



**Villamosipari  
Kutató Intézet  
közleményei  
13/1991**

**Villamosipari Kutató Intézet**  
1158 Budapest, Cservenka Miklós u. 86.

Telefon: 252-5222

Telex: 22-6264

Telefax: 183-0323



VILLAMOSIPARI KUTATÓ INTÉZET  
KÖZLEMÉNYEI

13/1991

KÖZZÉTESZI:

**CSIPKA TAMÁS**

okl. mérnök-közgazdász,  
az intézet igazgatója

SZERKESZTETTE:

a Szerkesztő Bizottság

---

**DR. BENCZE JÁNOS**

okl. villamosmérnök,  
az EPOS-PVI Rt. Villamos  
Hajtás és Járműelektronika  
szakterületének igazgatója

**DR. KULCSÁR SÁNDOR**

okl. vegyészmérnök,  
az ACCUSEALED Kft.  
ügyvezető igazgatója

---

**GYIMÓTHY KÁLMÁNNÉ**

okl. villamosmérnök,  
a TRANZIENS Kft. ügyvezető igazgatója

**DR. MOCSÁRY JÓZSEF**

okl. villamosmérnök,  
a műszaki tudomány doktora,  
Eötvös Lóránd-díjas,  
az intézet ny. tudományos igazgatóhelyettese

---

**DR. NAGY LÁSZLÓ**

okl. villamosmérnök,  
a műszaki tudomány kandidátusa,  
az EPOS-PVI Rt. vezérigazgatója

---

# **A Villamosipari Kutató Intézetből (VKI), ill. részvételével alakult gazdasági társaságok**

## **EPOS-PVI Villamos Rt.**

**Electric Power Systems and Photovoltaic International Ltd. Co.**

1158 Bp., Cservenka M. u. 86.

Vezérigazgató: Dr. Nagy László okl. villamosmérnök,  
a műszaki tudomány kandidátusa

## **ACCUSEALED**

**Akkumulátorokat Gyártó, Fejlesztő és Értékesítő Kft.**

1158 Bp., Cservenka M. u. 86.

Ügyvezető: Dr. Kulcsár Sándor okl. vegyészmérnök

## **APPENDIX Kft.**

1125 Bp., Istenhegyi út 29–33.

Ügyvezető: Török Tivadar okl. fizikokémikus

## **CADAC**

**Akkumulátorfejlesztő és -gyártó Kft.**

1518 Bp. 112. Pf. 64.

Ügyvezető: Dr. Zahorán János okl. vegyészmérnök

## **Elektrokémiai Technológiákat Fejlesztő Kft.**

1223 Bp., Park u. 2.

Ügyvezető: Somfai Zoltán

## **METALLTECH**

**Különleges Fémanyagokat és Alkatrészeket Fejlesztő és Gyártó Kft.**

1125 Bp., Istenhegyi út 29–33.

Ügyvezető: Szalay András okl. villamosmérnök

## **OPTOCOMP**

**Optikai, Elektronikai és Számítástechnikai Kft.**

1158 Bp., Cservenka M. u. 86.

Ügyvezető: Tanos Ervin okl. fizikus

## **SOLINTER**

**Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.**

1125 Bp., Istenhegyi út 29–33.

Ügyvezető: Borsi Gergely okl. gépészmérnök

## **TRANZIENS**

**Túlfeszültségvédelmi Kft.**

1125 Bp., Istenhegyi út 29–33.

Ügyvezető: Gyimóthy Kálmánné okl. villamosmérnök

## **TET**

**Teljesítményelektronikai Társaság Kkt.**

2700 Cegléd, Batthyány u. 11.

Igazgató: Motyovszky Mihály erősáramú villamos technikus

1125 Bp., Istenhegyi út 29–33.

Főmérnök: Sztrókey István okl. villamosmérnök

## **THERMO TEAM Hőtechnikai, Gépészeti, Villamos Tervező és Gyártó Kft.**

1158 Bp., Cservenka M. u. 86.

Ügyvezető: Makrai Károly villamos üzemmérnök

## **CERMET Kerámia- és Fémfeldolgozó Kft.**

1158 Bp., Cservenka M. u. 86.

Ügyvezető: Csomán György okl. vegyészmérnök

# A Villamosipari Kutató Intézet (VKI) átszervezése. Gazdasági társaságok

CSIPKA TAMÁS—DR. NAGY LÁSZLÓ

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi évek gazdasági változásai szükségessé tették az intézet eddigi központi iparági kutatóintézet jellegének megváltoztatását. Különbőféle, önálló jogi személyekként gazdasági társaságok (résztvénytársaság, korlátolt felelősségű társaság, közkereseti társaság) jöttek létre.

A szerzők ismertetik az intézetből, annak szervezeti átalakulásával kialakított gazdasági egységek létrejöttének körülményeit, tevékenységi körét és feladatait.

## REORGANISIERUNG VON FORSCHUNGSINSTITUT DER ELEKTROINDUSTRIE (VKI). WIRTSCHAFTSGESELLSCHAFTEN

TAMÁS CSIPKA—DR. LÁSZLÓ NAGY

### Zusammenfassung

Die wirtschaftlichen Veränderungen der letzten Jahre erforderten eine Veränderung im Charakter des Forschungsinstituts, das bisher das zentrale Forschungsinstitut der Wirtschaftszweiges gewesen ist. Es entstanden verschiedene Gesellschaften als selbständige juristische Personen (Aktiengesellschaft, Gesellschaft mit beschränkter Haftung, offene Handelsgesellschaft).

Die Verfasser schildern die Umstände, unter denen aus dem Institut durch Reorganisation die Wirtschaftseinheiten ihre Tätigkeitskreise beziehungsweise ihre Aufgaben entstanden.

## REORGANISATION OF RESEARCH INSTITUTE OF THE ELECTRICAL INDUSTRY (VKI). ECONOMICAL ASSOCIATIONS

TAMÁS CSIPKA—DR. LÁSZLÓ NAGY

### Summary

The economical changes of the last few years have made it necessary to change the character of the industrial Research Institute. Several different economical associations with legal personality (limited share company, limited company, unlimited partnership) have been founded.

Authors inform about the circumstances under which the economical associations were formed during the re-structuring process, their field of activity and their assignments.

## ПЕРЕОРГАНИЗАЦИЯ ИНСТИТУТА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (VKI). ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБЩЕСТВА

ТАМАШ ЧИПКА—Д-Р. ЛАСЛО НАДЬ

### Резюме

Экономические изменения, прошедшие за последние годы, сделали необходимым изменение характера института, который был до сих пор централизованным промышленно-отраслевым исследовательским институтом. Произошло создание различных экономических обществ (акционерное общество, общество с ограниченной ответственностью, товарищество), которые являются самостоятельными юридическими лицами.

Авторы описывают обстоятельства создания созданных при реорганизации института экономических обществ, их область деятельности и их задачи.

## 1. Az intézet megalapítása

A kormányzat az 1949-es év folyamán az ország ipari fejlődésének jelszavával több kutatóintézetet alapított. A Ganz Villamossági Gyár kutató és fejlesztő osztályára alapozva hozták létre a Villamosipari Központi Kutató Laboratóriumot (VKKL), amelyből a későbbiek során alakult ki a Villamosipari Kutató Intézet (VKI).

## 2. Az intézet feladata és működése

Feladata az erősáramú gyártóipar fejlesztésével kapcsolatos legfontosabb kérdések tudományos kidolgozása és a megoldott feladatok gyakorlati megvalósításának elősegítése.

Az intézet e feladatkörében távlati, elvi jellegű kutatásokat folytatott, közvetlen ipari érdekű alkalmazott, fejlesztő, adaptációs és reprodukáló kutatómunkát végzett, továbbá szükség szerint tervezési, kutatóintézeti szolgáltatási és kísérleti gyártó jellegű tevékenységet is ellátott; gondoskodott továbbá a kutatási eredmények ipari hasznosításáról. Az intézet ezen túlmenően feladatának tekintette más iparágak elektrotechnikai és elektronikai problémáinak a megoldását is.

A kiindulás az 1949-es alapítást követően a költségvetési kutatóhely szabad szellemi szárnyalásának állapota volt, mivel „központilag eltartott” intézményként a közvetlen, piaci eredményekért nem volt felelős.

Csipka Tamás  
okl. mérnök-közgazdász,  
a VKI igazgatója

Dr. Nagy László

okl. villamosmérnök, a műszaki tudomány kandidátusa,  
az EPOS-PVI Villamos Rt. vezérigazgatója,  
1158 Bp., Cserevka M. u. 86.

Ebben gyökeres változást hozott az 1968-as fordulat, vagyis az ún. ipari kutatóintézeti státusz megteremtése. Ettől kezdve az intézet kutatási kapacitásának már csak egy részét kötötték le a központi finanszírozású témák; a fennmaradó hányadot közvetlen ipari kutatási-fejlesztési megbízásokkal kellett feltölteni.

Az évek folyamán a központi támogatások (minisztériumi, OMFB, egyéb főhatósági támogatások) mind összegük abszolút értékében, mind pedig az intézet árbevételéhez viszonyított arányukat tekintve folyamatosan csökkentek, elérve végül is azt az 1989. évi szintet — az összes árbevétel kb. 2. . . 3 százalékát — aminek következtében ezeknek az intézet tevékenységének egészére már semmiféle meghatározó vagy különösebben figyelemre méltó hatása nem volt.

A központosított, nagyobb ipari szektorok egészét szakmai szempontból lefedő kutatóintézetek rendszere — és ezen belül a VKI is tipikusan a centralizált gazdaságirányítási koncepció gyermeke volt. Ennek megfelelően „zavartalan” működése is csupán addig volt biztosítható, amíg az egész szisztéma az ipar teljességét átfogó módon töretlenül működött. A kutatóintézeti rendszer első válsága is akkor bontakozott ki, amikor a gazdaságirányítási rendszer átalakult, azaz az új gazdasági mechanizmus 1968-ban történt bevezetésekor. Aki átélte ezt az időszakot, emlékszik arra a helyenként letargikus, helyenként hisztérikus légkörre, ami a költségvetési intézményből részben, majd teljesen önfenntartó, vállalati gazdálkodási rend szerint működő szervezetekké való átalakulást követte. A központosított, tervutasításos rendszer szülötte annál bizonytalanabban érezte magát és annál diszfunkcionálisabban működött, minél jobban haladt a környezet a piacgazdaság irányába és annál otthonosabban mozgott a pályán, minél inkább visszatértünk a régi útra. Nem véletlen, hogy az újabb nyugalmas időszak, mondhatni a második „aranykor” éppen a hetvenes évek második felére, az új gazdaságirányítási rendszer megtörése és a részleges visszarendeződés időszakára esett. Ekkor a különböző kutatási célprogramok és a főhatóságoktól származó egyedi megbízások mellett jelentős támogatói kört jelentettek az akkor megerősödött ipari óriások is.

A kelet-európai típusú szocialista rendszer folyamatosan kibontakozó és aztán rohamosan mélyülő válsága hamarosan megtörte azonban az időszakos idilli nyugalmat. Az első negatív jelenség a gyártóiparban keletkező szabad fejlesztési források radikális csökkenése volt, ami arra kényszerítette az ipari kutatóintézeteket, hogy önfenntartásuk érdekében jelentősen növeljék összevétekenységükben a termelés, elsősorban a kis- és középsorozatú, valamint egyedi gyártás részarányát.

A következő kényszerítő hatás a központi finanszírozású kutatások arányának visszaesése volt, amely a költségvetési kiadások csökkentését célzó intézkedések eredményeként adódott és azzal a teljesen általánosan elterjedt, de igen rövidlátó és hibás gyakorlattal függött össze, amely mindig csak a napi problémára figyelve a legkisebb ellenállás irányába haladt. A kutatóintézetek reakciója ez esetben sem lehetett más, mint korábban: nem lévén más eszköz a kezükben ismét a kísérleti gyártás részarányát növelték.

Az erőteljes forrásszűkülés egyes területeken szakmailag igen eredményesen működő kutatási részlegek, ill. tevékenységek felszámolásához vezetett, aminek legnagyobb veszélye nem csupán a szakmai előretartás, a tudományos tartalékok csökkenése volt, hanem adott területen a meghatározott, nehezen pótolható szakember- és készségegyüttesek felmorzsolódása.

Az intézményrendszer számára a kegyelemdőfést a legutóbbi néhány év nemzetgazdasági összeomlása adta meg. A kutatási-fejlesztési munka iránti hazai kereslet látványos összezsugorodása mellett a „nyugati” kereskedelmi határok megnyílása és a „keletiek” lezárása jelentette a fő csapást.

A kísérleti gyártás termékei számára egyrészt a dollárrelációjú beszerzési liberalizáció teremtett igen kemény konkurenciát a hazai piacon, másrészt a rubelviszonylatú szállítások leállítása, ill. jelentős mérséklése jól bejártatott és az adott műszaki színvonal mellett hirtelenjében nem pótolható piacokat zárt el.

### 3. Az intézet átszervezése

Az előbbieken ismertetett hatások alapjaiban új helyzetet eredményeztek. Eljött az az idő, amikor a feladatok gyökeres átfogalmazására, teljes funkcionális megújulásra volt szükség.

Felismertük, hogy az egyes tevékenységi területek differenciált, egyéni sajátosságainak és a szűkebb szakterület külső és belső viszonyainak megfelelő átszervezésére és új pályára állítására van szükség. Ehhez az új, törekvésünk szerint magasabban és felfelé futó pályára való állításhoz természetesen nem lehetett elégséges a meglévő saját potenciál, tehát külső erőforrásokat kellett bevonnunk. A probléma legkézenfekvőbb megoldásait a pótlólagos tőkebevonás jelentette, célszerűen valamilyen gazdasági társaság formájában. Tekintettel arra, hogy az ipari kutatóintézetek legnagyobb részének tevékenységi palettája — így többek között intézetünké is — igen színes, szakmai arculata rendkívül heterogén volt és az egyes területek egyéni kezelést igényeltek, gyakorlatilag nem jöhetett szóba az intézet egészének egy az egyben történő átalakítása. Sokkal nagyobb volt az esélye annak, hogy a szakmailag zártabb kisebb egységeket formáljuk át, egyenként megkeresve számukra a legmegfelelőbb partnert vagy partnereket úgy, hogy korábbi arculatukat is megőrizhessék. Ezek a kisebb gazdasági szervezetek gyorsabb reagálásra képesek, alacsonyabb költség szinten tudnak dolgozni, így — tevékenységük gazdaságosabb lévén — a piacon jobban tudnak érvényesülni. Minden esetben törekedtünk arra, hogy olyan új cégek vagy cégegyüttesek jöjjenek létre, amelyek a kutatás—fejlesztés—gyártás—értékesítés (piac) egységét meg tudják valósítani.

Célunk az volt, hogy a szakmai vagy piaci szempontból külön kezelhető részlegeket hosszú távra összekössük a fennmaradáshoz szükséges legfontosabb partnerekkel, kiegészítsük a hiányzó funkciókkal, és egyúttal ellássuk azal a részben külső forrásból származó pótlólagos tőkével is, ami az új pályára állításhoz feltétlenül szükséges.

A felvázolt program végigfuttatása hosszadalmas folyamat volt és saját tapasztalatunk szerint sok meggyőzősi munkát igényelt.

## 1. táblázat

A VKI tevékenységi köre a VKI-ből és/ill. közreműködésével alakult gazdasági társaságokban

VKI korábbi szakmai területei	EPOS-PVI Villamos Rt.	ACCUSEALED Kft.	CADAC Kft.	Elektrokémiai techn. fejl. Kft.	OPTOCOMP Kft.	METALLTECH Kft.	TRANZIENS Kft.	TET Kkt.	APPENDIX Kft.	SOLINTER Kft.	THERMO Team Kft.	CERMET Kft.
Erősáramú elektronika	X											
Villamos hajtások	X											
Jármúelektronika	X											
Szigetelőtechnika és technológia	X											
Villamos kerámia és hőtechnika											X	X
Napelemes készülékek	X											
Túlfeszültségvédelem							X					
Kémiai áramforrások		X	X									
Lézertechnika					X							
Robbantásos fémalakítás						X						
Félvezető alapanyagok				X					X			
Félvezető elemek								X				
Kereskedelmi tevékenység										X		

## 4. Az intézetből alakult gazdasági társaságok

Az előző fejezetben ismertetett szempontok figyelembevételével arra törekedtünk, hogy az intézet egyes szakterületeiből lehetőleg homogén szerkezetű gazdasági társaságokat hozunk létre.

Az 1. táblázatban bemutatjuk a VKI-ből és/ill. közreműködésével alakult gazdasági társaságokat. A felsorolásból látható, hogy a VKI egyes szakmai területeinek feladatai melyik gazdasági társaságban folytatódnak. A táblázatban az intézet korábbi szakterületei között nem szerepel a Plazmatechnika és Zárleti vizsgálatok területe, mint-

hogy ezek átalakítása lapzártáig még nem fejeződött be. Ugyancsak itt kívánjuk megemlíteni azt a tényt is, hogy a Szigetelőtechnika és -technológiai szakterület az átalakulás kezdetén az EPOS-PVI Rt. részét képezte, de tevékenysége 1991. január 1-jétől a 100% japán tulajdonú Furukawa Electric Institute of Technology Kft. keretében folytatódik.

Az intézetből, ill. annak közreműködésével létrejött társaságok életképességét és ezzel együtt műszaki-gazdasági hatékonyságát, továbbá piaci versenyképességét az élet fojga eldönteni, ill. minősíteni.





# Nagy intelligenciájú, mikroprocesszoros vezérlésű, egyenáramú hajtások

WEINER GYÖRGY—GYARMATHY SÁNDOR—NAGY ATTILA

## NAGY INTELLIGENCIÁJÚ, MIKROPROCESSZOROS VEZÉRLÉSŰ, EGYENÁRAMÚ HAJTÁSOK

WEINER GYÖRGY—GYARMATHY SÁNDOR—NAGY ATTILA

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi években egyre nagyobb igény merült fel — elsősorban kohászati hajtások területén — nagy intelligenciájú, mikroprocesszoros vezérlésű, egyenáramú hajtásokra, amelyek azonos hardverfelépítéssel és rugalmas szoftverrel alkalmasak különböző hajtásigények kielégítésére, s amelyek a jó minőségű hajtásszabályozás mellett ellátják a hajtás technológiai környezetbe illesztését, azaz a PLC-funkciót is.

A cikk ismerteti az erre a célra kifejlesztett DC hajtáscsaládot, amely maximálisan kielégíti az említett igényeket, rugalmasan illeszthető bonyolult technológiai környezetbe is külön PLC alkalmazása nélkül. A kifejezetten felhasználóorientált szabályozóegység igen magas szintű diagnosztikai, naplózási lehetőséget nyújt.

## GLEICHSTROMANTRIEBE MIT MIKROPROZESSORSTEUERUNG UND HOHEM INTELLIGENZGRAD

GYÖRGY WEINER—SÁNDOR GYARMATHY—ATTILA NAGY

### Zusammenfassung

In den letzten Jahren ergab sich ein immer größerer Anspruch auf Gleichstromantriebe mit Mikroprozessorsteuerung und hohem Intelligenzgrad — besonders im Bereich der Antriebe für Metallurgie —, die bei gleichem Ausbau der Hardware und flexibler Software zur Befriedigung verschiedener Antriebsanforderungen geeignet sind und bei der Antriebsregelung in guter Qualität auch die Anpassung des Antriebs an die technologische Umgebung, also auch PLC Funktionen versehen können.

Im Artikel wird die zu diesem Zweck entwickelte DC-Antriebsreihe beschrieben, die die obenerwähnten Ansprüche weitgehend befriedigt und auch in eine komplizierte technologische Umgebung, ohne Einsatz von besonderem PLC flexibel eingegliedert werden kann. Die ausgesprochen kundenspezifische Regeleinheit bietet hochgradige diagnostische und „post-mortem reports“ Möglichkeiten.

## DC DRIVES CONTROLLED BY HIGH INTELLIGENCE MICROPROCESSORS

GYÖRGY WEINER—SÁNDOR GYARMATHY—ATTILA NAGY

### Summary

In recent years, there has been an increasing demand — first of all in the field of the metallurgical industry — for DC drives controlled by high intelligence microprocessors, which with identical hardware structures and flexible software are suited for different drive assignment demands and can solve problems concerning fitting of the drive to the demands of the environment, i.e. PLC functions.

The article describes a DC drive series which can meet all above-mentioned requirements flexibly adjustable to complex technological environments without application of a separate PLC. The control unit has very high level diagnostical and diary units.

## ВЫСОКО ИНТЕЛЛИГЕНТНЫЕ ПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

ДЬЁРДЬ ВЕЙНЕР—ШАНДОР ДЬАРМАТИ—АТТИЛА НАДЬ

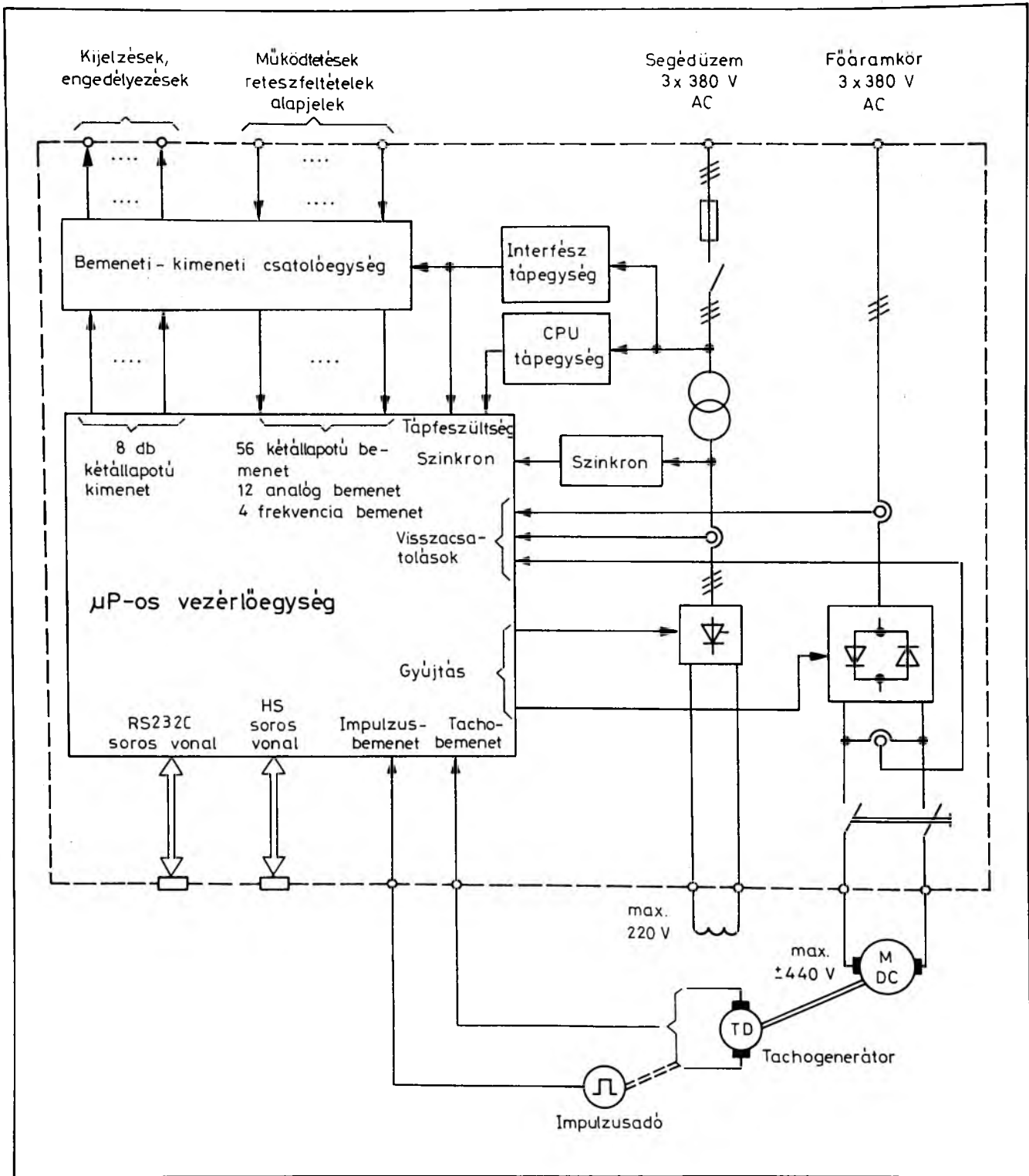
### Резюме

В последние годы появилась большая потребность — в первую очередь в области металлургии — в высоко интеллигентных приводах постоянного тока с микропроцессорным управлением, которые при помощи одинакового построения по аппаратуре и гибкого софтвера годны для удовлетворения различных требований привода, и которые при качественной регулировке обеспечивают настройку привода к его технологическому окружению, то есть функцию PLC.

В статье описывается разработанная для этой цели семейство привода постоянного тока, которая максимально удовлетворяет вышеуказанным требованиям, гибко приспосабливается к сложному технологическому окружению без применения отдельного PLC. Определен сориентированный на потребитель узел регулирования располагает очень большими возможностями диагностирования и регистрации.

## 1. Bevezetés

A különböző szabályozott villamos hajtások szabályozórendszerében már régóta elterjedten alkalmaznak mikroprocesszorokat, ill. mikrokontrollereket. A legtöbb gyártó cég kompakt, általános célú,  $\mu$ P-vezérlésű hajtásokat fejlesztett ki, amelyek általában a főáramkörön kívül az áram- és fordulatszám-szabályozót, néhány alapvető védelmi egységet, kommunikációs interfészt, valamint korlátozott számú és jelszintű bemeneti/kimeneti pontokat



1. ábra. MPDC-hajtás tömbvázlata

tartalmazzak [1], [2], [3]. Bonyolult technológiai folyamatokhoz alkalmazott hajtások esetében (pl. kohászati megleghengerművi hajtásrendszerek), amelyekhez több száz szabályozatlan AC hajtás (ventilátorok, szivattyúk, szelepműködtetések) és különféle terepi érzékelők csatlakoznak — vagy az egyes hajtásokat látják el egy-egy különálló programozható logikai vezérlővel (PLC-vel), vagy/és az egész rendszert központi folyamatirányító számítógéppel irányítják, amely kezeli az egész technológiát,

a szabályozott hajtások csupán alapjeleket kapnak a központi számítógéptől. Az ilyen felépítés új berendezések, ill. teljes rekonstrukció esetén megfelelő, bár hátrányos, hogy a központi számítógép üzemzavara esetén igen nehezen oldható meg az egyes hajtások önálló üzemeltetése.

A kohásban, hengerművekben a nagy beruházási igény miatt igen ritka az új telepítés vagy a teljes rekonstrukció, leggyakoribb a termelés viszonylag folyamatos fenntartásával a fokról fokra történő modernizálás. Ilyen esetben viszont célszerű decentralizálni a rendszert, azaz megosztani a folyamatirányítási intelligenciát az egyes

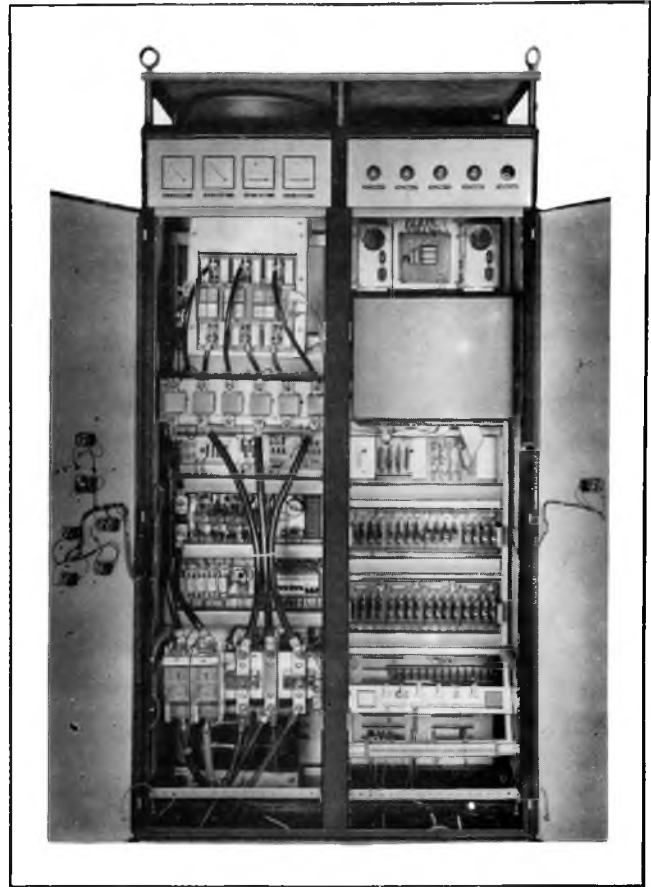
hajtások és a felsőbb szintű folyamatirányítás között. Ez azt jelenti, hogy a hajtásfunkciókon kívül a hajtásnak rugalmasan megválasztható fajtájú és számú be- és kimeneti egységgel rendelkező PLC-üzemet is el kell látnia, valamint magas szintű kommunikációs képességgel kell rendelkezni más hajtások, felsőbb folyamatirányítási szint és a kezelőszemélyzet felé. Cikkünk az előbbi követelményeknek megfelelően kifejlesztett, mikrokontroller-vezérelt, MPDC típusú, egyenáramú hajtássorozatot ismerteti.

## 2. A hajtásrendszer felépítése

A hajtás kialakítása során alapvető szempont volt, hogy hardverszempontból minél tipizáltabb, azonos felépítésű hajtással ki lehessen elégíteni a különböző technológiai környezetekben felmerülő igényeket. Az 1. ábrán látható a rendszer tömbvázlata, a 2. ábrán pedig egy hajtásszekrény felépítése. Az armatúraköri 4/4-es üzemű áramirányító híd kimenete szakaszolón át csatlakozik a motorhoz, bekötött motor esetén is egyszerűvé teszi a működés-ellenőrző próbaüzemet. A próbaüzem idején egy terhelő-ellenállás kapcsolódik az áramirányító híd kimenetére. A gerjesztést a segédüzemi hálózatra transzformátoron keresztül kapcsolódó, teljesen vezérelt, 1/4-es üzemű áramirányító szolgáltatja. A technológiai be- és kimeneti jeleket dugaszolható bemeneti/kimeneti modulok illesztik a vezérlőegységhez, amelyeknek számuk és fajtájuk az adott technológiai igényeknek megfelelően rugalmasan megválasztható. Teljes kiépítésben 56 kétállapotú bemenet — kontaktus vagy bármilyen feszültség szint 380 V AC/DC alatt — bemenet, nyolc analóg vezérlő-, ill. visszacsatoló jel, további nyolc komparátorokra csatlakozó, védelmi célú analóg jel, négy frekvenciabemenet, egy háromcsatornás inkrementális szögadó bemenet, egy rezolverbemenet (opcionálisan) és nyolc relés kimenet kezelése valósítható meg.

A vezérlőegység az IP 54-es védettségű belső szekrényben van elhelyezve. Ennek hardver felépítése minden felhasználáshoz azonos, csak a szoftver különböző. A zavarvédelem érdekében az elektronikához két, egymástól galvanikusan elválasztott tápfeszültség-rendszert alkalmaztunk. A belső CPU-tápfeszültség egyetlen pontja sem lép ki a vezérlőegység szekrényéből, az oda beérkező, ill. onnan kilépő összes jel galvanikusan le van választva az interfészártyákkal. Ennek következtében a rendszer működése még erősen zavart környezetben is megbízható.

A hajtásszekrény kialakítása gyártási és üzemeltetési szempontból egyaránt optimális. A tipizált egységeknek és a döntően szalagkábeles huzalozásnak köszönhetően a gyártási idő igen rövid, a szekrény belső elrendezése pedig



2. ábra. A hajtásszekrény felépítése

az üzem közben meghibásodott alkatrészek igen gyors cseréjét teszi lehetővé.

Az eddig kifejlesztett hajtások főbb adatait az 1. táblázat mutatja.

## 3. A vezérlőegység

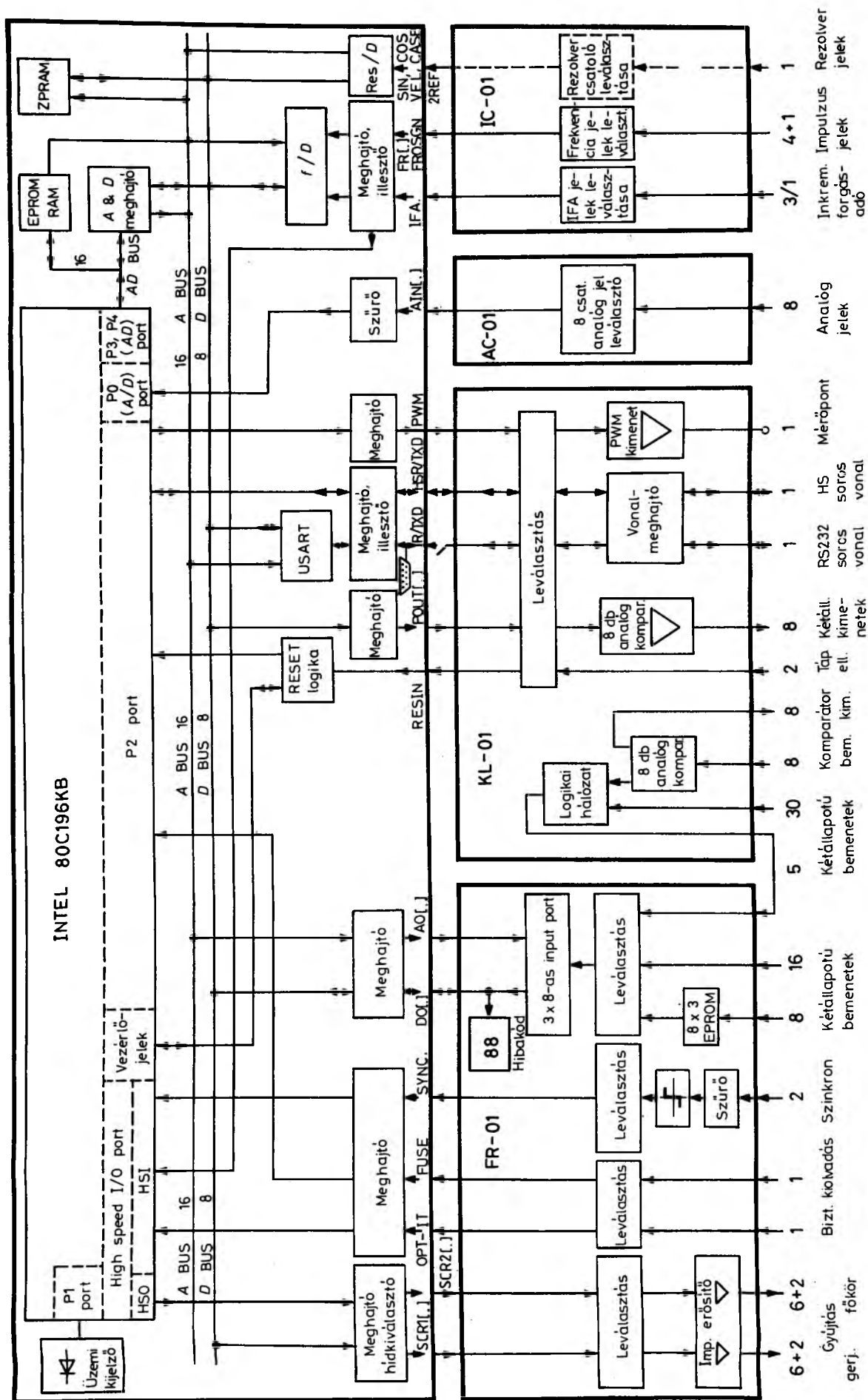
A vezérlőegység tömbvázlata a 3. ábrán látható. Egy dupla Európa méretű rackfiókban helyezkedik el a CPU-kártya és négy interfész-kártya. A kártyák egymás közti kapcsolata és a külső szalagkábeles csatlakozási lehetőséget a hatrétegű, nyomtatott áramköri hátlap biztosítja. A huzalozásmentes felépítés üzembiztos, gyors gyártást tesz lehetővé.

A CPU-kártya alapja az INTEL 80C196KB 16 bites mikrokontroller. Ennek jó hardvertulajdonságai, azaz a beépített nyolccsatornás A/D-váltó, nagy sebességű I/O-port és soros port, két timer + watchdog timer, impulzus-szélesség-modulációs kimenet, nagy sebességű szorzás, osztás, a kiváló szoftvermodulokkal együtt lehetővé teszi PLC-feladatok megoldását és nagy intelligenciájú ember-gép kommunikációt a szabályozási, vezérlési feladatokon túlmenően. A szabályozás fő része egy új adaptív armatúracúcsáram-szabályozó, amely egyszerűsített algoritmust használ az adott áramhoz szükséges gyújtásszög előzetes kiszámításához [4]. Ez a programrész igen rövid futási idővel biztosítja, hogy az armatúráram az alapjel megváltozásakor mind a folyamatos, mind a szaggatott vezetési tartományban egy lépésben, vagyis a következő

1. táblázat

Az MPDC sorozat főbb adatai 380 V tápfeszültség esetén

Típus	Áram, A	Gerjesztés, A	Szekrényméretek, mm
MPDC-300	300	10 A	1200×600×2400
MPDC-600	600	15 A	1200×600×2400
MPDC-1200	1200	25 A	1800×600×2400
MPDC-1800	1800	25 A	1800×600×2400



3. ábra. A vezérlőegység tömbvázlata

gyűjtás hatására azonnal érje el az új alapjelnek megfelelő állandósult állapotot. A szabályozás többi része az adott technológiai folyamatnak megfelelően építhető fel a később részletezett kommunikációs eszközök valamelyikén keresztül. Hasonlóképpen a különböző alapjelek és viszszevezetett jelek típusa és bemeneti csatornája is programozható és bármikor változtatható annak érdekében, hogy ne kelljen semmiféle megkötést tenni a technológiai elemek tekintetében, és bármilyen meglévő egységet használni lehessen. A program és az interfészkarttyák kialakítása lehetővé teszi, hogy szinte bármilyen technológiai környezetbe telepítve a hajtást, a szükséges szabályozás (áram-, feszültség-, fordulatszám-, pozíció, húzóerő-, mezőgyengítés stb.), valamint az összes szükséges technológiai jel fogadása, ill. kiadása külön járulékos hardver nélkül megvalósítható. A szabályozási és PLC-feladaton túlmenően a program az üzemeltetők számára igen hasznos naplózási és diagnosztikai funkciókat is biztosít. A CPU-kártyán elhelyezett, telepes RAM-ban (ZPRAM-ban) folyamatosan frissítve tároljuk a hajtással kapcsolatos utolsó fontosabb 40 eseményt: hibákat, be- és kikapcsolást, különböző technológiai parancsokat bekövetkezésük időpontjával együtt. Ez a napló bármikor megjeleníthető, ki-

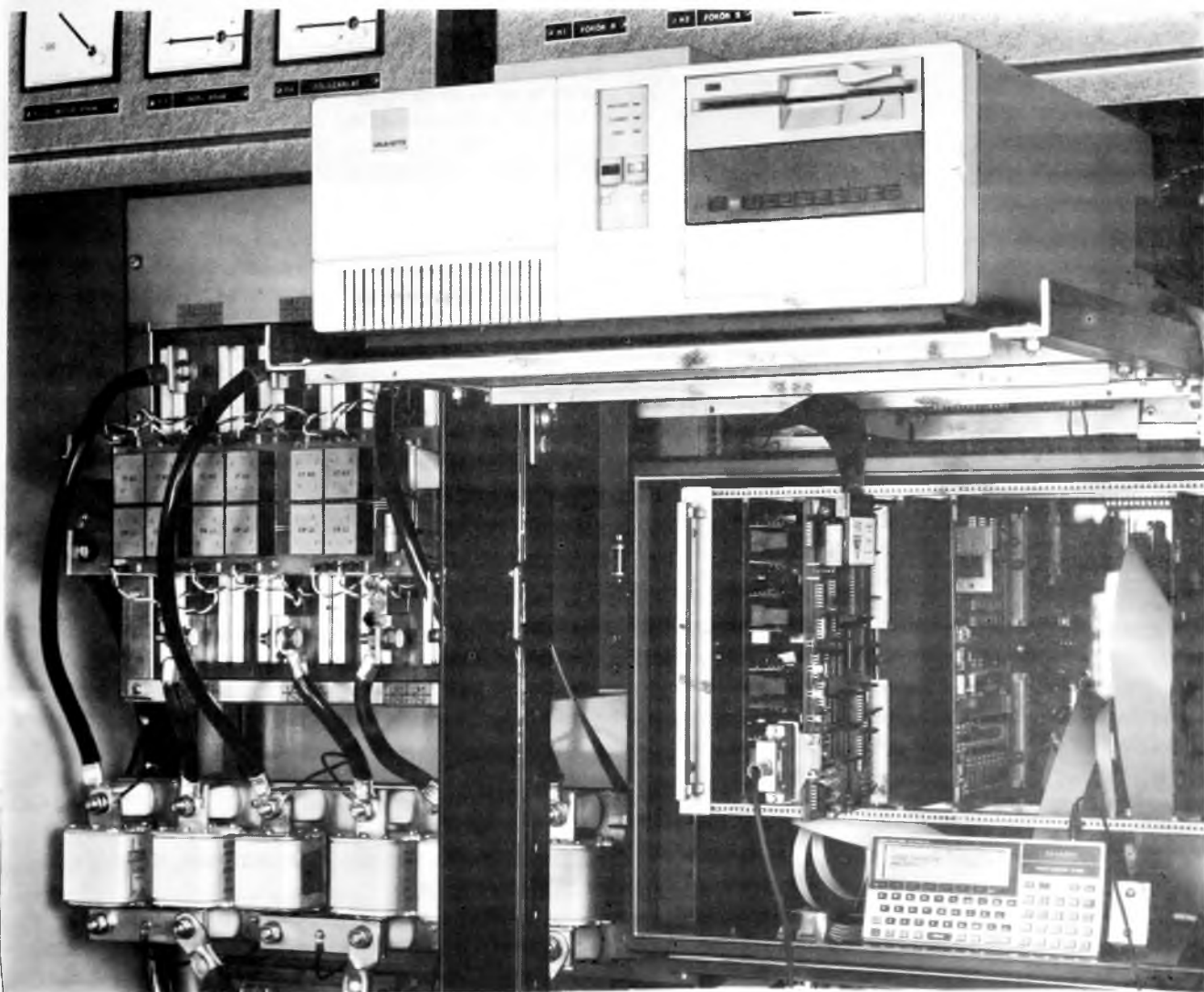
nyomtatható. Hibakereséshez rendkívül fontos szolgáltatás a „feketedoboz funkció”. Nyolc tetszőlegesen kiválasztható változó értékeit üzem közben folyamatosan frissítve tároljuk a ZPRAM-ban és hiba esetén befagyaszthatjuk. Így még akár a teljes tápfeszültség kiesése után is utólag megjeleníthető, megvizsgálható a nyolc változó értékének alakulása a hiba bekövetkezése előtti néhány száz ms időtartamban.

A rendszernek számos ellenőrző, hibafelügyelő funkciója is van, amelyek közül a fontosabbak:

- biztosítókiváradás,
- fáziskimaradás,
- tápfeszültség-kimaradás,
- túláram,
- túlterhelés,
- túlpörgés,
- gerjesztőáram-csökkenés,
- szinkronjel-hiba,
- motor-túlmelegedés,
- programozható külső állapotok, ill. kombinációk.

Bármelyik hiba, ill. esemény bekövetkeztekor, annak kódja megjelenik egy kétszámjegyes kijelzőn.

4. ábra. Emulátor csatlakoztatása programfejlesztés céljára





5. ábra. Vezérlőegység a PC1600 terminállal

#### 4. Kommunikáció

A hajtással való kommunikáció több szinten lehetséges. A programfejlesztést és programhiba-keresést egy IBM PC-ben levő emulátor végzi, amely szalagkábelrel csatlakozik a CPU-kártyán levő processzorfoglatba (4. ábra).

Az üzemszerű kommunikáció számára a hajtásnak két soros kommunikációs csatornája van. Az egyik szabványos RS232 port a kommunikációs eszközök vagy egy magasabb szintű felügyelő számítógép számára, a másik pedig a mikrokontroller saját, nagy sebességű soros vonala, amely az egyes MPDC-hajtások közötti adatátvivő. Közös tengelyű vagy mechanikusan összekapcsolt motorok esetében ezen a gyors, soros vonalon keresztül adja a vezérhajtás az alárendelt hajtások számára az áramalapjelet.

Az üzembehelyezők, ill. az üzemeltető személyzet számára kétféle kommunikációs eszköz használata lehetséges az RS232 pontra csatlakoztatva. Az egyik az olcsó, kereskedelmi forgalomban kapható SHARP PC1600 típusú zsebszámítógép (5. ábra), amelyet a hajtásprogram egy LCD-kijelzőt, tasztatúrát és külső memóriatárolót tartalmazó terminálként kezel. A készülékkel, amely a hajtáshoz üzem közben is csatlakoztatható, megvalósítható a különféle változók, paraméterek be-, ill. átállítása, szabályozási körök felépítése, megváltoztatása, bármelyik be-,

ill. kimeneti csatorna kimaszkolása, a ZPRAM eseménytároló és „feketedoboz” tartalmának megjelenítése. Ezen az alapvető funkciókon kívül a hajtásprogram lehetővé teszi a készülék kétsugaras tárolós digitális oszcilloszkópként való használatát a 156×32 pontos felbontású LCD-képernyőn. Bármelyik változó beprogramozható valamelyik csatornára, tetszés szerint triggerhető, kimerevíthető. Ez mind üzembehelyezéskor a szabályozók, paraméterek beállításakor, mind üzem közben hibakereséskor általában szükségtelenné teszi külön hagyományos oszcilloszkóp használatát.

A program az oszcilloszkópon kívül külön jelgenerátor használatát is kiküszöböli, mivel egy szoftver négyszögjelgenerátor programozható bármelyik változóra, amelynek segítségével igen egyszerűen beállíthatók pl. a szabályozási körök. A PC1600 adattárolóként és adathordozóként is működhet, mivel négy, egyenként 2 K-s memóriatartományba négy különböző ZPRAM-tartalom kimenthető, vagy innen a ZPRAM be-, ill. átírható. IBM PC-re írt különböző felhasználói programokkal a PC1600-at IBM PC-hez csatlakoztatva lehetővé válik a ZPRAM-adatok jó minőségű kiértékelése, nyomtatása, tárolása lemezen vagy harddisken.

A hajtáshoz használható másik kommunikációs eszköz egy IBM PC számítógép, amely közvetlenül is összekapcsolható a hajtással az RS232 vonalon, és a rendelkezésre

álló felhasználói programokkal lényegileg ugyanazok a funkciók valósíthatók meg, mint a PC1600-zal, csak bővített formában, kihasználva a nagy felbontást a kijelzésben, a nagyságrenddel megnövekedett adattárolási lehetőségeket és a nyomtatási képességet.

## 5. Összefoglalás

A fent leírt MPDC típusú hajtásrendszer a szokásos  $\mu$ P-vezérlésű hajtásokhoz képest megnövelt intelligenciával és technológiai illesztési képességekkel járulékos hardver nélkül alkalmas szinte minden technológiai környezetben szükség szerinti szabályozással egyenáramú motor táplá-

lására, a technológiai környezethez tartozó egyéb készülékek vezérlésére, működtetésére, ill. azok jeleinek feldolgozására és magas szintű ember—gép kommunikációra.

## Irodalom

- [1] *AE G Rev.*: Standard static convertor units with microprocessor for DC drives. Publ. No.: A52 V3.7.42/0388
- [2] *ABB Rev.*: Drehstrom Haupt- und Servoantriebe. Publ. No.: DEA 5195 88D
- [3] *Siemens Rev.*:  $\mu$ P controlled digital DC drive. Publ. No.: DS 3046—02B
- [4] *Rakovszky, Gy. — Varjasi, I.*: Fast current controller for line-commutated DC-drives using precalculation. PEMC '90 Conf Proc., pp 408—412, 1990





# Meleghengermű blokkosori főhajtásának tirisztoros áramirányítója

NEMESKÉRY GÉZA—VEREBÉLYI GYÖRGY

## MELEGHEGERMŰ BLOKKOSRI FŐHAJTÁSÁNAK TIRISZTOROS ÁRAMIRÁNYÍTÓJA

NEMESKÉRY GÉZA—VEREBÉLYI GYÖRGY

### ÖSSZEFOGLALÁS

A miskolci DIMAG Rt. Durva Hengerművében a blokkosori főhajtás Ilgner-gépcsoportját tirisztoros áramirányító váltja fel. Az áramirányító 12 ütemű, 4/4-es, vízhűtésű. Adatai: névleges egyenfeszültség 920 V, névleges/maximális egyenáram: 4300 A/12 000 A.

Az energiát 35 kV-os gyűjtősínről kapja Yy0 és Dy5 kapcsolási csoportú transzformátorokon át. A főhajtás szabályozott jellemzője a sorvonó motor fordulatszám. A hajtás vezérlését és védelmi rendszerét PLC irányítja.

A cikk ismerteti a hajtás főáramkörének és szabályozórendszerének tervezési és konstrukciós kérdéseit.

## THYRISTORSTROMRICHTER FÜR DEN HAUPTANTRIEB DER BLOCKWALZSTRASSE EINES WARMWALZWERKS

GÉZA NEMESKÉRY—GYÖRGY VEREBÉLYI

### Zusammenfassung

Im Grobwalzwerk der Aktiengesellschaft DIMAG in Miskolc wurde das Ilgnermaschinenaggregat des Hauptantriebs der Blockstrasse durch einen Thyristorstromrichter abgelöst. Der Stromrichter ist 12 pulsig, reversierbar und wassergekühlt. Technische Daten: Nennspannung: 920 V, Nennstrom/Höchststrom: 4300/12 000 A.

Die Speisung erfolgt von einer 35 kV Sammelschiene über Transformatoren mit Schaltgruppen Yy0 und Dy5. Der geregelte Parameter des Hauptantriebs ist die Drehzahl, des Walzenzugmotors. Die Steuerung und das Schutzsystem des Antriebs wird durch ein PLC gelenkt.

Der Artikel schildert die Projektierungs- und Konstruktionsfragen des Hauptstromkreises und Reguliernsystems des obigen Antriebs.

## THYRISTORCONVERTER FOR THE MAIN DRIVE OF HOT ROLLING MILL

GÉZA NEMESKÉRY—GYÖRGY VEREBÉLYI

### Summary

In the Hot Rolling Mill of the Miskolc DIMAG RT, the Ilgnermotor group of the main drive is being replaced by a 12 pulses, 4 quadrant,

water cooled thyristorconverter. Its data are: rated/maximum current: 4300 A/12 000 A, DC voltage: 920 V.

It is supplied from the 35 kV collector bus bar through transformers of Yy0 and Dy5 connection classes. The controlled parameter of the main drive is the speed of the motor. The control and protection system of the drive is controlled by a PLC.

The article describes the main design and constructional problems of the power circuit loop and the control system of the abovementioned drive.

## ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ГЛАВНОГО ПРИВОДА СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

ГÉЗА НЕМЕСКЕРИ—ДЬЕРДЬ ВЕРЕБЕЛЬИ

### Резюме

Тиристорный преобразователь заменяет главный привод Ильгнер на черном стане A/O DIMAG в г. Мишкольце. Преобразователь имеет 12 тактов и работает в четырёхкватрантном режиме с водяным охлаждением.

Регулируемой величиной главного привода является число оборотов прокатного двигателя.

Управление и защитная система привода управляются с PLC.

## Bevezetés

A miskolci DIMAG Rt. durvahengerművében szükségessé vált a blokkoson az irányváltó főhajtás felújítása. Az ilyen hajtások egyenáramú sorvonómotorjai az iparban a legnagyobb egyenáramú gépek. Névleges fordulatszámuk kicsi, névleges nyomatékuk nagy, általában 2,5-szeresen túlterhelhetők, ezért robosztus felépítésűek. A meglévő sorvonó motor névleges árama 4300 A, névleges feszültsége 1000 V. Ebben a teljesítménytartományban Ward—Leonard-rendszer vagy tirisztoros áramirányító alkalmazható. A következőkben röviden összefoglaljuk a két rendszer legfontosabb tulajdonságait.

## 1. A Ward—Leonard-rendszer és a tirisztoros áramirányító

A sorvonó motorokat régebben középfeszültségű aszinkron- vagy szinkronmotorral hajtott egyenáramú generátorok táplálták. E Ward—Leonard-rendszereknek megvannak a maguk előnyei. A hajtás a hengerlési teljesítménnyel arányos árammal terheli a hálózatot, ezért pl. az első szűrások esetében, amikor a sorvonó motor árama a

legnagyobb, de a hengerlési sebesség kicsi, a Ward—Leonard-rendszer — ellentétben az áramirányítós hajtással — a hálózatból nem vesz fel nagy áramot. Aszinkron hajtómotor esetében a hálózat lökészerű igénybevételét tovább lehet csökkenteni úgy, hogy a forgórész körbe iktatott ellenállás változtatásával a fordulatszám—nyomaték karakterisztikát a tartomány egy részében eső jellegűvé tesszük. Ennek következtében a terhelőnyomaték hatására a generátort hajtó aszinkronmotor fordulatszáma jelentősen csökken. Ilyenkor a szűrások energiaszükségletét részben a lassuló gépcsoport felszabaduló mozgási energiája fedezi. A szűrások közötti időben azután a gépcsoport ismét felgyorsul (Ilgner-hajtás). Ha a hajtómotor szinkron gép, akkor meddőkompenzátorként használható, és így a meddőenergia-fogyasztás ingadozása folyamatosan korrigálható. E kedvező tulajdonságok mellett azonban figyelembe kell venni azt is, hogy a gépcsoport karbantartása sok munkával jár, a régebbi forgógépes átalakítók pedig egyre gyakrabban szorulnak javításra. A több évtizedes gépek áttekeresése és gépészeti felújítása egyre nagyobb nehézségekbe ütközik.

A nagy teljesítményű áramirányítók olcsóbbak a forgó átalakítóknál. Felépítésük egyszerűbb, karbantartásuk könnyű, üzemük zajtalan. Hatásfokuk nagyon jó. A tartálékkepzés egyszerű, az esetleges hiba gyorsan elhárítható. Hengerműveink jelenlegi rossz kihasználtságát figyelembe véve előnyös tulajdonságként könyvelhető el az is, hogy rövidebb termelési szünet esetében kikapcsolhatók. A forgógépes átalakítókat hosszabb üzemszünet alatt is járni kell, mert egy újraindítás tetemes energiavesztést jelent, az üresen járó gépcsoport pedig fölöslegesen fogyaszt energiát.

A tirisztoros áramirányítók telepítésekor figyelemmel kell lenni olyan hatásokra is, amelyek a forgógépes átalakítók esetében nem jelentkeznek. Az áramirányítós hajtás a sorvonó motor nyomatékával arányos árammal terheli a hálózatot, ezért az első szűrások nagy nyomatéklökései nagy meddőáram-lökésekkel járnak. Ezek a kisebb zárlati teljesítményű hálózaton feszültségletörést okoznak. Az áramirányítós hajtások felharmonikusokat termelnek, amelyek lengéseket gerjesztenek és többek között károsíthatják az üzem területén felszerelt fázisjavító kondenzátortelepeket.

A forgógépes és a tirisztoros átalakítók előnyeit és hátrányait összevetve egyértelműen a félvezetős berendezések javára billen a mérleg. Ma már az új létesítményekbe kizárólag tirisztoros áramirányítókat építenek be és a régebbi Ward—Leonard-rendszereket nagyobb felújítás helyett sok esetben inkább új tirisztoros berendezésekkel helyettesítik.

## 2. A rekonstrukció

A miskolci DIMAG Rt. durvahengerművében az eredeti tervek szerint új sorvonó motor, tirisztoros armatúraköri áramirányító, fázisjavító és felharmonikus szűrőberendezés került volna a Ward—Leonard-rendszer helyére, amely aszinkronmotorból, egyenáramú generátorból és a régi sorvonó motorból áll.

A DIMAG Rt. az új sorvonó motort a GANZ-gyártól, az armatúraköri áramirányítót és a fázisjavító berendezés

tirisztoros kapcsolóit az EPOS PVI-től, a komplett fázisjavító és szűrőberendezést a KGT Mérnöki Iroda Rt-től rendelte meg. A GANZ-gyár el is készítette egy korszerű, lemezelt állórészű motor terveit, azonban az egyre romló gazdasági helyzet miatt a DIMAG Rt-nek sajnos le kellett mondania az új motor beszerzéséről. Gyártására már nem került sor. Az áramirányító a régi sorvonó motort fogja táplálni.

A tirisztoros berendezés tervezésekor az új EM 38/90 motor adatai voltak az irányadók. Ennek megfelelően az újonnan beépített főbb erősáramú egységek jellemző adatai a következők.

### 2.1. Az erősáramú rész

Részletesebben csak az általunk érdekesebbnek tartott armatúraköri áramirányítóról írunk, az erősáramú rész egészét csak vázlatosan ismertetjük az egyvonalas kapcsolási rajzon (1. ábra) látható főbb egységek adatainak felsorolásával:

<i>A tervezett új EM 38/90 típusú sorvonó motor:</i>	
Névleges feszültség:	920 V
Névleges armatúraáram/maximális áram:	4300 A/10750 A
Legnagyobb árammeredekség:	100 $I_n/s$
Névleges fordulatszám/maximális fordulatszám:	90 $min^{-1}/135 min^{-1}$

*Főtranszformátor-egység:*  
4 db műgyanta kisütésű, 1600 kVA-es transzformátorból áll, amelyekből 2 db Yy0 és 2 db Dy5 kapcsolási csoportú.

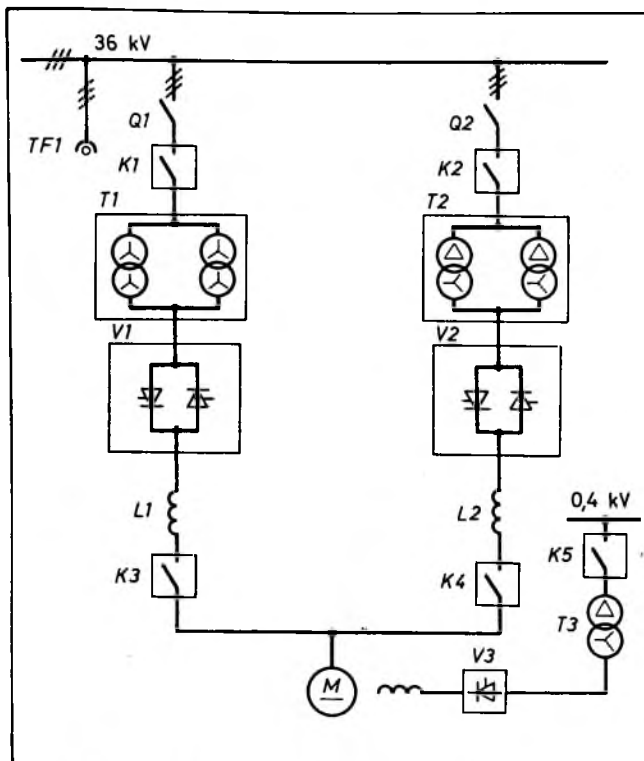
Névleges szekunder teljesítmény:	$P_{2n} = 4 \times 1600$ kVA
Névleges feszültségek:	
nagyfeszültségű oldal:	36 kV
kisfeszültségű oldal:	800 V
Hűtési mód:	természetes léghűtés.

<i>Gerjesztőköri transzformátor:</i>	
műgyanta kiöntésű, természetes léghűtésű	
Névleges szekunder teljesítmény:	260 kVA
Névleges tápfeszültség:	400 V
Névleges szekunder feszültség:	400 V

<i>Egyenáramú simító fojtók (2 db):</i>	
légmagosak, természetes léghűtésűek	
Névleges áram:	$I_n = 2500$ A
Névleges induktivitás:	$L_n = 2 \times 1,25$ mH

<i>Egyenáramú gyorskapcsoló:</i>	
Siemens gyártmányú, 3WV67 típusú	
Névleges feszültség:	$U_n = 1200$ V
Névleges áram:	$I_n = 2 \times 3150$ A

<i>Armatúraköri tirisztoros áramirányító:</i>	
Állandó teljesítmény:	4000 kW
Ütemszám:	12
Névleges feszültség:	920 V



1. ábra. Egyvonalas kapcsolási rajz

Névleges egyenáram:	4300 A
Maximális egyenáram:	12000 A
Működtetési mód:	négynegyedes, logikai irányváltó
Hűtési mód:	víz-hűtéses, víz-víz hőcserélővel.

#### Gerjesztőköri tirisztoros egyenirányító:

Állandó teljesítmény:	200 kW
Névleges feszültség:	440 V
Névleges egyenáram:	450 A
Működési mód:	egynegyedes
Hűtési mód:	forszírozott léghűtés

#### 2.2. A víz-hűtésű armatúraköri áramirányító

Az áramirányítót a 2. ábra, a félvezetők áramköri elrendezését a kapcsoláson belül a 3. ábra mutatja. Az áramirányító két azonos felépítésű  $V1$  és  $V2$  részegységből áll. Egy-egy áramirányítórész két azonos felépítésű  $TM1$  és  $TM2$  tirisztoros modulot tartalmaz.

A  $V1$  és  $V2$  áramirányító fázisban egymásból  $30^\circ$ -kal eltolt tápfeszültséget kap, az egyenáramú kapcsok az  $L1$  és az  $L2$  fojtótekercsen keresztül párhuzamosan vannak kötve. A fojtók a részegységek áramát simítják, és elválasztják egymástól a  $V1$  és a  $V2$  áramirányítót biztosítva ezzel, hogy egymástól függetlenül kommutálhassanak. A  $V1$  és  $V2$  együttesen így 12 ütemű kapcsolásként működik, amelyben a tirisztorok áramvezetési szöge  $120^\circ$ . Az eredő hálózati áramban előforduló felharmonikusok rendszáma  $V = 12k \pm 1$  ( $k = 1, 2, \dots$ ), tehát a legkisebb rendszám: a 11 és 13. Az eredő hálózati áram alapharmonikusa közelítően 1, és a lépcsős áramgörbe nagyon jól

megközelíti a szinuszalakot. A kimeneti feszültségben előforduló legkisebb frekvenciájú felharmonikus 600 Hz-es. A motor tápfeszültsége közelítően sima egyenfeszültség.

A  $TM$ -modulok csavarkötések oldása után a szekrényből kiemelhetők. Külön gyárthatók és ellenőrizhetők, meghibásodáskor tartalékra cserélhetők. A meghibásodott egység ezután szekrényen kívül javítható és ellenőrizhető.

A modulban tárcsatirisztorokból és víz-hűtőkből felépített félvezetős oszlop — stack — van (4. ábra). A stack két ellenpárhuzamos híd egyik felének tirisztorait tartalmazza. A hidakban áganként két párhuzamos félvezető van. Előre irányban a feketített tirisztorok működnek, Hátra irányban a világosan hagyottak.

A stackben egy előre irányhoz tartozó félvezetőt mindig egy hátra irányhoz tartozó követ. Az ilyen tirisztorpárok esetében adott időben mindig csak az egyik elem melegszik, ezért a stackben levő 12 db tirisztorhoz elegendő 7 db víz-hűtőt és 6 db nem hűtött kivezető sínt használni. A stack szerkezeti felépítését és a névleges áramhoz tartozó hőmérséklet-eloszlást az 5. ábra mutatja.

A tirisztorok POWEREX gyártmányú, PRX TB203216 típusúak, amelyeket a gyártó nyitóirányú feszültségre válogatva szállított.

#### Jellemző adatok:

Legnagyobb zárófeszültség:	3200 V
Tartós határáram $70^\circ\text{C}$ házhőmérsékleten:	1600 A
Lökőáram (1 félperiódus, $125^\circ\text{C}$ réteghőmérséklet):	24 kA
Összenyomó erő:	31 kN.

A víz-hűtők elektrolitikus vörösréz hasábok, amelyekben a hűtővíz V alakú furaton keresztül áramlik. A furatokba rozsdamentes acélból készült tömlőcsatlakozók vannak becsavarva.

A hűtővíz áramlása szempontjából egy stack hűtői műanyag tömlővel vannak egymással sorba kapcsolva. A tirisztorokat, a hűtőket és a kivezetősíneket 30 kN erő szorítja egymáshoz. Ez az erő biztosítja az elemek között a jó villamos és hővezetési kapcsolatot. A tirisztoros oszlop két lóversenypálya alakú, üvegszál erősítésű, műgyanta tartó fogja össze. Ez az anyag kiváló szigetelési tulajdonsággal és az acélét megközelítő szakítószilárdsággal rendelkezik. A tartók egyik végébe nyomólap, a másik végébe tányérrugós nyomószerkezet van beépítve, amely az összeszorító erőt biztosítja. A tányérrugók jelleggörbéje olyan, hogy a rugóerő elég széles tartományban az összenyomással csak keveset változik, így az összeszorító erő közelítőleg állandó értékű pl. a hőmérséklet okozta hosszváltozások ellenére is.

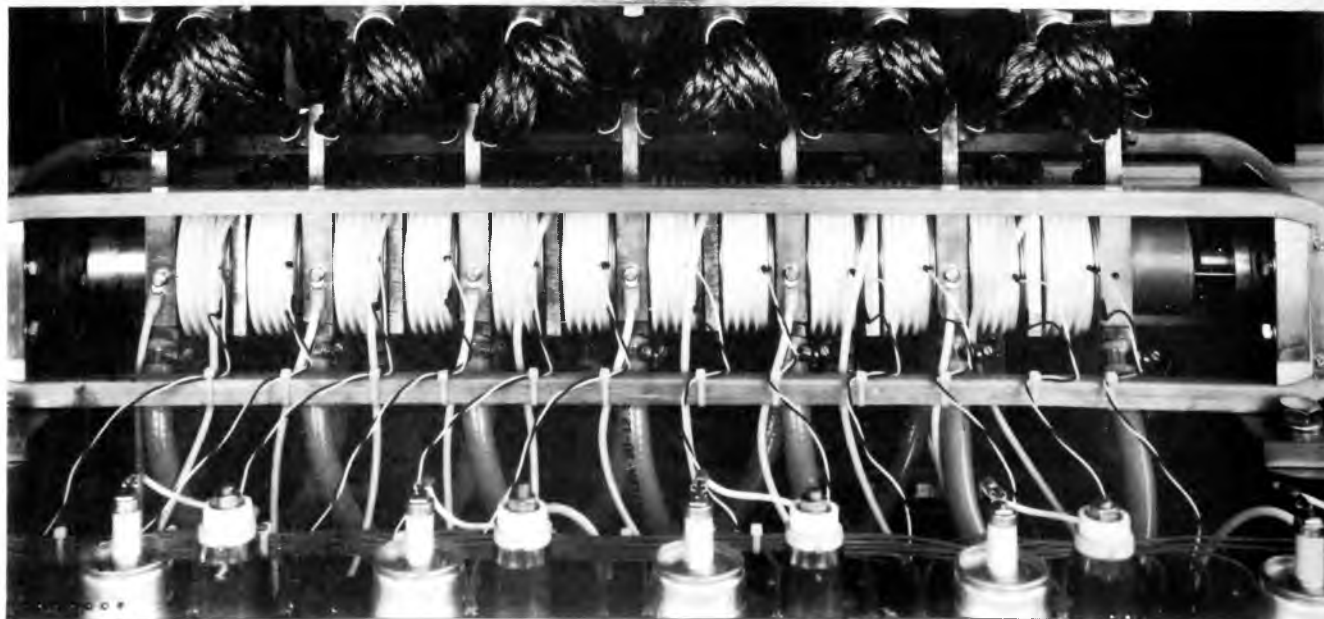
A víz-hűtőkhöz és a sinkivezetésekhez hajlékony rézfonat vezeti az áramot, a hűtővíztömlő peremes csőkötéssel csatlakoztatható.

A  $TM$ -modulban vannak a tirisztorok  $RC$ -elemei, a gyűjtőtranszformátorok és a félvezetőket ellenőrző áramkörök. A kisfeszültségű vezetékek 30 pólusú dugaszolható csatlakozóval kapcsolódnak a modulhoz.

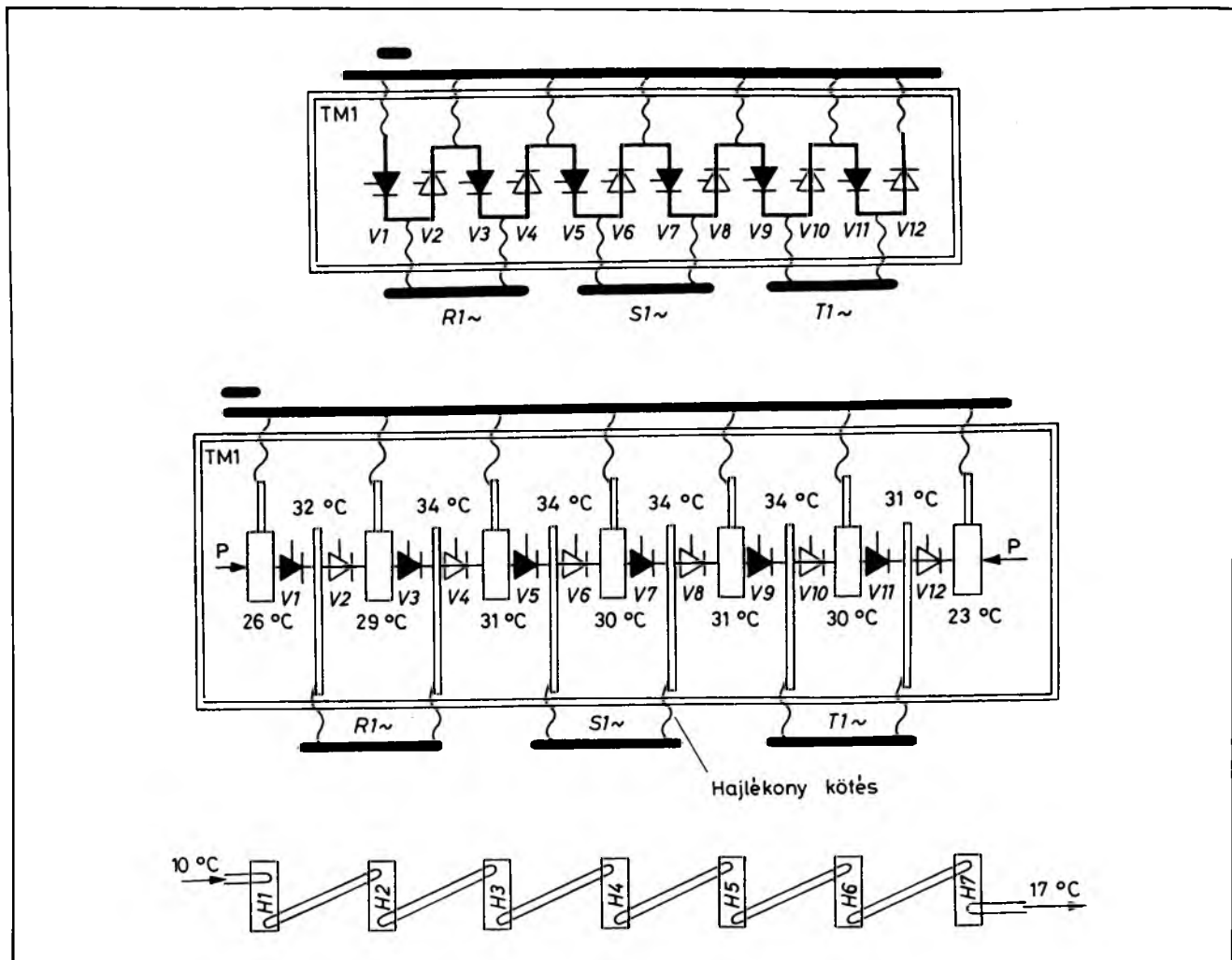


2. ábra. Az armatúrákörü áramirányító

4. ábra. A tirisztoros oszlop (stack)







5. ábra. A tirisztoros oszlop szerkezeti felépítése és a névleges áramhoz tartozó hőmérséklet-eloszlás

### 2.3. A hajtás vezérlése

A hajtásvezérlést OMRON gyártmányú S6 típusú PLC irányítja. A PLC fogadja a külső jeleket, elvégzi a belső reteszelési feladatokat. Irányítja az előírt kapcsolási folyamatot és ezekről saját kijelzőin, ill. az általa vezérelt külső jelzőkészülékekkel (lámpákkal, hibajelzőkkel) tájékoztat.

A PLC egy központi és — jelenlegi kiépítésében — négy bővítőegységből áll. Az üzemelés során később esetlegesen felmerülő további kapcsolási feladatok megoldására szabad ki- és bemenetek vannak fenntartva.

A PLC-s vezérlés egyszerűsítette a berendezés huzalozását és csökkentette a relék számát. Legnagyobb előnye azonban talán az, hogy lehetővé teszi a reteszelési rendszer helyszíni megváltoztatását. Az ilyen módosításokat PLC használata nélkül huzalozással és új relék és időrelék beépítésével lehetne megvalósítani. A PLC ezeket a munkákat programmodosítási feladattá egyszerűsíti. Ez a lehetőség számunkra is hasznos volt, mert, mint ahogy gyakran előfordul, néhány reteszelési feltétel csak a helyszínen tisztázható.

### 2.4. A hajtás szabályozása

A hajtás elektronikáját három egymás fölött elhelyezett, ESZR méretű rack-fiókban helyeztük el. A rack-fiók

fölött van a hajtás szabályozási bloksémája és az elektronikus védelmek működését kijelző világító diódák, valamint a főbb szabályozástechnikai jellemzők mérésére szolgáló mérőhüvelyek.

A szabályozás alapján véve mezőgyengítéses, alárendelt áramszabályozással működő, 4/4-es fordulatszám-szabályozás. A körárammentes irányváltás a főkörben történik. A fordulatszám-alapjelet meredekségkorlátozóba vezetjük, onnan kerül a fordulatszám-szabályozó erősítőbe. A fordulatszám-szabályozó kimeneti feszültségét (amely az áram alapjele) korlátozzuk, és ezzel biztosítjuk, hogy az áram maximális értéke ne haladja meg a motorra megengedett legnagyobb áram értékét. A fordulatszám-szabályozó és az áramszabályozó PI-visszacsatolású analóg erősítő.

A fordulatszám-szabályozó kimenő jele vezérli a logikai reverzaló egységet. Ennek az áramkörnek a működése némileg eltér a szokásostól: lehetővé teszi, hogy a kapocsfeszültségben az egyébként invertertartaléknak szükséges tartományt (ez az egész kapocsfeszültség mintegy 10%-a) is kihasználhassuk. A megoldás hátránya, hogy ilyen módon a reverzalás folyamata kicsit lelassul. A módosított logikai reverzaló egység a gerjesztőáram értékének megváltoztatásával először lecsökkenti a kapocsfeszültséget az

invertertartaléknak megfelelő szintre, s csak utána engedélyezi az irányváltást.

A két hídrendszernek két különálló áramszabályozója és két gyűjtőrendszere van, a logikai reverzáló azonban közös. Irányváltáshoz az „új” áramirányhoz tartozó hidak gyűjtőimpulzusainak a hídra való lejutását csak akkor engedélyezzük, ha a „rég” áramirányhoz tartozó hidak már nem vezetnek áramot.

A szinkronozáshoz szükséges feszültséget a 35 kV-os betápláló oldalról 35 kV/100 V áttételű feszültségváltók adják.

A gerjesztésszabályozó feszültség szabályozóból és gerjesztőáram-szabályozóból áll, amelyhez a gyűjtőrendszer kapcsolódik. A feszültség szabályozó alapjelét a logikai reverzálótól kapja, és ennek megfelelően változtatja a gerjesztőáram értékét.

### 2.5. A védelmek

A védelmek a tervezéskor jelentős szerepet kaptak. Két csoportra osztottuk őket: a hajtás hibáit összegyűjtő belső védelmekre és a transzformátorok, megszakító, motor, és a hűtővízrendszer meghibásodásait ellenőrző külső védelmekre.

#### Belső védelmek

A következő hibák fellépte esetén aktivizálódnak:

- tartósan nagy az áram (rendszerenként),
- túláram (rendszerenként),
- félvezetővédő biztosító kiolvad (rendszerenként),
- a fordulatszám nagy,
- a gerjesztőáram kicsi,
- a gerjesztőkörben a tirisztorok hőmérséklete nagy,
- a gerjesztőkörben a félvezetővédő biztosító kiolvadt,
- gerjesztőköri tápfeszültség kimarad,
- gerjesztőköri túlfeszültség,
- az armatúrafeszültség nagy,
- szinkronfeszültség-hiba.

#### A külső védelmek

Csak előjelzést adó védelmek működnek a következő hibák esetén:

- motorolajozás, ill.
- motorszellőzés hibája.

Előjelzést és lekapcsolást végző, kétfokozatú védelmek működnek a következő hibák esetén:

- a hűtővízrendszer hőmérséklete megnövekedett,
- a betápláló transzformátor hőmérséklete nagy (4 db),
- a betáplálási oldalra beépített megszakító túlmelegedett,
- a gerjesztés tápláló transzformátorának hőmérséklete nagy.

## 3. Összefoglalás

A nagy teljesítményű vízhűtésű áramirányítókban a tirisztoros oszlopok alkalmazása kompakt konstrukciót eredményez. Az oszlopok kialakításakor az áramirányító-kapcsolás sajátosságait figyelembe véve egyszerűsítésekre nyílik mód. Irányváltó kapcsolásokban kihasználható az a tulajdonság, hogy a beépített tirisztoroknak egyszerre mindig csak a fele vezet áramot és termel veszteségi hőt. Ilyenkor a hűtőtömbök fele megtakarítható. Ez az oszlop hosszát és súlyát jelentősen csökkenti és egyszerűíti a hűtőkörét is.

A tirisztoros oszlop felhasználásával teljesítményükhöz viszonyítva könnyű és kis méretű modulok építhetők, amelyek a tirisztorokhoz tartozó RC-elemeket, gyűjtőtranszformátorokat és a tirisztorok üzemképességét ellenőrző áramköröket is tartalmazzák. A modulok önálló egységet alkotnak, külön gyárthatók és méréssel ellenőrizhetők. Néhány tirisztoros modulból nagy teljesítményű áramirányító rakható össze. A modulok egyszerűbb hibakeresést és hibaelhárítást tesznek lehetővé.

A gyártás és a próbatermi mérések ezeket az előnyöket igazolták. Az áramirányítós hajtás helyszíni telepítése befejeződött, az üzembe helyezés megkezdődött. Az új berendezés 1991-ben kerül üzembe.

## Irodalom

- [1] Powrex, Inc.: Power Semiconductor Data Book. Volume 4, Application Information.
- [2] Grützmaier, B. — Wörner, R.: Die Gleichstrom Hautantriebe einer zweigerüstigen Dressierstrasse. BBC — Nachrichten, 1981. H3, p. 106—115.
- [3] Neeser, G. — Pfeffer, G.: High-performance converters for a.c. variable-speed drives in the megawatt range. SIEMENS Energy and Automation Special, 1988. October, p. 56—65.





# Huzalgyártó gépsorok villamos berendezései

BOGOSI GYÖRGY—NAGY ATTILA—NAGY PÉTER—NEMESKÉRY GÉZA—VEREBÉLYI GYÖRGY

## HUZALGYÁRTÓ GÉPSOROK VILLAMOS BERENDEZÉSEI

BOGOSI GYÖRGY—NAGY ATTILA—NAGY PÉTER—NEMESKÉRY GÉZA—VEREBÉLYI GYÖRGY

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt tíz év során a VKI többféle, DIGÉP gyártmányú huzalgyártó gépsorhoz fejlesztett és készített villamos berendezést. Maximális kiépítettségben a villamos rész húzógéphajtásból, folyamatos lágyítóból, csévéelőhajtásból, valamint vezérlőpultból áll. Az építőközvetlenül kialakított villamos egységekből a különféle huzalgyártó gépsorokhoz összeállítható a villamos vezérlő- és szabályozóberendezés. A bonyolult vezérlési feladatok megoldására először itt alkalmazták PLC-t.

A cikk ismerteti a hajtások és a lágyító tirisztoros áramirányítóit, valamint a szabályozókörök felépítését.

## ELEKTRISCHE ANLAGEN VON MASCHINENSTRASSEN FÜR DRAHTHERSTELLUNG

GYÖRGY BOGOSI—ATTILA NAGY—PÉTER NAGY—GÉZA NEMESKÉRY—GYÖRGY VEREBÉLYI

### Zusammenfassung

Im Laufe der letzten zehn Jahre wurden im Forschungsinstitut der Elektroindustrie (VKI) elektrische Anlagen für mehrere — in der Fabrik DIGÉP hergestellte — verschiedene Maschinenstrassen für Drahtherstellung entwickelt und hergestellt. In maximaler Ausbaustufe besteht der elektrische Teil aus Antrieb für Ziehmaschinen, kontinuierlicher Glühanlage, Antrieb für Spuler sowie Steuerpult. Aus den nach dem Baukastenprinzip herausgebildeten elektrischen Einheiten kann die elektrische Steuer- und Regelanlage der verschiedenen Maschinenstrassen für Drahtherstellung zusammengestellt werden. Bei der Lösung der komplizierten Steueraufgaben wurden hier erstmalig SPS eingesetzt.

Der Artikel beschreibt die Thyristorgleichrichter für die Antriebe und die Glühanlage sowie den Aufbau der Regelkreise.

## ELECTRICAL EQUIPMENT OF WIRE DRAWING MACHINE LINES

GYÖRGY BOGOSI—ATTILA NAGY—PÉTER NAGY—GÉZA NEMESKÉRY—GYÖRGY VEREBÉLYI

### Summary

In the past ten years VKI has elaborated electrical equipment for different wire drawing machine lines manufactured by DIGÉP. In its maximum development volume the electrical system will include the drive of the wire drawing unit, the continuous operation annealer, the drive of the bobbin winder and the control panel. Electrical control equipment for the different wire drawing machine lines may be constructed of electrical equipment units elaborated on the building-block principle. It is here primarily that PLC units found application for the solution of complex control problems.

The article describes the construction of thyristor control units for drives and annealers, as well as the structure of the control circuits.

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОВОДА

ДЬЁРДЬ БОГОШИ—АТТИЛА НАДЬ—ПЕТЕР НАДЬ—ГЕЗА НЕМЕСКЕРИ—ДЬЁРДЬ ВЕРЕБЕЛЫИ

### Резюме

За последнее десятилетие в Институте Электротехнической Промышленности разработано и изготовлено электрооборудование к различным линиям производства DIGÉP по производству провода. В максимальном построении электрическая часть состоит из привода волоочильного станка, непрерывного размягчения, из привода намотки а также из пульта управления. Из созданных по принципу кубиков электроузлов можно создать электрооборудование по управлению и регулированию для различных линий по производству провода. Для решения сложных задач управления здесь впервые применяется PLC.

В статье описываются выпрямители привода и размягчения, а также построение цепи регулирования.

## 1. Bevezetés

A DIGÉP 1979-ben licencet vásárolt a német Henrich cégtől durvahúzó gépcsalád húzógépeire és csévére rakójára, majd az olasz Technofil cégtől huzallágyítóra, valamint egyorsós és folyamatos csévéelő gyártására. Ezzel elméletileg négyféle fokozatszámú (9, 11, 13, 15 húzókö) és három féle nyúlásvariációjú (26%, 30% és degresszív 55...26%), tehát összesen 12 alapvariációjú gép állítható

elő réz, alumínium és ötvözött alumínium anyagú huzalok gyártására.

Kézmérettartomány:	Ø1,35...4,5 mm
Befutó huzal átmérője:	8 mm Cu 9,5 mm Al, öAl
Befutó huzal max. sebessége:	2,5 m/s
Max. húzási sebesség:	36 m/s Cu, Al 25 m/s öAl
Főmotor:	300 kW, 2000 ford/min
hasznos húzási teljesítmény:	265 kW
maradékteljesítmény:	35 kW az esetleges lágyító hajtásához.

Eddig a következő gépsor változatok készültek el a VKI villamos berendezéseivel:

#### Vörösréz huzal gyártására:

- Húzógépjel + lágyító + folyamatos csévéelő (Kisteleki Kábelgyár, itt a lágyító villamos berendezése Siemens gyártmányú volt).
- Húzógépjel + lágyító + csévére rakó (Csehszlovákia: Kablo Velke Meziříčí; Szovjetunió: Podolszki Kábelgyár; Albánia: Shkodrai Kábelgyár).

#### Alumíniumhuzal gyártására:

- Húzógépjel + csévére rakó (Inotai Alumíniumkohó).
- Húzógépjel + folyamatos csévéelő (Egyiptom).

Fejlesztés alatt van egy nyolcszálás húzógépjel különmotoros kihúzóhajtással + lágyító + csévére rakó berendezésgyűjttes vörösréz huzalra (a húzógépjel hajtása VKI fejlesztésű).

#### A gépek rövid ismertetése:

**Húzógépjel.** Működési elve: csúszva húzó. A gépjel tandem elrendezésű, azaz minden húzóköhöz tartozik egy húzó tárcsa. A húzó tárcsatengelyek fogaskerék-áttétellel kapcsolódnak a főmotorhoz. A húzóköveket és húzó tárcsákat 2000 l/min mennyiségű, folyamatosan hűtött és tisztított emulzióval kenik és hűtik vörösréz huzal, és olajjal alumíniumhuzal megmunkálása közben.

A húzógépjel készülhetnek különmotoros kihúzóhajtással is. Ez a változat a végméreték nagy variálhatóságát biztosítja úgy, hogy gyorsabb az átállás más méretre, és kevesebb húzókösort kell raktáron tartani. Viszont szabályozástechnikai szempontból bonyolultabb a feladat, mert biztosítani kell a főmotor és a kihúzómotor együttlátását mind az üzemi sebességen, mind a fel- és lefutás folyamán. A módszer egymenetes gépekhez nem használatos, de két- vagy többmenetes gépekhez termelékenységnövelő lehet.

**Lágyítógépjel.** A húzógépjelből a huzal a lágyító szigetelt csapágyszású terelő- és kontaktgörgőire fut. A kontaktgörgőkre kapcsolt egyenfeszültség hatására lágyul ki a huzal. Elő- és főzóna van. A főzónán gőz áramlik át, amely védi a huzalt az oxidációtól. A főzóna után hűtővízes szakasz, majd legvégül sűrített levegős szárítás következik. A hűtővízszükséglet 300 l/min, gőzszükséglet 20 kg/h. A lágyító görgőit a húzógépjelről lapos szíjjal hajtják.

A lágyító gépjelből folyamatos csévéelőre vagy csévére rakóra mehet a huzal. Mindkét csévéelő automatikus csévéváltást tesz lehetővé. Ez biztosítja, hogy csévécsere közben nem

áll meg a huzal a lágyítóban, így nincs lágyítatlan része a készterméknek.

**Folyamatos csévéelő.** A huzalgyártó gépsorban a huzal felcsévélése ikercsévéelővel (folyamatos csévéelővel) a legtermelékenyebb. Ezzel a berendezéssel lehetővé válik a huzal felcsévélése csavaró igénybevétel nélkül, viszont a nagy fordulatszámmal forgó csévé kiegyensúlyozást igényel. A csévére rakó géphez hasonlóan biztosítva van a huzalgyártó sor folyamatos üzeme a megtelt csévé üresre való cseréje közben is. Alapvető különbség a csévére rakó géphez képest a villamos hajtás szempontjából abban van, hogy az ikercsévéelő a csévécsere közben is csévé, míg a csévére rakó eközben áll. Ennek megfelelően az ikercsévéelő üzemhez elegendő egy kis kapacitású huzalakkumulátor is, míg a csévére rakó üzemében a csévécsere teljes ideje alatt gyártott huzalmennyiséget huzalakkumulátorban kell tárolni, tehát nagy méretű huzalakkumulátor szükséges.

Az ikercsévéelő kdobjai egymás melletti (a huzal haladási irányára merőleges) vagy egymás mögötti (a huzal haladási irányába eső) elhelyezésűek lehetnek. Ennek megfelelően más és más a gépészeti megoldás is, de eltérőek az ikercsévéelő k automatizáltsági fokának megfelelő kiszolgálási igények is.

**Csévére rakó.** A hagyományos csévéelőrendszer fordítottja, ugyanis a huzalt egy forgó szálvezető harang az álló csévére tekeri. Előnyei: a forgó tömeg a csévéelés folyamán állandó, így könnyebb a huzalfeszítést állandó értéken tartani, valamint részben telt csévével újraindulni. Mivel a csévéek szétszedhetőek, a kb. 4 t tömegű huzalköteget csévé nélkül szállíthatják, a csévéek száma jelentősen csökkenthető.

## 2. A húzógépjel villamos berendezése

A húzógépjel villamos berendezése a gépjel fő hajtómotorjának szabályozott hajtásából és a relés vezérlésből áll.

A vezérlés működteti a gépjel segédüzemi berendezéseit és összegzi a gépsor egyéb gépeitől érkező hibajeleket. Innen indítható az egész gépsor, ha valamennyi géptől megérkezik az *Üzemkész* jelzés, ill. innen állítható le a berendezés üzemszerűen és hiba esetén.

A húzógépjel külső gerjesztésű egyenáramú motor hajtja egynegyedes tirisztoros áramirányítón keresztül. Az áramirányítót a vezérlőszekrényen elhelyezett ventilátor hűti. A kívánt húzási sebességet a vezérlőpulton levő potenciométerrel kell beállítani. A huzalsebességet üzem közben PI-szabályozó tartja állandó értéken. Induláskör és leálláskör a huzalsebesség állandó gyorsulással nő, ill. csökken. Ennek értékét a csévéelőben gyorsítandó tömeg korlátozza. A teljes sebességre gyorsulás ideje kb. 1,5...2 min.

Automatikus csévéváltáshoz a gépsor önműködően lassul a biztonságos csévécserehez szükséges sebességre és utána visszaáll az eredetileg beállított értékre.

Az elektronikus szabályozó védelmi áramkört tartalmaz, amely a gerjesztőáram kimaradásakor, az áramirányító, ill. a motor túlmelegedése esetén, túláram fellépteke és feszültségcsökkenéskor leállítja a gépsort.

### 3. A lágyító villamos berendezése

A húzó gépben az alakváltozás hatására az anyag felkeményedik, rideggé válik. Ilyen állapotban további feldolgozásra alkalmatlan, ezért van szükség a lágyítási folyamatra. A folyamatos üzemű lágyító gépben az átfutó huzalba kontakt görgőkkel áramot vezetnek és ennek hőhatására az anyag kilágyul. Vannak váltakozó áramú és egyenárammal működő lágyítók. A durvahúzó gépsorok lágyítói 500 kW körüli teljesítményűek, legnagyobb áramuk pedig 5000 A körüli. A váltakozó áramú lágyító gépekben ezt a teljesítményt a háromfázisú hálózat fázisai között lehetőleg egyenletesen kell elosztani, ezért az elő- és főzónákat három, közelítően azonos villamos ellenállású csoportba kell osztani. A nagy váltakozó áramok kontakt görgőkhöz vezetése nagy induktív feszültségesésekkel jár. Az elsődleges technológiai szempontok mellett ezeket a megkötéseket is figyelembe kell venni.

A berendezés erőáramú része egyszerű: háromfázisú, nagy áramú transzformátorból és a transzformátor primer körébe kapcsolt háromfázisú tirisztoros szaggatóból áll. A szaggató kialakítása szempontjából kedvező, hogy a tirisztorok a kis áramú oldalon vannak.

A DL-4,5Cu típusú gép egyenáramú,  $\varnothing 1,35 \dots 4,5$  mm-es réz- és alumíniumhuzalok folyamatos lágyítására való. A legnagyobb huzalsebesség 36 m/s, a lágyítóáram legnagyobb értéke 6000 A, feszültsége 80 V, amelyek nem összetartozó értékek. A kis átmérőjű huzalt nagy sebességgel húzzák, a lágyításhoz nagyobb feszültség és kisebb áram kell. Vastag huzal esetében a sebesség és a lágyítófeszültség kisebb, az áram pedig nagyobb.

A gép villamos berendezése szabályozószekrényből és a lágyító transzformátorával egybeépített, háromfázisú, hídkapcsolású, tirisztoros egyenirányítóból áll. A transzformátor és az egyenirányító egyenletesen osztja el a teljesítményt a villamos hálózat fázisai között, a nagy egyen-

áramot vezető síneken pedig csak rezisztív feszültségesés lép fel, nem úgy, mint a váltakozó áramú gépekben. Így az elő- és főzónák számát és kialakítását a technológiának legjobban megfelelő módon lehet meghatározni, és nem kell figyelemmel lenni terheléelosztási és áram-hozzávezetési szempontokra.

Az előnyöknek ára van: az egyenirányítót a legnagyobb lágyítófeszültségre és -áramra kell méretezni, tehát 80 V-ra és 6000 A-re. A nagy áram miatt elfogadható mértékben csak vízhűtésű egyenirányító építhető. Ekkor viszont a háromfázisú egyenirányító a lágyító transzformátorára ráépíthető és méreteit lényegében csak az egyenáramú sínek nagysága szabja meg. A hídban áganként két párhuzamosan kapcsolt, T1258N típusú, AEG gyártmányú tirisztor van 2K0,024W típusú hűtőre szerelve. A 12 db tirisztorhoz összesen 24 l/min térfogatáramú, 25 °C-os belépési hőmérsékletű hűtővíz kell. Ekkor a gyártó szerint a híd maximális egyenárama 7080 A. A tirisztorok zárófeszültsége 400 V. A hűtés átfolyó rendszerű. A lágyítófeszültséget a huzalsebesség függvényében úgy kell változtatni, hogy a sebességtől függetlenül, álló állapottól álló állapotig egyenletesen lágy huzalt kapjunk. Ez fontos, mert a gépsor indítása és leállítása közben is jelentős mennyiségű huzalt gyárt és a huzal minősége eközben sem változhat. Ellenkező esetben a huzal további feldolgozásakor — pl. ha finomhúzógépre kerül — selejt keletkezik.

A lágyítófeszültség effektív értékét az

$$U = K U_0 \sqrt[m]{v}$$

összefüggés szerint kell változtatni, ahol

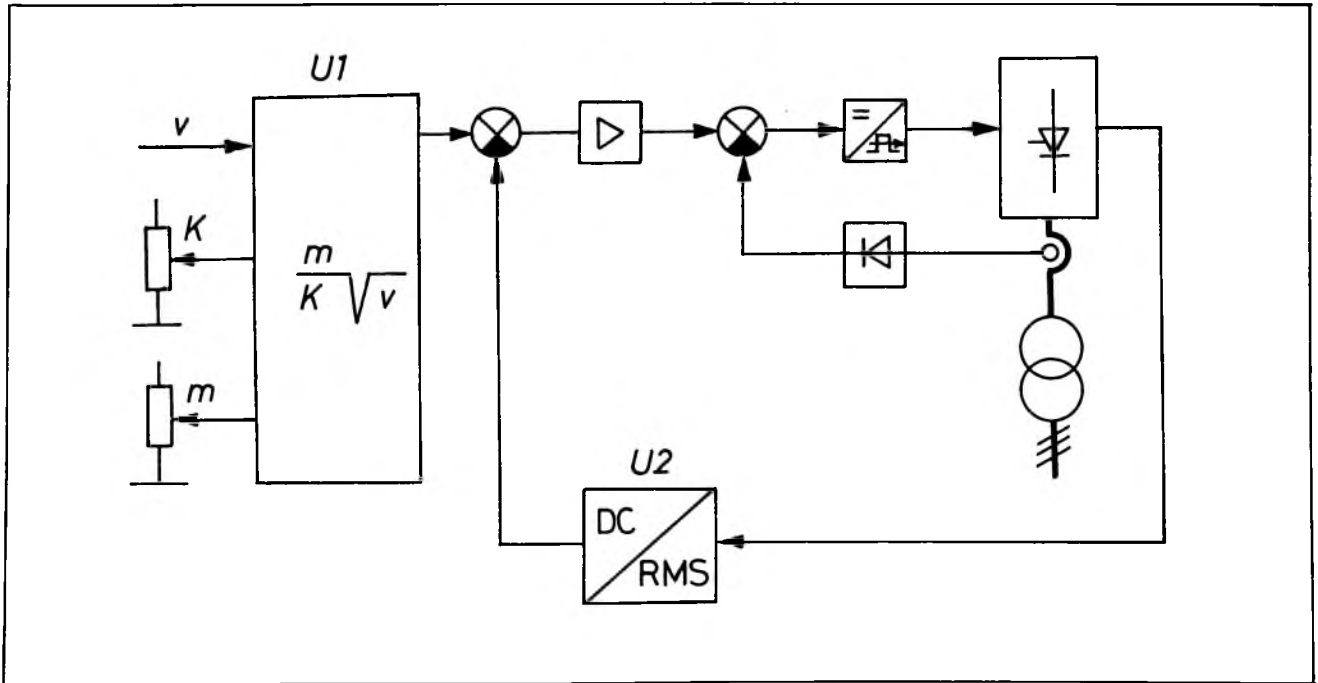
$U$  a lágyítófeszültség;

$U_0$  a lágyítófeszültség legnagyobb értéke;

$K$  és  $m$  a géptől és a lágyítás mértékétől függő állandók,  $K = 0,1 \dots 1$ ,  $m = 1,7 \dots 2,3$ .

A feszültségváltoztatást a gyakorlatban az 1. ábra szerinti szabályozó kör valósítja meg. Az  $U_1$  és  $U_2$

1. ábra. Folyamatos huzallágyító gép kapocsfeszültség-szabályozása



áramkörök hibrid technológiával készült analóg átalakítók, külön jusztrózasukra nincs szükség.

#### 4. A folyamatos csévéelő villamos berendezése

Az ismertett ikercsévéelőben a csévék egymás mögött vannak. Ez az ikercsévéelő teljesen automatizált, amelynek kiszolgálása folyamatos üzemben az üres csévék biztosításán kívül csak a megtelt csévék elgurítását igényli a kezelőtől. A gép valamennyi szerve hidraulikus működtetésű, ennek berendezéseit egy igény szerint bekapcsolódó olajszivattyú táplálja. A szálvezetés is hidraulikus megoldású, a szálvezető tápszivattyúját azonban az éppen csévéelő hajtás forgatja a csévélési sebességnek megfelelő szálvezetés érdekében. A PLC-s vezérlő szilárdtestrelék közbeiktatásával működteti a csévéelőgép nagy nyomású hidraulikus szelepeit. A gép szerveinek helyzetét a PLC végálláskapcsolók segítségével érzékeli. Ehhez a 220 V-os hálózati feszültséget választottuk, mivel így egy esetleges meghibásodás, véletlen elkötés folytán a PLC-re kerülő hálózati feszültség nem károsíthatja a PLC-t.

A gépnek két önálló, analóg szabályozású, négynegyedes, logikai reverzáló, saját védelmekkel ellátott hajtása van, amelyeket szintén a PLC vezérel. Az éppen csévéelő hajtás PID jellegű húzóerő-szabályozással, míg a csévéváltáshoz felfutó — vagy éppen leálláshoz fékező — hajtás PI jellegű, tachodinamóról visszacsatolt fordulatszám-szabályozásban üzemel. A csévék maximális átmérője 800 mm, legnagyobb össztoege rézhuzal esetén kb. 1100 kg. A csévéelőmotorok teljesítménye egyenként 27,5 kW. A DKA-5 típusú huzalakkumulátor maximálisan 2 m huzal felvételére alkalmas. Ebből — ha figyelembe vesszük, hogy a legnagyobb huzalsebesség 36 m/s — látható, hogy igen gyors szabályozásra van szükség a csévéelés során. Egy-egy hajtásban mind fordulatszám-, mind hurokszabályozó található olyan kialakításban, hogy a csévéváltás pil-

lanatában a korábban fordulatszám-szabályozásban üzemelő — üres csévé felfuttató — hajtás áramugrás nélkül veszi át a csévélést. Az elektronika megvalósítása során üzembiztonsági okokból igyekeztünk kis jelek kapcsolását elkerülni, ezért inkább két szabályozót alkalmaztunk, s ezek működésének engedélyezését bíztuk a PLC-re, vagy pl. a különböző csévéméretekhez tartozó fordulatszám-alapjeleket fixen beállított és a programból engedélyezett külön műveleti erősítők állítják elő.

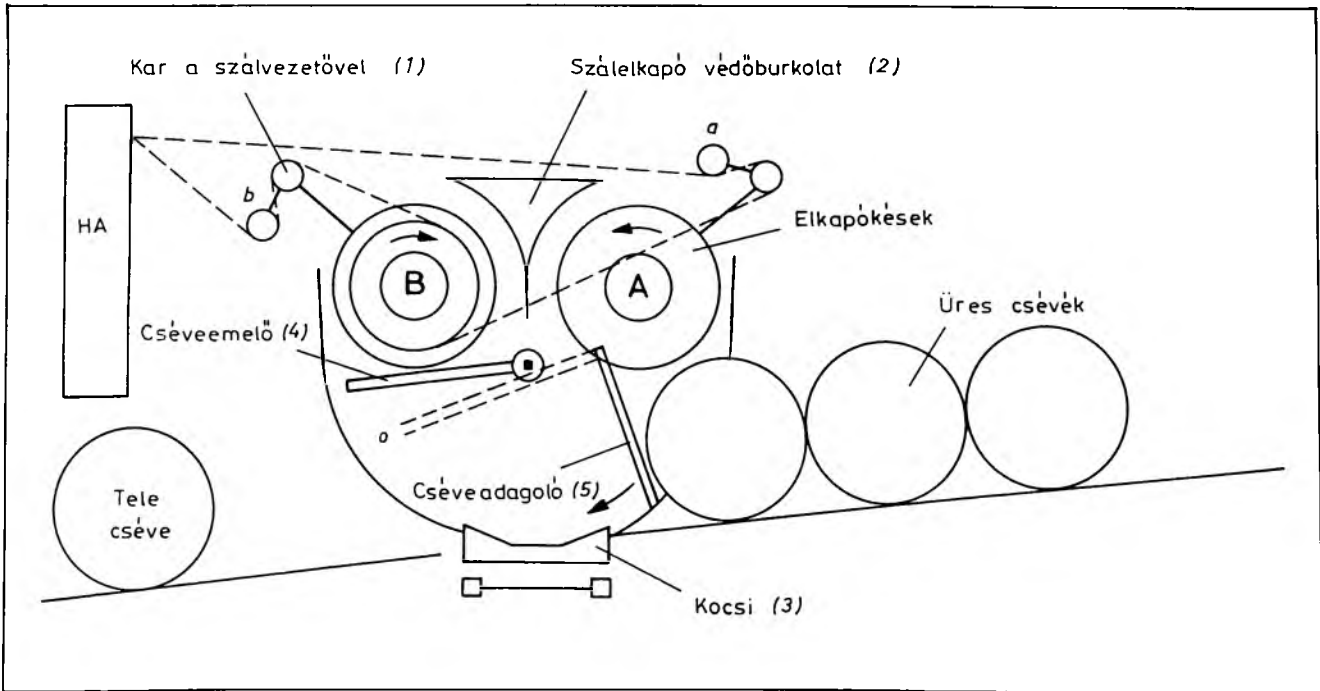
A PLC-s rendszer tervezésekor alapvető szempont volt, hogy esetleges szoftverhiba esetén a rendszer a hajtásokat ne tudja önállóan elindítani a kezelő manuális hozzájárulása nélkül, viszont adott esetben a működő hajtást ki kell tudnia kapcsolni.

A vézskikapcsolási rendszert úgy alakítottuk ki, hogy esetleges feszültségkimaradás, vagy szoftverhiba esetén is alkalmas legyen a gép megállítására.

Az ikercsévéelő vázlatos felépítését a 2. ábra szemlélteti. Az ábra jelöléseit felhasználva ismertetjük a legérdekesebb mozzanatot, a csévéváltás folyamatát.

Tételezzük fel, hogy a gép eddig a *B* csévére csévélt, amely megtelt. Ekkor old az *A* hajtás fékje és az felfut akkora fordulatszámra, hogy az üres csévé magján a kerületi sebesség éppen megegyezik a pillanatnyi huzalsebességgel. Amikor a fordulatszám már megfelelő, akkor az *I* kar a rajta ide-oda járó szálvezetővel együtt átfordul *a* helyzetbe. A csévélt huzal most a szaggatott vonallal jelzett úton halad. Miközben a csévéelés *B*-re folytatódik, a huzal az *A* csévé magján felfekszik. A szálvezető szélső helyzetében a 2 védőburkolat alsó éle a huzalt nekinyomja a csévé menesztőtárcsája szélének, ahol a kerületen elhelyezett elkapókések a huzalt megfogják. A szembeforgó csévék miatt a tele csévéről a huzalvég leszakad, és a csévéelés az üres csévére folytatódik. Az elkapás pillanatában a szabályozók átkapcsolódnak. A tele csévé ezután a mechanikus féktől segítve maximális árammal fékezve leáll. A PLC el-

2. ábra. Az ikercsévéelő vázlatos felépítése



kezdi ezután a tele cséve üresre cserélését. Először a tele cséve alá viszi a 4 cséveemelőt, majd oldja a szegnyeregcsúcsokat, a cséveemelővel a tele csévét az időközben a csévék alá bevitt 3 kocsiira helyezi, amely azt a csévéltér alól kihozza. Az üres cséve akkor gurul ki a gépből, amikor az 5 adagolólapát 0 helyzetbe fordulva egy üres csévét enged a kocsiira. Ezt a 3 kocsi beviszi a csévéltérbe, ahonnan a 4 cséveemelő a szegnyeregcsúcok közé emeli.

### 5. A csévére rakó villamos berendezése

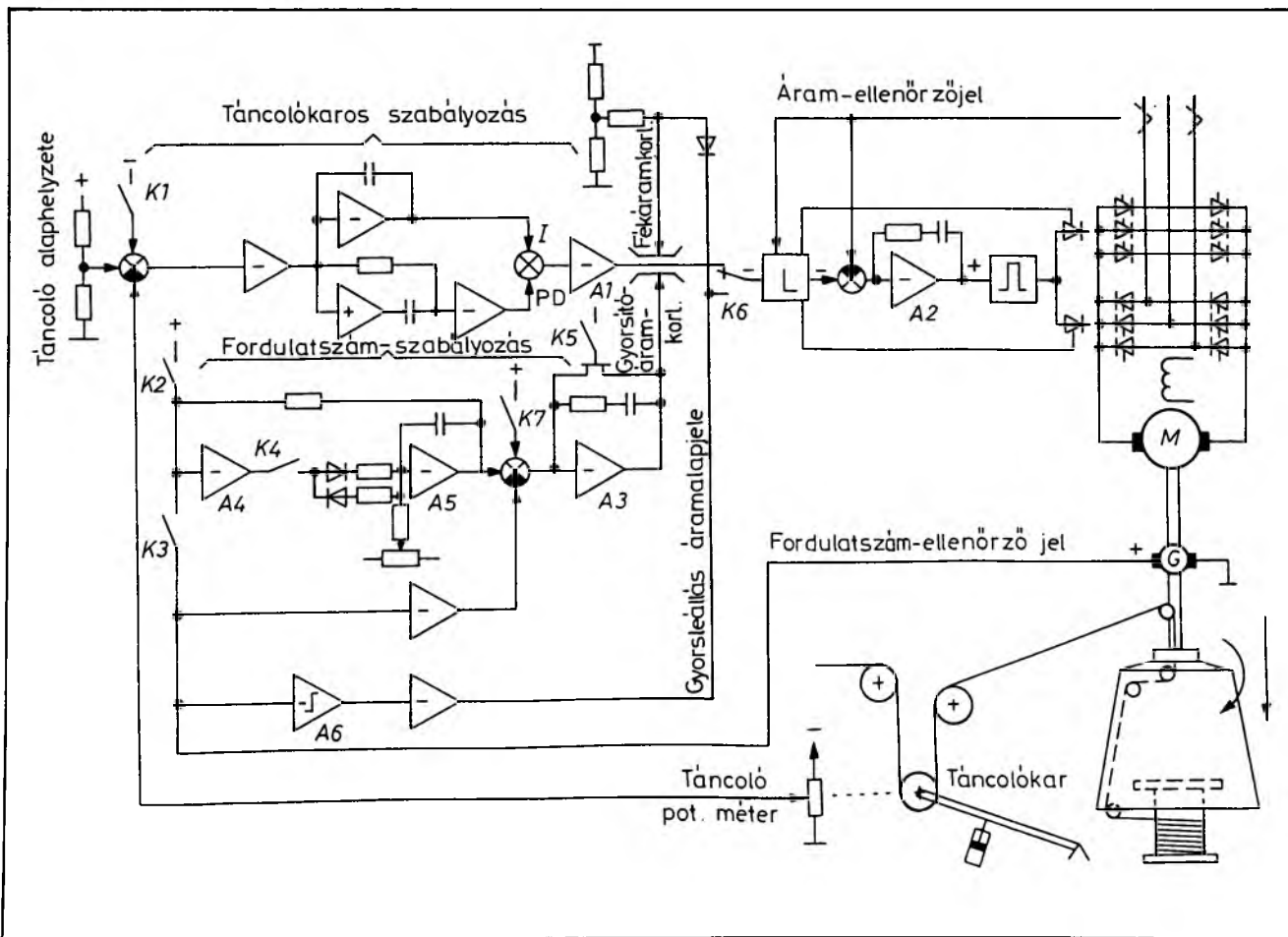
A csévére rakó villamos berendezése a szabályozott egyenáramú motoros hajtásból és a mellékmozgásokat irányító relés vezérlésből áll. A csévére rakó harangot 47 kW-os egyenáramú motor hajtja, amelyet négynegyedes tirisztoros egyenirányító táplál. Vészfékezéskor a villamos fékezést mechanikus fék egészíti ki.

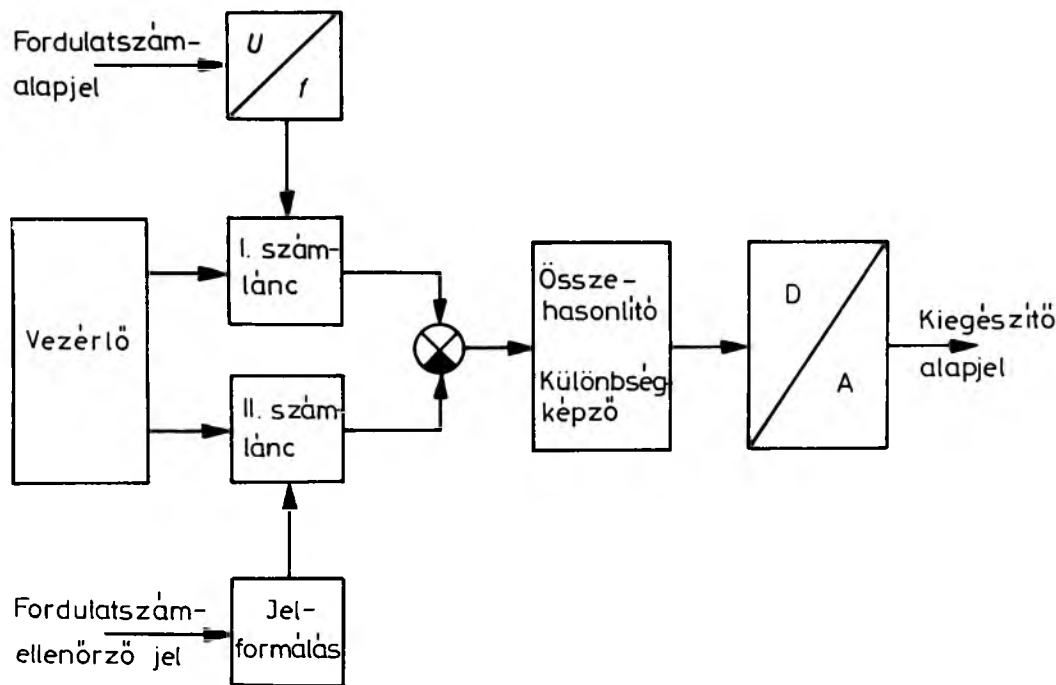
A szabályozás hatásvázlata a 3. ábrán látható. Ez folyamatos csévéelő folyamatos szabályozására, ill. az egysős csévéelő szabályozására is alkalmazható. Az ábrán látható módon táncolókaros huzalfeszítés-szabályozó és fordulatszám-szabályozó van egymás mellé rendelve. Csévéléskor a táncolókaros szabályozó működik, a fordulatszám-szabályozó viszont hatástalan, mert A3 erősítője telítésben van a K2 kapcsolóval az A4-re kapcsolt + jel hatására. A -10 V-os telítési feszültség maximális gyorsítóáramkorlát-beállítást jelent az A1 erősítő kimenetén. A táncolókaros szabályozó feladata, hogy a csévélés folyamán a huzal-

feszítést állandó értéken tartsa. A huzalfeszítést a táncolókaron vagy változtatható súlyterheléssel, vagy állítható nyomású pneumatikus, ill. hidraulikus hengerrel lehet beállítani. Amikor a táncolókaros szabályozó A1 erősítője telítésbe kerül, a fordulatszám-szabályozás működni kezd az áramkorlátozón keresztül. Erre a következő esetekben kerül sor:

- Huzalszakadáskor a táncolókar leesik, a szabályozás telítésbe megy és gyorsítani akarja a harangot. Ekkor azonban a fordulatszám-szabályozó körében a táncoló alsó helyzete miatt K4 bont, A5 kimenete ezért változatlan értékű marad és fordulatszám-alapjelként viselkedik. Ez magyarázza azt, hogy a harang fordulatszáma a huzalszakadás utáni pillanatban sem nő. A táncoló alsóhelyzet-érzékelője végül K6-ot átkapcsolja, ezzel gyors leállást vált ki. A leállás vége felé az A6 erősítő kijön a telítésből és fokozatosan nullára csökkenti a gyors leállás áramalapjelét.
- Automatikus cséveváltáskor a harang kívánt pozícióba forgatásához K1 bekapcsol és telítésbe viszi A1-et. K2, K3, K4 kikapcsol, K7 pedig kúszó fordulat-alapjelet kapcsol a fordulatszám-szabályozó bemenetére.
- Befűzéskor az előzőhöz hasonlóan kúszó fordulat-számmal lehet léptetni a harangot.
- A harang kiegyensúlyozásakor K7-tel változtatható fordulatszám-alapjelet lehet érvényesíteni.
- Ha folyamatos csévéről van szó, az üres csévét fordulat-

3. ábra. A csévére rakó szabályozása





4. ábra. Nyolcszálás húzó gép digitális kiegészítő szabályozója

szám-szabályozásról lehet a cséveváltási fordulatszámra gyorsítani.

A szabályozás tiltása:  $K5$  nullára kapcsolja a gyorsítóáram-korlátot. Ez az állapot jellemző az indulásra kész befűzött gépsorra.

A relés vezérlőáramkör feladata a meglehetősen bonyolult gép működését irányítani. Ide tartozik pl. a csévetér ajtóinak működtetése, reteszelés, a harang indulási és cséveváltási helyzetbe vezérlése, a szálvezetés határainak állítása, az üres és tele csévet szállító görgősor működtetése, a csévék helyzetének érzékelése, a cséverögztetés, -ütköztetés, a huzaltároló működtetése, a cséveteltség méterszámlálójának működtetése, a gép védelme (rezgésőr, megszaladásfigyelés) stb. Mindezeket automatikusan és kézi üzemben egyaránt működtetni kell.

## 6. A nyolcszálás húzó gép villamos hajtása

A DIGÉP a Henrich-sor mellett más fejlesztési irányokat is választott. Elkészítették egy különmotoros kihúzóhajtású, nyolcszálás húzó gép prototípusát. A gépsor leadóberendezésből, 21 húzókövet magában foglaló húzó gépből, háromszakaszos lágyítóból és csévere rakóból áll. A húzó gépen még külön tárcsákon futó nyolc szál a lágyítóban pázsmában egyesül és a csévere is pázsmában tekerjük fel. A VKI felkérést kapott a húzó gép forgatómotorjai villamos hajtásainak kifejlesztésére. A húzó gép főmotorja lapos szíjas hajtáson át hajtja a húzó gép tárcsáit. A kihúzó motor a kihúzó tárcsát és a lágyítóban található terelő- és kontakt görgőket forgatja szintén szíjhajtáson át.

Feladatunk volt a két motor fordulatszámának illesztése, a két motor együttfutásának biztosítása az egész fordulatszám-tartományban úgy, hogy a mindenkor fordulat-számtartás pontossága  $\pm 0,25\%$ -on belül legyen a végértékre vonatkoztatva. A főmotorhoz egyegyedest, aláren-

delt áramszabályozású fordulatszám-szabályozást építettünk be, a kihúzó hajtásához négy térnegyedest változtatban ugyanilyen analóg szabályozást alkalmaztunk. A főmotort neveztük ki vezérgépnek és a rá adott alapjel egy elektronikus kártyába került, ahol az áttételnek, a nyúlásnak stb. megfelelő átalakítás után jutott a kihúzóhajtás fordulatszám-szabályozójának bemenetére, mint alapjel. A két hajtás ezek szerint teljesen önállóan működött, és a gépek csak az alapjelekkel kapcsolódtak egymáshoz.

Az analóg szabályozási köröket, amelyekkel a kívánt pontosság nem teljesíthető, kiegészítettük egy fölénk rendelt digitális szabályozóegységgel, ennek egyvonalas elvi rajzát a 4. ábrán láthatjuk. Lényege, hogy mind a fordulatszám-alapjelet, mind annak visszavezetett jelét egy impulzussor alakjában csatoljuk vissza. Az alapjel esetében erre egy  $U/f$ -váltót, az ellenőrző jel esetében a motor tengelyére szerelt impulzusadó alkalmazunk. Az impulzusokat, külön-külön, egy-egy háromdekádosszámlálóláncre viszszük, amely az indulás pillanatától folyamatosan számlál, és ha a legnagyobb számértéket eléri, akkor átfordul és újakezdi a számlálást (000...999, 000, 001...). A számlálóláncok kimenő jelei összehasonlító és különbségképző egységbe kerülnek, amely minden időpillanatban az alapjel és az ellenőrző jel értékei közötti, pillanatnyi különbség értékével arányos digitális jelet szolgáltat. Ezt digitális-analóg váltóba vezetjük, amelynek kimenetén immár analóg formában rendelkezésünkre áll a két jel közötti különbség. Ha ezt előjelhelyesen, „kiegészítő alapjelként” a fordulatszám-szabályozó bemenetére adjuk, akkor nagy fordulatszám-tartási pontosságot érhetünk el. Mérések tanúsága szerint a pontosság  $\pm 0,1\%$ -on belül van, beleértve természetesen, hogy az alap-, ill. ellenőrző jel is hasonló pontosságú.

A digitális rendszerhez tartozik még egy vezérlőkártya, amely biztosítja egyrészt, hogy a rendszer kikapcsolt és le-

tiltott állapotában annak kimenetén 0 V jelenjék meg mint járulékos alapjel, másrészt, hogy a járulékos alapjel nagysága mindkét irányban korlátozott értékek között maradjon. Túl nagy beavatkozó jel esetén a fordulatszám-szabályozó kör kikerülne a stabil tartományból és a hajtás lengeni kezdene.

A kísérleti berendezés mérései a fordulatszám-tartás pontosságát igazolják és az adott fordulatszámon biztosították a két motor teljes, szakadás nélküli együttfutását.

### Irodalom

- [1] *Sautter, G.*: Antriebsausrüstungen an Draht—Ziehmaschinen, SIEMENS Dehzahl—veränderbare Antriebe in der Praxis, Bestell — Nr. A19100 — E319—A365, p. 116—119.
- [2] DIGÉP Húzógép-szerkesztési Osztály 235/242—1/85 sz. tervfeladat: Technofil licenc lágyítógépek villamos tervfeladata.





# Kapcsolóüzemű egyenirányítók híradástechnikai berendezések táplálására

KRÉMER PÉTER—MOSONYI KÁROLY—SZLOVIK GUSZTÁV

## KAPCSOLÓÜZEMŰ EGYENIRÁNYÍTÓK HÍRADÁSTECHNIKAI BERENDEZÉSEK TÁPLÁLÁSÁRA

KRÉMER PÉTER—MOSONYI KÁROLY—SZLOVIK GUSZTÁV

### ÖSSZEFOGLALÁS

A tárolt programvezérlésű telefonközpontok és a rádiótelefon-rendszerek az áramellátó rendszerekkel szemben igen magas minőségi követelményeket támasztanak. A szabályozókörtől megkövetelt dinamikus tulajdonság és a kimeneti zajfeszültségre előírt nagyon kis abszolút és pszofometrikus érték betartása gazdaságosan csak kapcsolóüzemű egyenirányítókkal valósítható meg.

A cikkben a szerzők bemutatják az EPOS-PVI Villamos Rt.-ben kifejlesztett, modulrendszerű, kapcsolóüzemű egyenirányító-családot. Az egyenirányítók kimeneti feszültsége 48 V, névleges kimeneti áramuk 60 A, 120 A és 210 A. A 25 kHz működési frekvenciájú, FET tranzistoros átalakítók közvetlenül egyenirányított háromfázisú feszültségről üzemelnek. A vezérlési és szabályozási feladatok nagy részét impulzusszélesség-vezérlő (PWM), célintegrált áramkör látja el. A védelmi, hibajelzési és alfanumerikus LCD kijelzési rendszereiket egychipes mikroprocesszor irányítja. Az egyenirányítók alkalmazhatók párhuzamos üzemi a különböző üzemmódokban.

A cikkből megismerhetjük a berendezések rádiófrekvenciás zavarok keltésével kapcsolatos mérési tapasztalatokat is.

## GLEICHRICHTER MIT SCHALTBETRIEB ZUR SPEISUNG VON FERNMELDETECHNISCHEN ANLAGEN

PÉTER KRÉMER—KÁROLY MOSONYI—GUSZTÁV SZLOVIK

### Zusammenfassung

Telephonzentralen mit gespeicherter Programmsteuerung und Radiotelephonsysteme stellen sehr hohe Qualitätsansprüche an die Stromversorgungssysteme.

Die vom Regelkreis geforderte dynamische Eigenschaft sowie die Einhaltung der sehr geringen vorgeschriebenen absoluten und psychometrischen Werte der Ausgangs-Lärmspannung kann wirtschaftlich nur durch Gleichrichter mit Schaltbetrieb realisiert werden. Im Artikel beschreiben die Verfasser die Gleichrichter-Familie mit Schaltbetrieb nach dem Modulsystem, die bei der EPOS-PVI AG entwickelt wurde. Die Ausgangsspannung der Gleichrichter beträgt 48 V, ihr Nenn-Ausgangsstrom 60 A, 120 A und 210 A. Die FET-transistorisierten Umformer mit der Funkstonsfrequenz 25 kHz werden unmittelbar von der gleichgerichteten dreiphasigen Spannung

betrieben. Ein Grossteil der Steuer- und Regelaufgaben wird von einem Spezialzweckintegrierten Stromkreis mit modulierter Impulsbreite (PWM) versehen. Ihre Schutz-, Fehleranzeige- und alphanumerischen LCD-anzeigesysteme werden von einem Mikroprozessor mit einem Chip gesteuert. Die Gleichrichter sind für Parallelbetrieb in verschiedenen Betriebsformen geeignet. Die Verfasser beschreiben die Messverfahren mit der Radiofrequenzstörung der Anlagen.

## SWITCHED-MODE RECTIFIERS FOR TELECOMMUNICATIONS APPLICATIONS

PÉTER KRÉMER—KÁROLY MOSONYI—GUSZTÁV SZLOVIK

### Summary

The stored program controlled telephone exchanges, radiotelephone systems raise extremely strict conditions concerning the parameters of power supply systems. The demanded excellent dynamical behaviour and the extremely low prescribed absolute and psychometrical output noise levels may be accomplished in an economical manner only by the application of the high frequency switched-mode rectifiers.

In the article the authors describe the switched-mode, modular type rectifiers developed by EPOS-PVI Ltd. Co. Nominal output voltages of the rectifiers are 48V, the nominal output currents are 60A, 120A and 210A. The intermediate FET transistor converter with 25 kHz operating frequency are fed from directly rectified three-phase mains voltages. Control functions are largely provided by a special PWM integrated circuit of Siemens. Protection, failure signalling and alfanumerical LCD display systems are directed by a single-chip microcontroller. The rectifiers are suitable for various type of parallel operation.

Authors describe their experience in the measurement of the radio-frequency interference of the equipment, as well.

## КОММУТАЦИОННЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНИКИ СВЯЗИ

ПÉТЕР КРЕМЕР—КАРОЙ МОШОНЬИ—ГУСТАВ СЛОВИК

### Резюме

Телефонные центры с программным управлением и радиотелефонные системы поставляют высокие требования к токоснабжающим системам. Динамические свойства, требуемые от цепи регулирования, и поддержание очень низких предписанных абсолютных и психометрических величин шума на выходе может осуществляться экономически только при помощи коммутационных выпрямителей.

В статье авторы показывают разработанную в А/О ЕРОС-РВИ серию коммутационных выпрямителей модульной системы. Выходное напряжение выпрямителей 48 В, номинальный ток 60 а, 120 а, и 210 а. Преобразователи на МОП с рабочей частотой 25 кГц приводятся в работу непосредственно от выправленного трёхфазного напряжения. Большую часть за-

дач по управлению и регулированию выполняет специальная микросхема импульсной модуляции (PWM). Системы сигнализации, защиты и неисправности на основе альфанумерических жидких кристаллах управляются с одночипным микропроцессором. Быстрыми темпами годятся для параллельной работы в различных режимах работы.

Авторы описывают опыт измерений в связи с вызовом радиочастотных помех оборудованием.

## 1. Bevezetés

A legtöbb közüzemi távközlési berendezést szünetmentes egyenáramú áramellátó rendszer táplálja. A legegyszerűbb rendszer egy akkumulátortelepből és ezzel párhuzamosan kapcsolt egy vagy több egyenirányítóból áll, amelyek az akkumulátor töltésén kívül a mindenkori fogyasztói energiaigényt is kielégítik. Ha a fogyasztói feszültség megengedett változása az akkumulátortelep üzemi feszültségtartományánál kisebb, akkor a rendszer feszültségstabilizáló egységgel is kiegészül (pótcella, soros DC/DC konverter, ejtődióda). A rendszerekhez ezeken kívül hálózati és akkumulátorcsatlakozók, fogyasztói, ellenőrző és felügyelőegységek is tartoznak.

A hagyományos távbeszélőközpontok (pl. crossbar) áramellátó rendszereivel szemben támasztott legfontosabb követelmény a statikus feszültségváltozás szűk értéken belül tartása. Kevésbé szigorúak a kimeneti hullámosság nagyságával (elsősorban az abszolút értékével), a rövid idejű feszültségváltozások mértékével szembeni elvárások. Ezeket az igényeket jól kielégítik a hagyományos tirisztoros egyenirányítókkal és pótcella/tirisztoros konverter feszültségstabilizáló egységgel kialakított rendszerek.

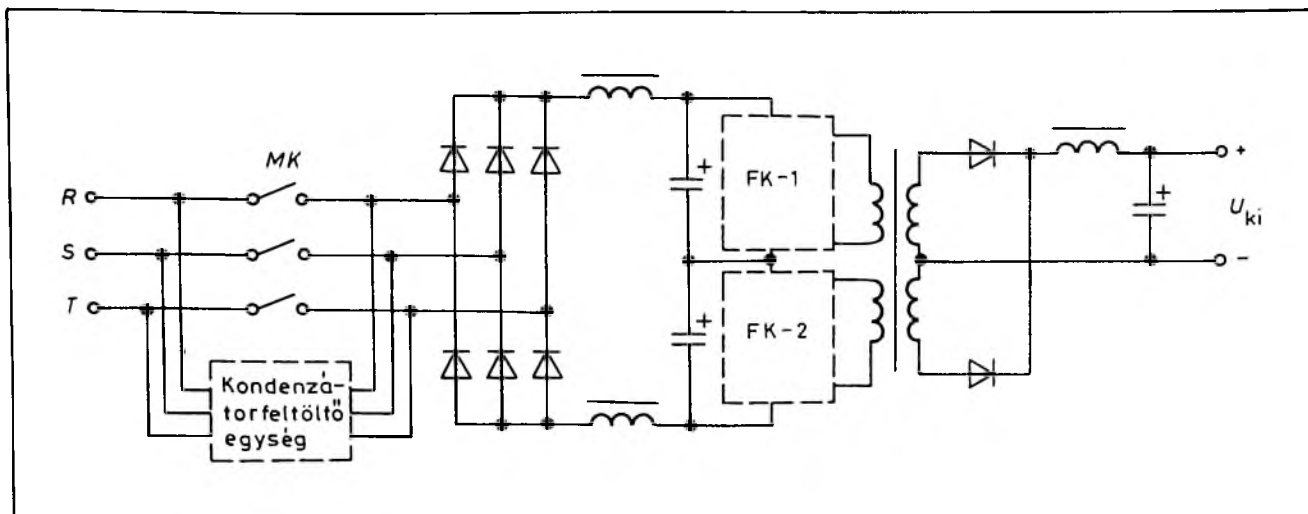
Az elektronikus, tárolt program vezérlésű (TPV) távbeszélőközpontok — előbbiektől eltérő — követelményei az áramellátó rendszerrel szemben:

- A megengedett statikus feszültség-ingadozás a legtöbb TPV-központban igazodik az ólomakkumulátorok üzemi feszültségtartományához (a helyi kapcsolóüzemű DC/DC konverterek alkalmazása nyomán), így elmaradhatnak a soros feszültségstabilizáló egységek. Az ilyen rendszert a továbbiakban *pufferüzemű rendszernek* nevezzük.
- A TPV-központ *tápfeszültség-hullámosságának megengedett mértéke* — elsősorban abszolút értéke — jóval kisebb lehet, mint a hagyományos távbeszélőközpontok esetében. A megengedett értékek a frekvencia függvényében vannak megadva. A nehezen teljesíthető, kritikus értékek a 30...150 Hz tartományba eső harmonikusok, amelyek feszültségei általában nem haladhatják meg a 10 mV effektív értéket. Ez a követelmény tirisztoros egyenirányító alkalmazása esetén csak nehezen teljesíthető, mivel a hálózati feszültség mindenkori aszimmetriájának következtében ezek egyenirányított kimeneti feszültségében hálózati frekvenciájú, ill. többszörös hálózati frekvenciájú feszültségösszetevők is megjelennek, amelyek csak nagyméretű kimeneti szűrőegységgel csökkenthetők 50...100 mV effektív értékre. Ultrahang-frekvencián üzemelő, kapcsolóüzemű egyenirányítók a TPV-központokra előírt hullámosságértékeket kis szűrőmérettel is teljesítik.

- A TPV-központok igen érzékenyek a *rövid idejű feszültségletörésekre és a túlfeszültségekre*. A megengedhető értékeket az idő függvényében általában táblázatban vagy feszültség-idő diagramban adják meg. A határértékek betartása különleges követelményeket támaszt mind a rendszer passzív egységei (induktivitászegény sínezés, kis  $Pt$  értékű, gyors kiolvadású fogyasztói biztosítók, tranzienzcsoökkentő kondenzátorok stb.), mind az aktív egységek (igen gyors szabályozású, alacsony túllendülésértékű egyenirányítók) iránt.
  - *Rádiófrekvenciás zavarhatás*: A szokásos (DIN 0871 szerinti) megengedett vezetett zavarértékek a 150 kHz...30 MHz tartományban értelmezendők. A TPV-központokra a vezetett zavarfeszültség mértéke a 10 kHz...150 kHz tartományban is korlátozott, értéke 40 mV...-3 mV effektív érték között lineárisan csökken (DIN 0871 A és Chatárértékvonal). Ez a feltétel a rádiófrekvenciás szűrés többfokozatú kialakítását igényli mind a hagyományos, mind a kapcsolóüzemű egyenirányítók esetén.
  - *Lökőfeszültségekkel szembeni ellenállás*: Az áramellátó rendszer meghatározott pontjaira (egyenirányítók be- és kimeneti kapcsaira, sínezésekre) kapcsolt szabványos jelformájú, 1...2 kV nagyságú lökőfeszültségek a berendezésekben nem okozhatnak működési zavarokat, ill. meghibásodást.
  - *Akusztikus zajszint*: Az áramellátó rendszert bizonyos esetekben — áramköri, épületgépészeti okokból — célszerű a központ kapcsolástechnikai helyiségében elhelyezni. Ilyen esetben az ott folyó vizsgálatok zavartalanságának biztosítására csak igen alacsony akusztikus zajszintű berendezések alkalmazhatók.
- A felsorolt, a táplált berendezések által megszabott követelményeken kívül a korszerű, pufferüzemű áramellátó rendszernek *további igényeket* is ki kell elégítenie:
- A rendszer és a berendezések hatásfoka nagy legyen.
  - Az egyenirányítók bekapcsolási áramlökései azok névleges áramát ne vagy csak kismértékben haladják meg.
  - A teljesítménytényező nagy legyen.
  - Az egyenirányítók párhuzamos üzeme egyenletes áramosztással valósuljon meg.
  - A gyors/cseppöltési rendszer optimális (feltöltési idő, akkumulátor-élettartam) akkumulátorkezelést tegyen lehetővé.
  - Az elektronikus felügyelő, ellenőrző áramkörök tegyék lehetővé a csatlakoztatási lehetőséget a felügyelet nélküli üzemvitelt és a távadat-szolgáltatást biztosító rendszerhez.
  - A berendezések moduláris felépítésűek legyenek.
  - A telepítési, beszabályozási és az esetleges javítási idő minimális legyen.

## 2. Kapcsolóüzemű egyenirányító modulokból kialakított, pufferüzemű áramellátó rendszer (HMR-rendszerek)

Az EPOS-PVI Villamos Rt.-ben az ismertetett villamos és konstrukciós követelményeket teljesítő, pufferüzemű, egyenáramú rendszert fejlesztettünk ki 1990-ben. A rendszer fő egységei az ultrahang-frekvencián üzemelő kap-



1. ábra. Egyszerűsített főáramkör

csolóüzemű egyenirányítók, amelyekből a maximális kiépítésű rendszerben (két szekrény) nyolc található. Az egyenirányítókat a későbbiekben részletesen ismertetjük.

A HMR-rendszer alapszekrényéhez közvetlenül csatlakoztatható egy vagy két 22...24 cellás ólomakkumulátor telep, háromfázisú hálózat, és 10...30 biztosítós fogyasztói leágazás. Ebben a szekrényben max. négy egyenirányító fiókot helyezhetünk el, további max. négy fiókot egy másik, kiegészítő szekrényben kell elhelyezni. Az alapszekrényben található a központi szabályozó és a mikrokontrolleres vezérlő-, ellenőrző és felügyelőegység, amelynek feladatai a következők:

#### A szabályozási funkciók:

- az egyenirányító fiókok csepptöltési feszültségét szabályozzák a közös áramvezérlő jelvezetéken keresztül. (Lehetőség van a csepptöltési feszültségnek az akkumulátor hőmérséklete függvényében az akkumulátorra jellemző adaptív módon történő szabályozására is.);
- a gyorstöltési feszültséget szabályozzák, ill. az akkumulátortöltő áramot igény szerint korlátozzák.

#### A vezérlési funkciók:

- a gyors/csepptöltési szabályozási feszültségszintek automatikus átkapcsolása;
- a berendezések kézi gyorstöltéses üzemének vezérlése;
- a maximális gyorstöltési időtartam korlátozása az akkumulátor kímélése érdekében;
- egyenirányítók automatikus ki-be kapcsolása a terhelés nagyságához illeszkedően és a maximális rendszerhatásfok biztosítása érdekében;
- a központi szabályozó meghibásodása esetén a központi szabályozás automatikus átkapcsolása helyi szabályozásra.

#### Az ellenőrző funkciók:

- az akkumulátor feszültségének mérése és kijelzése az LCD-kijelzőn;
- az akkumulátorok töltő-, ill. kisütőáramának mérése;
- a cellahibás telep kijelzése (opció);
- a fogyasztói áram mérése;
- az alacsony akkumulátorfeszültség jelzése és a hibás egyenirányító kikapcsolása, vagy a szabályozás átkapcsolása a helyi feszültségszabályozásra.

#### A felügyeleti funkciók:

- a rendszeren belüli hibák összegzett kijelzése (lámpa, hangjelzés, nyitó/záró kontaktus);
- optocsatolókon keresztül az egyedi hibajelzések kiadása;
- soros vonalon (RS 232) keresztül a számítógépes csatlakozási lehetőség biztosítása, amellyel a rendszer összes jellemzője lekérdezhető, valamint tesztprogrammal a rendszer működése ellenőrizhető (prevenciós vizsgálatok);
- a vezérlőegység „PRINTER” kimenetére a nyomtató közvetlen csatlakoztathatósága. (Ezzel rendszeres időközönként adat/állapot listákat készíthetünk.)

A központi egység részletes működését egy további cikkben tárgyaljuk.

### 3. A berendezés főáramköri felépítése

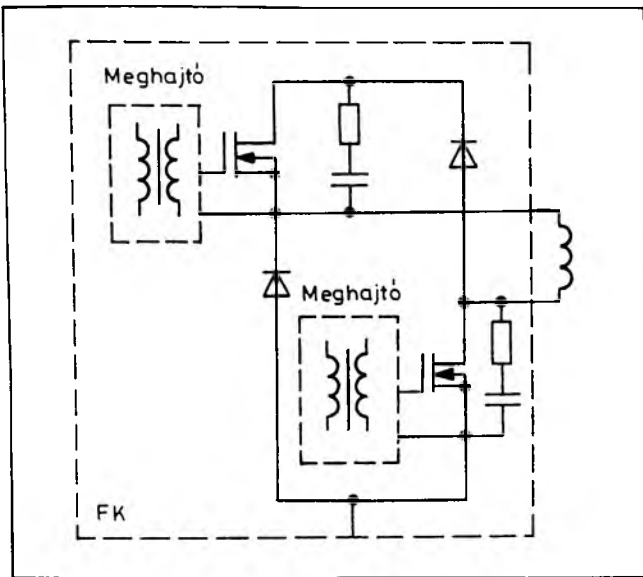
Az egyenirányító főáramkörének egyszerűsített kapcsolása az 1. ábrán látható. Az áramkör a kapcsolóüzemű AC/DC átalakítók szokásos részegységeiből áll:

- bemeneti hálózati egyenirányító és szűrőegység;
- ultrahang-frekvencián üzemelő, impulzusszélesség-modulált, térvezérelt teljesítménytranszistoros (fet) átalakító;
- főtranszformátor;
- kimeneti egyenirányító és szűrő.

(A be- és kimeneti oldal RF-szűrőegységeit, a fetek meghajtó- és védelmi egységeit, a bemeneti kondenzátoros osztó szimmetriáját ellenőrző egységet, a kapcsolóüzemű segéd tápegységet, valamint a szabályozó- és mikroprocesszoros vezérlőegységet az 1. ábrán nem ábrázoltuk.)

### 4. A főáramkör működése

A hálózati feszültség jelenléte esetén a vezérlőegység bekapcsolja az előtöltő egységet, amely korlátozó ellenálláson keresztül végzi a bemeneti, osztott kondenzátoros telep feltöltését. A sorba kapcsolt kondenzátorok néhány másodperc alatt, egyenként 250...300 V feszültségre töltődnek. Ha a feszültségek szimmetriája fennáll, akkor



2. ábra. FET tranzisztoros kapcsolóegység

bekapcsolhat a fő mágneskapcsoló is. Ezután a fetes átalakító is működésbe léphet.

Az osztókondenzátorokra egy-egy, a 2. ábrán látható, tervezérlésű tranzisztorokból kialakított kapcsolóegység csatlakozik. A kapcsolóegységek kimenetei a főtranszformátor egy-egy primer tekercsére csatlakoznak. Az azonos kapcsolóegységben levő tranzisztorokat — a modulációnak megfelelően félperiódusnál rövidebb időtartamig — egyidejűleg, az egyes kapcsolóblokkokat pedig az egymást követő félperiódusokban, ellenütemben vezéreljük. A transzformátor így szimmetrikus, fél egyenirányított feszültség hullámnak megfelelő gerjesztést kap.

A fetek nyelő kivezetéseire csatlakozó diódák kettős feladatot látnak el. Egyrészt az egyik kapcsolóegység bekapcsolása után a másik oldali kapcsolóblokk diódái egyenirányítóként üzemelnek, és töltőáramuk az esetlegesen fellépő kondenzátorfeszültség-aszimmetriákat kiegyenlíti, másrészt a tranzisztorok kikapcsolását követő túlfeszültségeket a fél tápfeszültség értékére korlátozzák.

A transzformátor szekunder tekercsére egyutas, kétütemű egyenirányító csatlakozik. Az egyenirányított feszültséget egyfokozatú LC-szűrőegység szűri a kívánt mértékűre. Ennek az erősáramú kapcsolásnak az előnyei a következők:

- A háromfázisú betáplálás biztosítja a hálózat szempontjából legkedvezőbb (szimmetrikus) terhelési állapotot. A felvett áram formátényezője — a kis bemeneti fojtó ellenére is — így a legkedvezőbb.
- A közbensőkori feszültség hullámossága kicsi, ami a kimeneti zaj minimalizálását is elősegíti.

Az osztott kondenzátoros bemeneti szűrő kiküszöböli a nagy egyenirányított feszültség okozta problémákat, azaz standard elektrolitkondenzátorokat és félvezető elemeket választhatunk. A kapcsolást az ellenütemű kapcsolások előnyei jellemzik (jó transzformátorkihasználás, kétszeres üzemi frekvenciájú egyenirányított hullámosság), azok hátrányai nélkül (aszimmetriából eredő transzformátortelítések).

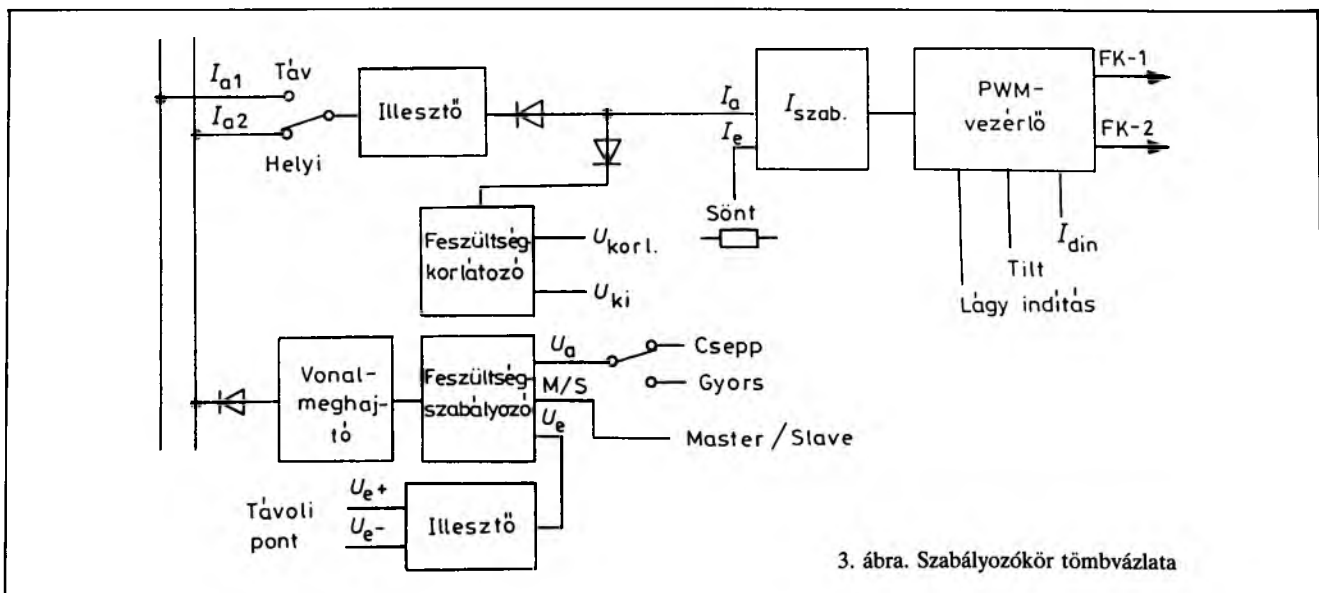
A fetek alkalmazása lehetővé tette a nagy frekvencián való üzemelést, igen kis kapcsolási veszteséggel. Egyszerű, kis veszteségű a szükséges RC-csillapítókör. A meghajtó áramkörök felépítése is egyszerű.

A fetek alkalmazásának gazdaságosságát a viszonylag magas beszerzési költség miatt részletesen megvizsgáltuk. A félvezető eszköz többletköltségét nagyrészt ellensúlyozta az egyéb elemek elmaradása, ill. méretcsökkenése. A félvezető szigetelt testű kialakítása egyszerűsítette a konstrukciót, csökkentette a sugárzott rádiófrekvenciás zavarhatást.

Gondot okozott az elemek nagy kapcsolási sebessége következtében megnövekedett rádiófrekvenciás zaj elnyomása, valamint a viszonylag nagy vezetési veszteségből eredő hőmennyiség átadása a környezetnek.

## 5. A berendezés szabályozási rendszere

Az egyenirányító vezérlési szabályozási rendszerének tömbvázlata a 3. ábrán látható. A FET-ek ellenütemű, PWM-vezérlését — a potenciáleválasztást is biztosító,



3. ábra. Szabályozókör tömbvázlata

meghajtóegységeken keresztül — speciális PWM célintegrált áramkör (TDA 4716 Siemens) végzi. Az áramkör ezenkívül még a következő feladatokat látja el:

- előállítja az órajel-frekvenciát (25 kHz);
- határolja a maximális és minimális vezérlési szöveget;
- műveleti erősítője elvégzi az áramszabályozást;
- induláskor lassú impulzusszélesség-növelést biztosít;
- biztosítja a dinamikus áramkorlátozást (félvezetővédelmek).

Az egyenirányító szabályozási rendszerét úgy alakítottuk ki, hogy a párhuzamosan kapcsolt egységek azonos áramerhelése minden körülmények között biztosítva van. Az áramosztás mind távvezérléses, mind helyi szabályozási üzemmódban fennáll. A szabályozási rendszer működését az egyes üzemiállapotokban a következőkben ismertetjük.

### 5.1. Távvezérlés

A párhuzamosan kapcsolt egyenirányítók az  $I_{a1}$  vonalon keresztül kapják a központi feszültségszabályozóról a közös áramvezető jelet. A jel váltóérintkezéson jut az áramszabályozó bemenetére. Az áramszabályozó ellenőrző jelét a kimeneti áramot mérő söntről kapja. Az áramvezető jel maximális értékéhez (10 V) tartozik az egyenirányító maximális kimenőárama, így a különböző névleges áramú egyenirányítók is százalékosan azonos terhelési állapotban üzemelnek.

### 5.2. Helyi üzem

Ha nincs központi vezérlőegység (egyedi berendezés alkalmazása esetén), vagy ha a központi szabályozóegység hibás, akkor az egyenirányítók saját feszültségszabályozói szabályoznak. A készülékek feszültségszabályozói egy közös  $I_{a2}$  vonalra diódával kapcsolódnak. A vonal feszültsége mint áramvezető jel hasonlóan vezérli az egyenirányítók kimeneti áramát. A kimeneti feszültséget a legmagasabb feszültségértékre beállított feszültségszabályozó határozza meg. A kimeneti feszültség átkapcsolható gyorsított és csepptöltési feszültség szintre.

A Master/Slave kapcsoló master állásában csak a kijelölt berendezés feszültségszabályozója végez feszültségszabályozást. Ez beállítás közben vagy a feszültségszabályozó meghibásodása esetén lehet igen hasznos.

A feszültségszabályozó ellenőrző jelét a megfelelő távoli pontról kapja. A szabályozás is erre a pontra történik. Ha a kimeneti feszültség bármely üzemiállapotban megemelkedik, azt egy maximális értékre korlátozza a főszabályozótól független feszültségkorlátozó (pl. ellenőrzőjelszakadás).

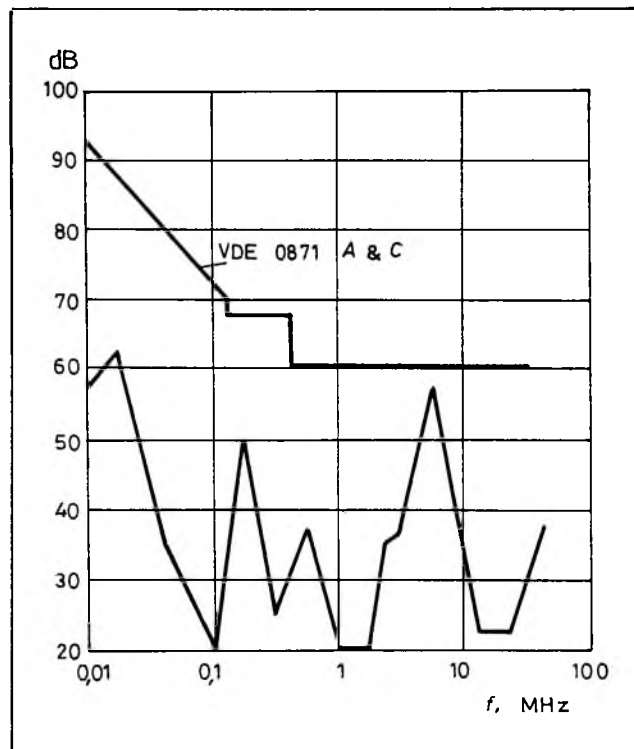
Ha a félvezetők árama tranziens állapotban meghaladná a beállított dinamikus áramkorlátozás értékét, akkor a PWM integrált áramkör azonnal kikapcsolja a vezető kapcsolóegységeket. Ezt az áramellenőrző jelet a félvezetők körébe iktatott áramváltókról kapjuk.

### 5.3. Vezérlési, védelmi, mérő- és kijelzőrendszer

Az általános feladatokat mikroprocesszoros rendszer látja el. Az alkalmazott processzor Siemens 80535 típusú egy lapkás mikrovezérlő. A vezérlő a szabadon konfigurálható I/O vonalakon kívül nyolc analóg bemenettel, számlálókkal, időzítőkkel, valamint soros kimenettel is rendelke-

zik. Az analóg bemenetekre csatlakoznak a berendezés mérendő feszültség- és áramjelpontjai. A digitális bemenetekhez csatlakoznak a logikai jeleket szolgáltató figyelő- és ellenőrző egységek, a relék és a főmágneskapcsoló működtető áramkörei. A vezérlőhöz intelligens, 16 alfanumerikus karakteres LCD-kijelző kapcsolódik. A rendszerprogram EPROM-ban van tárolva. A soros vonalon tesztelőegység csatlakozhat a berendezéshez.

A mikrokontrolleres vezérlőegység folyamatosan ellenőrzi a berendezés üzemi jellemzőit, rendellenes értékek esetén elvégzi a szükséges jelzési, ill. védelmi feladatokat. Párhuzamosan üzemelő egyenirányítók esetén nehéz megítélni, hogy melyik berendezés a felelős a feszültségemelkedésért. A hibás egyenirányítót a vezérlés az áram- és feszültségjelek mérése segítségével kiválasztja, így csak a hibás berendezést kapcsolja le.



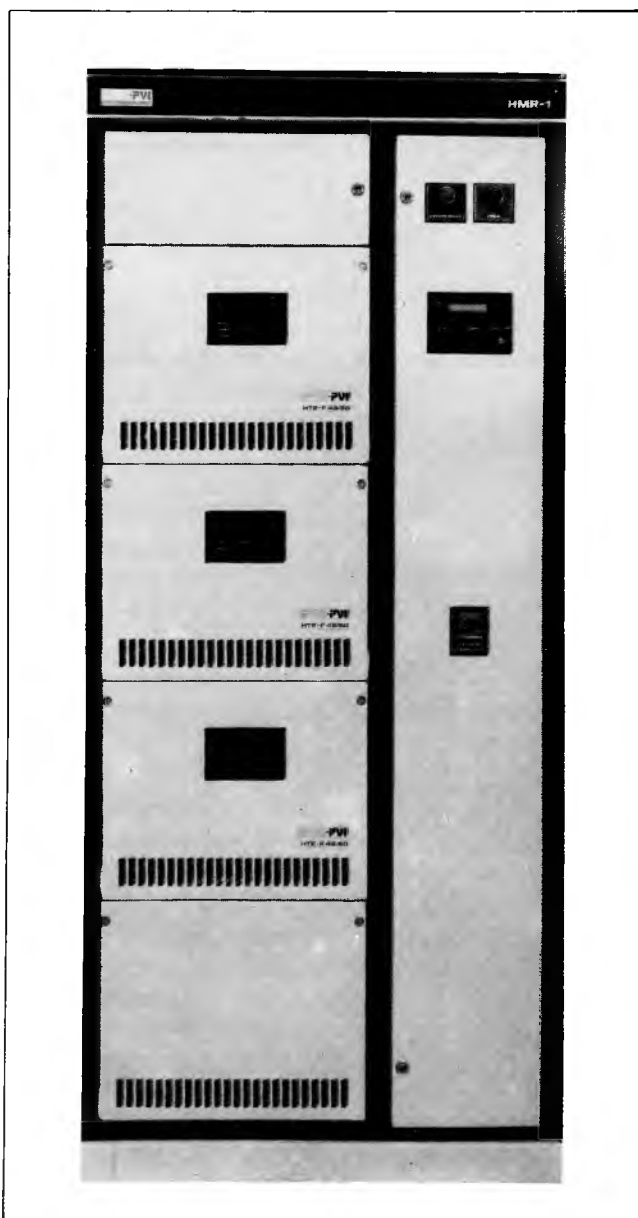
4. ábra. Rádiófrekvenciás zavarítás a frekvencia függvényében a hálózat egy fázisán

A 4. ábrán névleges terheléssel üzemelő, 60 A-es egyenirányító rádiófrekvenciás zavarhatási görbéje látható. A zavarhatás értéke minden tartományban a háttérgörbe alatt van. A kis zajszintet elsősorban a zavaróhatások csökkentésével, és csak másodsorban a be-, ill. kimeneti szűrőegységek méreteinek növelésével célszerű elérni. Ennek érdekében minimálisra csökkentettük a sugárzó hurkokat, a földelt hűtőkre szigetelt félvezető eszközöket szereltünk be, nagy gondot fordítottunk a földelőrendszer kialakítására is. Mindezek eredményeképpen kisméretű szűrőkkel is megfelelően alacsony zavar szintet értünk el.

## 6. A berendezés szerkezete

Az egyenirányító modulok belső felépítésében az egyszerű szerelhetőség és a nagyfrekvenciás szereléstechnika eltérő követelményeinek kompromisszumos kielégítése okozta a legtöbb gondot. Sikerült megoldani, hogy minden fontosabb egység más egységek megbontása nélkül is szerelhető legyen. Ügyeltünk a megfelelő keresztmetszetű légcsatornák kialakítására. (Ez elsősorban a természetes léghűtésű moduloknál fontos.) A be- és kimeneti csatlakozók dugós kialakításúak. A berendezéseket a szekrénybe görgőkön, sínpályákon lehet betolni.

A kapcsolóüzemű egyenirányítókkal kialakított áramellátó berendezések jelenleg már több helyszínen, üzemszerűen táplálnak egyenáramú fogyasztókat, többek között rádiótelefon-rendszereket. A négy 60 A-es modul tartalmazó HMR típusú berendezést láthatjuk az 5. ábrán. A keskeny ajtón az áramellátó berendezés központi vezérlőegysége látható.



5. ábra. Áramirányító-szekrény modulokkal

## 7. A modul kialakítású kapcsolóüzemű 60 A, 120 A és 210 A áramú egyenirányítók műszaki jellemzői

A modulok a HMR típusú áramellátó rendszerhez illeszkednek, azonban villamos paramétereik, intelligenciájuk és konstrukciójuk alkalmassá teszik őket egyedi felhasználásra is.

A modulok egységesen háromfázisú hálózatról üzemelnek. Kimeneti feszültségtartományuk a 22...24 cellás ólomakkumulátorokkal való párhuzamos üzemeltetéséhez igazodik.

Hálózati tápfeszültség	3×380 V+ +10%...-15%+N+F
Hálózati frekvencia	40...60 Hz
Névleges hálózati vonali áram	7 A (60 A-es mod.) 14 A, ill. 23 A (210 A-es mod.)
Bekapcsolási áramlökésc	max. 8 A, 16 A, ill. 25 A
Kimeneti feszültség	
csepptöltéskor	54 V (24×2,25 V/cella)
gyorstöltéskor	56,4 V (24×2,35 V/cella)
állíthatósága	47 V...60 V
szabályozási pontossága	±0,5% (összegzett!)
a feszültség hullámossága:	
0...150 Hz	max. 10 mV <sub>eff</sub>
150...300 Hz	max. 2 mV
300...5000 Hz	max. 0,5 mV
5000...60000 Hz	max. 10 mV
Pszofometrikus zajfeszültség	jobb, mint 0,4 pssmV <sub>eff</sub>
Max. kimeneti áram	60 A, 120 A, ill. 210 A
Tranziens feszültségletörés a terhelés (0...0,25)I <sub>n</sub> ugrása esetén	max. 1 V
Kiszabályozási idő (1%)	max. 5 ms
Túllendülés a terhelés (0,25...0)I <sub>n</sub> ugrása esetén	max. 1 V
Üzemi közbensőköri frekvencia	25 kHz
Rádiófrekvenciás zavarhatás	DIN 0871 A és C görbéje szerint
Méretetek:	60 A    120 A, 210 A
magasság	250 mm    250 mm
mélység	600 mm    600 mm
szélesség	430 mm    730 mm
Tömeg	35 kg    60 kg, 75 kg
Hűtés 60 A, 120 A	természetes léghűtés
210 A	forszírozott léghűtés
Környezeti hőmérséklet	0...40 °C
Kijelzések (LCD-kijelzőn)	kimeneti feszültség 0...70 V ±0,1 V kimeneti áram 0...60 A, ill. 0...150 A, 0...250 A

(LED-kijelzőn) HÁLÓZAT RENDBEN

A LED a felirat mellett világít  
Egyedi hibajelzések (LCD-  
kijelzőn):  
16 karakteres

BEKAPCSOLVA  
GYORSTÖLTÉS  
VEZETŐ KÉSZÜLÉK  
HIBA  
AUTOMATA LEOLD.  
ASZIMMETRIA HIBA  
FESZ.SZAB.HIBA  
KIM.BIZT.KIOLV.  
TÚLMELEGEDÉS

### Irodalom

- [1] 100 A Switched Mode Charging Rectifier for Tree-Phase Mains. Bogdan Brakus. Siemens AG, München, Germany  
INTELEC 1984 Conference
- [2] Mosfets and Microprocessors, Advances in Technology for Uninterruptible DC Plants. R. J. Naegler, Theo Benning Würzburg, F. R. of Germany  
INTELEC 1985 Conference.
- [3] MOSFET Application Manual. SEMICRON, Germany
- [4] TDA 4716 Application Manual. Siemens AG
- [5] 80535 Microcontroller Application Manual. Siemens AG





# Egyenáramú áramellátó rendszer korszerű felügyeleti egysége

BUZÁS PÉTER—PILINYI ANDRÁS—SARKADI FERENC

## EGYENÁRAMÚ ÁRAMELLÁTÓ RENDSZER KORSZERŰ FELÜGYELETI EGYSÉGE

BUZÁS PÉTER—PILINYI ANDRÁS—SARKADI FERENC

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők ismertetik a különböző felhasználási célokra kifejlesztett felügyeleti egység egyenáramú áramellátó rendszerekben való alkalmazását.

A központi felügyeleti egység mikroprocesszor vezérlésű, többszámú szabályozórendszer, amely alkalmas az áramellátó egységek közös és szelektív vezérlésére, továbbá hibajelzéseinek fogadására, feldolgozására és továbbítására. A felügyeleti egység részegysége lehet egy magasabb szintű felügyeleti rendszernek, de önállóan is használható az operátori beavatkozások végrehajtására, a hibák kijelzésére és naplózására.

A felügyeleti egység alkalmas a teljesítmény vagy megbízhatóság növelése céljából párhuzamosan kapcsolt egységek működtetésére, és folyamatos mérés alapján biztosítja az akkumulátortelep maximális védelmét.

## MODERNE AUFSICHTSEINHEIT FÜR GLEICHSTROMVERSORGUNGSYSTEME

PÉTER BUZÁS—ANDRÁS PILINYI—FERENC SARKADI

### Zusammenfassung

Im Artikel wird der Einsatz der für verschiedene Anwendungszwecke entwickelten Aufsichtseinheit in Gleichstrom-Versorgungssystemen beschrieben.

Die Zentrale Aufsichtseinheit besteht aus einem Regelsystem mit mehreren Kanälen und Mikroprozessorsteuerung, das zu gemeinsamer und selektiver Steuerung von Stromversorgungseinheiten sowie zum Empfang, zur Verarbeitung und Weiterbeförderung von Fehleranzeigen geeignet ist. Die Aufsichtseinheit kann die Teileinheit eines Aufsichtssystems auf höherem Niveau bilden, sie kann aber auch selbständig zur Durchführung von Interventionen seitens der Operatoren, zur Anzeige und Tagebuchaufzeichnung von Fehlern gebraucht werden.

Die Aufsichtseinheit eignet sich zum Betrieb parallelgeschalteter Einheiten — in Interesse einer gesteigerten Leistung oder Zuverlässigkeit — und gewährleistet einen maximalen Schutz der Akkumulatorenbatterie auf Grund permanenter Messung.

## MODERN CONTROL UNIT OF DC FEED SYSTEM

PÉTER BUZÁS—ANDRÁS PILINYI—FERENC SARKADI

### Summary

Authors describe application in DC current supply systems of a control and supervision unit developed for various fields of application.

The central unit is a multi-channel microprocessor directed control system, suitable both for unified and selective control of current feed units, further for the input, processing and transmission of failure signals. The control unit may form a part of a higher level control and supervision system, it may also be used separately for the execution of operator's interference orders, for the signalling and diary entry of failures.

The supervision and control unit is suitable for application in the control of units, which have been parallel circuited with the aim of increase in capacity and reliability, in this case it ensures maximum protection for the accumulator battery by continuous measurements.

## СОВРЕМЕННЫЙ УЗЕЛ КОНТРОЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ПЭТЭР БУЗАШ—АНДРАШ ПИЛИНЬИ—ФЕРЕНЦ ШАРКАДИ

### Резюме

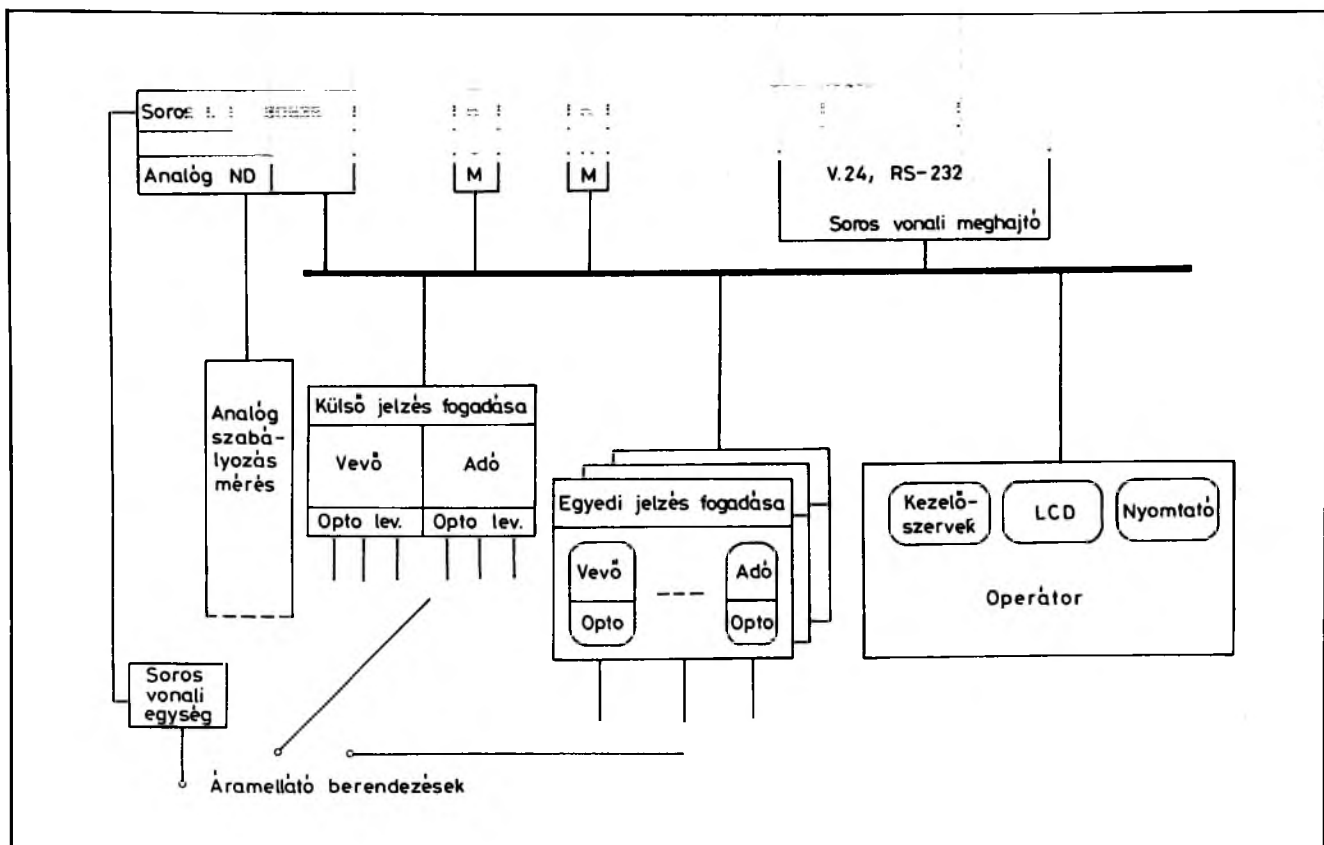
Авторы в статье описывают применение разработанного для применения в различных целях узла контроля в системах питания тока.

Центральный узел контроля представляет собой многоканальную систему регулирования с микропроцессорным управлением, которая пригодна для общего и селективного управления узлов питания для приема сигналов неисправностей, их обработки и дальнейшей передачи. Узел контроля может быть составной частью системы контроля более высокого уровня, но может применяться и самостоятельно для выполнения команды оператора, для индикации неисправностей и для записи.

Узел контролирования пригоден для управления работы параллельно включенных узлов с целью увеличения мощности или надежности и на основании постоянных измерений обеспечивает максимальную защиту аккумуляторной батареи.

## 1. Bevezetés

A központi felügyeleti egység lehetővé teszi szünetmentes áramellátó rendszerek (pl. postai áramellátó rendszerek [1]) hatékonyabb és megbízhatóbb üzemeltetését. A mikroprocesszor és az alkalmazott számítástechnika felhasználásával ma már olyan intelligens berendezés hozható



1. ábra. Egyenáramú áramellátó rendszer felépítése

létre, amely a felhasználó számára megkönnyíti az áramellátó rendszer áttekintését, felügyeletét, valamint az esetleges hibák behatárolását, ill. elhárítását.

A központi felügyeleti egység digitális csatornákon keresztül adatokat gyűjt a hozzá kapcsolt áramellátó berendezésekről, valamint kétállapotú parancsokat ad az üzem optimális fenntartása érdekében. Az analóg csatornákon központi szabályozási és mérési műveleteket végez, hogy a felvett és leadott energia a változó terhelési körülmények között optimálisan hasznosuljon, és eközben adatokat szolgáltat a rendszer védelmi funkcióinak ellátásához is.

A rendszerben nem egy központi „fej” határozza meg a rendszer intelligenciáját, hanem az osztott intelligencia elve érvényesül. A központi felügyeleti egységen kívül az egyes akkumulátortöltők és konverterek (amelyek szintén mikroprocesszor-vezéreltek) is képesek bizonyos döntések meghozatalára, hibaállapotok kezelésére. Az ilyen módon felépített áramellátó rendszer biztonságosabban üzemel, mert egységei önállóan is üzemképesek.

## 2. Az áramellátó rendszer elvi felépítése

A komplex rendszer alapvetően két, egymástól természetesen nem függetleníthető részre bontható: az áramellátó egységek rendszerére és az információs rendszerre.

### 2.1. Az áramellátó egységek rendszere

Egy egyenáramú szünetmentes áramellátó rendszer elvi felépítése látható az 1. ábrán. Az akkumulátor töltését és a fogyasztók áramellátását akkumulátortöltők végzik. A fogyasztói feszültség szinten tartását telepüzem esetén a

konverterek, gyors töltés esetén az esetlegesen beiktatható feszültségejtő diódák biztosítják a kialakított rendszer függvényében. A váltakozó áramú betáplálást hálózat vagy dízelgépcsoport biztosítja. Az erősáramú rendszer visszavezetett feszültség- és áramjeleit a központi felügyeleti egység fogadja. A digitális és analóg csatornákon begyűjtött információkat a felügyeleti egység feldolgozza, hogy az áramellátó rendszer szabályozását, ill. optimális vezérlését el tudja végezni, és adatokat tudjon adni a naplózás és egy magasabb szintű felügyelőrendszer számára.

A központi felügyeleti egység adatkapcsolatai sugaras felépítésűek, szabályozási funkcióit hatás szempontjából párhuzamosan, topológiai szempontból szintén sugarasan látja el. A rendszer ilyen felépítésével a kapcsolt akkumulátortöltők és soros konverterek adatkábelének vagy interfészének meghibásodása csak egy-egy egység kiesését jelenti az ellenőrzés alól, és nem fordulhat elő az irányított rendszer teljes leállása.

Annak érdekében, hogy a szünetmentes áramellátás követelményeinek eleget tegyen, az áramellátó rendszert három biztonsági szinten lehet üzemeltetni. Az üzemeltetési szintek intelligenciája a mélyebb szintek felé csökken, de minden szinten fenntartható az áramellátás. Az üzemeltetési szintek automatikusan váltják egymást, és az aktuális üzemeltetési szintet a központi felügyeleti egység jelzi.

Az I. szint a teljes tudású, *normál* üzemvitel. Ezen a szinten a központi felügyeleti egység minden funkciója működőképes, a mikroszámítógép felügyeli az áramellátó rendszer felügyeletét, és az adatkijelző és dokumentáló

egység folyamatosan tájékoztat a rendszerparaméterekről.

Ha a mikroszámítógép valamilyen hiba folytán megbásodik, automatikusan kiiktatja magát az irányításból. Ez a II. szint, ahol még központilag, de már csak *kézi üzemben* lehet az áramellátó rendszert üzemeltetni. A naplózás és a táv-adatfeldolgozás megszűnik. Az áramellátó rendszer állapotáról csak a főbb jelzések és mért mennyiségek alapján lehet tájékozódni. Itt már szükségessé válhat a szabályozott berendezések helyszíni ellenőrzése is. A védelmi rendszerek üzemképesek és semmi olyan hibát nem engednek meg, ami veszélyeztetné az üzem fenntartását.

Ha a teljes központi felügyeleti egység működése valamilyen ok (pl. az egyen- és váltakozó áramú oldalról is táplált központi tápegység hibája) miatt teljesen kiesik, a kapcsolt berendezések *autonóm* (lokális) üzemmódra váltanak, és saját szabályozójuk, hibafelügyelő és védelmi rendszerük működtetésével az üzemet továbbra is fenntartják. Ez az ún. III. biztonsági szint. Ezen a szinten az akkumulátortöltők (és konverterek) a központi felügyeleti egységtől függetlenül egymással kommunikálnak, és a beállítástól függően egy mesterberendezés látja el a többi berendezést megfelelő áramalapjellel. A szabályozott, (szlév) akkumulátortöltők követik a mester feszültség szabályozója által adott áramalapjelet és így biztosítják a megfelelő akkumulátorfeszültség-szintet. A mesterberendezés kiesése automatikusan mindig egy új mester belépését hozza létre, hogy az egyenlő árameloszlású üzem állandóan fennmaradjon. Beállítás vagy hibabehatárolás esetén a mesterállapot az egyes akkumulátortöltőkben (vagy konverterekben) kézilég is kijelölhető. Az üzem a központi felügyeleti egységből nem irányítható, a most már egyedi (de egymást figyelembe vevő) berendezések felügyeletét a helyszínen kell elvégezni.

Ha a központi felügyeleti egység hibáját sikerül kijavítani, az üzemeltetési szintek III. szinttől az I. felé automatikusan beiktatódnak, és ismét visszaáll a normál, I. szintű, központilag irányított üzem.

## 2.2. Az információs rendszer felépítése

Az említettek alapján felépített, osztott intelligenciájú komplex rendszer megbízható működésének elengedhetetlen alapfeltétele a jól megválasztott információs rendszer, mert az egyes egységek nagyfokú autonómítása könnyen a rendszer széteséséhez vezethet.

Az információs rendszer kialakításakor mind hardver-, mind szoftveroldalról igyekeztünk a többszintű, abszolút biztonságú megoldások összehangolására.

Az információs rendszer hardverével szemben támasztott alapkövetelmény, hogy feltétlenül biztosítsa a topológiaiag széttagolt egységek között a pontos információátvitelt az egyes egységek bármilyen hibája esetén is.

Ki kell emelni az információs rendszer zavarvédelmének fontosságát, ami hardveroldalról kisebb rendszerekben gondos tervezéssel, nagyobb rendszerekben az átgondolt tervezésen kívül, az egyes egységek optocsatolós elválasztásával biztosítható.

Az általunk választott információs rendszerben az egyes egységek az analóg jellegű információs vonalakkal

(központi vezetőjelek, master-slave vonalak stb.) és kétirányú soros átviteli csatornával kapcsolódnak egymáshoz. Emellett 4–4 digitális jellegű egyedi bemenő és kimenő, valamint két általános (minden egységre azonos rendeltetésű) bemenő vonallal csatlakoznak a központi felügyeleti egységhez. Ez teljes mértékben illeszkedik az áramellátó berendezések működési szintjei felépítéséhez. Az opcionális soros átviteli csatorna a három működési szintet és ezzel az üzemvitelt nem befolyásolja (azaz rendelkezésszerű információkat nem hordoz), csak az igény szerinti mélységű, üzemállapotra vonatkozó információközlést biztosítja.

Az információs rendszer szoftverének is eleget kell tennie a rendszer működésével kapcsolatos elvárásoknak, nevezetesen biztosítani kell a szoftver zavarmentes működését, és a tökéletes információfeldolgozást. Ezen feltételek kielégítésére kidolgoztunk egy eljárást, amit a későbbiekben ismertetünk.

## 3. A központi felügyeleti egység funkciói

A központi felügyeleti egység funkciói három fő csoportra, az analóg vezérlő- és szabályozófunkciókra, a kommunikációs funkciókra és a védelmi funkciókra oszthatók.

### 3.1. Analóg vezérlő- és szabályozófunkciók

A szünetmentes áramellátó rendszer szabályozott egységeinek (akkumulátortöltők, soros konverterek) párhuzamos működését a központi feszültség szabályozók biztosítják. Áramalapjelüket az akkumulátorfeszültség alapjelként való felhasználásával az akkumulátortöltők feszültség szabályozója, a konverterek áramalapjelét a fogyasztói feszültség alapjelként való felhasználásával a konverterek feszültség szabályozója állítja elő. Mivel a csatlakoztatott egységek mindig azonos áramalapjelet kapnak, az egyenlő áramvitel (az egységekből kifolyó áram nagysága) biztosítva van.

Amennyiben áramhiány lép fel a terhelés megnövekedése következtében, a központi mikroszámítógép a hiány nagyságának figyelembevételével annyi akkumulátortöltőt kapcsol be egyenként, hogy a működő berendezések a hatásfokoptimumnak megfelelően teljesítményüknek kb. 75%-át adják le. A terhelés csökkenése esetén egyenkénti kikapcsolás következik be olyan módon, hogy a teljesítményoptimum lehetőleg megmaradjon. A be- és kikapcsolások időzítésével a rendszerben nagy transziens feszültségugrások nincsenek.

A konverterek esetében az eljárás ugyanígy zajlik le, csak az optimális hatásfokhoz tartozó teljesítmény, ill. a kapcsolást kiváltó fogyasztói feszültségváltozás nagysága lehet más. Ezek az értékek a mikroszámítógépes egységben esetenként beállíthatók.

Lehetőség van különböző típusú akkumulátortelemek alkalmazása esetén a csepptöltési feszültség környezeti hőmérséklettől függő, automatikus beállítására is. A hőmérséklet-távadó a központi mikroszámítógépen keresztül módosítja a feszültség szabályozó alapjelét olyan karakterisztika szerint, amelyet a gyártó az akkumulátorra megad. A hőmérséklet—csepptöltési feszültség karakterisztikája az akkumulátortípustól függően beállítható.

Néhány akkumulátortípushoz korlátozzák a töltőáram nagyságát. Az áramkorlátozás értéke a központi felügyeleti egységben típusfüggően beállítható.

Az említett szabályozófunkciók a központi felügyeleti egység II. szintjén is működnek — a teljesítményoptimalizálás és a cseptöltési feszültség hőmérsékletfüggésének korrigálása kivételével — így a mikroszámítógép kiesése esetén is működőképesek maradnak az alapvető szabályozófunkciók.

Az analóg vezérlőfunkciók közé tartoznak még az üzemviteli algoritmusok. Ilyenek pl. a gyorsöltési eljárás vagy a teljesítményfelvétel és a határfok-optimalizálás végrehajtása.

Hálózatkimaradás esetén (telepüzem) a központi felügyeleti egység méri a feszültségkimaradás idejét, és ezt az időt használja fel a gyorsöltés idejének meghatározására. (Az időfelbontás 1 perc.)

A gyorsöltési mód az akkumulátor gyártójától és típusától függ, a megfelelő módszer egy adott rendszerhez kiválasztható.

A hálózat visszatérte után a gyorsöltési algoritmus aktivizálódik és max. 16 órát gyorsított az akkumulátortöltők feszültségszabályozóra csatlakozó alapjel megfelelő átkapcsolása után. A gyorsöltési rendszerben szellőztetési automatika is lehet (akkumulátortípustól függően), amely vezérli a töltés közbeni szellőztetést, valamint a gyorsöltés utáni utószellőztetést is. Ha nincs szellőzés, a gyorsöltés megfelelő hibajelzéssel megszakad.

Lehetőség van a működő akkumulátortöltők számának korlátozására is, hogy a váltakozó áramú teljesítményfelvételt egy adott határ alá csökkentjük. Ezt általában csúcspozíciókban vagy dízelüzem esetén kell megtenni. A működtethető berendezések száma a központi felügyeleti egység kezelőszervén beállítható. A csúcsidő-kizárás időpontjait a központi mikroszámítógép programja rögzíti, ami a felhasználó igénye szerint módosítható.

### 3.2. A kommunikációs funkciók

A kommunikációs funkciók közé az egyes áramellátó berendezésekből érkező hiba- és állapotjelzések fogadása, a működésükbe való beavatkozás, az operátori kezelés, kapcsolattartás, a felsőbb szintű felügyelettel és a külső tesztelés tartozik.

Az akkumulátortöltők és konverterek üzem- és hibaállapotait a központi felügyeleti egységbe beépített mikroprocesszor értékeli, és ezek közül a fontosabbakat, ill. egy összegzett gyűjtőhibajelzést a központi adatfeldolgozásnak továbbítja. Az áramellátó berendezésekben a hibák ill. az üzemállapot jelzése mindig látható a beépített kijelzőn [2].

Ilyen jelzések lehetnek pl.:

- hálózati hiba;
- a kimeneti biztosító hibája;
- hővédelem-jelzés;
- szabályozóhiba;
- kimeneti túlfeszültség;
- *Ki/Be* állapot jelzése stb.

A központi felügyeleti egység az áramellátó rendszer állapotától függően parancsot is adhat az egyes berendezéseknek, üzemállapotuk megváltoztatására pl.:

- *Ki/Be* parancs;
- *Táv/Helyi* működtetésátkapcsolás;
- *Gyors/Cseptöltés* átkapcsolás stb.

Ejtődiódás rendszerekben a diódák ki- és bekapcsolását is a központi felügyeleti egység végzi.

A központi felügyeleti egység az áramellátó berendezésektől kapott információt, valamint a saját mért adatait az LCD képernyőn jeleníti meg. A kijelzett kép megadja a telepített rendszer vázlatát és ezen helyileg is megmutatja a feldolgozott információ forrását. A rendszer főbb paraméterei (akkumulátorfeszültség, fogyasztói feszültség, működési állapotok stb.) állandóan ki vannak jelezve. Hibaállapot esetén külön fény- és hangjelzés figyelmezteti a kezelőt, és a rendszer kommunikációs kiépítettségének megfelelő mélységű információ jelenik meg a képernyőn. A feltüntetett adatok biztosítják a kezelőnek, hogy az áramellátó rendszert áttekintse, és esetenként operatív módon beavatkozzon.

Operatív beavatkozás lehet pl. a kézi gyorsöltés, ill. a távműködtetés be- vagy kikapcsolása, de ide tartozik az opcionális óra- és naptáregység beállítása, valamint a protokollnyomtatás kérése is. A naplózás lehet automatikus, amikor az áramellátó rendszer paramétereinek kiírása néhány főbb jellemző megváltozásához kötött, de manuálisan is le lehet kérni a pillanatnyi állapotot rögzítő listát. A listákon szereplő adatok mennyisége és a megjelenítés formája telepítésenként, a felhasználó igénye szerint változhat.

A központi felügyeleti egységben tárolt információ vagy annak legfontosabb részei átadhatók egy magasabb szintű felügyeleti rendszernek, vagy pedig továbbíthatók egy helyi vagy távolabbi számítógépbe, ahol az időbeni és statisztikai feldolgozás elvégezhető. Erre a célra egy V.24 (RS 232—C) típusú soros csatorna áll rendelkezésre. Kapcsolt vagy közvetlen telefonhálózathoz megfelelő MODEM-en keresztül lehet csatlakozni. A küldött adatok és forgalmazási módjuk szabadon választhatók.

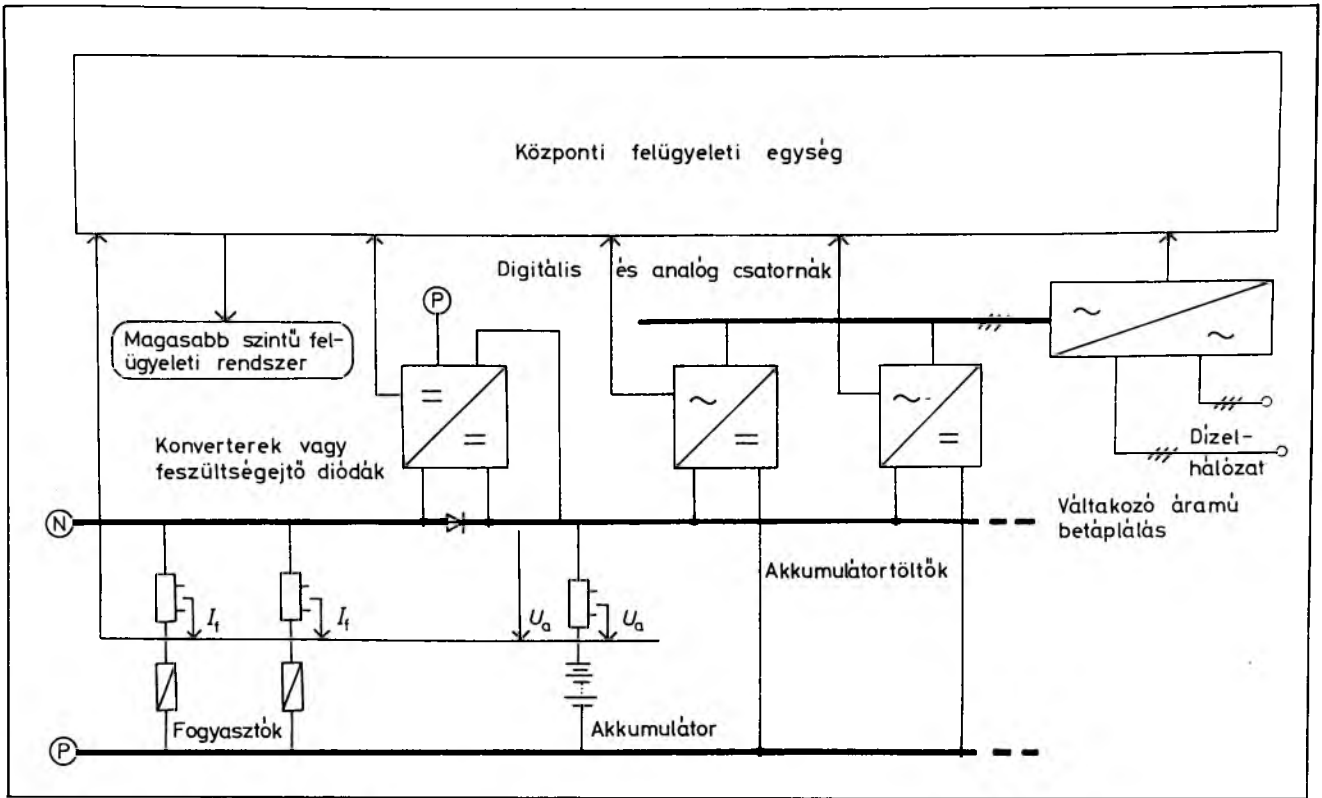
A helyi kezelési és ellenőrzési szokásokhoz illeszkedően lehetőség van egyes hibák, gyűjtőhibák vagy működési állapotok relés távjelzésére is.

### 3.3. Védelmi funkciók

A védelmi funkciók közé tartozik az áramellátó berendezések hibajelzéseinek feldolgozása utáni beavatkozás, csak a központi felügyeleti egységbe befutó hibajelzésekre válaszoló beavatkozás és a központi analóg szabályozóegységek kiértékelt meghibásodása esetén szükséges beavatkozás.

Az egyes áramellátó berendezések meghibásodásával kapcsolatos kérdéseket már említettük. Hasonló problémával állunk szemben az egyéb, külső hibajelzések feldolgozásakor is.

Az egyenáramú áramellátó rendszer szerves részei a váltakozó áramú elosztószekrények, az egyenáramú elosztók, a teleppárhuzamosítók, a fogyasztói leágazások elosztói stb. A központi felügyeleti egység ezekről is információkat gyűjt ugyanolyan módon, mint a többi berendezésről. Ezek az információk a központi kijelzőn jelennek meg, a naplózásba, ill. a táv-adatfeldolgozásba bevonhatók.



2. ábra. A központi felügyeleti egység elvi felépítése

A központi felügyeleti egység folyamatosan ellenőrzi a központi analóg szabályozóegységek működését, és meghibásodás esetén az áramellátó rendszert automatikusan leválasztja a központi analóg vezérlésről, így módon megvalósítja a többlépcsős megbízhatósági szintű működést. Megjegyzendő, hogy az ilyen, ún. automatikus helyi vezérlésű üzemmódban az egyéb hibafigyelési és védelmi funkciók teljes értékűen működnek.

A központi felügyeleti egység védelmi rendszere ugyancsak figyeli a fogyasztói és akkumulátorfeszültség magas és alacsony szintjeit, és automatikusan beavatkozik, ha az érték meghaladja a kritikus szintet. A védelem működéséről és a kiváltott eseményről a kezelő jelzést kap. Ez a védelmi rendszer a mikroszámítógéptől függetlenül működik (II szint). Ugyancsak ez a funkcionális egység végzi az automatikus gyorsöltési algoritmus végrehajtásához szükséges feszültség- és időméréseket is.

#### 4. A központi felügyeleti egység felépítése

A központi felügyeleti egység felépítése a 2. ábrán látható. A rendszer működését a blokkok kapcsolatai alapján követhetjük végig.

##### 4.1. A mikroprocesszoros áramkörök

A központi vezérlés magjával a 80535 típusú Siemens mikroprocesszort választottuk ugyanúgy, mint az új fejlesztésű akkumulátortöltőkhöz és konverterekhez is [2], mert ez a processzor felépítésénél fogva lehetővé teszi az analóg mérési és a digitális logikai funkciók egyesítését.

A processzorban kialakított nagy sebességű nyolccsatornás, nyolcbites AD konverter, amelynek felbontása

megfelelő szoftvereljárással 10 bitesre bővíthető, biztosítja a védelmi funkciók ellátásához szükséges analóg értékek mérését. Ehhez szorosan hozzá tartozik az AD átalakító pontos működését biztosító, nagy stabilitású referenciafeszültség-forrás.

A 80535 típusú mikroprocesszor nem tartalmaz belső programmemóriát, ezért ezt külső, 8 kbyte — igény szerint 16 kbyte kapacitású EPROM-mal biztosítjuk. Ugyancsak bővítettük 8 kbyte-tal a processzor adatmemóriáját, mert a később ismertetendő nagy üzembiztonságú szoftver a belső tárnál nagyobb RAM területet igényel, ha a központi felügyeleti egységhez sok áramellátó berendezés csatlakozik.

##### 4.2. Kommunikációs áramkörök

A csak a központi felügyeleti egységbe befutó külső hibajelzések (pl. az erősáramú elosztórendszer jelzései, a biztosítók ellenőrző jelei stb.) fogadását zavarszűrt és optocsatolóval leválasztott bemeneti áramkörök fogadják, amelyek azután programozható periféria-áramkörökön keresztül, memóriabővítésként csatlakoznak a mikroprocesszor adatbuszára.

Az egyedi felhasználói igényeknek megfelelő potenciálfüggetlen hibajelzések (távjelzés, távriasztás stb.) optocsatolós vagy relés kivitelűek lehetnek.

A párhuzamos input és output vonalak (max. 4—4 db) memóriabővítésként bekötött periféria-áramkörökön keresztül csatlakoznak a processzorhoz.

A nagy áramellátó rendszerek (pl. több tíz áramellátó berendezés) kialakítása esetén a megoldást a megfelelő interfész-áramkörökkel és optocsatolókkal felépített egységcsatlakoztató modul adja. Ezen az egységcsatlakoztató

modulon vannak kialakítva a maximális igényű információs rendszer létrehozásához szükséges soros kommunikációs vonalak is.

#### 4.3. Az operátori és felsőbb szintű kapcsolat áramkörei

Az operátori kapcsolatot az audio- és vizuális jelzések, valamint a kezelői beavatkozást szolgáló áramkörök biztosítják.

A hibaállapotra figyelmeztető hangjelzést — ami felügyelet nélküli rendszer esetén természetesen opcionális — és az azonos rendeltetésű fényjelzést (hibalámpa) a bármilyen hibaállapot esetén elengedő hibarelé kapcsolja be és ki.

A központi felügyeleti egység fő információközlő egysége az operátor felé, a folyadékkristályos kijelzőmodul (LCD). Ez memóriaként, közvetlenül a processzor adatbuszára csatlakozik. Kisebb rendszerekben egy- vagy kétsoros, soronként 16–20 karakteres alfanumerikus kijelzőt alkalmazunk a megjeleníteni kívánt információk mennyiségének függvényében. Nagy rendszerben a kijelző 512×128 pontos grafikus modul, amelyen a karakteres információkon túlmenően grafikus információk (pl. az áramellátó rendszer sématáblája) is megjeleníthetők.

A kezelő manuális beavatkozását biztosító, egyedi funkciójú nyomógombok jelei, amelyekkel az üzemi állapot változtatható (gyorstöltés-cseptöltés, távvezérlés-átkapcsolás, tetszőleges egység egyedi vagy csoportos tiltása, ill. engedélyezése stb.) zavarűrt bemeneti áramkörökön és periféria-áramkörökön keresztül csatlakoznak a processzor adatbuszára. Ugyanez igaz az automatikus dátum- és órafunkciókat biztosító, a processzorral kapcsolatban tartó, de attól függetlenül működő áramkör beállító nyomógombokra is. A protokollnyomatáshoz periféria-áramkörökből kiépítettünk egy opcionális, közvetlenül a processzor adatbuszára csatlakozó CENTRONICS (IBM) rendszerű párhuzamos interfészt.

A központi felügyeleti egység és egy helyi vagy távolabbi számítógép közötti kapcsolat biztosításához 8250 típusú, programozható, aszinkron, soros adatátviteli periféria-áramkörrel és megfelelő vonalvevő és meghajtó áramkörökkel alakítottuk ki a szabványos V.24 rendszerű, modemvezérlő vonalakat is tartalmazó kommunikációs vonalat.

#### 4.4. A szerviztesztelés és beállítás

A központi felügyeleti egység öntesztelő szoftvere mellett szükség lehet a vezérlés digitális hibaérzékelő és analóg szabályozó-áramköreinek külső tesztelésére és beállítására. Erre az elektronika oly módon van felkészítve, hogy a processzor AD konverterének néhány inputcsatornája csak olyan jeleket mér, amelyek a szabályozókörökön belül keletkeznek és ezért közvetlen felvilágosítást adnak a szabályozók működéséről. A szerviz- és a beállítási lehetőségek nemcsak a hibakeresést könnyítik, hanem a vezérlés gyártásánál és „élesztésénél” is komoly segítséget nyújtanak.

### 5. A központi felügyeleti egység rendszerprogramja

A rendszerprogramot gépi kódban írtuk az optimális futási sebesség és tárkihasználás érdekében. A program eljárássai, fő algoritmusai megegyeznek a központi felügyeleti egységhez csatlakoztatható áramellátó berendezések rendszerprogramjaiban alkalmazottakkal, hogy az információcsere zavartalan legyen. A rendszerprogram kialakításakor kihasználtuk a mikroprocesszor egyik igen előnyös szolgáltatását, az ún. watchdog-funkciót. Ez a programozható funkció lehetővé teszi a rendszerprogram esetleges hibás futásának állandó ellenőrzését, és hiba esetén a rendszerprogram újraindítását. Ezáltal jelentősen növelhető a működés megbízhatósága.

A rendszerprogram alapvetően két fő részre osztható, az inicializálásra és az állandóan körbefutó főhurokra. Az inicializálás során a mikroprocesszor belső perifériális egységeit alapállapotba állítjuk. Az állandóan körbefutó fő programhurok működésének alapelve az, hogy a csatlakoztatott áramellátó berendezésektől és a külső hibajelzésektől érkező információs vonalakat egy megszakítási rutin azonos időközönként (50 ms) mintavételezi. A begyűjtött állapotjelzéseket a főhurok folytonosan feldolgozza és értékeli, és ennek alapján megfelelően beavatkozik. A megszakítási rutinban minden esetben (azaz legfeljebb 50 ms-onként) frissítjük a központi felügyeleti egységből kimenő beavatkozóvonalak állapotát, ami szintén a működés megbízhatóságát fokozza. A központi felügyeleti egységbe kívülről befutó információkat a véletlenszerű zavarok kiszűrése érdekében statisztikai alapon dolgozzuk fel, azaz minden értékelt vonalon egy megfelelően megválasztott időintervallumban vizsgáljuk a hibátlan és hibás működést mutató jelzések számát, és ennek alapján döntjük el az esetleges hibajelzés érvényességét.

A mikroprocesszor AD átalakítója által mért értékeket feldolgozó szoftver 50 ms-onként minden analóg csatornán 64 mérést végez, ezeket átlagolja, és az így kapott értékekből újabb átlagot képez 1 s-onként. Ez az eljárás igen jó hatásfokkal redukálja az analóg mérővonalakon a digitális és az erősáramú rendszer nem teljes leválasztása miatt jelentkező zavarjelek hatását. A központi felügyeleti egység fő operátori információközlő egységén, az LCD kijelzőn ennek megfelelően, 1 s-onként jelenik meg az új kiírás, azaz általában az új mért érték.

A központi felügyeleti egység moduláris felépítése, az alkalmazott modern mikroelektronikai elemek, a sorozatgyártás közbeni állandó ellenőrzés és a belső ellenőrző egységek lehetővé teszik az áramellátó rendszer nagy megbízhatóságú és zavarmentes működését.

#### Irodalom

- [1] *Galántai Csaba*: Tipizált, modul rendszerű távközlési áramellátó rendszerek kialakításának szempontjai. Magyar Elektronika VII. évfolyam 12. szám (1990./12.), 18–24. old.
- [2] *Krémer Péter—Mosonyi Károly—Szlovik Gusztáv*: Kapcsolóüzemű egyenirányítók híradástechnikai berendezések táplálására. Magyar Elektronika VIII. évfolyam 1. szám (1991./1.), 18–23. old.

# Új plazmatechnológiai berendezés a környezetvédelem szolgálatában

BÓDAY OTTÓ—GYÓRY TIBOR—PÓCSY FERENC

## ÚJ PLAZMATECHNOLÓGIAI BERENDEZÉS A KÖRNYEZETVÉDELEM SZOLGÁLATÁBAN

BÓDAY OTTÓ—GYÓRY TIBOR—PÓCSY FERENC

### ÖSSZEFOGLALÁS

Rövid áttekintést adunk a nagy klórtartalmú, szerves hulladékok ártalmatlanításával kapcsolatos kutatási-fejlesztési tevékenységről: a felismeréstől a megvalósításig. Ismertetjük azt a technológiai berendezést, amely már alkalmas hulladékok rendeltetésszerű ártalmatlanítására. Összefoglaljuk a legújabb mérési eredményeket és körvonalazzuk a továbblépés lehetőségeit.

## NEUE PLAZMATECHNOLOGISCHE ANLAGE IM DIENSTE DES UMWELTSCHUTZES

OTTÓ BÓDAY—TIBOR GYÓRY—FERENC PÓCSY

### Zusammenfassung

Kurzer Überblick über die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im Zusammenhang mit der Unschädlichmachung organischer Abfälle mit hohem Chlorgehalten, von der Erkenntnis bis zur Realisierung. Die bereits zur zweckmäßigen Unschädlichmachung von Abfällen geeignete technologische Anlage wird beschrieben. Zusammenfassung der neuesten Messergebnisse und Darstellung der Möglichkeiten der Weiterentwicklung.

## NEW PLAZMATECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

OTTÓ BÓDAY—TIBOR GYÓRY—FERENC PÓCSY

### Summary

The article describes the research and development activity of the Research Institute of the Electrical Industry in the field of the neutralisation of high chlorine content organic waste: from conception to execution. We describe the technological equipment, which at present is suitable for the rendering harmless waste in regular operation. We give a summary of our latest measurement results and outline the possibilities of further development.

## НОВОЕ ПЛАЗМОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА СВЕТЕ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОТТО БОДАЙ—ТИБОР ДЪЕРИ—ФЕРЕНЦ ПОЧИ

### Резюме

Нами дается краткий обзор исследовательско-рационализаторской деятельности в связи с обезвреживанием органических хлоросодержащих отходов: от осознания до осуществления. Описываем технологическое оборудование, которое годно для постоянного применения по обезвреживанию отходов. Нами обобщаются новейшие результаты измерения и набрасываются возможности дальнейших шагов.

## 1. Bevezetés

Századunk hetvenes éveiben az energiagazdálkodás és a környezetvédelem került a tudomány, a műszaki fejlesztési és a gazdasági érdeklődés középpontjába. Ennek egyik oka a vegyipar rohamos fejlődése volt. Jellemző, hogy Magyarországon az 1960 évi szinthez hasonlítva 1975-ben a vegyipar bruttó termelése 5,45-szorosára (ipari növekedés: 2,67), a vegyiparban felhasznált villamos energia 4,8-szeresére növekedett [1]. A nagyobb termelés több vegyi hulladék keletkezését is jelentette, aminek a kezelése mind nagyobb és nagyobb problémát okozott. A gondolkodó ember sokszerűen ébredt rá szerte a világon, hogy a helyzet elérte a kritikus határt, természetes környezetünk forog veszélyben. A téma kényességére való tekintettel a jelzéseket óvatosan fogalmazták meg a publikációkban, a veszély súlyossága azonban már akkor is nyilvánvaló volt. Az amerikai vegyipart jól reprezentáló Chemical Week c. hetilap teljes terjedelmének több mint 30%-ában már környezetvédelmi témák jelentek meg.

A Magyarországon évente keletkező 18...19 millió tonna ipari hulladékból 3,8...4,8 millió tonna mérgező, 0,3 millió tonna fertőző és 0,9...1,9 millió tonna különleges kezelést igénylő hulladék [1]. A hetvenes évek végére tehát égető szükségé vált a bioszférát veszélyeztető hulladékok megbízható kezelésének megoldása, esetleg anyagok másodnyersanyagként való feldolgozása. A különböző tudományos és műszaki területekről ismert, ún. klasszikus eljárások (égetés, vegyi vagy fizikai bontás, biológiai eljárások stb.) a veszélyes hulladékok egy részéhez, viszonylag nagy tömegekhez gyors, látványos és gazdaságos (!) megoldást ígértek és adtak, ami a nehezen ke-

zelhető anyagok problémáját háttérbe szorította. Az eredmények nyereségcentrikus szemléletet alakítottak ki, ami a különleges kezelést igénylő hulladékok ártalmatlanítását célzó törekvéseket helyenként lehetetlen helyzetbe hozták. Sok esetben ugyanis nem lehet, nem szabad, sőt bűn a kérdést elsősorban gazdasági és gazdaságossági oldalról megközelíteni.

A Villamosipari Kutató Intézetben egy kutatócsoport már tízéves plazmatechnikai és plazmatechnológiai tapasztalattal rendelkezett, amikor Szirmai Endre és Szikora Béla a Budapesti Vegyi Művek vegyészei azzal kerestek meg minket, hogy a gyárukban levő kb. 12 000 t TCB (tetra-klor-benzol) tartalmú hulladék ártalmatlanítást-e plazmatechnológiai úton. Ekkor 1979 ősze volt. Így kezdődött!

## 2. Technológia

Számos brain-storming után kialakult egy alaptermészetű technológia, amivel a probléma megoldható. Elsődlegesen a nagyon nagy halogéntartalmú (nevezetesen a klórozott), folyékony szénhidrogének ártalmatlanítását tűztük ki célul. A megoldás újszerűsége miatt a saját kezdeményezésű kísérleti munkával párhuzamosan elkezdtük az eljárás és berendezés iparjogvédelmének biztosítását.

A veszélyes vegyi hulladékok plazmatechnológiai ártalmatlanítása azon a felismerésen alapszik, hogy a plazma segítségével kialakított nagy energiasűrűségű, nagy hőmérsékletű térben az anyagok az őket alkotó atomjaira bomlanak. Ez a jelenség különösen olyan anyagok bontásánál használható ki előnyösen, amelyekben a vegyületeket alkotó atomok között igen nagy kötési energiájú kapcsolat van. A bontás során keletkezett elegy hűlésekor — célszerűen megválasztott anyag hozzávezetésével — a re-kombináció úgy irányítható, hogy a technológiai rendszert a környezetre ártalmatlan, stabil végtermékek hagyják el.

A klórozott szénhidrogének (pl. TCB, PCB stb.) ártalmatlanítási technológiája három jól elkülöníthető lépésből áll:

- termikus bontás nagy hőmérsékleten;
- az alkotó atomok oxidációja oxidálóközeg, célszerűen levegőfelesleg hozzáadásával;
- a bontott és oxidált anyag hirtelen lehűtése, közömbösítése, mosása.

A technológiai rendszer előnyei — a teljesség igénye nélkül — a következőkben foglalhatók össze:

- zárt rendszer alakítható ki, amely könnyen automatizálható, felügyelete és kiszolgálása kevés élőmunkát igényel;
- a plazmaberendezés fajlagos helyigénye kicsi;
- a fizikai és kémiai folyamatok az alkalmazott plazmahőmérsékleten (1200...3500 K) gyorsabban játszódnak le, mint hagyományos körülmények között;
- mivel kicsi a tömege, a berendezés könnyen, gyorsan leállítható és újraindítható;
- az ártalmatlanítás hatásfoka közelítőleg 100%;
- nehezen éghető és nem éghető anyagok is ártalmatlaníthatók;
- a technológiához különleges katalizátoranyagokra nincs szükség.

## 3. A berendezés

A sikeres effektusvizsgálatokkal és a szabadalmaztatással kapcsolatos teendőkkel jellemezhető öt év elmúltával vált lehetségessé, hogy olyan nagylaboratóriumi berendezést építsünk, amellyel bizonyíthatjuk a technológia gyakorlati megvalósíthatóságát. Az Ipari Minisztériumból dr. Bakonyi Árpád fősztályvezető személyes közbenjárására természetesen meg az első berendezés létrehozásának pénzügyi feltételei [3], [4], [5]. A berendezés 20 hónap alatt készült el [7]. A nagylaboratóriumi berendezést a Környezetvédelmi Intézet tesztelte. A nemzetközi viszonylatban is nagyon jó mérési eredményekre alapozva, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (Szepessy Sándor fősztályvezető, dr. Temesi Sándorné az INVESTBANK igazgatója) kamatmentes hitelt biztosított a technológiát megvalósító sorozatgyártásra alkalmas berendezés kialakítására és a sorozatgyártás bevezetésére.

A „hitel-téma” keretében 1990 nyarára elkészült két, egyenként 12,5 kg hulladék/óra kapacitású, folyamatos termelésre alkalmas ártalmatlanítóberendezés.

Ez a berendezés két egymásra helyezett, 20 lábas konténerből áll, külső kezelőjárdával és feljárattal. A konténernek belső tere részekre van osztva a technológia kívánalmainak megfelelően:

- alsó konténer: hulladéktér, betáptér, közömbösítő-tér,
- felső konténer: reaktortér, vezérlőtér.

A hulladéktérben 340 l őrirtalmú hulladéktartály, oldószer-tartály és a hulladék továbbítására alkalmas szivattyú van. Ártalmatlanításkor a szivattyú a hulladékot a reaktortérben levő porlasztón keresztül szállítja a plazmagenerátorba. A hulladék megváltoztatásakor, ill. hosszabb idejű leállás esetén a teljes hulladékszállító rendszert oldószerezettel kell átöblíteni.

A betáptérben helyezkedik el a villamos energia, a sűrített levegő és a hálózati víz csatlakozása, valamint a plazmatápegység transzformátora és a simító-fojtó tekercs.

A közömbösítőterben vannak a füstgázokat hűtő, közömbösítő kémiai-technológiai egységek. A „quench zónában” 100 °C alá hűtött gázok a belső labirinttal ellátott, lúgos mosón keresztül, az ellenáramú tányéros mosóba áramlanak, majd a környezetre ártalmatlan véggázok kéményén keresztül jutnak a légtérbe. A kémény alsó részén levő ventilátor a teljes közömbösítő rendszerben depressziót hoz létre, ami megakadályozza, hogy a technológiai berendezésből — nem ellenőrzött módon — káros anyagok megszökjenek.

A lúgos mosóra támaszkodik a plazmareaktor, amely a felső konténer reaktorterébe nyúlik fel. A reaktor felső részével van egybeépítve a plazmagenerátor. A hulladékok termikus bontása és oxidációja ebben a szerkezeti egységben zajlik. A plazmatápegység (teljesen vezérelt tirisztoros egyenirányító hídval felszerelt áramstabilizált energiaforrás) és a hűtővíztartályok ugyancsak a reaktortérben vannak.

A vezérlőtérből lehet irányítani és ellenőrizni a teljes technológiai folyamatot. A vezérlőpulton megtalálhatók mindazok a kezelő-, jelző- és útmutatást adó szervek, amelyek a biztonságos működtetéséhez kellenek. Az egyes technológiai részegységek állapotáról a műszerfalán levő műszerek tájékoztatnak.



### 4. Mérési eredmények

Az előzőkben ismertetett berendezések környezetvédelmi szempontból fontos jellemzőit a Környezetvédelmi Intézet Központi Laboratóriuma határozta meg. Vizsgálatuk a következő összetevők meghatározására, ill. azonosítására terjedt ki:

- a bontásra kerülő anyag minősítése;
- a légszennyező anyagok meghatározása a reaktor-térben és a füstgázmosó után;
- toxikus szerves összetevők meghatározása a reaktor-tér után, a füstgázban, illetve a füstgázmosó közömbösítőoldatban.

A vizsgálati eredményeket az 1., 2. és 3. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Ártalmatlanítási hatások

Betáplált hulladék	Ártalmatlanítási hatások [η]
PCB + den.szesz keverékarány: 1 : 1 8,9 kg/h	100%
PCB + den. szesz keverékarány: 1 : 1 9,1 kg/h	99,999999997%
PCB + den.szesz keverékarány: 1 : 1 12,4 kg/h	99,999999996%

$$\eta = 100 - \frac{\text{emittált PCB}}{\text{bevitt PCB}} \times 100$$

2. táblázat

Légszennyező anyagok

Betáplált vegyi anyag, ill. hulladék	Légszennyező anyag	Megengedett határérték	Mért érték
Denaturált szesz (etalon anyag)	szén-monoxid	5 kg/h	0,001 kg/h
	sósav	0,05 kg/h	—
	nitrozus gáz	2,55 kg/h*	2,1 kg/h
Klórbenzol	szén-monoxid	5 kg/h	0,003 kg/h
	sósav	0,05 kg/h	0,003 kg/h
	nitrozus gáz	2,55 kg/h*	1,67 kg/h
PCB (Arodor 1242 standard)	szén-monoxid	5 kg/h	
	sósav	0,05 kg/h	
	nitrozus gáz	2,55 kg/h*	

\* 10... 20 m magasság közötti kémény a védett I. kategóriában

3. táblázat

Szerves toxikus mikroszennyezők\*

Szennyező anyag	EPA szabvány (USA)	NSZK előírás	Mért érték
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
2, 3, 7, 8 – TCDD	10	10	3
PCDD	—	—	—
PCDF (furánok)	—	—	—
PCB-k	10 000	10 000	540

\* A hűtővízben, a mésztejes mosóban, valamint a távozó füstgázokban a levegőt szennyező semmilyen szerves anyag nem volt kimutatható a kísérleti körülmények között.

### 5. Epilógus

A kidolgozott technológia és a megvalósított berendezés mielőbbi ipari alkalmazására, az érdeklődés felkeltésére széles körű propagandatevékenységet folytattunk. 1987–1989 közötti időszakban összesen 44 különböző intézménnyel (25 hazai, 19 külföldi) tárgyaltunk. A témát, a feladat megközelítését, a megoldás módját minden partner fontosnak, korszerűnek, a gyakorlatban alkalmazhatónak tartotta. Mindezek ellenére az ipari megvalósítás hiánya két alapvető tényre vezethető vissza:

- a hazai érdeklődők általános pénztelensége,
- a külföldi érdeklődők esetében pedig a hazai referenciaüzem hiánya.

Tíz év telt el a „gondolattól” a működő berendezés létrehozásáig. Most amikor mindenkinek köszönetet mondunk, akik valamit is tettek az új technológia létrejöttéért, reméljük, hogy nem kell újabb tíz évet várni az ipari alkalmazásra.

### Irodalom

- [1] *Árvai József—Frisch Mihály*: A környezetvédelem és vegyipar kapcsolata. Magyar Kémikusok Lapja XXXIX. 8. 344–350. old.
- [2] *Bóday Ottó—dr. Krajcsovics Ferenc—Pócsy Ferenc*: Ipari hulladékok feldolgozási lehetőségei plazmatechnológiával. A Villamosipari Kutató Intézet Közleményei 1984. 9. szám 174–180. old.
- [3] *Hollós László*: Új plazmatechnológiai eljárás. Búvár 1985. 2. 64–65. old.
- [4] *Hollós László*: Hulladékmegegyezés — tízezer fokon. Búvár 1985. 3. 130–131. old.
- [5] *Hollós László*: Ötmillió forint a további kutatáshoz. Jó úton. Búvár 1985. 7. 317. old.
- [6] *Bóday Ottó—dr. Krajcsovics Ferenc—Pócsy Ferenc*: Ártalmatlanítás plazmatechnikával. Biotechnológia és környezetvédelem. Ma és Holnap II. évf. 2. 1988. dec. 42–43. old.
- [7] A környezet állapota és védelme. Központi Statisztikai Hivatal 1986.



# A lézertechnika újabb alkalmazási területei: diódalézerek

TANOS ERVIN

## A LÉZERTECHNIKA ÚJABB ALKALMAZÁSI TERÜLETEI: DIÓDALÉZEREK

TANOS ERVIN

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évtizedben terjedtek el a világra az azok a fényemittáló félvezető eszközök, amelyeket a kibocsátott fény tulajdonságai alapján diódalézereknek nevezünk. Ezek az eszközök elsőként az infravörös tartományban ( $0,8 \dots 1,5 \mu\text{m}$ ) működtek, és alkalmazási területük elsősorban az információátvitel volt. Az elmúlt két évben megjelentek a látható, sötétpiros fényt sugárzó diódalézerek is.

A félvezető lézerek alkalmazási lehetőségei ma már rendkívül nagyok: információátvitel, bárkódolvasó, fényesorompó, mérőeszközök stb. A látható fényű lézerdiodáknak nagy jövőt jósolnak a lézerprinterek, valamint a törölhető optikai diszkek területén is.

Fentiekén kívül nagyon sokféle félvezetőlézeres berendezés készül gyógyászati és kozmetikai felhasználásra. Ilyen célú félvezetőlézeres eszközöket készít az OPTOCOMP Kft. is.

## NEUERE ANWENDUNGSBEREICHE DER LASERTECHNIK: DIODENLASER

ERVIN TANOS

### Zusammenfassung

Auf dem Weltmarkt breiteten sich im vergangenen Jahrzehnt die lichtausstrahlenden Halbleitergeräte aus, die auf Grund der Eigenschaften des ausgestrahlten Lichts als Diodenlaser bezeichnet werden. Diese Geräte arbeiteten vorerst im infraroten Bereich ( $0,8-1,5 \mu\text{m}$ ) und ihr Anwendungsgebiet befand sich in erster Linie in der Informationsübertragung. In den letzten 2 Jahren erschienen auch die sichtbares, dunkelrotes Licht ausstrahlenden Diodenlaser.

Die Einsatzmöglichkeiten der Halbleiter-Laser sind heute bereits ausserordentlich gross: Informationsübertragung, „bar-code“- (Liniencode-)Ablesegeräte, Lichtschranken, Messgeräte usw. Den Laserdioden mit sichtbarem Licht wird auch im Bereich der Laserprinter sowie der löschbaren optischen Disks eine grosse Zukunft vorausgesagt.

Ausser den genannten Gebieten werden sehr vielfältige Geräte mit Halbleiter-Lasern für Einsatz in Heilkunde und Kosmetik hergestellt. Derartige Geräte mit Halbleiter-Lasern werden auch von OPTOCOMP GmbH hergestellt.

## A NEW APPLICATION FIELD OF LASER TECHNOLOGY: DIODE LASERS

ERVIN TANOS

### Summary

Within the last few years light-emitting semiconductor devices, based on the properties of emitted light, have been named laser diode, have appeared on the world market. These devices operated in the beginning in the infrared field ( $0,8-1,5 \mu\text{m}$ ), their field of application was in the first case transmission of information. Within the last two years laser diode, emitting visible, dark red light have also appeared.

The application scope of semiconductor laser devices is at present extremely wide: transmission of information, bar-code reading, light gate barriers, measuring devices, etc. A great future is predicted for visible light emitting laser diode in the field of laser printers, and also in the field of erasable optical discs.

Beyond those described above, numerous semiconductor-based appliances have been elaborated for healing and cosmetical applications. Semiconductor laser devices of this sort are among others manufactured by OPTOCOMP Kft.

## НОВАЯ ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ: ЛАЗЕРНЫЙ ДИОД

ЕРВИН ТАНОШ

### Резюме

За последнее десятилетие на мировом рынке распространились те эмиттирующие свет полупроводниковые приборы, которые на основе свойств выделяемого ими света называются лазерным диодом. Эти приборы в начале работали в инфракрасной области ( $0,8 \dots 1,5 \mu\text{m}$ ) и их область применения в первую очередь была передача информации. В последних 2 года появились лазерные диоды, выпускающие видимый темнокрасный свет.

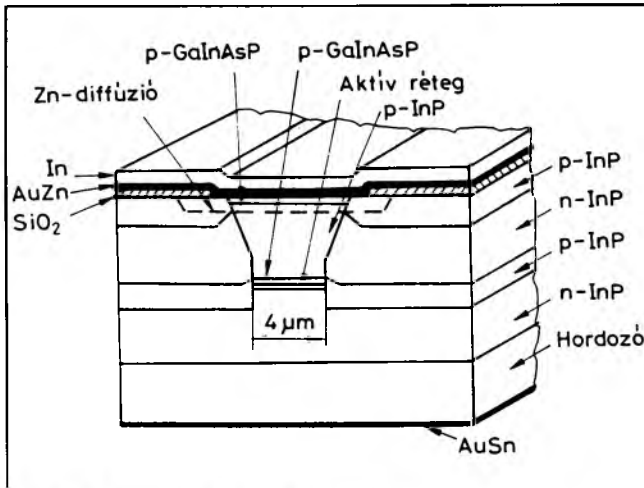
Возможности применения полупроводниковых лазеров сегодня уже чрезвычайно широки: передача информации, световой барьер, измерительные приборы и т.д. Большое будущее ожидает выпускающие видимый свет лазерные диоды в области лазерных принтеров а также в области стираемых оптических дисков.

Кроме вышеуказанного изготавливается много различных полупроводниковых лазерных оборудований для медицинского и косметического использования. Полупроводниковые приборы для такой цели изготавливаются и Обществом Ограниченной Ответственностью ОПТОКОМП.

## 1. Általános áttekintés

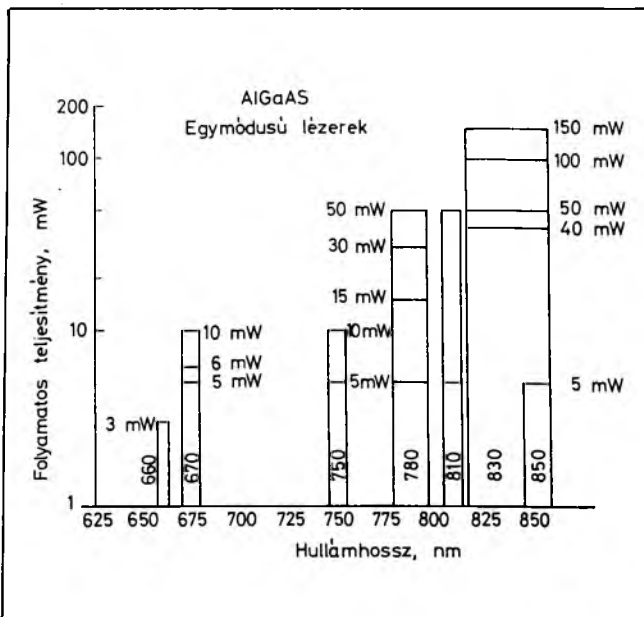
A félvezető lézerek az elmúlt 10–15 év során az optoelektronika általánosan használt eszközeivé váltak. Alkalmazási területei gyorsan bővülnek: a katonai alkalmazásokról az ipar már áttért a polgári alkalmazás területére, így a CD-lemezjátszók, információátviteli eszközök, távmérési eszközök stb. Bár ma még a legdrágább mikroelektronikai elemek közé tartoznak, áruk az egyéb lézertípusokéval összehasonlítva meglehetősen alacsony: 30...2000 \$. Igen nagy előnyük, hogy IC-kompatibilisek, azaz könnyű a különféle meghajtóáramkörökkel egy egységbe integrálni, ill. összeépíteni őket. Teljesítményigényük is igen kicsi, néhány 10 mA-tól néhány 10 A-ig terjed. A lézertípusok élettartama az általában szokásos félvezető élettartamot elérte, így ma már 100 000–1 000 000 óras élettartamokat garantálnak a gyártó cégek.

A lézertípusokat anyaguk alapján négy különböző csoportba lehet osztani. A legelterjedtebb az AlGaAs dióda (1. ábra), amelyik 750...860 nm-ig terjedő sávban sugárzik.



1. ábra. A lézertípus vázlatos felépítése

2. ábra. AlGaAs lézertípus teljesítménye



roz. Elsősorban ezeket használják a CD-lemezjátszókban és a lézerprinterekben, a legismertebb és leggazdaságosabb lézertípusok közé tartoznak. Ezekből a lézertípusokból a kompakt-disk ipar több mint 10 millió darabot használ már fel.

A következő csoport az InGaAsP dióda, amelyik 1300...1600 nm tartományban működik és elsősorban száloptikai kommunikációs rendszerekben használatos. Az InGaAs lézerek, amelyek 910...990 nm között sugároznak, elsősorban a száloptikai rendszerek erősítőjeként használatosak.

Külön csoportot jelentenek a látható színt sugárzó diódák, amelyek anyaga InGaAlP. Ezek a 630...680 nm tartományt fedik le és alkalmazásukról később lesz szó. A látható színű lézertípusok igazi elterjedése 1990-ben kezdődött, amikor az árak lecsökkentek a 100 \$ szintjére, ill. alá.

A 2. ábrán az alumínium-gallium-arszenid alapú lézertípus teljesítménye látható a hullámhossz függvényében. (Megjegyzendő, hogy az ábra készítése óta már megjelent a piacon a TOSHIBA által készített 20 mW-os látható színű lézertípus is.) A 2. ábra az egymódusú lézertípusokra vonatkozik, de ha a multimódusú működés elfogadható, akkor a különböző lézermátrixok (lineáris vagy téglalap elrendezésben) eléri a 0,6 W folyamatos üzemi teljesítményt, sőt 1991 tavaszán megjelentek a lézertípusok teljesítménye eléri a 1500 W-ot is. Ezek a készülékek a különféle katonai alkalmazásokból (táv mérés, infrabevilágítás) kerültek át a polgári iparba.

## 2. Az alkalmazási területek áttekintése

A lézertípusok lehetséges alkalmazási körének feltérképezéséhez az eszközök alapvető tulajdonságait kell figyelembe venni:

- a sugárzás nagy intenzitású;
- a kibocsátott fény hullámhossza a látható tartományba és a közeli infravörös tartományba esik;
- a lézertípus igen kicsi és elhanyagolható súlyú;
- nagyfrekvencián modulálható;
- az egyéb félvezető eszközökkel kompatibilis és integrálható;
- megbízhatóságuk a félvezetőkével összemérhető.

Az egyéb lézertípusokkal szembeni hátrányok között kell megemlíteni, hogy a lézertípus által kibocsátott összehasonlítható energiát a nagy teljesítményű egyéb lézerek szintjéig, valamint azt, hogy koherenciahossza csak néhány centiméter, ellentétben pl. a hélium-neon lézertípus száz méteres nagyságrendet elérő koherenciahosszával. Ennek megfelelően tehát az alkalmazási területek a következők:

- infravörös megvilágítás éjszakai felderítéshez fegyverek célzóberendezésében, képátalakítóval;
- távmérés, amikor is rövid, nagy energiájú impulzussal, a fény repülési idejének mérésével néhány centimétertől néhány száz méterig terjedő távolságok igen pontosan meghatározhatók;
- metrológiai alkalmazás, amelynek során hosszúságot, ill. átmérőt mérnek. Az elérhető pontosság 0,005 mm;

- sebességmérés, amelyhez a lézerdiodát a Doppler-jellegű sebességmérő adójaként használják;
- légszennyezés mérése szelektív spektroszkópiával, amelynek során az infravörös hullám abszorpcióját mérik;
- hírközlési alkalmazás, amelynek nyitott (levegőn átvivő) és vezetékes változata létezik. A nyitott változatot elsősorban olyan helyeken használják, ahol a kábel fektetése nehézségekbe ütközne. Ilyen pl. vízmosások, szakadékok stb. áthidalása. A vezetékes változat esetén a lézerdioda fényét fényvezető szál-optikán viszik át és a lézerdioda jelentős modulációs frekvenciáját használják ki;
- információátvitel, kompakt diszkek már korábban is említett esetében rendkívül nagy információátviteli sűrűség érhető el a lézerdiodákkal. Ez pillanatnyilag a legelterjedtebb alkalmazási terület (főként lemezzajtások esetében);
- objektumvédelem, azaz különféle fénySOROMPÓ-jellegű alkalmazások. A lézerdioda segítségével áthidalható távolság néhányszor 10 m-től egészen 1 km-ig terjedhet.

Az egyik legnagyobb alkalmazási terület jelenleg kétségtelenül az információátviteli felhasználás, amelyben a lézerdiodák a közeli infravörös (0,7  $\mu\text{m}$ ) tartománytól az 1,5  $\mu\text{m}$ -ig működnek. Felhasználásuk legnagyobb előnye, hogy rendkívül nagy frekvenciával modulálhatók, a 60 MHz-es sebességgel modulálható lézerdioda ma már megszokottak számít. Ugyanakkor egyes fejlesztő cégek még az 1...2,5 Gbit/s modulációs sebességet is elérték. A rendkívül nagy modulációs frekvenciának köszönhetően óriási az átvihető információ mennyisége: lézerdiodákkal működtetett, fénykábellel összekötött telefonvonalakon egyetlen csatornán több ezer telefonbeszélgetés folytatható. Jelenleg Európában az NSZK-ban működik a leghosszabb ilyen típusú telefonvonal, amelynek hossza eléri a 400 km-t.

A nyitott hírközlési rendszerben az információ az atmoszférán keresztül terjed. Az elmúlt években pl. az USA számos nagy repülőterén készítettek néhány W csúcsteljesítményű lézerdiodák segítségével néhány km távolságra megbízhatóan működő összeköttetést. Az ilyen nyitott rendszerek hátránya, hogy az időjárás erősen befolyásolja a hatótávolságot.

Külön meg kell említeni a lézerdiodák optikai radarként való felhasználását, amelyben a lézereket impulzusüzemben működtetik és lényegében egyfajta távolságmérő eszközebe építik be őket. Pl. az Egyesült Államok hadserege már a vietnami háborúban is felszerelte helikoptereit ilyen típusú egységekkel, hogy rossz látási viszonyok esetén is képes legyen a helikopter a földfelszínt követni. Az elmúlt években rendkívül elterjedtek a lézerdiodás lézernyomtatók. Ma már sokféle xerográfiai célokra alkalmas lézernyomtató van forgalomban, de a lézerdiodák sugárnyalábjának kedvezőtlenebb optikai tulajdonságai miatt szükséges összetett optika és a bonyolult xerox rendszer „házassítása” eléggé megdrágítja a berendezést.

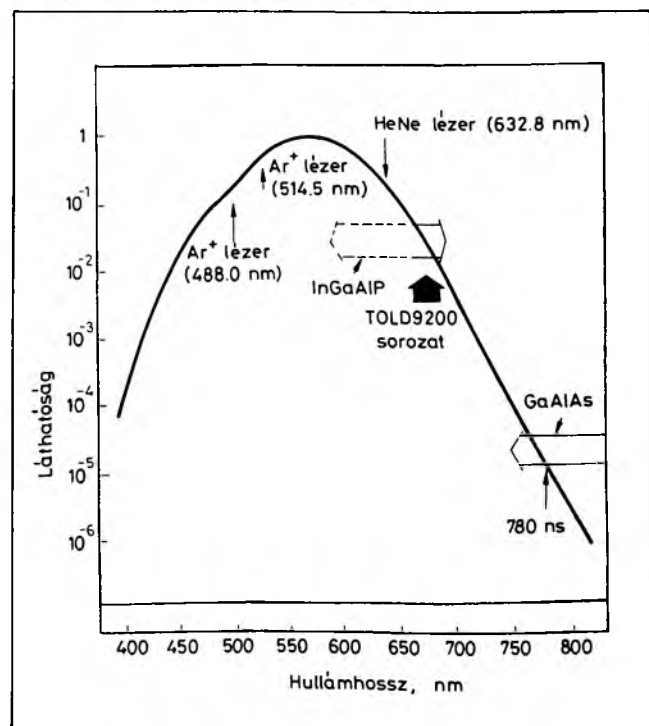
### 3. Látható színű fényt sugárzó lézerdiodák fejlődési irányzatai

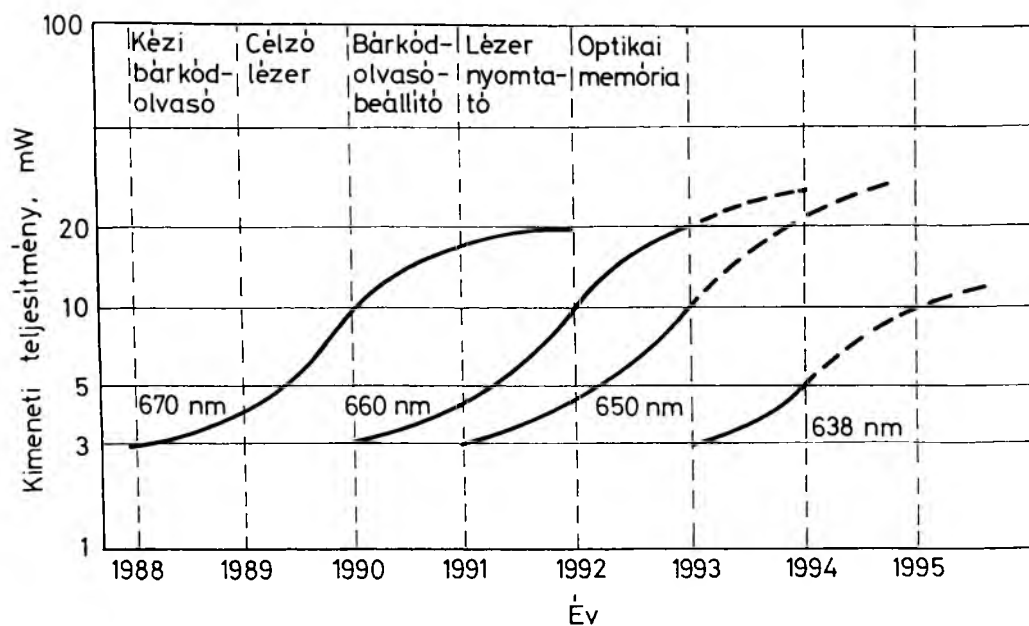
A lézerdiodák csipstruktúrája kétféle lehet, az ún. erősítésvezérelt és a törésmutatóvezérelt típus. Ez utóbbinak — bár elkészítése nehezebb — több előnye van, amelyek közül ki kell emelni az alacsonyabb működési energia-küszöböt és a kisebb asztigmatizmust. Az előbbi sokat segít a lézerdioda alkalmazása során, mivel kisebb lett a diódában keletkező veszteségi hő. Az utóbbi pedig jobb optikai tulajdonságú lézercsalád létrejöttét teszi lehetővé, ami a különböző kényesebb alkalmazási területek esetében jelent előnyt. Pl. az optikai diszkek nagyon kicsi, pontosan beállítható fókuszpontot kívánnak a diszk felületén, amihez a látható színű lézerdiodák rövidebb hullámhossza és a kisebb asztigmatizmus jó lehetőséget ad. Külön kiemelő, hogy a látható fényt sugárzó lézerdioda — bár a 3. ábrán bemutatottak szerint a lézerdiodák láthatósága kb. nyolcszor kisebb, mint a hélium-neon lézere — már így is számos területen a He-Ne lézerek vetélytársává válik. Pl. kisebb mérete és hosszabb élettartama nagyon előnyös a sebészeti lézerek irányfényének előállításához. Jóval nagyobb lesz ennek az előnynek a jelentősége, ha a nagy sorozatban gyártott diódák teljesítménye meg fogja haladni a néhányszor 10 mW-ot. Ekkor ugyanis az optikai diszkeknel (írható-olvasható), valamint a lézerprinterekhez szinte vetélytárs nélkül alkalmazhatók (4. ábra).

A szakirodalom szerint kísérleti darabok már készültek, amelyek a 670 nm-es hullámhosszon 40...50 mW teljesítményt adtak le. Ezen túlmenően 2 °C hőmérsékleten a kísérleti dióda elérte a 100 mW teljesítményt. Az 5. ábrán látható, hogy milyen alkalmazási jövőt jósol a TOSHIBA cég a látható színű lézerdiodáknak.

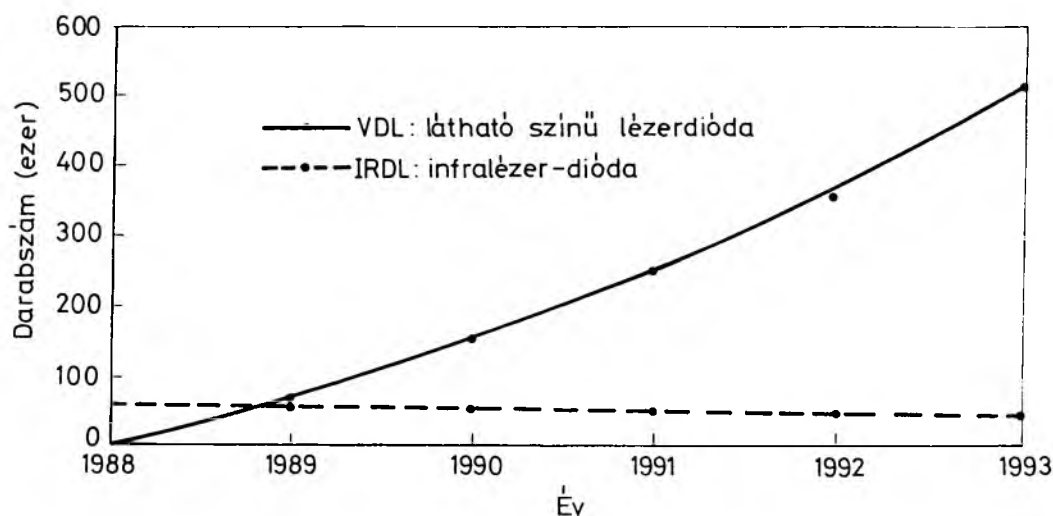
Nagyon jelentős jövőt jósolnak a látható színű lézerdiodáknak abban az esetben, ha hozzáférhető áron, nagy so-

3. ábra. Az emberi szem érzékenységi görbéje





4. ábra. A látható színű lézervedióák alkalmazási területei



5. ábra. A látható színű lézervedióák alkalmazási trendje bárkódolvasókban

rozatban gyártva elérik a  $0,4 \mu\text{m}$  körüli, kék színű tartományt. Ebben az esetben ugyanis lehetőség nyílik az írható-olvasható kompakt diszkek nagy sorozatú, olcsó gyártására, ami előreláthatóan forradalmasítani fogja az információátvitelt, de ezenkívül a szórakoztató elektronikát és a hang- és képrögzítési módokat is. Ezen a területen is a japán kutatók érték el a legnagyobb sikereket, akik  $0,415 \mu\text{m}$  hullámhosszon működő lézert készítettek, amelynek kimenő teljesítménye  $7,1 \text{ mW}$  volt (a hatásfok valamivel rosszabb, mint 9%). Az IBIDEN japán cég azt jósolja, hogy ennek az évnek a végére elérik a  $10 \text{ mW}$  kimenő teljesítményt 25%-os hatásfokkal. Természetesen ezek a kísérleti eredmények messze vannak még a sorozatgyártástól.

Nagyobb teljesítmények felé haladva az amerikai SDL cég jár az élen. A  $0,98 \mu\text{m}$ -es tartományban 1990-ben

megjelentek a  $3 \text{ W}$  teljesítményű, folyamatos üzemű lézervedióák, ill. a  $60 \text{ W}$  csúcsteljesítményű  $12 \text{ mJ}$ /impulzus energiát leadni képes lézermátrixok. Ezek ma már a mindennapi eszközök közé tartoznak. A cég új sorozata  $300 \dots 1200 \text{ W}$  csúcsteljesítményre és emellett  $60 \dots 240 \text{ mJ}$ /impulzus energia leadására képes. A cég fejlesztői szerint 1991-ben piacra dobják a  $0,98 \mu\text{m}$  hullámhosszon  $100 \text{ mW}$  teljesítményű, folyamatos üzemű lézert, amely egymódusú lesz, így igen nagy teljesítménysűrűsége fókuszálható.

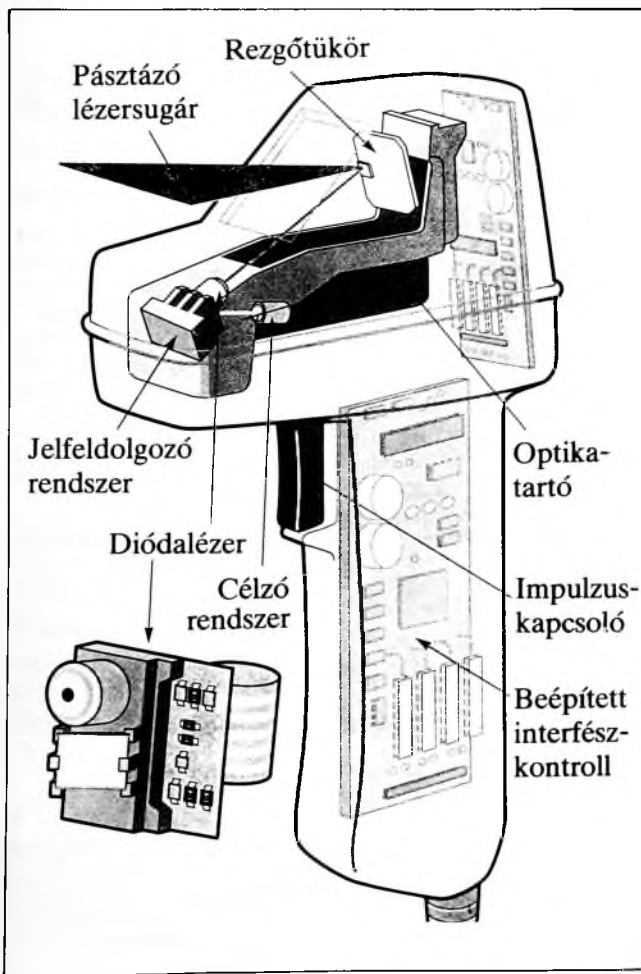
A VCSEL új fordulat a félvezető lézerek területén. A VCSEL betűszó, amely a függőleges rezonátorú, felületen emittáló lézer angol szavakból áll össze. Ez a lézerfajta az egymódusú működés mellett szimmetrikus, mégpedig kör alakú lézernyalábot állít elő, ellentétben az elterjedt dióda lézerek elliptikus nyalábjával. Ez optikailag is sokkal ke-

zelhetőbbé teszi a lézerefényt. Az eredmény elsősorban a kitűnő száloptikai csatolásban mérhető le közvetlenül, amikor is jelentősen javul a jel/zaj viszony. Ezen túlmenően a VCSEL diódák jóval kisebb méretben készülhetnek, ami hasonló áramköri paraméterek esetén integrált hűtést is lehetővé tesz. Ezenkívül a kisebb méretű rezonátor nagyobb modulációs frekvenciát tesz lehetővé, azaz tovább növeli a lézervediódák már így is igen jelentős információátviteli képességét.

#### 4. Egy különleges alkalmazás: a kézi bárkódolvasó

Már jelenleg is több mint 400 ezer lézervediódás bárkódolvasó működik világszerte. Mégis azt kell mondani, hogy a több millió bárkódolvasóhoz képest jelenleg a lézervediódák alkalmazása igen alacsony szintű. Ennek egyik oka, hogy a klasszikus hélium-neon lézerekkel dolgozó készülékek gyártói és tulajdonosai nem könnyen térnek át más készülékfajta alkalmazására. A lézervediódák komoly kihívást jelent a hélium-neon lézerek számára ezen a téren is. Jelenleg azonban nagy előnye a hélium-neon lézereknek, hogy az emberi szem érzékenységi görbéje miatt erős fényben a diódalézerek által előállított fénypont vagy fénycsík kevésbé látható. A 6. ábrán a Symbol Technologies által készített diódalézerek alkalmazásával működő kézi bárkódolvasó látható, amelyet igen könnyű átalakítani elemes

6. ábra. Kézi bárkódolvasó felépítése



működtetésére, azaz olyanra amely semmilyen konkrét kapcsolatot nem kíván az áramellátással. Ennek a készüléknek elsősorban különböző nagy raktárak és kis üzletek esetében lesz jelentősége.

#### 5. Orvosi alkalmazások

A lézerek orvosi felhasználása ma már több tízezes hagyománnyal rendelkezik. Elsősorban a nagyobb teljesítményű, folyamatos üzemű gáz- és szilárdtest-lézereket használják az orvosok, ezen belül is elsősorban sebészeti célokra. A kisebb teljesítményű lézerek ún. fototerápiás alkalmazási területen használhatók. Ezen a területen korábban a hélium-neon lézerek voltak az egyeduralkodók, de most már a diódalézerek a legelterjedtebb alacsony energiájú lézenterápiás készülékek aktív elemei. Legjelentősebb a felhasználásuk a bőrgyógyászatban és a reumatológiában, általában sebgyógyítások, gyulladások gyógyítása terén. Ezek a kezelések egyébként zömében kiegészítő jellegűek, tehát egy-két kivételtől eltekintve az alacsony energiájú lézenterápia nem önállóan működik.

Ma világszerte elsősorban a közeli infravörös tartományban (700...900 nm) működő, mind az impulzus üzemű, mind a folyamatos üzemű lézervediódákat használják e célra. A legelterjedtebb teljesítménytartomány az 5...50 mW átlagteljesítménynek megfelelő, ezen belül a terápiás dózis általában 1...2 J/cm<sup>2</sup>.

A Villamosipari Kutató Intézet lézertudományi laboratóriumában szerzett másfél évtizedes tapasztalatokra alapozva ilyen típusú, kis teljesítményű lézervediódákat felhasználó orvosi készülékek gyártását és fejlesztését végzi az OPTOCOMP Kft. is.

Ezzel az OPTOCOMP Kft. Magyarországon elsőként kezdte beépíteni sorozatgyártású termékekbe az optikai félvezetőipar e legmodernebb eszközeit.

\*

E vázlatos áttekintés alapján megállapítható, hogy a félvezető lézerek alkalmazási területeinek kiszélesedése és elterjedése minden kétséget kizáróan az ipar szinte minden területére jellemző. Ez valószínűleg a magyar ipart is kényszeríteni fogja arra, hogy ha nem akar lemaradni a világ fejlődési irányvonalától, akkor ezeket a korszerű eszközöket mindenképpen igénybe kell vennie mind a mérés-technikai, mind az ipari alkalmazások területén.

#### Irodalom

- [1] P. Mortenson: Diode Lasers make gains in Japanese. *Laser Focus World*, July., 1990.
- [2] R. Morgan: VCSEL: A new twist in semiconductor lasers. *Photonics Spectra*, Dec., 1990.
- [3] T. Mahony et al.: 1991. trends: lasers. *Photonics Spectra*, Jan., 1991. Hand-held barcode reader incorporates diode lasers. *Laser Focus World*, Jan., 1991.
- [4] J. Motodate, J. Kamimura: Visible laser diodes-development trends. *Photonics Spectra*, May, 1991.
- [5] Lendvay Ödön: Félvezető lézerek. Akadémiai Kiadó, 1985.
- [6] Lajtha György—Szép Iván: Fénytvázközlő rendszerek és elemeik. Akadémiai Kiadó, 1987.





# Nagy terhelhetőségű túlfeszültséglevezető

GYIMÓTHY KÁLMÁNNÉ—CSÉFALVAY MIKLÓS—FRANÇOIS CÉZÁRNÉ

## NAGY TERHELHETŐSÉGŰ TÚLFESZÜLTÉSLEVEZETŐ

GYIMÓTHY KÁLMÁNNÉ—CSÉFALVAY MIKLÓS—FRANÇOIS CÉZÁRNÉ

### ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben ismertetett túlfeszültséglevezető a szikraköz nélküli cink-oxid túlfeszültséglevezetők normál hálózati igénybevételénél közel egy nagyságrenddel terhelhetőbb.

A készüléktípus, a szakirodalomban közismert, párhuzamosan üzemeltetett munkaellenállások helyett egy nagy terhelhetőségű munkaellenállást tartalmaz, amellyel a konstrukciós hibaforrások kiküszöbölődtek.

Cikkünkben a kutatási munkát, az elért eredményeket és az üzemi tapasztalatokat ismertetjük. Kitérünk a külföldi próbaállomáson végzett vizsgálatokra is.

## ÜBERSPANNUNGSABLEITER MIT HOHER BELASTBARKEIT

IDA GYIMÓTHY—MIKLÓS CSÉFALVAY—JUDIT FRANÇOIS

### Zusammenfassung

Die Belastbarkeit des im Artikel geschilderten Überspannungsableiters ist umfasst eine Größenordnung grösser, als die des Überspannungsableiters auf Zinkoxydbasis ohne Funkenstrecke.

Dieses Gerätmodell beinhaltet statt der aus der Fachliteratur allgemein bekannten, parallel betriebenen Arbeitswiderstände eine hoch belastbare Type von Arbeitswiderstand, wodurch die konstruktiven Fehlerquellen ausgeschaltet werden konnten.

Im Artikel werden die Forschungsarbeit, die erzielten Ergebnisse und die Betriebserfahrungen ausgeführt. Es werden auch die im ausländischen Prüffeld durchgeführten Versuche erörtert.

## LARGE CAPACITY LIGHTNING ARRESTERS

IDA GYIMÓTHY—MIKLÓS CSÉFALVAY—JUDIT FRANÇOIS

### Summary

The lightning arrester described in the article has a capacity of nearly one order greater than the normal circuit load possibility of the no-gap zinc oxide type arresters.

The new type contains one high-capacity resistance instead of the parallel-connected resistances of the former well-known types excluding the constructional sources of error.

The article describes the research work, the achieved results and operative experience, further explicitly touches tests completed at foreign test laboratory.

## РАЗРЯДНИК ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ БОЛЬШОЙ НАГРУЗКИ

ИДА ДЪИМОТИ—МИКЛОШ ЧЕФАЛВАЙ—ЮДИТ ФРАНСУА

### Резюме

Описываемый в статье разрядник перенапряжения при нормальной сетевой эксплуатации выдержит на один порядок больше нагрузки, чем обычные разрядники перенапряжения на базе окиси цинка без искрового промежутка.

Этот прибор, вместо — известных в литературе — параллельно используемых рабочих сопротивлений содержит рабочее сопротивление большой нагрузки, таким образом удалось устранить конструкционные источники неисправностей.

В нашей статье мы приведём данные об исследовательской работе, о достигнутых результатах и эксплуатационных опытах. Сообщаем и результаты испытаний, проведённых на зарубежных испытательных станциях.

## Bevezetés

A villamos készülékek és hálózatok elektromágneses tranzienseinek jelentősége a gazdaságos tervezésnek és megbízhatóságnak a szempontjából ma már nem vitatott.

A hálózati tranziensek jelentős részénél a névleges feszültséget lényegesen meghaladó feszültségek keletkeznek. Ezek a túlfeszültségek a szigetelés meghibásodását okozhatják, ha azt nem a várható igénybevételnek megfelelően méretezzük. A szigetelési szint emelése költséges, ezért a szigeteléseket védeni kell a túlfeszültségek ellen.

A villamos energia felhasználása az élet szinte minden területén jelen van, ezért nagy megbízhatóságú szolgáltatást kell biztosítani. A villamos készülékekbe és hálózatokba beruházott hatalmas értékek megóvásához egyre nagyobb érdekek fűződnek.

A kialakuló túlfeszültségekkel szemben a készülékeket védeni kell. Ennek legközvetlenebb módja, a tranziens folyamatok idején kialakuló túlfeszültségek csúcsertékeknek

korlátozása a speciális védelmi eszközzel, a túlfeszültség-levezetővel.

Légköri eredetű túlfeszültségek elleni védelem céljaira dolgoztuk ki a normál 5 kA-es és 10 kA-es típusú levezetőket. Ezekről számoltunk be a VKI Közlemények korábbi számaiban.

A kapcsolási tranziensek kiváltó oka: bekapcsolás, megszakítás (vagy szakadás), zárlat, zárlat megszűnése. A kapcsolási tranziensek során kialakuló túlfeszültségek a tápforrás nagyságától függenek, ezért ezek energiatartalma — pl. nagy vezetékossz, nagy feszültség és nagy kapacitású vezetékek esetében — igen jelentős, nagyságrendekkel nagyobb, mint a légköri túlfeszültségek esetében.

Az ipartelepi hálózatok üzemeltetése folyamán jelentős tranziensek léphetnek fel, és ellenük védelmet kell kidolgozni. Az ilyen hálózatok rendszerint sok, nagy kapacitású kábelszakaszt, induktív jellegű zárlatkorlátozó fojtóterkeresztet, forgógépet (vagyis lengő rendszereket) tartalmaznak. Emellett a nagy teljesítményű motorok be- és kikapcsolásának száma is igen nagy. A motorok áramlevágással való kikapcsolásakor keletkező nagy feszültségugrás, az egymással csatolt lengő rendszerekben veszélyes túlfeszültségeket kelt.

A fém-oxid túlfeszültségkorlátozó eszközök fejlesztésének következő állomása volt a cikkünkben részletezett nagy terhelhetőségű levezető kutatása.

## 1. Nagy terhelhetőségű fém-oxid anyagösszetétel kifejlesztése

E feladat megoldását 1987-ben kezdtük meg.

A hálózati túlfeszültségvédelemben, a légköri igénybevételre közismerten alkalmazott cink-oxid—bizmut-oxid—kobalt-oxid—mangán-oxid—króm-oxid—antimon-oxid anyagösszetétellel átlagosan

500 A/cm<sup>2</sup> 8/20 μs hosszúságú, ill.

10 A/cm<sup>2</sup> 8/1000 μs hosszúságú impulzusszilárdságot értünk el korábban.

A kapcsolási túlfeszültségimpulzusok energiatartalma — mint azt a bevezetőnkben vázoltuk — lényegesen nagyobb a légköri igénybevételnél. A túlfeszültség-korlátozók terhelhetőségét is ennek arányában kellett megnövelnünk.

Kutatásunk kezdetén közel 60 féle anyagösszetételű minta paramétereit minősítettük a célkitűzéseink követelményei szerint. Optimálisnak a cink-oxid—bizmut-oxid—kobalt-oxid—mangán-oxid—nikkel-karbonát—titán-oxid anyagkeverék bizonyult (megfelelő arányban és technológiával).

A minták minősítésére több vizsgálatot végeztünk, amelyeket a célkitűzésünk szerint értékeltünk.

A kis áramú tartományban, 10<sup>-6</sup>...10<sup>-2</sup> A között, egyenfeszültséggel határoztuk meg az  $U = f(I)$  karakterisztikát, mivel a kapacitív összetevő ott még domináns. Az anyag félvezető jellege miatt a nagyobb áramú tartományokban már döntő a vezetés, a korábbi megaohmos ellenállás 1...2 Ω-ra csökkent. A túlterhelés elkerülése céljából, itt már csak rövid áramimpulzusokkal határoztuk meg az  $u = f(i)$  értékeit.

A védelmi szint és az impulzusszilárdság 1. táblázat szerinti értékeit mérésekkel határoztuk meg.

1. táblázat

Hullámalak	Áram	Energiatartalom
40/150 μs	10...300 A	150 J
8/20 μs	1...20 kA	1,5 kJ
8/180 μs	5...10 kA	5 kJ

## 2. A készülékkonstrukció kifejlesztése

### 2.1. Párhuzamos kapcsolású készülékek

A szakirodalomban széles körben ismertetik a levezetőképeség sokszorosodására a párhuzamos kapcsolású készülékeket. Kutatásunk kezdetén mi is ezen az úton indulunk.

A párhuzamos kapcsolású konstrukcióhoz gyűrű alakú, Ø76/23×12 mm méretű fém-oxid tárcsát készítettünk, az 1. pontban már leírt, nagy terhelhetőségű anyagösszetétellel. Az elért jellemzők:

$$u_n = 220 \text{ V}$$

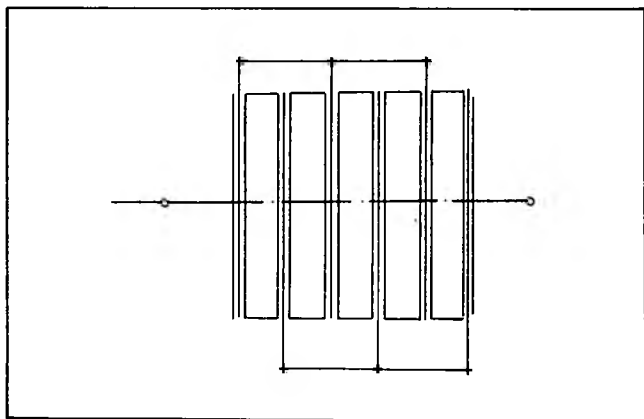
$$u_{\text{véd}} = 1,5 \text{ kV}$$

$$I_{\text{cs}} = 12 \text{ kA}$$

$$E = 3,6 \text{ kJ (8/180 } \mu\text{s alakú impulzussal mérve)}$$

Az 1. ábra szerinti elvi elrendezésű párhuzamos kapcsolást alkalmaztuk: 9 db; 7 db és 5 db tárcsával.

A párhuzamos kapcsolás villamos problémáit, amelyek a homogenitásból, a karakterisztika azonosságából eredtek, lépésről lépésre küszöböltük ki. Az 1. ábra szerinti konstrukció mechanikai problémáit azonban — a sok érték tapasztalatszerzés ellenére — sem sikerült maradéktalanul megoldanunk.



1. ábra. Készülékkonstrukció párhuzamos kapcsolásra

Végül arra a következtetésre jutottunk, hogy egy-egy nagyobb méretű, nagy terhelhetőségű tárcsa kompakt tokozását dolgozzuk ki (párhuzamos kapcsolási lehetőséggel).

### 2.2. Kompakt tokozású készülék

Nagy terhelhetőségű vizsgálatra előkészített, műgyantás kiöntésű készülékegység látható a 2. ábrán.

A készülék névleges feszültsége  $u_{\text{névl.}} = 220 \text{ V}$ . Félvezetőanyaga: Ø76×30 mm-es fém-oxid tárcsa, az 1. pont szerinti anyagösszetétellel és technológiával.

Műgyanta tokozásához TITERON—B típusú gyantát használtunk (AKZO—TVK gyártmányú), vákuumöntésű technológiával.

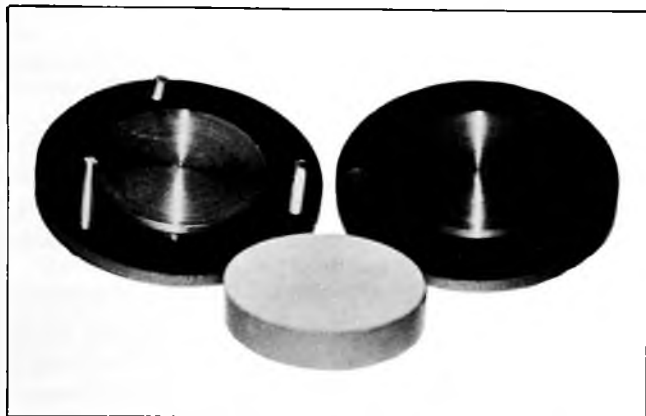
### 3. Minősítő vizsgálatok

1. Darabvizsgálatként tokozás előtt minden mintadarabot 10 kA csúcsertékű 8/20  $\mu$ s alakú áramimpulzussal ellenőriztünk. Feljegyeztük a 10 kA-hez tartozó maradékfeszültséget mint referenciaértéket a további vizsgálatok értékeléséhez.

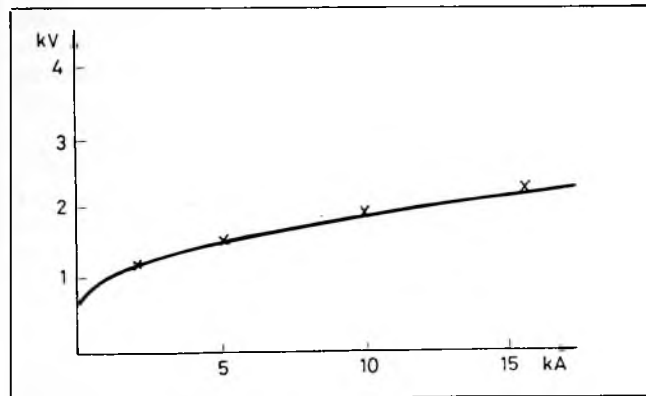
2. A nagy áramú  $u = f(i)$  karakterisztika pontjait 8/20  $\mu$ s alakú áramhullámmal vettük fel, amelynek átlagos értéke a 2. táblázat, ill. a 3. ábra szerinti volt.

2. táblázat

$I$ kA	2,1	4,1	7,8	15,8
$U$ kV	1,2	1,3	2,0	3,1

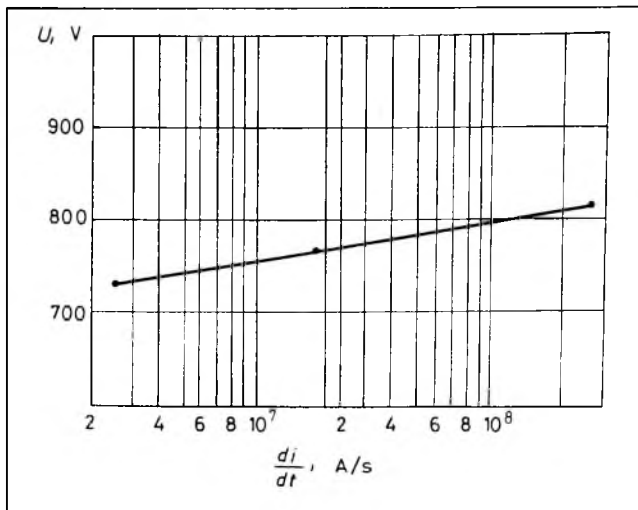
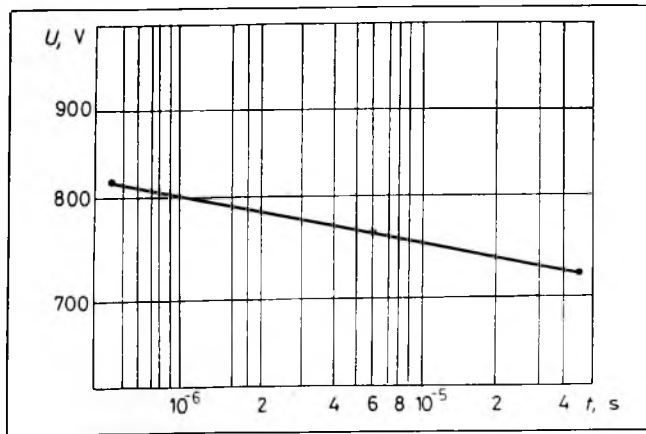


2. ábra. Kompakt tokozású készülék

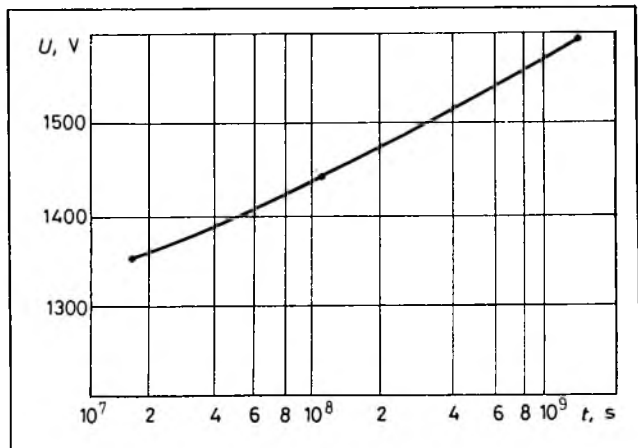


3. ábra. Nagy áramú  $U = f(I)$  karakterisztika

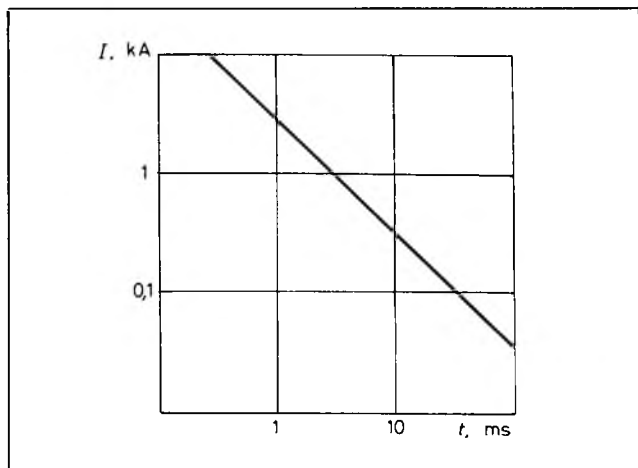
4. ábra. Maradékfeszültség a  $\frac{di}{dt}$  függvényében ( $I = 100$  A)



5. ábra. Maradékfeszültség az áramimpulzus időtartamának függvényében ( $I = 100$  A)



6. ábra. Maradékfeszültség az áramnövekedési sebesség függvényében ( $I = 700$  A)



7. ábra. Impulzuszilárdság-vizsgálat

3. Maradékfeszültség-vizsgálatokat különféle időtartamú, felfutási idejű, energiatartalmú kapcsolási hullámokkal végeztünk. A nagy terhelhetőségű túlfeszültséglevezetők tervezett felhasználási területein sokféle igénybevétel várható. Ezeket igyekeztünk a laborvizsgálataink során megközelíteni.

Az áramimpulzus növekedési sebességének függvényében felvettük az  $u_m = f[di/dt]$  jelleggörbét.

$t = 0,5 \mu\text{s}$ ;  $t = 5 \mu\text{s}$  és  $t = 50 \mu\text{s}$  értéknél 100 A-es amplitúdójú árammal mértünk, ami rendre 200 A/ $\mu\text{s}$ , 20 A/ $\mu\text{s}$ , 2 A/ $\mu\text{s}$  növekedési sebességnek felelt meg (4. ábra).

A maradékfeszültség enyhén emelkedik az áramimpulzus növekedési sebességének gyorsulásával. Az áramimpulzus időtartamának függvényében mért maradékfeszültség értékeit az 5. ábra mutatja.

A 700 A-es áramamplitúdóval 0,5, 5, 50  $\mu\text{s}$  értéknél mért maradékfeszültség-értékeket a 6. ábrán láthatjuk. Az áramnövekedési sebesség 1400 A/ $\mu\text{s}$ , 140 A/ $\mu\text{s}$ , 14 A/ $\mu\text{s}$  értékű volt.

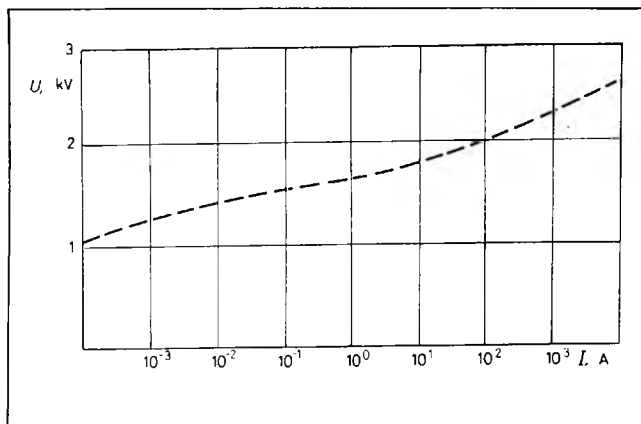
4. Az impulzusszilárdság-vizsgálatokat 0,5 ms, 1 ms, 5 ms, 10 ms hosszúságú, négyszög alakú impulzussal végeztük, rendre 10 kA, 5 kA, 0,5 kA csúcsertékű árammal (7. ábra).

Az impulzusszilárdság-vizsgálatok után 220 V effektív értékű feszültséggel terheltük a készülékeket 30 percig, hogy az esetleges szerkezeti változásokat hőmegfűtással kimutassuk. 8/180  $\mu\text{s}$  alakú áramimpulzussal max. 10 kA-t viseltek el a mintadarabok, hőmegfűtés nélkül, 8/20  $\mu\text{s}$  alakú áramimpulzussal pedig max. 30 kA-t.

#### 4. Az eredmények hasznosítása

Nagy terhelhetőségű készüléktípust széles körben igényelnek a felhasználók. Példaként bemutatjuk az 1991-ben kifejlesztett, tirisztorvédelmi célra szolgáló VKI-KV 800 típusú készüléket, amelynek nemlineáris karakterisztikája a 8. ábrán látható. A készülék műgyanta tokozású és hőelvezető elektródákkal van ellátva (9. ábra). Impulzusszilárdsága 1/5000  $\mu\text{s}$  impulzussal 600 A, 1/1000  $\mu\text{s}$  impulzussal 4 kA.

8. ábra. VKI-KV 800 típusú készülék  $U = f(I)$  jelleggörbéje



9. ábra. VKI-KV 800 típusú készülék

#### 5. Befejezés

A nagy terhelhetőségű túlfeszültséglevezetők területén elért eredményeink alapján a kutatást nem tekintjük befejezettnek. Feladatunk még rendkívül sok kérdés tisztázása, amiről a következő VKI Közleményekben fogunk beszámolni.

Kutatásunk ezen első szakaszában, a kis feszültségű túlfeszültségkorlátozókkal foglalkoztunk. E munka során szerzett tapasztalatok alapján kívánjuk a nagyfeszültségű, nagy terhelhetőségű túlfeszültségkorlátozókat kifejleszteni.

Végezetül köszönetet kell mondanunk a Magyar Honvédség Hátországvédelmi Parancsnokságának, hogy munkánk anyagi fedezetét biztosította.

Köszönettel tartozunk Luspay Lajos mérnök alezredes úrnak, Szász Ervin mérnök alezredes úrnak, és Szabó Péter úrnak, hogy értékes együttműködéssel segítettek eredményeink értékelésében és lehetővé tették a speciális, nagy energiatartalmú vizsgálatok elvégzését a Leningrádi Építőmérnöki Katonai Akadémián.

#### Irodalom

- [1] Dr. Bán Gábor: Villamosenergia-rendszerek elektromágneses tranziensei. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- [2] Gyimóthy Kálmáné—Francois Cézárné: 5 kA-es hálózati cink-oxid túlfeszültség-levezetők. VKI Közleményei, 10. kötet 1986.
- [3] Electra-CIGRÉ N°. 128—1990 Guide to production of specially bonded cable systems against sheath overvoltages, Working Group 07. of study Committee 21.
- [4] Gyimóthy Kálmáné: Fém-oxid túlfeszültség-levezető készülékek. Elektrotechnika 1989/12.

# AEG-eupec licenc alapján gyártott teljesítmény-félvezetőelemek

SZTRÓKAY ISTVÁN

## AEG-EUPEC LICENC ALAPJÁN GYÁRTOTT TELJESÍTMÉNY-FÉLVEZETŐELEMELK

SZTRÓKAY ISTVÁN

### ÖSSZEFOGLALÁS

A piaci igények gyors növekedése indokolta a magyarországi teljesítmény-félvezetőelemek gyártásának megszervezését.

Széles körű műszaki és piacfelmérő munka kiértékelése után a Ceglédi Vas-, Elektromos és Műszeripari Szövetkezet a Villamosipari Kutató Intézet és a MERCATOR az AEG Aktiengesellschafttól teljesítmény-félvezetőelemek tokozási licencét és know-how-ját vásárolta meg. A gyártás megindítására ugyanezen cégek mint alapítók Teljesítményelektronikai Társaság (TET) névvel közkereseti társaságot alapítottak. A gyártás 1989 végén, ill. 1990 elején indult.

A gyártás eredeti AEG-eupec pn-átmenetek felhasználásával, háromféle kivitelben (Ø41 és Ø50 mm-es műanyag tárcsa, illetve 20 mm-es powerblock) valósult meg. A műszaki lehetőségek megengedik a 30...800 A-es áram, valamint a 400...2000 V csúcszárófelesztés által határolt tartomány lefedését normál, ill. gyors kivitelben.

A teljesen átvett és betartott AEG technológia lehetővé teszi a gyártásból kikerülő elemek visszaszállítását a licencadónak.

## LEISTUNGS-HALBLEITERELEMENTE AUF GRUND EINER AEG-EUPEC LIZENZ

ISTVÁN SZTRÓKAY

### Zusammenfassung

Die rasche Steigerung des Marktbedarfs motivierte die Organisation der Erzeugung von Leistungs-Halbleiterelementen in Ungarn.

Nach umfassender technischer und Marktforschungsarbeit und ihrer Auswertung wurde durch (Genossenschaft für Eisen-, Elektro- und Geräteindustrie, Cegléd) (Ceglédi Vas-, Elektromos és Műszeripari Szövetkezet) dem Forschungsinstitut der Elektroindustrie (VKI) und der Aussenhandelsfirma MERCATOR eine Kapselungslizenz und ein Know-How für Leistungs-Halbleiterelemente der AEG Aktiengesellschaft angekauft. Zum Anfahren der Fabrikation gründeten die gleichen Unternehmen als Gründer eine GmbH unter der Bezeichnung Gesellschaft für Leistungselektronik (Teljesítményelektronikai Társaság, TET). Die Fabrikation begann am Ende 1989, beziehungsweise Anfang 1990.

Zur Herstellung — unter Anwendung von Original AEG-eupec pn Übergängen — wurden drei verschiedene Ausführungen — Kunststoffscheiben von Ø41 und Ø50 beziehungsweise Power-

Blocks von 20 mm — vorgesehen. Die technischen Möglichkeiten sichern die Deckung des Bereiches zwischen Stromstärke 30...800 A, sowie Spitzen-Sperrspannung 400...2000 V, in normaler und schneller Ausführung.

Die voll übernommene und eingehaltene AEG-Technologie ermöglicht einen Reexport der hergestellten Elemente an den Lizenzgeber.

## POWER SEMICONDUCTOR ELEMENTS MANUFACTURED UNDER AEG-EUPEC LICENSE

ISTVÁN SZTRÓKAY

### Summary

Development of market demand justified the organisation of the production of power semiconductor elements in Hungary.

After an extensive technological and marketing evaluation process Cooperative for Iron-, Electric and Instrument Industry of Cegléd in coordination with the Electrical Research Institute (VKI) and with MERCATOR purchased license and know-how for the armoring of power semiconductor elements from AEG Aktiengesellschaft. For starting the manufacture the abovementioned companies founded a partnership under the name of Company for Power Electronics (TET).

Production was started up at the end of 1989 and the beginning of 1990. Production using AEG-eupec original pn junctions was started in three forms — Ø41 and Ø50 mm plastic disc, resp. 20 mm power block. Technical possibilities allow of 30...800 A current, 400...2000 V peak voltage range operation in normal, and fast form.

The fact that we have completely taken over and adhered to AEG technology has made it possible to realise return delivery of manufactured articles to the licensor.

## ИЗГОТАВЛИВАЕМЫЕ ПО ЛИЦЕНЗИИ AEG-EUPEC МОЩНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

ИШТВАН СТРОКАИ

### Резюме

Большой рост потребностей рынка обосновал организацию производства в Венгрии мощных полупроводниковых элементов.

После широкой технической и рыночной оценки Металло-Электро-Приборопромышленный Кооператив в Цегледе, Исследовательский Институт электротехнической промышленности, и MERCATOR от A/O AEG закупили лицензию и ноу-хау по мощным полупроводниковым элементам. Для запуска производства эти же фирмы как создатели создали товарищество под названием Мощноэлектронное Общество (TET). Производство началось в конце 1989 года — начале 1990 года.

Производство осуществляется с использованием оригинальных AEG-eupec переходов п-н (+—), в трёх исполнениях — пластмассовый диск Ø41 и Ø50 мм, или 20 мм силовой блок. Технические возможности позволяют изготовление приборов области, ограниченной током в 30...800 а, а пиковым запирающим напряжением в 400...2000 в, так и нормальном, так и быстродействующем исполнении.

Полностью перенятая и соблюденная технология AEG даёт возможность обратной поставки выходящих с производства элементов в сторону выдавшего лицензию.

## 1. Összefoglaló

A piaci igények gyors növekedése indokolta a teljesítmény-félvezető elemek magyarországi gyártásának megszervezését.

Széles körű műszaki és piaci felmérőmunka kiértékelése után a Ceglédi Vas-, Elektromos- és Műszeripari Szövetkezet, a Villamosipari Kutató Intézet és a MERCATOR az AEG Aktiengesellschafttól teljesítmény-félvezető elemek tokozási licencét és know-how-ját vásárolta meg. A gyártás megindítására ugyanezen cégek mint alapítók Teljesítményelektronikai Társaság névvel közkereseti társaságot alapítottak.

A gyártás 1989 végén, ill. 1990 elején indult. A gyártás eredeti AEG-eupec p-n átmenetek felhasználásával, háromféle kivitelben (Ø41 és Ø50 mm-es műanyag tárcsa, ill. 20 mm-es powerblock) valósult meg. A műszaki lehetőségek megengedik a 30 A...800 A-es áram, valamint a 400 V...2000 V csúcsárfeszültség által határolt tartomány lefedését normál, ill. gyors kivitelben.

A teljesen átvett és betartott AEG technológia lehetővé teszi a licencadó felé a gyártásból kikerülő elemek visszaszállítását.

## 2. A licencvásárlás előzményei

Az erősáramú elektronikai ipar kulcsiparággá vált, mivel a kapcsolódó iparágakra (energia-, szerszámgép-, járműipar, célgépgyártás, mezőgazdaság stb.) és a nagyteljesítményű szabályozástechnikára nagy hatással van.

Már a 80-as évek elején felvetődött korszerű tokozási technológia megvásárlásának szükségessége a teljesítmény-félvezető eszközök gyártásához. Az együttműködésre tett javaslat, amely a VKI közreműködésével készült, már a német AEG Aktiengesellschaftot jelöli meg licencadóként. Az AEG által ajánlott technológia valósítható meg a legegyszerűbben hazai körülmények között, és egyúttal a tervezett gazdasági, gyártási feltételek is teljesíthetők.

A korszerű teljesítmény-félvezető elemek gyártására társaság szerveződött, a Ceglédi Vas-, Elektromos- és Műszeripari Szövetkezet (CVEM), a Villamosipari Kutató Intézet (VKI), valamint a MERCATOR Kft. részvételével Teljesítményelektronikai Társaság (TET) néven.

A Társaság a licencet az AEG-től a következő indokok alapján vásárolta meg:

- az AEG nyomott kontaktusú gyártástechnológiája a forrasztott kivittel szemben nagyobb váltakozó hőigénybevételt tesz lehetővé.
- az AEG a gyártósor termékeit részben visszavásárolja, hozzájárul a termékek exportjához, lehetővé

teszi a hűtőszervelévények, valamint a szerelt egységek exportját, külön legyártott alkatrészeket visszavásárol, ennek végeredménye az előnyös gazdasági mérleg.

A kb. 120 MFt-os beruházáshoz a Társaság alapítói — saját eszközeik igénybevételével — állami alapjuttatást pályáztak meg és nyertek el az Elektronikai Alkatrészek és Részegységek Központi Gazdaságfejlesztési Programja keretében. A Társaság alapítói a műszaki fejlesztési munkához, a licenc megvásárlásához központi MŰFA támogatást is kaptak, mivel a Társaság tervbe vett gyártási tevékenysége az OKKFT G—5 célprogram több pontjához is kapcsolódik.

A gyártás próbaüzeme a CVEM Cegléden felépült ipartelepén 1989. III. negyedévében megindult.

Az AEG a következő teljesítmény-félvezető elemek gyártására kötött szerződést:

- műanyag tokozású tárcsakivitelű diódák és tirisztorok Ø41 mm és Ø50 mm méretben,
- nyomott kontaktusú teljesítmény-félvezető modulok (powerblockok), amelyek két átmenetet tartalmaznak homogén vagy kevert kapcsolásban, 20 mm tok szélességben.

A tokozási típusok kialakításában a szerszámozás egyszerűsítése, ill. egyszerűsítése és az integrálási fok emelése valósul meg.

Az átfedett teljesítménytartomány 100 V...1800 V csúcsárfeszültség között

az áramtartomány powerblockra: 32...92 A,  
tárcsákra: 120...800 A.

A szerződés értelmében az időközben továbbfejlesztett csiptípusokat az AEG külön megállapodás nélkül szállítja. Jelenleg az AEG csipeket előválogatott statikus és dinamikus jellemzők szerint szállítja.

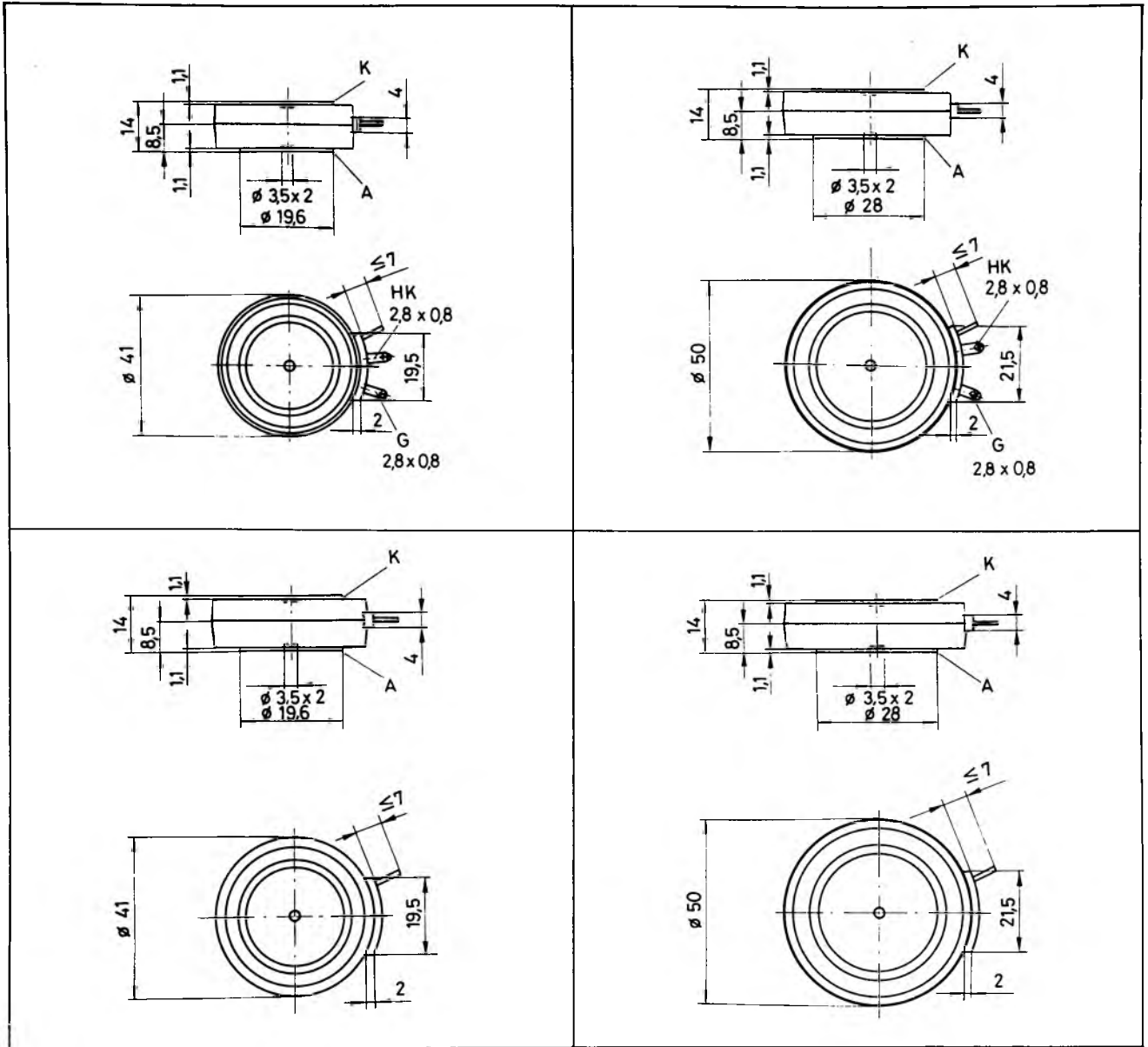
A tirisztor-tárcsaelemek készülhetnek normál kivitelben

N jelöléssel, hálózati kommutációs áramirányítókhoz, F jelöléssel, kényszerkommutációs áramirányítókhoz,

### 1. táblázat

Teljesítmény-félvezető eszközök gyártásának típusválasztéka a TET gyártmányösszetételében

Tárcsaelemek				Powerblokkok	
Diódák		Tirisztorok		hálózati	gyors
hálózati	gyors	hálózati	gyors		
D 428N	D 178S	T 178N	T 128F	TT 32N	DD 61S
D 448N	D 188S	T 198N	T 158S	TT 45N	DD 62S
D 668N	D 238S	T 218N	T 178F	TD 45N	DD 81S
D 758N	D 348S	T 298N	T 188F	DT 45N	DD 82S
D 798N	D 358S	T 308N	T 308F	TT 60N	TT 35F
	D 368S	T 348N	T 318F	TD 60N	TD 35F
	D 648S	T 358N	T 388S	DT 60N	DT 35F
	D 658S	T 388N	T 408F	DD 65N	TT 45F
		T 398N	T 698F	TT 75N	TD 45F
		T 508N		TD 75N	DT 45F
		T 588N		DT 75N	
		T 828N		DD 85N	
				TT 95N	
				TD 95N	
				DT 95N	
				DD 95N	
				DD 115N	



1. ábra. Ø41 és Ø50 mm-es tárcsaelemek körvonalrajza

*S* jelöléssel, külön vezérlőkontaktussal kényszerkommutációs áramirányítókhöz, ill. áramkörökhöz.

A dióda-tárcsaelemeket *N* jelöléssel normál, *S* jelöléssel gyors változatban gyártják.

A típusokról az 1. táblázat nyújt áttekintést.

A powerblockok lehetnek teljesen vezéreltek *TT* jelöléssel, egy tirisztorral és egy diódával; nem vezéreltek *DD* jelöléssel, két diódával. A gyors elemek jelölése *S* vagy *F*.

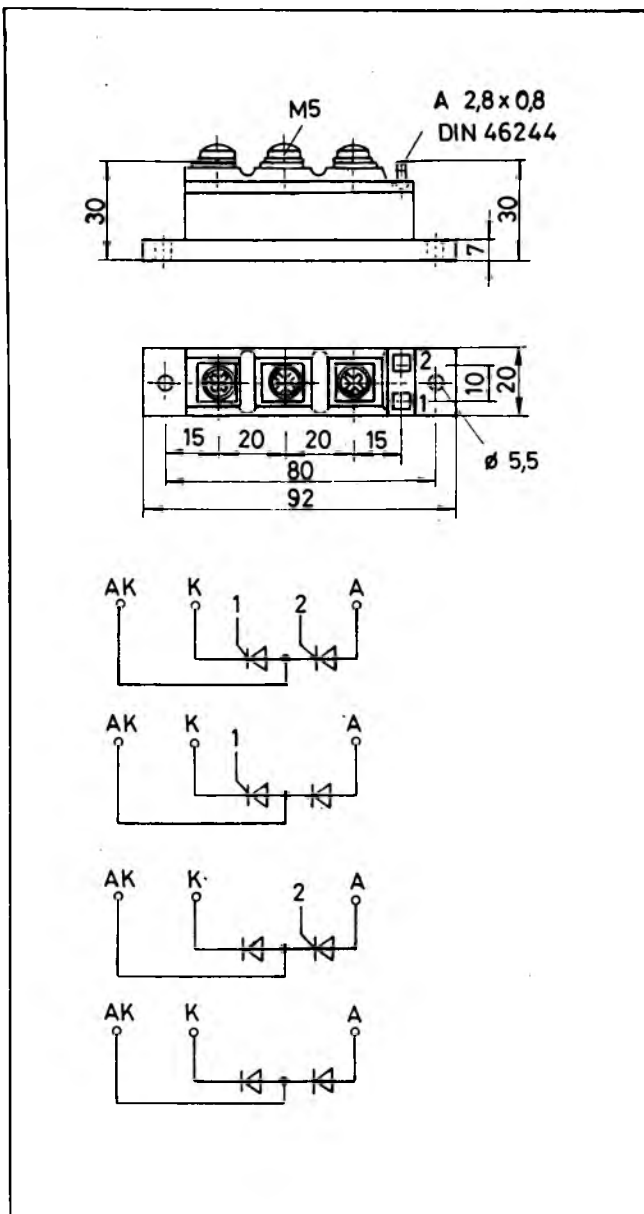
Az 1. ábrán látható az Ø41 és Ø50 mm-es tárcsaelemek körvonalrajza. A diódák és tirisztorok körvonalmérete megegyezik, csak a diódáknál természetesen elmarad a vezérlőelektróda és a segédkatód kivezetése. A 2. ábrán a 20 mm-es powerblockok körvonalrajza és kapcsolási variációi látszanak.

### 3. A gyártás jellemzői a TET szervezetén belül

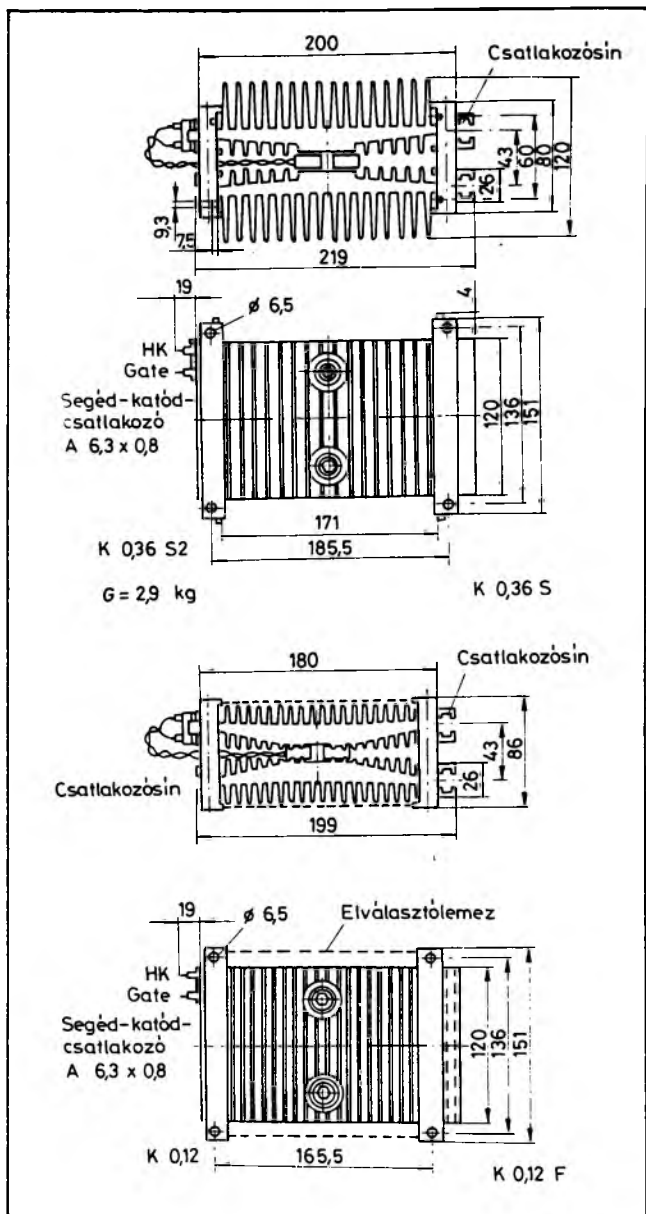
Az AEG a 80-as évektől tért át a csipek kerámiatokozásáról a műanyag tokozású kivitelre. Az ekkor kialakított vizsgálati program megvalósításával bizonyították a két tokozási mód egyenértékűségét.

A licencátvétel és ezzel a teljesítmény-félvezető elemek tokozása két lépcsőben valósul meg. Az első lépcsőben az AEG-től szállított csipek és háztartozékok összeszerelése folyik, a második lépcsőben a továbbra is az AEG-től vásárolt csipeket a hazailag előállított alkatrészekbe szereljük be. Ezen második lépcső megvalósításának előkészülete jelenleg folyik.

A gyártás a tárcsaelemek tokozásával indult. Az első lépcsőben a csipeket körülvevő, már a felületkezelt kivezetéseket és a gáz bevezetésére alkalmas homokolt csövet is tartalmazó, műanyagból készült belső házat, valamint az oxigénmentes rézből készült alsó és felső nyomótárcsát kell a műanyag présrel a megfelelően előmelegített prés-



2. ábra. 20 mm-es powerblock körvonalrajza



3. ábra. K0,12F és K0,36S szerelt hűtőborda

szerszámban összesajtolni a tárcsák felső és alsó műanyag fedelével. Ezután kerülnek az elemek egy speciális tiszta fülkébe, az ún. kontronboxba, ahol a belső házban levő csövön keresztül nitrogéngázzal feltöltik. A csövet argon ívhegesztővel lezárják és a gyártásba iktatott tömörségvizsgálatnak vetik alá. Csak a vizes tömörségvizsgálatnál kifogástalannak bizonyult tokozott elemek kerülnek mérésre.

A gyártásra kerülő powerblockok felépítése a következő:

Egy vetemedésmentes rézbázisra alumínium-oxid szigetelő közbeiktatásával a csipeket egy rugós híd nyomja rá a rézből készült kivezetésekkel együtt. Hőkezelés után az egész egységet kiöntjük. A csipek célszerű kiválasztásával valósítható meg a kívánt konfiguráció.

#### Minőségvizsgálat, mérés, ellenőrzés

A technológiai időnek kb. 35%-át a minőség-ellenőrzés és a paraméterek mérése teszi ki.

A minőség-ellenőrzést és vizsgálatokat három vonatkozásban kell végezni:

- beszállított alkatrészek minőségvizsgálata,
- gyártásközi minőségvizsgálat,
- környezetállósági vizsgálatok (típusmérések).

#### Beszállított alkatrészek minőségvizsgálata

Az ellenőrzés kiter a alkatrészek anyagának és méretének ellenőrzésére többnyire szűrőpróbaszerű vizsgálattal.

*Gyártásközi minőségvizsgálat és mérések a kész tokozott elemen*

Minőségvizsgálatot a gyártásban igen sok helyütt kell végezni. Az éppen befejezett technológiai folyamat jóságát szemrevételezéssel vagy speciális módon kell ellenőrizni.

A fontosabb vizsgálatokat a teljesítmény-félvezető eszközök vizsgálati tervében tüntetjük fel, különválasztva a minden darabon elvégzendő vizsgálatokat a szűrőpróbaszerű mintavételezéstől.

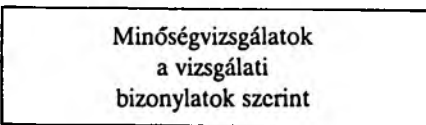
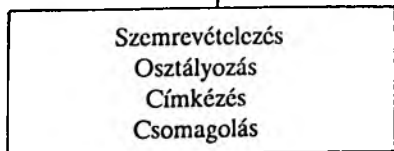
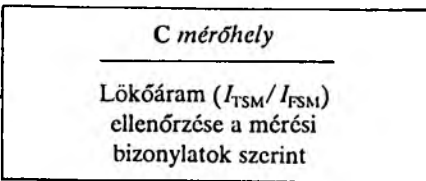
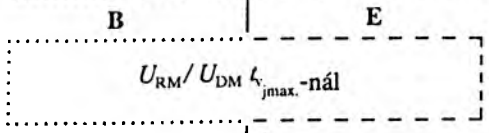
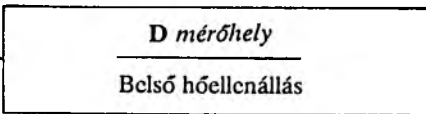
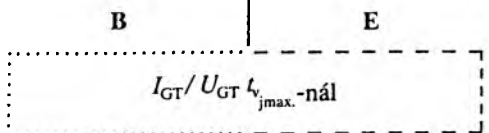
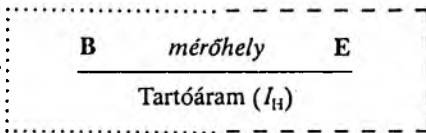
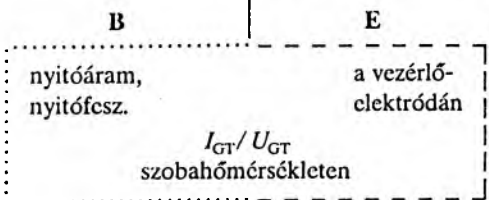
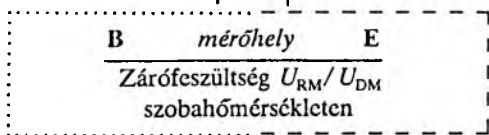
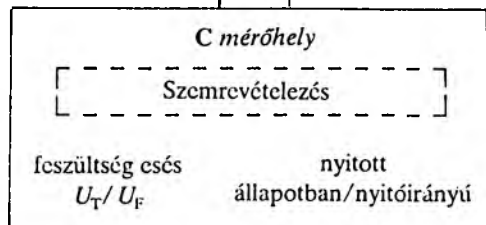
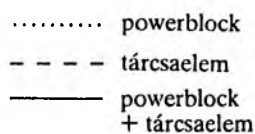
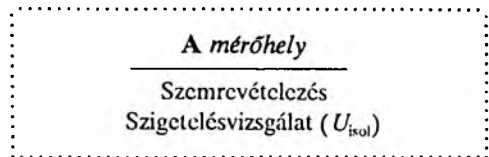
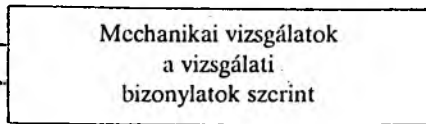
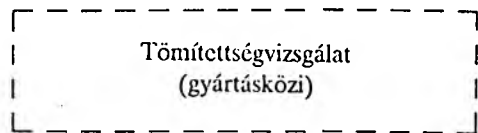
A tárcsaelemek és powerblockok vizsgálati tervét a 2.



2. táblázat  
Tárcsaelemek és powerblockok vizsgálati terve

100%

Mintavételezés



táblázat együtt tartalmazza. A pontozott vonallal jelölt vizsgálat csak powerblockok, a szaggatott vonallal jelölt csak tárcsaelemek esetében végzendő el. A folytonos vonallal rajzolt keretbe kerültek mind a powerblockokra, mind a tárcsaelemekre előírt vizsgálatok. A felerészben pontozott vonallal, felerészben szaggatott vonallal jelölt keretekbe foglalt méréseket mindkét elemfajtánál el kell végezni, csak külön mérőhelyen.

A villamos jellemzők vizsgálatára szolgáló berendezéseket az AEG szállította. Ezeket a mérőhelyeket nyomtatott nagybetűvel jelöljük, a mérendő paraméterek megnevezésével együtt.

A teljesítményfélvezető elemek mindegyikének meg kell mérni villamos nyitó- és záróparamétereit, ill. stabilitásukat nagy hőmérsékleten.

A DIN IEC 747 szabvány előírásai szerint elvégzett mérések eredményei vizsgálati bizonylatban foglalandók össze.

#### *Környezetállósági vizsgálatok (típusmérések)*

A teljesítmény-félvezető elemek jellemzői a felhasználásuk, beépítésük helyén a környezeti hatásoktól nem függetlenek.

Ellenálló képességük vizsgálatára készült a DIN IEC 68 szerinti (magyar megfelelője MSZ 8888) vizsgálatosorozati előírás. Ennek alapján kell az elemek hőlkésállóságát, tartós nedves és száraz melegállóságát ellenőrizni. Ezek hosszan tartó vizsgálatok és azt a célt szolgálják, hogy a fo-

kozott környezeti igénybevétel után a villamos paraméterek ismételt megméréseivel képet kapjunk környezetállóságukról. A vizsgálati bizonylatnak e mérések eredményeit is tartalmaznia kell.

#### *Az elemek üzemeltetése során használható hűtők*

A felhasználó a teljesítmény-félvezető elemeket rendszerint hűtőre szerelve kívánja beépíteni. A felhasználó igényeinek minél jobb kielégítésére, valamint az értékesíthetőség növelésére a TET komplett hűtőegységeket forgalmaz. Célszerű, hogy akár a belföldi, akár a külföldi piacra komplett szerelt egységek kerüljenek.

Gyártjuk mindazokat a K 0,12 F, ill. K 0,36 S jelű, powerblockok esetében a KP típusjelű hűtőket, amelyeket a licencadó AEG is használ. A 3. ábrán két jellemző hűtőborda körvonalrajza látható.

#### **Irodalom**

- [1] Zárójelentés az „Erősáramú áramköri, technológiai és készülékutatók” tárgyú kutatási-fejlesztési szerződés „Erősáramú félvezetőelem- és alkatrészmodulok fejlesztése” című, 2.3 sz. témájáról. VKI. 1985. december
- [2] Kooperációs javaslat a teljesítmény-félvezető elemek hazai gyártására. CVEM, 1985. május
- [3] AEG Aktiengesellschaft és eupec katalógusai.
- [4] *Sztróky István*: Az Intézet szerepe a hazai erősáramú félvezető iparban. Előadás a VKI jubileumi ülésén 1989.

## Tartalom

<i>Csipka Tamás—Dr. Nagy László: A Villamosipari Kutató Intézet (VKI) átszervezése. Gazdasági társaságok</i>	3
<i>Weiner György—Gyarmathy Sándor—Nagy Attila: Nagy intelligenciájú, mikroprocesszoros vezérlésű, egyenáramú hajtások</i>	7
<i>Nemeskéry Géza—Verebélyi György: Meleghengermű blokkosori főhajtásának tirisztoros áramirányítója</i>	15
<i>Bogosi György—Nagy Attila—Nagy Péter—Nemeskéry Géza—Verebélyi György: Huzalgyártó gépsorok villamos berendezései</i>	23
<i>Krémer Péter—Mosonyi Károly—Szlovik Gusztáv: Kapcsolóüzemű egyenirányítók híradástechnikai berendezések táplálására</i>	31
<i>Buzás Péter—Pilinyi András—Sarkadi Ferenc: Egyenáramú áramellátó rendszer korszerű felügyeleti egysége</i>	39
<i>Bóday Ottó—Györy Tibor—Pócsy Ferenc: Új plazmatechnológiai berendezés a környezetvédelem szolgálatában</i>	45
<i>Tanos Ervin: A lézertechnika újabb alkalmazási területei: diódalézerek</i>	49
<i>Gyimóthy Kálmán—Cséfalvai Miklós—François Cézárné: Nagy terhelhetőségű túlfeszültséglevezető</i>	55
<i>Sztróka István: AEG-eupec licenc alapján gyártott teljesítmény-félvezetőelemek</i>	59

## Inhalt

<i>Tamás Csipka—Dr. László Nagy: Reorganisierung von Forschungsinstitut der Elektroindustrie (VKI). Wirtschaftsgesellschaften</i>	3
<i>György Weiner—Sándor Gyarmathy—Attila Nagy: Gleichstromantriebe mit Mikroprozessorsteuerung und hohem Intelligenzgrad</i>	7
<i>Géza Nemeskéry—György Verebélyi: Thyristorstromrichter für den Hauptantrieb der Blockwalzstrasse eines Warmwalzwerkes</i>	15
<i>György Bogosi—Attila Nagy—Péter Nagy—Géza Nemeskéry—György Verebélyi: Elektrische Anlagen von Maschinenstrassen für Drahtherstellung</i>	23
<i>Péter Krémer—Károly Mosonyi—Gusztáv Szlovik: Gleichrichter mit Schaltbetrieb zur Speisung von fernmeldetechnischen Anlagen</i>	31
<i>Péter Buzás—András Pilinyi—Ferenc Sarkadi: Moderne Aufsichtseinheit für Gleichstromversorgungssysteme</i>	39
<i>Otto Bóday—Tibor Györy—Ferenc Pócsy: Neue plasmatechnologische Anlage im Dienste des Umweltschutzes</i>	45
<i>Ervin Tanos: Neuere Anwendungsbereiche der Lasertechnik: Diodenlaser</i>	49
<i>Ida Gyimóthy—Miklós Cséfalvai—Judith François: Überspannungsableiter mit hoher Belastbarkeit</i>	55
<i>István Sztróka: Leistungs-Halbleiterelemente auf Grund einer AEG-eupec Lizenz</i>	59

## Contents

<i>Tamás Csipka—Dr. László Nagy: Reorganisation of Research Institute of the Electrical Industry (VKI). Economical associations</i>	3
<i>György Weiner—Sándor Gyarmathy—Attila Nagy: DC drives controlled by high intelligence microprocessors</i>	7
<i>Géza Nemeskéry—György Verebélyi: Thyristorconverter for the main drive of hot rolling mill</i>	15
<i>György Bogosi—Attila Nagy—Péter Nagy—Géza Nemeskéry—György Verebélyi: Electrical equipment of wire drawing machine lines</i>	23
<i>Péter Krémer—Károly Mosonyi—Gusztáv Szlovik: Switched-mode Rectifiers for Telecommunications Applications</i>	31
<i>Péter Buzás—András Pilinyi—Ferenc Sarkadi: Modern control unit of DC feed system</i>	39
<i>Otto Bóday—Tibor Györy—Ferenc Pócsy: New plasmatechnological equipment for environmental applications</i>	45
<i>Ervin Tanos: A new application field of laser technology: diode lasers</i>	49
<i>Ida Gyimóthy—Miklós Cséfalvai—Judith François: Large capacity lightning arresters</i>	55
<i>István Sztróka: Power semiconductor elements manufactured under AEG-eupec license</i>	59

## Содержание

<i>Тамаш Чипка—д-р. Ласло ЯНадь: Переорганизация Института Электротехнической Промышленности (VKI). Экономические общества</i>	3
<i>Дьёрдь Вейнер—Шандор Двармати—Аттила Надь: Высокоинтеллектуальные приводы постоянного тока с микропроцессорным управлением</i>	7
<i>Геза Немешкери—Дьёрдь Верebelъи: Тиристорный преобразователь для главного привода стана горячей прокатки</i>	15
<i>Дьёрдь Богоши—Аттила Надь—Петер Надь—Геза Немешкери—Дьёрдь Верebelъи: Электрооборудование линии по производству провода</i>	23
<i>Петер Кремер—Карой Мошоньи—Густав Словик: Коммутационные выпрямители для питания оборудования техники связи</i>	31
<i>Петер Бузаш—Андраш Пилиньи—Ференц Шаркади: Современный узел контролирования системы питания постоянного тока</i>	39
<i>Отто Бодаи—Тибор Дьёри—Ференц Почи: Новое плазматехнологическое оборудование на свете защиты окружающей среды</i>	45
<i>Ервин Танош: Новая область применения лазерной техники: лазерный диод</i>	49
<i>Ида Дьимоти—Миклош Чефалваи—Юдит Франсуа: Разрядник перенапряжения большой нагрузки</i>	55
<i>Иштван Строкаи: Изготавливаемые по лицензии AEG-eupec мощные полупроводниковые элементы</i>	59

