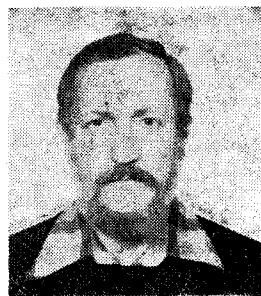


Természeti energiák felhasználása rádiórelé berendezések tápellátásában

II. rész

DROMMER GYULA—DR. SOMOGYI ANDRÁS
ORION



ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünk első részében áttekintettük a természeti energiákat hasznosító autonóm tápellátási lehetőségeket, melyek rádiórelé állomások üzemeltetésére alkalmasak. Ugyancsak áttekintettük a rendszerválasztást alapvetően befolyásoló megfontolásokat. A cikk második részében sorra vesszük a konkrét realizációkat, valamint bemutatjuk egy komplex, többutas autonóm tápáramellátó rendszer kialakítását és működési elveit.

Bevezetés

Rádiórelé berendezések autonóm energiaellátása a megújuló energiák közül a szelet hasznosító, villamos energiát termelő szélmotorokkal és a napsugárzást hasznosító ugyancsak villamos energiát előállító napelemekkel oldható meg. E két primer energiát szolgáltató rendszer bármelyike alkalmazható önállóan, vagy együtt. Mivel a természeti energiák e két fajtája nem nyújt folyamatos energiát, termelést, minden esetben szükség van egy akkumulátor telepre is. Kiegészítésként még vagylagosan valamilyen robbanó motor, vagy egyéb belső égésű áramfejlesztő rendszer is szóba jöhet. Hogy milyen megoldást alkalmazunk — nap, szél vagy mindkettő — mindenkor gondos mérlegelés kérdése. A rendszer kialakítását és a megfelelő döntést befolyásoló tényezők a következők:

- a folyamatosan biztosítandó energia nagysága
- az adott telepítési hely meteorológiai viszonyai
- az egyes energiatermelő és tároló egységek valamint a vezérlő automatika ára.
- az üzemeltetni kívánt berendezéssel szemben támasztott igények a működés folyamatosságát illetően.

A fentiek után ismertetjük folyamatos energiát — áramellátást — biztosító rendszerek megvalósítási lehetőségeit.

Tápáramforrás változatok

Igen egyszerű elrendezésű autonóm tápáramforrást mutat az 1. ábra. A rendszer napelemből, vezérlő automatikából és energiátárolóból áll. A fogyasztó nem része a tápáramforrásnak, de a teljesség kedvéért ezt is jelöljük. A napelem által termelt energia a vezérlőautomatikán keresztül részint a fogyasztóba, részint az akkumulátorba kerül.

A vezérlőautomatika feladata, hogy túltöltés és mélykisütés ellen védje az akkumulátort. Ha a

DROMMER GYULA

1957-ben szerzett diplomát a BME Villamosmérnöki Kar Erőáramú Szakon. Első munkahelye a BHG volt, ahol tápegységek, tápáramforrások, automatikus dieselüzemű motor-generátorok fejlesztésével foglalkozott.

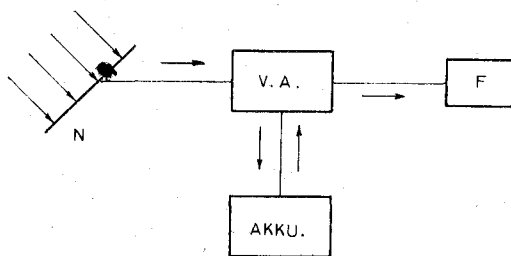
DR. SOMOGYI ANDRÁS

Villamosmérnöki oklevélét 1958-ban kapta meg a BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakon. 1966-ban végezte el a Félvezető Szakmérnöki Tagozatot, 1967-ben védte meg egyetemi doktori disszertációját tranzistorok nagyfrekvenciás viselkedése témában. 1958 óta dolgozik az ORION-ban, előbb TV fejlesztőként, majd mikrohullámú rádiórelé berendezések fejlesztésével kezdett foglalkozni. 1975-

Magyarországon elsőként alkalmazott tirisztorokat egyen- és váltóáramú szabályozott tápellátó rendszerekben. Számos szabadalom tulajdonosa. 1965 óta a tápellátás témájával az ORION-ban foglalkozik, a tápáramforrás fejlesztési osztály vezetője.



től 1987-ig a mikrohullámú fejlesztési főosztály vezetője, 1988-tól a professzionális profil főmérnöke. Tagja a HT szerkesztőbizottságának.



H 326-1

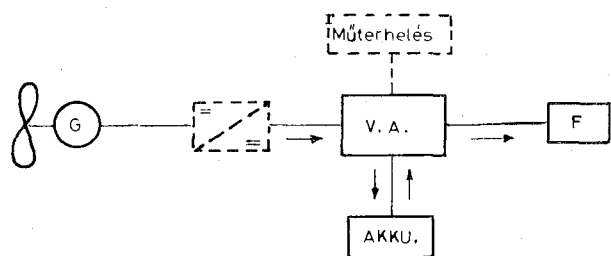
1. ábra. Napelemes tápáramforrás vázlata

naptelep által szolgáltatott energia olymértékben feltöltötte az akkumulátort, hogy az elérte a megengedhető maximális feszültséget, az automatika megszakítja a töltést. Miután a fogyasztás következtében csökken az akkumulátor feszültsége, egy adott szint után a töltés ismét bekapcsolódik. Hosszantartó töltéshiány eredményeképpen az

Beérkezett: 1987. IV. 17. (*)

akkumulátor kimerülhet. Hogy a megengedettnél mélyebb kisütés ne károsítsa az akkumulátort, egy feszültség szintfigyelő a fogyasztót lekapcsolja. A vezérlőautomatikával szemben támasztható bizonyos esetekben olyan igény, hogy a rendszer leállása előtt jelzést adjon. Ez például beköthető egy rádiórelé berendezés távellenőrzési-riasztási rendszerébe. A 2. ábrán az előbbihez hasonló elrendezést láthatunk, itt az energiát szélmotorral meghajtott forgó villamosgép szolgáltatja. A rendszer működése mindenben azonos az 1. ábra szerinti működéssel. Túltöltés esetén itt nem elég csupán megszakítani a töltést, mivel ez a szélmotor megfutasát eredményezheti.

Ebben a rendszerben egy műterhelésre is szükség lehet, a szélmotor rendszerétől függően. A szaggatottan jelzett egyen-egyén átalakítóra akkor van szükség, ha a villamosgép nem szabályozott feszültséget szolgáltat.



2. ábra. Szélgenerátoros tápáramforrás vázlata

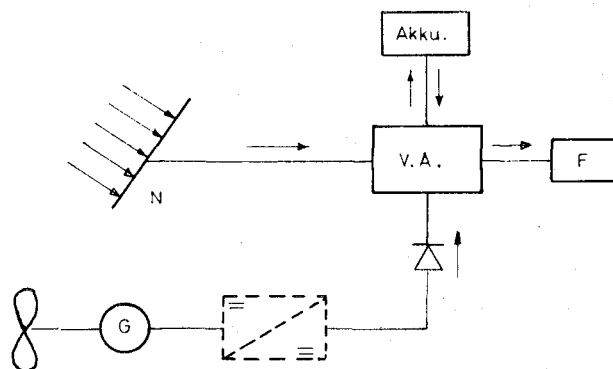
Ha a meteorológiai viszonyok lehetővé teszik, egy autonóm tápáramforrás előnyösen építhető fel nap-szél kombinációban. E megoldás előnye, hogy a rendszer egyik legigényesebb elemével, — az akkumulátor teleppel — takarékoskodni lehet. Adott fogyasztási igény kisebb akkumulátor kapacitással kielégíthető, de még a nappanel nagysága is mérsékelhető, ami jelentős árcsökkenést eredményez.

Bizonyos klímaterületeken a naptelepes tápáramforrás gondos méretezés esetén a tavaszi és őszi felhősebb időben is elláthat egy adott fogyasztót. Ez azonban igen nagy, — bizonyos esetekben irreálisan nagy — akkumulátor kapacitásigényhez vezet. Szerencsére ezen területeken általában a napfényszegény időben hasznosítható szélenergia áll rendelkezésre. Ilyen helyeken célszerű a nap-szélgenerátoros kombinált rendszerek alkalmazása, melynek vázlata a 3. ábrán látható.

A rendszer vezérlőautomatikája két energia-termelőt fogad. Külön mérlegelés tárgya, hogy az egyidőben előállított energia milyen módon juttatható az akkumulátorba.

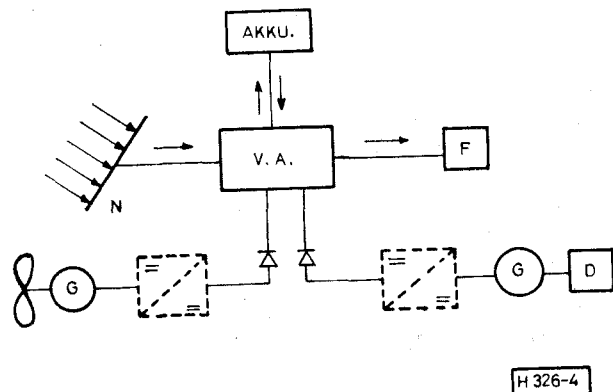
Könnyen belátható, hogy energiatermelésre alkalmas szél és ugyancsak energiatermelésre alkalmas napsugárzás egyidőben is felléphet. Az áramforrások között támasztott követelmény, hogy minden megtermelt energiát hasznosítson. Nap-elem és szélgenerátor nem üzemeltethető minden

intézkedés nélkül párhuzamosan. Ezt a feladatot a vezérlőautomatika oldja meg. Ha a 3. ábra szerinti elrendezést a nagyobb energiaellátási biztonság miatt még egy automatikus indítású diesel-motorral meghajtott generátoros egységgel is kiegészítjük, igen nagy megbízhatóságú autonóm tápberendezés rendszert építhetünk, mely a 4. ábrán látható.



3. ábra. Napelemes — szélgenerátoros kombinált tápáramforrás

A rendszer egyszerűsíthető, ha a szélmotor és a dieselgenerátor egy átalakítóra dolgozik. Az akkumulátortelep töltése és a fogyasztó ellátása elsődlegesen a természeti energiát felhasználó napelem és szélmotor feladata. A diesel csak akkor indul és szolgáltat energiát, ha az akkumulátor telep



4. ábra. Diesel generátorral kiegészített kombinált tápáramforrás

feszültsége a hosszantartó kisütés eredményeképpen a kisüthetőség határát eléri. Célszerű a gépcsoport teljesítményét úgy megválasztani, hogy képes legyen akkora teljesítmény leadására, amennyi az akkumulátorra megengedhető maximális töltőáram. Ez jelenti a legrövidebb diesel üzemet. Egy autonóm tápáramforrás akkumulátortelepének kapacitásából adódó $I_t = C/10$ (A) töltőáram általában a napelem ill. a szélmotor által szolgálta-

tott maximális áramnak többszöröse. (Caz akkumulátor amperóra kapacitása (Aó). Ebből adódik, hogy dieselüzem esetén a természeti energiákból származó töltőáram szinte elhanyagolható, tehát az egyen-égyen átalakító bemenetét a szélmotorról lekapcsolhatjuk és a dieselre kötve üzemeltethetjük. Az átalakító típusjelzését a fentiek szerint kell meghatározni.

Ajánlott tápáramforrás rendszer

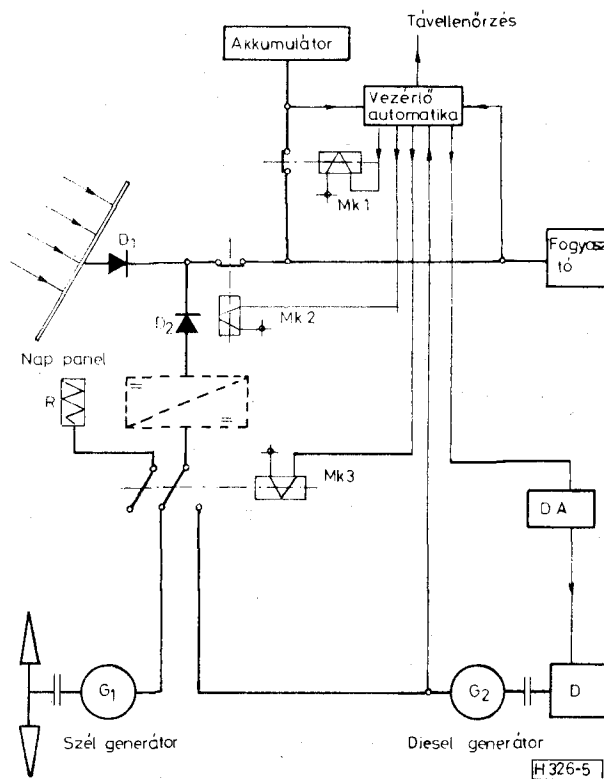
Rádiórelé berendezéseink jelenlegi és perspektivikus alkalmazási területeinek felmérése és elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy mindhárom autonóm tápáramforrás típusra szükségünk lehet. Ezért a 4. ábra szerinti tápáramforrás rendszert tartjuk alkalmasnak a várható igények kielégítésére. A tápáramforrás rendszer maximális kiépítésben három irányból képes energiafelvételt. A nap és szélergiából származó villamos energiát egy diesel gépcsoportból származó villamos energiával is pótolhatjuk. Célszerűnek látszik a berendezést úgy kialakítani, hogy az bármilyen energiatermelőt egyedül is (a diesel kivételével), valamint bármely kettőt vagy mindhármat fogadni tudja. Az önálló dieselüzemnek a rendszerben nincs jelentősége, a tápáramforrás automatika rendszere azonban alkalmas egy ilyen gép által termelt energia fogadására és indító, ill. leállító parancs átadására a diesel automatika felé. Tegyük részletesebb elemzés tárgyává az egyes energia termelő egységeket abból a szempontból, hogy a rendelkezésre álló energiát, mely a napteleből, szélgéppel meghajtott generátorból és diesel-generátorból rendelkezésünkre áll — esetleg egyidőben is — hogyan hasznosítjuk.

Cél, hogy a tápberendezés minden energiatermelő egysége által szolgáltatott energiát jó hatásokkal tároljuk. A naptelep egyes elemeinek soros és párhuzamos kapcsolásával elérhető, hogy egy adott akkumulátor telephez illeszkedjék. A naptelep áramgenerátor jellegű karakterisztikának megfelelően tölti az akkumulátor telepet, egy visszaáramdiódán — D_1 — keresztül, miközben a fogyasztót is ellátja. Túltöltés és esetleges mélykisütés ellen egy-egy — az akkumulátor feszültségét figyelő áramkörrel működtetett — mágneskapcsoló védi meg a telepet, (MK_2 , MK_1) (5. ábra).

Szélmotor által meghajtott villamosgép esetén két lehetséges megoldás kínálkozik. Ha a generátort ellátták automatikus feszültség szabályozóval, és egyenfeszültséget ad le, minden további beavatkozás nélkül a naptelep bemeneti pontjainak helyére kapcsolható. Más a megoldás, ha a leadott feszültség szabályozatlan, vagy váltakozó feszültség. Ebben az esetben vagy egyen-égyen átalakítót, vagy egyenirányítót és valamilyen szabályozó rendszert kell kialakítani. Abban az esetben, ha két energiaelőállító rendszert kívánunk párhuzamosan üzemeltetni, biztosítani kell — ahogy már fentebb említésre került — minden megtermelt energia felhasználását.

A nap- és szélrendszer üzeme esetében előállhat — és ez tekinthető tipikus esetnek — hogy egyik, vagy másik termel több energiát. A nap-

elem feszültsége követi az akkumulátor feszültségének változását és az adott megvilágítással — és természetesen a naptelep méreteivel — arányos árammal tölti az akkumulátort. Ha a szélmotor-generátor olyan feszültség szabályozóval van ellátva, mely az akkumulátor maximális feltöltését teszi lehetővé, a generátor kapcsai egy diódán keresztül rákapcsolhatók az akkumulátorra. A párhuzamos töltés mindaddig fennáll, míg mindkét elem képes feszültséget szolgáltatni. Ha a szélmotor generátorának feszültsége nem illeszkedik az akkumulátorhoz, egyen-égyen átalakítón keresztül kell illeszteni. Itt kell megjegyezni, hogy ez a rendszer hatásfokának csökkentésével jár. Ezért kell olyan szélgenerátort választani, mely közvetlen csatlakoztatásra alkalmas. A tápáramforrás-rendszer kiegészíthető robbanó motorral is. Egy teljes kiépítést mutat az 5. ábra.



5. ábra. Nagymegbízhatóságú kombinált tápáramforrás a vezérlés feltüntetésével

A tápáramforrás működése

A rendszer működését a három irányból jövő villamos energia fogadására alkalmas kiépítésű elrendezéssel ismertetjük, mivel ebből bármelyik egyszerűbb kiépítés könnyen követhető. A nap-elem feszültsége a D_1 diódán és az MK_2 mágneskapcsoló bontó érintkezőjén keresztül — a mágneskapcsoló parancsra meghúzó és megszakítja a kört — megjelenik a vezérlő automatika feszültség figyelő áramkörén, valamint a fogyasztó kapcsain.

Ha az akkumulátor feszültsége egy adott szint alatt van, meghúzó az MK_1 mágneskapcsoló és a napelem a fogyasztó ellátása mellett tölti az akkumulátort. Ha a szélgenerátor is megindul és

feszültséget szolgáltat, az MK_3 mágneskapcsolón — átkapcsoló — valamint a D_2 diódán keresztül párhuzamosan tölti az akkumulátort, ill. táplálja a fogyasztót.

(A naptelep és G_1 generátor feszültségének megjelenési sorrendje felcserélhető, példánkban csak az egyik lehetőséget választottuk.) Ha az akkumulátor feszültsége egy adott szintet eléri — hogy túl ne töltődjék — meghúzza az MK_2 mágneskapcsoló és a fogyasztót, valamint az akkumulátort leválasztjuk a napelemtől és a szélmotorról. A napelem feszültsége az üresjáratú értékre szökik fel. A szélmotor — ha a megszakadás ellen nincs más védelem — a MK_3 meghúzásával az R terhelő ellenállásra kapcsolódik. A terhelés következtében az akkumulátor feszültsége egy adott mértékig csökken, majd MK_2 elengedése után az akkumulátor ismét töltődik, és nőni kezd a feszültsége. A folyamat ezek után ismétlődik. Ha sem a szélmotor, sem a naptelep nem szolgáltat feszültséget, a fogyasztót az akkumulátor táplálja. Amikor az akkumulátor feszültsége eléri egy adott kisütési szintet, a vezérlő automatika indító parancsot ad a diesel generátor DA automatikájára, a gépcsoport megindul, majd G_2 generátora feszültséget szolgáltat. A generátor feszültségét érzékeli a vezérlő automatika és meghúzási parancsot ad az MK_3 mágneskapcsolónak, minek hatására a D_2 diódán, MK_2 , MK_1 mágneskapcsolón keresztül megindul az akkumulátor telep töltése és vele párhuzamosan a fogyasztó táplálása is.

Az MK_3 meghúzásával egyidőben a szélmotorra kapcsolódik az R terhelő ellenállás is. Bár a szélmotor most energiát nem termel — hisz akkor az táplálta volna a fogyasztót és nem merült volna ki a telep — de esetleg a szél megindulása túlpörgetné a rendszert. Mivel a diesel gépcsoportot úgy választottuk ki, hogy generátora képes legyen $I_i = C/10$ A áram szolgáltatására — adott esetben ez a szélgenerátor maximális áramának tízszerese is lehet — a gépcsoport mindaddig üzemel, míg az akkumulátor — akár a napelem áramával együtt — fel nem töltődik. Az akkumulátor feltöltése után a gépcsoport leáll, MK_3 elenged és G_1 a szélmotor generátora is bekapcsolódhat a fogyasztó energia ellátásába. A rendszer működése a leírt módon lehetővé teszi egy igen nagy megbízhatóságú energiaellátást olyan helyeken, ahol a napsugárzás és széljárás lehetővé, — az adott fogyasztó pedig indokoltá teszi egy ilyen típusú állomás kiépítését. A leírtakból következtethetünk az egyszerűbb rendszerek (egy- vagy két energiaforrás) kiépítésére. Természetesen mind a naptelep, mind a szélmotor rendszer kiegészíthető diesel motorral is. Ha nem telepítünk robbanómotort az adott állomásra, úgy egy igen hosszú — az állomás fogyasztásától és az alkalmazott akkumulátor telep kapacitásától függő — hasznosítható szélenergia vagy napsugárzás hiány esetén a rendszer leáll. Miután primer energiatermelés nem történik, az állomási fogyasztót az akkumulátor telep látja el energiával. Adott alsó feszültség szint elérése után a vezérlő automatika elengedési parancsot küld az MK_1 mágneskapcsoló felé, ezzel megszűnik a fogyasztó táplálása.

Ha akár a szélmotor, akár a napelem újra energiát szolgáltat, a vezérlő automatika azt érzékeli. Meghúzza az MK_1 mágneskapcsoló, megkezdődhet az akkumulátor telep töltése és a fogyasztó ellátása.

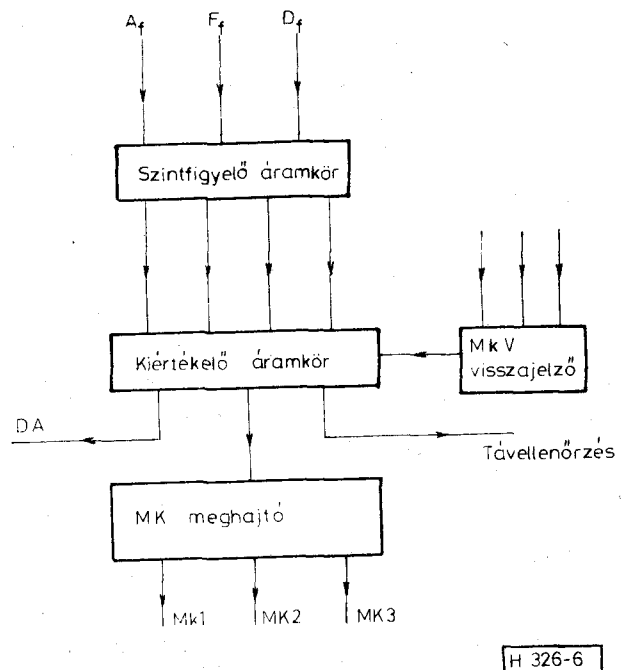
A vezérlő automatika feladata

A rendszer működésének fenti ismertetéséből következtethetünk a vezérlőautomatika feladataira.

- energia felvétel ill. leadás útjának biztosítása a rendszer kiépítésétől függően
- az akkumulátor töltőse-kisütése
- az akkumulátor állapotának ellenőrzése, jellemző feszültség szintjeinek mérése
- információ adás a távellenőrzés, valamint a diesel-automatika felé.
- a fogyasztó folyamatos energiaellátása, a fogyasztó és az akkumulátor kapcsolatának vezérlése.

A vezérlőautomatika teljesítmény szempontjából két részből, egy teljesítmény — elektronikai részből és egy kis teljesítményű elektronikából áll. A teljesítmény-elektronikai részhez tartozik az esetleges egyen-egyen átalakító, a mágneskapcsolók és ezek működtető áramkörei. A kis teljesítményszinten üzemelő elektronika részei az akkumulátoros szintfigyelő és kiértékelő áramkörök, a kapcsolóautomatikát vezérlő áramkörök, valamint a távellenőrzés áramkörei (6. ábra).

A szintfigyelő áramkör az akkumulátor feszültségét (A_f), a fogyasztói feszültséget (F_f) és a diesel gépcsoport feszültségét (D_f) fogadja. Az akkumulátor feszültség állapotától függően ad jelet a kiértékelő áramkör számára, (24V névleges feszültségű akkumulátor telepet alkalmazunk).



6. ábra. A vezérlő automatika vázlatja

felső töltési szint	28,8 V
újrátöltési szint	26,8 V
riasztási szint	22 V
akkumulátor kikapcsolási szint	21,6 V

A diesel generátor és a fogyasztó feszültség szint-figyelője 28 V-ra van beállítva. (A fentiekből kitűnik, hogy a fogyasztói feszültség akkor nem azonos az akkumulátor feszültségével, amikor a rendszer egy hosszú akkumulátor üzem után kénytelen lekapcsolni az akkumulátor telepet. Ezután a primer energia forrásokon csak a fogyasztó marad, és így az éppen aktuális kiépítés szerinti primer áramforrás feszültségét mérhetjük).

A kiértékelő áramkör a kapott feszültség szintek, valamint a mágneskapcsolók visszajelzése alapján (MKV) ad parancsot a távellenőrzés, a diesel automatika és a mágneskapcsolókat meghajtó áramkörök felé.

Az áramkörök kialakításánál a megbízhatóság és a lehető legkisebb fogyasztás a két legfontosabb szempont. A berendezés jellegéből logikusan következik, hogy igen szélsőséges klímaviszonyokra kell számítani a telepítés során, tehát igen nagy gondot kell fordítani a klimatikus követelmények kielégítésére. A vezérlőautomatikát úgy kell kialakítani, hogy alkalmas legyen a fentebb leírtak szerinti bármely kiépítés fogadására, illetve bármely — nem teljes — kiépítés továbbfejlesztésére nyújtson lehetőséget.