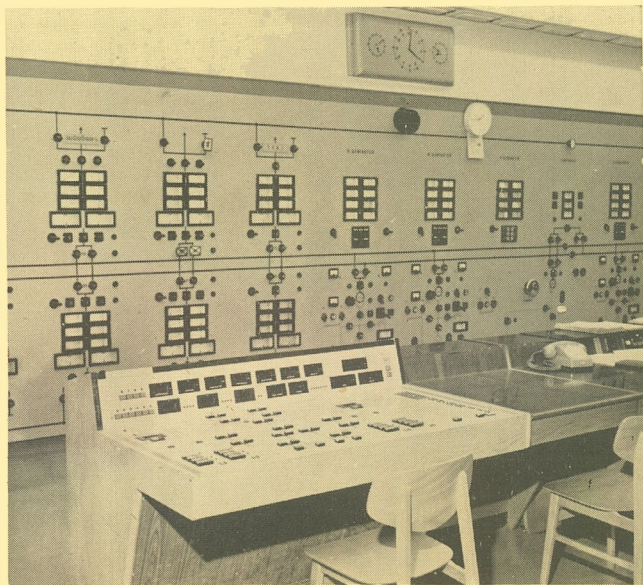


A tartalomból:

*Lézersugaras gyorsnyomtató
Vízzerőmű távirányítás
Cementipari folyamatirányítás*



1978

6

KOHÓ- ÉS 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
DOBÓ ANDOR
GYÖRGY ZOLTÁN
HERMAN ÁKOS

KÁZSMÉR JÁNOS
KLATSMÁNYI ÁRPÁD
DR. KOVÁCS LÁSZLÓ
DR. LOVAS BÉLA
MAGYAR GYÖRGY
MOLNÁR ISTVÁN
NÉMET IMRE

NIKA ENDRE
PATAKI EMIL
PÁL LÁSZLÓ
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 LÁSZLÓ

Szerkesztő:
FOLTÁNYI JÓZSEFNÉ

Felelős szerkesztő:
LŐRINCZY LÁSZLÓ

HU ISSN 0133-1620

Szerkesztőség: 1051 Budapest, Arany János u. 24. 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 Hírlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy csakkef. üzleti lapon a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámmra.

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

A rajzokat készítette: Fenyvesi Péter

Készült a KG-INFORMATIK nyomda főosztályán, Budapest, IV., Berda József u. 12. íves ofszetnyomással.
6,5 (A5) ív terjedelemben. Műszaki szerkesztő: Szőke Imre. Felelős vezető: Harasztí Győző

TARTALOM

CONTENTS

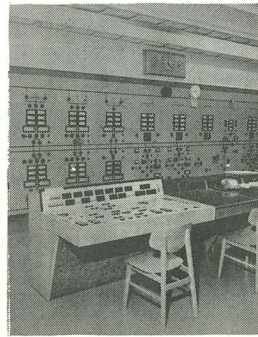
- PODMANICZKY András – TÖKÉS Szabolcs – Dr. TÖRÖK Pál
Lézersugaras gyorsnyomató
- 4
- KOVÁCS István – PANTÓ Dénesné
Automatizált dokumentáció készítése a villamos tervezésben
- 8
- MADASNÉ, DOBLER Márta – PINTZ Gábor – HORVÁTH András
A Kiskörei Vízerőmű távirányítása
- 14
- Dr. DANI Sándor
Számítógépes folyamatirányítás a hazai cementiparban
- 18
- Dr. VÁRLAKI Péter
Riasztható raktározási rendszerek
- 30
- Az anyagmozgatás automatizálása (A II. Francia Műszaki Hét előadásai) (Összeállította: Sasfi Imre)
- 42
- Bépfített alkatrészek vizsgálata (Összeállította: Bolgár Miklós)
- 47
- Hírek
- News

INHALT

СОДЕРЖАНИЕ

- PODMANICZKY, András – TÖKÉS, Szabolcs – TÖRÖK, Pál
Laserstrahl-Schnellprinter
- 4
- KOVÁCS, István – Frau D. PANTÓ
Automatisierte Anfertigung der Dokumentation in der Elektroprojektierung
- 8
- M. DOBLER, Márta – PINTZ, Gábor – HORVÁTH, András
Fernsteuerung des Wasserkraftwerks Kisköre
- 14
- DANI Dr., Sándor
Rechnerunterstützte Vorgangsteuerung in der heimischen Zementindustrie
- 18
- VÁRLAKI Dr., Péter:
Alarmierbare Lagersysteme
- 30
- Automatisierung der Materialbeförderung (Vorträge der II. Französischen technischen Woche – zusammengestellt von Sasfi, Imre)
- 42
- Prüfung eingebauter Teile (zusammengestellt von Bolgár, Miklós)
- 47
- Nachrichten
- Новости
- ПОДМАНИЦКИ АНДРАШ - ТЕНЕШ САБОЛЬЧ-ТӨРӨК ПАЛ
Лазернолучевой скоростной принтер
- 4
- КОВАЧ ИШТВАН - ПАНТО ДЕНЕШНЕ
Автоматизированное изготовление документации в электропроектировании
- 8
- МАДАШНЕ, ДОБЛЕР МАРТА - ПИНЦ ГАБОР - ХОРВАТ АНДРАШ
Дистанционное управление Нишкёрской гидростанцией
- 14
- Д-р ДАНИ ШАНДОР
Управление процесса с помощью ЭВМ в отечественной цементной промышленности
- 18
- Д-р ВАРЛАКИ ПЕТЕР
Сигнально-предупредительные складские системы
- 30
- Автоматизация транспортировки материала /Доклады П.-ой Французской Технической Недели/ /Составил: Шашфи Имре/
- 42
- Испытание встроенных деталей /Составил: Болгар Миклош/
- 47

CÍMKÉPÜNK...



a TELMA telemechanikai rendszerrel működő Kiskörei Vízerőmű vezénylő pultját ábrázolja.

CONTENTS

- 4 PODMANICZKY, András — TÓKÉS,
Szabolcs — TÖRÖK, Pál
Laser-ray rapid printer

Line printers working according to the mechanical principle have reached practically the upper limit of their output ca-

СОДЕРЖАНИЕ

- 4 ПОДМАНИЦКИ АНДРАШ -
ТЭКЕШ САБОЛЬЧ--ТЁРЕК ПАЛ
Лазернолучевой скоропеч-
татник

Работающие на механическом принципе строкопечатники практически достигли по продуктивности высшего предела. Приблизительно на один порядок большую скорость печатания и значительно чистую картину записи можно достигнуть таким скоропечатником, который построен на совместном применении лазерной техники и электрофотографии. В Венгрии научные работы в этом направлении ведутся при поддержке Государственного Комитета по Науке и Технике. Статья, наряду с ознакомлением с принципом действия лазернолучевого скоропечатника, дает картину отечественным исследованиям.

capacity. A recording speed higher by nearly one order of magnitude and a considerably clearer display is available by means of such a rapid printer as is built up on the combined utilization of laser technique and electro-photography. In Hungary research work is being carried in this field with the assistance of the State Office of Technical Development. Besides expounding the working principle of laser-ray rapid printers the paper offers an overview of the results of domestic research.

- KOVÁCS, István — Mrs. PANTÓ, D.
8 Automated drafting of documentation
in electric projecting

Using the projecting system expounded in the paper there are facilities offered for drafting any such single-line diagrams and cable lists, as are composed of branchings usual in practice. The result of the computer-controlled drafting system has verified unequivocally the reality of automated drafting. At the same time it lends itself for being closely combined with the automated electric projecting system and may be extended for solving other drafting tasks (current path diagram, arrangement and assembly drawing).

- КОВАЧ ИШТВАН - ПАНТО
ДЕНЕШНЕ
8 Автоматизированное изгото-
вление документации в
электропроектировании

Применением описываемой системы проектирования открывается возможность для изготовления таких однолинейных чертежей электрических схем и спецификации кабелей, который составляется на основании применяемых на практике ответвлений. Результат чертежной системы, управляемой вычислительной машиной, однозначно доказал реальность автоматизированного черчения. В то же время может быть тесно связано с автоматической системой электрического проектирования и может быть распространен на решение дальнейших чертежных задач /чертеж токового пути, размещение и сборочные чертежи/.

- МАДАШНЕ, ДОБЛЕР МАРТА -
ПИНЦ, ГАБОР - ХОРВАТ
14 АНДРАШ
Дистанционное управление
Кишкёрской гидростанцией

Микропроцессорная телемеханическая система "ТЕЛИМА" была разработана ВЕИКИ для удовлетворения специаль-

M. DOBLER, Márta — PINTZ, Gábor
— HORVÁTH, András
14 Remote control of the Kisköre
hydro-electric power station

The TELLMA microprocessor based telemechanical system has been developed at the VEIKI institute with a view of meeting the special requirements of the electric power industry. It is the first microprocessor based telemechanical system in dispatching within the domestic electric power industry.

The paper outlines the task of control techniques and expounds in detail the build-up of the hardware means realizing it. The structure of the data circulation between governing and governed objects is shown. Mention is made of the next following system under construction.

DANI Dr., Sándor:
18 Computerized process control in
domestic cement industry

The author is giving a review over the domestic and foreign situation in the automation of cement producing processes.

He is dealing in details with the problems and introductory possibilities of the use of computerized process control systems. Detailed review is given of the research and developing work connected with the introduction of computerized process control in the Hungarian Cement Industry as well as with the achieved results in the course of this work, the realized computerized process control systems and those, which are under realization.

VÁRLAKI Dr., Péter:
30 Alarmable storage systems

According to the actual and conventional storage activities the function of storage has been generally twofold: on the one hand balancing the phase-shift in time of consumption and production (purchasing) i.e. the normal function and, on the other hand, preparing for the occurrence of unforeseen emergency situations taking place seldom and accidentally (special function). The process dealt with may be utilized to advantage in planning the system, as well as in establishing the computerized control system securing the continuous and adaptive system development of alarmable store houses.

ных потребностей электро-энергетической промышленности. Осуществленная первой система ТЕЛМА впервые использовалась в стране для дистанционного управления гидростанциями. Это в тоже время первая микро-процессорная телемеханическая система в отечественной электроэнергетической промышленности, используемая для управления производством.

Статья описывает задачу по технике управления и подробно знакомит с конструкцией реализующих ее средств "хордваре". Демонстрирует конструкцию движения данных между управляющим и управляемым объектом. Делает упоминание о следующей системе, находящейся в стадии исполнения.

Д-р ДАНИ ШАНДОР
Управление процесса с
помощью ЭВМ в отечественной цементной промышленности
18

Автор дает обзор международного и отечественного положения автоматизации процессов производства цемента. Детально рассматриваются возможности и проблемы внедрения управления процессом с помощью ЭВМ.

Детально описываются научно-исследовательская деятельность, направленная на введение управления процессом производства цемента с помощью ЭВМ в Венгрии, а также и достигнутые в этой области результаты, осуществленные и находящиеся в стадии разработки вычислительные комплексы для управления процессом.

Д-р ВАРЛАКИ ПЕТЕР
30 Сигнально-предупредительные складские системы

В соответствии с настоящей и обычной деятельностью складирования функция хранения обычно была двойной: с одной стороны выравнивание смещенных во времени фаз потребления и производства /приобретения/ - /нормальная функция/ или подготовка к появлению заранее известных опасных положений редко и случайно возникающих во времени /особая функция/. Сообщаемый способ можно с успехом применять при проектировании системы, а также при создании системы управления с помощью ЭВМ, обеспечивающей последовательную и адаптивную систему усовершенствования сигнально-предупредительных складов.

Lézersugaras gyorsnyomtató

PODMANICZKY ANDRÁS
TÓKÉS SZABOLCS
(MTA SZTAKI)
Dr. TÖRÖK PÁL
(IGV)

A mechanikai elven működő sornymatatók gyakorlatilag elérték teljesítőképességük felső határát. Közeli nagyságrenddel nagyobb kiírási sebesség és lényegesen tisztább írásképet érhető el olyan gyorsnyomtatóval, amely a lézertechnika és az elektrografia együttes alkalmazására épül. Magyarországon az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával folyik ezirányú kutatómunka. A cikk a lézersugaras gyorsnyomtatók működési elvének ismertetése mellett a hazai kutatások eredményeiről is képet ad.

ETO: 681.625.6:181.621.6

Első megjelenésükkor az elektronikus számítógépeket csupán bonyolult tudományos számítások gyors elvégzésére használták. Az itt keletkező viszonylag kisszámú kimenő adat vizuális megjelenítésére még a hagyományos, elektromechanikus vezérlésű írógépek is megfelelőek.

A számítógépeknek az adatfeldolgozásba történő bekapcsolódásával és működési sebességük növekedésével, az időegység alatt megjelenő kimenő adatok is megsokszorozódtak. Az egyszerű egy karaktert nyomtató írógépek már nem voltak képesek ezekkel megbirkózni, felváltották őket az egyszerű egész sor kinyomtató elektromechanikus sornymatatók. Fokozódó műszaki tökéletesedésükkel ezek a berendezések igen nagy írássebességet értek el, teljesítményük felső határa jelenleg – soronként max. 160 karakter esetén – 2000 sor/perc.

A fenti, figyelemre méltó írássebesség ellenére sem tudja ma már a nagy számítógépeknél egy mechanikus sornymatató a kiírási feladatokat egyedül ellátni, hanem kénytelenek itt több gyorsnyomtatót párhuzamosan üzemeltetni. Ahhoz, hogy biztosítani lehessen ezeknek a bonyolult, nagyterjedelmű és fokozott igénybevételű berendezéseknek a kifogástalan működését, jelentős ráfordításokat igénylő kezelés és karbantartás szükséges.

Növeli az adatfeldolgozás költségét az is, hogy a nyomtatóművek egyre több papírt használnak fel és az e célra alkalmas papírok ára egyre emelkedik. A

teljesítménykövetelmények mellett az utóbbi időben az egyre jobban terjedő optikai karakterolvasás a nyomtatványokkal, s így a nyomtatóművekkel szemben támasztott minőségi követelményeket is növeli. Jelentkezik ez a betűképek tisztaságának és a jelek flexibilitásának fokozásában egyaránt. Az írássebesség növelésére, a költségkímátások csökkentésére és a fokozott írásmínőség biztosítására a 70-es évek elején széles körű kutatások indultak világszerte.

Az nyilvánvaló volt, hogy teljesen új utakat kell keresni, és olyan megoldás vezethet csak eredményre, amelynél elhagyhatók a nagy tehetetlenségű, gyorsan mozgó mechanikus alkatrészek, illetve az elektronikai jeleknek mechanikai elmozdulásokká történő átalakítása.

A legkülönbözőbb próbálkozások közül a legjobb eredményt a lézertechnika és az elektrografia együttes alkalmazása hozta. 1975-ben jelent meg a piacon az IBM a 3800 típusjelű lézersugaras gyorsnyomtatójával, amely 13.000 sort ír ki percenként. 1976-ban a Siemens mutatta be 21.000 sor/perc teljesítményű 3352 típusjelű gyorsnyomtatóját, a Canon cég pedig a 2000–8000 sor/perc teljesítményű LBP–2000 D típusjelű off-line üzemi gyorsnyomtatóját. 1977-ben a Xerox cég csatlakozott a sorhoz: 9700 típusjelű gépe percenként 18.000 sor kiírására képes.

Magyarországon a lézeres gyorsnyomtató kutatási-fejlesztési munkáihoz – mintegy másfél éves elméleti előkészítés után – 1975 elején kezdett hozzá az OMFB támogatásával az MTA SzTAKI, a MOM és az IGV. Az összehangolt közös munka máris számottevő eredményt hozott: 1977 végére elkészült egy percnként 6000 sor kiírására alkalmas sornymatató kísérleti példánya.

A továbbiakban – az alkalmazott fizikai folyamatok részletekbe menő elemzése nélkül – a lézersugaras gyorsnyomtatók működési elvét, felépítését és a kutatómunka során felmerült fő problémákat ismertetjük.

Működési elv

Az elektrofotográfia elve évtizedek óta ismert a másolástechnikában. Ha egy jelet egy elektrostatikusan egyenletesen feltöltött fotóvezető rétegre optikailag leképzünk, az a megvilágított helyeken elveszti töltését. Az így keletkező töltéskép megfelelő festékporral megjeleníthető, majd közönséges papírra átvihető.

A számítógépből kijövő információk optikai megjelenítéséhez esetünkben a lézergyár bizonyult az ideális hordozó közegnek, hiszen fénysebességgel terjed, a sugár térbeli koordinátái optikai úton gyakorlatilag tehetetlenség nélkül változtathatók (ennek a lézergyár irányát eltérítő eszközei belső tehetetlenségre szab határt), monokromatizmusa, ideális irányíthatósága és koherenciája révén gyűjtőlencsével történő fókuszálás után rendkívül nagy teljesítménysűrűségű, igen kis átmérőjű fénypontok állíthatók elő vele. Megfelelő modulálással ezekből a fénypontokból tetszőleges karakter sorok írhatók fel az elektrofotográfiai egység fotóvezető rétegeire rendkívül nagy sebességgel és igen jó felbontóképeséggel.

A lézer kiválasztásánál az alkalmazott fotóvezető spektrális érzékenysége a meghatározó. A reprográfiaiban jelenleg alkalmazott fotóvezetők közül a gyorsnyomatókhoz a Se, vagy az As_2Se_3 jöhet szóba.

Az előbbi 0,441 μm hullámhosszúságú fényre eléri a maximális érzékenység 98%-át, az utóbbira 0,633 μm -nél ugyanez az adat: 77%.

(A szerves fotóvezetők csekély mechanikai ellenálló képessége nagy sebességnél problémát jelenthet.)

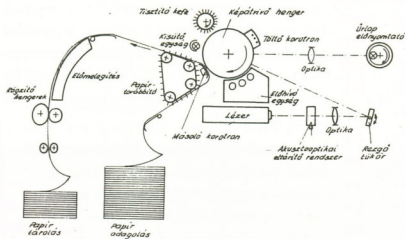
A hozzájuk kapcsolható lézerek jellemző adatai a következők:

Lézer	Teljesítmény	Hullámhossz	Hatásfok	Ár
Argon	2 W	0,488 μm	0,2%	10.000 \$
Helium-Cadmium	10 mW	0,441 μm	0,04%	5.000 \$
Helium-Neon	15 mW	0,633 μm	0,1%	3.000 \$

A szóbajöhethető kombinációk közül az élettartam- és megbízhatósági adatok alapján a He-Ne lézer és az As_2Se_3 fotóvezető párosítása látszik a legmegfelelőbbnek. Kísérleti berendezésünkben mi is ezt a megoldást alkalmaztuk.

Kedvező kombinációt ad a He—Cd lézer és a Se fotóvezető párosítása is.

A lézergyaras gyorsnyomatató elvi felépítését az 1. ábrán mutatjuk be. A papíradagolás és tárolás problémáira a szabályozások és vezérlések kérdéseire itt nem kívánunk kitérni. Az űrlap-előnyomatást, mint lehetőséget is csupán csak érintjük. Vizsgálatainkat



1. ábra

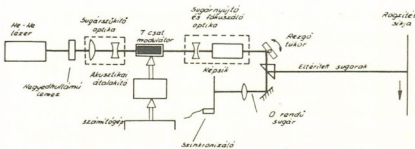
a továbbiakban kizárólag az optikai karakter-generátor és az elektrofotográfiai egység területére korlátozzuk.

Optikai karaktergenerátor

A lézergyár modulálásának különféle módszerei közül a gyorsnyomatókban történő felhasználásra az akusztóoptikai moduláció bizonyult a legalkalmasabbnak, amelynek elvét a 2. ábrán mutatjuk be.

A hétcatornás modulátor egy TeO_2 kristálytömbből és az arra cementált ultrahang-átalakítóból tevődik össze. A számítógép felől érkező digitális jelek 7 db VHF oszcillátor jelet kapuzva különböző, meghatározott frekvenciájú jeleket kapcsolnak az ultrahangátalkítóra. Ezek a hullámok mintegy 616 m/s sebességgel haladnak át a kristálycellán, olyan diffrakciós rácsokat képezve, amelyek a rájuk jutó lézergyarat (Bragg-diffrakcióval) egyidejűleg 7 különböző irányba térítik el. Az eltérített lézergyár fényintenzitása az ultrahanghullám intenzitásától, az eltérítési szög nagysága pedig az alkalmazott hangfrekvenciától függ. A kiírásra felhasználható kilépési szögterományban annyi eltérítési irány keletkezik egyidejűleg, ahány gerjesztő frekvencia működik. A megfelelő frekvenciájú jelek be- és kikapcsolása révén be- és kikapcsolódnak a hozzájuk tartozó fénysugarak is. Egy szintszabályozó logika segítségével a pillanatnyilag bekapcsolt oszcillátorok számának függvényében szabályozzuk az ultrahangátalkítóra jutó 50 MHz – 90 MHz-es jelek amplitudóját.

Ezzel az eljárással egy függőleges síkban 7 azonos in-



2. ábra

tenztású, egymástól függetlenül kioltható fénysugarat állítunk elő. Ezt a 7 fénynyalábot vízszintes irányban egy periodikus mozgást végző tükörrel térítjük el. A tükör a hét egymás alá elrendeződött lézersugarat balról jobbra egyenletesen mozgatja el a teljes befutór hosszában.

Fényforrásul –mint már említettük – az olcsó és megbízható He–Ne lézert alkalmaztuk. Az As_2Se_3 fotovezető réteggel végzett érzékenységi vizsgálatok azt mutatták, hogy 30–60 μW teljesítményű, kb. 0,3 mm átmérőjű kiíró sugárral megfelelő megvilágítás és kontraszt érhető el még 12.000 sor/perc sebességnél is. Figyelembe véve az optikai rendszer összhatalásfokát, a lézer teljesítményét 15 mW-ra választottuk (az optikai veszteségeket antireflexiós bevonatok és sokrétegű dielektrikum tükörök alkalmazásával csökkentettük le).

A lézer után egy negyedhullámú lemezt iktattunk be, hogy cirkulárisan polarizált fényt kapjunk. A fókuszáló optika – amely a hétszatornás modulátor után következik – biztosítja a 250 ... 600 μm tartományban állítható raszterpont-átmérőt a rögzítés – esetünkben a fotovezető réteg – síkjában. A 7x5 pontból álló karakterek névleges mérete 2,1 x 1,5 mm, amely jól olvasható. A sorirányú eltérést egy kimondottan lézergrafikus célra kifejlesztett galvanometrikus eltérítési rezgőtükör adja. A tükör fűrészfogalakú rezgéseket végez, 1 ms visszafutási idővel. Ez a sebesség lehetővé teszi elméletileg, hogy a karaktergenerátor elérhesse a 18.000 sor/perc teljesítményt. Az optikai rendszerben elhelyezett tükör a 7 csatornás modulátor nullarendű lézernyalábját a rezgőtükörrel történt eltérítés után nem vetíti a rögzítés síkjára, hanem a fotodetektorra, amely a rezgőtükörös eltérítő eltérítési szögartományára lineáris szakaszának kezdőpontjában szinkronjelet ad a lapmemóriából való kiolvasás megkezdésére.

Elektrofotográfiai egység

A modulált lézersugárral kiírtak tulajdonképpen rögzítését az elektrografográfiai egység végzi. Ennek lelke egy állandó kerületi sebességgel forgó képátvivő henger, amelynek külső felületére szervesetlen fotovezető réteget visznek fel 40–60 μm vastagságban.

A fotovezető leglényegesebb tulajdonsága, hogy sötétben elektromosan szigetelő, a fény hatására viszont vezetővé válik. A réteg így sötétben elektrosztatikusan feltölthető, majd azokon a helyeken, ahol megvilágítás éri kisül. Fontos követelmény a gyorsnyomatókban alkalmazott fotovezetőkkel

szemben a megfelelő mechanikai ellenállóképesség, továbbá az, hogy a hordozóhenger felületére mindenütt egyenletesen, azonos vastagságban, végtelelítési problémák nélkül legyenek felvihetőek.

A fotovezető réteggel bevont képátvivő henger tehát a kiírás egész folyamata alatt egyenletes forgást végez. Elhaladva egy úgynevezett töltőkoronron előtt – amely a rákapcsolt nagy egyenfeszültség hatására a levegőt ionizálja és ezzel vezetőképesé teszi – a sötétben a fotovezető pozitív töltést kap és néhány száz voltra feltöltődik. Erre az egyenletesen feltöltött, állandó sebességgel mozgó rétegre írja fel a nagy energiasűrűségű, modulált lézersugár a számítógép felől érkező alfanumerikus jeleket. A fotovezető azokon a helyeken, ahol fény éri egy csekély maradékfeszültségre kisül, tehát a henger felületén egy, a megvilágításnak megfelelő latens töltéskép keletkezik.

A latens töltésképre az előhívó egységben pozitív töltésű festékporréteg kerül. A festékport a fotovezető réteg azonos töltésű heleyei taszítják, a megvilágítás hatására kisütött pontjai pedig vonzzák, a latens töltéskép tehát egy látható festékkép formájában itt már a hengeren megjelenik. Ezután a képátvivő henger egy vele azonos sebességgel mozgó papírszalaggal kerül érintkezésbe. A negatív festékpor a töltésű képről a pozitív töltésű képre a fotovezető réteg felületéről a papírra vonzza.

A papírra így átkerült festék még nem ad stabil képet, elkenhető, letörölhető. Felhasználásra alkalmas, dokumentumjellegű formáját a rögzítő hengerek között áthaladva nyeri el, ahol a festékpor nyomás és hő hatására a papír pórusaiba olvad és polimerizálódik.

Lényegében ezzel zárul le a nyomtatás folyamata. A képátvivő henger felületét a következő ciklusban történő újbóli felhasználásra azonban még alkalmasá kell tenni. Ezért a kisütő egységben a fotovezető réteget egy erősfényű lámpával világítjuk meg, hogy a visszamaradt töltéseket megszüntessük és egy egységes, töltésmentes kiinduló helyzetet teremtsünk. Egy tisztító kefe, valamint elszívó rendszer segítségével eltávolítjuk a dobról a festékpor maradványait, melyeket újbóli felhasználásra visszavezetünk az előhívó egységbe.

Nyilvánvaló, hogy a lézersugár által felírt jelekkel egyidőben, ezektől függetlenül, optikai úton egy negatív filmről állandó információk is vitethetők a képátvivő henger felületére. A papíron megjelenő nyomtatott kép a kétféle úton érkező információt egyaránt tartalmazza. A megfelelő leképzés feltétele csupán az, hogy a fényvezető réteg és a vitetendő negatív szinkronban mozogjon. A fenti elv felhasználásával elhagyható a különféle, előre nyomtatott

Automatizált dokumentáció készítése a villamos tervezésben

KOVÁCS ISTVÁN
– PANTÓ DÉNESNÉ
(KOGÉPTERV)

Az ismertetett tervezési rendszer alkalmazásával lehetőség nyílik minden olyan egyvonalas kapcsolási rajz és kábeljegyzék készítésére, mely a gyakorlatban használatos leágazásokból kerül összeállításra. A számítógéppel vezérelt rajzkészítési rendszer eredménye egyértelműen igazolta az automatizált rajzolás realitását. Ugyanakkor szorosan kapcsolható az automatizált villamos tervezési rendszerhez és kiterjeszhető további rajzadási feladatok (áramútrajz, elrendezés és összeállítási rajz) megoldására.

ETO: 621.316.31.681.3

Villamos kapcsolási rajz készítése számítógéppel vezérelt rajzolójégen

A villamos tervezés automatizálása terén elért eredmények hiányosságának volt tekinthető, hogy a tervdokumentáció részét képező rajzok automatizált készítése nem volt megoldva. A közelmúltban e téren elért eredmények azonban ezt a feladatot is megoldották. A továbbiakban erről kívánunk beszámolni.

Az automatizált rajzadási rendszer már lehetőséget biztosít

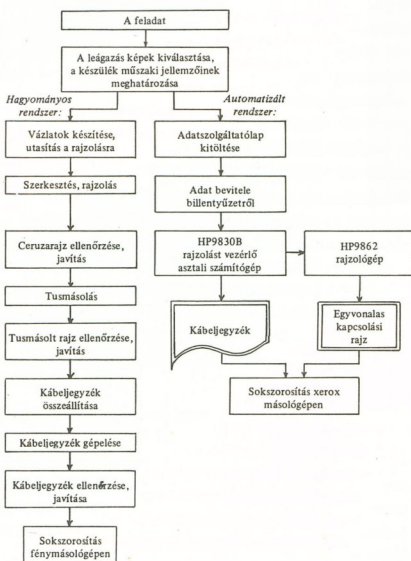
- egy- és kétgyűjtősínes, egyirányú és
- egy gyűjtősínes, kétirányú egyvonalas kapcsolási rajzok készítésére.

A villamos kapcsolási rajz automatizált készítése különös jelentőséggel bír, mivel:

- a/ minden villamosberendezés tervdokumentációjának alapját, illetve részét képezi,
- b/ ezáltal megnyílt a lehetőség a villamos tervezés teljes automatizálására,
- c/ a villamos rajzok terén jelentkezik a legerősebb egységsítési törekvés, mind hazai, mind nemzetközi vonatkozásban,
- d/ annak ellenére, hogy az alkalmazható rajzjeleket a hazai és a nemzetközi előírások rögzítik, a rajzok megjelenési formája és tartalma nem egységes, így a gyártó vállalatok általában kénytelenek átrajzolni azokat gyártásra alkalmas egységes kivitellőre.

A rajzkészítés automatizálása minden esetben biztosítja az egységes formát és tartalmat, függetlenül attól, hogy a rajzok melyik tervező részlegnél, -irodánál, illetve országban készültek.

További előnyt jelent, hogy automatizált rajzolás esetében a rajzolásra fordított idő is jelentősen csökken. Az 1. ábrán összehasonlítottuk a hagyományos és az automatizált rajzkészítési folyamatot. A hagyományos rajzkészítés egy többlépcsős folyamat, amelynek minden egyes lépcsőfoka magában hordozza a hibalehetőséget és igényli az ellenőrzést, ugyanakkor a készítési lépések jelentősen megnövelik az elkészítés tényleges, illetve átfutási idejét. Ezzel szemben az automatizált rajzolás gyakorlatilag



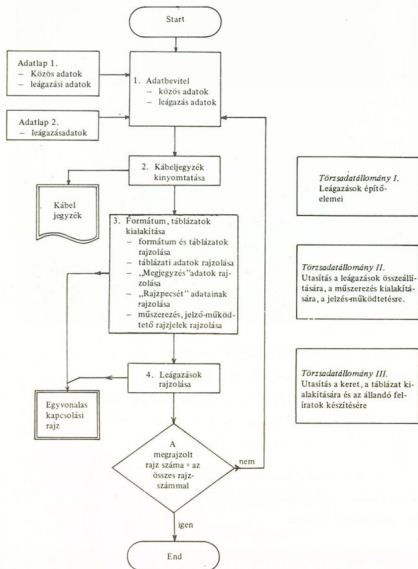
1. ábra

Hagyományos és automatizált rajzkészítési rendszer

egylépcsős folyamat. A kitöltött adatlap alapján a számítógéppel vezérelt rajzoló gép automatikusan elkészíti a rajzot a szükséges feliratokkal, adatokkal együtt közvetlenül másolható kivitelben.

Az automatizált rajzolás rendszertechnikája

Az egyvonalas rajzok készítésének folyamatát a 2. ábrán foglaltuk össze. Maga a rendszer alapvetően építőköckocka felépítésű.



2. ábra
Számítógéppel vezérelt rajzolás elvi folyamata

A villamos kapcsolási rajz rajzonként maximálisan 11 x 7 rajzjelet tartalmazó hálóba kerül berajzolásra úgy, hogy vízszintesen legfeljebb 11 leágazás helyezkedhet el. Egy leágazás megrajzolásához maximum 7 építőelem, rajzjel használható fel. A hálószemek nagysága – figyelembe véve a rajzológép szabta rajzadási felületkorlátot – 30 x 20 mm. Ettől eltérő a kétirányú maximum 2 x 11 leágazásos rajz rendszerre, mivel ebben az esetben egy leágazás rajzolásához csak 6 építőelem, rajzjel használható fel 30 x 15 mm hálózem méret mellett.

A rajz-kialakításhoz felhasználható építőelemek szubrutinjait a **Törzsadatállomány I.** tartalmazza. A szubrutinok a rajzjelen kívül a tervjelet is magukban

foglalják. A maximum 2 betűből álló tervjelet a számítógép minden esetben kiegészíti a leágazás számával és így lehetőség nyílik a tételjegyzékkel, illetve költségvetéssel való azonosításra. Egyes motorleágazások rajzolója 2 leágazás terjedelmű helyet igényel, ilyen esetben az összetartozó készülékek azonos leágazásszámot kapnak.

A leágazásokhoz tartozó műszerek, jelző-működtető készülékek a leágazások fölötti 30 x 30 mm méretű négyzetekben kerülnek berajzolásra. A műszerezés mértékét, a műszerek milyenségét a számítógép határozza meg a kapott műszaki jellemzők összevetése alapján.

A leágazásválasztékok, rajzolásukhoz használt építőelemek és műszerek, jelző-működtető készülékek jelképeinek számát a **Törzsadatállomány II.** foglalja össze táblázatos formában.

A leágazások, műszerezések és jelzés-működtetések változatainak számát a rajzolásukhoz használt építőelem számával együtt az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

	Változatok száma	Építőelemek száma
Egyirányú, egy-gyűjtősínes kapcsolási rajz leágazásai	37	57
Kétirányú egy-gyűjtősínes kapcsolási rajz leágazásai	32	29*
Egyirányú, kétgyűjtősínes kapcsolási rajz leágazásai	12	35
Műszerezés	8	7
Jelzés-működtetés	4	3

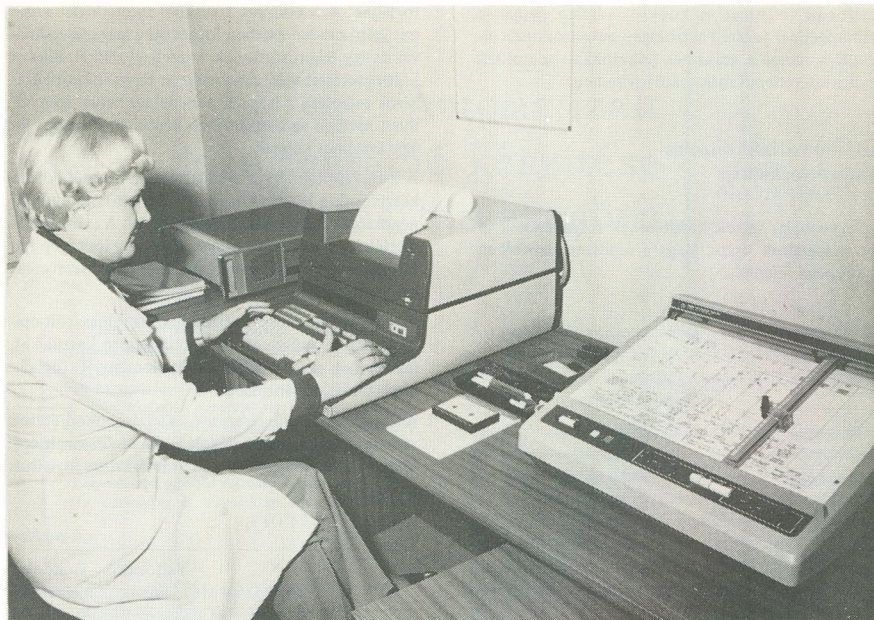
*ebből 22 építőelem 180°-kal elforgatva is felhasználásra kerül.

Rendszertervünkben a feliratok, a táblázatok rajzolására, valamint a kábeljegyzék készítésére vonatkozó utasításokat **Törzsadatállomány III.** címszó alatt foglaltuk össze.

Az alkalmazott számítógép és rajzológép

Az automatikus rajzolás céljára vállalatunk Hewlett-Packard 9830 B asztali számítógépét (3. ábra) használtuk fel.

Az alapgép 30 144 byte-os memóriája még két be-



3. ábra
Hewlett-Packard 9830B asztali számítógép,
rajzológéppel

épített ROM-ot (egy mátrix ROM-ot és egy string ROM-ot) is tartalmaz. A programok tárolására mágnesszalag szolgál. Egy kazetta kb. 100 m hosszú digitális minőségű mágnesszalaggal, több mint 32 000 szó felvételére alkalmas. (Egy szó = 16 bit = 2 byte)

A keresési sebesség kb. 40 m/perc. A géphez egy nagysebességű thermál sornyomtató van kapcsolva. A nyomtatási sebessége 240 sor/perc, egy sorban 80 karakter van.

A számítógéphez rajzológép kapcsolódik, amely maximálisan 38 x 25 cm méretű rajzokat tud készíteni. A rajzolás során az X és Y koordinátákkal jellemzett pontokat rajzolja fel. A vonalhúzási sebessége 22 cm/s.

A számítógép BASIC nyelven viszonylag könnyen programozható.

A program

A programozás kezdetén már kiderült, hogy a teljes megoldáshoz szükséges adatok és szubrutinok több

helyet igényelnek, mint amennyi a memóriában rendelkezésre áll. Ezért a teljes programot négy részre bontottuk olyan megoldásban, hogy egy programrész lefutása után az utolsó utasítás hívja be a következő programrészt, egyben biztosítja az adatok megőrzését is. A programrészek a következők:

1. adatok bevétele
2. kábeljegyzék nyomtatása
3. formátum és táblázat kialakítása, feliratok elkészítése
4. leágazások rajzolása

1. Adatok bevétele

Az adatok bevétele a billentyűzetről történik a display-n megjelenő kérdésekre adott válaszok formájában. A rajzológép adta lehetőségekből következik, hogy max. 11 egyirányú leágazás helyezhető el egy lapon. A program figyelemmel kíséri a feladathoz tartozó leágazások számát és a teljes megoldáshoz szükséges lapok számát. Ha a lapok száma egyenlő

több, akkor a program lefutása után a display-n megjelenik a követendő utasítás a következő lap megrajzoltatásához. A leágazások sorszámozását a már megrajzoltatott sorszámát folytatva végzi el a számítógép. Kevesebb, mint 11 egyirányú leágazás is egy teljes lapot jelent, ilyen esetben azonban a táblázat csak a leágazások számának megfelelően kerül megrajzolásra.

Az egy leágazásra vonatkozó adatokat ciklusban kérdezi a számítógép és annyiszor tér vissza a leágazásra vonatkozó első kérdéshez, ahányszor az a megadott számú leágazás megrajzolásához szükséges.

A lehetséges válaszokat elemezve két csoportra osztottuk az adatokat, hogy így kihasználjuk a numerikus adatok kisebb memória területen való elhelyezhetőségének lehetőségét. Ennek figyelembevételével két tömböt jelöltünk ki: egyiket az alfanumerikus, a másikat a numerikus adatok számára.

2. Kábeljegyzék nyomtatása

Ez a legrövidebb programrész. Azért hagytuk mégis önálló résznek meg, mert így lehetőség nyílik arra, hogy a program szokásos lefuttatásától eltérjünk, egy programrészt kétszer futtassunk vagy elhagyjunk.

A kábeljegyzéket minden egyes kapcsolási rajzhoz külön-külön készítjük el. A könnyebb kezelhetőség érdekében A4-es méretben nyomtatjuk ki. A méret alsó és felső határát a nyomtatás kezdetekor és befejezésekor kinyomtatott vonalsor jelzi.

3. Formátum és táblázat rajzolása

Az egy lapra kerülő leágazások számának megfelelően szaggatott vonalakkal határolt területet jelöl ki a program a leágazások részére. A terület szélén a földelést is kirajzolja. A terület alatt ugyanilyen méretű táblázatot is megvonalaz a rajzoló. A táblázatok kitöltése a memóriából kiválasztott bemenő adatokkal történik. A sorszám az esetleg már elkészült lapok számozásának folytatása.

Kihasználtuk a számítógép adta lehetőségeket a szép forma érdekében oly módon, hogy minden egyes adat hosszát egy programutasítással lemérjük és az adatot a rendelkezésre álló hely közepén helyezzük el. A jól olvasható betűméret figyelembevételével 16 karakterben határoztuk meg a leágazás adatok maximális hosszát. Ez a karakterszám az eddigi tapasztalataink szerint minden esetben megfelelt.

A program figyelemmel kíséri a két leágazáshelyet elfoglaló kapcsolási képeket és a táblázatot ugyan

megvonalazza, de a második leágazás rovatát kitöltetlenül hagyja.

A lap alján a *Megjegyzés* címszó alatt kerülnek felíratásra azok az általános adatok, amelyek a villamos berendezésre jellemzőek, míg a pecsét helyére a szokásos adatokat rajzolja be a rajzoló.

A következő lépés az egyes leágazások műszerezésének megrajzolása. A műszerek szimbolikus jeleit a megadott feltételek alapján kiválasztott egységekből állítja össze a számítógép, és utasítást ad rajzolásukra. Az egységek különálló szubrutinok, amelyek közül a kiválasztás után a megfelelő a program hívja be. Az így összeállított műszerezési képhez tartozik egy azonosító is, amely a kapcsolási kép rajzolásánál az áramváltó szimbólum felhasználásáról intézkedik.

4. Leágazások rajzolása

Terjedelmére nézve ez a program leghosszabb része. Tartalmazza az összes építőelem (kapcsolási kép) szimbólumának rajzoló szubrutinját. Az építőelem-szimbólumok rajzoló szubrutinjának jellemzésére a 4. ábrán bemutatjuk a biztosító rajzolására szolgáló utasítást adó programrészeket az így megrajzott rajzzal együtt. A „hármás” biztosító egység megrajzolásához az „egyes” biztosító egység teljes mértékben felhasználásra került azzal, hogy további két áthúzásra ad utasítást a program.

A rendszerterv úgy van összeállítva, hogy a leágazás számához rendeli hozzá azokat a szubrutinokat, amelyek megrajzolásához szükségesek.

A leágazások felrajzolása után a program megvizsgálja a további lapok megrajzolásának szükségességét. Amennyiben a megrajzolt lap száma nem egyezik meg az adatbevitel során beadott összes lapszám értékével, úgy a display-n megjelenik a folytatásra vonatkozó utasítás. Ezzel elkerüljük, hogy az általános adatok (vállalat neve, tervezés tárgya, munkaszám stb.) újból bevitelre kerüljenek. Ilyenkor csupán a további leágazásokra vonatkozó adatokat kell megadni a számítógépnek.

Kétirányú leágazások

Kismértékben eltér az eddig ismertettektől a kétirányú leágazások rajzoló programja. A kétirányú leágazás szükségessé teszi két táblázat rajzolását, amelyek a leágazásokra tükröképszerűen lefelé és felfelé helyezkednek el. A leágazás irányát nem a program határozza meg, hanem az adatbevitel erre vonatkozó kérdésére „+” vagy „-” jelöléssel kell azt megadni. A program a pozitív és negatív leágazások számát


```

2480 REM"BIZTOSITO I"
2485 GOSUB 2495
2490 GOTO 2550
2495 GOSUB 2505
2500 GOTO 2545
2505 PLOT 1,5,0
2510 I PLOT 0,X6,-1
2515 PLOT 1,3,1,5
2520 I PLOT 0,4,0
2525 I PLOT 0,-1
2530 I PLOT -0,4,0
2535 I PLOT 0,1,-1
2540 RETURN
2545 RETURN
2550 GOSUB 2560
2555 GOTO 2590
2560 OFFSET 1+U*3,14-X5*X6
2565 PLOT 2,2,X6-0,2,1
2570 LABEL (*)"FB"
2575 PLOT 2,5,X6-0,2,1
2580 LABEL (*)U2
2585 RETURN
2590 GOSUB 2600
2595 GOTO 2615
2600 PLOT 1,1,X6/2
2605 I PLOT 0,8,0,-1
2610 RETURN
2615 IF X5=4 THEN 450
2620 IF X5=5 THEN 525
2625 GOTO 230

```



FB 4

```

2680 REM"BIZTOSITO II"
2685 GOSUB 2695
2690 GOTO 2720
2695 GOSUB 2705
2700 GOSUB 2695
2705 GOSUB 2680
2710 GOSUB 2560
2715 RETURN
2720 IF X5=4 THEN 450
2725 GOTO 230

```



FB 4

4. ábra
Biztosítók rajzoló programja és rajzjele

összevetve a nagyobb értéknek megfelelően alakítja ki a leágazások helyfoglalását. Programunkban a negatív irány a felfelé, a pozitív irány a lefelé irányuló leágazásokat jelenti.

A szimbólikus rajzjelek csak méretben térnek el az egyirányú leágazás rajzolásához használatos jelektől. Ugyanakkor azonban a programban megnőtt a szimbólumok száma, mivel a memóriában tárolni kell a 180°-kal elfordított tükrökép szimbólumokat is. Az asztali számítógépünk ugyanis nem rendelkezik olyan utasítás-formával, amely a memóriában lévő

szubrutinnak tükrökép szerinti rajzolására adna utasítást.

Az eredmény és előnye

Gyakorlatunkban a rajzok sokszorosítása A4 formátumra kicsinyítve RANK-XEROX 700 másológépen történt, a hozzátartozó kábeljegyzék sokszorosításával együtt (5. ábra). A sokszorosítógép másolási sebessége 60 lap/perc.

Természetesen megvan a lehetősége annak is, hogy a rajzok sokszorosítása hagyományos fénymásológéppel történjen. Ebben az esetben a rajzológép pauszra készíti el a rajzokat.

Az A4-re kicsinyített xerox sokszorosítás azonban egy nagyon könnyen kezelhető, egységes formátumú tervdokumentáció összeállítását teszi lehetővé.

KÖZLETTÉNY * E9-47-97, JELU VILLANOS * LAFOK SZ. I
BUDAPEST * * ELŐSZÖRENYEZÉS * * I. LÁB

NSZ.: 1921-702-57/38 TERVEZŐ: KOVÁCS ISTVÁN
RSZ.: 011-56260-370-31 OSZTÁLY: V - NFO
RSZ.: 99-99-99 BUDAPEST, 1979. JAN. 10.

KÁBELJEGYZÉK

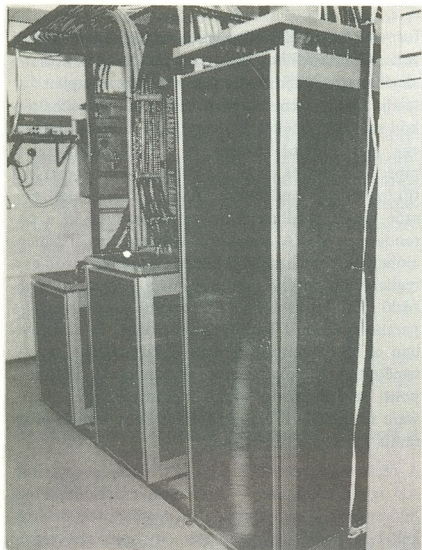
KÁBEL JEL	HONNAN	HOVA	KÁBEL TÍPUS	EP M12	HOSSZ M	RT
WE 4.1	E9-47-97	KOMPR.	SZARKH RTM	4+240		
WE 4.2	E9-47-97	KOMPR.	SZARKH RTM	4+240		
WE 4.3	E9-47-97	KOMPR.	SZARKH RTM	4+240		
WE 4.4	E9-47-97	KOMPR.	SZARKH RTM	4+240		
WE 5.1	E9-47-97	2 HUHELY	SZARKH RTVM	4+240		
WE 5.2	E9-47-97	2 HUHELY	SZARKH RTVM	4+240		
WE 5.3	E9-47-97	2 HUHELY	SZARKH RTVM	4+240		
WE 6.1	E9-47-97	3 UZEK	SZARKH RTM	4+240		
WE 6.2	E9-47-97	3 UZEK	SZARKH RTM	4+240		
WE 7.1	1 UZEK	E9-47-97	SZARKH RTVM	4+95		
WE 7.2	1 UZEK	E9-47-97	SZARKH RTVM	4+95		
WE 7.3	1 UZEK	E9-47-97	SZARKH RTVM	4+95		
WE 7.4	1 UZEK	E9-47-97	SZARKH RTVM	4+95		
WE 7.5	1 UZEK	E9-47-97	SZARKH RTVM	4+95		
WE 8	E9-47-97	RAKTAR	T-SZARKH RTM	3+195		
WE 9.1	E9-47-97	IV. TRAFU B	SZARKH RTM	4+240		
WE 9.2	E9-47-97	IV. TRAFU B	SZARKH RTM	4+240		
WE 9.3	E9-47-97	IV. TRAFU B	SZARKH RTM	4+240		
WE 9.4	E9-47-97	IV. TRAFU B	SZARKH RTM	4+240		

HEG-KOVÁCS
A HOSZSZÖRÖZÉSEK FÉNYMÁSOLÁSÁRA ELLELTETVE * NEM SZÁMLÁLHATÓ KAPCSOLÁS
MÉRETEK ÉS VEZETÉK ÁTÁRTEREKSZÁMAI JELELŐZÉSE

5. ábra

Kábeljegyzék az 6. ábra szerinti kapcsolási rajzhoz

Az 6. ábrán feltüntetett kapcsolási mintarajz közel A3 formátumban készül. Egy 11 leágazású rajz elkészítésének ideje kábeljegyzékkel együtt közvetlenül sokszorosítható formában kb. 20–25 perc. Amennyiben a leágazások száma több, mint 11, úgy leágazás szám/11 rajzot készít a gép a lapszámok feltüntetése mellett.



2. ábra

A telemechanikai alközpont egy részlete

A technológia felé:

- 32 parancspár

Az alközpont fő egységei (2. ábra):

- alközponti logika
- optikai leválasztó egység
- relés működtető egység
- analóg villamos kimenőjelű távadók
- impulzusadó fogyasztásmérők
- impulzusösszegzők

Az alközponti logika funkcionális moduljai: (3. ábra)

- szinkronozó modul
- vezérlő modul
- analóg-digitál átalakító (A/D)
- periféria-illesztő modulok.

A szinkronozó modul generálja az órajelet, az adásért szabadon futó üzemmódban, a vételi órajelet pedig a vett jelhez szinkronozza. A távirat vétele során a vett jelben lévő „0” → „1” átmenetekre korrigálja a vevő órajelelének fázisát.

A vezérlő modul vezérli az A/D átalakítót és a periféria-illesztőket. Elvégzi a periféria-illesztőkből illetve az A/D-ból párhuzamosan kiolvasott információk párhuzamos-soros átalakítását és összeállítását távirattá, továbbá a vett távirat szavainak hibaeellenőrzését és értelmezését. A vezérlő egység INTEL 4040-es mikroprocesszorra épül. A SIGNETICS 82 S 131 típusú PROM-okban tárolt vezérlő program 1 kbyte terjedelmű. A processzor 7 db 4 bites „output port”-on és 4 db 4 bites „input-port”-on keresztül tartja a kapcsolatot a készülék többi részével.

Az A/D átalakító ANALOG DEVICES tokra épült kettős meredekségű integráló típus. 20 ms-ra integrál. Felbontása 10 bit-előjel. Az 50 Hz-es zavarok jobb elnyomása érdekében a hálózathoz szinkronozott.

A periféria-illesztők az alközponti logika sínrendszerére csatlakoznak. A modulok címezhetők.

A méréspontváltók egyenáram kimenő jelű távadókat kapcsolnak az A/D átalakító bemenetére.

A jelzés-illesztők a jelzéseket az optikai leválasztó egységek felől fogadják, és jelzik a vezérlő modulnak, ha állapotukban változás állt be.

A többállású jelzéseket fogadó modulok a pozíciójelzést bináris kódolással számá alakítva adják tovább a vezérlőnek.

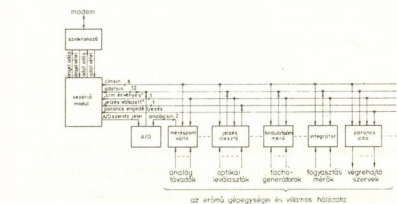
A fordulatszám-mérő modulok frekvenciajelből képeznek ford/perc értéket.

Az integrátor két – különböző impulzusadó fogyasztásmérők jeleit – összegző egység kimenő jelének idő szerinti integrálját képezve határozza meg a termelt és fogyasztott energiát, és ezek különbségét jeleníti meg a kimenetén.

A reed-relé kontaktus kimenetekkel rendelkező parancsadó modulok programozható hosszúságú impulzust adnak ki a kimenetükön.

A telemechanikai főközpont

A vett jelzések és mérési értékek feldolgozását és hasznosítását végzi a Tiszapalkonyai Hőerőműben a hozzá csatlakozó perifériák segítségével, valamint a kezelői utasításokat továbbítja a telemechanikai alközpont felé.



3. ábra

A telemechanikai alközpont felépítése

A főközpontoz csatlakozó perifériák

Vezénylő pult: (lásd a címképet)

Digitális számkijelzőket és az erőmű villamosenergia rendszerének egyvonalas sémáját tartalmazza. A digitális számkijelzők az alábbi információkat jelenítik meg dimenzióhelyes formában:

- a generátorok jellemzőit (kiválasztással egyszerre egy gépegységét)
- egyéb villamos paramétereket (kiválasztással egy-egy mérécsoportot, pl.egy transzformátor vagy távvezeték főbb jellemzőit)
- az utolsó csúcs-időszakban termelt energia értékét
- a vízszint-értékeket.

A pult kezelőlapján elhelyezkedő séma megfelelő pontjain vannak a parancsadó nyomógombok és az állásjelző fényemittáló diódák. A nyomógombokkal beállított parancsok kiadását egy – a különböző parancsokra közös – nyomógombbal lehet kezdeményezni. Ugyancsak a pulton nyert elhelyezést a jelzészváltozások vételének nyugtázását és a kijelzők működőképességének ellenőrzését ellátó 1–1 nyomógomb.

A hibajelzések a séma mellett, megfelelően csoportosított fényemittáló diódákon jelennek meg a pulton.

Regisztrálók

Egy telex-gép a mért és feldolgozással nyert értékeket regisztrálja ciklikusan, egy másik pedig a jelzészváltozásokat rögzíti a hozzájuk tartozó időponttal együtt.

12-csatornás analóg vonaliról:

12 mért érték folyamatos regisztrálását végzi D/A átalakítók segítségével.

Digitális óra:

A regisztrátumok számára előállított pontos időt jelzi ki perc felbontással a vezénylő terem műszerfalán.

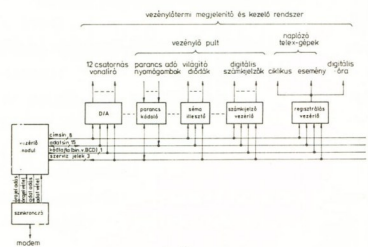
A főközponti logika funkcionális moduljai: (4. ábra)

- szinkronozó modul
- vezérlő modul
- regisztrálót vezérlő modul
- parancskódoló modul
- digitál-analóg átalakítók
- számkijelző vezérlő
- sémaillesztő

A *szinkronozó egység* azonos az alközpontban alkalmazottal.

A *vezérlő modul* irányítja az alközponttal folyó információforgalmat, ellenőrzi a vett kódszavakat és a vett információkhoz címet rendel. Minden kód-szó elejét megvizsgálja, és ha a szervíz bitek alapján úgy találja, hogy jelzések jönnek, akkor nem 29 bites kód-szóként értékeli a következő biteket, hanem egy 216 bites blokk-ként, és a jelzésnek megfelelő bináris értéket és címet annak megfelelően teszi ki a főközpont sínrendszerére. A mérési értékeket először bináris kódban %-os formában teszi ki a sínrendszerre a D/A átalakítók számára, majd dimenzióhelyes formában BCD kódban a számkijelzők és a regisztrálást vezérlő modul számára. Ugyancsak a vezérlő modul továbbítja a főközponti sínrendszerrel a parancskódolótól kapott parancsokat, és amennyiben az alközpontból egyező visszaigazolás érkezett, ismételten elküldi azokat az alközpontnak. A főközponti vezérlő modul az alközpontival azonos hardver felépítésű ROM memóriába beírt vezérlő programja 1,5 kbyte terjedelmű.

A *regisztráló vezérlő modul* két telexgépet vezérel. Az egyik ciklikusan – óránként, csúcsidőszakban félóránként – regisztrálja a mérési és integrált értékeket. A másik telexgép esemény-naplózást végez; az állapotjelzések megváltozását illetve a hibajelzések bekövetkezését rögzíti 6 karakteres azonosítókkal együtt. A ciklikus regisztrátum táblázatos formában készül a mért értékek szöveges megnevezésével. A ciklikus naplózás indításához és a regisztrálás kezdetén kinyomtatásra kerülő időpont meghatározásához az órá is ez a modul tartalmazza. Az óra által meghatározott pontos idő – perc felbontással – külön számkijelző egységen is megjelenítésre kerül. A regisztráló vezérlő modul szintén INTEL 4040-es mikroprocesszorra és SIGNETICS PROM-okra épül. Programja 3,5 kbyte terjedelmű.



4. ábra
A telemechánikai főközpont felépítése

A *parancskódoló modul* a vezénylő pultot illeszti a főközpont sínrendszeréhez. Az egyes parancsadó nyomógombokkal kijelölt címet és működési utasítást adja kódolt formában a sínrendszerre.

A mérések nagy száma miatt nem jelenítjük meg

Számítógépes folyamatirányítás a hazai cementiparban

Dr. DANI SÁNDOR
(SZIKKTI)

A szerző ismertetést ad a cementgyártási folyamatok automatizálásának nemzetközi és hazai helyzetéről. Részletesen foglalkozik a számítógépes folyamatirányítás bevezetésének lehetőségeivel és problémáival. Részletesen ismerteti a magyar cementiparban a számítógépes folyamatirányítás bevezetésére irányuló kutató-fejlesztő munkát, valamint az ennek során elért eredményeket, a megvalósított és megvalósítás alatt lévő számítógépes folyamatirányító rendszereket.

ETO: 666.94.012-52:681.3

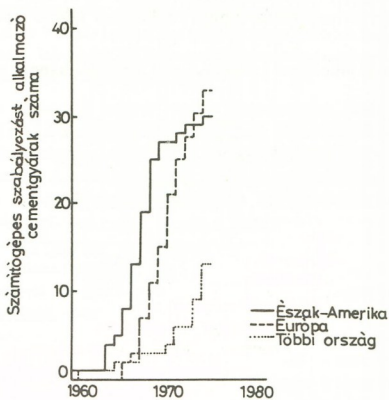
A számítógépes folyamatirányítás elterjedése a cementiparban

Az 1950-es évek elejéig a cementgyárak csekély műszerezéssel működtek, ezt követően azonban a műszerezés, a központosított vezérlés, majd a folyamatirányító számítógépek alkalmazásának irányába számos tényező hatott. Megnövekedtek az igények a termékek minőségével szemben, áttértek a száraz eljárású cementgyártási technológiára, és egyre nagyobb egységteljesítményű berendezéseket kezdtek alkalmazni. A gyárak elérték azt a nagyságot, melynél hatásos kézi vezérlés már nem lehetséges.

Az on-line számítógépes szabályozással ellátott cementgyárak számának növekedését mutatja be az 1. ábra. Miután a számítógépes szabályozás alkalmazhatósága bizonyítást nyert, egyaránt bevezették az új, és a már működő gyárakban. Kezdetben az automatizálást elsősorban fejlesztési célkitűzésekkel indokolták, gazdaságosság szempontjából azonban rossz befektetésnek bizonyult. Az 1960-as évek vége felé az automatizálás terjedésének sebessége Európában és Észak-Amerikában lecsökkent, mivel a legtöbb meglévő, és számítógépes irányításra alkalmas gyárat már automatizálták. Napjainkig csaknem 100 gyárat láttak el on-line számítógépes szabályozással.

A digitális számítógépek ma már eljutottak abba a fejlődési szakaszba, ahol a cementgyárak automatizálása gazdaságossági szempontból is indokolhatóvá vált és a műszerezés területén végrehajtott korszerűsítéssel és központosított vezérléssel együtt az egyre nagyobb gyárakban szükségszerűvé válik. Európában

és Észak-Amerikában tovább folytatják a meglévő nagy gyárak automatizálását, évenként egy-két gyárban vezetnek be számítógépes irányítást. A világ



1. ábra
Számítógépes szabályozással ellátott cementgyárak számának növekedése

többi részén, különösen a fejlődő országokban, az új gyárak építésénél sokkal nagyobb számban alkalmazták a számítógépeket a szabályozó rendszer részeként.

Számítógépes folyamatirányítás fejlődése a cementgyárakban

1959-ben először kis számítógépeket alkalmaztak egyes technológiai részfolyamatoknak, pl. a kementéknek vagy a malmoknak a szabályozására. Ezek a számítógépek hardware szempontból igen megbízhatlanok voltak és gépi kódu programozásuk igen fáradságos munka volt. Így a számítógép üzemben tartása és programozása csaknem teljes mértékben leköötötte a rendszerfejlesztők idejét.

Második lépcsőben nagyobb és drágább számítógé-

peket kezdtek alkalmazni, melyek több egységet tudtak egyszerre szabályozni. Sokkal megbízhatóbbak és könnyebben programozhatóak voltak elődjeiknél, így a rendszertervezők nagyobb figyelmet szentelhettek a megoldandó feladatok analizálására, különböző változatok kipróbálására.

Kezdetben a digitális számítógépeket a meglévő analóg szabályozók alapjelenek állítására alkalmazták (digitálisan irányított analóg szabályozás – DDAC). 1966 után az analóg szabályozókat sok esetben elhagyták, és közvetlen digitális szabályozást (DDC) valósítottak meg. Ez számos előnnyel rendelkezik a DDAC-vel szemben, pl. zajos rendszereknél a digitális szűrés eredményesen megvalósítható, egyszerűbb a határérték-ellenőrzés, a szabályozási paraméterek könnyen módosíthatók stb.

A számítógépgyártók olyan programozási nyelveket fejlesztettek ki, melyeket a folyamatirányítási alkalmazásokhoz igazítottak. Ezek a nyelvek azzal az előnnyel bírnak, hogy technológusok számára is igen könnyen alkalmazhatók, lehetővé teszik a szabályozási hurkok és paraméterek gyors megváltoztatását, leegyszerűsítik az ember-számítógép kapcsolatot. A programok tesztelése és karbantartása megvalósítható a számítógép off-line üzembe kapcsolása nélkül is.

A következő fejlődési folyamat a mini- és mikro-számítógépek alkalmazása. Ezek a gépek számos olyan sajátossággal rendelkeznek, amely ideálissá teszi a folyamatirányítási alkalmazásokhoz. Nagyobb hierarchikus rendszerek részeként is működhetnek, így a technológiai folyamatok egyes részfolyamatait külön miniszámítógépek szabályozhatják. Ezek egymástól függetlenül is telepíthetők, majd egy későbbi időpontban csatlakoztathatók a tevékenységüket koordináló központi számítógéphez.

A számítógépek ma már annyira megbízhatók, hogy az analóg háttérberendezéseket csak a legkritikusabb

helyeken hagyják meg az újonnan épülő cementgyárakban.

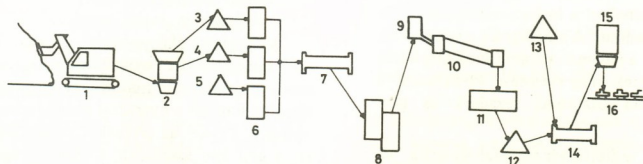
A számítógépes folyamatirányítási rendszerek megvalósításában résztvevő első munkacsoportok a cementgyártervezés, a szabályozás- és mérés-technika, valamint a számítógép-hardware és software szakembereiből álltak. A munkatársak igen gyakran korlátozott ismeretekkel rendelkeztek egymás szakterületéről, ami sok nehézséget okozott. Az évek során rengeteg tapasztalat halmozódott fel és ma már ezen a területen is dolgoznak olyan rendszermérnökök, akik a problémák széles körű áttekintésével rendelkeznek. Ők segíthetnek a különböző szakemberek közötti koordinálásban, különös figyelmet fordíthatnak a technológia és műszerezés, valamint a műszerezés és számítógép közötti illesztésekre.

Számítógéppalkalmazási területek a cementgyárakban

A szárazeljárású cementgyártás folyamatábráját a 2. ábra mutatja be. A gyártási folyamat főbb tevékenységei a következők:

- nyersanyagok bányászata – előtörése
- nyersanyagok őrlése
- nyersanyagok keverése
- klinker égetése és hűtése
- cement őrlése
- tárolás, csomagolás, kiszállítás
- központi folyamatirányítás
- villamos hajtások vezérlése

Az említett tevékenységi körök mindegyikében alkalmaznak on-line számítógépes irányítást, egy-egy gyárban természetesen csak az adottságaiknak, igényeiknek megfelelő feladatokat vonják be a számítógépes irányítás körébe. Az egyes részterületeknél történt alkalmazást külön-külön tárgyaljuk.



2. ábra
Szárazeljárású cementgyár folyamatábrája

- | | | |
|-------------------|--------------------|----------------------|
| 1. Bánya | 2. Törőmű | 3. Mésző |
| 4. Agyag | 5. Pirit | 6. Nyersanyagtárolók |
| 7. Malom | 8. Nyersliszt | 9. Előmelegítő |
| 10. Forgókemence | tárolók | hőcserélő |
| 11. Hűtő | 12. Klinker tároló | 13. Gipsz tároló |
| 14. Klinker őrlés | 15. Cement tároló | 16. Kiszállítás |

A cementgyártás szokásos nyersanyagai a mészkő, kréta, márga, agyag és különféle adalékok: homok, vasérc, piritpörk, bauxit, pernye, salak stb. A fő nyersanyagokat a bányából robbantással vagy jövevényekkel nyerik, és rendszerint egyfokozatú előtörésnek vetik alá, mielőtt a gyár tárolóiba szállítanák.

A számítógépek alkalmazási lehetősége a bányában korlátozott – és ez valószínűleg így is marad –, noha mikroprocesszorokat lehetne használni a szállítórendszerek vezérléséhez és az adagoló-mérő rendszerekhez. A számítógéppel már megvalósított feladatok inkább ütemezési (fejtségi tervek készítése), mint szabályozási jellegűekké válnak. A mészkő összetétele pl. változhat a bányafal mentén és a kő kinyerését úgy kell tervezni, hogy mind a jó, mind a rosszabb minőségű anyagot felhasználhassák.

Néhány bányában a számítógépet a törők vezérlésére is alkalmazzák, azok túlterhelés miatti leállásának megelőzésére.

A bányák gyakran távol vannak a cementgyárártól, emiatt a számítógépes szabályozás és ütemezés bányai feladatai nem hajthatók végre a gyáron belül szabályozási funkciókat ellátó számítógéppel. Az ütemezési feladatok azonban jól végezhetőek a helyszínrre telepített miniszámítógéppel, vagy a gyári rendszerhez csatlakoztatott egyszerű terminál segítségével.

Nyersanyagok őrlése

A gyártáshoz felhasznált különböző nyersanyagokat adagoló mérlegekkel összemérik, majd rendszerint golyós malmokban adott finomságúra őrlik.

Számítógépeket sikeresen alkalmazzák a malmok telítettségének on-line szabályozására. A szabályozó rendszer célkitűzése, hogy a nyersanyagok feladását oly módon befolyásolja, hogy maximális kimenő teljesítményt érhessenek el a malom mechanikai korlátainak túllépése nélkül. A szabályozó rendszer működését leginkább a jellemző paraméterek megfelelő mérési lehetőségének megteremtése korlátozza, a malomcsarnokokban uralkodó rezgések és por-szennyezés miatt.

A nyersmalmok telítettségének szabályozása viszonylag egyszerű művelet. A mérési pontatlanság miatt számítógépes szabályozással sem érhető el lényeges javulás az analóg szabályozáshoz képest, ezért a számítógépes szabályozás bevezetése ott indokolt, ahol ez a már meglévő számítógép-rendszerrel különösebb bővítés nélkül elvégezhető. Lehetőség van mikroprocesszoros önálló (később hierar-

chikus rendszerbe kapcsolható) szabályozó berendezések megvalósítására is.

Nyersanyagok keverése

A klinkerégető forgókemence nyugodt üzeme megköveteli az egyenletes minőségű nyersanyagkeverék feladását. Ezért különös figyelmet kell fordítani a nyersanyagok megfelelő keverésére.

A nyersanyagösszetétel beállítását lényegében már a bányaművelésnél el kell kezdeni. Adott minőségű klinker csak megfelelő összetételű nyersanyagokból égethető. A programozott bányaművelést azonban nem tekintjük a keverésszabályozás részének. Amennyiben a bányában található nyersanyag összetétele olyan mértékben ingadozik az egyébként megfelelő átlagérték körül, hogy hosszabb ideig előfordulhat a gyártáshoz nem megfelelő minőségű anyag beszállítása, átlagosító tárolók (előhomogénizáló tárolók) alkalmazása szükséges.

A szabályozó rendszernek két fokozata van. A szabályozó rendszer első fokozata az átlagosító tároló töltését irányítja. A bányai töröktől az átlagosító tárolóba haladó anyagból folyamatosan reprezentatív mintát vesznek, és mérik a betárolt anyagmennyiséget. A mintát gyorslemező készülékkel analizálják. Ennek segítségével figyelemmel kísérhető a tárolóban lévő anyag átlagos összetételének változása, és szükség esetén a bányaművelés változtatásával biztosítani lehet a kívánt összetételt. Az átlagosító tárolók a betárolt anyag összetételének előforduló összetétel-ingadozást kb. a tized részére csökkentik.

A szabályozó rendszer második fokozata a nyersmalmokba jutó nyersanyag-komponensek arányát változtatja. Az egyes nyersanyagkomponensek átlagos összetételének ismeretében kiszámítható adagolási arányuk. E számításban szereplő egyenletek lineárisak, számítógéppel jól megoldhatók. A nyersanyagkomponensek összetételének átlagérték körüli szórása (melyet az átlagosító tároló lecsökkent, de nem szünt meg) ingadozásához vezethet a nyersanyagkeverék(nyersliszt) összetételében. Ennek csökkentésére szolgál a szabályozó rendszer, amely automatikus mintavétőt és gyorslemező készüléket használ a nyersliszt összetételének meghatározására. Ezeket az értékeket a számítógépbe táplálva, a gép újra kiszámítja a nyersanyagok adagolási arányát, és beállítja a szükséges értékeket. A legtöbb cementgyárban a megőrölt nyersliszt homogénizáló tárolóba kerül, amely megkönnyíti a számítógépes szabályozás feladatát, ill. különleges szabályozási eljárás bevezetését teszi lehetővé (silóintegráció). Ilyen szabályozási kör részletes felépítését a cikk későbbi részében ismertetjük.

A nyersanyagkeverés a cementgyártási folyamat azon területén, melyet legszélesebb körben és legsikeresebben automatizáltak. Ennek oka a technológiai szükségességben és a probléma matematikai megfogalmazhatóságában rejlik.

A klinker égetése és hűtése

A homogenizált nyerslisztből forgókemencékben égetik a klinkert. A forgókemencében lezajló folyamatokra igen sok figyelmet szenteltek az automatizálással foglalkozó szakemberek. Ezek annyira bonyolultak, hogy a lezajló kémiai és fizikai folyamatok még ma sem teljesen tisztázottak, noha cementet már 150 éve gyártanak. Ezért nem sikerült még olyan matematikai modellt létrehozni, amely kielégítő pontossággal írja le a kemence működését.

Az előzők miatt a korábbi kísérletek – dinamikus optimalizáló szabályozási algoritmusok kidolgozása – komoly nehézségekbe ütköztek és lényegében sikertelenek maradtak. Az automatizátorok ezt követően mérsékelték célkitűzéseiket és sikereket értek el az égetési folyamat értéktartó szabályozására szolgáló rendszerek kifejlesztésében, on-line számítógépes szabályozás alkalmazásával. Ezekkel kisebb üzemzavarokat át lehet hidalni, a nagyobbak azonban még mindig kézi beavatkozást igényelnek.

Az értéktartó szabályozási rendszereknek két alapvető típusa különböztethető meg. Az első – elméleti módszert alkalmazva – a kemencét zónák sorozatára osztja fel. A szabályozott szakasz viselkedését az egyes zónákban lejátszódtó kémiai reakciók, valamint az ezek alapján felállítható hő- és tömeg-mérlegek egyenletei írják le. A módszer legfőbb korlátja az egyenletekben szereplő nagy számú paraméter becslésében rejlik, hiszen a kemence mentén a lehetséges mérési helyek száma korlátozott. A másik módszer a kemence működése alatt nyert adatokkal készített statisztikai modell meghatározásán alapul.

A rövidebb, száraz eljárású kemencék alkalmasabbnak bizonyultak on-line szabályozásra, mint a nedves eljárású kemencék. A szilárd anyagok és a gázok rövidebb idő alatt haladnak át a rövid kemencén, ez kisebb időállandók kialakulását eredményezi.

A klinkerégetési folyamat igen érzékeny a nyersanyagösszetétel változására. Hatásosan működő keverőrendszer magának a kemencének könnyebb szabályozásához vezet, ezért a gyakorlatban a kemenceszabályozás előfeltételeként is tekintik.

A további fejlődés legfőbb akadályai a kemence számítógépes irányításának területén a nem megfelelő műszerezés. Még nem fejlesztettek ki olyan műszereket, amelyekkel a magas hőmérséklet és nagy por-

tartalom miatt igen kedvezőtlen mérési körülményeket jelentő égető zónában pontos és megbízható méréseket lehetne végezni. Hasonló problémák jelentkeznek a füstgáz-analízatoroknál és a szekunder levegő hőmérsékletének mérésénél is.

A hűtőrendszert néhány esetben elkülönítve kezelik a kemence szabályozásától. Ezt azonban csak néhány speciális esetben lehet megtenni, hiszen gázáramlás történik a hűtőből a kemencébe, és szilárd anyagáramlás az ellenkező irányba. A hűtő szabályozásánál két fő célkitűzés érvényesül: a kemencét el kell látni megfelelő mennyiségű és hőmérsékletű levegővel, ill. a klinkert viszonylag gyorsan le kell hűteni – a további kémiai reakciók kialakulásának megakadályozására – olyan hőmérsékletre, amely megfelelően alacsony a szállító berendezések meghibásodás nélküli üzemeltetéséhez is.

A cement őrlése

A kemencében égetett klinkert gipsszel és más adalékanyagokkal összeőrölve gyártják a cementet. A cementnek olyan szemcsenagysággal kell rendelkeznie, amely csak egy igen szűk, előírt sávon belül változik. A szabályozó rendszer feladata, hogy maximiálja a termékkibocsátást, amely az előírt összetétellel és finomsággal rendelkezik, de a malom mechanikai kórlátainak túllépése nélkül.

Ez a szabályozási feladat önmagában nem igényel számítógépet, számítógép alkalmazása itt is csak a már meglévő rendszer bővítéseként jöhet szóba.

A rendszer kiépítésének – a nyersliszt őrléséhez hasonlóan – a műszerezés a legfőbb problémája. A cement finomságának mérésére szolgáló berendezések az on-line szabályozáshoz még nem megfelelőek, a szabályozás csak indirekt méréseken alapulhat. A mikroprocesszoros szabályozó rendszerek alkalmazásának egyik jelentős területévé válhat a cementmalomok szabályozása, a mérés technikai problémák megoldása után.

Tárolás, csomagolás, kiszállítás

A számítógépek alkalmazásának igen lényeges területét képezik a tárolás, csomagolás, kiszállítás során jelentkező feladatok, ezek azonban túlnyomórészt nem folyamatirányítási, hanem adatfeldolgozási jellegűek.

Tárolók számos helyen találhatók a cementgyártási folyamatban. Ezek között a legfontosabbak a nyersanyagok előhomogenizáló tárolói, a nyersliszt-homogenizáló és tároló silók, a klinkertárolók

és a cementtárolók. A készletek megfelelő nyilvántartása az egyetlen üzemvitel szempontjából igen lényeges. A silók megbízható szintjelzése azonban még nem tekinthető megoldottnak, noha számtalan típusú, különböző elven működő szintjelzőt alkalmaznak.

A csomagoló berendezések mikroprocesszoros készülékekkel végzett sorrendi irányítása megoldott feladat, felhasználása egyre inkább terjed.

A kiszállítás ütemezése, a rendelések nyilvántartása, a számlázás, mind olyan feladat, amely jól megoldható on-line számítógépes szabályozás esetén, elsősorban háttérprogramként. A megoldások igen széles választéka ismert, elterjedését elsősorban az előzetes szervező munka nagy mennyisége, és ügyviteli rend kialakításának nehézségei akadályozzák.

Központi folyamatirányítás

A cementgyárak technológiai fejlődésének első lépése – az összes iparághoz hasonlóan – a gépesítés volt, amely nagymértékben lecsökkentette a személyzet által végzett fizikai munkát.

A következő lépés az analóg szabályozási rendszer és a központi irányítás bevezetése volt. Ma már minden olyan helyen automatikus szabályozást alkalmaznak, ahol kielégítő reprodukálhatóságú mérést lehet végezni. A szabályozási körök jelentős fejlődést hoztak, mivel megszabadították a kezelőszemélyzetet az állandó aktív felügyeletről.

A központi irányítás bevezetése feltételezi a megfelelő megbízhatóságú információátvitel megteremtését, de ez az irányítási mód igen komoly szemléletbeli változást is kíván a kezelőszemélyzettől. A közvetlen érzékszervi információkról át kellett térni a közvetett – műszerek leolvasásán alapuló – információkra. A cementiparban az analóg szabályozás és a központi vezérlés olyan eszközök, melyek sok esetben lehetővé teszik a cementgyárak kielégítő üzemirányítását. Az 1960-as évek műszaki színvonalán épült cementgyárakban általában megvalósították a nyerslist összetételének számítógépes szabályozásán kívül a központi irányítást is. Nagy alapterületű vezérlők épültek, világító technológiai sémabúrákkal, falra vagy pultra szerelt működtető kapcsolókkal, a technológiai paraméterek mutatós és regisztráló műszereivel, szabályozóival. A nagy méretek miatt azonban a vezérlő nehezen áttekinthetővé vált, több kezelő személy egyidejű jelenlétét igényelte.

A központi vezérlő kialakításának új koncepciója alakult ki a számítógépek és megjelenítők alkalmazásával. Ezek a berendezések nagymértékben leegyszer-
sítették a kapcsolatteremtést a kezelőszemélyzet és a technológiai folyamat között.

és a technológiai folyamat között.

A katódugárcsöves megjelenítőket alkalmazó kezelőpult főbb feladatai és jellemzői a következők:

- lehetővé teszi a kezelő számára a folyamat jellemzőinek lekérdezését és azokat szemléletes formában mutatja be;
- felhívja a figyelmet a határértéken kívüli, vagy a hibás mérési eredményekre, veszélyhelyzetekre;
- a képernyőn megjelenített adatok az operátor kívánságának megfelelően naplózó írógépen is ki nyomtathatók;
- a szabályozási körök paramétereit egyszerűen módosíthatók, vagy egyes körök kiiktathatók.

A megjelenített információk vonatkozhatnak egy-egy technológiai részfolyamatra (malom, kemence), esetleg egy-egy paraméter időbeli változására stb.

Villamos hajtások vezérlése

Egy cementgyárban többszáz motor működik. Többségükben technológiailag szorosan kapcsolódó berendezéseket hajtanak, így indításuk és leállításuk nagy figyelmet és szakértelmet igényel, különösen zavart üzemállapot mellett.

A hagyományos irányítási rendszer kialakításánál a hajtások villamos vezérlésének felépítése olyan, hogy a technológiailag kapcsolódó berendezések egymáshoz reteszelve vannak, indításuk és leállításuk meghatározott sorrendben, adott késleltetések beiktatásával történik. Ezeket a funkciókat relé automatika elemekkel valósítják meg.

Az egyes hajtások általában háromféle üzemmódban működtethetők: központi reteszelt üzem, amely a normál állapot; központi reteszellenlen üzem; egyedi helyi üzem a karbantartáshoz.

Az egymáshoz reteszelt hajtások a központi vezérlőből indítási előrejelzés (folyamatos hang és fény) után indíthatók. Az indítás folyamatát a terepen és a központi vezérlőben szaggatott hang és fény jelzés jelzi. Az egyes hajtások üzemzavarát a központi vezérlőben a sémalámpák villogó fénye és hangjelzés hozza a kezelő tudomására.

A számítógépes irányítás elterjedésével jelentkezett az igény a hajtások indításának és leállításának számítógépezérlésű kialakítására, erre a célra azonban csak különlegesen nagy megbízhatóságú rendszerek jöhettek számításba, melyek alkalmazása igen költséges.

Érdekes megoldás a megbízhatósági és ár probléma áthidalására az, amelynél egy motorvezérlő számítógé-

gép végzi a motorok automatikus indítását és leállítását, és egy folyamatszámítógép a különböző adatgyűjtési, naplózási, ellenőrzési és szabályozási feladatokat. Ez a folyamatszámítógép a motorvezérlő számítógép melegtartalekát is képezi. A motorvezérlés állapotinformációit rendszeresen aktualizálva elhelyezik a folyamatszámítógép memóriájába, így a motorvezérlő gép kiesésekor ezt a feladatot automatikusan átveszi a folyamatszámítógép, és saját feladatát ekkor csökkentett mértékben látja el.

Célszerűbb megoldást tesz lehetővé a programozható vezérlők (mikroprocesszoros készülékek) megjelenése. Ezek külön-külön alkalmazhatók egy-egy rész-folyamat motorvezérlési feladatainak ellátására. Egy gyár kiszolgálását nagyságától függően 6–12 programozható vezérlő képes ellátni, és árban előnyösebbek a hagyományos relés automatikáknál.

A hazai kutató-tervező bázis

A hazai cementiparban a számítógépes folyamatirányítás bevezetésén lényegében három kutatóhely dolgozik a Cement és Mészművek, valamint az ÉVM megbízásai alapján. E kutatóhelyek munkájukat természetesen minden esetben az adott cementgyár műszaki kollektívájának, ill. a Cement és Mészművek szakembereinek bevonásával, azok tapasztalataira támaszkodva végzik.

A pécsi Pollack Mihály Műszaki Főiskola (későbbiekben PMMF) Szilikátgépezési Tanszéke kutatásait eddig a Beremendi Cementgyárra korlátozta. Megfelelő hardware eszközök hiánya miatt tevékenységük elsősorban elméleti jellegű maradt, eredményeik gyakorlatba történő átültetésére csak a későbbiekben lesz lehetőség.

A Budapesti Műszaki Egyetem Automatizálási Tanszéke (későbbiekben BME) a folyamatidentifikációs kutatások területén (malomszabályozás) ért el figyelemreméltó eredményeket.

A Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet (SZIKKTI) tevékenysége e témakörben két fő területre osztható. Mint generáltervező és technológiai szaktervező végzi az új cementgyárak és cementgyári rekonstrukciók tervezését, beleértve a teljes műszerezési, automatizálási, számítógép-telepítési feladatokat is. Mint kutató, az építőanyagipar területén a számítógépes folyamatirányítási kutatások bázisintézete. A kutató és tervező tevékenység a számítógépes folyamatirányítás területén szorosan összekapcsolódik.

A folyamatirányítási kutatásokhoz a SZIKKTI számítógépes mozgó laboratóriummal* rendelkezik,

*A Számítógépes Mozdó Laboratóriumról az Automatizálás 1978. évi 1. számában található részletes ismertetés.

amelynek segítségével a PMMF és BME bevonásával nagyszabású kísérletsorozat indult el a Beremendi Cementgyárban a cementgyártás számítógépes folyamatirányítása hazai viszonyok között megvalósítható, optimális lehetőségeinek feltárására. Ez azonban már a közeljövő útja. A következő fejezetben röviden összefoglaljuk az eddig elért hazai eredményeket, ill. ismertetjük a tervezés és kivitelezés alatt álló rendszereket is.

Hazai kutatások – fejlesztések

Nyersanyagok bányászata

Programozott bányaművelés megvalósításával a PMMF foglalkozott. A geológiai minőségi adatbank kialakításán és lineáris térinterpolációs modell alkalmazásán alapuló programrendszerével a következő feladatok oldhatók meg:

- a bányaművelésre kijelölt területen bárhol elhelyezett pont (elméleti kutatófúrás) adatainak számítása,
- a bánya készletbecslése, a minőségi és termelési mutatók meghatározása a bányatérképen szabadon kiválasztott felületi koordináták alapján,
- adott összetételű nyersanyag termelésének előzetes tervezése,
- önköltség meghatározása, bányaművelés és szállítás költségminimalizálása adott összetételű és minőségű nyersanyag termelése esetén,
- a bányatermelés naprakész irányítása a napi termelési igények alapján,
- különleges igényeket kielégítő nyersanyagkészlet termelési és leművelési tervek előzetes elkészítése,
- műszaki, irányítástechnikai és gazdaságossági szempontok alapján optimális kutatási szint meghatározása.

A feladat jelenleg a PMMF számítóközpontjában lévő számítógépen futtatható. A programrendszer továbbfejlesztése, real-time üzemmódra, folyamatirányító számítógépre történő átdolgozása SZIKKTI–PMMF együttműködés keretében folyik.

Általános bevezetését az akadályozza, hogy a program csak abban az esetben üzemeltethető, ha a kutatási szint a nyersanyagok inhomogenitásához igazodik, vagyis a kutatófúrások mennyiségi és minőségi adataiból számított interpolációs értékek a leművelt anyagra jellemző tényleges értékekkel meghatározott határérték-intervallumba eső közelítésben vannak. Ez a feltétel a legtöbb hazai cementgyárnál nem áll fenn.

Nyersanyagok őrlése

Körfolyamatos őrlőmalmok mennyiségi szempontból optimális irányítására a BME a SZIKKTI-vel közösen kísérletsorozatot végzett egy optimumkereső, adaptív szabályozási rendszer kialakítására. A kísérletsorozat sikerrel járt, a kidolgozott eljárás szabadalmaztatás alatt áll. Gyakorlati bevezetését megfelelő hardware eszközök biztosítása hátráltatja.

A PMMF is kidolgozott egy matematikai modellt a nyersmalmok telítettség szabályozására. E modell kipróbálására, gyakorlati alkalmazására – a SZIKKTI-ben kidolgozott más módszerekkel együtt –, a SZIKKTI–PMMF közös kísérletsorozat keretében kerül sor 1978-ban.

Nyersanyagok keverése

Ez az a terület, melyen hazai vonatkozásban is a legnagyobb eredményekről számolhatunk be. Hejőcsabán több mint egy éve sikeresen működik egy on-line számítógépes nyersanyagösszetétel-szabályozó rendszer (központi egység IBM System/7, technológiai szállító Polysius AG.), és a Belpátfalvi Cementgyárba kerülő rendszer (központi egység VIDEOTON R10, technológiai szállító KHD Humboldt WEDAG Industrieanlagen AG.) előkészítő munkálatai is befejeződtek, üzembehelyezésére a technológiai fogadókészlet biztosítása után kerülhet sor. Mindkét rendszert részletesen ismertettük a következő fejezetben.

A DCM (Vác) nyersanyagellátási rendszerének rekonstrukciójához a SZIKKTI kétfokozatú keverésszabályozás megoldására kapott tervezési megbízást. Ez magában foglalja a mézskő-előhomogenizáló tároló töltésének irányítását, ill. az adagoló mérlegek alkalmazásával végzett második fokozatú szabályozást.

A beruházás előkészítése során elfogadott javaslat szerinti előhomogenizáló tároló feladata a gyár bányájában található mézskő CaCO_3 tartalma szórásának csökkentése, lehetőleg maximális mennyiségű ún. belső meddő felhasználása, adott minőségű nyersliszt beállíthatóságának biztosítása. Az előhomogenizáló tároló töltését számítógép irányítja. A rendszer a következő főbb berendezéseket foglalja magában:

- automatikus mintavevő-előkészítő-továbbító, mely a darabos anyagból folyamatosan reprezentatív mintát vesz, ezt nyerslisztfinomságúra őrli,

szárítja, majd csőpostán a laborba szállítja az elemzéshez szükséges mennyiséget;

- laboratóriumi készülékek az RFA (gyorselemző) készülék által igényelt minta előkészítésére;
- RFA készülék (röntgenfluoreszcens analízátor) a minta elemzésére;
- szalagmérleg a betárolt anyagmennyiség folyamatos mérésére;
- számítógép, amely
 - = vezérli és ellenőrzi a mintavevő rendszert;
 - = vezérli az RFA készüléket;
 - = beolvassa a szalagmérleg-elektronikából a betárolt anyagmennyiség adatait;
 - = elvégzi a kapcsolódó berendezések (szállítási útvonalak) ellenőrzését;
 - = folyamatosan kiszámítja a betárolt anyag kémiai összetételét, és jelzést ad a bányára felé a művelés módosítására, ha az összetétel nem a kívánt minőségben alakul.

A szabályozás második fokozata a HCM-ben (Hejőcsaba) megvalósított rendszerhez hasonló felépítésű lesz, felhasználja az első fokozathoz szükséges RFA készüléket, mintaelőkészítést és a számítógépet is. A technológiai körülmények miatt ez a szabályozó fokozat csak a malomüzem rekonstrukciója után fogja a maximális teljesítőképességét elérni.

A már megvalósított, ill. kivitelezés alatt álló rendszerek tapasztalatainak felhasználásával, ill. különböző szabályozási elméletek gyakorlati alkalmazására alapozva, a SZIKKTI a PMMF-val közösen végzi egy on-line keverésszabályozó rendszer kidolgozását a BCM (Beremend) számára. A feladat megoldása 1978-ra várható.

A BME–SZIKKTI együttműködés keretében a Hejőcsabai Cementgyárban kísérletre került sor a többváltozós diszkrét idejű rendszerek minimális szórású irányítására kifejlesztett „önbeállító” szabályozási (MIM–MV–ST) algoritmus alkalmazására keverési folyamathoz. A kísérlet biztató eredménnyel járt, a módszert azonban még tökéletesíteni kell.

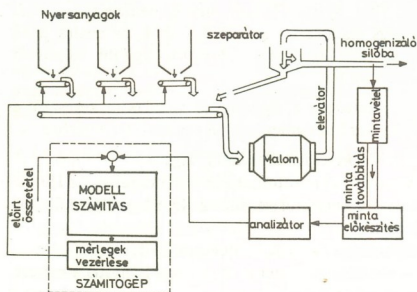
Klinker égetése és hűtése

Forgókemencék számítógépes irányítására Magyarország még nem folytattak kísérleteket. A VUSH Intézet (Építőanyagipari Kutató Intézet, Csehszlovákia, Brno) Cebinben felépített kísérleti üzemben, ill. a Mokrai Cementgyárban KGST együttműködés keretében folytatott folyamatidentifikációs kísérletsorozaton a SZIKKTI munkatársai rendszeresen részt vettek, az ott elért eredmények felhasználhatók a hazai kutatásoknál.

Számítógépes nyersanyagösszetétel-szabályozó rendszerek

A szabályozás sémája és elemei

A napjainkban általánosan elterjedt összetétel-szabályozás sémáját a 3. ábra mutatja. A rendszer elemei a következők:



3. ábra
A számítógépes nyersanyag-összetétel-szabályozás
vázlata

- a malom, mint szabályozott szakasz,
- a mintavevő-mintaelőkészítő-analizátor rendszer, mint érzékelő,
- a szabályozási algoritmust képviselő számítógép,
- az adagoló szalagmérlegek, mint végrehajtó és beavatkozó szervek, és a
- homogénizáló tároló.

Az előírt nyerslisztösszetételt a gyár vegyészé határozza meg. Az automatikus mintavevő-mintaelőkészítő-analizátor rendszer (a számítógép vezérlése mellett) folyamatosan szolgáltatja a keverék összetételére vonatkozó adatokat. A számítógép az előírt összetétel, a nyersanyagokra vonatkozó alapadatok, valamint az analízis eredményei alapján modellezést végez, meghatározza a következő szabályozási ciklusra vonatkozóan (egy-egy szabályozási ciklus, vagyis két mérlegállítás közti időtartam – a holtidőktől függően – 20–40 perc) a nyersanyagok keverési arányát, majd elvégzi a mérlegek állítását. A golyós malmokon végzett dinamikus vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a malom szabályozástechnikai szempontból egytárolós, holtidős tagként vehető figyelembe, 10–15 perces holtidővel, 25 perces időállanóval. (Mivel a különböző nyersanyagok őrlhetősége eltérő, a holtidőt a különböző nyersanyagokra minden konkrét megvalósított rendszernél egyedileg határozzák meg, mérés útján.)

A mintavevő-mintaelőkészítő-analizátor rendszert az analizátor típusa határozza meg.

A cementiparban alkalmazott analizátorok túlnyomórészt a röntgenfluoreszcencia elvén működnek (RFA készülékek). A röntgenfluoreszcencia-analízis alapelve a következő. Ha folytonos röntgensugárzásnak teszünk ki egy anyagot, az a komponenseire jellemző szekunder röntgensugarakat emittál. Ezeket a hullámhosszak szerint szelektálva és az egyes hullámhosszú sugarak intenzitását mérve, az azt kibocsátó elem koncentrációjára vonatkozó adathoz jutunk.

Az RFA készülékek két alapvető változata terjedt el a gyakorlatban, a folyamatos és a szakaszos működésű készülék.

A folyamatos működésű analizátornál a nyersliszt-áramból vett mintát folyamatosan őrlő malomban kellő finomságra őrlik, síma felületű szalagá préselik, és ezt vezetik keresztül az analizátoron. Az elemzés folyamatosan történik, óránként kb. 30 kg minta elemzésére van lehetőség. Ilyen működésű, DIANO XEG típusú készülék telepítésére kerül sor a Belpátfalvi Cementgyárban.

A szakaszos üzemű analizátoroknál a mintavevélés folyamatos. A vett mintát adott ideig gyűjtik, majd összekeverik és egy részét automatikus csőponta segítségével laboratóriumba továbbítják. Itt tovább őrlik, majd tablettát préselnek, vagy bóraxgyöngyöt olvasztanak, és ezt helyezik az analizátorba. Az elemzett mennyiség mérésenként néhány gramm. Ilyen működésű ARL 74 000 típusú készülék működik a Hejőcsabai Cementgyárban.

A folyamatos üzemű analizátorok előnye az automatikus, felügyelet nélküli működtetés. A minta felülete nem teszi lehetővé az elemzés pontosságának fokozását, az on-line szabályozás által támasztott követelményeket azonban a berendezés teljesíti. A nagyszámú elemzett minta a reprezentálóképességet lényegesen javítja, a folyamatos elemzés állandó tájékoztatást nyújt a keverék pillanatnyi összetételéről.

A szakaszos üzemű analizátorok a minta előkészítése és felépítésbeli sajátosságai következtében lényegesen pontosabbak a folyamatos üzeműeknél, azonban a minta reprezentálóképessége rosszabb. Kiszolgálásuk állandó kezelőszemélyzetet kíván, noha számítógépezérléses üzemmódban kezelésük igen egyszerű.

Az elemzéshez szükséges idő szabályozástechnikai szempontból tiszta holtidőt jelent, értéke az analizátor típusától függően 1–3 perc.

A mintavevő-előkészítő rendszer is tiszta holtidős szakasz, mely a nyersanyagoktól és az analizátor típusától függően 5–10 perc körüli holtidejű.

A számítógépnek a következő feladatokat kell ellátnia.

- vezérli a mintavevő-analizátor rendszert,
- ellenőrzi a malmok, mérlegek, silók üzemállapotát,
- modellszámítást végez a nyersanyagok szükséges keverési arányának meghatározására, beolvassa az ehhez szükséges folyamatparamétereket,
- beállítja az adagoló szalagmérlegek alapjelét,
- biztosítja a kezelő és a technológia kapcsolatát.

Az adagoló szalagmérlegekhez tartozó szállítószalag kihordja az anyagot a tárolóból, és a szalag alatt elhelyezett mérőhídon vezeti át. A súly érzékelése nyúlásmérő bélyeges erőmérő cellával, csaknem elmozdulásmentesen történik.

A módosított jellemző a „v” szalagsebesség, melyet a mérleg saját elektronikus szabályozója úgy változtat, hogy az időegység alatt leadott t/óra anyagmennyiség mindenkor megfeleljen az előírt értéknek (g.v = állandó legyen).

Az adagoló szalagmérlegek alapjelét számítógépes szabályozás esetén általában kettős motorpotencióméterrel állítják be. Az egyik potencióméter szolgáltatja a mérleg alapjelét, a másik visszajelzést ad a számítógép felé a beállításról. A potencióméterek állítása a motor megfelelő kapcsára adott impulzusfeszültséggel történhet. A teljes körülfordulási idő a típustól függően kb. 1 perc.

A Hejőcsabai Cementgyár (HCM) alkalmazott rendszer felépítése

A Hejőcsabai Cementgyárban két azonos teljesítményű gyártóvonal működik.

A malmok (Polysius AG) max. 240 tonna/óra teljesítményű körfolyamórlésű golyómalomok.

Az adagoló szalagmérlegek (Schenck) a három nyersanyagra, méskőre 0–250 t/óra

agyagra 0–100 t/óra

piritre 0–10 t/óra teljesítményűek.

A homogenizáló tárolók 2 x 12 órás készlet befogadására alkalmasak.

A számítógép-hardware kialakításánál lényeges szempont volt a lehetséges minimális hardware ár elérése, így csak a feladat ellátásához elengedhetetlenül szükséges perifériák kerültek beépítésre. (Több feladatot software úton oldottak meg a minimális hardware biztosítása érdekében, ami a pontosság csökkenését, és a gép leterhelését idézi elő. A rendszer bővítése, más feladatok megoldása jelenleg megoldhatatlannak tűnik.)

Operátor-írógép szolgál a

- különbözők analízis jegyzőkönyvek nyomtatására,
- hibáüzenetek nyomtatására,
- operátor-kommunikáció lebonyolítására,
- lyukszalagok lyukasztására – beolvasására.

Kazettás magnetofon teszi lehetővé a program gyors betöltését, ami a félévezető memória miatt szükséges (áramkimaradás esetén a memória tartalma megsemmisül). Az operatív tár kapacitása 20 K szó.

Az IBM System/7 saját analóg bemeneti egységét magas ára miatt nem alkalmazták, az analóg jelek fogadására egy mérőpontváltós digitális voltmérőt építettek be.

A számítógép a digitális I/O vonalakon keresztül a következő berendezésekkel van összekötöttesben:

– *RFA készülék illesztő egysége*

A számítógép automatikus üzemmódban az I/O vonalakon keresztül vezérli az RFA készülék működését:

- beállítja az RFA működésmódját,
- elindítja és sorrendi vezérléssel irányítja a mérést,
- a mérés befejezése után csatornánként kiolvassa a BCD kódban rendelkezésre álló mérési eredményeket.

– *Digitális voltmérő*

Az adagoló szalagmérlegek ellenőrző jelét (0–20 mA) és a motorpotencióméterek visszajelző potencióméteréről nyert és átalakított jelet (0–20 mA) a digitális voltmérő A/D konvertere BCD kódú digitális jelle alakítja át, melyek a számítógép bemenetére kerülnek. Az analóg vonalak kiváltsága a mérőpontváltó címzésével, az output (DO) vonalakon keresztül történik.

– *Adagoló mérlegek beállítása*

Az adagoló szalagmérlegek alapjelbeállító motoros potenciómétereit a DO vonalakon keresztül kiadott, adott hosszúságú (software-ütemezővel képzett) impulzusok állítják.

– *Csőposta-rendszer*

Automatikus üzemmódban a minta lehívása a számítógép által kiadott START impulzussal történik.

– *Állapotinformációk*

A technológiai berendezések üzemállapotának ellenőrzését a relétérben elhelyezett megfelelő kontaktusok állapotának érzékelésével végzi el a számítógép (malmok, mérlegek, silók működésének ellenőrzésére).

A szabályozási modell a silóintegrációra épül. A szabályozási ciklusidő (két beavatkozás közötti időtartam) 30 perc, megfelel a rendszer holtidejének. Egy teljes szabályozási periódus időtartama, a homogenizáló siló kapacitásának megfelelően 12 óra.

A silóintegráció alapján a nyersanyagok keverési arányát minden szabályozási ciklusra úgy kell meghatározni, hogy a tárolóban már bent lévő nyersliszt összetételében az előírt értéktől való eltérést a következő ciklusban betárolt nyerslisztmennyiség korrigálja.

A nyersanyagok összetételére vonatkozó alapadatok a program a tényleges mért értékeknek megfelelően korrigálja egy-egy szabályozási periódus (silótöltési perióduson) belül, a szabályozási program azonban minden esetben az eredeti alapadatokkal indul. Ez a siló töltésének kezdeti szakaszában az egyes rétegek között komoly összetételbeli ingadozást eredményezhet, amit a homogenizálás sem tud teljesen kiküszöbölni.

A *Programrendszer* messzenemően alkalmazkodik az IBM System/7 adottságaihoz.

- Maximális mértékben felhasználja az IBM System/7 szubrutin könyvtárát. Ennek segítségével kialakított operátor-kommunikációs programrészt lehetőséget nyújt
 - = tetszőleges tárolóhely tartalmának megváltoztatására vagy kinyomtatására,
 - = közös adatszöveg tartalmának kinyomtatására, lyukasztására vagy módosítására,
 - = a rendszer leállítására és újraindítására,
 - = pontos idő lekérdezésére és beadására,
 - = naplózás indítására,
 - = az RFA készülék kezelésére a szabályozáson kívüli feladatok esetére (minta azonosítás).
- Mivel az IBM System/7 memóriája törlődik áramkimaradás esetén, a gyors programvisszatöltést a kazettás magnóról és a programállandók betöltését lyukszalagról biztosítja.
- Több olyan feladatot is ellát, amely más rendszereknél hardware úton megoldott.
 - = A homogenizáló silóba betárolt anyagmennyiség számításához a 20 másodpercenként beolvasott mérleg-pillanatértékeket digitálisan szűrik, majd 6 érték átlagát képezik. Az így 2 percenként előállított átlagérték adja meg az adott időtartam alatt áthaladó anyagmennyiséget. (Hardware úton a feladat számálló bemenettel oldható meg.)
 - = Az impulzusszélesség jeleket program segítségével állítják be (hardware úton a feladat bitpáros kimeneti periféria alkalmazásával egyszerűbben oldható meg.)
 - = Nem alkalmaz megszakításjeleket, hanem úgynevezett eseményfigyelő programmal ellenőrzi az egyes input vonalokon érkező állapotváltozás-információkat. Amennyiben a kívánt esemény adott időtartamig nem következik be, hibajelzést ad ki a program.

A Belpátfalvai Cementgyárban (BAC) telepítés alatt álló rendszer felépítése

A Belpátfalvai Cementgyárban két azonos teljesítményű gyártóvonal kerül üzembe, melyben a

- nyersmalmok (KHD) 170 tonna/óra, az
- adagoló szalagmérlegek (Schienck)

mészko-agyag keverékre	0–200 t/óra,
korrekciós mészko	0–80/40 t/óra,
piritre	0–10 t/óra

 teljesítményűek;
- a homogenizáló tárolók 2 x 10 órás készlet befogadására alkalmasak.

A *számítógép-hardware* kialakításánál a következő szempontok érvényesültek:

- A CEMÜ és a KHD igényeinek mindenben eleget tevő konfiguráció kerüljön kialakításra,
- a teljes hardware szállítást a VIDEOTON végezte,
- a rendszer megbízhatóan működjön,
- rendelkezzen megfelelő tartalékokkal a feladat kidolgozása közben esetleg felmerülő igények kielégítésére,
- tegye lehetővé a hazai fejlesztésű PCM monitor alkalmazását (későbbi bővítési lehetőségek biztosítására),
- legyen egyszerűen bővíthető a későbbiek során.

Az R10 számítógép központi egysége 24 K szó operatív tárolóval rendelkezik, perifériális egysége között többek között lyukszalagállomás, fixfejes mágneslemez (800 kbyte), mátrix-nyomtató és különböző folyamatirányítási perifériák találhatók.

A technológiai folyamat és a számítógép-rendszer összekapcsolását könnyíti meg az ún. vizsgáló és rendező szekrény, amelynek funkciói a következők:

- a számítógép folyamatirányítási perifériáinak kimeneti csatlakozó kábeli a rendező szekrény megfelelő fogadó kártyáira csatlakoznak. A fogadó kártyák áramkörti kialakítása olyan, hogy kapcsolók segítségével minden egyes bit vagy vonal leválasztható a technológiai oldalról (számítógépteszteléshez)
- rendezi a technológia felé elmenő kábeleket a hátoldali huzalozás segítségével,
- a fogadó kártyák elvégzik a potenciálfüggetlen leválasztást,
- +24 Voltos tápegységei révén lehetővé teszi az ipari kontaktusjelek érzékelését,
- fénydiódás kijelzéssel ellenőrizhető a technológiai kontaktusok, ill. a számítógép által kiadott jelek állapota,

- lezáró ellenállásokkal átalakítja az analóg áramjeleket,
- az analóg bemenet vonalak kapcsolóval rákapcsolhatók egy digitális voltmérőre ellenőrzés céljából,
- watch-dog áramkör ellenőrzi a számítógép működését.

A *software rendszer* a VIDEOTON által szállított alapsoftware felhasználásával készült. A szabályozási modell nem alkalmazza a silóintegrációt, az adaptív szabályozási elvek alkalmazásával 4–6 beavatkozási lépés után elérhető a kívánt nyersliszt összetétel. A folyamatos RFA alkalmazásával az elemzési értékek minden percben rendelkezésre állnak az adaptív modellhez. A nyerslisztbeállító rendszer ellenőrzése és alapadatok beadására szolgáló pult alkalmazásával kiküszöbölték az operátor párbeszéd szükségességét, a számítógép-rendszer felügyelet nélkül működtethető.

Hazai eredmények és további feladatok

A hazai cementiparban alkalmazott, ill. telepítés és fejlesztés alatt álló számítógépes rendszerek ezt az iparágat az elsők közé emelik. Ez azonban nem adhat okot optimizmusra, hiszen a technológiai folyamatok számítógépes irányítása Magyarországon kezdeti stádiumban van. 1976-ban az összes számítógéppórának csak 3%-át használták fel nálunk ilyen célra.

Reálisabb képet nyerhetünk, ha eredményeinket a nemzetközi összehasonlítás tükrében vizsgáljuk, figyelembe véve adottságainkat, a közeljövő igényeit.

Több szocialista országban nagy kutatóintézetek foglalkoznak e témakörrel, lényegesen nagyobb anyagi és szellemi erőforrást koncentráva a feladat megoldására, mint Magyarországon. A cementipari berendezéseket gyártó országokban a kérdés élelében jelentkezik a piacképességük megtartása érdekében, mint az ilyen berendezéseket jelenleg nem gyártó Magyarországon.

Ez a nagyobb ráfordítás azonban eddig nem mutatkozott a gyakorlatban bevezetett, bevált rendszerekben, kidolgozott eljárásokban. Az eredmények hiánya valószínűleg a kemencemodell kidolgozásának nehézségeiben, a műszerezési problémákban, és nem utolsósorban abba kereshető, hogy a szocialista piacon eddig még nem kapható megfelelő hardware-software ellátottságú, kellő referenciákkal rendelkező, megbízható működésű, elfogadható áru miniszámítógép. Így a számítógépes irányítás hőskorához hasonlóan nagyon sok erőt lekötnék azok a feladatok (hardware-illesztések, műszerezés, software-fejlesztés), melyek lényegében nem tekinthetők a rend-

szervezők feladatának. A cementipar szakemberei nem szívesen járulnak hozzá, hogy kellő garanciák nélküli rendszereket építsenek be a cementgyárakba és tőkés import berendezések telepítését szorgalmazzák.

A fejlett tőkés országokban az elektronikai ipar legerősebb termékeire támaszkodva, a nagy számítógép- és műszergyártó cégek az egyes iparágak – köztük a cementipar – igényeinek megfelelően kifejlesztett hardware-software rendszereket ajánlanak. Még ilyen körülmények között is csak az utóbbi időben vált a számítógépes irányítás gazdaságossá a cementiparban.

A fejlett tőkés országokkal való összehasonlításkor nem sok értelme lenne. A meglévő nagy különbséget elsősorban a számítástechnikai és az automatizálási eszközyártó iparban meglévő különbségek határozzák meg. Számunkra igen lényeges, hogy az elmúlt csaknem húsz év tapasztalatait, megfelelően értékeljük, és meghatározzuk azokat a módszereket, eljárásokat, melyeket a hazai körülmények között legeredményesebben alkalmazhatunk.

A szocialista országok között lényegében előkelő helyen állunk. Ebben fontos szerepe van a hazai számítástechnikai és műszeripari bázison kívül a viszonylag kis létszámú, de az iparág támogatását is élvező fejlesztő gárdának.

Magyarországon a közeli jövőben komoly feladatokat kell megoldani a cementgyárak számítógépes irányításának továbbfejlesztésében. A következő években várható a DCM (Vác) teljes rekonstrukciója, a BCM (Beregend) automatizálásának továbbfejlesztése, majd a HCM (Hejőcsaba) és BAC (Bélapátfalva) számítógépes rendszerének bővítése. Várható egy új cementgyár építése is.

E feladatok megoldásához komoly segítséget vár a cementipar a hazai számítógégyártóktól, különösen a mikroprocesszoros rendszerek, osztott számítógéphálózatok kifejlesztésében, gyors gyártásbavitelében és elfogadható áron történő forgalmazásában. Természetesen a megfelelő software-rendszerek kialakítása is előfeltétele az előrehaladásnak.

Mint azt a cikk más részében már említettük, a számítógépes mozgó laboratórium felhasználásával – a hazai kutatóhelyek bevonásával – a Beremendi Cementgyárban kísérletsorozat folyik a cementgyártás számítógépes folyamatszabályozásának témakörében. E kísérletsorozat feladatait úgy határoztuk meg, hogy illeszkedjenek az előbb vázolt iparági feladatokhoz, elősegítsék azok megoldását. A kísérletsorozathoz szeretnénk megnyerni a hazai számítógégyártó cégek támogatását is, hogy fejlesztési irányukat a gyakorlatban felmerülő problémákhoz illesszék.

Ismerje meg az



MMG AUTOMATIKA MŰVEK

új automatikáit!

FŐBB GYÁRTMÁNYAINK

Irányítástechnikai és telemechanikai rendszerek

- távvezetéken áramló nyersolaj, benzin és földgáz mennyiségének nagy pontosságú (korrigált) mérésére
- gázátadó és csomóponti állomásokhoz
- tartályparkokban tárolt anyagok térfogatának méréséhez;

Villamos automatika műszerek és szabályozók

- nyomás, nyomáskülönbség, hőmérséklet, szint, határszint, stb. mérésére és szabályozására; robbanásveszélyes helyekre is.

BJK biztonságtechnikai jelzőközpontok

- gáz- és robbanásveszély, betörés, üvegkár stb. jelzésére.

Kérjen prospektust! Szaktanácsadással is bármikor szíves rendelkezésére áll a Kereskedelmi Főosztály.



MMG AUTOMATIKA MŰVEK

Budapest III., Szépvölgyi út 41

☒ H-1300 Budapest Pf. 59

☎ 886-340 ☒ 22-4444

Riasztható raktározási rendszerek

Dr. VÁRLAKI PÉTER
(BME)

A jelenlegi és a hagyományos raktározási tevékenységeknek megfelelően a tárolás funkciója általában kettős volt; egyrészt a fogyasztás és termelés (beszerzés) időbeni fáziseltolódásainak kiegyenlítése (normális funkció), illetve felkészülés az előre látható és időben ritkán és véletlen adódó vészhelyzetek jelentkezésére (különleges funkció). A közölt eljárást a rendszer tervezésekor, valamint a riasztható raktárak folyamatos és adaptív rendszerfejlesztését biztosító számítógépes irányítási rendszer kialakításánál előnyösen lehet hasznosítani.

ETO : 658 78

„Riasztható”-nak nevezzük azt a raktározási rendszert, amelyben a működés időben két jól megkülönböztethető szakaszra osztható. A nyugalmi szakaszban a raktár működése lényegében megegyező az általános értelemben vett raktározási rendszer – szokásos feltételek melletti – működésével. Ezt az állapotot a riasztható raktározási rendszer *normális működési állapotának* nevezzük.

Ettől eltérő másik működési szakaszban a raktár viselkedését – annak feladatától függően – különböző rendkívüli helyzetek jellemzik, amelyeket összefoglalóan a rendszer *különleges működési állapotának* nevezzük.

E működési állapot esetén általában igen szigorúak az elvárásaink a raktározási rendszer működésével¹ szemben, azaz megkívánjuk a különleges működési állapotra az előírt igénysorozatok lehető legpontosabb teljesítését. Ennek megfelelően a rendszer viselkedésének leírásában elsődleges szerephez jut annak meghatározása, hogy a rendszer milyen pontossággal képes a meghatározott cél teljesítésére, azaz az előre meghatározott – különböző rendkívüli jellegű situációkhoz tartozó – igénysorozatok ki-
elégítésére.

¹ A rendszer viselkedése (működése) nyilvánvalóan sztochasztikus jellegű, mivel egyrészt a különleges működési állapot kezdeti időpontja bizonytalan, így a készletszint, illetve a raktári kiszolgálási rendszer átbecsítő képessége is valószínűségi változóként jelentkezik.

A riasztható raktározási rendszerek normális működési állapotának vizsgálatát a rendszerviselkedés értékelésére alkalmas sztochasztikus modellek segítségével végezhetjük el. A különleges működési állapotbeli viselkedést a sztochasztikus automaták elméletét felhasználva modellezhetjük.

A sztochasztikus modell és algoritmus segítségével a raktár alapvető rendszerparamétereinek (befogadóképesség, a kiszolgálási rendszer kapacitása, készlet-szabályozási stratégia stb.) becslésére témaszkodva lehetővé válik a rendkívüli helyzetekben is üzemelő raktározási rendszerek viselkedésének értékelése. A közölt eljárást a rendszer tervezésekor, valamint a riasztható raktárak folyamatos és adaptív rendszerfejlesztését biztosító számítógépes irányítási rendszer kialakításánál előnyösen hasznosíthatjuk.

A riasztható raktározási rendszerek általános jellemzése

A raktározási rendszer, mint komplex ember-gép rendszer viselkedésének fogalmát és jellemzőit, valamint a modellezés alapvető problémáit is több közleményben [5, 6] részletesen tárgyaltuk. Ezért most csak a riasztható raktározási rendszerek eltérő sajátosságainak ismertetésére szorítokunk.

A különleges működési állapotban a riasztható raktározási rendszert egy előírt és általában előre meghatározott (kiszállítási) igény (utasítás)-sorozat vezérli. Az utasítássorozat egy eleme időütemenként egyértelműen rögzíti a kiszállítandó ármennyiség nagyságát valamilyen áruegységben kifejezve.

A különleges működési állapot a raktár feladatától és a különleges situáció jellegétől függően sokféle gyakorlati helyzetet jelenthet. Például ilyen helyzetek következnek be:

- különleges megrendelésekre, pontos szállításokat elváró igényekre, valamint exportra dolgozó stb. raktárakban az időben és mennyiségben megha-

tározott (előre becsülhető), de bizonytalan időben jelentkező igénysorozatok esetén;

- gyógyszerraktárakban nagy járványok fellépésekor;
- élelmiszert és alapvető szükségleti cikkeket tároló, valamint alapanyagraktárakban (pl. gabonasi-ló, építőanyagtároló stb.), a számításba vehető, de váratlan időpontban jelentkező természeti csapások (árvíz, éhínség stb.) idején;
- tartalékvíz-tározókban aszály, vízhiány esetén;
- a termelési rendszerek raktáraiban a termelésben előre tervezhető, de véletlen időpontokban jelentkező, ún. vis maior helyzetek alkalmából;
- különleges piaci helyzetekben, valamint sajátos időjárású és agrárviszonyok esetén kereskedelmi, illetve mezőgazdasági raktárakban is;
- különféle energiahordozókat (olaj, szén, stb.) tároló rendszerekben súlyos energiaellátási zavarok alkalmával;
- sajátos alkatrésztárakban alapvető szolgáltatás (pl. áramellátást stb.) nyújtó rendszerek komoly zavarai esetén;
- katonai célokt szolgáló raktározási rendszerekben, ahol a különleges működési állapot többféle valóságos katonai helyzetet jelenthet, így pl. különböző típusú hadgyakorlatokat, mozgósítási gyakorlatokat és tényleges mozgósításokat; különböző szintű harci készenléti állapotokat és általában egyéb katonailag minősített vészhelyzete-
ket.

A riasztható raktározási rendszerek fenti típusait alapvetően az jellemzi, hogy az előre számításba vehető, de véletlen időpontban bekövetkező különleges állapotra (ismert az időben és mennyiségben) időutemenként kiszolgálható igény-sorozat. Ezt pl. katonai raktárak esetén úgy képzelhetjük el, hogy különböző típusú helyzetektől függő igény (parancs)-sorozatok előre rendelkezésünkre állnak (pl. egy megfelelő kóddal ellátott lezárt boríték² tartalmazza az igény-parancs sorozatot).

A vészhelyzet, a különleges állapot megszűnése után a raktározási rendszer újra normális működési állapotába kerül vissza. A riasztható raktározási rendszerekkel szemben azt a követelményt támasztjuk, hogy a normális működési állapotban a raktárakkal szembeni szokásos elvárásoknak feleljen meg, a különleges működési állapotban pedig – egy előír-

megbízhatósággal – kielégítse a különleges helyzetnek megfelelő igény-sorozatot.

A riasztható raktározási rendszer így bevezetett fogalma általánosabb a raktár szokásos értelemben vett fogalmánál. A riasztható raktározási rendszer normális működési állapota ugyanis megfelel az általános értelemben vett raktárak működésének, tehát az utóbbi a riasztható raktárak speciális (határ-)esetének tekinthető. (A riasztható raktározási rendszer másik határesetének a csak különleges működési állapottal rendelkező – például sajátos katonai – raktár felel meg.)

Alkalmazási lehetőségek

A jelenlegi hazai raktározási gyakorlatban (a különleges, pl. katonai stb. raktáraktól eltekintve) gyakori feladat a nagy szolgáltató vállalatok működésével kapcsolatos anyagi károk, ellátási kiesések és egyéb zavarok gyors, megfelelően biztonságos elhárítása.

A különböző szolgáltató vállalatok (pl. Elektromos-művek, Gázművek, Vízművek, Posta stb.) központi riasztható raktárai az előre látható, de véletlen időpontokban bekövetkező riadó jellegű munkák, feladatok (pl. trafó-tűz, csőtörés stb.) számára biztosítják – azoknak jellegétől és a zavar mértékétől függően – az elhárításhoz szükséges eszköz és anyagszükségletet. Ezt előre elkészített, egységgrakományokban, megfelelő mennyiségben a tárolótér célszerűen megválasztott helyén (a gyors kiszolgálás biztosítására) tárolják.

Automatizált riasztható raktárak számítógépes irányításában a különböző riadó munkához szükséges egységcsomagok kiszolgálásának optimalizálására – általában heurisztikus – algoritmusok alakíthatók ki.

Nagy raktárak és összetett riasztási feladatok esetén a teljes rakározási rendszer „kiszolgálási képessége” becslésének, modellezésének elvégzése a nagyfokú megbízhatóság igénye miatt ajánlatos.

A riasztható raktározási rendszerek fogalma tovább általánosítható. Beszélhetünk ugyanis önriasztási képességgel rendelkező riasztható raktározási rendszerekről is. Ezek a külső riadó feladatokhoz szükséges eszköz és anyagellátás mellett, saját zavarai (pl. raktártűz) esetén is képesek működésük megváltoztatására, a zavarból keletkező károk csökkentésére, illetve a veszteségek minimalizálására.

Különösen érdekes példa erre egy NSZK-beli nagy számítógép gyártó konszern automatizált raktári-rendszere. Ebben a komplex, önriasztásra is képes riasztható raktár-rendszerben a számítógépes irányítás rendelkezik olyan optimális kiszolgálást nyújtó algoritmusokkal, amelyek tűz keletke-

² A katonai raktár akkor kerül különleges működési állapotba, ha az említett boríték „felbontására”, így közvetve az igény-sorozat teljesítésére parancs érkezik a raktárhoz.

zése esetén biztosítják a kárósszeg minimalizálását. A számítógépes programrendszer ezt úgy éri el, hogy a speciális érzelékek által jelzett tűzgóok, illetve tűz terjedési irányok, valamint a konkrét árukiszállítási lehetőségek figyelembevételével meghatározza a különböző értékösszegű áruajták kiszállítási sorrendjét, mennyiségét, stb.

Az adódott tapasztalatok alapján a tárolandó készletek, kiszolgálási algoritmusok stb. megfelelő korrekcióját a riasztható raktározási rendszerek „tanulási” folyamatának kell biztosítania. A nagy automatizált raktárak ilyen bonyolult feladatokat ellátó irányítási rendszere más szinte „mesterséges intelligenciaként” kezelhető.

A rendszer viselkedésének és vizsgálatának sajátosságai

A riasztható raktározási rendszer viselkedését modellelve, sajátosságai elsősorban a különleges működési állapot és az egyes működési állapotok közötti átmenetek jellegzetességeiben mutatkoznak meg. Amennyiben a raktár normális állapotban kezd funkcionálni, a raktári kezdőkészlet eloszlásából kiindulva, az általános értelemben vett raktározási rendszerek viselkedésének sztochasztikus modellje [5, 6] alapján időütemenként a rendszer viselkedését figyelemmel kísérhetjük. A különleges működési állapot leírását úgy végezhetjük el, hogy az adott átmeneti időütembeni készlet szint eloszlását a különleges állapotbeli működés kezdeti készlet szint eloszlásának tekintjük.

A két jól elkülönülő működési szakasz mellett létezhet még egy átmeneti működési szakasz (ezt előkészületi vagy feltöltési működési állapotnak nevezhetnénk), amelyben már ismeretes, hogy a különleges állapot bekövetkezik; ekkor a rendszer a készlet szint növelésével és az igények kiszolgálásának korlátozásával valamilyen készletezési, illetve kiszolgálási stratégia alapján mintegy előkészül a különleges működési állapotra.

A rendszer permanens állapotának vizsgálata esetén feltételezzük, hogy a raktározási rendszer működésének megindulása óta elegendő hosszú idő telt el. Ez azt jelenti, hogy ebben az esetben a rendszer viselkedésének vizsgálatát úgy közelíthetjük meg, hogy a rendszer működést – a rendkívüli helyzetben – a raktár normális működésének permanens állapotára határozzuk meg. A készlet szint így meghatározott – a raktár normális működésére vonatkozó – határeloszlása jelenti a készlet nagyság induló eloszlását a különleges működési állapotban.

A rendszer viselkedésével kapcsolatos sajátosságot jelenthet, hogy a készlet szabályozási stratégia para-

méterei a riasztható raktározási rendszereknél a működési állapottól függően különbözőek lehetnek. A rendszer viselkedésének modellezését tovább finomíthatjuk „emlékezzettel” rendelkező modellek figyelembevételével különböző kiszolgálási stratégiák beépítésével, közös kapacitású kiszolgálási rendszer alapján stb. [5, 6].

A rendszerek viselkedését leíró sztochasztikus modell

A riasztható raktározási rendszermodell jellegzetességeit a következőkben foglalhatjuk össze:

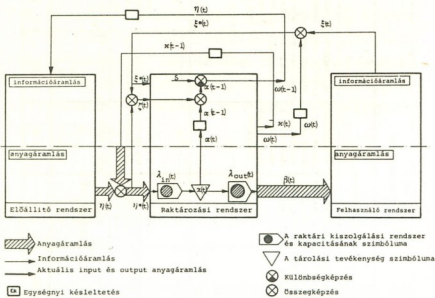
- a rendszer viselkedését az idő függvényében diszkrét időütemben vizsgáljuk.
- A rendszerhez a normális működési állapotban a készlet szabályozási stratégia által megadott időben és mennyiségben szállítás érkezik az előállító rendszer felől. (A szállítás hiányát zérus szállított anyagmennyiséggel vesszük figyelembe.)
- A rendszer a készletezési stratégia szerint az időütem elején adott készlet szint alapján adja fel a rendelést, amelyet az előállító rendszer az időütem végéig bezsállít³.
- A normális működési állapotban a felhasználatos raktárról minden időütemben igény (megrendelés) érkezik. A rendelés hiányát zérus igényelt anyagmennyiséggel vesszük figyelembe.
- A különleges működési állapotban a rendszer az előírt és előre meghatározott igény sorozatoknak megfelelően minden időütemben az előírt igény nagyság kielégítésére törekszik.
- Feltételezzük, hogy a raktározási rendszer képességeihez mérten (azaz, ha ezt a készlet szint és a raktár kapacitás lehetővé teszi) először betárolja a beszállításkor érkezett árumennyiséget és ezután a lehetőségeihez képest az időütem végéig kielégíti az adott időegységre vonatkozó összegényt, azaz az adott időütemben érkezett aktuális igény és az előző időütemhez tartozó várakozó igények összegét (e feltételnek a kielégítése az időütem megfelelő megválasztásával elérhető).
- A raktározási rendszer nem küld ki többet a ren-

³ A problémát vizsgálhatjuk a valóságos folyamatokat jobban közelítő ún. „intervallumszerű” szállítás esetén is [2]. További jelentős és igen érdekes „modellbővítési” lehetőséget jelentene az előállító és beszállítási rendszer az anyagok kibocsátását, illetve áramlását korlátozó kapacitása – statisztikai jellemzőinek figyelembevételével. Így nagy, összetett folyamatrendszereket átfogó komplex logisztikai (áruelosztási, katonai esetben hadtáp) modellek megszerkesztésére nyílhatna lehetőség.

Az i -edik igény sorozat teljesítésének valószínűsége előírt szintet p_i -vel

$$0 < p_i \leq 1 \quad i = 1, 2 \dots n$$

fogjuk jelölni.



1. ábra
Rendszerparaméterek és modellvázlat

A raktározási rendszer fentiekben bevezetett paramétereit és azok jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. A rendszerparamétereket a raktár működését illusztráló 1. ábrán is feltüntettük.

2. táblázat

A rendszerviselkedés értékelésére szolgáló néhány jellemző és mutatószám

Megnevezés	Jelölés	Összefüggés
Az igénykiszolgálással kapcsolatos funkcionális megbízhatóság	$FM_{out} i$	$\frac{E\{g_i(t)\}}{E\{p_i(t)\}} \cdot \frac{E\{h_i(t)\}}{E\{c_i(t)\}}$
Betárolással kapcsolatos funkcionális megbízhatóság	$FM_{in} i$	$\frac{E\{g_i(t)\}E\{h_i(t)\}}{E\{p_i(t)\}} \cdot \frac{E\{c_i(t)\}}{E\{r_i(t)\}}$
Raktárkapacitás kihasználási mutatója	$R_k(t)$	$\frac{E\{c_k(t)\}}{C}$
"túlszordult" anyagmennyiség várható értéke /kapacitás következtében/	$ER(t)$	$\sum_{i=0}^C \frac{C-i}{C} p_i(t) \cdot \frac{E\{g_i(t)\}}{C} \cdot \frac{E\{h_i(t)\}}{C}$
Sztochasztikus rendszer megbízhatósági függvény	$R_s(x, \lambda)$	$Q^T M(x) Q$
Az igények és kiszolgálások időbeni kapcsolatának szoroságát /a raktárkiszolgálás "sztochasztikus" fokát/ mutató normalizált /kereszt/ /diszperziós függvény/ [9]		$\frac{E\{g_i(t)\}E\{h_i(t)\}}{E\{p_i(t)\}} \cdot \frac{E\{c_i(t)\}}{E\{r_i(t)\}} \cdot \frac{E\{g_i(t)\}E\{h_i(t)\}}{E\{p_i(t)\}} \cdot \frac{E\{c_i(t)\}}{E\{r_i(t)\}}$

Az Összefüggésben a $Q^T R(0) Q$ feltételes valószínűségekből /mely annak a valószínűsége, hogy a $\{1, T\}$ -edik időtűbenemben a kiszolgált anyagmennyiség, feltéve, hogy az igény a t -edik időtűbenemben /volt/, valószínűségeloszlás-vektort az alábbi összefüggésből számíthatjuk /további jelöléseket az 1. táblázatban közöljük/:

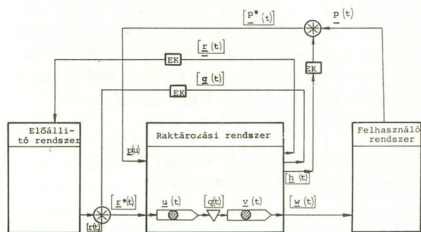
$$M^{-1}(t) = \frac{1}{C} M^{-1}(t-1) M(t-1) \cdot M^{-1}(t-1) N(t-1), \text{ ahol}$$

$$M(t) = \frac{1}{C} M(t-1) M(t-1), \text{ illetve } N(t) = \frac{1}{C} M(t-1) N(t-1)$$

A rendszer viselkedése a normális működési állapotban

A riasztható raktározási rendszer viselkedése a normális működési állapotban lényegében megegyezik az általános értelemben vett raktározási rendszer működésével (viselkedésével). Ezért felhasználhatjuk a rendszer leírására és értékelésére – a normális működési állapotban – az [5, 6]-ban részletesen tárgyalt, sztochasztikus modelleket.

A rendszerviselkedés értelmezésére, valamint az [5, 6]-ban megadott modellek illusztrálására bemutatjuk a 2. ábrán látható modellvázlatot, az adott és számított rendszerparaméterek valószínűségeloszlásvektorainak feltűntetésével. A rendszerparamétereket az 1. táblázatban és 1. ábrán értelmeztük. Néhány, a rendszerviselkedést értékelő paramétert a 2. táblázatban mutatunk be.



- egysegnyi késleltetés
- a raktári kiszolgálási rendszer és kapacitásának szimbóluma
- tárolási művelet szimbóluma
- konvolúcióképzés
- számított valószínűségeloszlások

2. ábra

A rendszerviselkedés modellvázlata, a normális működési állapotban az adott és a számított valószínűségeloszlásvektorok feltűntetésével

A rendszer viselkedése a különleges működési állapotban

A rendszerviselkedés leírása a raktározási rendszernek megfelelő sztochasztikus automata állapot- és output-függvényeivel

A raktározási rendszer viselkedését a különleges működési állapotban egy sztochasztikus automata állapot- és output-függvényeinek segítségével jellemezhetjük.

A rendszernek megfelelő sztochasztikus automatát az

$$R_{SA} = [\alpha, \xi, \beta, q_0, F, G] \quad (1)$$

matematikai rendszerrel adjuk meg, ahol

$q_0 = q_0, q_1 \dots q_1$ — a sztochasztikus automata induló állapoteloszlását jelöli, azaz a különleges működési állapotbeli induló készlet valószínűségeloszlását, vagyis a rendszer permanens vizsgálata esetén a készlet-szint határeloszlását a normális működési állapotban

$\xi = x_0, x_1, \dots, x_c$ — az automata bemenő jeleinek halmazát jelöli, vagyis az igény-sorozat elemei között előforduló igény nagyságok halmazát

$\beta = y_0, y_1, \dots, y_c$ — a kimenő jelek halmazát adja meg, vagyis az előírt igény-sorozatokhoz tartozó kielégített igények áruegységben megadott nagyságának halmazát

$\alpha = a_0, a_1, \dots, a_c$ — az automata lehetséges állapotainak halmazát jelöli, amely az áruegységben kifejezett készlet-szint lehetséges értékeinek felel meg

$F = F(a_i, | a_i, x_l)$ — a sztochasztikus automata átmeneti függvénye, azaz annak feltételes valószínűsége, hogy az automata a_i állapot és x_l bemenőjelet esetén a következő idő-ütemben a_j állapotba kerül; azaz megfelel annak a feltételes valószínűségrendszernek, hogy i készlet-szint és l igény nagysága esetén, a készlet-szint j -re változik a következő időegységre

$G = G(y_s | a_i, x_l)$ — a sztochasztikus automata kimeneti függvényét jelöli, amely annak feltételes valószínűsége, hogy az automata a_i állapot és x_l bemenőjelet esetén ugyanabban az időütemben y_s kimenőjelet ad ki, vagy másképpen fogalmazva, azt a feltételes valószínűségrendszert adja meg, hogy amennyiben a készlet-szint i és az igény nagyság l az adott idő-ütemben, akkor ugyanebben az időütemben kielégített igények nagysága (kiszállított anyag-mennyiség) s lesz.

A sztochasztikus automata F és G függvényei — az előbbiekben leírt értelmezésük alapján — egyszerűen származtatathatók az $[5, 6]$ -ban megadott összefüggésekkel.

$$F(a_j | a_i, x_l) = m_{ij}(l) \quad (2)$$

$$G(y_s | a_i, x_l) = n_{ij}(l) \quad (3)$$

A fenti összefüggésben $m_{ij}(l)$ annak a feltételes valószínűsége, hogy ha l az igény, akkor a rendszer készlet-szintje egy időegységben „ i ”-ről „ j ”-re változik, illetve $n_{ij}(l)$ annak a

feltételes valószínűsége, hogy egy adott időegységben „ i ” mennyiségű anyagot bocsát ki a rendszer, ha „ j ” a készlet-szint, és „ l ” mennyiségű anyag kiszolgálásra érkezik igény a felhasználó rendszertől.

Az $m_{ij}(l)$, illetve $n_{ij}(l)$ feltételes valószínűségeket rögzített C raktárkapacitás érték esetén egy-egy $(C+1) \times (C+1)$ dimenziójú $M(l)$, illetve $N(l)$ sztochasztikus mátrixot határoznak meg.

A készletváltozásra jellemző $M(l)$ átmenet-valószínűség-mátrix egy a fentiekben értelmezett $m_{ij}(l)$ elemét az alábbi összefüggéssel határozhatjuk meg:⁴

$$m_{ij}(l) = \begin{cases} \sum_{z=0}^{\infty} v_z(t) \cdot d(i,j|z) \cdot d(i,j|0) \left(1 - \sum_{z=0}^{c-1} v_z\right) & \text{ahol} \\ \sum_{u=0}^{c-1} (r_u \cdot u_i) + \left(\sum_{v=0}^{c-1} r_v\right) \left(\sum_{w=0}^{c-1} u_w\right) & \text{ha } j=0, 0 < i < c, i, l > 0 \\ \sum_{u=0}^{c-1} (r_u \cdot j_{j-l} - r_{j-l} \cdot u_i) \cdot \sum_{v=0}^{j-l-1} (u_{j-l-v} \cdot r_v \cdot j_{j-l-v} \cdot u_v) & \text{ha } 0 < j < c, 0 < i < c, j-i+l > 0 \\ 1 - \sum_{j=0}^{c-1} (u_{j-l} \cdot r_{j-l} - r_{j-l} \cdot u_i) \cdot \sum_{v=0}^{j-l-1} (u_{j-l-v} \cdot r_v \cdot j_{j-l-v} \cdot u_v) & \text{ha } j < 0 < i < c, c-i+l > 0 \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (4)$$

A kiszállított anyagmennyiség és az adott készlet-szint statisztikus kapcsolatát megadó $N(l)$ kimenet valószínűség-mátrix az egy a fentiekben értelmezett tetszőleges elemét pedig a következő formula szerint számíthatjuk:⁴

$$n_{ij}(l) = \begin{cases} \sum_{z=0}^{\infty} v_z(t) \cdot d(i,j|z) & \text{ahol} \\ \sum_{k=j-1}^{i-1} (u_{j-k} \cdot r_k \cdot j_{j-k} \cdot u_k) & \text{ha } j-1 > 0, i < j < c, l < c \\ \sum_{k=j-1}^{i-1} (r_k) \left(\sum_{k'=j-1}^{\infty} u_{k'}\right) & \text{ha } j-1 > 0, i < j, l < c < c \\ 1 & \text{ha } j-1 < 0, j < c < c \\ \sum_{v=0}^{c-1} (u_{v-l} \cdot r_{v-l} - r_{v-l} \cdot u_i) \cdot \sum_{k=v-l-1}^{\infty} (u_{v-l-k} \cdot r_k \cdot v_{v-l-k} \cdot u_k) & \text{ha } j-1 < 0, j < c < c \\ \sum_{k=j-1}^{i-1} (r_k) \left(\sum_{k'=j-1}^{\infty} u_{k'}\right) & \text{ha } j-1 > 0, j > c < c \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (5)$$

Általában azt a legegyszerűbb és a különleges működési állapotban legtermészetesebbnek tűnő esetet tekintjük, mikor nincsenek (illetve visszautasítást nyertek) beszállításra várakozó egységek, valamint kiszállításra várakozó igények.⁵ Ha nincs (szünetel) a különleges működési állapotban a beszállítás, akkor a (2) és (3) formulában szereplő r_k (1. táblázat) valószínűségeket a következő egyszerű összefüggés alapján számíthatjuk.

$$r_k = \begin{cases} 1 & \text{ha } k = 0 \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

A fentiekben megadott sztochasztikus állapot és output függvények segítségével az adott igény-sorozatához tartozó állapot (raktár aktuális készlet-szintje) és az output (kiszállított anyagmennyiség) valószínűségeloszlások időütemenként, a következők szerint származtatott rekurzív formulák segítségével meghatározhatók.

⁴ Az összefüggések bizonyítását $[5, 6]$ tartalmazza.

⁵ a (2) és (3) összefüggések értelmezhetőek várakozó beszállítások és igények esetén is, akkor az $[5, 6]$ -ban megadott összefüggések értelemszerűen alkalmazhatók.

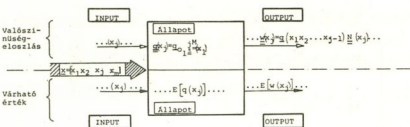
Amennyiben $x = [x_1, x_2, \dots, x_m]$ jelöli az adott igényorsorozatot és $q(x_1, \gamma, q(x_1, x_2), \dots, q(x))$ illetve $w(x_1), w(x_2), \dots, w(x)$

az igényorsorozatnak megfelelő időtombeli készletszintet és kiszállást jellemző valószínűségrendszer, akkor a meghatározó összefüggések a (2) és (3) formulák segítségével

$$\begin{aligned} q(x_1) &= q_0 M(x_1) \\ q(x_1, x_2) &= q_0 M(x_1) M(x_2) \\ q(x_1, x_2, x_3) &= q_0 M(x_1) M(x_2) M(x_3) \\ &\vdots \\ q(x) &= q_0 M(x_1) M(x_2) \dots M(x_m) = q_0 \prod_{\ell=1}^m M(x_\ell) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} W(x_1) &= q_0 N(x_1) \\ W(x_1, x_2) &= q(x_1) N(x_2) \\ W(x_1, x_2, x_3) &= q(x_1, x_2) N(x_3) \\ &\vdots \\ W(x) &= q(x_1, x_2, \dots, x_{m-1}) N(x_m) \end{aligned} \quad (7)$$

Az eloszlások segítségével az igényorsozatok hatását jellemző feltételek várható értékek, szórások és egyéb jellemzők már könnyen számíthatók.



3. ábra A rendszerviselkedés modellvázlata a különleges működési állapotban

A rendszer viselkedését a különleges működési állapotban a 3. ábra illusztrálja.

A rendszerviselkedés megbízhatóságának és a sztochasztikus automata szekvenciális függvényeinek kapcsolata

A különleges működési állapotban riasztható raktározási rendszer (igénysorozatokból vezérelt) viselkedésének – a rendszer sajátosságaiból adódó szigorú elvárásoknak megfelelően – közel determinisztikusnak kell lennie. Ezért igen jelentősek lehetnek azok a vizsgálatok, amelyek kifejezetten megbízhatósági kérdésekre orientáltak.

Ebben az alapvető problémát az jelenti, hogy a riasztható raktározási rendszer – mint nem teljesen megbízható rendszer – viselkedésével, működésével hogyan – és milyen mértékben – képes visszaadni a meghatározott célt, azaz az előírt igényorsozatok pontos és teljes kielégítését.

E kérdésekre választ – a rendszerviselkedést leíró – sztochasztikus automata ún. szekvenciális függvényeinek segítségével kaphatunk.

A sztochasztikus szekvenciális függvények jellemzik ugyanis a meghatározott cél megvalósításának mértékét, vagyis annak a valószínűségét, hogy adott igényorsozathoz tartozó teljesítés-sorozat mennyire egyezik meg az öt indulókul igényorsozattal; azaz megadják annak valószínűségét, hogy x igényorsozatra y teljesítés-sorozattal reagál a rendszer. Válasszuk ki az igényorsozatok F(X) lehetséges halmazából egy x igényorsozatot. Ekkor annak a valószínűsége, hogy az (x) igényorsozat megegyezik a teljesítés-sorozattal (y), miközben a különleges működési állapotban az indulókul eloszlása q_0

$$P_{q_0}(x|x) \quad (8)$$

-szel jelölt valószínűségek határozzák meg.

Annak valószínűségét, hogy az indulókul eloszlás-vektora q_0 , és az x igényorsozatra a rendszer y teljesítménysorozattal reagál, jelöljük

$$P_{q_0}(y|x)\text{-szel} \quad (9)$$

A rendszer viselkedését a különleges működési állapotban leíró (8) vagy (9) valószínűségek meghatározása érdekében, először $M(y_s|x_\ell)$ átmenetmátrixokat adjuk meg, amelyek (nem sztochasztikus mátrixok), egy $m_{ij}(y_s|x_\ell)$ eleme, annak a valószínűsége, hogy egy adott időtomben az igény-nagyság x_ℓ , a kielégített igények nagysága y_s , miközben a raktár készlet szintje a_1 -ről a_j -re változik.

Állítás: Tegyük fel, hogy teljesülnek a korábbiakban leírt (1–9. számú) feltételek. Ekkor az $M(y_s|x_\ell)$ átmenet-mátrix egy $m_{ij}(y_s|x_\ell)$ eleme (amely csak az $\eta_i(t), \lambda_{be}(t), \lambda_{ki}(t)$ valószínűségi változók eloszlásától, valamint a raktár C kapacitásától függ):

$$\begin{aligned} m_{ij}(y_s|x_\ell) &= \begin{cases} \sum_{v=s-i+1}^{\infty} \sum_{z=s}^{\infty} u_v v_{z-i} \sum_{z=s}^{\infty} v_z + u_{z-i} \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) \left(\sum_{k=s-j}^{\infty} f_k \right) & \text{ha } s < \ell, 0 < j < C, s-i+j > 0, 0 < i < C \\ \sum_{j=C}^{\infty} [r_{s-j} - v_s \sum_{v=s-j+1}^{\infty} u_v + u_{s-j} v_s \sum_{k=s-j}^{\infty} f_k] & \text{ha } s < \ell, 0 < j < C, s-i+j > 0, 0 < i < C \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (10) \end{aligned}$$

$$\text{illetve ha } s = \ell: \begin{cases} [r_{\ell-j} \left(\sum_{v=\ell-j+1}^{\infty} u_v \right) + u_{\ell-j} \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) + u_{\ell-j} \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) \left(\sum_{k=\ell-j}^{\infty} f_k \right)] & \text{ha } (s=\ell) j > 0, s-i > 0, 0 < i < C \\ [r_{\ell-j} \left(\sum_{v=\ell-j+1}^{\infty} u_v \right) + \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) + u_{\ell-j} \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) \left(\sum_{k=\ell-j}^{\infty} f_k \right)] & \text{ha } (s=\ell) 0 < j < C, \ell-i > 0, 0 < i < C \\ \sum_{j=C}^{\infty} [r_{\ell-j} \left(\sum_{v=\ell-j+1}^{\infty} u_v \right) + u_{\ell-j} \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) + u_{\ell-j} \left(\sum_{z=\ell}^{\infty} v_z \right) \left(\sum_{k=\ell-j}^{\infty} f_k \right)] & \text{ha } (s=\ell) j < C, \ell-i > 0, 0 < i < C \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (11)$$

Bizonyítás: Tegyük fel, hogy a feltételek teljesülnek. Jelöljük $P_{ij}(s|\ell, n, z)$ -vel annak a valószínűségét, hogy az igényteljesítés s miközben a készlet szintjén i-ről j-re változik, feltéve, hogy ℓ nagyságra igény érkezett, valamint a betárolási

kapacitás n , a kítárolási kapacitás pedig z nagyságú. Ekkor egyszerű valószínűségszámítási megfontolások alapján:

$j=0$ esetben:

$$P_{j0}(s|R,n,z) = \begin{cases} r_{s-1} & \text{ha } s-1 < n \text{ és } s-1 \geq 0 \\ \sum_{k=s-1}^{\infty} r_k & \text{ha } z \geq s, 0 < s-1 < \ell \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (12)$$

$0 < j < C$ esetben:

$$P_{j0}(s|R,n,z) = \begin{cases} r_{s-j} & \text{ha } s-j < n, s-j \geq 0 \\ \sum_{k=s-j}^{\infty} r_k & \text{ha } z \geq s, 0 < s-j < \ell \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (13)$$

$j = C$ esetben pedig:

$$P_{j0}(s|R,n,z) = \sum_{j=C}^{\infty} P_j(s|R,n,z) \quad (14)$$

Jelölje $P_{ij}(s|z)$ annak a valószínűségét, hogy a rendszer i állapotból j állapotba kerül, feltéve, hogy ℓ a kiszállítandó anyagmennyiség, és s az igényteljesítés nagysága az adott időtamben figyelembevéve, hogy z a betárolási kapacitás értéke. Felhasználva a teljes valószínűség tételét, és a U_n -re jellemző valószínűségeloszlást

$$P_j = (s|R,z) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n P_{jn}(s|R,n,z)$$

az alábbi összefüggést kapjuk:

$$P_{ij}(s|R,z) = \begin{cases} r_{s-1} \sum_{v=s-1}^{\infty} u_v u_{s-1} \sum_{k=s-1}^{\infty} r_k & \text{ha } j=0, s-1 \geq 0, 0 < s-1 < C \\ r_{s-j} \sum_{v=s-j}^{\infty} u_v u_{s-j} \sum_{k=s-j}^{\infty} r_k & \text{ha } 0 < j < C, s-j \geq 0, 0 < s-j < C \\ \sum_{j=C}^{\infty} [r_{s-j} \sum_{v=s-j}^{\infty} u_v u_{s-j} \sum_{k=s-j}^{\infty} r_k] & \text{ha } j=C, s-C \geq 0, 0 < s-C < C \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (15)$$

Ha v_p a kítárolási kapacitásra jellemző valószínűségeloszlás, akkor az $s \neq \ell$ és $s = \ell$ eseteket külön-külön figyelembe véve, a teljes valószínűség tételének újbóli alkalmazásával a bizonyítandó összefüggést kapjuk.

Az előbbiekben bizonyított összefüggések segítségével a $P_{q0}(y_s|x_q)$ sztochasztikus szekvenciális függvények meghatározásának algoritmusát a sztochasztikus automaták elméletéből jól ismert módon mátrix-formalizmus segítségével határozhatjuk meg.

Ha adott az $x = x_1 x_2 \dots x_n$ igényesorozat, illetve $y = y_1 y_2 \dots y_n$ a hozzá tartozó teljesítéssorozat, valamint az egyes x_q -ekhez és y_s -ekhez tartozó $M(y_s|x_q)$ átmenet-mátrixokat meghatározzuk, akkor a $P_{q0}(y_s|x_q)$ sztochasztikus szekvenciális függvények kiszámítása a következőképpen történhet:

Mivel

$$M(x|x) = M(x_1|x_1) M(x_2|x_2) \dots M(x_n|x_n) \quad (16)$$

illetve

$$M(y|y) = M(y_1|y_1) M(y_2|y_2) \dots M(y_n|y_n) \quad (17)$$

összefüggések teljesülnek, valamint

$$\text{ha } e = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \text{ jelöli a } C \text{ dimenziós } 1\text{-esekből álló}$$

oszlopvektort. Ekkor a

$$h(x|x) = M(x|x) e \quad (18)$$

illetve

$$h(y|y) = M(y|y) e \quad (19)$$

oszlopvektorok i -edik komponense annak a feltételes valószínűsége, hogy a rendszer i készletszintből kiindulva az előírt x igényesorozatot teljesíti, illetve arra y teljesítéssorozattal „válaszol”.

Amennyiben a riasztható raktározási rendszer különleges működési állapota kezdetén q_0 a készlet-szint valószínűségeloszlás-vektora, akkor a rendszer az x igényesorozatot

$$P_{q0}(x|x) = q_0^T h(x|x) = \sum_{i=1}^C q_i(O) h_i(x|x) \quad (20)$$

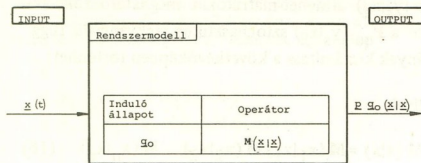
valószínűséggel teljesíti.

Általában annak valószínűségét, hogy a rendszerben x igényesorozat y teljesítéssorozatot eredményez (20)-hoz hasonló módon az alábbi formulával határozhatjuk meg:

$$P_{q0}(y|y) = q_0^T h(y|y) = \sum_{i=1}^C q_i(O) h_i(y|y) \quad (21)$$

Az előzőekben ismertetett formulák és eljárások alapján a riasztható raktározási rendszer viselkedését

a különleges működési állapotban megbízhatósági szempontból a (20) és (21) sztochasztikus rendszer megbízhatósági függvények segítségével egyértelmű-



4. ábra
A rendszerviselkedés modellvázlata a sztochasztikus rendszer megbízhatósági függvényvel, a különleges működési állapotban

en jellemezhetjük. A rendszer viselkedésének jellegzetességét a különleges működési állapotban – első sorban a megbízhatóság szempontjából – a 4. ábrán foglaltuk össze.

A riasztható raktározási rendszerek vizsgálatainak lehetőségei

Rendszeranalízis a sztochasztikus automaták elméletének felhasználásával

A rendszerműködést jellemző legfontosabb információkat szolgáltató $P_{q0}(x|x)$ sztochasztikus rendszer megbízhatósági függvényt a különböző különleges állapotra előírt x igénysorozatokra értelmeztük. Az x igénysorozatok $I(x)CF(x)$ halmaza megfelel az (absztrakt) automataelmélet esemény-fogalmának. Ezért – elvileg – a riasztható raktárak elméleti rendszervizsgálata a sztochasztikus automaták analízisének megfelelő feladat. A rendszeranalízis elvégzésével választ kaphatunk arra a kérdésre, hogy a lehetséges igénysorozatoknak megfelelő eseményt milyen megbízhatósági szinten állítja elő a rendszer különleges állapotának megfelelő sztochasztikus automata.

A riasztható raktározási rendszerek elméleti tervezését a modell alapján egy sztochasztikus automata szintézis feladatának feleltethetjük meg. Ez olyan sztochasztikus automata szerkesztését jelenti, amely az adott igénysorozatok halmazának megfelelő eseményt előírt megbízhatósági szinten állítja elő.

A fentiek természetesen kifejezetten elméleti jellegű megfontolások, mivel esetünkben a sztochasztikus automata analízise és szintézise igen bonyolult problémát jelent. (A nehézségeket még az is fokozza, hogy a raktározási rendszermodellben szereplő szto-

chasztikus automata állapot- és output-függvénye elméletileg függ az állapotok lehetséges számától, vagyis a raktár kapacitásától.)

A riasztható raktározási rendszerek különleges működési állapotának sztochasztikus automatákkal történő modellezése főleg azért jelentős, mert az automataelmélet felhasználásával (ekvivalencia, homomorfizmus, megkülönböztethezőség fogalma, stb.) végzett elméleti jellegű vizsgálatok előnyösen felhasználhatók lehetnek a komplex riasztható raktározási rendszerek tervezésében, működésük optimalizálásában, automatizált irányításukban és általában folyamatos rendszerfejlesztésükben.

A rendszer identifikáció lehetőségei

A modellben az eddigiek során feltételeztük, hogy az 1. táblázatban megadott – számításainkhoz szükséges – a rendszerműködést alapvetően meghatározó valószínűségeloszlások (a különleges működési állapotban az induló készlet, illetve a ki- és betárolási kapacitáskorlátok eloszlásai) rendelkezésre állnak.

A rendszerszervi elemzési gyakorlatban általában azonban az a helyzet, hogy

- tervezés esetén már meglévő hasonló raktárak üzemelése során nyert és feldolgozott adatok alapján (a tervezendő rendszer sajátosságait figyelembe véve), megfelelően kiválasztott eloszlási és paraméterű elméleti eloszlásokkal dolgozunk;
- üzemelő raktározási rendszerek vizsgálatokor (a rendszerelemzés célja ekkor a raktár hatékonyságának növelése és általában nem rendelkezünk megfelelő – adott időegységre vonatkozó – elméleti eloszlásokkal) a rendszeridentifikáció⁶ szemléletét és módszereit használjuk fel.

Ez utóbbi esetben tehát eddigi megfigyeléseink, mé-

6 A riasztható raktározási rendszerek identifikációja a rendszer funkciójából, jellegéből fakadóan jelentős modellezési feladat. Rendkívül fontos ugyanis a lehetséges (ismert, de váratlan időpontokban jelentkező) igénysorozatokra adódó várható „teljesítés-sorozatok”, vagyis az input-output kapcsolatok igen pontos előrejelzése (jóslása). Ez üzemelő működő riasztható raktárak esetén a normális állapotban működő rendszer viselkedésének identifikálásával, vagyis megfelelő paramétereinek becslésével és a kapott eredmények „átvitelével” érhető el a különleges működési állapotra. A riasztható raktári rendszerek identifikációjának tehát elvi sajátossága, hogy a normális működési állapotban történt megfigyelések és modell-felépítés alapján kell – az esetleges megfelelő korrekciók segítségével – megjósolni, megbecsülni a különböző lehetséges igénysorozatokra a rendszer reagálását a különleges működési állapotban.

BNV- DÍJAK

Nagy sikert ért el ebben az évben a magyar automata- és számítástechnikai ipar: az 1978 évi Budapesti Nemzetközi Vásáron három nagydíjat és három vásárdíjat kapott. A sikert még aláhúzza az a tény, hogy igen erős mezőnyben nyerték el a termékek az összesen tíz nagydíjból a hármát.

Ismeretes, hogy a BNV nagydíjra, illetve díjra olyan hazai termékekkel lehet pályázni, amelyek műszaki színvonala eléri vagy jól megközelíti a világon élenjáró színvonalat, importhányada kicsi, gazdaságosan gyártható, már gyártott termék (tehát kutatási, fejlesztési eredmény önmagában nem elegendő), amellet, megfelel a környezetvédelmi előírásoknak, az ergonómiai követelményeknek és nem utolsó sorban, jól bevált az alkalmazásban.

BNV NAGYDÍJAS TERMÉKEK:

Programozható irányítástechnikai modulcsalád (Intelligens CAMAC-rendszer)

Az Intelligens CAMAC-rendszert a KFKI fejlesztette ki és az MMG-AM gyártja.

A CAMAC számítógépes real-time periféria rendszer nemzetközi szabványoknak megfelelő fejlesztését és alkalmazását mintegy 10 éve kezdte meg hazánkban a KFKI. Az utóbbi években a CAMAC-rendszer az ipari alkalmazásokban egyre nagyobb tért hódított. Nagy előnye, hogy mint az egyetlen nemzetközileg is elfogadott real-time rendszer, mind a fejlesztésben, mind az alkalmazásokban perspektivikusnak tekinthető.

Az Intelligens CAMAC (ICC) rendszer a már bevált eszközcsalád továbbfejlesztése. A korszerű LSI elektronikus alkatrészek felhasználásával új CAMAC modulokat fejlesztettek ki, amelyek önálló, programozott működtetést tesznek lehetővé. Ezáltal a rendszer gazdaságos és műszakilag hatékonyabb megoldásokat kínál számos irányítástechnikai feladathoz. Az ICC előnyei között említhetjük moduláris felépítését, nagy megbízhatóságát és az ipari környezetnek megfelelő, kiforrott, komplett konstrukcióját.

A CAMAC rendszernek az ICC által reprezentált továbbfejlesztése jól megfelel a korszerű nemzetközi színvonalnak. Külön kiemeljük, hogy míg a modulkészlet csak kis mértékben bővült, addig a progra-

mozthatóságnak köszönhetően az ipari, laboratóriumi és egyéb felhasználhatóság lényegesen javult.

Programozott hematológiai automata

A MEDICOR Művek PHA-1 hematológiai automataja az orvosi laboratóriumi diagnosztika korszerű automatizálását alapozza meg. A készülék a vérből vett mintákat automatikusan analizálja; az egészségügyi laborautomatizálás alapműszerét képezheti. Jelenlős mérési kapacitása révén 10 szakképzett laboráns manuális vizsgálati tevékenységét helyettesítheti. Külön ki kell emelni azt a tulajdonságát, hogy amellet, hogy önálló üzemben teljes értékű berendezésként tud működni, közvetlenül, külön illesztések nélkül csatlakoztatható számítógépes integrált egészségügyi rendszerbe is.

A berendezést nemzetközi együttműködésben fejlesztették ki: az elektronikus részt (a mérőcsatornákat, a mérésadatfeldolgozást és a programozást) a Medicor Művekben, míg a finommechanikai részt (az adagolókat, mintaváltót) az NDK-ban dolgozták ki.

A készülék – műszaki paramétereit és üzemeltetési korszerűségét tekintve – szocialista piacon egyedülálló, és a tőkés piacokon is konkurenciáképes. A PHA-1 berendezéssel egy 500–700 ágyas kórház teljes véradatfeldolgozása ellátható (teljesítménye 120 minta/óra). Jelenleg a világban – így nálunk is – a korszerű kórházakra az ilyen méretek a jellemzőek.

Az 1977-ben legyártott és üzemelő berendezések termelési és üzemeltetési tapasztalatai pozitívnak tekinthetők. A további tervek szerint évente mintegy 100 darabot állítanak majd elő, az NDK-val közösen kialakított termelési bázison.

COR-MAS olajmérőállomás

A komplex termék két vállalat közös munkájának eredménye: az MMG-AM a központi elektronikus mérő- és jelfeldolgozó egységeket, valamint a minőségmérő ágat fejlesztette ki és gyártja, míg a VEGY-ÉPSZER a berendezés gépészeti részét, a mérőturbinákat és a hitelesítő berendezést (prover) készíti. A

COR—MAS elnevezésű (CORrected MASsflow = korigált tömegáram) olajelszámolási mérőállomás a világi piacon található élvonalbeli cégek hasonló kínálatával minden téren versenyképes; pontos, gyors, megbízható és gazdaságos mérési rendszert jelent, nagyfokú komplexitásában. Elvében, felépítésében és megvalósításában sok új műszaki fejlesztési eredményt tartalmaz.

A berendezést a SZU Olajipari Minisztériumának megbízásából hozták létre. A mintapéldány 1976 vége óta megbízhatóan üzemel a Szovjetunióban. A mérőállomások szállításával a SZU kőolajipari kapacitásának bővítésében veszünk részt, korszerű termékekkel, amelynek ellentételezése kőolajban történik.

BNV DÍJAS TERMÉKEK:

INVENTOMAT leltárfelvevő és automatikus kiértékelő berendezés

Az **EMG** új fejlesztésű készüléke mikroprocesszoros technikával készült, és a nemzetközi színvonal tekintetében is élenjáró terméknek számít. Elsősorban leltárfelvetésre és a leltározás automatikus kiértékelésére használható, emellett előnyösen alkalmazható készletnyilvántartási feladatokhoz is (raktár, könyvtár). Számottevő műszaki és gazdasági előnye van: a nehézkes manuális leltározási eljárást kiküszöböli, és a leltározások azonnali kiértékelést (bizonylatolást) tesz lehetővé. A berendezés iránt máris jelentős hazai és külföldi érdeklődés nyilvánul meg. Ezideig már 50 darab került belőle forgalomba; 1978—79-ben 300 darabot gyártanak belőle.

Szabályozó erősítő szerszámgépekhez

Szerszámgépekben szervomotorként legtöbbször állandó mágnesű egyenáramú motorokat használnak. Az **InDRAMat GmbH (NSZK)** numerikus vezérlésű szerszámgépek szervohajtásaihoz negyegyed-es szabályozó erősítőt fejlesztett ki. A tranzisztoros szabályozó pulzus-szélesség modulált jelet állít elő. Az üzemi frekvencia 1,25 kHz. Az új szabályozó a korábbi típusokkal szemben kevesebb tranzisztort és néhány nagyteljesítményű félvezetőt is tartalmaz.

SANDHYGROMATIK—RS210 A/3 öntődei homoknedvességmérő és vízadagoló

A **SANDHYGROMATIK—RS210A** típusú öntődei homoknedvességmérő és automatikus vízadagoló berendezést a **Műszeripari Kutató Intézet** tudományos együttműködésben fejlesztette ki az **NDK**-beli **Bergakademie Freiberg Metallurgia Tanszékével**. A kutatómunka sikerét az is garantálta, hogy a berendezés a már bevált **RS—205** típusú víztartalommérő műszer továbbfejlesztéseként jött létre.

A berendezés felépítése korszerű, megbízhatósága és szolgáltatásai alapján alkalmas arra, hogy a **KGST** országokban kiváltsa a tőkés importot. Paraméterei kedvezőbbek az Európában elterjedt nyugatnémet gyártmányú készülékek műszaki paramétereinél, ugyanakkor az ára mintegy 20—25%-kal kisebb.

Folyamatos automatikus kémiai elemzőrendszerek

A **Labor Műszeripari Művek** számítógéppel kompatibilis, zárt rendszerű, folyamatos kémiai elemzőrendszer építészkevény elven épül föl, a legegyszerűbb kézi adagolási rendszertől a többszoros bonyolult rendszerekig. A beépített tőkés import hányad igen kicsi, az 1%-ot sem éri el. A kémiai elemzőrendszer felhasználási területe igen sokrétű: klinikai kémia, hőstermék feldolgozás, penicillin gyártásközebe-ni ellenőrzése, levegő szennyeződés vizsgálata stb. A rendszer kiépíthetősége és összetétele függ az adott alkalmazási területtől. Eddig a **MÉM** növényvédelmi központja részére helyeztek üzembe öt ún. talajlabort, további modulok gyártása folyamatban van.

Sz.Zs.

(Export Markt)

Az anyagmozgatás és a számítástechnika összefüggései a II. Francia Műszaki Héten

A MTESZ és a Budapesti Francia Műszaki és Tudományos Tájékoztatói Központ által 1977. novemberében megrendezésre került a II. Francia Műszaki Hét, ahol külön szekciót kaptak az anyagmozgatás gépesítésével és automatizálásával foglalkozó előadások. Ezek közül kettő, amelyeket részletesebben

is ismertetünk, elsősorban az üzemben belüli szállítás és a raktározás automatizálási megoldásait, az anyagmozgatás és a számítástechnika összefüggéseit tárgyalta, vetített képen és filmen mutatta be a résztvevő cégek által kivitelezett korszerű megoldásokat.

A Robot rendszer, mint az anyagmozgatás és a tárolás eszköze

Fenti címen tartotta meg előadását a MILLS-K párizsi cég elnök-vezérigazgatója, Gerard Luneau.

A *Robot rendszert* nagyméretű és nagy súlyú darabárúk, elsősorban egységakományok tárolását végző automatizált raktárakban, valamint a termelési folyamaton belül jelentkező, egyenes vonalon való továbbítást igénylő anyagmozgatási feladatok megoldására alkalmazzák. Európa egyes országában, az Amerikai Egyesült Államokban és Japánban már több teljesen automatizált felrakógép nélküli magasraktár létesült.

Lényegében egy olyan szakaszos működésű anyagmozgató rendszerről van szó, amely a rakományok továbbítását három egymásra merőleges irányban végzi. Árutovábbító alapeleme a *Transrobot*, amely a vízszintes főirányban való szállításra szolgál. A kereszt és függőleges irányú mozgatás további önálló rendszerelemek feladata, ezek azonban már nem közvetlenül az árut, hanem az árut magával vivő *Transrobotot* továbbítják. Ez utóbbiak teszik lehetővé a Robotrendszerű magasraktárak kialakítását is.

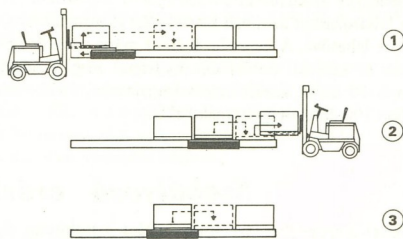
A *Transrobot* egy igen kis szerkezeti magasságú, emelőasztallal felszerelt, villamos hajtású szállítókoscsi, amely C alakúra hajtott acéllemezekből kialakított folyosóban közlekedik. A vezetősínt a lemezszelvény alsó része képezi, míg a felső a szállított rakományok tárolás alatti feltámasztására szolgál.

A *Transrobot* működését a rászertelt önálló, programozható automatika vezérli, ez a helyzetinformá-

ciókat mechanikus vagy érintkezésmentes helyzet-érzékelők útján saját maga észleli. Ily módon érzékeli a pályaszakaszon lévő rakományokat és a pálya végét. A *Transrobot* villamos energiával és külső információkkal való ellátását vagy dobrolt lecsévélődő kábelvel, vagy áramvezető sinen csúszó áramszedőkkel biztosítják.

A *Transrobot* egyik leggyakrabban előforduló feladata a rakományok egyirányú továbbítása közbenső tárolással (dinamikus tárolás). A feladat lebonyolításának főbb munkafázisai az 1. ábrán követhetők.

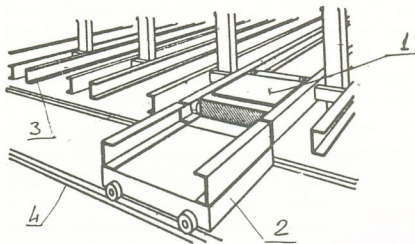
A felhasználási esetek nagy többségében – főleg tárolási feladat esetén – több párhuzamos szállítótornalat alakítanak ki, amelyek kiszolgálására a csa-



1. ábra

Rakománytovábbítás *Transrobot*tal

1. a tárolópálya feltöltése: a *Transrobot* a fogadó állomáson a rakomány alá áll, megemeli, a pálya végére szállítja és lehelyezi, majd visszatér és a következő rakományt az első mögé lehelyezi.
2. kiszállítás: a *Transrobot* az elszállított rakomány helyére a soronkövetkezőt előbbre viszi.
3. felzárkóztatás.



2. ábra

A Robot rendszer elemeinek kapcsolata

1. Transrobot, 2. Transferobot, 3. a Transrobot pályája, 4. a Transferobot pályája.

torának számánál kevesebb *Transrobot* is elegendő. Ehhez azonban a *Transrobot*nak egyik csatornából a másikba való áthelyezése válik szükségessé. Ezt a feladatot a *Transferobot* végzi el, amely ezáltal a párhuzamos pályaszakaszokból együttműködő rendszert képez. (2. ábra)

A *Transferobot* lényegében egy tololapszerűen működő, a *Transrobotok* pályáira merőleges irányban elmozduló szállítókosci, amelyen a *Transrobot* fogadására szolgáló rövid pályaszakasz helyezkedik el. Hajtómotorjának és a rajta lévő *Transrobot*nak áramellátását felcsévélődő- vagy úszókábelrel, illetve áramvezető sínek útján biztosítják. A *Transferobot*nak a csatlakozó pályaszakaszok középvonalába való pontos beállása önműködően, a programnak megfelelően mechanikus vagy érintkezésmentes helyzetérzékelők segítségével történik.

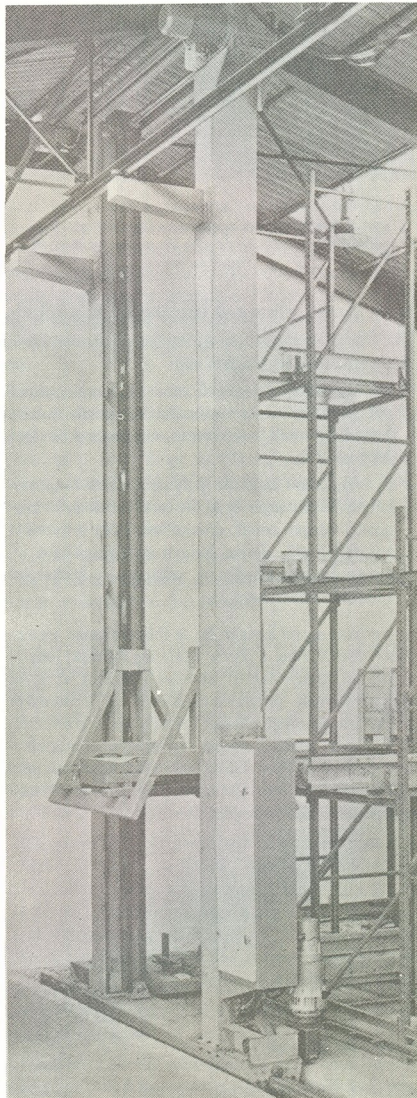
A három dimenzióban elhelyezkedő térbeli rendszer létrehozásához függőlegesen mozgató rendszerelemek bekapcsolására van szükség. Ezek lehetnek helyhez kötött felvonók, vagy sínen mozgó emelő szerkezetek, ún. *Trekomatok*. Ily módon nagy magasságú és nagy tárolóképességű raktárrendszerek alakíthatók ki.

A raktárrendszer fő részei:

- az építőszekrény rendszerű, rendszerint acélvázás állványzat,
- a betárolás és kitárolás feladatát ellátó Robotrendszerű anyagmozgató berendezés, amely a *Transrobotok*ból, a *Transferobot*ból és felvonók-ból, ill. egyes raktáraknál a *Trekomatok*ból áll,
- az irányító asztal.

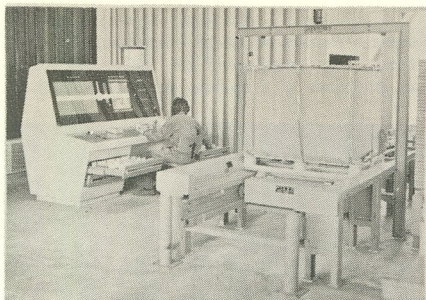
A *Trekomat* a raktári felrakógépekkel rokon, sínen mozgó összetett anyagmozgató gép, amely a *transferobot* és a felvonó funkcióját egymaga látja el, azaz a *Transrobot* – rajta a rakománnyal – vízszintes és függőleges irányban továbbítja (3. ábra).

A folyamatvezérlő számítógéppel ellátott *irányító asztal* a *Robot rendszer* programozható elemeinek (*Transrobot*, *Transferobot* stb.) működését vezérlő és áttekintést ad a rendszer üzemi állapotáról, az



3. ábra

Trekomat állványkiszolgáló-gép



4. ábra
A Robot-rendszerű magaskraktár irányító asztala,
előtérben a rakományvizsgáló állomáson tartózkodó
Transrobottal

egyes elemek pillanatnyi tartózkodási helyéről stb. (4. ábra)

Alapvetően két fő feladata van:

- az árutovábbítást végző rendszerelemek mozgását koordinálni és optimalizálni annak érdekében, hogy csak a szükséges, minimális költségek lépjenek fel,
- nyilvántartani a raktári pályaszakaszok és tárolóhelyek foglaltságát és az ott tartózkodó áruk azonosító kódját annak érdekében, hogy a keresett áru fellelhető, illetve hiánya megállapítható legyen. Ennek alapján a pillanatnyi árukészlet azonnal kimutatható.

Az *irányító asztal* kialakítása és felszereltsége esetenként változó, függ a raktár általános műszaki jellemzőitől, az anyagmozgató rendszer jellegétől, az egyes rendszerelemek programkészletétől és a rendszer megkívánt automatizáltsági fokától. Ha az üzemeltető központi adatfeldolgozó számítógéppel rendelkezik, gazdasági és műszaki megfontolások alapján kell dönteni az *irányító asztal* folyamatvezérlő számítógépével való kapcsolat mértékéről.

A *Robot rendszer* az egységakományok mozgási folyamatába iktatható sokoldalú szállítórendszer, amely különböző üzemi sajátosságokkal rendelkező rendszerlemei révén a legkülönbözőbb feladatok elvégzésére alkalmas. Felhasználása gazdaságosságának megítéléséhez ismerni kell azonban előnyeit és hátrányait, és műszaki jellemzőit.

A rendszer előnyei

A *Robot rendszer* alkalmas nagyméretű, sérülésre érzékeny rakományok továbbítására. Ily módon egységakományképző eszköz nélkül szállíthatók mo-

tortestek, szerszámgépek, járműkarosszériák és alvázak, kercercsek, kábeldobok stb. (A *Transrobot* nagy teherbírási, ezért akár 10 tonnás konténerek vagy hasonló súlyú tárgyak, áruk mozgatására is használható.)

A rendszer sajátosságaiból adódik, hogy egyetlen *Transrobottal* és a hozzácsatlakozó átadószerkezettel nagyszámú, egymásra merőleges útvonal szolgálható ki.

A *Transrobot* automatikus vezérlő berendezése lehetővé teszi a rakományoknak a szállítási útvonalon való érintkezésmentes torlasztását és átmeneti tárolását külön telepített érzékelő berendezések nélkül is. Ez különösen előnyös olyan esetekben, amikor a rakományt vagy munkadarabot a villamos berendezésekre ártalmas környezetekben (pl. hőkezelő és szárító kemencék, vegyi kezelés stb.) kell mozgatni vagy elhelyezni, mert a *Transrobot* csak igen rövid ideig tartózkodik ezeken a munkahelyeken.

Az alkalmazás korlátai

Nagymértékben ugyanazon okokra vezethetők vissza, amelyből adott esetben előnyei származnak, nevezetesen az anyagmozgatás szakaszosságára.

A *Robot rendszer* szállítókoscsija, a *Transrobot* és a többi kiszolgáló elem ingajaratban közlekedik, ezért mozgásaik egy részét teherrel, másik részét üresjáratban végzik.

A *Robot rendszer* szállító egységeinek szokásos működési sebességei [Transrobot 30 m/min, Transferobot 100 m/min, felvonó 20 m/min] mellett ezért általában nem lehet elérni a folyamatos működésű szállítóberendezések átlagos teljesítőképességét (pl. 1 tonnás rakományok esetén 200 rakományt óránként).

A Robot rendszer teljesítőképességének növelésére azonban több mód is kínálkozik:

- a sebesség növelése,
- több rakomány egyidejű továbbítása,
- több Transrobotot továbbító Transferobotok alkalmazása,
- külön visszatérő pályák beiktatása,
- a szállítórendszer önálló szakaszokra bontása,
- hagyományos kialakítású szállítóberendezésekkel való társítás.

Összefoglalva megállapítható, hogy a Robot rendszer gazdasági előnyei elsősorban a viszonylag hosszabb szállítási útvonalak és a közepes szállítási kapacitások esetén jelentkeznek. Ezen túlmenően a gépésítés és automatizálás további előnyöket jelent a munkafeltételek javítása, a balesetelhárítás és a ter-

melésirányítás területén is. Ilyen vonatkozásban a Robot rendszer számos esetben kétségkívül érdekes és hatékony megoldásokat nyújthat.

Anyagmozgatás és számítástechnika

Robert Asset, a Compagnie Francaise des Convoyeurs (CFC) műszaki igazgatójának igen érdekes előadása az anyagmozgatás automatizálásának eddigi fejlődését, valamint a korszerű anyagmozgatási rendszerek számítógépes irányításának lehetőségeit és feltételeit elemezte.

Mint elmondta, az anyagmozgatásban az ötvenes évek elején még a fejlett iparral rendelkező országokban is csak viszonylag egyszerű szerkezetű gépeket használtak, és még ma is üzemben vannak olyan folyamatos működésű szállítóberendezések, amelyek a szállítási folyamat közbeni feladási, leadási, mérlegelési és egyéb más feladatokat ötletes kialakítású, mechanikus szerkezetekkel oldják meg. Legtöbb esetben állítható karokat, tolcscapokat, mozgó ütközőket használtak, amelyek helyzetét, állását változtatva különböző célállomások jelölhetőek ki.

Ezek a megoldások, bár még messze voltak az irányítástechnika mai fokán megvalósítható lehetőségektől, bizonyos fókig már a korszerű elveknek megfeleltek.

A számítástechnika ugyanakkor az anyagmozgató berendezések előtt leállt. Bizonylatokat, írásos utasításokat szolgáltatott, amelyek alapján az anyag mozgását, irányítását optimalizálni lehetett, de magára a berendezésre még nem hatott, annak közvetlen vezérlését nem vette át.

Minden esetre az anyagmozgató berendezések által szállított termékek új jelölési és jelzési módszerei, kapcsolódva a számítástechnika által szolgáltatott írott vagy kijelzett utasításokhoz a folyamatok hatétfokának javulását és a berendezések teljesítőképességének jelentős növekedését tették lehetővé.

Az anyagmozgatás és a számítástechnika kapcsolatának, azaz az automatizálásnak csak akkor van reális haszna, ha a kézi beavatkozásokat igénylő eljárások túl drágák, vagy a műszaki követelményekre tekintettel megoldhatatlanok.

Van tehát egy, a technikai fejlődésből adódó rentabilitási küszöb, amely akkor jelentkezik, amikor az első generációs számítógépek már olcsóbbak lettek és a gyártási technológiák által az anyagmozgató rendszerekkel szemben támasztott igények pedig soha nem várt méreteket öltöttek.

Számos olyan terület van, ahol az anyagmozgatás és számítástechnika kapcsolata szükségszerűen adott, ezek közül az előadó példaként csak néhányat említett meg:

A *termelésben* a különböző típusú, függesztett, vagy talajszinten mozgó láncvonóelemes konveorok és görgős szállítópályák lehetőséget adnak a szállított termékek azonosítására, egyedi daraboknak adott program szerinti szétválasztására, irányítására, műveletek közötti tárolására stb. A szállítási folyamatba több becsatlakozás és kimenet iktatható be és megoldható a zárt körben való visszatérő mozgás is.

Mindezek például biztosítják, hogy közös szerelősoron nagyszámú különböző típusú modellt lehessen előállítani változó szerelési műveletekkel és a szerelősorban lévő technológiai berendezések kihasználásának optimalizálásával.

A *térbeli elosztási folyamatok* területén elsősorban a csomagküldő ruházatokban, a pályaudvarokon és a repülőtéren csomagszállításnál jelentkeznek a nagymennyiségű és különböző rendeltetésű áru egyidejű szállításának igénye. Ezeknél a feladatoknál a vezérlés automatizálása, tehát az áru felismerésének és irányításának gépesítése ma már szinte elengedhetetlen.

A *válogatás, osztályozás* a termelési és térbeli osztási folyamatok egyik gyakori művelete, tisztán a posta levél- és csomagelosztó központjaiban jelentkeznek. Tekintettel arra, hogy itt tekintélyes mennyiségű anyag minimális idő alatti feldolgozásáról van szó, mindenképpen indokolt ezeken a területeken a munka automatizálása.

A *tárolás* a válogatáshoz hasonlóan szorosan kapcsolódik a térbeli elosztási folyamat tevékenységeihez, tisztán a raktárakban jelentkeznek.

Az automatikus felrakógépekkel kiszolgált magasraktárakban a műveletek közötti dinamikus tárolást végző függőkonveoroknál és görgős szállítópályáknál kapcsolódik a számítástechnika az anyagmozgatáshoz.

Tekintettel a számítástechnika lehetőségei által biztosított rendkívül magas megbízhatósági szintre, a számítógép vezérlésű anyagmozgató berendezéseknek is a lehető legnagyobb üzembiztonsággal kell működniük. Másfelől azonban, a nyilvánvaló gazdasági szempontok miatt, az anyagmozgató gépeket sem célszerű precíziós berendezésekké átalakítani. Így tehát az anyagmozgatási szakemberek munkája olyan módszerek, lehetőségek kimunkálására irányult és irányul ma is, amelyek egy eddig aránylag kezdetleges és majd mindig területileg kiterjedt eszközközpontot kompatibilissé tehetnek a modern számítástechnikával.

Ez utóbbitól az volt a kívánalom, hogy mind üzemmódjában, mind méreteiben a célnak megfelelő számítógépeket, jól programozható automatákat dobjanak a piacra. Ez folyamatosan történt meg.

Beépített alkatrészek vizsgálata

Az elektronikus berendezéseknél egyre növekvő számban használják fel a digitális technikát. Ez természetesen azt jelenti, hogy a nyomtatott áramkörti kártyákon igen gyakran találhatóak vegyesen digitális és analóg eszközök. Elég nehéz feladatot jelent ezek ellenőrzése és vizsgálata, az ilyen felépítésű szerelvényeket a gyártó szalagok mellett kell ugyanis legtöbbször vizsgálni, és ezért merült fel az alkatrészek beépített (in-circuit) vizsgáló rendszerének szükségessége. A javítható elektronikus szerelvények vizsgálatát – vagyis a nyomtatott áramkörti kártyákat – kétféle módon szokás végezni: vagy funkcionálisan, vagy pedig beépített (in circuit) módon. A magától értetődőbb a mérnöki megközelítés, a funkcionális vizsgálat. Ezen a módon a kártyát egészében lehet vizsgálni, tehát meg lehet állapítani, hogy egy bizonyos beadott jel hatására a kimeneten a specifikációknak megfelelő jel jelenik-e meg. Bár ez a vizsgálati módszer logikusnak tetszik, mégis több hátránnyal rendelkezik. Ezek tipikusan a következők: a hibadiagnózis körülményes, behatárolása sokszor lehetetlen; többszörös hibajelenség körülményes vizsgálatot és többszöri javítási munkát igényel. Igen sokszor fordul elő, hogy a vizsgált kártya látszólag jól működik, bár a beépített alkatrész hibás és a teljes meghibásodás később következik majd be. Az ilyen típusú vizsgáló berendezések programozása, a hibák diagnosztizálása igen gyakorlott mérnöki munkát igényel.

A beépített alkatrész vizsgálat egy újabb megközelítése ennek az igen fontos problémának. E vizsgálati módszer alapjólata az, hogy elektromosan leválasztják egymástól az adott szerelvény alkatrészeit, és megvizsgálják ezek összeköttetéseit, valamint egyedi értékeiket. Ily módon mintegy „elektronikus meo”-st építünk be és az vizsgálja végig a szerelvényt alkatrészenként, az alkatrészek összeköttetéseit, beleértve az ezek közötti esetleges rövidzárt (amelyet pl. egy forrasztó-ón cseppecske okozhat), megállapítja az alkatrészek valóságos – beépített – értékeit. Hiányzó, vagy túrésen kívül eső alkatrészeket felfedez

és a kinyomatón közli azt. Mindezt a funkciót oly módon hozzák létre, hogy a nyomtatott áramkörti kártya alkatrészekkel beültetett oldalának ellenkező részén egy megfelelően kiképzett „szöges ágyat” szorítanak a megfelelő pontokhoz, ahol a szögek érintkező tűk, amelyek természetesen egymástól szigetelve vannak. Az érintkező tűk egy szigetelő lapba vannak szorítva, és a tűk összeköttetésben vannak a vizsgálóberendezéssel. A rövidzárlati és folyamatossági vizsgálatokat, az ellenállások és kondenzátorok vizsgálatait oly kis feszültséggel végzik, amely kizár mindenféle károsítást. A funkcionális alkatrészeket, mint pl. az integrált áramköröket és tranzistorokat a szerelvény feszültség alá helyezése után egyedileg vizsgálják az elvégzendő funkció alapján. Az egyes alkatrészek vizsgálata igen gyorsan megtörténik, és a hibás alkatrészt megjelölésével együtt a kiíron közli a berendezés, az esetleges javítási utasítással együtt (1. ábra).

Az ilyen vizsgálat azon az alapon történik, hogy amennyiben a kártya helyesen konstruált az alkatrészek az előírt tűrésnek megfelelőek, behelyezésük, valamint a forrasztásuk előírászerű, akkor a kártya a funkcióját ellátja, tehát helyesen működik. A funkcionális működésre vonatkozóan azonban csak



1. ábra

Egy újabb típusú automatikus vizsgálóberendezés beépített állapotú alkatrészekhez



SZERSZÁM- ÉS KISGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT A MŰSZAKI FEJLESZTÉS SZOLGÁLATÁBAN!

Gyártóeszközzel gazdálkodók, technológusok figyelmébe ajánljuk!

- Az Elemekből Összeállítható Készülékek meggyorsítják gyártmányaik felszerszámozását.
- Kölcsönözzön Elemekből Összeállítható készüléket.
- Győződjenek meg az Elemekből Összeállítható forgácsoló készülékek, lyukasztó szerszámok előnyeiről, gazdaságosságáról.

Részletes felvilágosítást nyújt a

SZERSZÁM- ÉS KISGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

Elemekből Összeállítható Készülékek és SZERVIZ Osztály

1101. Budapest, X. Kőbányai út 49.

Telefon: 484–151, 285–092

Telex: 22–6356



ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA



Gyártmányai: ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK



függvénygenerátorok
impulzusgenerátorok
szignálgenerátorok
digitális feszültségmérők
digitális frekvencia és
időmérők
oszilloszkópok
IC készülékek
jelrögzítők
mérőrendszerek

SOKCSATORNÁS ANALIZÁTOROK
ELEKTRONIKUS SZÁMOLÓGÉPEK
MEZŐGAZDASÁGI ELEKTRONIKA
IPARI ELEKTRONIKA

Gyártja:

ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKEK GYÁRA
H-1163 Budapest, Cziráky u. 26-32.
Telefon: 837-950 Telex: 22-4535

Forgalomba hozza:

MIGÉRT
MŰSZER- ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT
H-1065 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 37.