DATC, Boston, Massachusetts, June 23–25. 1975.*
- [17] *CAD 76, Second International Conference on Computers in Engineering and Building Design, 23–24 March. 1976. IPC Science and Technology Press Ltd. London, 1976.*

- [18] J.J. ALLAN: CAD Systems. Proceedings of the IFIP Working Conference on Computer Aided Design Systems, Austin, Texas, 12–14 February 1976. North-Holland, Amsterdam, 1977.
- [19] CAD 78, Third International Conference on Computers in Engineering and Building Design, Brighton, Sussex, UK 14–16 March 1978. IPC Science and Technology Press Ltd., Surrey, 1978.
- [20] J.C. LATOMBE: Artificial Intelligence and Pattern Recognition in Computer Aided Design, IFIP W.G. 5.2 Working Conference March 17–19. 1978. Grenoble, France Preprints.
- [21] G. K. GORANSZKIJ: A mérnöki munkák automatizálásának alapelvei. Gépgyártástechnológia, XI. évf. 5. szám, 1971. május, p. 193–198.
- [22] J. H. A. E. AMKREUTZ: Cybernetic model of the design process. Computer Aided Design, Vol. 8, No. 3, July 1976 p. 187–192.
- [23] HIROYUKI YOSHIKAWA: A theory of Computer Aided Design. Proc. of the CIRP seminars on Man. Syst., Vol. 6, No. 2., 1977. p. 95–106.
- [24] B. S. ARMITAGE – P. A. V. HALL: Conceptual scheme for CAD. Computer Aided Design, Vol. 9, No. 3, July 1977. p. 194–198.
- [25] M. J. E. COOLEY: Impact of CAD on the designer and the design function. Computer Aided Design, Vol. 9, No. 4, October 1977. p. 238–242.
- [26] N. V. BOJKOV: Sztrukturnaja organizacija odnoj szpecializirovannoj szisztemi avtomatizirovannovo projektirovanija. Upravljajuscie Szisztemi i Masini, 1977, No. 2. p. 78–83.
- [27] N. A. JÁRMOJ: Ob informacionnom obespecsenii processzovo projektirovanija. Pribori i Szisztemi Upravlenija, 1978. No. 3.
- [28] K. D. BAKER: Software design for CAD. Computer Aided Design, Vol. 9, No. 4, October 1977. p. 275–282.
- [29] W. R. LAXON: Selecting and evaluating CAD systems. Computer Aided Design, Vol. 9, No. 4, October 1977. p. 233–237.
- [30] R. JACQUART, Ph. REGNIER, F. R. VALLETTE, J. FOISSEAU: Current trends in the development of integrated general purpose CAD systems. lásd (16), p. 180–188.
- [31] P. WINTER: Integrated CAD system design. lásd (4), p. 169–183.
- [32] C. C. FREEMAN: Resources for CAD systems. lásd (4), p. 184–199.
- [33] O. ABELN, F. BAUHUBER, H. EITEL, H. G. KLUG, H. WALTER: Verknüpfungen von Programmsystemen zur integrierten Informationsverarbeitung im Betrieb wt–Z. ind. Fertig, 67 (1977) Nr. 3. p. 139–143.
- [34] M. SABIN: Workshop on general purpose computer aided design systems. Computer Aided Design, Vol. 7, No. 2, April 1975. p. 129–130.
- [35] KOVÁCS, M.: Egységes kisszámítógépes gépgyártástechnológiai tervező rendszer vázlatos rendszerterve, különös tekintettel a monitor rendszerre. MTA SZTAKI tanulmányok 57/1976, Budapest.
- [36] GINO–2D graphics package. Computer Aided Design, Vol. 9, No. 3, July 1977. p. 211–212.
- [37] K. BRODLIE, T. MATTHEW, G. TOLTON: A comparison of GHOST and GINI–F. JUCC Newsletter, Vol. 5, No. 3, 1977. p. 9–13.
- [38] L. KOENIGSBERG, J. A. MEADS, J. SHAW, N. THANHOUSER, S. VOLLUM: A graphics operating system. Computer Graphics, Vol. 9, No. 1, Ohio, USA June 1975. p. 42–48.
- [39] C. M. ESTMAN: Databases for physical system design: a survey of US efforts. lásd (17) p. 1–10.
- [40] D. F. BARNARD: Models, data-structures and storage structures. Lásd (17), p. 287–291.
- [41] E. B. HASSLER: Philosophic comments on data base context and management in design automation. Lásd (15), p. 1–13.
- [42] O. L. PEREVAZCSIKOVA – E. D. JUSENKO: Tendencii razvitiya szisztem obrabotki dannih. Programirovanie, No. 5. 1977, p. 70–90.
- [43] C. CAVAGNA, U. CUGINI: An interactive system for the handling of engineering drawings. Interactive Systems, On-Line publ., London, Sept. 1975.
- [44] C. CAVAGNA, U. CUGINI: Data structure for the description and handling of engineering drawings. Computer Aided Design, Vol. 9 No. 1, January 1977. p. 17–22.
- [45] W. EVERSHEIM, D. PFAU, R. ROTHENBERG: Application of suitable data structures for CAD in the machine tool industry. Lásd (18), p. 327–347.
- [46] F. L. KRAUSE: Ein Beitrag zur Behandlung rechnerinterner Darstellungen in CAD-Prozessen. ZwF, 69 (1974) Heft 5, p. 228–233.
- [47] D. OTTO, G. SCHULZE: Erweiterung der rechnerinternen Darstellung im CAD-System Feinwerktechnik zur Durchführung von To-

- leranzalysen. *ZwF*, 71 (1976) Heft 5, p. 200–206.
- [48] H. H. ENDERS, D. OTTO: *Rechnerinternes Werkstückmodell und Beispiele aus dem praktischen Einsatz eines 2D–/3D Geometriessystems*. *ZwF*, 72 (1977) Heft 5, p. 225–231.
- [49] R. H. NONCZEK, A.B. WHINSTON: *Picture Processing and Automatic Data Base Design*. *Computer Graphics and Image Processing*, 5, 1976, p. 484–495.
- [50] B. G. CLAYBROOK: *A Facility for Defining and Manipulating Generalized Data Structures*. *ACM Transactions on Database Systems*, Vol.2, No.4, Dec. 1977. p. 370–406.
- [51] G. A. LINDEN: *Grammars which describe large bodies of data*. *Computer Aided Design Vol. 10, No.1, January 1978*. p. 41–45.
- [52] *What an engineer requires of databases*. *Computer Aided Design, Vol.10, No.3, May. 1978*. p. 207.
- [53] W. S. ELLIOTT: *Interactive graphical CAD in mechanical engineering*. *Computer Aided Design, Vol.10, No.2, March 1978*. p. 91–100.
- [54] H.B. VOELCKER, A.A.G. REQUICHA: *Geometric modelling of Mechanical Parts and Processes*. *Computer, December 1977*, p. 48–57.
- [55] H. OPITZ, H. J. WESSEL: *Systeme zur rechnerunterstützten Zeichnungserstellung*. *VDI-Z*, 120 (1978), Nr. 3, Februar (1), p. 90–94.
- [56] H. DEBLER, S. LEWANDOWSKI: *COMVAR–Ein Programmsystem zur komplex teilgebundenen Zeichnungserstellung*. *ZwF*, 70 (1975), H. 4, p. 171–173.
- [57] G. SPUR, S. LEWANDOWSKI: *Automatisierte Zeichnungserstellung*. *Wt–Z. ind Fertlg.*, 67 (1977), Nr. 3, p. 161–166.
- [58] J. KURTH
- [59] *Ein System zur rechnerorientierten Werkstückbeschreibung I–II*. *ZwF*, 68 (1973), H2–H3, p. 61–67. – p. 127–132.
- [60] H. DEBLER: *Ein System zur automatisierter Erstellung technischer Zeichnungen*. *ZwF*, 60 (1974), H.5., p. 234–238.
- [61] G. SPUR, J. GAUSEMEIER: *Processing of workpiece information for producing engineering drawings*. *Proc. of the XVI MTDR Conference, Sept. 1975. Manchester*, p. 29–33.
- [62] A. G. FLUTTER, R. N. ROLPH: *POLYSURF: an interactive system for the computer-aided design and manufacture of components*. *lásd* (17), p. 150–158.
- [63] G. N. C. *a computer aided part programming system using interactive graphics*. *Computer Aided Design Centre, Cambridge, U. K.*
- [64] *Computer system is quick on the draw*. *Machinery and prod. eng.*, 15 March 1978, p. 42–44.
- [65] P. AUGHTON: *A computer system for the design and manufacture of aircraft components*. *lásd* (17), p. 145–149.
- [66] W. A. COLES: *Use of graphics in an aircraft design office*. *Computer Aided Design, Vol. 9, No. 1, January 1977*. p. 23–28.
- [67] M. S. BLOOR, A. de PENNINGTON, J. R. WOODWARK: *RIPS: bridging the gap between conventional elements*. *lásd* (19), p. 398–405.
- [68] *NC Management Report by the Editors of Iron Age, Vol. 6, No.8, August 1975, Chilton Company.*
- [69] E. J. FEICHT: *Computer aided archivation comprising CAD/CAM Interface*. *Proc. of the CIRP seminars on Man.Syst. Vol.6, No.2, 1977*. p. 41–47.
- [70] J. F. KAHLES, J.L. KREBS, M. FIELD: *Machinability Data Center (USA)-Progress Report 1973*. *Annals of the CIRP, Vol.22, No.1, 1973*. p. 171–172.
- [71] A. W. J. CHISHOLM, W. KÖNIG, O. RASCH, T. SATA, E. MERCHANT: *Machining Information Centers, Annals of the CIRP, Vol.22, No.3, 1973*. p. 328–332.
- [72] J. R. DONALDSON: *The TECHNOTEC technology exchange service*. *Proc. of the cont., Computer Networks, Nov. 1976 Maryland*, p. 86–88.
- [73] M. E. MERCHANT: *Considerations on machining information centers and their relation to manufacturing systems*. *Proc. of the CIRP seminars on Man. Syst., Vol. 6, No.1, 1977*. p. 3–10.
- [74] KENESE S.: *Számítógépes tervezőrendszer-ek alkalmazása a gyártás műszaki előkészítésében*. *M.G.T. 19/1/1978*. p. 40–55.
- [75] P. D. LITVINENKO: *Avtomatizirovanoe Proektirovanie tehnologicseszkoy osznasztki v priborosztroenii. Priobri i szisztemi upravljenija, Nol. 1975*, p. 55–58.
- [76] G. N. LVOV – V. Ja. KUCSEROV – A. N. CSUVARKIN *i drugie Proektirovanie marsritnoj tehnologii v rezsimе dialoga sz EVM. Pribori i szisztemi upravljenija, No. 17, 1977*. p. 42–43.
- [77] R. SCHWETZ: *Probleme, Möglichkeiten und Ziele eines Rechnereinsatzes zur Arbeits-*

- planerstellung. *ZwF*, 70/1975/H.10, p.522–527.
- [78] F. FRICKE: CAPSY-ein Dialogsystem zur rechnergestützten Arbeitsplanerstellung. *ZwF*, 70 (1975) H. 10, p. 517–521.
- [79] W. EWERSHEIM, H. FUCHS: Integrated Generation of Drawings, Sheets of Operativity and NC-Tapes. *Annals of the CIRP*, Vol.25, No.1, 1977, p. 289–294.
- [80] W. EWERSHEIM, W. WIEWELHOWE: Design and automatic set-up of drawings and work plans. *Proc. of the XVI. MTDR conf.*, Sept. 1975. Manchester, p. 75–80.
- [81] G. 'SPUR, F.L. KRAUSE: Stages of interaction for computer supported design and manufacturing process planning. *Proc. of the Symposium on CAD in Mech. Eng.*, Milano, 1976 p. 67–82.
- [82] K. IWATA, Y. KAKINO, F. OHBA: Recent development of CIMS/PRO system, process planning in computer aided integrated manufacturing systems. *Proc. of the CIRP seminars on Man. Syst.*, Vol. 6, No.2, 1977, p. 25–40.
- [83] D. ROSS: The AED approach to generalized computer aided design. *Proceedings A. C. M. National Meeting*, 1967, p. 367–385.
- [84] R. J. HUBBOLD: Some aspects of the AED System Relating to Language Processing. *Lásd* (14), p. 87–93.
- [85] *Software Directory*. ICR Reference Services, January, 1977, p. 250.
- [86] D. T. ROOS: ICES System Design. MIT Press, Massachusetts, USA, 1967.
- [87] General ICES Information. Civil Engineering Systems Laboratory, MIT Cambridge, USA July 1973.
- [88] M. A. PRICHARDT: PSU–ICES. *Lásd* (3), 2.5., p. 34.
- [89] B.G. TAMM: Integrirovannaja szisztéma programirovanija. INEUM, Trudi insztituta 43, Moszkva, 1974.
- [90] K. O. MIARTIN – E. V. PRUUDEN – Ju. PRUUDEN – B. G. TAMM: Realizacija obsej esazti integrirovnoj szisztemi programirovanija. *Programirovanie*, No.5. 1975, p. 3–12.
- [91] I. A. MELNYIKOV – H. Ja. SZAAR: Organizacija dannih v integrirovnoj szisztemi programirovanija. *Programirovanie*, No. 6. 1975, p. 28–37.
- [92] B. TAMM, J. PRUUDEN, E. PRUUDEN, K. MÁRTIN, I. MELNIKOV: Integrated Programming System as a tool to implement nonprocedural programming languages for engineering problems. *Systems Programming Methods and Tools*, Finnish-Soviet Symposium, 1976. September 20–24.
- [93] H. Ja. SZAAR: Ob interaktivnih szisztemah inzsenernovo proektfirovanija. *rogramirovanie*, No.2. 1977, p. 45–54.
- [94] Integrirovannaja szisztéma programirovanija ISzM–2. Tom I–IV. Insztitut Kibernetiki AN SzSzSzR, Tallin, 1976.
- [95] P.J. POHL: Structure and functions of the Information System Technology (IST) *Lásd* (4), p. 9–31.
- [96] L. BEILSCHMIDT: Data and file management in the Information System Technology (IST). *Lásd* (4), p. 32–50.
- [97] O. KAYSER: MIRIAM a general programming system for scientific and technical use. *Lásd* (4), p. 80–101.
- [98] G. BLAIN, A. LABARTHE, J. C. RAULT, P. ZAMANSKY. BAL: An aid to scientific application programming. *Lásd* (7), p. 167.
- [99] R. JACQUART, P. REGNIER, F. R. VALLETTE GERMINAL: towards a general and integrated system for CAD. *Lásd* (4), p. 102–143.
- [100] J. FOISSEAU, R. JACQUART, F. R. VALLETTE: Means and levels of Knowledge representation in the CAD system GERMINAL. *IFIP Congress* 1977.
- [101] J. FOISSEAU, R. JACQUART, F. R. VALLETTE: The Germinal system: presentation and use in a CAD-CAM context. *Proc. of the CIRP seminars on Man.Syst.*, Vol. 6, Nor.1, 1977, p. 49–65.
- [102] G. ENDERLE, E.G. SCHLECHTENDAHL: The design of the integrated CAD system REGENT. *Lásd* (4), p. 50–79.
- [103] G. ENDERLE, E. G. SCHLECHTENDAHL: The CAD-System REGENT. *Lásd* (16), p. 231–240.
- [104] E. G. SCHLECHTENDAHL: Grundzüge des integrierten CAD-Systems REGENT Angewandte Informatik, 11/1976, p. 490–496.
- [105] G. ENDERLE: Problemorientierte Sprachen im REGENT-System Angewandte Informatik 12/1976, p. 543–549.
- [106] K. LEINEMANN: Dynamische Datenstrukturen des integrierten CAD-Systems REGENT. *Angewandte Informatik* 1/1977, p. 26–31.
- [107] R. SCHUSTER: GYPSY, Graphische Fähigkeiten als Bestandteil eines Systems für den rechnergestützten Entwurf. *Angewandte Informatik*, 4/1977, p.155–163.

- [108] L. C. ABEL: *Structure and foundations of a large multi-user, multi-task CAD system. Interactive Systems, On-Line publ., London, Sept. 1975, p. 247–262.*
- [109] L. A. LOPEZ: *POLO: A supervisor for integrated system development. Lásd (3), 1.6., pp. 31.*
- [110] G. DEPRez: *SYSFAP: Integrated System in Civil Engineering with Data Base Management. CEPOC report, Liège, Belgique.*
- [111] G. E. DEPRez: *Integrated system for highway design. Computer Aided Design, Vol. 7, No.3, July 1975, p. 199–201.*
- [112] D. CHARLESWORTH, G. WEBSTER: *CEDAR 3: basic software for computer-aided design. Lásd (17) p. 38–43.*
- [113] J. CHALMERS, P. SAMPSON, G.J. WEBSTER: *Data Structure used in CEDAR—A Computer-Aided Building Design System. Lásd (14), p. 253–268.*
- [114] R. J. ALLWOOD, T. O'N. MAXWELL: *GENESYS — A machine independent system. Lásd (3), 1.1. pp. 12.*
- [115] L. H. HUNTER: *The GENESYS system. Lásd (17), p. 255–257.*
- [116] J. O. HILES: *RAINBOW: An Early Integrated System for CAD. Lásd (4), p. 201–220.*
- [117] I. P. ORESKIN: *O szersztavh realizácii problemno — orientirovannih jazikov. Programirovanie, No.6. 1977. p. 39–43.*
- [118] V. Sz. ELIN — B. Ju. ALJUNIN — I. V. SZKRIDLOV — I. V. SZOMIN: *Szisztéma dlja razrabotki bolsih programmnih kompleksov. Programirovanie, No.2. 1977. p. 55–59.*
- [119] V. A. SZUHJAMIN: *Metaszisztéma dlja posztroenija problemno-orientirovannih jazikovih szisztém i paketov prikladnih programm. Programirovanie, No.2., 1976. p. 63–70.*
- [120] E. H. TYUGU: *Using a problem-solver in CAD. Lásd (20).*
- [121] E. TIUGU: *Szisztéma programirovanija PRIZ; Obscsee opisazanie. Tallinszkvoj Politehnicseszkij Insztitut, Tallin, 1977.*
- [122] E. TIUGU: *Szisztéma programirovanija PRIZ; Vhodnoj jazik TPI, Tallin, 1977.*
- [123] E. TIUGU: *Szisztémii programirovanija PRIZ; Insztрукcija razrabotki paketov. TPI, Tallin, 1978.*
- [124] J. C. LATOMBE: *Artificial intelligence in computer-aided design: the TROPIC system. Lásd (18), p. 61–120.*
- [125] H. OPITZ, H.J. WESSEL: *Rechnereinsatz in der Konstruktion. wt—Z.ind.Fertig. 67 (1977), No.3, p. 133–138.*
- [126] T. R. RHODES: *The computer-aided design environment project (COMRADE). AFIPS National Computer Conference, 1973 p. 319–324.*
- [127] J. BRAININ: *Use of COMRADE in engineering design AFIPS Nat. Comp. Conf., 1973, p. 325–330.*
- [128] R. W. TINKER, I.R. AVRUHIN: *The COMRADE executive system. AFIPS Nat. Comp.Conf., 1973. p. 331–338.*
- [129] S. E. WILLNER, A. BANDURSKI, W. C. GORHAM, M. A. WALLACE: *COMRADE data management system. AFIPS Nat. Comp. Conf., 1973, p. 339–346.*
- [130] B.M. THOMPSON: *Plex data structure for integrated ship design. AFIPS Nat.Comp. Conf., 1973, p. 347–352.*
- [131] C. M. CHERNICK: *COMRADE design administration system. AFIPS Nat. Comp. Conf., 1973, p. 359–363.*
- [132] G.A. GARROCK, M.J. HURLEY: *The IPAD system: A Future Management (Engineering) Design Environment. Computer, April 1975, p. 23–33.*
- [133] Ę. MEHLUM, P.F. SORENSEN: *Example of an existing system in the ship-building industry: the Autokon system. Proc.Roy.Soc. Lond.A. 321, 1971, p. 219–233.*
- [134] R.B. WISE, D.J. MARTIN: *Some computer-related advancements for enhancing U.S. shipyard productivity. AFIPS National Computer Conference, 1976. p. 657–669.*
- [135] R. E. NOTESTINE: *Graphics and computer-aided design in aerospace. AFIPS Nat. Comp. Conf., 1973. p. 629–633.*
- [136] S. H. CHASEN: *Economic principles for interactive graphic applications. AFIPS Nat. Comp.Conf., 1975, p. 613–620.*
- [137] *NC—CAD/CIM REPORT. Iron Age, December 19, 1977, p. 35–46.*
- [138] M. D. ZIMMERMANN: *ICAM: Revolution in manufacturing. Machine Design, May 26, 1977, p. 86–91.*
- [139] *Computerizing the system. American Machinist, November 1977, p. 1.1.—1.16.*
- [140] R.A. LEAVEY: *Blueprint for Systems Design. Computer, August 1973, p. 42–43.*
- [141] LÉVAI P., FÓTH T., VISENYEI A.: *On-line termelés-irányítás. IBM Tájékoztató, 1. sz. 1977. március.*
- [142] *Communications Oriented Production Information and Control System, Vol.I.—Vol. VIII. IB GBOF—4115.*



Műszer és Irodagép

író- és számoló

JELENTŐS IDŐT TAKARÍT MEG ÉS PONTOSABBAN SZÁMOL, HA
HASZNÁLJA A HUNOR SZÁMOLÓGÉPET



PÉNZÜGYI-GAZDASÁGI ELSZÁMOLÁSHOZ,
STATISZTIKAI MUNKÁKHOZ

HUNOR 102/B.

4 alpművelet
műveletek konstanssal,
láncműveletek,

HUNOR 121

4 alpművelet,
műveletek konstanssal,
láncműveletek,
%, A/D,

MÉRNÖKI-MŰSZAKITUDOMÁNYOS FELADATOK MEGOLDÁSÁHOZ

HUNOR 252

4 alpművelet,
láncműveletek,
 $\sin X, \cos X, \operatorname{tg} X,$

$\arcsin X, \arccos$
 $\operatorname{arctg} X, \ln X, \log X,$
 $e^X, y^X, 1/x, \sqrt{x}$
fok-radián átszámítás

értékesítő Vállalat

géposztály



IRODÁKBAN

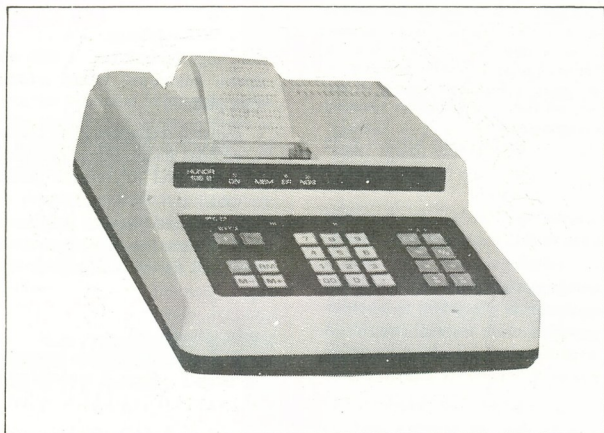
GYORS! ZAJTALAN! MEGBÍZHATÓ!

Sharp CS 2154 tip.

Hunor 126 tip. Hunor 129 tip.

kinyomtató elektronikus asztali számológépek

A négy alapművelet százalékszámítás, tételszámlálás, memória



**MOST VÁSÁROLHATÓK A MIGÉRT
SZAKÜZLETBEN!**

BUDAPEST, VI., Népköztársaság u. 2.

MEGRENDELHETŐK

ÍRÓ- ÉS SZÁMOLÓGÉPOSZTÁLYUNKON

BUDAPEST, IX., Dimitrov tér 14.

TELEFON. 175-163 TELEX. 22-4736

Programozási nyelv számítógépes szerszám-gép-vezérlésekhez

DR. HOFFMANN PÉTER
(MTA SZTAKI)

A cikk számítógépes szerszám-gép-vezérlések (CNC rendszerek, csoportos vezérlések) számára kifejlesztett vezérlési nyelv, az ún. MID (közbenő) nyelv főbb sajátosságait ismerteti. Az elnevezés a MID nyelvű programoknak a műveletelem-tervezési, vezérlési, információs folyamatban elfoglalt helyzetére utal, és egyúttal tükrözi azt a tervezői koncepciót, miszerint a korszerű vezérlés egyre többet vállal át a hagyományos műveletelem-tervezési feladatokból.

A MID nyelvű vezérlő program mondatai a számítógépes környezetnek megfelelően explicite deklarált típusú rekordok. A MID program fejrészből és törzsből áll. A vezérlő program hangolhatósága, adaptálhatósága, a dinamikus programkorrekciók lehetősége programváltozók bevezetésére épül. A műveletelem típusú alprogramok segítségével magasabb szintre emelhető a számítógépes szerszám-gép-vezérlés programozása.

ETO: 519.682 MID:621.9-52

A numerikus szerszám-gép-vezérlés programozási nyelve (továbbiakban vezérlő nyelv, vezérlési nyelv) a vezérlés alapvető tulajdonságainak hordozója. A számítógépes szerszám-gép-vezérlések újabb és újabb változatainak megjelenése és elterjedése új lehetőségeket teremt a vezérlő nyelvek tervezői számára. A megoldási mód jelentősen befolyásolja a szerszám-gép-vezérlő berendezések használati tulajdonságait.

A cikk ismerteti a számítógépes szerszám-gép-vezérlések programozására kifejlesztett vezérlési nyelv, a MID nyelv főbb sajátosságait. A nyelv fizikai reprezentációja (vagyis az a konkrét forma, amelyben a logikai formátum egyes elemei valamely konkrét hordozón megjelennek) implementációtól és hordozótól függ, ezért a nyelv általános specifikációja nem tartalmazza. Az illusztráló példákban a nyelv olyan fizikai reprezentációját használjuk, amely a programrészlet értelmét, jelentését hangsúlyozza ki. A nyelv tényleges fizikai reprezentációi (pl. az MTA SZTAKI integrált gyártórendszerében alkalmazott reprezentációk) a redundancia csökkentése miatt ettől eltérnek. Ezek ismertetésére azonban jelen cikkünkben nem térünk ki.

A MID program struktúrája

A MID nyelvű programok struktúrájának két fő jellegzetességét emeljük ki: a *rekordstruktúrát* és a *fej-törzs* felosztást.

A MID program rekordstruktúrája

A MID nyelvű program utasításait (mondait) rekordoknak nevezzük. A MID rekordok a hagyományos NC programok mondataitól abban különböznek, hogy típusuk van. A MID rekordok különböző típusai különböző jellegű információt hordoznak, mint például:

- alapvető technológiai információt,
 - vezérlés átadási (ugrási) információt,
 - a kezelővel folytatandó dialógust előíró parancsot,
 - deklarációt (vagyis a program általános jellemzőit, a szerszám-gépi környezetet leíró információt).
- A rekord típusától függ, hogy egy adott rekord milyen jelentésű elemekből épülhet fel, azok hogyan vannak jelölve és milyen sorrendben követhetik egymást. Minden MID-rekord tartalmazza saját típusát, ezáltal nagymértékben egyszerűsödik a vezérlés munkája (1. ábra). A rekordstruktúra tekintetében a MID nyelv az APT-CLDATA formátummal rokon.

Felmerül a kérdés: vajon nem nehezíti-e a programozó munkáját az, hogy a konkrét utasításokon, utasítás elemeken kívül a rekordtípusokra is tekintettel kell lennie? A kérdés megválaszolása a fizikai reprezentáció témakörébe tartozik, ezt a kört eredetileg nem kívántuk érinteni. Megjegyezzük azonban, hogy a programozó számára egyszerűen definiálható olyan fizikai reprezentáció, amely a rekordtípusokat csak közvetve tartalmazza. A tényleges, kódolt re-

Típus	Indítási feltétel	típustól függő adatok
-------	-------------------	-----------------------

1. ábra
MID rekord felépítése

kordforma előállítását pedig számítógépi programra kell bízni.

A MID rekordok további jellegzetessége, hogy explicit utalást tartalmaznak arra vonatkozóan, hogy az adott rekord parancsainak végrehajtását milyen feltétel bekövetkezése esetén lehet megkezdeni.

A következő feltételek adhatók meg:

- szerszám gép készletléti állapota (az előzőleg megkezdett műveletek befejeződése);
- feltétel nélküli (azonnali) végrehajtás;
- adott időtartam kivárása;
- program változó állapotának figyelése (lásd alább);
- párhuzamos folyamat (például külső szerszám tár mozgásának) befejeződése (ld. alább);
- a hajtás-egység lemaradásának megszűnése (precíziós megmunkálásoknál).

A végrehajtási feltétel bevezetése, a szemléleti és gazdaságossági előnyökön kívül lehetővé teszi, hogy előre lépjünk a több, egymással párhuzamosan folyó megmunkálási folyamatok programozásának megvalósításában.

Fejlesztés – törzs

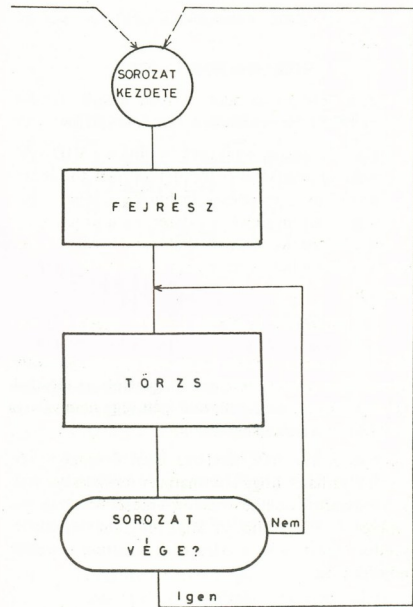
A MID nyelvű program rekordjai elhelyezkedésük szerint két csoportba tartoznak. A program elején az ún. MID-fej végét jelölő rekord előtt található a fej rekordjai, a többi rekord a törzs rekordja.

A fej rekordjai a program, a szerszám gép, a megmunkálás körülményeinek azonosítására, a vezérlő egység inicializálására szolgálnak. A tényleges megmunkálási vezérlő rekordok a törzsben találhatók.

A szerszám gép vezérlő egység egy új sorozat kezdésekor (és csak akkor) végigveszi a fej rekordjait, és az azokban található információk alapján elvégzi a szükséges ellenőrzéseket, beállításokat stb. A sorozat további darabjainak megmunkálása előtt „visszacsévézés” csak a törzs első rekordjáig történik (2. ábra).

Vezérlő programok hangolása a gyártás körülményeihez

A hagyományos NC vezérlések egyik hiányossága, hogy egy adott programmal csak egy adott, állandó vezérlési ciklus (mozgási szekvencia) váltható ki. A MID nyelv ezt a korlátozást az ún. MID változók segítségével megszünteti. Az alábbiakban a MID változók két alkalmazását mutatjuk be: a feltételes utasí-



2. ábra
MID program végrehajtásának sémája

tásokat és a paraméteres programozást. A művelet-típusú szubrutinok technikája szintén a MID változókra épül (ismertetését lásd a későbbiekben).

Feltételes utasítások

Hagyományos vezérlésekben gyakori az ún. „opcionális stop” funkció. A vezérlés a program végrehajtását előre megadott ponton felfüggeszti, ha a kezelőpulton elhelyezett kétállású kapcsoló állapota ezt engedélyezi. Ellenkező esetben a megállás elmarad, a program végrehajtása törés nélkül folytatódik.

E funkció általánosítását jelentik a MID program feltételes megállást, feltételes ugrást előíró rekordjai.

Mindkét típusú rekord végrehajtása kétféleképpen történhet attól függően, hogy a program (pontosabban a vezérlés) egy belső tárolójában két lehetséges érték melyike lett utoljára feljegyezve. A vezérlésnek több ilyen belső tárolója van, éspedig mindig éppen annyi, amennyire az adott vezérlő programnak szüksége van. A memória elemek megkülönböztetése kóddal, vagy szimbólikus azonosítóval történik. Célzerű, ha a programozó technológus által használt fizikai reprezentáció több karakteres azonosítók alkalmazását engedi meg.

Ha például a programozó technológus a következőket írja:

STOP, HA HOR 1 = IGEN;

akkor a vezérlés az adott helyen megáll, feltéve, hogy a HOR1 memóriarekesz tartalma „IGEN”.

A memóriarekeszek értékének beállítása a MID nyelvű program segítségével többféleképpen történhet. A hagyományos vezérlések technológiai lehetőségeinek legjobban megfelelő módszer, ha a programozó a szerszám-kezelővel dialógust kezdeményez, egy, a fejben elhelyezett rekord segítségével.

Például a:

HORONY SIMÍTÁS KELL? HOR1;

MID – utasítás hatására a számítógépes szerszám-gepvezérlés szövegekjelzőjén megjelenik az időzjelbe zárt szöveg, majd a kezelő **igen** vagy **nem** válasza a HOR1 memóriarekeszbe íródik.

Fejlettebb irányítási rendszerekben dolgozó vezérléstől elvárható, hogy automatizált termelésirányítási rendszertől on-line vonalon érkező beállítási parancsot is elfogadjon. A MID program fejének rekordjai között erre a célra is definiáltunk speciális rekordtípust.

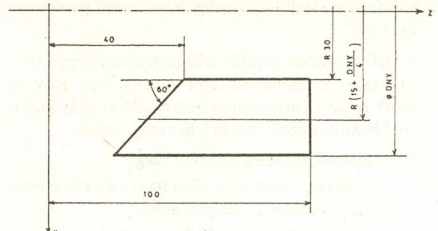
Paraméteres mozgás- és kapcsolás-programozás

A MID változók másik alkalmazása a paraméteres mozgás- és kapcsolás programozás lehetőségének bevezetése. A hagyományos NC egységek vezérlő programjai a mozgási és kapcsolási funkciók paramétereiként csak előre kiszámított, pontosan ismert számadatokat használhattak, pl.:

X 15000, SO2.

Sok gyakorlati esetben ez túlzott megkötést jelent. Előfordulhat például, hogy valamely érték előre pontosan nem ismert, mert vagy a nyersdarabtól függ, vagy eleve tudjuk róla, hogy menet közben hangolásra, módosításra szorul. A MID nyelvű programokban ilyen esetek a MID változók segítségével kezelhetők. Elegendő csupán az ismeretlen helyére egy MID változó azonosítóját tenni, a vezérlés az aktuális mozgást vagy kapcsolást a MID változó aktuális értékével hajtja végre. A paraméteres programozáshoz használt változók értékkezszelete a feltételes utasítások változóival ellentétben, természetesen nem két értékből áll, hanem vagy az összes egész szám, vagy az összes valós szám.

Lássunk egy példát. Tegyük fel, hogy egy esztergálandó darab előgyártmányának kérdéses átmérője nagymértékben szór. Jó lenne, ha a megmunkálásor az első két nagyoló fogást az aktuális méret sze-



3. ábra
Esztergálási mintafeladat

rint módosítani tudnánk. Tegyük fel, hogy az átmérő szórása olyan, hogy a nagyoláshoz legalább két fogás szükséges, de két fogás mindenképpen elegendő (3. ábra). Az alábbi MID programmal elérhető, hogy a vezérlés az első fogást mindig az eltávolítandó felület közepére állítja be (4. ábra).

A program elején levő **VALÓS DNY** utasítás a vezérlés tudomására hozza, hogy **DNY** olyan MID változó, amely valós számokat (koordináta értékeket) vehet fel. A következő utasítás a már ismert kezelői dialógus. A harmadik utasítás első szava gyorsmenetben történő megközelítést ír elő, amelynek Z célkoordinátája 102 mm, X célkoordinátáját **DNY** aktuális értékéből a vezérlés a megadott képlet szerint számítja ki.

Hasonló módon alkatrészről-alkatrészre módosíthatók olyan kapcsolási funkciók paramétere is, mint például a főrső fordulatszám.

Mozgások programozása MID nyelven

Előtoló szerszámmozgás megadása

A hagyományos vezérlések nyelvéhez hasonlóan a MID nyelven is egyenes, vagy körív alakú pályaele-

```

.
.
REAL          DNY
.
.
.
, NYERS DB    ÁTM ? *  , DNY
.
.
GYORS        Z 102      X (15+ DNY / 4)
V 400        Z (40-(DNY / 4 - 15) / 2)
GYORS        DX 2
GYORS        Z 102
GYORS        X 30
V 400        Z 40
.
.
.

```

4. ábra
Esztergálási feladat programja

meket programoznak. Minden pályaelem állandó pályamenti sebességgel hajtódik végre.

A legkorszerűbb vezérlésekben megszokott módon a MID nyelvű program is a megmunkálási pont, vagyis a szerszám és a munkadarab érintkezési pontjának pályáját tartalmazza. A vezérlés feladata, hogy ebből a pályából a szerszám majd végül a szán referencia-pontjának mozgását kiszámítsa.

A szerszám referenciapontja pályájának kiszámítását, az ún. szerszámsugár korrekciót, a MID nyelven programozott vezérlés két lépésben végzi. Az első lépés a megmunkálás *előtt* történik (természetesen automatikusan): Ez a fázis lényegében a pályára jellemző CRX, CRY, CRZ, CRI, CRJ, CRK-kel jelölt programkonstansok kiszámításából áll.

A második lépés a megmunkálás alatt zajlik le, ekkor a vezérlés a következő pályaelem végpontjának programozott koordinátáját az alábbi képletek szerint korrigálja:

$$X' = CRX \cdot R + X$$

$$Y' = CRY \cdot R + Y$$

$$Z' = CRZ \cdot R + Z$$

ahol

X, Y, Z a programozott érték

X', Y', Z' a korrigált érték

CRX, CRY,

CRZ az előre kiszámított pályakonstansok

R a szerszám sugár értéke (esztergakésnél a csücsü sugar nagysága).

Ezzel a módszerrel pontos korrekció végezhető el a szerszámsugár teljes tartományában, feltéve, hogy a megmunkálási pont pályája csak egyenes szakaszokból, illetve egyenes szakaszokból és csak olyan körívекből áll, amelyek érintőlegesen csatlakoznak mindkét szomszédos pályaelemükhöz. Az egyenes szakaszokból és körívекből felépített tetszőleges pályára ez a módszer csak a szerszámsugár kis tartományában ad kellő pontosságot (szerszámsugár kopás korrekció). A teljes sugárkorrekcióhoz a nyelv egyszerű kibővítése szükséges.

A MID nyelv alkalmazója számára az íly módon megvalósított szerszámsugár korrekció lényege az, hogy a MID forrásprogramban a szerszám aktuális méreteitől függetlenül a megmunkálási pont pályáját programozhatja, feltéve, hogy a pálya alakja a mondott feltételt teljesíti, illetve a MID processzorok a szükséges bővítéseket tartalmazzák.

A szerszám referenciapontjától a szán referenciapontjára való átszámítás (szerszám hossz korrekció) szintén automatikusan történik. A vezérlés a megmunkálási helyzetben lévő szerszám adatai közül

automatikusan kikeresi a szükséges korrekciós értéket és ezekkel az alappontok koordinátáját a megfelelő módon korrigálja. Ez a számítás külön nem programozandó, tehát végrehajtása mindig automatikus.

Egyes esetekben (pld. a munkadarab cserélésénél) szükség lehet arra, hogy a szerszám hossz- és sugár korrekció ne legyen elvégezve. Ilyenkor a programozó X, Y, Z adatazonosítók helyett XM, YM, ZM adatazonosítót használhat, jelezve ezzel, hogy nem egy megmunkálási pont, hanem közvetlenül a szán referencia pontját.

Szerszámfunkciók programozása

A MID nyelvben a konkrét szerszám gép kialakításától függetlenül a szerszámok megmunkálási helyzetbe hozása *típusaik* kódja alapján történik. A szerszám típusa olyan kód, amelynek alapján az egyes műveletek végrehajtására alkalmas fizikai szerszámok azonosíthatók. A szerszám gép szerszámtartójában (revolverfej, külső szerszámtár) ténylegesen jelenlévő szerszámok típus kódjait a vezérlés nyilvántartja.

A típusal együtt a vezérlés ugyancsak nyilvántartja az adott szerszám elhasználtsági fokát is (százalékban). A beváltási parancsban a típuskóddal együtt a művelettel járó elhasználódás átlagos mértéke is megadandó. A vezérlés az adott műveletre csak olyan szerszámot választ, amely a művelettel járó terhelést elviseli. A művelet végeztével az elhasználódás új mértékét a vezérlés a szerszám adatai közé feljegyzi, teljes elhasználódás esetén pedig figyelmeztető jelzést ad.

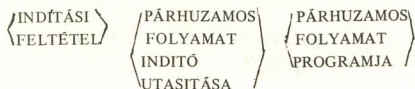
Párhuzamos folyamatok programozása

A Csepeli Szerszámgépgyár MVI-06-11-S típusú megmunkálóközpontjának programozásával kapcsolatban merült fel először a párhuzamos (egymással szimultán futó) folyamatok programozásának szükségessége. Későbbi alkalmazásokra gondolva (többeszes esztergapadok, megmunkálóközpontok) a MID nyelvben olyan megoldást alakítottunk ki, amely ezekre a bonyolultabb esetekre is kiterjeszhető.

A csepeli megmunkálóközponton a párhuzamos folyamatok problémája a külső szerszámtárral kapcsolatban merült fel. Arról van szó, hogy a nagykapacitású (és ezért lassú működésű) tárban a következő művelethez szükséges szerszám előváltását már az előző művelet alatt el lehet kezdeni. A tényleges beváltás akkor történik meg, ha mind az előváltás, mind az előző művelet befejeződött.

A külső szerszámtárból történő előváltásnak, mint párhuzamos folyamatnak az a jellegzetessége, hogy egyetlen MID utasítással programozható. Erre a speciális esetre gondolva a MID nyelvben lehetővé tettük, hogy a párhuzamos folyamat indító utasítása és maga a folyamat programja egyetlen MID utasítás legyen.

A MID utasítás struktúrája a következő:



Az indítási feltételt a korábbiakban már tárgyaltuk. Az indító utasítás speciális jelzés, amely a vezérést megfelelő módon inicializálja. A párhuzamos folyamat programja ebben az esetben egy szerszám előváltási utasítás, amelynek paraméterei a szerszám típusa és a művelettel járó százalékos terhelés.

Az előváltott szerszám beváltása a következő felépítésű MID utasítással történik:



Az indítási feltétel ebben az esetben az előző utasításra végzett műveletek (pl.: mozgás) és a párhuzamos folyamat (az előváltás) befejeződése. A szerszám beváltási parancsnak nincs paramétere, mivel a beváltás értelemszerűen az előváltott szerszámmal vonatkozik.

A MID nyelvnek a programozó technológus által használt fizikai reprezentációjáról ismét megemlítjük, hogy annak nem fontos tükröznie a fentebb felrajzolt utasítás struktúráját. Nyilvánvaló például, hogy az említett megmunkálóközpont kiválóan programozható a hagyományos NC egységek nyelvén, feltéve, hogy ez a nyelv kibővített a típus szerinti szerszámválasztás nyelvi kellékeivel. Ebben az esetben a MID belső reprezentációját előfeldolgozó fázis során kell előállítani. A bemutatott struktúra belső struktúráként való alkalmazása ugyanakkor számottevő előnyöket biztosít:

- a vezérlés gyártója számára egyszerűbb a standard MID feldolgozó szoftver elállítása;
- a technológus számára tetszőleges programnyelv kialakítható, csupán a MID belső formátumot előállító programot kell hozzá megírni.

Mozgáspályák geometriai korrekciója

A mozgáspályák vezérlő programból való geometriai korrekciójára akkor van szükség, ha a megfelelő korrekció alakja állandó, mértéke pedig a megmunkálás

előtt megadható. Ilyen korrekcióval kompenzálhatók az MKGS rendszer szisztematikus hibái, a hődeformációk okozta hibák stb.

A MID nyelvű vezérlő programban a geometriai korrekció a névleges pálya (síkbeli pálya) mellett kell megadni, a korrekció tehát a névleges pályára szuperponálódik. Ez a megoldás azzal az előnnyel jár, hogy a programból azonnal és egyértelműen megállapítható, következőképpen külön-külön javítható, módosítható, a névleges pálya és a korrekció.

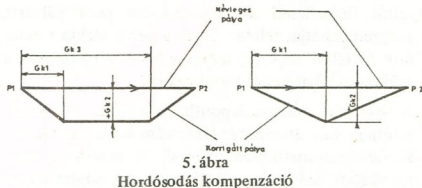
Megadható hordósodás korrekció és az alappontok korrekciója. A hordósodás korrekció (5. ábra) megadására GK1, GK2 és GK3 adatazonosítók szolgálnak, a mellettük álló számértékek jelentését az ábra mutatja. A hordósodás kompenzációját a vezérlés a szerszámsugárral korrigált pályán végzi el, ezért a ténylegesen megvalósuló korrekció a szándékolt korrekciótól eltérhet. Az eltérés egy újabb pályakonstans kiküszöbölhető. A pályakonstans kiszámítása szintén előfeldolgozási fázis során történik.

Az alappontok korrekciójának lehetősége a hordósodás kompenzációt olyan esetekben egészíti jól ki, amikor a korrigálandó pálya több csatlakozó pályaelemből áll. Az alappontok korrekcióját a vezérlés a szerszámsugár korrekció előtt végzi el, tehát közvetlenül a megmunkálási pont pályájára korrigálódik.

Művelelem típusú szubrutinok

A számítógépes szerszámgepvezérlést programozó technológusok többsége számára láthatatlan, de a MID nyelvvel kapcsolatos az ún. művelelem típusú szubrutinok (technológiai alprogramok) programozására kidolgozott módszer.

A művelelem típusú szubrutinok technikájának lényege, hogy a vezérlés memóriájában előgyártott, magas szinten parameterezhető „konzerv” technológiákat tárolnak, könyvtárhoznak. A technológiák ezeket a technológiákat azonosítójukkal és paramétereik aktuális értékével előhívhatja, íymódon mentesül a technológia részletes tervezésének, beprogramozásának munkája alól. Magas szinten való parameterezhetőség alatt azt értjük, hogy a paraméterek között a ráhagyási alakzat geometriai adatai, a fogás-mélyesség stb. is szerepelhetnek, olyan adatok, ame-



lyek a hagyományos vezérlések alprogramjai számára többnyire nem voltak megadhatók. A magas szintű paraméterezhetőség a technológus számára azt jelenti, hogy a műveletlem típusú szubrutinok a konkrét megmunkálási feladatok sokkal szélesebb skáláján használhatók fel, mint a hagyományos vezérlések technológiai alprogramjai. A műveletlem típusú szubrutinok ezért előnyösen használhatók olyankor, amikor gyakran kell egymástól csak kms-mértékben különböző műveletelemek tervezni, a különbségek azonban nagyobbak, mint amit a hagyományos vezérlések technológiai alprogramjaival még át lehet hidalni. A programozó technológus feladata a megfelelő szubrutin kikeresése, az ütközési, hozzáférési stb. problémák elhárítása és a paraméterek konkrét értékének meghatározása. A műveletlem típusú szubrutinok alkalmazásával csökken a programozási hibák elkövetésének valószínűsége, gyorsul a programozás, javul a programozói munka hatékonysága.

Az alábbiakban röviden arról kívánunk szólni, hogyan történik a *műveletlem típusú szubrutinok* programozása. A probléma az, hogy a magas szintű paraméterezhetőség miatt egyszerű ki kell terjeszteni a MID nyelvet, másrészt a kiterjesztést úgy kell megvalósítani, hogy az a műveletlem-típusú szubrutinok programozója számára is alkalmas legyen. *Programozó technológus* helyett azért írtuk a *szubrutinok programozóját*, mivel a műveletlem típusú szubrutinok beprogramozása az átlagos NC programozásnál jóval bonyolultabb feladat, amelyet éppen ezért a programozó technológusok csak speciális ismeretek és nagy gyakorlat birtokában tudnak elvégezni.

Ezekután rátérhetünk a programozási módszer lényegének ismertetésére. A műveletlem típusú szubrutinok programozására ALGOL-szerű ún. gazdanyelvet definiáltunk, amely a MID-nyelv minden olyan elemét tartalmazza, amely a műveletlem típusú szubrutinok programozásához szükséges. A gazdanyelven írt program előfeldolgozása során kiterjesztett MID-nyelvre fordul le, ezt a vezérlés már közvetlenül végre tudja hajtani. A technológus számára ez a gazdanyelv a lényeges, ezért ennek néhány vonását ismertetjük.

A gazdanyelven ALGOL-szerű, tehát blokkstruktúrájú nyelv, amelynek szintakszisa megfelel az ALGOL nyelv szintakszisének. Az ALGOL-nak olyan szűk részhalmozáról van szó, hogy szinte bármely más nyelv is alkalmas volna, a blokkstruktúra és a változók deklarációjának kötelező volta miatt maradtunk az ALGOL-nál. A gazdanyelv a MID nyelv adatazonosítóit olyan speciális standard eljárások formájában tartalmazza, amelyek azonosítóit meg-egyeznek az eredeti MID azonosítókkal.

```
SUBROUTINE DRILL1(L,D,FEEDS,FEED,BREAK,RP)
REAL L,D,BREAK,RP
INTEGER FEEDS
REAL ARRAY FEED
BEGIN INTEGER I,K,NUM
REAL L1,POS,NUMS
POS:=0
IF D=>15.0 THEN NUMS=(0.0022*D+0.087)*L-(0.4-0.48*D)
ELSE NUMS=(0.1095-0.0009*D)*L+
(0.029*D-5.266)
NUM:=ENTER(NUMS+1)
IF NUM>1 THEN
BEGIN FOR I:=1 STEP 1 UNTIL NUM-1 DO
BEGIN IF D=>15.0 THEN L1=(L+0.4+0.48*D)/
(0.0022*D+0.087)
ELSE L1=(1+5.266+0.029*D)/
(0.1095-0.0009*D)
IF I=1 THEN L2(L1+RP) ELSE L2(L1+BREAK)
POS:=POS+L1
IF I=>FEEDS THEN V(FEEDS)
ELSE V(FEED) H
HAPDI D2(-BREAK) H
END
L2(L-POS)
IF I=>FEEDS THEN V(FEEDS) ELSE V(FEED) H
END ELSE
BEGIN D2(L+RP) V(FEED) H
END
HAPDI D2(-L+RP) H
END
```

6. ábra
Fúrási művelet programja

Ha például a gazdanyelven valaki ezt írja:

$$X(A-B/2);$$

akkor a végrehajtás során egy

$$\dots X_n \dots$$

MID nyelvű kifejezés generálódik, ahol X az egyik koordinátairány azonosítója, n pedig az $(A-B/2)$ kifejezés aktuális értéke.

A gazdanyelv egy speciális standard eljárása (azonosítója: H) az aktuális MID nyelvű kifejezéseket terminálja, és a vezérlés számára MID rekordként végrehajtásra átadja. A mondottak illusztrálására álljon itt egy példa (6. ábra).

DRILL1 olyan fúrási eljárás, amely a furat átmérője alapján meghatározza a technológiai szempontból szükséges szerszám kiemelésék számát, a két kiemelés közötti előtolási szakaszok hosszát.

A rutin paramétereinek jelentése a következő:

- L:** a furat mélysége
- D:** a furat átmérője
- FEEDS:** a FEED tömb elemeinek száma
- FEED:** a FEED tömb, az előtolási sebességek értékét tartalmazza, mm/ford egységekben. Az előtolási szakaszt a tömb első elemének, a másodikat a másodiknak, stb. megfelelő előtolási sebességgel hajtja végre. Ha a tömbelemek elfogytak, az összes többi előtolási szakaszt az utolsó elemnek megfelelő sebességgel hajtja végre;
- BREAK:** a technológiai szempontból szükséges kiemelés értéke;

RP: a fűró kezdeti távolsága a megmunkálendő felülettől. A visszatérés ugyanebbe a pozícióba történik.

A rutin a leírt módon meghatározza az adott szerzőmértéknek megfelelő előtölési szakasz hosszát. Minden szakasz után BREAK-nak megfelelő értékkel kiemel.

A rutin programjában az alábbi, eddig nem említett standard eljárások azonosítói szerepelnek:

DZ: relatív mozgás Z irányban
RAPID: gyorsmenettel történő mozgatás
V: előtölési sebesség

A rutin belső változóinak jelentése:

NOMS,

NOM: az adott furat megmunkálásához szükséges kiemelések száma

LI: az aktuális előtölési szakasz hossza

POZ: a szerzőszám pillanatnyi pozíciója a furat felszínéhez képest.

IRODALOM

1. Dr. **HOFFMANN PÉTER:** Számítógépes szerzőmértékvezérlés egy alkatrészprogramozási módszer. MTA SZTAKI tanulmány, előkészületben
2. **JUHÁSZ M., BERTA M., FUTÓ B., HORVÁTH M., SZILÁGYI L., PÁL J.:** Nagyolási alprogramok az alkatrész külső felületeinek esztergálására. Fűró jellegű megmunkálás alprogramja. GTT – Y052 – 304, Budapest, 1969.

REFERÁLÓKARTON-SZOLGÁLTATÁS

A NEHEZEN HOZZÁFÉRHETŐ ÉS NEM HAGYOMÁNYOS MŰSZAKI IRODALOMBÓL

A KG–INFORMATIK keretében működik a kereskedelmi forgalomba nem kerülő, illetve nehezen hozzáférhető magyar és külföldi szakirodalom referáló szolgálata, amely 220 gyűjtő tárgykörben végez témafigyelést. A szolgálat célja, hogy a kevésbé publikált műszaki újdonságokra, konferenciákon elhangzott előadásokra, útijelentésekre, új gyártmányokra, kutatási jelentésekre felhívja a figyelmet. Az előfizetési díj tárgykörönként (ETO jelzet) és sorozatonként évi 240,- Ft, félévi számlázással.

A feldolgozott dokumentumok referátumait A/6 formátumú kartonokon sokszorosítva, a megrendelők által meghatározott tárgykörökben, havonta expedáljuk.

Kívánságra a referált anyag primér dokumentumát fordításban vagy másolatban szolgáltatjuk.

Az érdeklődőknek a rendelhető tárgykörökről részletes tájékoztató füzetet küldünk.

Információt ad:

Szabolcsi Lászlóné. Telefon: 310–771.

Rendelési cím:

Kohó- és Gépipari Tudományos Informatikai és Ipargazdasági Központ (KG–INFORMATIK)

NHD–Tár Osztály,

Budapest, V. Arany János u. 24.

Levélcím: 1372, Budapest, Pf. 453.



tpa70

kisszámítógép

A VILATI 1972-ben jelent meg először a PRACTICOMP (PC 4000) típusú, saját fejlesztésű kisszámítógépével. Azóta számos rendszert szállított belföldre és külföldre egyaránt, elsősorban ügyvitelgepítési alkalmazásokra.

A megnövekedett igények kielégítésére a VILATI 1976-ban megvásárolta a KFKI Mérés- és Számítástechnikai Kutatóintézetétől a TPA-70 számítógép gyártási jogát.

A TPA-70 korszerű architektúrájú, moduláris felépítésű, nagy teljesítményű, de ugyanakkor kis helyigényű és alacsony árfekvésű digitális – 16 bites – kisszámítógép. A központi egység flexibilis utasítás – és címzési rendszere, a többszintű programmegszámlálás – és közvetlen adatátvitel-kérések kezelése hatékony real-time programozást tesz lehetővé. A hardware stack tetszőleges mélységű szubrutin- és interrupt rutin újrabelépését engedi meg.

Az alkalmazásokat kiterjedt perifériás és software háttér támogatja.

A TPA-70 számítógép flexibilitása és hatékonysága legfőképpen annak a következménye, hogy a rendszer minden eleme – a processzor, a memóriák és a perifériák egyetlen nagysebességű aszinkron buszhoz (MIUBUS-hoz (Memory Input/output Bus) csatlakozik.

TPA — 70 alkalmazások, típusrendszerek

- **Terminál**
Nagyszámítógépekkel való összeköttetés létesítése nagy (több ezer km) távolságból, egyszerű adatfeldolgozási (batch processing) lehetőségekkel. A nagygépet lehet bármilyen CDC, IBM vagy ESZR számítógép. A TPA-70-ben futó emulátor program olyan felépítésű, hogy a nagygépet termináljának érzi a TPA-70-et.
- **Grafikus terminál**
Nagyszámítógépekkel való összeköttetés létesítése nagy (akár több ezer km) távolságból grafikus szolgáltatásokkal. A nagygépet lehet bármilyen CDC, IBM vagy ESZR számítógép.
- **Intelligens terminál**
Nagy számítógépekkel való összeköttetés létesítése (akár több ezer km) távolságból adatfeldolgozási és programfejlesztési lehetőségekkel. A nagygépet lehet bármilyen CDC, IBM vagy ESZR számítógép. A nagykapacitású háttértár és a hatékony operációs rendszer kényelmes rendszerkezelést tesz lehetővé.
- **Intelligens grafikus terminál**
Nagyszámítógépekkel való összeköttetés nagy (akár több ezer km) távolságból, adatfeldolgozási és programfejlesztési lehetőségekkel, valamint grafikus szolgáltatásokkal. A nagygépet lehet bármilyen CDC, IBM vagy ESZR számítógép. A nagykapacitású háttértár és a hatalmas képnyelvű grafikus display rendkívül flexibilis és hatékony rendszerkezelést tesz lehetővé.
- **Önálló grafikus rendszer**
Az önálló grafikus rendszer rendkívül sokoldalú felhasználói lehetőségekkel rendelkezik. A nagy felbontású (1024x1024 pont) grafikus display és a hozzákapcsolt nagy teljesítményű számítógépes hardware a hatóságos, magas szintű nyelven kezelhető grafikus software révén korszerű számítógépes tervezésre nyújt lehetőséget. Tipikus alkalmazási területek: gépészeti és építészeti tervezés, textilipar stb.
- **Szerszámvezérlő rendszer**
Szerszámgepek jó hatásfokú kihasználását biztosító rendszer. A TPA-70 max. 8 szerszámgepet közvetlen vezérlést végez. A gépezetel interaktív kapcsolatban van a számítógéppel. Meghibásodás esetén lehetőség van egy háttérgep automatikus beléköltésére.
- **Mikroprocesszoros fejlesztő rendszer**
Mikroprocesszoros rendszerek programfejlesztését és kipróbálását hatékonyan elősegítő összeállítás, amely a hozzákapcsolt mikroprocesszoros hardware és PROM programok révén kényelmes és gyors hardware fejlesztést is lehetővé tesz.
- **Önálló számítógépes rendszer**
Műszaki, tudományos számítások gyors és hatékony elvégzésére alkalmas összeállítás. A BASIC programozási nyelv könnyen elsajátítható, kisebb volumenű számítások céljára szolgál. A FORTRAN nyelven bonyolult feladatokat is megfogalmazhatók. A kiterjedt szubrutinkönyvtár jól támogatja az alkalmazást.
- **Többfelhasználós, önálló számítógépes rendszer**
Műszaki-tudományos számítások, egy-egy szerezze több felhasználóval is elvégezhető a rendszer segítségével.
Az egyidejű felhasználók száma max. 8 lehet. Használható programozási nyelv a BASIC, egy felhasználó esetén a FORTRAN is.
- **Mérő-adatgyűjtő alrendszer**
Ipari és laboratóriumi folyamatok mérésére, adatgyűjtésére és vezérlésére alkalmas alapszelellítés, amely a rugalmas CAMAC rendszerre épül.
- **Számítógépes analízátor**
Ipari és laboratóriumi amplitúdó- és időanalízisra multiscaler és átlagoló üzemi mérésre, valamint a mért adatok feldolgozására alkalmas összeállítás.
- **Multipler IBM-ESZR gépekhez**
IBM, ill. ESZR gépek szelektor, vagy multiplexer csatornájához közvetlenül kapcsolható összeállítás, amely max. 16 terminál on-line üzemet teszi lehetővé. A terminálok lehetnek soros interface-üzemi aszinkron vagy szinkron display-k, ill. TPA-70-ek. A rendszer segítségével a nagygépet teljesítőképessége jelentősen növelhető.
- **Számítógépes oktató rendszer**
Diafilmen tárolt képanyag programozott, csoportos, oktatásra alkalmas összeállítás, amelynek nagy előnye az, hogy képinformáció (pl. természetrajz vagy művészeti stílusok) oktatására is használható.

VILLAMOS AUTOMATIKA INTÉZET
H-1253 BUDAPEST, Krisztina krt. 55.

Tel.: 159-870, 359-150, 359-760 Telex: 22-5042

**SZÁMÍTÓGÉP-FEJLESZTI ÉS
FŐOSZTÁLY**

Tel.: 408-590/92, 94 m.

Robotok, ipari robotok

Dr. SZÉP ENDRE
(MTA SZTAKI)

A cikk megkísérli a legfontosabb tudnivalók összefoglalását a robotok, ipari robotok területén. Definíciókat és klasszifikációkat közöl, nyomon kíséri az ipari robotok fejlesztését, tárgyalja azok strukturális felépítését. Gondolatébresztő a potenciális felhasználó számára. Irodalomjegyzéke több olyan átfogó művet említ, melyeket a témakör részletei iránt érdeklődők haszonnal forgathatnak.
ETO: 007.52

Az automatizálás és a számítástechnika sok, szellemileg és fizikailag fárasztó tevékenységtől mentesítette az embert. Sajnos így is számos olyan munka maradt, melynek automatizálása a hagyományos eszközökkel nem oldható meg, de a tudomány és a technika fejlődése is lépten-nyomon újabb és újabb feladatokat ró ránk.

Az első csoporthoz tartozik a különböző mechanikai megmunkálásoknál (forgácsolás, sajtolás, kovácsolás) a munkadarabok kezelése (adagolása, gépek és tárolóterek közötti mozgatása), a raktározási munka, a hegesztés, festés, szerelés stb. Ezeknél viszonylag egyszerű, magas szakképzettséget nem igénylő, esetenként nagyon fárasztó, egészségre ártalmas, monoton, de csak bonyolult emberi mozgás-tevékenységgel elvégezhető feladatokról van szó.

A tudományos-technikai fejlődés támasztotta igények alatt például olyan mélytengeri vagy kozmikus térségben való műveleteket kell érteni, melyek elvégzése az ember fizikai teljesítőképességét meghaladja.

A különböző szociális és gazdasági tényezőktől kényszerítve, a rohamos tudományos-technikai fejlődés hatására, az adott területen egyre jobban élesedő problémák megoldására az iparilag fejlett országok nagy erőket összpontosítottak. E folyamat eredményeként a 60-as évek első felében kezdődött meg a robotok fejlesztése és alkalmazása.

A robot definíciója

Bizonyára nem közismert, hogy a robot fogalma szépirodalmi eredetű. Karel Capek alkotta és használta először 1920-ban írt „R.U.R.” színművében.

Az új fogalom a cseh „robot” szóból származik, ami güröcölést, nehéz munkát jelent. A csapeki megfogalmazás szerinti robotra az jellemző, hogy az emberre hasonlít, munkára képes, de nem tud gondolkodni.

Nem kívánjuk az olvasót azzal a metamorfózissal terhelni, ami a fenti értelmezéstől elvezet bennünket a technikai értelemben vett robot egy többé-kevésbé elfogadható definíciójához. A robot egyik általános, de igen tömör meghatározása Huber-től származik. Eszerint „*az emberi intelligencia sajátosságaira jellemző tevékenységet megvalósító, mesterségesen létrehozott intelligens rendszer*” [1]. Bár a meghatározás utal arra, hogy embert helyettesítő, analóg funkciójú rendszerről van szó, az antropomorf jelleg itt nem hangsúlyozott. Annak ellenére, hogy a robot olyan rendszer, melynek az emberivel megegyező funkcionális lehetőségei vannak, az egyes funkciók megvalósítási módja és a megfelelő funkcionális egységek jelentősen különbözhetnek. Tanulságos lehet az ember és a robot lényeges funkcióinak összehasonlítása (1. táblázat).

A robot fogalmával kapcsolatban ide kívánczok egy megjegyzés. Már korábban ismeretekesek voltak

1. táblázat

Funkció	Ember funkcionális szerve	Robot analóg funkcionális szerve
Reproduktív és alkotó gondolkodás	Központi idegrendszer	Központi számítógép
Környezettel való kapcsolat	Érzékszervek	Adók és vevők
Munkavégzés és mozgás	Végtagok	Manipulátorok
Létfenntartás	Táplálkozás, emésztés, vérkeringés	Energiafelvétel

olyan önműködő berendezések, gépek, melyek mentesítették az embert bizonyos munka végzése alól. Mégsem nevezzük ezeket robotoknak, hanem automatáknak, mivel olyan egycélú szerkezetekről van szó, melyek funkciójukat és bizonyos értelemben vett megjelenésüket illetően vajmi keveset emlékezhetnek magasabb rendű élőlényekre.

A robotok osztályozása

A robotok osztályozása különböző szempontok szerint lehetséges, így egységes rendszerezésről már csak emiatt sem lehetett szó. Szokásos a robotokat

- generációk
- irányítás
- alkalmazás

szerint osztályozni annak figyelembevételével, hogy a megadott rendezők egymástól nem függetlenek.

Generációk

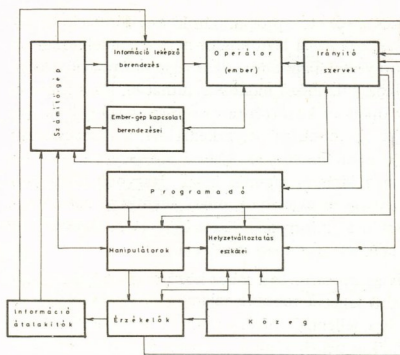
A generációk szerinti felosztás lényegében azzal kapcsolatos, hogy a robot mennyire képes a környezet-beli behatásokat felfogni, értékelni és azokhoz alkalmazkodni.

A technika jelenlegi szintjén 1., 2. és 3. generációs robotokról szokás beszélni. (Megjegyezzük, hogy ezt a csoportosítást az 1,5. és 2,5. generációkkal szokták finomítani, ami azt mutatja, hogy az egyes generációk között nehéz éles határt húzni.)

Az 1. generációs robotok bizonyos határok között változtatható, de választás után kötött program szerint működnek. Az újabb típusok számjegyes vezérlésűek, számítógépes irányító rendszerbe kapcsolhatóak, vagy maga a robot számítógépről közvetlenül vezérelhető. Többségük rendelkezik belső visszacsatolásokkal. A környezet állapotáról vagy semmilyen információjuk sincs, vagy néhány érzékelő ad valamilyen, csak nagyon primitív adaptivitáshoz elegendő visszacsatolást. Ennek következménye az, hogy a manipulált tárgyak megfelelő pontosságú tájolásáról a megfogás helyén külön kell gondoskodni.

A 2. generációs robotok mesterséges érzékszerveik (technikai látás, tapintás) útján a környezet állapotáról információt kapnak és tájékozódni képesek. Az egyes objektumok koordinátái ismeretlenek, csak a mozgás kezdete, a végcél és a keresési algoritmus adott. A mozgás a mindenkori situáció függvénye. Az elmondottak szerint ezek a robotok bizonyos adaptivitással rendelkeznek.

A 3. generációs robotok mesterséges érzékszerveik segítségével a környezetről nagyon részletes információt kapnak. Irányításukat nagyteljesítményű szá-



1. ábra
Robotok általános strukturális felépítése

műtőgépi végzi. Mesterséges intelligenciájuk és nagy autonómiaságuk révén alakfelismerésre, önálló döntésre, bonyolult folyamatokban (pl. szerelés) való részvételre alkalmasak. A feladatokat – hasonlóan az emberhez – általános megfogalmazásban kapják. Tulajdonképpen ez a generáció az, amelyik a szó valódi értelmében robotnak nevezhető.

Az elmondottak és a továbbiak megértéséhez hasznos lehet a robotok általános strukturális felépítését (1. ábra) áttekinteni [6]. Minden ezigide ismert realizáció ennek egy speciális esete.

Irányítás

Az irányítás módja szerint megkülönböztethetünk

- programvezérlésű
 - számítógépes irányítású
 - közvetlen irányítású
- robotokat.

A programvezérlésű robotok meghatározott korlátok között tetszés szerinti munkaciklus elvégzésére megtaníthatók, ennek programját memóriájuk tárolja és kívánságára a ciklust megismételteti. Generációk szerinti felosztásban gondolkodva a kötött programú robotok az 1. generációhoz tartoznak.

A számítógépes irányítás a számítógép teljesítményétől, az irányítás struktúrájától és a robot egyéb funkcionális egységeitől függően mindhárom robot-generációnál előfordulhat. Ennek ellenére itt először az intelligens robotokra kell gondolni.

A közvetlen irányítású robotok – eltérően az előzőektől – a kívánt műveleteket egy operátortól (személytől) közvetlenül kapott utasítások (jelek) hatására hajtják végre.

Ezek a robotok programtároló és információ feldolgozó egységgel legtöbbször nem is rendelkeznek. A környezet állapotáról a szükséges információ a kezelőhöz különböző módokon juthat el. Ha a robot és az operátor között a távolság nem nagy (pl. az operátor a robotban helyezkedik el), a visszacsatolást közvetlen módon az emberi érzékszervek, elsősorban a látás és tapintás adják. Nagyobb távolságok vagy egyéb akadályok miatt jelentkező nehézségek esetén az információ visszacsatolásban szerepet kap a távközlés (pl. ipari televízió).

Ha az operátor és a robot közötti távolság nagy, célszerű lehet a robotot valamilyen, az intelligens robotra jellemző, önálló irányító rendszerrel ellátni. Tipikus példája ennek az ismert *supervisor rendszer*, melynél a mesterséges intelligencia jelenlegi korlátai miatt, a környezet tanulmányozását és a bonyolult következtetéseket a közvetlen irányításban való aktív részvételével – általában számítógép felhasználásával – maga az ember végzi, a robot saját irányító rendszere csak az emberi agy durva funkcióit veszi át. A 2. ábrán bemutatott elvi vázlaton az információfeldolgozás három lehetséges köre jól érzékelhető [2].

A közvetlen irányítású robotok – definíciójukat tekintve – ugyan távol állnak az ipari robotoktól, mégis sok közös vonás fedezhető fel közöttük. Például, mint később még látni fogjuk, többségük úgy viselkedik, mint a tanítással programozható programvezérlésű ipari robot a tanítás fázisában [8].

Alkalmazás

A robotok alkalmazási lehetőségei nagyon változatosak. Csak példaként említünk olyan nagy, átfogó területeket mint

- az ipar
- az űrkutatás
- a tengeralatti kutatás
- az orvosi alkalmazás.

Az ismertetett osztályozási szempontok összefoglalásként, a teljesség igénye nélkül ad egy kis ízelítőt a 3. ábra.

Az ipari robot

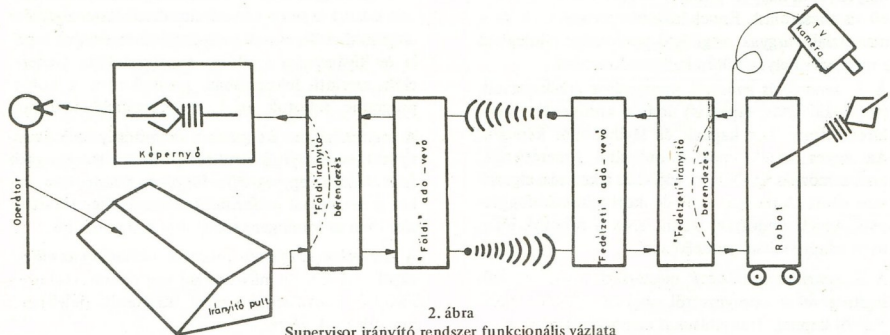
Az eddig elhangzottak a robotokat általában érintették. Amint a 3. ábrából is kivehető, az ipari robotok a robotoknak csak egy részét – bár népes tábort – képezik. Elnevezésük az alkalmazási területre utal.

Az ipari robotnak sok, ismert tudósok által megfogalmazott meghatározása létezik. Ezek közül adunk közre egyet, melynek lényege A. E. Kobrinzkij és szerzőtársai publikációjából [7] származik. Eszerint *az ipari robot megfogószerszeggel ellátott, programvezérlésű, automatikus működésű mechanikus manipulátor, mely az emberi felső végtag mozgásfunkcióinak az ipari folyamatokban való közelítő reprodukálására alkalmas.*

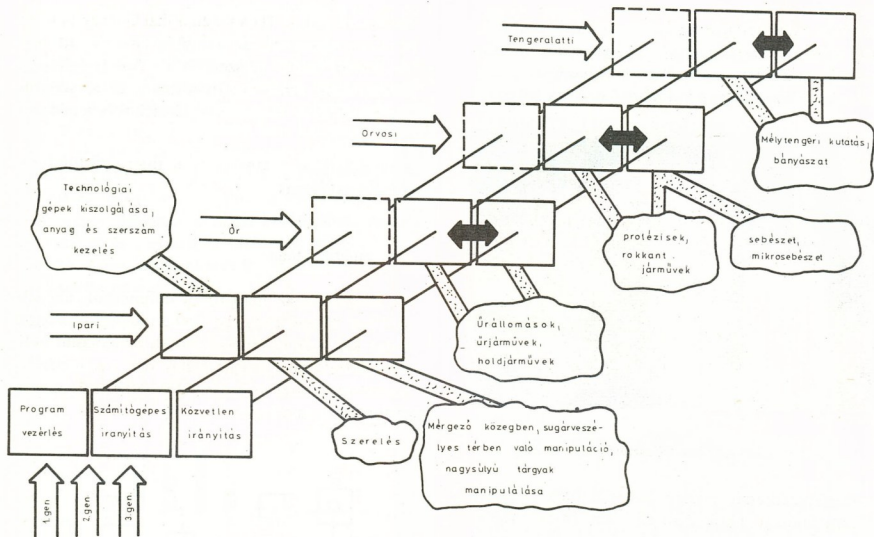
Kívánatos itt egy, a szóhasználatból adódó gyakori félreértésre rámutatni. A manipulátor az általános értelemben vett robotnál a beavatkozó szerv szerepét tölti be, de nem szükségszerű, hogy egy robot manipulátorral rendelkezzen. Ezért a manipulátor és a robot kifejezéseket felcserélni nem szabad. Más kérdés az, hogy az ipari robot és a programvezérlésű manipulátor közé egyenlőségjelet teszünk és aztán a köznapi beszédben esetleg mind az *ipari*, mind a *programvezérlésű* jelzőt elhagyjuk. Ilyen esetekben azonban tudnunk kell, hogy a maradék *robot*, illetve *manipulátor* kifejezések alatt mi értendő.

Néhány számadat az ipari robotok fejlesztéséről, gyártásáról és alkalmazásáról

A bevezetésben már említett kényszerítő körülmények hatására ipari robotok fejlesztésével először az



2. ábra
Supervisor irányító rendszer funkcionális vázlata



3. ábra
Robotok klasszifikációs sémája generációk, irányítás, alkalmazási terület szerint

Egyesült Államokban kezdtek foglalkozni és 1963-ban megjelent a Versatran és az Unimate, melyek mindmáig a kibocsátott robotjaik alaptípusaiként említhetők.

A 60-as évek végén megindult a fejlesztés Angliában, Japánban, NSzK-ban, Svédországban és még néhány európai kapitalista országban. Ugyanakkor a szocialista országok közül elsőként a Szovjetunióban is elkezdődik a munka. A leggyorsabb fejlődés Japánban tapasztalható. A vezető helyet elfoglaló Japánban és Egyesült Államokban bizonyos szempontból ellenté-

tes tendenciák érvényesültek. Amíg az USA-ban elsősorban univerzális modelleket fejlesztettek, addig Japán az amerikai tapasztalatokat felhasználva inkább az egyszerűbb, speciális konstrukciókat helyezte előtérbe. Megmutatkozik ez a berendezések árban is. Az előbbieket a 20–100 ezer, az utóbbiakat az 5–10 ezer dolláros ártartományban esnek. Az 1972-es világhelyzetet foglalja össze a 2. táblázat néhány jellemző adata. Ha a viszonyszámok mellett az abszolút értékeket is nézzük, szembetűnő, hogy Japánban milyen nagy az egyszerű robot-típusok száma. Érdemes áttekinteni, hogy az évek során hogy változott az egyes országokban üzemeltetett robotok száma, illetőleg a prognózisok szerint az elkövetkezendő időkből mi várható (3. táblázat) [9].

A Szovjetunióban a 9. ötéves terv során több mint 30 modellet dolgoztak ki, melyeknek többsége kiállta a próbákat és alkalmazást nyert a termelésben [10, 11]. 1976-ban üzemi vagy kísérleti felhasználásból közel 500 ipari robotot számoltak [3].

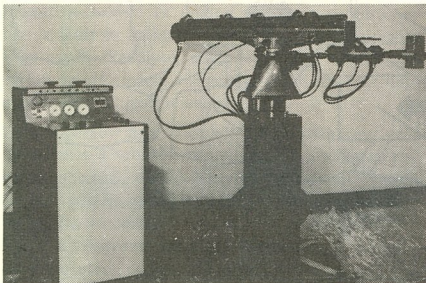
2. táblázat

Ország	Gyártó cégek száma	Üzemeltetett robotok száma	Üzemeltetett robotok típusok száma	Egyszerű robotok az üzemeltetett típusok %-ában
Japán	50	1500	112	72
USA	30	800	21	31
Anglia	4	180	15	72
Svédország	2	210	4	25
NSzK	3	50	6	40
Világviszonylatban	100	3000	170	65

3. táblázat

Ország	Üzemeltetett robotok száma (x 1000 db.)									
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1980	1990	2000	
Japán	0,3	0,7	1,5	1,8	2,5	4,0	18	35	60	
USA	0,2	0,5	0,85	1,2	1,8	2,5	12	25	45	
Nyugat-Európa	0,15	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	5	10	25	
Világviszonylatban	0,7	1,5	2,8	3,7	5,5	8,3	40	90	150	

A 70-es évek derekán több más szocialista ország, így Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország és Magyarország kezdett ipari robotok fejlesztésével foglalkozni. Nem említve a különböző üzemek fejlesztő

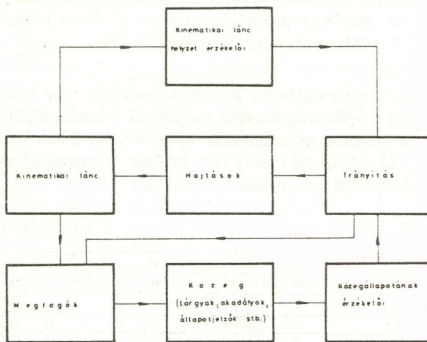


4. ábra
Az MTA SzTAKI-ban fejlesztett robot modell

és célgépszerkesztő részlegeiben e területen végzett úttörő munkát, hazánkban elsőként, IR 51 megnevezés alatt a Csepel Művek Szerszámgépgyárának kollektívája hozott létre olyan konstrukciót, mely a szó igazi értelmében vett ipari robotnak tekinthető (lásd a címképet). Nem sokkal később az Egri Finomszerelvénygyár és az MTA SzTAKI együttműködésével létrehozott modell (4. ábra) gyári adaptációjából megszületett a FER 7,5.

Az ipari robotok felépítése és funkcionális egységei

Az ipari robotok általános strukturális felépítését az 5. ábra szemlélteti. Egyszerűbb esetekben egyes blokkok elmaradhatnak. Így hiányozhatnak a közeg állapotának érzékelői, miáltal a vázlat egyhurkos



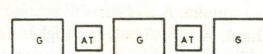
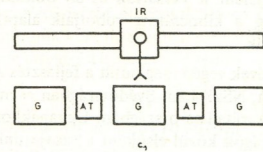
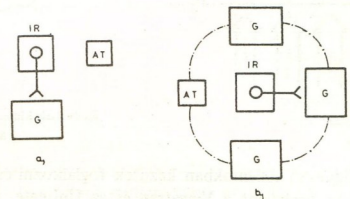
5. ábra
Ipari robotok általános strukturális felépítése

rendszerre alakul. Ha a kinematikai láncnak helyzet-érzékelői nincsenek, az irányítási lánc nyitott. Természetesen minél egyszerűbb a robot felépítése, a felhasználása annál korlátozottabb, az alkalmazáshoz annál több megkötésre, járulékos berendezésre van szükség.

A továbbiakban tekintjük át az ipari robotok funkcionális egységeit.

A kinematikai lánc

Ha felidézzük az ipari robot definícióját, képzeletünkben megjelennek az emberi mozgásfunkciók, amint kar, kéz és újjmozgatással, alkalmasint helyzetváltoztatással a dolgozó részt vesz a termelési folyamatban. Ennek mintájára kívánatos a robot mozgásfunkcióit osztályozni.

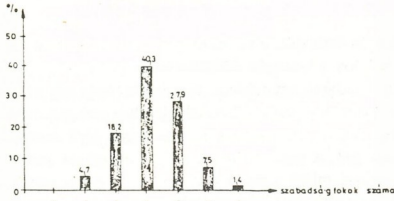


6. ábra
Ipari robottal kiszolgált termelő egység elrendezésének alapesetei

A robottal kiszolgált termelő egység elrendezési alapeseteit a 6. ábra mutatja. A 6. a. és b. ábrák szerinti elrendezésben a robot (IR) a gépek (G) és az anyagtároló terület (AT) közötti anyagmozgatást kinematikai láncának (karjának, kezének és megfogószerkezetének) mozgásával végzi el. A 6. c. és d. szerinti változatok esetében az előbb említett moz-

gásokra még a robot helyzetváltoztatása is szuperponálódik.

A robot helyzetváltoztatását – mely általában meghaladja a robot méreteit – *globális mozgásnak* nevezzük. A kinematikai láncot a robot karja, valamint a megfogószervezzel ellátott keze két részre osztja. A kar végpontjának mozgása, mely a megfogónak a munkatér különböző pontjaiba való eljuttatására hivatott és egyben meghatározza a robot manőverező képességét, valamint az általa kiszolgálható munkatér alakját és méreteit, a *regionális mozgás*. Ehhez adódik a megfogószervezt mozgása, melyet *lokális mozgásnak* nevezzük.



7. ábra
Robottípusok szabadságfokok száma szerinti százalékos megoszlása

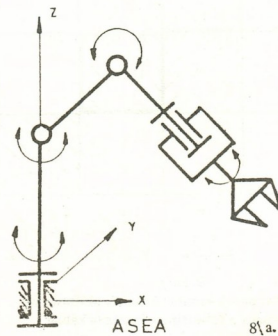
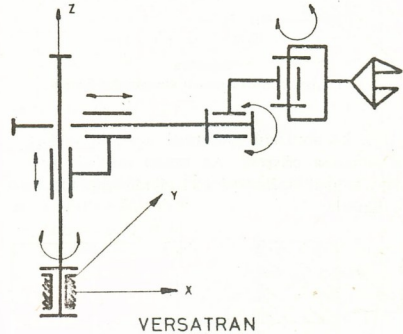
Ahhoz, hogy mind a regionális, mind a lokális mozgás térbeli legyen, mindegyiknek legalább három szabadságfokúnak kell lennie. Ez összesen legalább hat szabadságfokot jelent. Ehhez járul még a megfogószervezt pozáinak (újjaiknak) mozgásából származó további egy szabadságfok. Most válik érthetővé az ipari robot definíciójában szereplő azon kitétel, miszerint az emberi felső végtag mozgásfunkcióinak közelítő reprodukálására alkalmas. A helyzet ugyanis az, hogy a robotoknál már felső határnak számító $3+3+1 = 7$ szabadságfokkal szemben az emberi felső végtag szabadságfokainak száma megközelelti a harmincat. Megjegyzendő, hogy a feladatok nagy része még a hét szabadságfokot sem igényli, így a regionális, de főleg a lokális mozgások szabadságfokainak száma gyakran kevesebb mint három. A szabadságfokok száma egyébként a robotok egyik fontos jellemzője. Az ismert típusok szabadságfokok szerinti %-os megoszlását a 7. ábra szemlélteti (a szabadságfokok számában a megfogásból adódót – amint szokásos – nem vettük figyelembe).

A kinematikai lánc haladó (T) vagy forgó (R) mozgást végző kinematikai párok összekapcsolásából áll, melyeknek száma, sorrendje, kölcsönös helyzete és geometriai mérete határozza meg a regionális és lokális mozgáslehetőségeket. Nem kívánjuk az összes lehetséges esetet itt részletezni, csupán a leggyakrabban használt elrendezéseket [5] mutatjuk

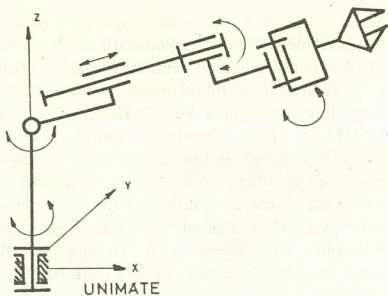
be (8. ábra). A 9. ábrán összefoglaljuk a regionális mozgást meghatározó karkinematikát alkotó kinematikai párok szokásos kombinációinak előfordulási gyakoriságát a robottípusok %-ában. Látható, hogy leggyakrabban a **VERSATRAN** (71%) és az **UNIMATE** (10%) elrendezése fordul elő. Megjegyezzük, hogy az utóbbi időben egyre inkább szaporodnak az olyan konstrukciók, melyeknél a kinematikai láncot az építőköcka elv szerint kialakított egységekből, a mindenkori feladatnak legmegfelelőbbben lehet felépíteni. A 10. ábra a robotoknak a kiszolgált munkatér mérete szerinti megoszlását mutatja.

Megfogók

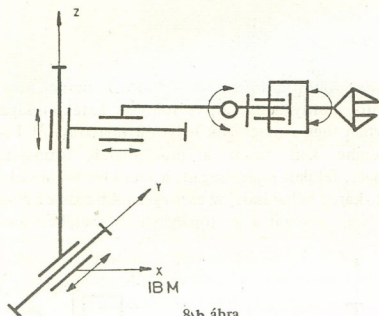
Az ipari robotok a megfogók útján teremtenek kapcsolatot környezetükkel. A robotok hatékonysága nagyban függ a megfogók helyes kiválasztásától. Figyelembe kell venni a munkadarab formáját, anyagát, felületi sajátosságait, a munkatér hőmérsékletét, káros behatásait, az esetleges robbanásveszélyt stb. Nagy sorozat vagy tömeggyártás esetében spe-



8/a. ábra



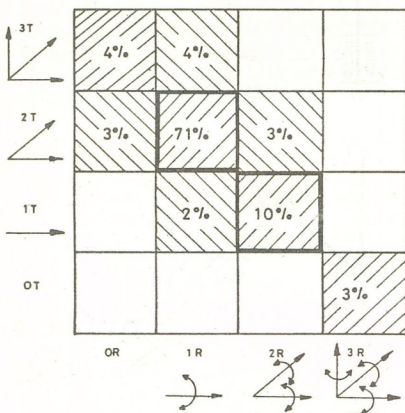
UNIMATE



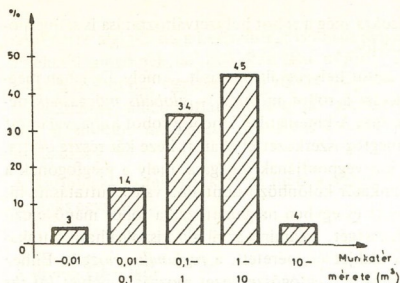
IBM

8b. ábra
Leggyakrabban használt kinematikai láncok

ciális, kis sorozatú gyártásnál univerzális megfogó alkalmazása célszerű. Az ismert megfogó típusok nagy számát érzékelteti a 11. ábrán megadott klaszifikáció (12).

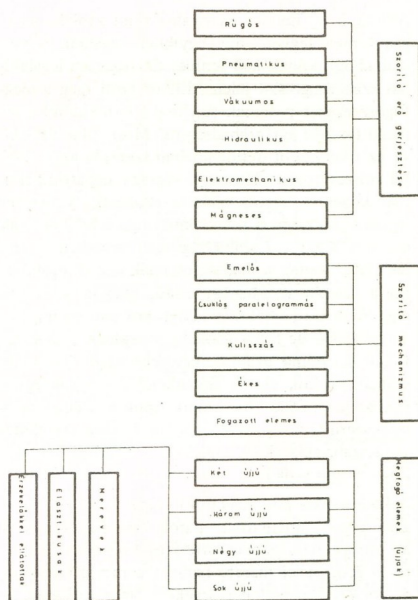


9. ábra
Kinematikai párok kombinációinak előfordulási gyakorisága a robottípusok százalékában



10. ábra
Robottípusok százalékos megoszlása a kiszolgált munkatér mérete szerint

Külön felhívjuk a figyelmet egy, a megfogással kapcsolatos jelenségre. Ideális esetben a megfogó és a munkadarab egymáshoz viszonyított helyzete olyan, hogy a megfogáskor a munkadarabra csak a szorításból eredő, önmagában egyensúlyban lévő erőrendszerek hat. A regionális és a lokális mozgások pontatlanságai miatt a munkadarab és a megfogó egymáshoz viszonyított helyzete lehet olyan, hogy a megfogáskor járulékos erőhatások ébrednek, amelyek egyaránt károsak a munkadarabra, készülékre és robotra. Ha ez előállna, akkor a kölcsönös elhelyezkedés



11. ábra
Robotok megfogószervezeteinek klaszifikációja

pontatlanságait a készüléke vagy a megfogóba (esetleg mindkettőbe) beépített önbeálló elemekkel kompenzálni kell.

Irányítás

A fejlődés jelenlegi szintjén az első generációhoz tartozó ipari robotoknak van gyakorlati jelentőségük. Ezek irányító rendszere kötött program szerint működik. A mozgásviszonyok programozásának felbontóképessége szerint beszélhetünk *ciklus-, pont- és pályavezérlésről*.

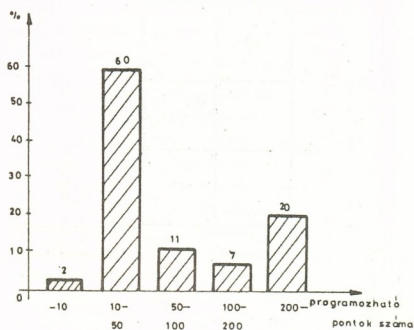
Ciklusvezérlés esetében a mozgásokat ütközők vagy végállaskapcsolók határolják, ezért az egyes szabadságfokok szerinti mozgások mentén programozható helyzetek száma erősen korlátozott.

Pontvezérlésnél – szemben a ciklusvezérléssel – az alkalmazott nagy memóriakapacitás jóvoltából a programozható helyzetek száma nagyon nagy, ami a robot technikai lehetőségeit jelentős mértékben szélesíti. Ezen túl, útmérő rendszere (a kinematikai lánc helyzetérzékelőiről kapott jelek visszacsatolása) révén a beállás pontossága nem függ olyan tényezőktől, mint az ütközők vagy végállaskapcsolók beállítása.

A ciklus- és pontvezérlésre egyaránt jellemző, hogy a megfogószerkezet a számára előírt helyzeteket meghatározott pontossággal felveszi, de két programozott pont között a mozgás pályája egyáltalán nem, a sebesség legfeljebb durván szabályozott. Például munkadarabok adagolásánál, ponthegesztésnél ezek szükséges, de elégséges feltételek. Megjegyezzük, hogy ezen hasonlatosság alapján az irodalom általában nem tesz különbséget a ciklus- és a pontvezérlés között, hanem mindegyiket az angol megjelölés alapján **PTP** (point to point) vezérlésnek nevezi. *Pályavezérlésnél* – szemben az előbbiekkal – a mozgástrajektória és a mozgásebesség kellő pontossággal szabályozott. Például festékszórássra használt robotoknál jelentkeznek ilyen követelmények. Az irodalom gyakran **CP** (continuous path) vezérlésként említi.

Struktúráját illetően mind a pontvezérlés, mind pedig a pályavezérlés lehet *digitális, analóg* illetőleg *analóg – digitális*, ami elsősorban a programtároló és az érzékelők jeleit összehasonlító berendezés felépítésének függvénye.

Az irányító rendszer realizációja, különös tekintettel a segédenergia fajtájára, sok tényezőtől függ. Ezek között döntő szerepe van az irányítás fajtájának (**PTP, CP**) és struktúrájának, a hajtásoknak stb. Általában *villamos* és *pneumatikus* irányító rendszerek használatosak. Ciklusvezérlésnél mindkettő számi-

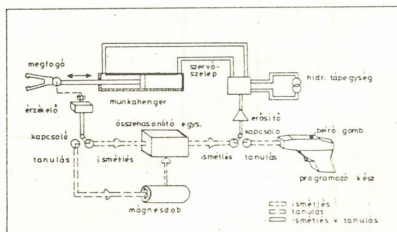


12. ábra
Robottípusok százalékos megoszlása a programozható pontok száma szerint

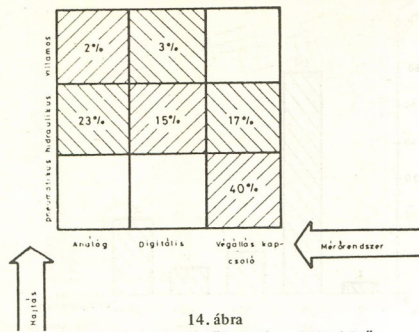
tásba jöhet. Amíg azonban pneumatikus vezérlésnél a hajtás is pneumatikus, addig villamos vezérléshez bármilyen hajtás párosulhat.

A robotok programozásának technikája az irányító rendszer struktúráján túl nagyban függ az alkalmazott programtároló fajtájától. Gyakorlatilag az irányítás- és számítástechnika területéről ismert minden tároló fajta (dugaszoló lap, program mátrix, büttykös programadó, lyukszalag, lyukkártya, mágnesszalag, mágnesdob stb.) előfordulhat. A robottípusok megoszlása a memóriakapacitásra jellemző programozható pontok száma szerint a 12. ábrán látható.

A 13. ábrán példaként egy szabadságfokra bemutatjuk az **UNIMATE** robot programozásának lényegét. A programozás tanítással végezhető el. Ehhez a kapcsolókat tanulás helyzetbe hozzuk és a kézben tartható *programozó készülékről* vezérelve a *megfogót* rendre a kívánt pozíciókba visszük. Egy-egy pozíció elérésekor a *programozó készüléken* lévő *beíró gombbal* a *mágnesdobon* rögzítjük az *érzékelő* által mért koordináták adatait. Ezután a program ismétléséhez a *kapcsolót ismétlés* helyzetbe állítjuk, mikor az *összehasonlító egység* kimenő jele az *erősítőn*,



13. ábra
UNIMATE ipari robot irányításának elvi vázlata



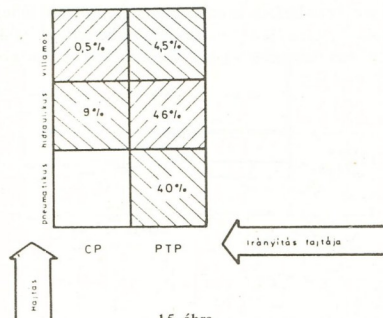
14. ábra
Hajtások százalékos előfordulása a különböző mérőrendszerek függvényében

szervószelepen és munkahengeren keresztül addig mozgatja a megfogót, míg annak helyzete a mágnesdob által előírt aktuális értékkel meg nem egyezik [4].

Hajtás

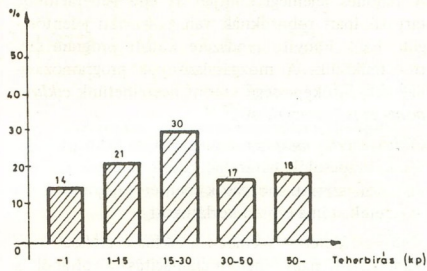
Ha a kinematikai láncot jelképesen a robot csontvázának nevezzük, akkor a hajtások izmoknak tekinthetők.

Ipari robotoknál a pneumatikus, hidraulikus és villamos hajtások egyaránt előfordulhatnak. Megválasztása összefüggésben van irányítás fajtájával és struktúrájával, a robot olyan jellemzőivel, mint például a mozgási sebességek, teherbírás stb. A 14. ábrán az ismert modellek %-ában megadjuk, hogy a pneumatikus, hidraulikus és villamos hajtások az irányítás fajtáját ill. struktúráját meghatározó különböző mérőrendszerekkel milyen gyakorisággal párosulnak. Megfigyelhető, hogy a ciklusvezérlésű robotoknál, egyszerűsége és olcsósága miatt a pneumatikus haj-

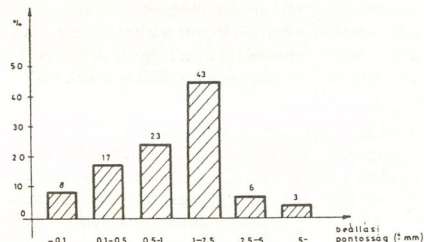


15. ábra
Százalékos megoszlás a hajtástípusok és irányítási fajták között

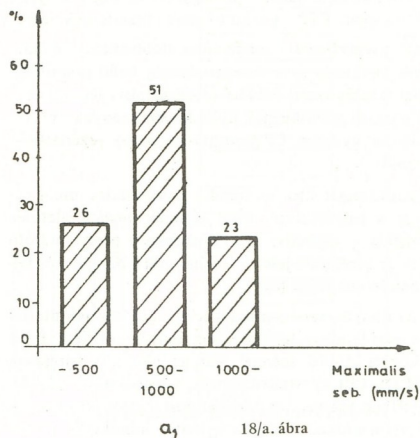
tást előszeretettel alkalmazzák. A hajtástípusok és irányítási fajták közötti %-os megoszlásról ad minőségi képet a 15. ábra. A 16. ábra a teherbírás, a 17. ábra a beállási pontosság szerint mutatja be a robotok megoszlását. A regionális mozgás maximális sebessége szerinti megoszlásról tájékoztat a 18.a és b. ábra.

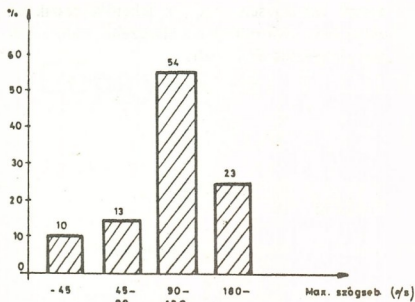


16. ábra
Robottípusok százalékos megoszlása a teherbírás szerint



17. ábra
Robottípusok százalékos megoszlása a beállási pontosság szerint





18/b. ábra
Robottípusok százalékos megoszlása a mozgásfajták maximális sebessége szerint

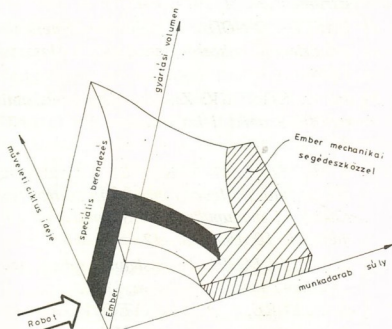
Érzékelők

Amint a 6. ábrán látható, megkülönböztetjük a kinematikai lánc helyzetérzékelőit (belső érzékelők) és a közeg állapotának érzékelőit (külső érzékelők).

A ma használatos belső érzékelőket a robottechnika az ipari automatika más területeiről adaptálta. Rosszabb a helyzet a külső érzékelőkkel. Itt tulajdonképpen az emberi érzékszerveknek (látás, tapintás stb.) technikai értelemben vett reprodukálásáról van szó. A kutatások e területen nagy erővel folynak, ugyanis a 2. és 3. generációs robotok fejlődése többek között ennek függvénye.

Ipari robotok a termelésben

Az ipari robotoknak a termelésben való effektív felhasználási területéről ad minőségi képet a 19. ábra a műveleti ciklus időtartamának, a munkadarab súlyá-



19. ábra
Ipari robotok effektív felhasználási területe a termelésben

nak és a gyártás volumenének függvényében. A gyakorlat azt mutatja, hogy célszerűen a ciklusidő 1 és 10 perc, a súly pedig 10 és 50 kp közé esik.

Itt nincs lehetőség az ipari robotok alkalmazásának rengeteg körülménytől függő műszaki, gazdasági és szociális aspektusait boncolgatni. Egy dologra azonban mégis felhívjuk a figyelmet. A robot hivatott lehet arra, hogy egy nagyon drága (esetleg gyorsan elavuló) termelő berendezés kihasználtságát fokozza. Gondolatébresztőként megadjuk a felhasználás legalkalmasabb területeit a technológia (4. táblázat) és a környezet (5. táblázat) szerint csoportosítva annak megjelölésével, hogy jelenleg a munkahelyek hány %-a alkalmas robottal való kiszolgálásra. A felhasználó számára hasznos segítséget nyújthat a 6. táblázat, mely bemutatja, hogy bizonyos munkahelyek kihasználása a robottal szemben milyen követelményeket támaszt.

4. táblázat

Alkalmazási terület (technológia)	Alkalm. munkahelyek (%)
Szerszámgépek kiszolgálása (félkésztermékek adagolása, késztermékek elvétele)	62,2
Tárgyak átrakása szállító berendezésre	38,9
Sajtók, prések kiszolgálása	27
Raktározás	20
Szerelés	20
Kovácsoló gépek kiszolgálása	12,2
Kikészítés, felületvédelem	11,1
Hegesztés	7,8
Műanyag fröccsgepek kiszolgálása	5,6

5. táblázat

Alkalmazási terület (környezet)	Alkalm. munkahelyek (%)
Meleg környezet, mérgező atmoszféra	42,1
Nagy zaj	38,1
Szűk munkahelyek	32,9
Nehéz tárgyak manipulálása	27,6
Félelmet keltő környezet	13,2
Nagy magasság	5,3
Nagy környezeti nyomás	2,6
Radioaktív közeg	1,3

6. táblázat

Munkahely	Átlagos teher- bírás [kp]	Beállási pontossá- g [mm]	Munkatér mérete [m ³]	Program- lépések száma	Külső jelek száma
Mélyhúzó prés kiszolgálása	5	±2	1,5	20	4
Kovácsoló gép kiszolgálása	25	±1,5	2,5	60	8
Szerszámgép kiszolgálása	15	±1	1,8	30	6
3 szerszámgép ciklus kiszol- gálása	15	±1	4,5	120	12
3 NC szerszám- gép nem ciklus kiszolgálása	15	±1	3,5	250	18
6 NC gép ki- szolgálása (ro- bot helyzetét váltóztítja)	40	±1	8	1200	24
Alkatrészek átrakása meg- határozott helyről meg- határozott helyre	20	±5	2	20	2
Alkatrészek elvétele meg- határozott helyről és mozaikba rendezése (32 alkatrész)	20	±3	4,5	180	12
Fröccsöntő- gép kiszolgálása	10	±3	2	30	4
Ponthegesztés (18 pont/munka- darab)	20	±1	2	180	12

A fejlesztés tendenciái

A jelenlegi helyzet vizsgálata alapján megállapítható fontosabb irányzatokat az alábbiakban foglaljuk össze:

- A sokcélú, univerzális, gyakran kihazsnálatlan adottságokkal rendelkező ipari robotok helyett a különböző technológiai folyamatok kiszolgálására specializált, egyszerű, olcsó típusok kidolgozása.
- A feladatnak legmegfelelőbb konfiguráció összeállítására alkalmas, építőköcka rendszerű robotok kidolgozása.
- A robotok alkalmazási területét kiszélesítő segédberendezések (speciális tárolólapok, szállítópályák stb.) fejlesztése.
- Erőfeszítések a sokszabadságfokú, számítógéppel irányított 2. és 3. generációs robotok gyorsabb

ütemű fejlesztésére, melyek lehetővé teszik az olyan bonyolult műveletek elvégzését, mint a szerelés, hegesztés, festés stb.

IRODALOM

- [1] HUBER, R. P. O.: *Analysos of the Future of Robots and Artificial Intelligence. Proc. 1st Conference on Industrial Robot Technology, University of Notingham, March 27–29, 1973, R239–252.*
- [2] FERREL, W. R., SHERIDAN, T. B.: *Supervisory Control of Remote Manipulation. IEEE Spectrum, September 1967, 81–88.*
- [3] VODÁCEK, L.: *Prumyslové roboty v SSSR. Podniková organizace 4'77, 173–175.*
- [4] WARNECKE, H.J., SCHRAFT, R.D.: *Industrie – Roboter. Krausskopf – Verlag, Mainz, 1973.*
- [5] BUDA, J., KOVAC, M.: *Priemyselné roboty. Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury, Bratislava, 1976.*
- [6] A. K. ALABJAN, M. B. IGNATYEV, E. P. POPOV, A. M. FILATOV: *Disztancionno upravljajemie roboti-manipuljatori. Izd. „MIR” Moszkva, 1976.*
- [7] A. E. KOBRINSZKIJ, A. I. KORENDJASZEV, B. L. SZALAMANDRA, L. I. TIBESZ: *Avtomaticeszkje manipuljatori sz programnim upravleniem (promislenne roboti). Szoosztovanie, perszpektivi, problemi. Sztanki i instrument, No II. 1974, 4–II.*
- [8] KACUHIKO NODA: *Poszobie po primeneniju primislennih robotov. Izd. „MIR”, Moszkva, 1975.*
- [9] Ju. G. KOZIREV: *Zarubezsnie promislenne roboti. Sztanki i instrument, No 7, 1977, 30–33.*
- [10] B. L. SZALAMANDRA: *UI Vszeszozujnij szimpozium po teorii i principam usztrojsztva robotov i manipuljatorov. Sztanki i instrument, No 10, 1976, 40–42.*
- [11] P. N. BELJANIN: *Promislenne roboti. Izd. „Masinosztroenie”, Moszkva, 1975.*
- [12] G. B. TURE, Ju. I. KUZNYECOV: *Zahvatnie usztrojsztva manipuljatorov. Mehanizacija i avtomatizacija proizvodsztva, 9/76, 28–30.*

Gépgyártási technológiák automatizálásának gazdasági hatásai

SZABÓ LAJOS
(BÁCS-KISKUN MEGYEI MTESZ)

Hozzászólás Sajber István 78/4. számban megjelent cikkéhez

Lapunk 1978. évi 4. számában fenti címmel jelent meg Sajber István vitaindító cikke. Ennek 6. fejezetéhez szól hozzá Szabó Lajos főmérnök. Az adatok pontosítása során a kérdés egy másik oldalát világítja meg, még teljesebb képet kapunk az automatizálás bevezetése során fellépő nehézségek természetéről.

ETO: 651-52.658.5.011.56

Az „Automatizálás” 1978/4. számában a „G 6. Kecskeméti Kádgyár automatizálása” című részlet enyhén szólva alaposan elkésett értékelés – nem is beszélve arról, hogy a kiinduló okfejtés is téves alapokra épült.

Előzményül ismerni kell az egész beruházási döntés folyamatát.

Magyarországon két üzemben folyt fürdőkádgyártás, Csepelen és a ZIM jogelődjénél, a Kecskeméti Gépgyárban kézfalmazással, 1936-tól kezdve. A Gépgyár alapítási éve 1907. A felszabadulás után, 1951-ben döntés történt, hogy zománcozott egészségügyi berendezés csak egy üzemben készüljön. 1951. III. negyedévében a két fürdőkádgyártó vállalat között a KGM versenyt hirdetett: az a vállalat kapja a kádgyártási profilt, amelyik 1951. III–IV. negyedévében a jobb termelési eredményeket teljesíti. A versenyt a Gépgyár nyerte. A gyár kollektívája elsőként az országban megoldotta a szürkeöntvény gyártási technológia kétműszakos üzemeltetését.

Mint profilgazdának feladatává vált az ország lakásépítési tervéhez szükséges kádak gyártása. Ezzel a feladattal együtt a termelés felfutásához is meg kellett tenni a mennyiségi növekedés eléréséhez szükséges intézkedéseket. A gyár épületei és gépi berendezései (1907) teljesen elavultak, ezért a fejlesztést figyelembe véve az épületek átépítését is meg kellett oldani.

1958-ig háromféle terv is készült:

- 1) a meglévő berendezések és épületek felújítása,
- 2) a termelés 120 ezer darabra fejlesztése,
- 3) 160 ezer darab kád gyártására való felfuttatás – kézigyártási technológiával.

A munkaerő-gazdálkodás jelezte, hogy az 1960-as évek vége felé munkaerő-ellátási problémák lesznek.

Ezért a kádgyártás gépesítése került előtérbe. Menetközben kiderült, hogy a lakásépítési program a népgazdasági tervsoron kötelező termelésként 80 ezer darab kádát vár a Gépgyártól. A negyedik terv 200 ezer darab kádban jelölte meg a gépesítés gazdaságos nagyságrendjét. 1962-ben tartunk, amikor a döntés érvényes jóváhagyást kap (az embargo időszaka).

Tudni kell, hogy a fürdőkádhoz ebben az időben gépeket az NSZK-beli Badische Maschinen Werke (Karlsruhe Durlach) és az ugyancsak NSZK-beli „Hermann” cégek gyártanak. A „Hermann” típus mechanikus rázó-formázó technológia, ezt az alapozási igények miatt a kecskeméti talajviszonyok mellett alkalmazni oktalan veszélyvállalás lett volna.

A „Badische” cég gépe –csillapított rázólöketű, 120 másodperces ciklusidejével – a vásárlás időpontjában a világ legmodernebb kádgyártó automata gépe. Tehát a cikkben említett döntés az adott időben – a kézigyártás tapasztalatai mellett, ismerve a világszínvonalat – a legésszerűbb megoldást választotta. A döntés a KGM-kollégium előtt szvenvedélyes vita után született meg. Nem tudok egyetérteni a cikk írójával, hogy „nem mertek egy jobban automatizált technológiát tervezni”. A szocialista országok közül az elsők között Magyarország – Kecskemét – alkalmazta a legkorszerűbb fürdőkádgyártó automata-tasort és a kétgépsoros gyártással Közép-Európa legnagyobb kádgyára lett. Még jelenleg is Magyarország legnagyobb szürkevas-öntődéje az évi 200 ezer t jóminőségű áru termelésével.

A kádgyártat a KGMTI tervezte, és úgy tudom, mai napig is egyetlen KGM-beruházás volt, amely a hatáidő előtt 16 hónappal megkezdte az üzemserű gyártást.

Ennek az eredménynek elérésében a gyár minden dolgozója részt vett.

A gyár alkalmassá vált az állami lakásépítési program káddal való kiszolgálására, a magánlakás-építési igé-

nyek kielégítésére és már 1967–68-ban 80 ezres export teljesítésére. A szocialista országok mellett 28–36 nyugati országba szállított a gyár kádadat, és egyéb egészségügyi gyártmányokat.

A ZIM gyártmányai vilghírűvé váltak. A gyár sorsát az államosítás idején a téves besorolás döntötte el. A tömegcikkipari csoportba került. A döntés a gyár árpolitikai helyzetét határozta meg. A cikkben kidolgozott gazdasági mutatók már akkor is fiktív számok voltak – ma már beszélni is lehet róla. A különböző időkben még a „Ludas”-ban is emlegetett fürdőkádhány azért lépett fel, mert olyan ára volt a fürdőkádnak, hogy a legolcsóbb víztároló, oltóhomok-tároló volt, így az okos tsz-ek felvásárolták a belföldi piacon értékesített 120 ezer darabot, amikor az állami lakásépítés szükséglete 80 ezer darab volt.

A vállalati eredményjavulás jelentéktelen, ennek oka részben az öntvények nem reális áralakulása. Talán, ha azt az egy szót, hogy „részben” kihagyja a szövegből, egyet is tudtam volna érteni a gazdasági érveléssel.

Lehetetlen ott tervezéssel, szervezéssel, alacsony selejttel, automatizálással is eredményt elérni, ahol az árképzés eleve veszteséget tervez.

A gyár fizikai és műszaki dolgozói kidolgozták és a gyártásban először alkalmazták a világon – az ilyen nagyfelületű öntvény-gyártásnál – a 4 mm-es falvastagsággal történő fürdőkádgégyártási technológiát. A célt – a gazdaságos gyártást – így sem tudták elérni, mert a szürkeöntvény áralakulása mindig előnytelen helyzetben hagyta az ország egyetlen fürdőkádgégyártót.

Csak a szürkeöntvény ártáblázatot kell kézbevenni és látható, hogy amikor a szennyvízcsatorna aknafedél, vagy egyéb csatorna-öntvények kg-ára 17 – 18,- Ft között van akkor a különleges öntvény ára lezománcozva 13 – 17,- Ft körül mozog. Itt még meg kell említeni, hogy számtalan kísérletet tett a gyár gazdasági vezetése, hogy az árképzést a valóságos tényeknek megfelelően fogadtassák el. Nem sikerült.

Történt időközben árkiigazítás az alapanyagárak többszöri emelkedése miatt, de az alap árképzési hibát (közszükségleti cikk árpolitika) korrigálni nem sikerült.

Ma ott tartunk, hogy a gyár a második rekonstrukció idejét éli.

A 120 másodperces ciklusidejű automatagépsor egyikét 45 másodperces ciklusidejű géppel váltják fel.

Úgy vélem most ideje lenne, hogy alapos vizsgálat tárgyává váljon a fürdőkádgégyártás árképzésének

minden összefüggése. Azt sem szabad figyelmen kívül hagyni a vizsgálat során, hogy 1958-tól kezdve a gyár kétszeres profiltulajdonos – átvette az öntöttvas- és lemezománycgégyártás magyarországi profilját.

Az ország kevés olyan gyárral rendelkezik, amely versenynélküli gyártmánygazda. Úgy sem ez a helyzet veti fel élesen a kérdést: mi az oka, hogy az árkialakítás miatt nem tud gazdaságos termelést folytatni.

Az árak összehasonlítása kiinduló pontot adhat a fürdőkádnak tényleges árának jelenleg is vitás helyzetéhez.

Érdemes összehasonlítani például a lakásépítés árváltozását párhuzamosan a fürdőkádnak árváltozásával.

Vagy még szembetűnőbb árképzési ellentét a hidegmeleg keverővízcsap ára. A vízcsap ára 2 ezer forint felett van, legalább 15 éve – a kád még mindig alatta (akár anyagmennyiségben, akár össz-társadalmi munkamennyiség szempontjából hasonlítjuk össze).

Az öv. 12-es öntvényárak ma is magasabbak a zománczott öv. 22-es öntvénynél.

Talán elragadott a gazdasági életünkben többször tapasztalható következetlenség, de valakinek fel kell hívnia az illetékesek figyelmét, hogy a beruházásoknál az értékítéletet új logikai alapokra kell helyezni.

A beruházási döntések meghozatalánál a gazdasági törvények figyelembevétele alapvető követelmény kell hogy legyen. A megfontolás alapja az elerendő cél.

Nem tartható az a felfogás, hogy a beruházás összegét az adott időszak gazdasági ereje szabja meg: mindig akkora összeget kell fordítani a beruházás megoldására, amennyivel a cél megvalósítható, nem pedig a meghatározott összegből kell megoldani a célfeladatot. Ez így történt a ZIM beruházásánál is.

Nem annyit költöttünk, amennyi a teljes gépesítést, automatizálást megoldotta volna, hanem azt a részt, amire nem volt fedezet, kihúztuk a tervekől – így megoldatlan maradt az anyagmozgatás, a zománycgégyártás gépesítése, a zománcozási művelet korszerűsítése.

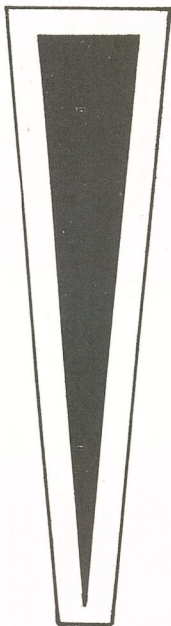
Kérdés, hogy a jelenlegi termelés korszerűsítéshez milyen gazdasági és milyen pénzügyi fedezetet lehet majd biztosítani.

Szerkesztői megjegyzés:

Örömmel közöltük a fenti víztázó-kiegészítő cikket – amelynek néhány apróbb részletével nem teljesen értünk egyet – és várjuk Tisztelt Olvasóink hasonló építő jellegű bírálatait, cikkeit.

SZERSZÁM- ÉS KISGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT A MŰSZAKI FEJLESZTÉS SZOLGÁLATÁBAN!

Értesítjük Tisztelt Vásárlóinkat, hogy



KECSKEMÉTI és
GYŐRI közös üzemeltetésű
SZERSZÁM- és KISGÉP SZAKÜZLETEINK,

valamint a

BUDAPESTI SZERSZÁMÁRUHÁZ

megkezdte a PNEUMATIKUS vezérlő
és működtető elemek értékesítését.

Cím:

Bács-Kiskun megyei Iparcikk Kiskereskedelmi Vállalat
6000. KECSKEMÉT
Szabadság tér 6.
Telefon: 13-606

FERROVILL Kereskedelmi Vállalat
9002 GYŐR
Kiss János u. 1.
Telefon: 11-034



SZKV SZERSZÁMÁRUHÁZ
Budapest, X.
Kőbányai út 49.
Telefon: 484-700



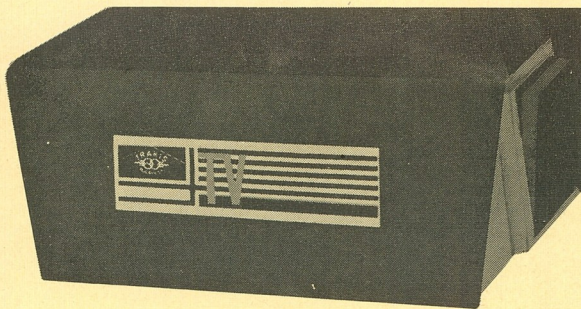
SR-400 TIP. FESZÜLTÉSSTABILIZÁTOR

A hálózati feszültség ingadozása a televízió, magnetofon és egyéb akusztikai készülékek üzemében zavart okoz. Az ilyen hatás pl. a tv-nél a nagymértékű feszültség esése képméret csökkenést okoz. Az üzembiztos működés megszüntetésére kiválóan alkalmas az SR-400 tip. feszültségstabilizátor.

A készülék 50 Hz periódusú 220 V névleges feszültségű váltakozó áramú hálózat feszültsége stabilizálására alkalmas. Szekunder kimenőfeszültsége független a hálózati feszültség ingadozásaitól.

A bemenő tápfeszültség határon belül, /170-245 V/ a stabilizált kimenőfeszültség eltérése a névleges értéktől kisebb mint $\pm 2\%$. A periódus ingadozása a specifikált értéket nem befolyásolja.

A stabilizátor egy-fázisú áramkörbe való alkalmazására készült. Felhasználása célszerű minden olyan fogyasztó táplálásánál, ahol a helyes üzemeltetéshez stabil feszültség szükséges. Bekapcsolása különös szakértelemet nem igényel. Hálózatra kapcsolásnál először a csatlakozó kábelben levő villásdugót kell a lakásban levő valamelyik dugaszoló aljzatba csatlakoztatni, utána a kapcsolót "BE" állásba billenteni. A dugaszoló aljzaton "KIMENET" 220 V megjelenik a stabilizált feszültség, ide bármelyik fogyasztót be lehet kapcsolni, amelyeknek a teljesítménye nem nagyobb 400 W-nál.



Műszaki adatok:

Tipus: SR-400
Teljesítmény: 400 VA
Torzítása: nincs
Súly: 5 kp
Körvonal mérete: 175x300x120 mm
Bemenő feszültség: 170-245 V
Kimenő feszültség: 220 V $\pm 2\%$.