



## Változtatható fordulatszámú, szabályozott hajtások – a takarékoság új eszközei

*A villamos motorok mindenütt megtalálhatóak, a háztartástól az ipari üzemekig. A fejlett országokban a teljes nemzeti energiafelhasználás felét motorok hajtására fordítják. Korszerűtlen hajtások esetén a felvett energia kb. fele veszteségként disszipálódik. Az elektronikus szabályozott hajtások diszkrét és nagyintegráltságú célszámítógéppel megvalósított példái.*

---

Tárgyszavak: szabályozott hajtás; teljesítmény-félvezető; célszámítógép; állandó mágneses motor.

---

A villamos motorok mindenütt megtalálhatóak, a háztartástól az ipari üzemekig: az alkalmazások sora szinte végtelen, ízelítőként említsük meg a háztartási gépeket, a felvonókat, a szállítószalagokat, a legkülönfélébb gyártógépeket és robotokat. A fejlett országokban a teljes nemzeti energiafelhasználás felét motorok hajtására fordítják. Korszerűtlen meghajtások a felvett energiának csak kb. felét hasznosítják, a másik fele veszteségként disszipálódik. Ezek az adatok nyilvánvalóvá teszik, hogy az elektronikus szabályozott haj-

tások révén elérhető hatásfokjavulásnak nagyon nagy gazdasági és környezeti jelentősége van.

### **Az elektronikus szabályozott hajtások előnyei**

A hajtások sebességének változtatása, szabályozása révén kisebb motorok is alkalmazhatóak, ezek a kisebb teljesítményfelvétel mellett kisebb elektromágneses és egyéb zavarokat

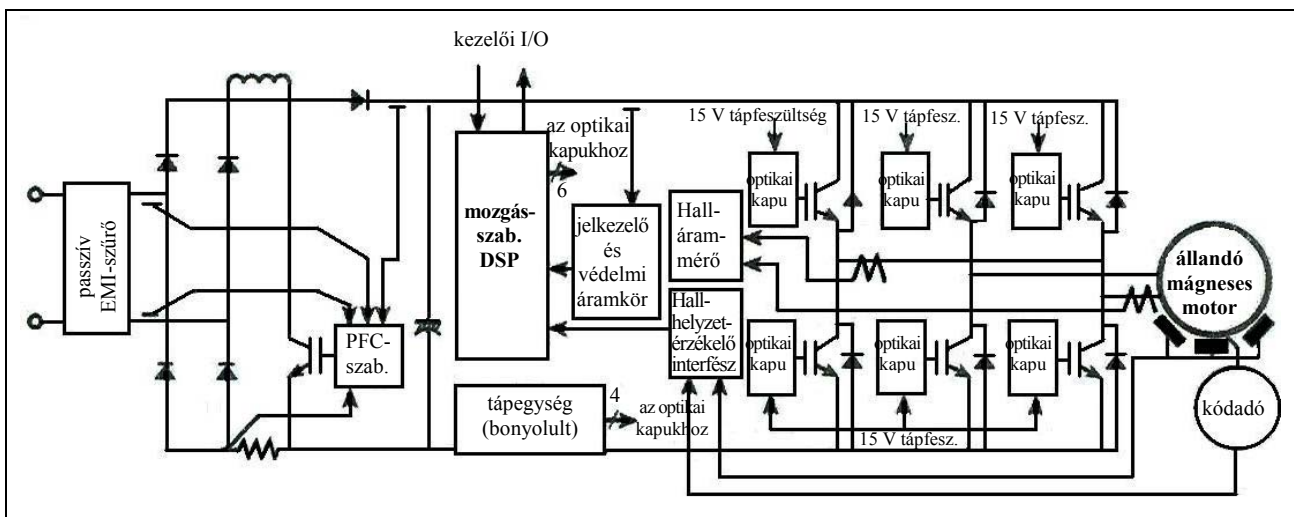
okoznak. A hajtások gyártói azonban hajlamosak a konzervativizmusra, és csak lassan állnak át a korszerű technológiára. Ennek azonban racionális okai is vannak: a modern hajtások általában jóval drágábbak, és hiába tesznek lehetővé üzemelésük során kisebb energiafogyasztást, vevőik többsége csak a beszerzési árat nézi, a teljes életciklus fogalma és számításba vétele idegen tőlük. A korszerű hajtások kidolgozásához kétségtelenül szükséges, speciális szakismeretekkel rendelkező szakemberekkel elvégeztetendő többletmunkának és a hosszabb fejlesztési időnek szintén elriasztó a hatása. Gyakori az a félelem, hogy az elhúzódo fejlesztések, esetleges elmulasztott határidők a vevők elvesztéséhez, a piaci részesedés csökkenéséhez vezethetnek. A megoldás itt is – mint az elektronika számos más területén – az integráltság fokozása, a fejlesztési munka

integrált áramkörön belülré, a félvezető eszközök gyártójához való telepítése.

### Szabályozott hajtások diszkrét alkatrészekből

Az 1. ábrán bemutatott rendszer állandó mágneses motort és funkcionként különálló, diszkrét alkatrészekből felépülő hajtást mutat. A rendszer kiválóan teljesíti az előírt követelményeket, de az imént vázolt összes hátránya is megvan: nagy anyagköltség és nagy fejlesztési ráfordítás-igény jellemzi.

Az áramkör nemcsak háromfázisú állandó mágneses szinkronmotort, hanem háromfázisú aszinkron motort is meg tud hajtani. Az állandó mágneses motorok technológiája (IPM,



1. ábra Hagyományos, diszkrét elemekből felépített változtatható sebességű hajtás

integrated permanent magnet) gyorsan fejlődik, például a két egymásba kapcsolódó forgórészű megoldás a mindkét irányú forgást lehetővé teszi. Az aszinkron motorhoz képest a szinkron megoldás jelentős előnye a nagyobb hatásfok, mivel a rotorveszteség gyakorlatilag nulla az állandó mágneses gerjesztés miatt. Az ábrán látható áramkör váltóirányítója trapézformájú feszültséggel táplálja a motort, mert ez egyszerűsége mellett jó hatásfokot eredményez. A forgórész helyzetét általában Hall-effektuson alapuló érzékelő méri és csatolja vissza a szabályozóhoz.

Az alapvető szabályozási algoritmust megvalósító kapcsoláson túl néhány speciális kiegészítő áramkör is általában helyet kap a rendszerben:

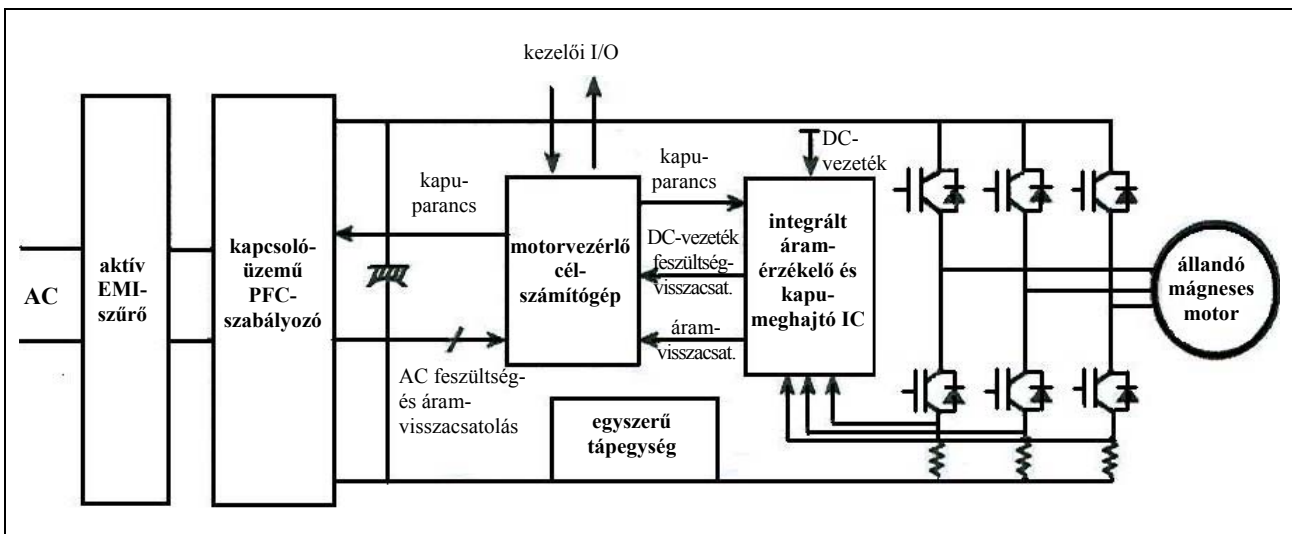
- a teljesítménytényezőt korrigáló (PFC, power factor correction) kapcsolás
- az elektromágneses zavarokat (EMI, electromagnetic interference) kiszűrő áramkör,
- biztonsági védelmek (pl. túláram ellen).

A Hall-szondák jelét diszkrét elemekből álló áramkör dolgozza fel és juttatja a fordulatszám-szabályozó kör visszacsatoló bemenetéhez. Ugyanílyen technológiájú kapcsolás állítja elő az árammal arányos jelet is. Az elektronika szempontjából nagy feszültséget a az állórész kapcsaira optikailag csatolt meghajtón

keresztül vezérelt teljesítménytranzisztorok (IGBT, insulated gate bipolar transistor) juttatják. A kapcsolóelemekben alkalmazott különleges félvezetős technológia lehetővé teszi azt, hogy viszonylag nagy (akár 600 V) feszültségeknél sem ütnek át az eszközben a p-n átmenetek. A tényleges valósidejű szabályozási algoritmust 32 bites digitális jelfeldolgozó (DSP, digital signal processor) mikroszámítógép valósítja meg, amely viszonylag nagy kapacitású és gyors flash-memóriával és számos perifériás áramkörrel van ellátva. Az elektromágneses szűrést hagyományos analóg áramkörök látják el, és a többféle tápfeszültség miatt a tápegység is eléggé bonyolult. A rendszerhez szükséges alkatrészek ára kb. 60 euró, ez persze csak tájékoztató érték, a szérianagyságtól függően változhat. A fejlesztés több emberhónapnyi munkát igényel, specialisták bevonásával. Ezeket a gazdasági természetű hátrányokat nagyintegráltságú eszközök alkalmazásával ki lehet küszöbölni.

### **Szabályozott hajtások nagyintegráltságú céláramkörökkel**

Tipikus elrendezést mutat be a 2. ábra. A megoldás egyik fontos újítása, hogy nem alkalmaz érzékelőt a forgórész helyzetének mérésére, az IPM motor szinkron működése miatt ezt az információt az állórész feszültségeinek



2. ábra Nagyintegráltságú elemkészletből felépített változtatható sebességű hajtás

(pontosabban áramainak) mérésével is meg lehet kapni. A vezérlőáramkör a valósidejű elektromágneses térszámítás alapján határozza meg folyamatosan a beavatkozó jelek nagyságát. Maga a szabályozó algoritmus is az integrált áramkörben kap helyet a memóriában tárolt program formájában. A perifériás áramkörök itt is a 600 V-os vékonyrétegű IGBT technológiával, egyetlen modulban kaptak helyet. Ez a modul a következő funkciókat valósítja meg:

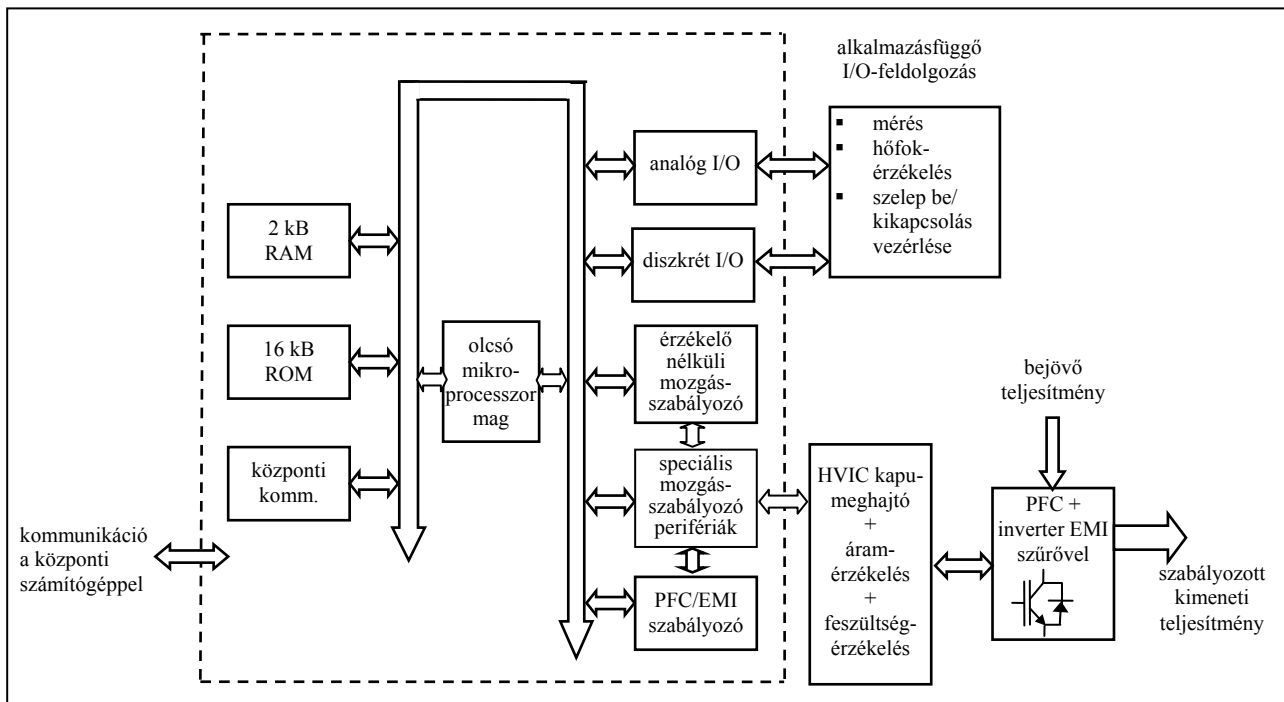
- analóg áramkörök,
- vegyes jelkezelő áramkörök,
- teljesítményvezérlő kapcsolások,
- háromfázisú kapu (gate) áramkörök,
- az áramok mérése,
- a közbenső kör feszültségének mérése,
- védőkapcsolások.

Az aktív zavarászűrő csökkenti a földelés felé elszivárgó áramokat és az elektromágneses zavarokat, és az alkalmazott megoldás szükségtelessé teszi a nagyméretű szűrő induktivitásokat. A modult a gyártás során műgyantával öntik ki.

A rendszer lelke és a legfontosabb újítások hordozója a különleges mikrovezérlő célszámítógép. Ez egyaránt szükségtelessé teszi a programozható jelfeldolgozó alkalmazását és az egyedi programozást. Mind a vezérlő hardverét, mind a programot az áramkör előállítója dolgozta ki, és optimalizálta elsősorban a futásidő szempontjából, ami jelentős munkaráfordítás ugyan, de része az eszköz tervezésének, és nagy széria esetén egy áramkörre csak kevés költség jut emiatt. Egy átlagos progra-

mozható jelfeldolgozós alkalmazásnál az érzékelő nélküli szabályozási algoritmus futásiideje kb. 50  $\mu$ s 150 MHz-es órajel-frekvenciájú processzor esetén. Olcsóbb, 40 MHz-es processzor alkalmazásával ez az idő 200  $\mu$ s-re nőne. Az itt alkalmazott speciális motorszabályozó mikroszámítógép (3. ábra) architektúrája sokkal gyorsabb működést tesz lehetővé, így a 33 MHz-es órajel ellenére egy számítási ciklus ideje csak 8  $\mu$ s, ugyanolyan algoritmus alkalmazásával. Mivel a félvezetőgyártásnál az órajel frekvenciája az egyik legfontosabb árképző tényező, a különleges architektúra sokkal kedvezőbb árat tesz lehetővé.

Természetesen ennél a megoldásnál is lehetőségük van az alkalmazóknak az egyedi igények megvalósítására, de ez nem a program módosítása, hanem paraméterek megváltoztatása révén oldható meg. A konfigurálható paramétereket belső regiszterekben, vagy külső I/O csatornán keresztül kiolvasható tárolóelemekben lehet megadni. Ez utóbbi lehetőség minél egyszerűbb megoldására külön e célra tervezett perifériás IC áll rendelkezésre, ez kétirányú adatforgalmat tesz lehetővé a motorvezérlő mikroszámítógép és a kevert jeleket feldolgozó áramköri készlet között.



3. ábra A motorvezérlő célszámítógép felépítése

## Következtetések

A speciális motorvezérlő mikroszámítógép, a kevert jeleket feldolgozó áramköri készlet és a forgórész helyzetének mérése nélkül, térszámítással működő, a gyártó (a bemutatott megoldások esetén az amerikai International Rectifier) által kidolgozott optimális programozás – ezek a jellemzők kis alkatrész költségeket, felgyorsult fejlesztési ciklust és megbízható, energiatakarékos működtetést tesznek lehetővé a változtatható, szabályozott fordulatszámú hajtásoknál. A kisebb veszteségek je-

lentős villamosenergia-megtakarítást tesznek lehetővé.

**Összeállította: Kis Miklós**

## Irodalom

- [1] Változtatható sebességű hajtások nemzetközi portálja.  
= <http://www.engineeringtalk.com/guides/variable-speed-motor.html>
- [2] Tam, D.: Geregelt sparen. = Design&Elektronik, 2003. 5. sz. p. 20–22.

## Röviden...

### Áramkimaradás – politikai következményekkel

Ez év május 24.-én és 25.-én másfél napos áramkimaradás bénította meg Moszkvát és környékét. A kiváltó ok a Csagino nevű alállomáson bekövetkezett robbanás és tűz volt, aminek hatására láncreakciószerűen lekapcsolódtak a vezetékek. Nem jártak a metrók és a trolik, legalább 20 000 utast kellett kimenteni a metrók alagútjaiból. A kórházak, lakóházak is energiaellátás és víz nélkül maradtak, emberek százai rekedtek a liftekben. Több, mint 900 000 csirke döglött meg a szellőzés kimaradása miatt a Moszkva környéki gazdaságokban. A kellemetlenségeket csak fokozta, hogy 30 °C körüli, Moszkvában szokatlan hőség volt éppen.

Több órán keresztül nem működtek a repülőterek sem, és a dolog jelentőségét fokozta, hogy maga Putyin elnök is éppen szolgálati útra indult Rosztovba, a Mihail Solohov író születése századik évfordulójának tiszteletére rendezett nagyjelentőségű ünnepekre. Az elnök gépe két órán keresztül vesztegelt a domogyedovói repülőtér betonján, mire sikerült felszállnia. Moszkvába való visszatérésekor tudta meg az elnök, hogy két percen keresztül a vezérkar is működésképtelen volt az áramszünet miatt, Oroszország védtelen volt egy kis időre. Ez tovább fokozta az elnök haragját. Az elnöki harag tárgya egyetlen ember: Anatolij Csubajsz, az orosz Egyesült Energiarendszer (az országos villamos művek) vezetője. Csubajsz nagymúltú politikus, jelenleg némiképp parkolópályán: Jelcin elnök bizalmasaként ő vezette annak idején a kuponos privatizációt, számos ellenséget szerezve ezzel. Nemrég sikertelen merényletet is kíséreltek meg ellene. Hogy Putyin elnök támadását túléli-e, az lapzártakor még nem derült ki.

(<http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/europe/4578599.stm>)