



## RÁCZ MÁTYÁS

okleveles villamos mérnök  
 ügyvezető  
 ABB Kft., Budapest

## ABB háromfázisú hajtásrendszer

### Előzmények

A MÁV számára 1986-1988 között a Ganz-MÁVAG és Ganz Villamossági Művek közös fejlesztésének eredményeképpen 1991-ig megszületett 20 db ún. BDv sorozatú motorvonat. Ennek megfelelően a MÁV további 40-60 villamos motorvonat megvételét tervezte. A MÁV villamos motorvonat programja részként, előre hozva megrendelt az említett 20 BDv mot kocsival lényegében azonos, kényelmesebb, 40 db betétkocsi beszerzését.

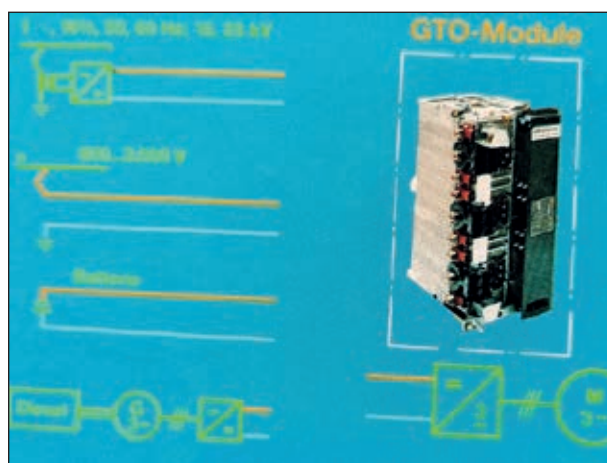
Az ABB által fejlesztett az ún. háromfázisú hajtásrendszer előnyeire alapozva a MÁV Csárádi János vezérigazgató 1993-ban igényelte az új előnyösebb hajtásrendszerű 4 részes villamos motorvonatok megrendelését és beszerzését.

A Ganz-Hunslet és a Ganz Ansaldo Rt részére 2 db, 4 részes Bvh elővárosi és 3 db BV távolsági IC motorvonat protótípus vételére adott a MÁV megrendelést. A Ganz Alsando Kft-ből egyik kimagasló tudású villamos mérnök, cikkünk írója, kivált és az ABB Kft magyarországi ügyvezetőjeként folytatta munkáját. Az ABB háromfázisú hajtásrendszerű járművek vétele, többek között a MÁV számára legyártott BVh és BV villamos motorvonatokban valósult meg. A Ganz cégek további hanyatlását elkerülendő a MÁV a tervezett megrendelések folytatását remélte. Sajnálatos tény, a MÁV pénzügyi helyzete és vezetőváltási okból 1994 után több, mint egy évtizedig elmaradt a 60 + 60 db-os villamos motorvonati program megvalósítása.

(Szerkesztő: Kovács Károly)

### A három fázisú hajtásrendszer

A vasúti vontatásban nem újság a háromfázisú vontatómotorok használata, hiszen a Kandó-mozdonyok is aszinkron motorokkal üzemelnek. Igaz ugyan, hogy a motorok fordulatszám szabályozása a periodusváltó segítségével történt. Manapság a félvezetőtechnika fejlődése lehetővé tette, hogy a bonyolult forgógépes átalakítók helyett mozgó elemeket nem tartalmazó, elektronikus frekvenciaátalakítók táplálják a vontatómotorokat.



1. ábra: A GTO modul(ok)-ból álló feszültséginverter valamennyi táplálással együttműködik

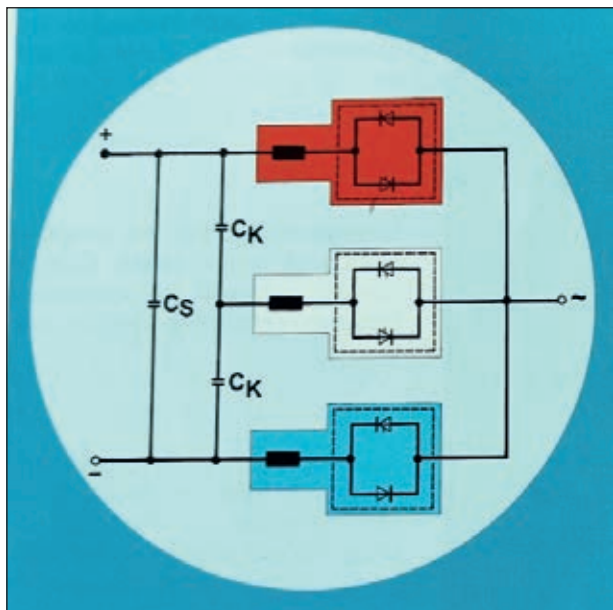
A BBC volt a világon az elsők között, amely a híres D 2500 típusú mozdonyokon már 1970-ben 3 fázisú, inverteres hajtást alkalmazott nagyvasúton.

A fejlesztés atyja, Werner Teich már akkor felismerte a moduláris építőkocka elv előnyeit, és a 3F hajtástechnika elemeit ezen az elven fejlesztették ki.

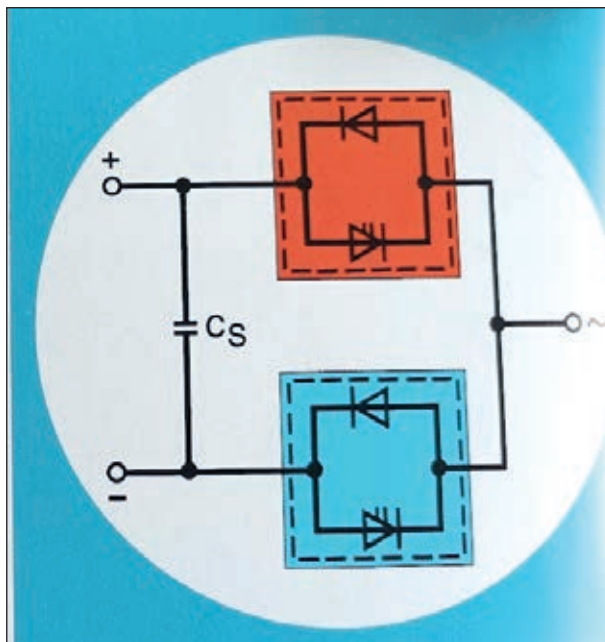
Minthogy a feszültséginverter mindegyik járműfajta-hoz illeszkedett, (mind a váltakozóáramú, mind az egyenáramú, mind a dízelüzemű tápláláshoz), ebben az irányban döntöttek. (1. ábra)

A verseny a 80-as évek második feléig folyt az áraminverterrel, mely kisebb teljesítményeken (inkább a tömegközlekedési, városi járműveken) bizonyult egyszerűbbnek és gazdaságosabbnak (2a, 2b ábra)

A GTO-technika megjelenése végleg eldöntötte a versenyt már kisebb teljesítmények esetén is (ahol viszont a tranzisztortechnika térhódítását figyelhetjük meg). Az új fejlesztésű járműveken szinte kizárólag feszültséginverteres hajtások találhatók. A GTO-félvezetők alkalmazása pl. a db E 120 sorozatú mozdonyain olyan mértékben egyszerűsítette a kapcsolást, hogy a félvezetők száma 17%-ra, az inverter térfogata felére csökkent, miközben a teljesítmény 55%-kal emelkedett. Ezen fejlődésben természetesen az időközben kifejlesztett új olajhűtési technika is közrejátszott. (3. ábra)



2a ábra: Inverter egy fázisának táplálása tirisztorral



2b ábra: Inverter egy fázisának táplálása GTO-val

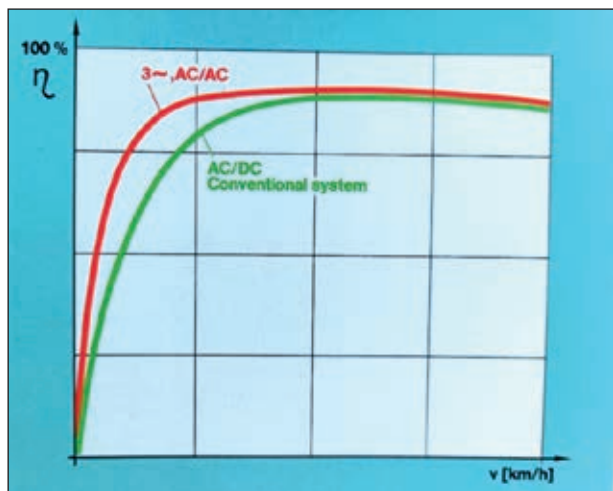
### Milyen előnyei vannak a 3F hajtásrendszernek?

- 1.) Karbantartási igénye csekély, mert
  - a motorokon és generátorokon nincsen kommutátor, kefe, csúszógyűrű
  - nincsen szigetetlen rész az inverterben,
  - nincsenek kapcsolók, irányváltó, biztosítók,
  - a főáramkörben nincs mozgó alkatrész,
- 2.) Nagy vonóerő használható ki, mert
  - az aszinkron motor mindig a leggazdaságosabb üzemponton dolgozhat,
  - az aszinkron motor vesztesége kicsi, kis termikus igénybevételű nagy a teljesítmény tartaléka,
  - a tapadás jól kihasználható, mert egyes kerek rossz tapadása miatt a többi kerék vonóerejét nem kell csökkenteni,
  - nincsenek meddőnyomatékok, mint mechanikus tengelykapcsolat esetén,
  - a meredek motorkarakterisztika miatt igen gyors elpörgés- és csúszásvédelem lehetséges,
- 3.) Megállásig történő fékezés lehetséges, hiszen
  - féküzemben is üzemel a motor, gyakorlatilag azonos a motorkarakterisztika,
  - elektronikus szabályozás egészen megállásig,
  - villamos járműveken egyszerű visszatápláló fékezés,
- 4.) Dízelmozdonyon gazdaságos, kímélő üzem:
  - egyszerű fedélzeti energiaellátás,
  - nem kell külön generátor a vonat energiaellátására,
  - fékezéskor a közbenső körre jut az energia, ahonnan akár a segédüzemet, akár a vonat energiaellátó rendszerét táplálja,

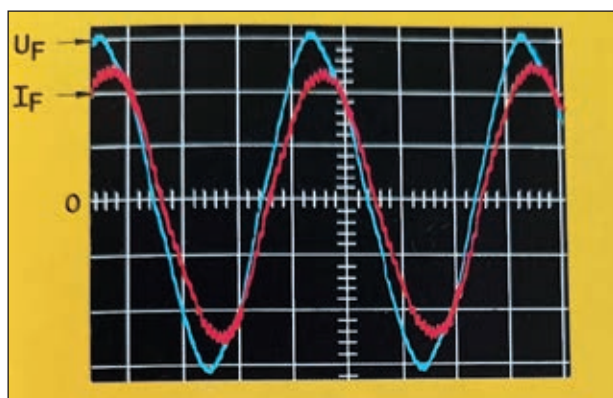
Megnevezés	E 120	
	tirisztrios	GTO-s
	kivitel	
Félvezetők száma (%)	100	17
tömege (%)	100	66
térfogata (%)	100	50
teljesítménye (%)	100	155

3. ábra: Az E 120 sor. DB mozdonyok összehasonlítása tirisztrios és GTO-s kivitelben

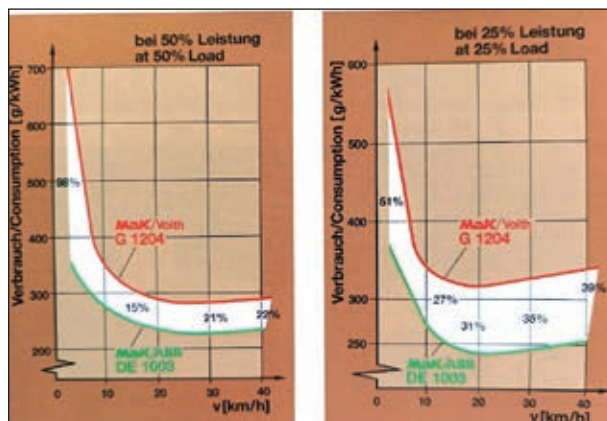
- kis fogyasztás az alábbiak miatt:
    - kis indítási veszteség,
    - a max. vonóerőhöz nincs szükség max. dízelfordulatra, (4. ábra)
    - a 3F erőátvitel jó hatásfokú (5. ábra)
    - a terhelési karakterisztika a dízelmotor legkedvezőbb fogyasztására illeszthető
  - a dízelmotor kímélő üzemmódját biztosítja, hogy
    - a teljesítményfelvétel a dízelmotor teljesítményéhez illeszkedik
    - felfutáskor a motor nem a töltéskorláton dolgozik
    - az előírt töltésértékeket semmilyen terhelési esetben nem lépi túl
    - egy henger kiesése esetén nem kompenzál a többi henger
    - túl magas kipufogógáz-hőmérséklet esetén teljesítmény-visszavétel történik
  - kis károsanyag-kibocsátás a dízelmotor optimális szabályozása révén
- 5.) Villamos járműveken hálózatbarát üzem, mert
    - az alkalmazott 4QS kapcsolással a hálózatot nem ter-



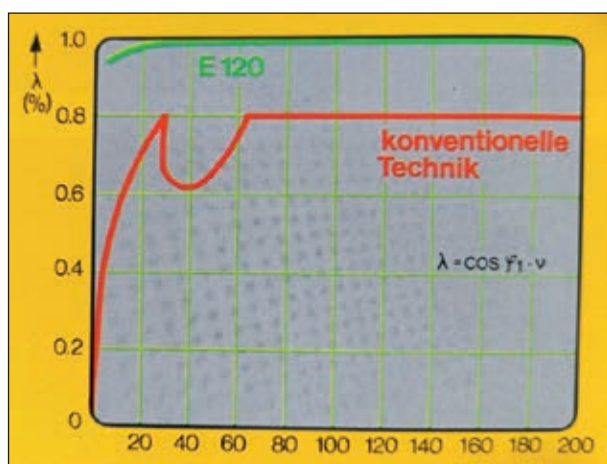
4. ábra: 3F motorokkal a rendszer hatásfoka jobb az egyenáramú motorokkal rendelkezőnél



6. ábra: A felsővezeték árama es feszültsége közel fázisban vannak, a hullámforma szinuszos



5. ábra: A fajlagos gázolajfogyasztás villamos 3F erőátvitellel kedvezőbb a hidraulikus erőátvitelnél



7. ábra: A 3F hajtás teljesítménytényező görbéje (felül) és hagyományos tirisztoros jármű jellemző görbealakja (alul)

heli lényeges meddőáram,

- a gyújtásvezérlés szabályozásával és az alkalmazottnál hálózati szűrővel a zavaráramok értéke kicsi,
- fékezéskor is jó teljesítménytényező biztosított,
- a jármű teljesítményfelvétel a hálózati feszültséggel összhangban szabályozható. (6. ábra)
- maximális hálózati áramot csak a jármű legnagyobb teljesítményfelvételekor igényel (7. ábra)

6.) Egyszerű karbantartás, ellenőrzés és hibakeresés:

- a teljeskörű diagnosztizálhatóság következtében
- a hibaelemzés számítógéppel történhet
- a javítóüzemi munkát számítógép segíti
- a moduláris felépítés gyors cserét tesz lehetővé
- kellő számú mérőpont áll rendelkezésre hagyományos mérőműszerekhez.

7.) Az ABB háromfázisú hajtásrendszere igen gazdaságos, mert

- nagy vonatterhelések továbbítása lehetséges
- kis karbantartási költségek jelentkeznek

- jó hatásfok biztosított
- fékezéskor hasznosítható az energia
- a segédüzemek takarékosan üzemeltethetők
- a gyors elpörgésvédelem csökkenti a kerékkopást.

Az ABB háromfázisú hajtásrendszer jelenlegi technológiája:

a.) Aszinkron-vontatómotorok:

- léghűtéssel,
- vízhűtéssel, amely kis helyigényű, intenzív hűtési mód,
- integrált hajtással. Ez a megoldás csökkenti a rugózatlan tömegeket, csökkenti a fogaskerék terhelését, a motor és hajtás össztömegét.

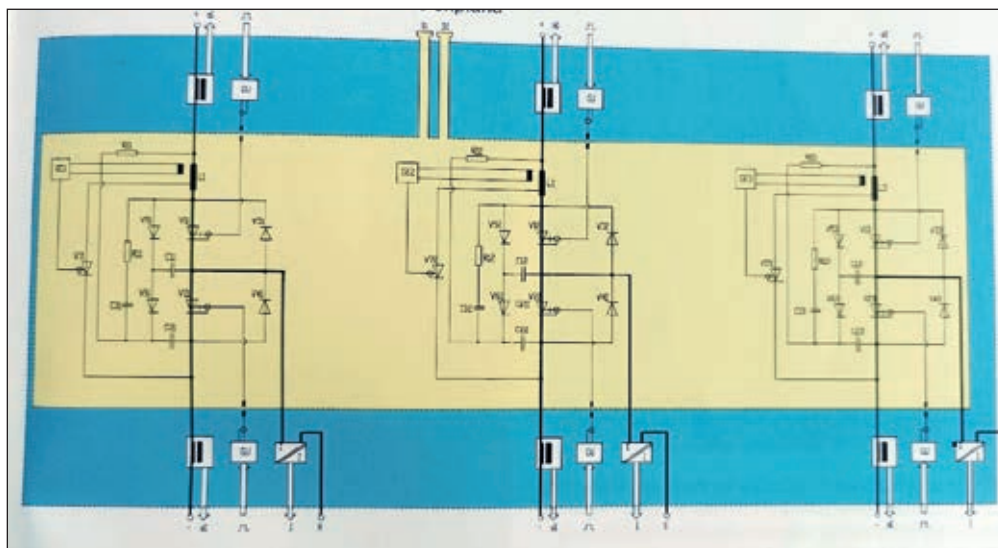
b.) Feszültséginverterek,

- GTO-félvezetőkkel, olajhűtéssel,
- IGBT tranzisztorokkal, vízhűtéssel

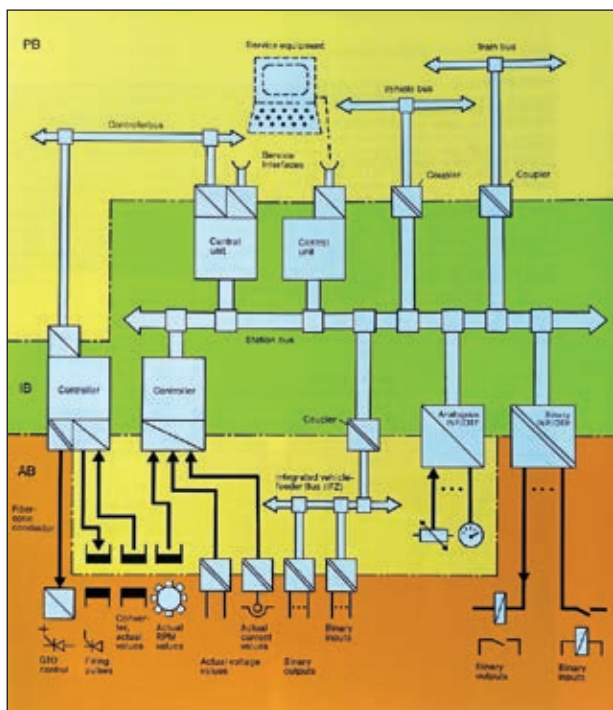
c.) Mikroprocesszoros szabályozás és vezérléstechnika

- MICAS S rendszerben
- decentralizált intelligencia
- buszrendszerű adatátvitel





9. ábra: Nagyteljesítményű inverter modul kapcsolási rajza



10. ábra: MICAS rendszerű irányítástechnika

- teljeskörű diagnosztika
- d.) GTO-s, vagy IGBT-s háromfázisú segédüzem
  - változtatható frekvencia
  - energiatakarékos üzem
- e.) korszerű klímatechnika:
  - vezetőfülkében, (8. ábra)
  - Az utasterekben önálló fülkehőmérsékletszabályozás
  - csendes csavarkompresszor.
- f.) Moduláris rendszerelemek, amelyekből különböző vontatási feladatokhoz legjobban illeszkedő hajtások építhetők fel. (9, 10. ábra)



8. ábra: Vontatómotor és integrált hajtás

**Néhány példa a megvalósított IGBT és GTO 3 fázisú villamos (és dízel) vontatójárművekről a kilencvenes évekből**



11. ábra: A MÁV IC motorvonat



12. ábra: A MÁV Bhv



13. ábra: A Ganz-Hunslet Rt által gyártott V46-os villamos tolató-átállító mozdony

Külföldi példa:



14. ábra: Az E 120 DB villamos mozdony

### Rácz Máttyás szakmai életútja

Rácz Máttyás 1944-ben született.

Középiskolát a Budapesti Piarista gimnáziumban végezte.

1962-64 között a 14 sz. Iparitanuló Intézetben elektroműszerész szakmunkás lett.

1964-1969 között a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Erősáramú szakon végezte tanulmányait, 1969-ben szerezte meg a diplomát a Villamos Gépek és Készülékek ágazaton.

Már az egyetemi évek során a Ganz Villamossági Művek ösztöndíjasa. 1969-1991 között a Ganz Villamossági Művek dolgozója.

Kezdetben a Vasút Főosztályon tervező, majd fejlesztési főmérnök, 1982-től főosztályvezető.

1978-ban Teljesítményelektronika szakmérnöki diplomát szerzett.

1986-ban kereskedelmi igazgató, 1990-től műszaki igazgató, vezérigazgató helyettes.

A Vasút Főosztályon a V63 sor. tirisztoros mozdonyok fejlesztési projektvezetője, az inverteres villamos motorvonat fejlesztés irányítója, ugyanakkor a MEE-GTE-KTE közös inverteres munkabizottság vezetője. Főosztályvezetői irányítása alatt fejlesztették ki a prototípus hazai metró villamos erőátvitelét, az inverteres MÁV motorvonat hajtásrendszerét, export motorvonatokat Tunézia, villamost Egyiptom részére, dízel-villamos berendezést a jugoszláv mozdonyokhoz, villamos tolatómozdonyt a MÁV részére, szaggatós trolibuszokat Bulgária, NDK és Budapest részére.

Kereskedelmi igazgatóként felügyelte a gyár Fővállalkozási és Külső szerelési Főosztályát is, melynek során nagy hazai és export projektek valósultak meg.

Rövid, átmeneti ideig a Ganz Ansaldo kereskedelmi igazgatóhelyettese, majd 1991 nyaratól az ABB Kft. dolgozója. Itt először üzletkötőként tevékenykedett, majd 1992-95 közt ügyvezető igazgatóként kb. 40 mérnök üzletkötő és tervező alkalmazásba vétele történt meg.

1996-ban az ABB vasúti üzletággal átkerült, először az ADtranz- ABB Daimler Benz Transportation, majd névváltozással a Daimler Chrysler Rail Systems Infrastruktúra KFT. ügyvezető igazgatója lett. Különböző alállomási berendezések, vasútvillamosítási projektek beszállítója.

1996-2001 között Az ADtranz tagi képviselője az Adtranz MÁV Dunakeszi Kft-nél, 2001-2005 között kereskedelmi igazgató a Bombardier MÁV-Kft-nél, egyben ügyvezető igazgató a Bombardier Hungary Kft-ben.

2006-2017 között, nyugdíjasként a Bombardier MÁV Kft. tanácsadója, export szerződések felelőse (Norvégia, Ausztria, Németország felé).

2017 óta szakértő és tanácsadói munkákat vállal egyéni vállalkozóként, 2019-2024 között a Secheron svájci cég magyarországi képviselője.