

A HAZAI AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÁS FŐBB EREDMÉNYEI ÉS IRÁNYAI*

BENEDIKT OTTÓ

AKADÉMIKUS
MTA AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓ INTÉZET

I. Bevezetés

Bevezetőül két megjegyzést kell előrebecsátani. Az *egyik* az, hogy amennyiben szó lesz a hazai automatizálási kutatásról, természetesen a legnagyobb súlyt az alapkutatásra fogjuk helyezni. Ez magától értetődő, ha arra gondolunk, hogy ezzel a kérdéssel az Akadémia nagygyűlése keretében foglalkozunk és hogy kapcsolatos az Akadémia által kiemelt akadémiai tudományos témák egyikével. A *másik* megjegyzés, amely az elsővel szoros kapcsolatban áll az, hogy bár igyekezni fogunk rátérni általában a hazai automatizálási kutatás kérdéseire, nem térhetünk ki az elől, hogy az akadémiai feladatainkról és munkáinkról beszélve ezt ne a most fejlődő *Automatizálási Kutató Intézetünk* szemszögéből tegyük, hiszen, mint az Akadémia Műszaki Osztálya, elsősorban ezért vagyunk felelősek.

Mielőtt rátérnénk arra, hogy néhány szóval leírjuk eddigi szerény eredményeinket és utána vázoljuk az óriási, előttünk álló feladatokat, hangsúlyoznunk kell, hogy a hazai automatizálási kutatás egész problematikája éppen most kezd egyik döntő szakaszába jutni. Sok éven át csak egy kis lelkes csoport volt az, amely a Magyar Tudományos Akadémián belül az automatizálással kapcsolatos alapkutatás területén dolgozott. A minimálisan szükséges létszám, műszerezettség és épületi kapacitás hiányában csak azt tűzhette ki céljául, hogy tájékozdják az automatizálás külföldi helyzetéről és eredményeiről, munkája alapján szerezzen elméleti és gyakorlati tapasztalatokat, és így neveljen ki egy tudományos gárdát, amely arra készül fel, hogy majd amikor hazánkban is zöld út nyílik az automatizálás előtt, a vele összefüggő alapkutatás központjává váljék.

Ehhez a csoporthoz tartoztak azok, akik állandóan írásban és szóban léptek fel, mint a hazai automatizálás propagandistái és igyekeztek felrázni a közvéleményt, rámutatva a világszinthez viszonyítva fokozódó elmaradásunkból származó nagy veszélyekre.

Örömmel állapíthatjuk meg, hogy ez az első, úgyszólván előkészítő szakasz, lezáródóban van. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság vezetése alatt sok száz kompetens szakemberből álló kollektíva dolgozta ki a hazai

* Az MTA Műszaki Tudományok Osztálya 1965. évi nyilvános osztályülésén, április 23-án tartott előadás.

automatizálási koncepciót, amelyet néhány héttel ezelőtt a kormány Gazdasági Bizottsága mint a hazai további tervezés egyik alapját fogadta el.

Pártunk és kormányunk vezető személyiségei erélyes lépéseket tettek a teljesen lemaradt hazai automatizálási alapkutatás gyors felfejlesztésének biztosítására. A Magyar Tudományos Akadémia és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöksége között létrejött szerződés szerint az utóbbi elvállalta intézetünk székházának sürgős megépítését és létszámának gyors növelését és az általános takarékosági intézkedések ellenére ezt már nagyrészt keresztül is vitte. Így végre Intézetünk kollektívája részére fontos és nagy feladatok teljesítésének feltételei kezdenek megteremtődni, s így végre kezdünk elérkezni fejlődésünknek ahhoz a pontjához, ahol egyrészt már lehetséges és másrészt szükséges is tiszta képet alkotni a vállalandó feladatokra vonatkozólag.

Az eddigieket azért kellett előrebecsátani, hogy könnyebben érthetővé váljék, hogy mi magunk hogyan ítéljük meg azokat az eddigi eredményeinket, amelyekről a továbbiakban röviden szólni fogunk. Mi úgy véljük, hogy ezekért az eredményekért nem kell szégyelnie magát ennek a nehéz viszonyok között dolgozó, helyiség, műszer, műhely és segéderők hiányával küzdő kis kollektívának. Ugyanakkor azonban világosan kell kimondanom, amint azt már előljáróban jeleztük, hogy mi eddigi eredményeinket az előkészítési és tanulási időszakhoz mértén megfelelőnek tartjuk, és hogy azoknak a feladatoknak, amelyekre később rá fogunk térni és amelyeket már a kormány segítségével létrejött új szemszögből nézve kell összeállítanunk, a legközelebbi években összehasonlíthatatlanul nagyobb és fontosabb eredményeket kell szülniök.

II. Eddigi eredmények

Elméleti vonatkozásban elsősorban a nemzetközi fejlődés interpretációja volt a cél. Ezen a hazai szakemberek számára készülő feldolgozás közben több kisebb-nagyobb részeredmény születik, így a statisztikus méretezés alapösszefüggésének, a Wiener-Hopf egyenletnek egy egyszerűsített levezetése, egy hasznos mérnöki módszer szakaszosan lineáris közelítéssel számítható nem-linearitások figyelembevételére, egy olyan különleges analóg számológép, amely a szabályozások tervezésénél alapvető gyökhelygörbék, frekvencia-jelleggörbék rajzolására, gyors szintézisre alkalmas. Számos belső és külső problémát oldottunk meg az Intézet analóg számológépén, ezt a munkát most szolgáltatásszerűvé fejlesztjük.

Az *elektronikus elemek* területén további fejlesztési munkát végeztünk a ma már ipari gyártásba került, alapkutatásban nálunk fejlesztett Optima szabályozó számára. Elkészült egy sokcsatornás, tiszta félvezetős, mozgó alkatrészt nem tartalmazó méréspontváltó, amelynek a hozzátartozó analóg-digitális átalakítóval 2 mV a minimális érzékenysége. 1965-ben ezt legalább

egy nagyságrenddel tovább javítjuk és 1000 párhuzamos mérésre tesszük alkalmassá. Ehhez is kapcsolódik a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Automatika és Telemechanika Intézetével együttműködésben készülő, 1965 végére tervezett sokcsatornás optimalizátor. Az analóg szabályozórendszerek további lépéseként készül egy háromállású, nagymegbízhatóságú rendszer, amelynek beavatkozó-szerve többoldalú kooperációval fejlesztés alatt álló léptetőmotor lesz. Ennek az új rendszernek az első laboratóriumi változatai már 1964-ben részben elkészültek, 1965 végére újabb prototípusokkal gazdagodunk, a jövőben pedig előreláthatólag átadhatjuk az eredményt az iparnak. Lényeges haladás történt a digitális differenciál-analizátor elven működő rendszerek kidolgozásában. Egy aritmetikai berendezés elkészült, amely lyukszalagos programról rajzgépet tud vezérelni. Ezt a berendezést az idei ipari vásáron is bemutatjuk. A berendezés az alapja a szerszámgépek numerikus vezérlését szolgáló interpolátorfejlesztésnek, amelyet a Villamos Automatika Intézettel kooperációban végzünk.

A villamos hajtások területén az autodin kutatások azzal az eredménnyel zárultak, hogy egy nagy angol cég az illetékes magyar külkereskedelmi szerven keresztül licencia-szerződést kötött az autodin angliai gyártására és terveink alapján már meg is kezdték egy 50 kW-os gép angliai próbagyártását.

Tovább folyt a nagy szinkrógépek számára általunk kifejlesztett és ma már a Ganz Villamossági Művek által szállított feszültség szabályozók korszerűsítése a vezérelhető szilíciumegyenirányítók alkalmazásának irányában.

Az ipari folyamatok komplex automatizálása terén 1964-ben folytattuk a Péti Nitrogénmű ammóniaszintézisköre dinamikai viszonyainak vizsgálatát, lefolytattuk az első nagyobb, tartós mérési sorozatot. Eddigi munkánkat azonban a műszerhiány nagyon akadályozta. Mégis — a korábbi eredmények elismeréseként is — a vegyipar Intézetünket bízta meg az új péti üzem számológépes irányításának hazai előkészítésével, kooperációs szerződésben dolgozva az e tekintetben legfejlettebb nemzetközi színvonalat képviselő dán Topsoe céggel. Az optimális irányítás algoritmusát 1966 második felében szállítandó digitális számológépre a dán cég és Intézetünk közösen dolgozzák ki, a kidolgozott ismeretanyag a két fél közös szellemi tulajdona lesz. Ez lesz hazánkban az első számológépes folyamatirányítás, egyben nagyszerű iskola a további munkák önálló kidolgozásához.

A nitrogéniparban elsőrendű szerepet betöltő reaktorokon kívül a vegyipar egyik legfontosabb alaptervezése, a desztillációs kolonna (pl. olajiparban). A desztillációs folyamatok optimális irányításának előkészítésére a Műegyetem Vegyipari Műveletek Tanszékén dolgozó félüzemi kolonnán kezdünk kísérleti méréseket.

Bár e beszámoló első sorban az akadémiai jellegű kutatási eredményekkel és célkitűzésekkel foglalkozik, mégis néhány szóval utalni kell az 1964 évi országos kutatási eredményekre is.

A *digitális technika bevezetése* területén előrehaladás történt közepes digitális berendezések kifejlesztésében. A villamosenergia-iparban elkészült, illetőleg előrehaladott állapotba került egy digitális adatfeldolgozó és távközlő berendezés, amely más folyamatok irányítását is szolgálhatja. Hasonló munkák folynak az Elektronikus Mérőműszerek Gyárában és a Villamos Automatika Intézetben. Ennek a fejlesztésnek az összehangolása most van folyamatban és kapcsolódik a Központi Fizikai Kutató Intézetben fejlesztett nukleáris célú digitális berendezések szélesebb ipari alkalmazásának programjához.

Előrehaladott stádiumba került a nemzetközi egységes szabályozási rendszerbe beilleszkedő analóg szabályozóköri elemek fejlesztése, úgy hogy azok gyártása 1965-ben már megkezdődhet. Az ipari kutatóintézetek és gyári fejlesztési osztályok egyre szélesebb választékban állítanak elő különböző automatika elemeket, érzékelőket, szabályozókat és beavatkozó-szerveket. A vegyiparban, energiaiparban és élelmiszeriparban tovább haladtak a folyamatok irányításához szükséges dinamikai elemzés területén.

E szerény eredményeink felsorolása után térjünk rá az előttünk álló hatalmas feladatok problémáira.

III. Az automatizálás hazai kutatásának problémái

Akkor, amikor az automatizálás hazai kutatásának problémájáról beszélünk, igen nehéz feladat előtt állunk, mert sok tekintetben programot kell szabnunk a most fejlődő akadémiai Automatizálási Kutató Intézetünk és a vele szoros kapcsolatban dolgozó más intézmények számára egy bonyolult, sokszor ismeretlen határfeltételű területen. Így tehát leghelyesebb, ha a problémafelvető jelleget választjuk és igyekszünk rámutatni azokra a szempontokra, amelyekből feladataink kijelölésénél kiindulunk és azokra a nehézségekre, amelyeket majd le kell küzdenünk.

Mindenekelőtt emlékeztetnünk kell arra, hogy az automatizálás korunk egyik legdinamikusabban fejlődő és legszerteágazóbb tudománya. Határait roppant nehéz megszabni. Számos definíció született az utolsó évtized során az automatizálásra. Azonban, amint azt az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága számára készített összefoglaló szovjet tanulmány is leszűrte, megnyugtató, egyértelmű meghatározást nem tudtak adni. Ez érthető is, mert az automatizálás szervesen nő ki a műszaki fejlesztés, ezen belül pedig a gépesítés, kemizálás, műszerezés folyamatából és kölcsönhatást gyakorol társadalmi, gazdasági, szervezési, oktatási mechanizmusokra, a matematika és a biológia területére és így nomenklatúrával való eléggé üres foglalkozás lenne egzakt megfogalmazásra törekedni, amelyek szükségképpen szétválaszthatnának összetartozó dolgokat és amelyek legfeljebb pillanatnyi helyzeteket rögzítenek, de

nem számolnának az idő múlásával. Mindez azonban máris mutatja a terület-kijelölés problematikáját egy ilyen roppant széles és nem definit módon elhatárolt tudományban. Mi mindenesetre úgy látjuk, hogy amit helyettünk mások akár a gépészetben, akár a híradástechnikában, szilárdtest-fizikában, matematikában, technológiai tudományokban elvégezhetnek, örömmel fogadjuk, magunknak az összekötés és a szükséges szintetizálás feladataira kell összpontosítanunk szerény erőinket.

A feladatkielölés másik súlyos problémája: helyzetünk józan értékelése a világban. Az automatizálás roppant kutatásigényes, eszközigényes folyamat, amelyben az élenjáró ipari hatalmak részben magas műszaki fejlettségük, részben katonai feladataik miatt rendkívüli erőfeszítéseket tesznek. Jellemző összehasonlító adat a viszonyokra, hogy az Amerikai Egyesült Államokban jelenleg 20 000 számológép működik és kb. 10 000 van megrendelés alatt. Magyarországon jelenleg 10 számológépet tartanak nyilván, tehát a fejkvóta eszerint is 1:100 arányú. A helyzet azonban a valóságban még sokkal rosszabb. Összesen két olyan viszonylag közepes teljesítőképességű és közepesen korszerű géppel rendelkezünk, amelyet fejlett ipari országban üzemen tartának, a többi nehezen használható, megbízhatatlan, muzeális darab. Világos, hogy ilyen arányok mellett feladatainkat roppant szerényen kell megszabni, gondosan mérlegelve, hogy mit, hogyan, milyen körülmények között tudunk átvenni és hol érdemes önálló munkába kezdeni.

Ezzel kapcsolatosan először az elméleti munka néhány aktuális problémájával foglalkozunk.

1. Az elméleti munka időszerű kérdései

Az utolsó években az automatizálás terén vezető országokban hatalmas, szerteágazó, majdnem burjánzó elméleti tevékenységet figyelhetünk meg és ezzel párhuzamosan egy állandóan sürgető igényt az előreszaladó elmélet és alkalmazásainak összekapcsolására. Sok divatos téma is született, amely néha lényegesen több publikációt, mint belátható időn belül lehetséges alkalmazást mutat fel. Mi különösen fontosnak tartjuk saját távlati elképzeléseink számára az úgynevezett identifikációs problémát. Az identifikáció legjobban kidolgozott különleges területe az alakfelismerés, ezen belül is az alfanumerikus alakfelismerés, amely gyakorlati alkalmazásra elsősorban a bankok csekk forgalmának automatizálásában került, a csekken levő számadatok közvetlen gépbe történő beadásával, majd az aláírások automatikus azonosításával. Mi nem ezt a már részben kitaposott, bár távolról sem lezárult utat kívánjuk járni, hanem néhány az ipari automatizáláshoz közelebb álló, de lényegében hasonló kérdést vizsgálunk. Az egyik a geofizika területével kapcsolatos, ahol sokcsatornás regisztrátumok hasonlóságából próbálunk gépi úton következtetéseket levonni. E munka tapasztalatai alapján tovább akarunk haladni egy

másik identifikációs probléma megoldása felé, amely rendkívül fontos a szakaszos folyamatok automatizálásának a területén. Itt az úgynevezett szituáció-felismerésről van szó. Segítségével megoldhatjuk például azt a feladatot, hogy egy merev manipulációs automatákból álló gépsort, amely csak egy bizonyos munkadarab megmunkálására használható és ezért csak rendkívül nagy sorozatoknál kifizetődő, olyan automatákkal helyettesítsünk, amelyek sokcélúan és változó feladatokra igénybevehetők, miközben ők a belépő újfajta munkadarabot felismerve maguk automatikusan állítódnak be a megfelelő új feladatok elvégzésére. Az identifikáció másik, számunkra fontos területe az ún. folyamatidentifikáció, amely bonyolult, sokváltozós szabályozandó folyamatok irányítási algoritmusának automatikus vagy félautomatikus kidolgozására szolgál. Ezek a módszerek teszik többek között lehetővé a folyamatot befolyásoló jellemzőkhöz alkalmazkodó, adaptív, tanuló irányítások megalkotását. Ezen a területen a haladás élvonalában levő nemzetközi kutatási együttműködésben van aktív részvételi lehetőségünk.

Az identifikációs problémakörben nagyon szoros együttműködést alakítottunk ki a matematikusokkal. Ezért ezt a témát állítjuk az akadémiai kiemelt komplex kutatási feladat homlokterébe.

Az identifikációs problémák felsorolása után térjünk rá egy további fontos elméleti kérdésre, a megbízhatóság kérdésének problémájára. Ebben KGST-koordinációs munkát is végzünk. A rendszerek bonyolultsága, nagyszámú, különböző jellegű alkatrész felhasználása előtérbe helyezte a megbízhatósági problémát, amely ma már tiszta experimentális úton nem közelíthető meg. A megbízhatósági számítás a rendszertervezés alapfeladatává vált, ugyanakkor egyértelmű metodika még nem alakult ki. A KGST országokban itt bizonyos mértékig úttörő feladatokra kellett vállalkoznunk. Amellett részben magyar hagyományokat is ápolunk, a megbízhatósági elmélet alapjait ugyanis NEUMANN János teremtette meg. Az elméleti és gyakorlati munka párhuzamosságát szépen illusztrálja, hogy ez a kutatás intézetünkben egy nagy megbízhatóságú szabályozási rendszer elemeinek és rendszertechnikájának kidolgozásával fonódik össze.

Egy harmadik elméleti problémakör, amellyel foglalkozni kívánunk az érzékenységi analízis, amely új fejezet az automatikaelméletben. Fontosnak tartjuk, mert ez ad felvilágosítást arra, hogy egy rendszer egyes jellemzői milyen módon befolyásolják egész viselkedését. Dinamikus, rendszertechnikai, gazdasági analízismódszereink egyik alapját látjuk benne. Egy konkrét folyamatszabályozási feladat kapcsán kívánjuk ezt az elméleti vizsgálatot lefolytatni és általánosítani.

Itt jutunk az általánosítás kérdéséhez. Mint már említettük, e hatalmas, sokszor fragmensekben jelentkező elméleti irodalom még messze nem jutott el a kiforrott tudományokat jellemző, többé-kevésbé jól kezelhető nagy elméleti sommázáshoz.

A nagyon általános elvek, módszerek (pl. Ljapunov-módszer) nehezen kezelhetők, de ezek is csak a problémák bizonyos osztályait ölelik fel. Ezt a kérdést is a kis lehetőségű ország gyakorlati szemszögéből kell megfognunk. A zárt, explicit megoldásokra való törekvés, főleg a műszaki tudományok területén, vesztett jelentőségéből. A számológépek segítségével megoldásnak kell tekintenünk a tetszés szerinti, vagy a gyakorlat számára kielégítő pontosságú közelítő, numerikus módszereket, továbbá az analóg számológépekkel leképezhető problémákat. Fontos távlati feladatunknak tekintjük egy olyan számítási algoritmus-gyűjtemény — ha tetszik mérnöki receptkönyv — kidolgozását, amely a bonyolult és a gyakorlatban egyre inkább jelentkező problémák megoldását tervezőmérnöki szinten lehetővé teszi. A megfelelő analóg, vagy digitális számológép-programok lehetővé tennék, hogy a tervező mérnök olyan magasabb elméleti ismeretanyag nélkül, amely csak a kutatók viszonylag kis csoportja számára érhető el, színvonalasan és főleg optimálisan oldhasson meg problémákat. Ilyen vállalkozásra az irodalomban sincs példa, úgy véljük, itt úttörő és rendkívül hasznos tevékenységet folytathatunk.

2. Az automatika-elemek problémája

Ezek után térjünk át az automatizálás elméletének területéről az automatizálás eszközeinek, vagy ahogy mondani szoktuk elemek területére. Az automatizálás elemeire vonatkozó alapkutatás részben szorosan kapcsolódik a híradástechnika és ezen túl a szilárdtestfizika fejlődéséhez.

A ma már hagyományos félvezetőkön túl az automatizálás területén két fontos előremutató lépcső van, ezek a mikromodul és a szilárdtestáramkör alkalmazása. Úgy látjuk, hogy a mikromodul-technika a 60-as évek második felét fogja uralni, a teljesen integrált, molekuláris szilárdtest-áramkör a 70-es éveket; a két lépcső nem ugorható át. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ha e területen is be akarunk lépni a nemzetközi fejlődésbe, ezekre jobban fel kellene készülnünk, mint a hagyományos félvezetőknél tettük. Ezeknek az alkatrészeknek a fejlesztése nem a mi feladatunk, az automatizőrök azt alkalmazzák, de az alkalmazástechnika, abból készülő rendszerek fejlesztése már részben a mi területünk. Van azonban egy ennél fontosabb szempont is. A mikromodul és a szilárdtest-áramkör a készüléképítés forradalmian új, automatizált módszereit teszi lehetővé, az automatizálás egy teljesen új területét nyitja meg. Ebben az irányban intézetünk megtette az előkészítő lépéseket, reméljük, hamar partnerre találunk a híradástechnikai alkatrészkutatás területén.

A jelenlegi technológiai szintet a következő tények jellemzik: Két évvel ezelőtt már készült olyan rakétatechnikai célokat szolgáló számológép, amely a nálunk a Számítástechnikai Központban most felszerelésre kerülő, óriási teremmagyságú, 40 kW hőt fejlesztő gép funkcióit 9 kg-os kis dobozban végzi. Továbbá: ma egy kétforintos nagyságú, annál vékonyabb felületen 1500

tranzisztornak megfelelő funkciót helyeznek el. Az ilyen áramköri egységek nemcsak fantasztikusan kompaktak, hanem egyben rendkívül megbízhatóak a külső zavarásokkal, kötések változásával szemben. Ezek az elemek perspektívában teljesen automatizált számológépes gyártást tesznek majd lehetővé. Az ilyen új elemekhez átmeneti lépcsőket, különböző előkészületeket tervezünk. Előkészítjük az ezekből különösen alkalmasan felépíthető olyan digitális rendszereket, amelyek az automatizálásban reménykeltőknek tűnnek. Így készül egy mikromodul elemeket alkalmazó digitális differenciál-analizátor elven alapuló berendezés, amely numerikus vezérlésű szerszámgépek interpolátorként, valamint önműködő inkrementális rajzgépként is alkalmazható lesz. Előkészülünk a perspektív elemek területén valószínűleg előnyösen alkalmazható majoritás-logikák rendszertechnikájára. Említést tettünk már arról a nagymegbízhatóságú automatikarendszerről, amely egyedi berendezésként és hierarchikus nagyrendszerekben egyaránt alkalmazható lesz.

Az egész rendszertechnikai fejlődés előrevetíti az univerzálisan alkalmazható, egységes, hasonló felépítésű, építőkockaként alkalmazható komplex elemek fejlesztését, ezek szintézisének elvi kialakítását, építésük maximális automatizálását, ellenőrzésük egységes elveinek kidolgozását.

Az automatizálás elemeinek, eszközeinek fejlesztésében kiemelkedő helyet foglalnak el az érzékelők. Úgy véljük, ennek a területnek nem szentelünk elegendő figyelmet. Amikor a fejlődés az automatizálási hatáslánc többi területén, elsősorban a szabályozók és a rendszerek területén előretört, az érzékelők fejlődése lemaradt, ami az egész fejlesztést gátolhatja. Az érzékelők pontossági igényei a digitális információfeldolgozás lehetőségével egy nagyságrenddel nőttek, napirendre kerültek a közvetlen digitális jelet adó érzékelők és átalakítók. Növekedtek az érzékelőkkel szemben támasztott élettartam és környezeti (hőfok, rázás stb.) követelmények. Más intézetekkel együttműködve bizonyos kezdeti lépéseket tettünk ezen a vonalon is, de mindez igen kevés, a feladatot csak igen jól előkészített nemzetközi kooperációval oldhatjuk meg.

A villamos elemeken kívül viharos fejlődést mutatnak a pneumatikus elemek. Megjelentek a mozgóalkatrész nélküli, szellemes aerodinamikai elveket felhasználó miniatűr, gyors, nagymegbízhatóságú elemek, amelyekkel több-kiloherzes működési gyakoriságot, kb. 300 bistabil multivibrátor/cm³ elem-sűrűséget értek el. Általában olyan eszközökről van szó, amelyeknél a levegő-áramlást ötletes geometriai határfeltételekkel bistabil helyzetben tartják, így az áramló sugár sokszorosán kisebb energiájú vezérlő levegőimpulzusok hatására hol egyik, hol másik irányt választ a villamos billenő áramkörök teljes analógiájára. Kiforrott, teljes rendszerek még nem születtek, így módunk van ebbe a fejlődésbe még idejében beilleszkedni, támaszkodva a hazai viszonylatban legjobban fejlett pneumatikus szabályozóiparra. Egy most felfutóban levő osztályunk érdekes új gondolatokat próbál kidolgozni, amelyekből esetleg új, szabadalomképes rendszert építhetünk.

Miközben előrehaladunk az új pneumatikus elvek alkalmazása felé, nem fedelkedhetünk meg az ipar mai kenyerét jelentő klasszikus pneumatikus elemek alapkutatási problémáiról. Rendkívül érdekes és tanulságos az az igény, amelyet a nemrég megkezdődött szalagszerű tömegtermelés vetett fel. Számos olyan, a mikroáramlástechnika területén magyarázatukat kereső mellékjelen-séggel találkozunk, amelyek a korábbi egyedi gyártásnál elhanyagolhatónak tűntek, egyedi beállítással, szereléssel kompenzálhatók voltak. A szalaggyártás nem engedi meg az ilyen manufakturális módszereket, megköveteli a legapróbb, a gyártási szórást befolyásoló fizikai tényezők gondos vizsgálatát. Így hat vissza a tömeggyártás az alapkutatásra. A nagy számok törvényén keresztül jelentkező, egyedinek gondolt jelenségek halmazukban már tudományos magyarázatot és megoldást követelnek.

Kísérletet teszünk kémiai módszerek alkalmazására az automatizálásban. A vegyi folyamatok nagy tömegben előállíthatók, az elektrokémia esetleg kedvező lehetőséget nyújt automatizálási alkalmazásra. Nem felejtjük el, hogy a biológiai organizmusok csodálatos szabályozási rendszere majdnem teljesen elektrokémiai jellegű. Egyelőre kezdő, felmérés jellegű, tájékozódó lépéseket teszünk és ettől tesszük függővé a további kutatásokat.

3. Az automatizálás alkalmazási problémái

Az automatizálás alkalmazásaival, folyamatok irányításával kapcsolatban mindenekelőtt egy fogalmi kérdést kell tisztázni, mielőtt a tulajdonképeni tárgyra rátérnénk. A nomenklatúra esetlensége miatt a külső szemlélő könnyen azt hiheti, hogy az automatizálásban az elmélet alapkutatás, az alkalmazás alkalmazott kutatás jellegű. A dolog azonban bonyolultabb. Mindegyik területnek: az elméletnek, az elemeknek és az alkalmazásoknak is van alap- és alkalmazott kutatási része, ha egyáltalán lehetséges és célszerű éles határral szétválasztani ezeket a fejlettségi foktól, országtól, helyzettől annyira függő, állandóan változó tartalmú fogalmakat. Az elmélet terén egy összefoglaló, általános fejezet matematikai alapjainak lerakása, pl. az optimális rendszerek elméletéé — alapkutatás. De egy adott részfeladatnál az optimum helyének vizsgálata pl. analóg vagy digitális számológépen, ismert vagy alapjaiban kidolgozott módszerrel — ez alkalmazott kutatás, esetleg már tervezés (megfelel a gyártmányfejlesztésnek). Hasonlóan az elemek területén. Egy új aerodinamikai gondolattal új elemek kialakítása: alapkutatás; ezek rendszer-technikája már alkalmazott kutatás. Nos az alkalmazás (aplikáció) területén is hasonló a helyzet. Már az elméleti kérdésekkel kapcsolatban szó volt arról, hogy milyen bonyolult, sokoldalú problémákat vet fel a nagy rendszerek irányítása. Ez a problémakör, azt lehet mondani, messze túllép a korábban szorosán vett automatika területén, forradalmasítja a technológiai tudományokat, a korábbi általános statikus szemlélet helyébe egy fejlettebb, dinamikus

szemléletet vezet be. Bevonja a problémakörbe a gép és ember közötti kommunikáció pszichológiai, idegrendszeri problémáit, a rendszerirányítással műszakilag (a számológépen keresztül) és szervezetenként összekapcsolt szervezési-üzemviteli, igazgatási kérdéseket és végül, de nem utolsó sorban, sőt talán elsőként a gazdasági értékelés egész gazdasági mechanizmusunkat érintő kérdéseit. Azt hisszük világos, hogy rendkívül komplex feladatok merülnek fel egy évi több milliárd forint termelést szolgáltatató óriási komplex vegyimű vagy az egész országot átfogó energiarendszer irányításánál. Nem kétséges, hogy itt, bár az automatizálás alkalmazásáról van szó, a kutatás-fejlesztésnek az alaputatástól kezdve a kutatással foglalkozó szakirodalomban található összes árnyalata szerepel.

Az ipari folyamatok irányítása területén eddig a fő hangsúlyt a könnyebben megközelíthető folytonos folyamatok (vegyipari, energetikai, kohászati, élelmiszeripari) technológiák kapták. A könnyebben megközelíthető jelző hangsúlyozottan viszonylagos értelemben használandó, mert a rendkívül bonyolult folyamatok irányítása még mindenütt csak a közelítő lépések stádiumában van. A folyamatok megismerése, azok dinamikájának elemzése a rendszerkutatás új ága, megtermékenyítően hat magára a technológiára is. Ahogy már eddigi eredményeink felsorolásánál említettük, egyelőre két, a vegyipar szempontjából fontos technológiával: a műtrágyagyártás középpontját jelentő ammóniaszintézissel és a vegyiparban igen széles körben alkalmazott desztillációs kolonnával foglalkozunk. Említettük már az első munkának üzemvitelt javító eredményét, amely messze kifizette a befektetett energiát, pedig ezt még csak tanulópénznek tekintjük a most feladatul kapott nemzetközi jelentőségű munkáinkhoz. Az országban több helyen foglalkoznak a komplex, esetleg számológépes folyamatirányítás kérdéseivel energetikai, vegyipari és más technológiák céljaira. Ez a szerteágazó tevékenység egészséges, a szükséglet és a fejlődésből adódó spontán érdeklődés szülte. Feladatunk a Tudományos és Felsőoktatási Tanács által kitűzött koordináció keretében ezeket az erőfeszítéseket konvergens irányba vezetni és leszűrni belőlük mindazokat az általánosítható tapasztalatokat, amelyek lehetővé teszik a tudományosan kidolgozott elvek és eszközök gyakorlati alkalmazását a különböző szempontokból hasonlóságot mutató technológiák minél szélesebb osztályára. Jelenleg a világon körülbelül ezer olyan különböző fejlettségi fokú számológépes irányítás van, amely működik, illetve amelynek most folyik a realizálása. Kezdenek kialakulni a gépek és megoldások bizonyos típusai. A know-how, az ismeretanyag, *ahogy* ezeket alkalmazzák, azonban értékes, egyedenként több százezer dolláros titka a számológépes irányítást szállító vagy alkalmazó cégnek. Ha hazánk bármely területen a jövőben értékes technológiai exportot kíván megvalósítani, enélkül nem fogunk boldogulni a nemzetközi piacon.

Mint arra már céloztunk, a későbbiekben foglalkozni szeretnénk a nemfolytonos technológiákkal is, ahol a manipuláció, anyagkialakítás, adagolás,

rakodás, az emberi munka megtakarítása és könnyítése a főcél. A folytonos folyamatoknál ezzel szemben inkább a bonyolult folyamat realizálása (a rendkívül kényes fiziko-kémiai feltételek betartása), az optimális hozam minimális ráfordítással volt általában a fő motiváló erő. A nemfolytonos folyamatok irányítása bonyolult logikai feladatokat is fel fog vetni, itt majd bátran támaszkodunk a hazai kitűnő logicista iskolára.

Az alkalmazások fontos, különálló területe a hajtások klasszikus, az automatizálás általános kifejlődését megelőző tudománya. Bár a forgó erősítőgépes hajtásoknak még távolról sem zárult le a korszaka, mint ahogy azt korábban a statikus hajtások előretörésével kapcsolatosan gondolták, mi igyekszünk tovább lépni új eszközök, megoldások felé.

Ezek az új eszközök előreláthatólag a vezérelhető szilícium-egyenirányítók. A felületes szemlélő itt is feltehetné a kérdést: Mi itt az alap kutatás, sőt mi a kutatás? Nagyteljesítményű, 150, 250 A-es, 700 V-os vezérelhető szilícium egyenirányítók a piacon kaphatók, egyes országokban szabványokat is dolgoztak ki az ilyenek kapcsolástechnikájára. Egyik kitűnő ipari kutatóintézetünk erősen dolgozik ezeknek az eszközöknek hazai előállításán. Kiderült azonban, hogy a vezérelhető szilícium-egyenirányítók, bármilyen sokatígérő eszközök, nem terjedtek el olyan gyorsan és nem szorították ki a többi hasonló célú berendezést (forgó erősítőgép, tirátron, mágneses erősítő), mint az első pillanatra vélhető lett volna. Ennek oka az *alkalmazástechnikai* nehézségekben van, a különböző vezérlő-, védő-áramkörök bonyolultsága és ára felülmúlja a viszonylag egyszerű alapeszközét, a felhasználásnak szoros összhangban kell lennie a hajtott motor átmeneti tulajdonságaival stb. Éppen egyik legjobb elméleti felkészültségű kutatónk kezd ezen a területen nemzetközileg is új, jelentős számítási módussal a jelenségek mélyére hatolni, hogy azután ennek alapján a gyakorlat versenyképesebb berendezéshez jusson.

IV. Az automatizálás gazdasági-társadalmi vonatkozásai

Végül néhány szót kell még szólnunk az automatizálás egyes gazdasági, társadalmi vonatkozásairól is. Ma már közhely, hogy ha van műszaki tudomány, amely nem választható el a gazdasági-társadalmi vonatkozásoktól, úgy az az automatizálás. Nagy és kis, kapitalista és szocialista országok vezető szervei kormány szinten foglalkoznak ezzel a kérdéssel, téma az ENSZ-ben, de elsősorban alapkérdése az egész műszaki fejlesztési politikának. Az ember kiváltása bizonyos munkakörökből, munkakörök radikális megváltoztatása képzettség és egyéb képességi feltételek szerint, beruházáspolitikai, amelynek egy gyorsan fejlődő, változó távlati igényt kell előrejelölnia, exportpolitika, amelynél adott gazdasági-társadalmi struktúrájú országnak teljes, ottani körülmények között optimálisan működő berendezéseket kell szállítania egé-

szen más fejlettségi fokon álló és más struktúrájú államokba, ipari folyamatok, teljes iparágak, komplex termelési-igazgatási rendszerek optimumának, mint célfüggvénynek a megállapítása, mindezek az automatizálással a legszorosabban összefüggő, mélyen tudományos és égetően gyakorlati feladatok. Ezek a kérdések szorosan összefüggenek a mai problémáink gyökeréig hatoló mechanizmus-kérdéssel, azzal, hogy milyen önműködő és adaptív és milyen külső vezérlésű determinisztikus automatizmus hat optimálisan gazdasági fejlődésünk irányában, ezen belül melyek azok a műszaki automatizálási eszközök és irányok, amelyek a nagy társadalmi-gazdasági-történelmi fejlődéseket a legjobban segítik.

Az automatizálás gazdaságosságának kutatásában KGST felelősök vagyunk. Az 1964 végén Budapesten lefolytatott KGST szimpózium bizonyította, hogy a rendelkezésre álló csekély erők is nem keveset tettek már ezen a téren. Úgy látjuk, hogy ez a téma mindinkább egyik legfontosabb olyan témává nő, amely a műszaki és közgazdaságtudományt a legdöntőbb helyen csatolja össze, saját tematikánk szempontjából a későbbiekben iránymutató és, ami a legfőbb, a népgazdaság és általában a szocialista gazdaság jelenlegi periódusában különösen hasznos hozzájárulást ad a további fejlődéshez.

V. Zárószó

Bár az elmondottakban igyekeztünk az országos automatizálási kutatás tudományos kérdéseivel általában foglalkozni, nem érintve most a tudomány-szervezés annyira időszerű problémáit, mégis hozzá szeretnénk fűzni, hogy mi — mint az elképzeléseinkből is látható volt — helyeselnék egy koncentráltabb, célirányuló, az ország adottságait jobban figyelembevevő kutatás-irányítást. Mellette vagyunk annak, hogy néhány kiemelt területen, először csak néhány témában, kísérletet tegyünk a komplex tervezési módszerek alkalmazására. Ez az automatizálásban különösen időszerű. Úgy látjuk, hogy a kutatás irányítása nem választható szét a kutatás finanszírozásától és a ráfordításokat józanul megszabott határidőkön belül képesnek kell lennünk amortizálni, legalábbis a nagy ráfordítással dolgozó területeken. Mi így gondolkodunk, az ország mai helyzetében a nekünk adott eszközöket hitelnek tekintjük, amelyet a mi tudományunk területén 3-10 éves átfutással számolva amortizálnunk kell. Három évnél rövidebb idő alatt semmi sem realizálódik, 10 év alatt azonban, kivéve egészen különleges felfedezéseket, majdnem minden elavul.

Többször utaltunk az automatizálás és más tudományágak kapcsolataira. Így a matematikusokkal, a szilárdtestfizikusokkal, közgazdászokkal való együttműködésünkre, sőt arra a gondolatra, amit a biológusoktól vehetünk kölcsön. Az automatizálás és annak felsőbb fokú szintézise, a különböző mozgásformák hasonló matematikai formulákkal fogalmazható és, hasonló műszaki

eszközökkel leképezhető és kapcsolódó összefüggéseit feltáró kibernetika egyre generalizálóbbról és szorosabb kapcsolatot fog tudományunk és a többi terület között teremteni. Ennek a munkának azonban hazánkban még csak az elején tartunk, a perspektívákat szem előtt nem tévesztve, légvárak helyett először a szilárd alapokat kell leraknunk a továbbhaladáshoz.

Talán még így is szerénytelenségnek tűnik kezdő, még hagyományok nélkül induló tudományterületünkön egy ilyen szélesnek látszó program kitűzése. Meg kell jegyezni, hogy mindezzel a kitűzött feladattal is nehezen tudunk a magunk hazai szükségleteit is figyelembe véve lépést tartani a gyors nemzetközi fejlődéssel, amikor az iparilag legfejlettebb országokban az ipari beruházások $10 \div 15\%$ -a várhatóan az automatizálásra fog fordítani (ld. *Control Engineering*, 1965 № 1). Reméljük, hogy a mártöbbször idézett, kapcsolódó tudományterületek, az automatizálásban valamilyen formában résztvevő kb. $25 \div 30$ kutató-fejlesztő szerv egyre jobban összehangolódó tevékenysége többszörös erősítést fog jelenteni a mi szerény erőinkhez.

Reméljük, sikerült egy átfogó képet adni elképzeléseinkről, az előttünk álló feladatokról, a ránk váró nagy nehézségekről és azokról a módszerekről, amelyek segítségével e nehézségeket leküzdeni reméljük. Arra kérjük egyrészt a Magyar Tudományos Akadémia felelős szerveit, másrészt a tudományos és műszaki közvéleményt, hogy ebben a nehéz munkában támogassanak bennünket.