



HANNSGEORG LORBER
Bombardier Transportation
Szervíz Divízió



RÁCZ MÁTYÁS
Bombardier MÁV Kft.



IMRI JÁNOS
MÁV Gépészet Zrt.

MITRAC rendszerű mozdonyvezérlés és ZWS rendszerű távvezérlő a V43 3000 sorozatú mozdonyokon. (2.rész)

Összefoglaló:

Mint ismeretes a MÁV a közelmúltban 300 használt német személykocsit vásárolt. A kocsik egy része vezérlőkocsi, amelyek teljes értékű üzemeltetéséhez össze kellett hangolni a mozdony és a kocsik vezérlését.

A MÁV Északi Járműjavító Kft és a MÁV Gépészet Üzletág (ma már egy cég) valamint a Bombardier Transportation Szervíz divízió szoros együttműködésével új, a DB-től vásárolt vezérlőkocsikkal együttműködni képes, töltvonalra alkalmas mozdonysorozat, a V43 3000 jött létre. A mozdonyok első példányai sikeres hatósági vizsgát tettek és már a személyszállítás szolgálatába álltak.

A cikkében a szerzők bemutatják a V43 vezérlés újdonságait.

A vezérlésben és távvezérlésben egyaránt, jól bevált rendszer elemek kerültek felhasználásra:

1. A **ZWS (Zeitmultiplexe Wendezug-Steuerung)** egység biztosítja a távvezérlést a 10,11-es UIC érpáron keresztül oly módon, hogy illeszkedik a MÁV db-től beszerzett Bydtee 80-55 sorozatú (DB sorozatszám: BA 482) vezérlőkocsijaihoz

2. A **MITRAC®**, számítógépes vezérlő rendszer egy VCU-L típusú központi egységből és analóg, valamint digitális be- és kimeneti modulokból áll, melyek MVB járműbuszon keresztül kommunikálnak.

A ZWS távvezérlési funkció szabványosított és az alábbi mozdonytípusokkal biztosít a vezérlőkocsikkal együttműködési lehetőséget:

- fokozatkapcsolós villamos mozdonyok
- áramirányítós folyamatos szabályozású villamos mozdonyok
- villamos erőátvitelű dízelmozdonyok
- hidraulikus erőátvitelű és hidrodinamikus fékkel rendelkező dízelmozdonyok

A számítógépes vezérlő képezi a ZWS csatlós és a mozdonyvezérlés közötti kapcsolatot a különböző, a ZWS parancs és jelzéstáviratokban definiált parancsok, jelzések és mért értékek átviteléhez szükséges be- és kimeneti funkciók biztosításával, ugyanakkor a mozdonyvezérlés további automatizálásához megvaló-

sítja a vonóerőszabályozást, fokozatkapcsoló- és, mezőgyengítésvezérlést áram-és időfüggő perdülésvédelemmel kombinálva. A modellalapú vontatómotorfeszültség és áramkiértékelés lehetőséget kínál további, egyedi motoros és szinkronelörgés-védelem kialakítására is



1. ábra: Az első V43-3000 sorozatú mozdony a Bydtee 80-55 sorozatú vezérlőkocsival

I. Időmultiplex töltvonalati vezérlő, ZWS UIC/ MVB-csatolással

I.1 Átviteli elv:

Az időmultiplex töltvonalati vezérlő (ZWS) a mozdony és vezérlőkocsi közötti kétirányú jelátvitel biztosítására szolgál. A soros kommunikáció az UIC távvezérlő és hangosítási 10, 11-es érpárat használja.

Mindkét átviteli irányhoz egy egy független vivő-középfrekvencia van rendelve, a 0 és 1 jelállapotot frekvenciaát kapcsolással tesszük érzékelhetővé (1. táblázat).

Ezen az elven működnek az időmultiplex kettős vezérlés (Zeitmultiplexe Doppeltraktions-Steuerung-ZDS és az időmultiplex többes vezérlés (Zeitmultiplexe Mehrfachtraktions-Steuerung – ZMS), mely akár 4 jármű távvezérlésére is alkalmas. Ld.(1).

I.2. Mind villamos, mind dízelmozdonyokra általános érvényű ZWS-távíratok felépítése:

Mindkét irányban a ZWS – távíratok tartalma, – mind a vezérlőkocsiról a mozdony felé menő parancscsatorna, mind a mozdonyról a vezérlőkocsi felé menő jelzéscsatorna – szabványosított és biztosítja a vezérlőkocsi üzemét az alábbi mozdonysorozatokhoz:

- 1. Fokozatkapcsolós villamos mozdonyok, ahol a tipikus jelek a következők:
 - fokozatkapcsoló – FEL/LE parancs
 - analóg vonóerő és fékerő alapjel (8-bit-kódolású)
 - fokozatállás kijelzés (6-bit kódolású)
- 2. Vezérelt áramirányítós villamos mozdonyok
 - analóg vonó- és fékerő alapjel,
 - analóg vonóerő visszajelzés,
- 3. Villamos erőátvitelű dízelmozdonyok
 - az elektrodinamikus fék külön bekapcsolása

Csatorna	Frekvenciasáv közép	Logikai 1-jelhez tartozó frekvencia	Logikai 0-jelhez tartozó frekvencia
1 csatorna (parancscsatorna)	93,6 kHz	91,2 kHz	96,0 kHz
2. csatorna (jelzéscsatorna)	117,6 kHz	115,2 kHz	120 kHz

1. táblázat: ZWS-Frekvenciák

- 4. Hidraulikus erőátvitelű dízelmozdonyok és Hidraulikus fék
 - hajtóműfokozatok parancsai
 - hidrodinamikus fék külön bekapcsolása

Minden mozdony rendelkezik saját 3-bites megfelelő kóddal, és ezt a jelzéscsatorna megfelelő bitpozíciójában elküldi a vezérlőkocsinak. A V43-3000 mozdonysorozattal történő üzemhez az 1 távíratban az (1,1,1) ismertető jelet alkalmazzuk, mely a fokozatkapcsolós mozdonyokhoz használatos.

I.3. V43-3000 mozdony ZWS-távíratfelépítés:

A V43-3000 mozdonysorozathoz, további szabad jelzésbitek felhasználásával a vezérlőkocsi üzemhez a következő jelkatalógus alakult ki::

Parancscsatorna – vezérlőkocsiról mozdonyra menő parancsok:

- Főmegszakító BE
- Főmegszakító KI
- Áramszedő FEL
- Áramszedő LE
- Analóg vonóerő alapjel
- Vonatfűtés tartókapcsolás
- Vonatfűtés
- Perdülés gátló fék
- Kompresszor bekapcsolás engedélyezve
- Fokozatkapcsoló FEL
- Fokozatkapcsoló LE
- Menetirány 1
- Menetirány 2
- Kompresszor BE
- Homokol
- Mozdonyfék oldás (ALE10)

Ezen felül további jelek a vezérlőkocsi felismerés és dinamikus életjel!

Jelzés csatorna – Jelzések és mért értékek a mozdonyról a vezérlőkocsi felé:

- Főmegszakító KI
- Buchholtz védelem megszólalt
- Főgyenirányító hiba
- Vontatómotor hiba
- Akkutöltő hiba
- Segédüzemi hiba
- Mozdonyfék nem oldott
- Vonatfűtés bekapcsolva
- Fokozatállás
- Felsővezeték feszültség
- Vontatómotor áram (1,2 motor közül maximum)
- Vontatómotorok közötti áramkülönbség (érték)
- Fűtési áram

Ezen felül további jelek a mozdonytípus felismerés és dinamikus életjel.

I.4 Elektronikus részesegységek

A töltvonalati vezérlés teljes átviteli rendszerében a következő egységekre van szükség:

A Vezérlőkocsin található egy illesztő elektronika ki és bemenetekkel a következő egységekhez való csatlakoztatáshoz:

- vezérlőkontroller és irányváltó kapcsoló
 - vezetékosztali kezelőszervek
 - kijelzők: jelzőlámpák, feszültség és árammérő analóg műszerek, számkijelző a fokozatállás jelzésre
- A ZWS-UIC-csatoló ebbe az elektronikus egységbe van integrálva.

A mozdonyon a következő egységekre van szükség:

- önálló ZWS-UIC-csatoló készülék MVB-csatlakozással
- a V43-3000 mozdonyra specifikusan programozott számítógépes mozdonyvezérlő MVB csatlakozóval.

2. Új mozdonyvezérlés

2.1 A számítógépes rendszer integrálása a hagyományos mozdonyvezérlésbe

A MÁV és a Bombardier között egyeztetett feltétfüzet az új számítógépes mozdonyvezérléssel kapcsolatban az alábbiakat rögzíti:

- a vezérlőkocsi és mozdony közötti jelkapcsolatot
- további, vezérlőkocsitól független mozdonyüzemre is vonatkozó feladatokat a vezérlés számára

A feltétfüzet a MÁV következő szempontokat is figyelembe veszi:

Az új mozdonyvezérlés funkciói áttekinthető és moduláris módon úgy integrálandók a meglévő hagyományos mozdonyvezérlésbe, hogy a mozdony rendelkezésre állása az elektronika kiesése esetén sem legyen korlátozva. A mozdony ily módon tartalék üzemi tulajdonságokkal rendelkezik.

A számítógépes vezérlő egy áthidaló kapcsolóval (VCU selejtező kapcsoló) kiiktatható (VCU üzemi KI) és a kontroller vezérlő kábeleket közvetlenül a fokozatkapcsoló FEL-LE-FOK relével köti össze. Így kézi vezérlés válik lehetővé – de az áramkorlátozási és perdülésvédelmi funkció nélkül.

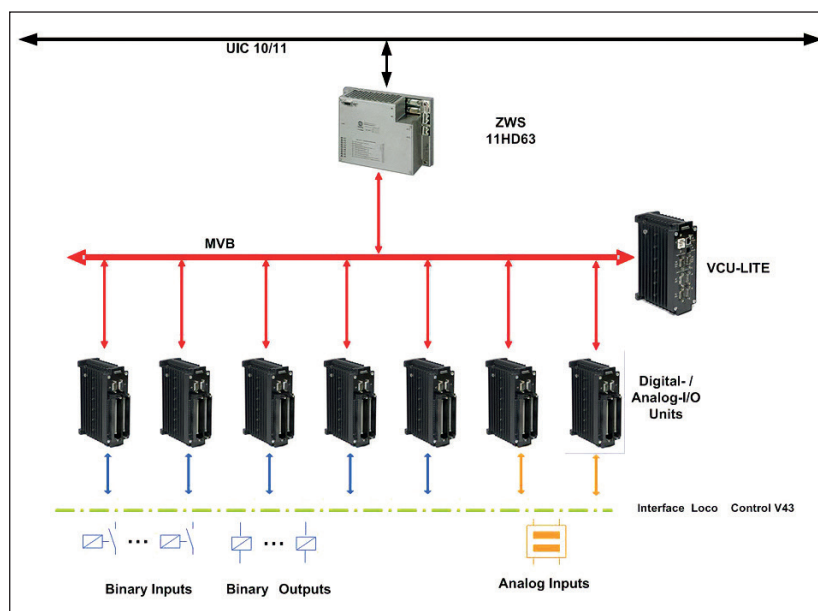
A meglévő védelmek változatlanul működnek:

- transzformátor védelem
- a 208-as relén keresztüli gyors egyenirányítóvédelem
- vontatómotor feszültségkorlátozás a 212 relén keresztül
- az egyenirányító feszültségkorlátozása részleges egyenirányító meghibásodás esetén a 211-es relén keresztül

Ez a koncepció biztosítja a mozdony rendelkezésre állását és minimálisra csökkenti az új elektronika bevezetésével együtt járó modernizáció rizikóját.



2. ábra: vezérlőkocsi elektronika ZWS-UIC-csatolóval



3. ábra : Új mozdonyvezérlő egységei:
ZWS-UIC-csatoló egység 11HD63,
MITRAC-központi számítógép,
(Vehicle Control Unit) VCU-Lite és a be/kimeneti egységek az MVB többfunkciós
járművezérlő buszra csatlakoznak
(Multifunction Vehicle Bus)

2.2. Az új számítógépes mozdonyvezérlés feladatai:

A vezérlőkocsi elektronikához hasonlóan a mozdonyon is a számítógépes vezérlő az összeköttetés a ZWS- csatolóegység és a mozdonyvezérlés között, valamint a be és kimeneti parancsok, jelzések és mérési értékek átvitelére, a ZWS parancs és

jelzéstáviratokban meghatározottak szerint. (ld. 1.3.).

A meglévő mozdonyvezérlés töltvonalati üzemhez illesztése során további számítógépi logikai funkciókra volt szükség: a vezérlőkocsin olyan kontroller van beépítve, mely további kezelőszervek nélkül nem teszi lehetővé a mezőgyengítési fokozatok beállítását, csak a vonóerő

vezérlést. Ugyanakkor a mozdonyon lévő vezérkontroller keréken további mezőgyengítő fokozatok kapcsolhatók. Minimálisan tehát a következők megoldására volt szükség:

- A vezérlőkocsi kontroller ++ állásban vonóerő alapjeladás áramkorlátozás vezérlésével
- áram és feszültségfüggő mezőgyengítés vezérlése

A mozdonyt is ennek érdekében ugyanolyan kontrollerrel látták el, mint a vezérlőkocsikat, előnyösen felhasználva a vezérlőérintkezők és a vonóerő alapjeladó potencióméter azonosságát.

A további automatizálási célok egyike volt a perdülésvédelem megoldása a mozdonyban.

3. Az új mozdonyvezérlés speciális védelmi és ellenőrzési funkciói

3.1. Meghibásodás, hibajelzések

ZWS-hiba:

Ha a kommunikáció leáll a ZWS-en keresztül (dinamikus életjel!), 2 másodperc késleltetéssel a ZWS üzemmód leáll, a fokozatkapcsoló gyorsan 0-ra levezérlődik.

További 2 másodperc elteltével a főmegszakító kikapcsol és ezután az áramszedő leeresztésre kerül.

A ZWS üzemmód újbóli engedélyezése csak a kontroller 0 pozíciójában és fokozatkapcsoló 0 állásban lehetséges..

Hibajelzés: ZWS-HIBA jelzőlámpa meggyullad a vezetőasztalon, és az X2.32 LED a géptérben.

Számitógép hiba:

Amennyiben a be és kimeneti modulok közötti kommunikáció az MVB-n kimarad, valamennyi bemeneti jel a biztonságos állapotba kerül (analóg = 0; logikai 0 = FALSE). A kimenetek, ugyancsak automatikusan, egy hardveres Watchdog segítségével a biztonságos állásba vezérlődnek, mely nyitott kontaktust jelent. Ez többek között a főmegszakító tartó-

Kontroller kitérés	Ellenállás	Áramérték a továbbkapcsoláshoz
MIN = vonóerőtartomány kezdete	850 Ohm	100 A
Közbenső értékek	Az ellenállás fordítva arányos a menetszabályzó kar kitérésével	Az áram arányos a menetszabályzó kar kitérésével
MAX = menetszabályzó kar végállása	240 Ohm	1250 A toltvonati üzemben 1450 A mozdonyvontatta üzemben

2. táblázat: A kontroller kitérés megállapítása

áramkör megszakítását eredményezi. Hibajelzés: ZWS-HIBA jelzőlámpa meggyullad a vezetőasztalon, és az X2.46 LED a géptérben

3.2. Vonóerőszabályozás

A fokozatkapcsoló további felfezérlése tiltásra kerül, ha az 1-es vagy 2-es motor árama az alapjeladó által előírt értéket meghaladja. Ez a két-pont- szabályozás úgy lett optimalizálva, hogy egyrészt az alapállásból vagy alacsony fokozatból a fokozatok gyors felkapcsolása lehetséges, másrészt, hogy a tényleges szabályozási tartományban a fokozatok már lassan kapcsolnak tovább.

Tóltvonati üzemben a továbbkapcsolási alapjel korlátozott, és kb. 150 kN vonó (toló) erőnek felel meg.

Lassú túlterhelés védelem: amennyiben a vontatómotorok árama mozdonyvontatta üzemben az 1800 A-t túllépi, vagy az 1600 A-t ZWS (vagyis toltvonati) üzemben, a vezérlés LE parancsot ad a fokozatkapcsolónak. Ennek pl. akkor van jelentősége, ha a sebességet nagy terhelés mellett, egy forgóvázal, emelkedőben a mozdony nem tudja tartani. Gyors túláram esetén továbbra is, mint eddig is, az egyenirányító védelem avatkozik be.

Vezérkontroller kiértékelése és felügyelete

A vezérlőkocsi menetszabályozó kontrollerén két potencióméter található, melyek mindegyikét a vezérlőkocsi elektronikája olvassa be és felügyeli. A mozdony egyébként kivételében azonos menetszabályzó kontrollerénél a következőkben leírt

kiértékelési mód segítségével a második potencióméter alkalmazásáról le lehetett mondani.

A potenciómétert az analóg bemeneti modulról egy állandó áramgenerátorral tápláljuk. Ugyanezen modul feszültség bemenetére a potencióméter csúszkájáról vett feszültség, az árambemenetére pedig a potencióméter tényleges tápláló árama kerül. A kontroller kitérés megállapítása a feszültség és áram hányadosából, vagyis ellenállásméréssel valósul meg (2. táblázat).

Az ellenállásmérés független a potencióméteren folyó áram változásaitól. Ugyanakkor ellenőrzésre kerül, és a fixen programozott 8 mA értékkel meg kell egyeznie. Hiba esetén, (pl. az ellenállásérték az érvényes tartományon kívül esik, vagy a potencióméteren folyó áram nem valószínű) a felkapcsolási áram értéke 0 A-ra áll be, ugyanakkor fokozatonkénti továbbkapcsolás továbbra is lehetséges.

3.3. Mezőgyengítő kontaktorok vezérlése

A nem átalakított V43 sor. mozdonyokon a mezőgyengítő kontaktorok vezérlése a mozdonyvezető feladata a motorfeszültség és áram figyelembevételével. A 10. fokozatkapcsoló állás alatt a mezőgyengítő kontaktorokat nem lehetett vezérelni. Tóltvonati üzemben célszerű volt a mezőgyengítő kontaktorok vezérlését automatizálni:

A mezőgyengítő fokozatok kapcsolása lehetővé válik, és egyben a fokozatkapcsoló további fokozatokba kapcsolása tiltásra kerül,

- ha a 212 feszültségkorlátozó relé

meghúz és jelzi, hogy a maximális motorfeszültség elérése megtörtént,

- ha a 211 védelmi relé részleges egyenirányító meghibásodás esetén meghúz és ezzel megakadályozza, hogy az egyenirányító bemeneti feszültsége tovább emelhető legyen; ez a 212 relé jel hatásmechanismusával párhuzamosan történik
- vagy alacsony hálózati feszültség esetén a 32. transzformátor fokozatot elérték.

Mindaddig, amíg a menetszabályzótól FEL parancs érkezik akár +, akár ++ állásban, a mezőgyengítési fokozatok fokozatonként vagy motoráramtól függően és ezáltal sebességfüggően felkapcsolásra kerülnek. A továbbkapcsolási áram a növekvő mezőgyengítési fokozatokban egyre csökken.

A 4 mezőgyengítési fokozat a vezérlőkocsin, mint 35.....38. fokozat kerül kijelzésre.

Magas motorfeszültségen (ha a 212 relé meghúzott) a túlfeszültség korlátozására a mezőgyengítő fokozatok visszavezérlésére különleges vezérlési mód szükséges: ha pl. a menetszabályzótól, vagy a vezérléstől, különösképpen a perdülvédelemről egy LE parancs érkezik, először a motorfeszültséget csökkentjük a korábban elért mezőgyengítési fokozatoktól függően a transzformátor fokozatkapcsoló 2..4 fokozattal való visszaléptetésével. Csak ezután kerülnek az egyes mezőgyengítési fokozatok kiiktatásra.

Alacsony feszültségen, ha a 212 relé nem húz meg, a 32. fokozat után a mezőgyengítő fokozatok bekapcsolása következik. Ilyenkor visszakapcsoláskor először a mezőgyengítő fokozatok kiiktatása történik, majd a transzformátor fokozatokat vesszük vissza.

3.4. Elpörgés elleni védelem

A két motor áramának összehasonlításán alapuló védelmi elvet megtartottuk.

Delta-I	Lassú FEL vezérlés	FEL vezérlés tiltva	Perdülésgátló fék	LE vezérlés
>= 230 A	1	0	0	0
	0	1 8 sec után	0	0
>= 260 A	0	1 azonnal	0	0
	0	1	1 2 sec után	0
	0	1	1	1 2+7 s után
>= 290 A	0	1	1 azonnal	0
	0	1	1	1 5 sec után
>= 310 A	0	1	1	1 azonnal

3. táblázat: Perdülvédelem működése

A két motor áramát az új mozdonyvezérlőben is érzékeljük, és mint kiértékelt értéket (a nagyobbik áramot kiválasztva, és az áramkülönbséget) adjuk át a vezérlőkocsinak kijelzésre. Ílymódon a perdülvédelem részére is lehetségessé vált a számítógépes kiértékelés az eddigi relés védelemmel szemben pontosabban és rugalmasabban beállítható megszólalási értékek előnyével.

A perdülvédelem megszólalási értékeként a feltétlenül a fokozattól független 300 A-es érték lett specifikálva. A számítógépes vezérléssel azonban további lehetőségek nyíltak, és egy idő- és különbségi áram függő perdülvédelem lett kialakítva:

Az elpörgés intenzitásától függően a következő beavatkozások történnek:

1. A gyors FEL vezérlés tiltása, csak lassú FEL vezérlés lehetséges
2. A FEL vezérlés teljes lezárása
3. A perdülésgátló fék bekapcsolása
4. LE vezérlés

Az 1,2,3,4 beavatkozások időben lépcsőzve zajlanak, és akkor fejeződnek be, ha az elpörgés megállt, vagyis a különbségi áram a beállított értékek alá csökken.

A mezőgyengítési fokozatok fel és levezérlése közben a perdülésgátló különbségi áram határértéke megemelésre kerül.

A különbségi áramon alapuló perdülvédelem táblázatba foglalt működése: lásd 3. táblázat.

Az üzembhelyezés tapasztalatai:

A motorfordulatszám érzékelő alkalmazása helyett az áramösszehasonlítás adja a leggazdaságosabb megoldást a perdülés érzékelésére.

Az új mozdonyvezérlő üzembhelyezés első tapasztalatai igazolták az ismert rendszerhátrányokat: egy motor elpörgése normális fokozat felvezérlés során biztosan érzékelhető és így megakadályozható, ugyanakkor a gyors felvezérlés során bekövetkező együttes elpörgés nem uralható ezzel a módszerrel.

1. Elpörgési próba: egyedi motorelpörgés

Az elpörgés megfelelő beavatkozással megszüntethető volt. (4. ábra)

2. Elpörgési próba: együttes elpörgés

Csak a főmegszakító kikapcsolásával volt megszüntethető (5. ábra)

3. Elpörgési próba: Együttes elpörgés

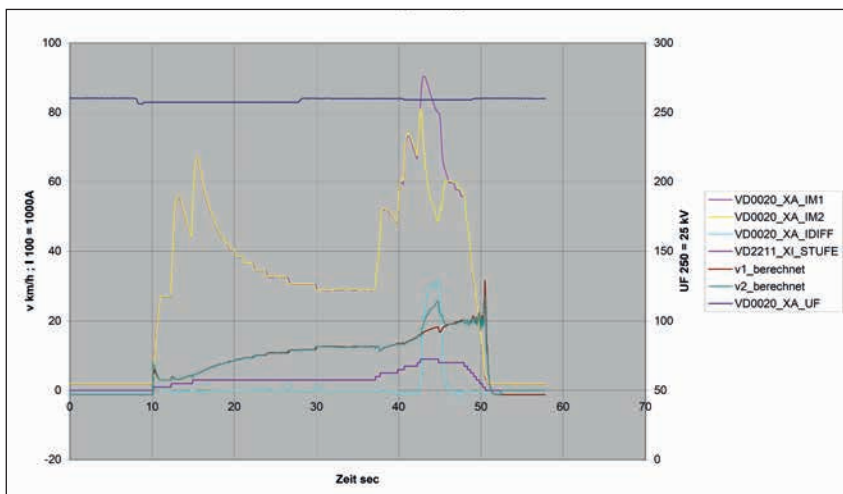
Csak a főmegszakító kikapcsolásával fejeződött be

4. Egyedi motoros elpörgés-védelem

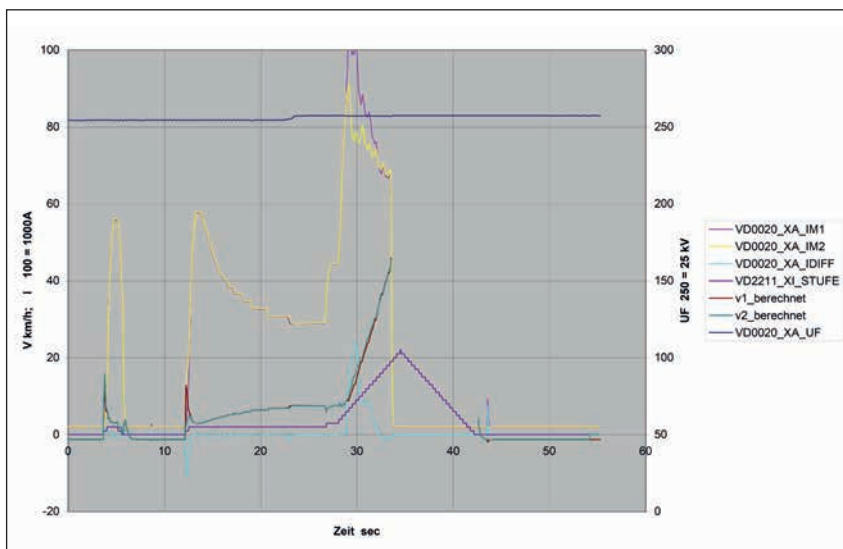
Az új számítógépes mozdonyvezérlés lehetőséget kínál fordulatszámérzékelő nélkül megvalósított egyedi motoros elpörgésvédelem megvalósítására, a vontatómotor feszültség és áram kiértékelésével kiegészített modell segítségével.

4.1 Vontatómotor jelleggörbék

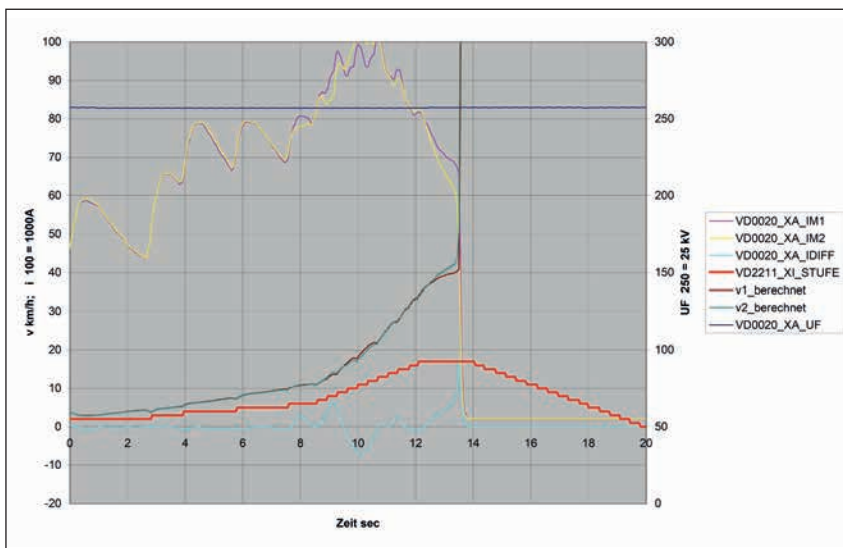
A vontatómotor modell elkészítéséhez először a motor jelleggörbék



4. ábra: egyedi motorelpörgés



5. ábra : Együttes elpörgés



6. ábra: együttes elpörgés, kis áramkülönbség mellett

becslés útján képeztük a mozdony adatokból:

- nagy állandó vonóerejű, tehát alacsony típuspontú, 2200 kW-os univerzális mozdony
- a transzformátor üresjárású feszültsége a 28. fokozatban 1400V; tipikus terhelésfüggő feszültségeséssel
- széles mezőgyengítési tartomány 4 fokozatban a méretezési 130 km/ó sebességig
- a mágnesesési jelleggörbén a motor órás árama tipikus helyen található

A jelleggörbék finomítását az üzembehelyezési mérések során a következő mért értékek segítségével hajtottuk végre a számítógépes vezérlésben:

- a vontatómotor áramát (IA) a motoráramváltó és elektronikus jelátalakító segítségével nyertük
- a hálózati feszültséget (Uf) a felsővezeték feszültség és elektronikus jelátalakító segítségével képeztük
- a motorfeszültséget (E1) indirekt úton, a fokozatkapcsoló állásából nyertük, a tényleges hálózati feszültség és terhelésfüggő feszültségesés alapján korrigált módon.
- gerjesztés nagysága (psi): indirekt úton, a mezőgyengítési kontaktorok kapcsolási parancsaiból, valamint az állórészáram lefolyásából számolva.

A sebességértékeket a mozdony menetregisztrálójából kiolvastva, eseményjelekkel illesztettük a számítógép diagramjába.

A vontatómotor statikus és dinamikus modellje a motorfordulatszám ill. sebesség számításához a motorjelleggörbékből, hosszú terhelési mérések tipikus mérési diagramjainak kiértékelése segítségével lett megalkotva. A statikus és dinamikus paraméterek meghatározásához lehetőséget nyújtottak az üzembehelyezések során a hosszú gyorsítások, különböző terhelésekkel, különböző felsővezeték feszültségek mellett, a fokozatkapcsoló és a mezőgyengítő

kontaktorok működése mellett végzett mérések.

4.2 A vontatómotor modell:

A mágnesezési jelleggöréből, valamint egy meghatározott fordulatszámnál (pl. 600 ford/perc) mért motor üresjárási jelleggöréből (f_{magn}) kiadódik egy meghatározott gerjesztőáramhoz (IE) egy adott vontatómotor kapocsfeszültség (E_o) (üresjárási feszültség, EMK).

(1) $E_o = f_{\text{magn}}(IE) \times no$; üresjárási feszültség jelleggörbe (no) referenciafordulatszámon

Amennyiben a motor kapocsfeszültsége, ill az üresjárási feszültség (E_1) kívülről adott, ugyanezen gerjesztőáramhoz (IE) a hozzá tartozó arányos fordulatszám ($n1$) az üresjárási feszültségek hányadosából számítható az alábbi módon :

(2) $n1 = no \times E1/E_o$; E

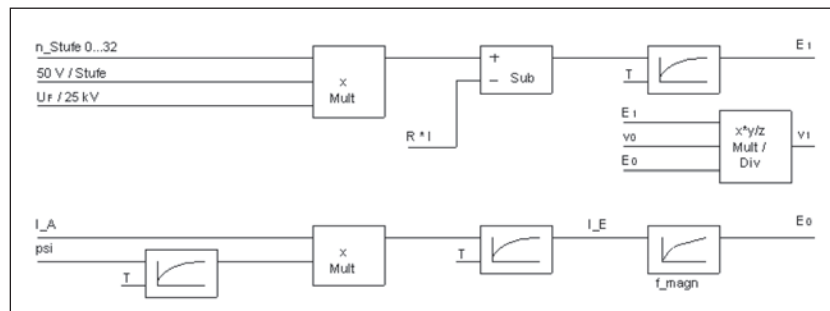
A modellben ($E1$) és (E_o) számítása a transzformátor mért fokozatából (N_{fok}), valamint a motor armatúraáramából (IA) és a mezőgyengítő fokozatból történik.

(3) $E1 = N_{\text{fok}} \times U_{\text{fok}}$;
 $N_{\text{fok}} = 0...32$; $U_{\text{fok}} = 50V$,
 $UF = 25 \text{ kV}$ felsővezeték feszültség mellett.

Ehhez még egy, a tényleges felsővezetékfeszültségtől (UF) függő $UF/25 \text{ kV}$ korrekció, valamint egy terhelésfüggő $I \times R$ korrekció is szükséges..

(4) $E_o = f_{\text{magn}}(IE) = f_{\text{magn}}(IA \times psi)$
 $psi = 1...ca 0,42$, a mezőgyengítési fokozattól függően
 f_{magn} = az $no = 600/\text{percnél}$ mért üresjárási jelleggörbe, mint paramétermező kerül a számítógépben rögzítésre.

Az (1)...(4) összefüggésekkel megkapjuk a komplett **statikus vontatómotor modell**t.



7.ábra: A dinamikus modell hatásvázlata

(5) $n1 = no \times (N_{\text{fok}} \times U_{\text{fok}} - \Delta U) / f_{\text{magn}}(IA \times psi)$;

A fokozatkapcsoló és a mezőgyengítő kontaktorok kapcsolási folyamatait is figyelembe lehessen venni, tovább kell fejleszteni egy **dinamikus modell**é a 7. ábrán látható módon.

A t időállandóval az alábbiak jellemezhetők:

- az előírt $E1$ motorfeszültség a fokozatugrások csillapításával
 - az armatúraáramból (IA) számított (IE) gerjesztőáram a mezőgyengítés során
- a kiegyenlítő folyamatok figyelembevételével.

A gerjesztési szint (psi):
 növekvő mezőgyengítéssel megnövelt időállandó jár együtt (törés a görbében)

A gerjesztő áram (IE): a armatúraáram késése, hiszen a mezőgyengítés induktivitása kisebb a főpólus induktivitásánál

4.3. A vontatómotor modell felhasználása – a mérési diagramok kiértékelése

Első felhasználása a Bombardier által üzembehelyezett V43-3187 mozdonyon végzett mérések során történt 2007 novemberében:

Ezzel a dinamikus modellel, melyet a V43-3187 psz. mozdony mért jeleinek segítségével hoztunk létre, magukat a méréseket értékeltük ki. Különösképpen a elpörgésvédelem vizsgálatához történt mérések mutatják, hogy a modell a fokozatok felkapcsolásánál megbízható sebességjellet szolgáltat. Ld. A 4,5,6 ábrákat.

A MÁV-Északi Járműjavító Kft. végezte a V43-3220 psz. mozdonyon 2008 májusában a véglegesen illesztett szoftverrel a további méréseket.

A véglegesített számítógépes modell azóta a mozdonyokon már telepítve lett, igaz ugyan, hogy még az ezzel megoldható egyedi motoros elpörgésvédelmi funkció nélkül, csak az áramkülönbség alapon működő perdülegsgátló teljesértékű üzembehelyezésével.

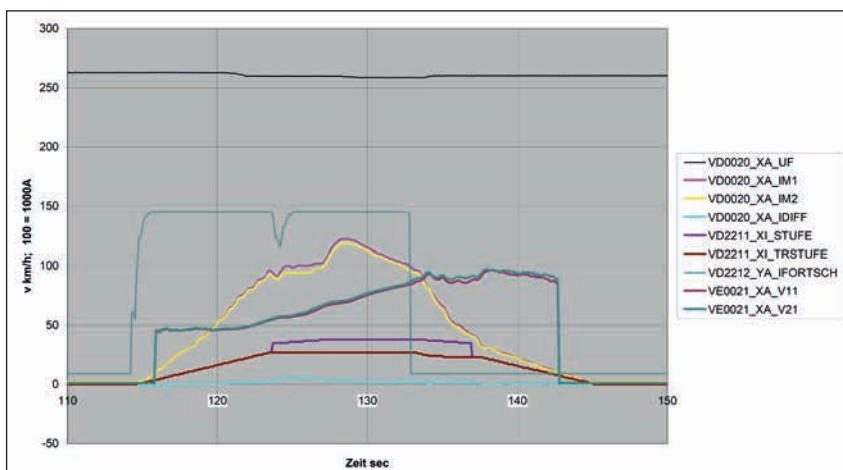
A MÁV-Északi Járműjavító Kft. a mérési diagramokat ugyanazzal a Bombardier-eszközzel vette fel, melyet az üzembehelyezések során használtunk, azonban ezek a diagramok már a motorsebeségeket is tartalmazzák. (8., 9. ábra)

4.4 A perdülegsvédelem reakciója

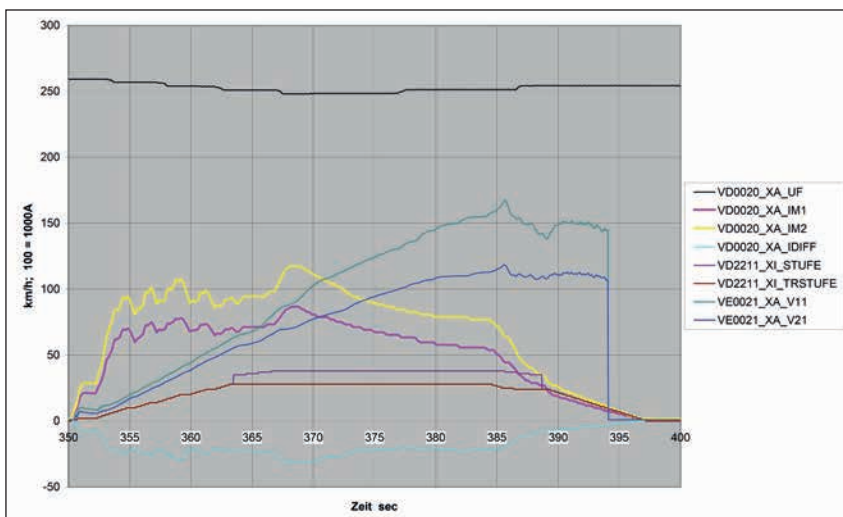
Az elpörgés kritériuma az, hogy a kerékkarimán fellépő vonóerőhöz képest a motorfordulatszám valószínűtlenül nő, vagy a gyorsulás nem valószínű értékű. Az elpörgésvédelem válasza ugyanúgy, mint az áramkülönbségen (ΔI) alapuló védelemnél:

- lassú fokozat felvezérlés
- a felkapcsolás tiltása
- a perdülegsgátló fék alkalmazása
- fokozatok visszavezérlése

A jelenlegi, áramkülönbség alapú elpörgéserzékelés a MÁV döntése alapján egyelőre megmaradt. Az egyes motorok sebességértékének képzése segítségével egy további, egyedi motoros elpörgésvédelem valószínűsíthető meg. Ilyenkor minden egyes vontatómotor egyedileg felügyelhető, ami azt jelenti, hogy:



8. ábra: Gyorsítás a V43-3220 psz. mozdonnyal 45 km/h -ról 95 km/h-ra



9. ábra Gyorsítás a Lok V43-3220 psz. mozdonnyal 0-ról 120 km/h-ra
Az 1-es motor elpörgését egy kiegészítő lezáróellenállással
szimuláltuk az 1-es motor áramváltó kimenetén.

- selejtezett üzemben, egy motorral is működik az elpörgésvédelem
 - van elpörgésvédelem akkor is, ha mindkét motor szinkronban pörög el
 - a motorok közötti jelleggörbeeltéréseknek nincs hatása, hiszen nincsen szükség a két motor közötti fordulatszám összehasonlítására
- Az üzembehelyezett V43-3000 sorozatú mozdonyok új, számítógépes mozdonyvezérlője a MÁV által támasztott követelményeket teljesíti és az üzemben bizonyítottan magas üzemkészséggel végzi feladatát.

A mozdony átalakítása miatt szükséges módosított típusengedélyhez az alkalmazott, a fentiekben ismertett számítógépes vezérlő rendszer

szoftwerjére az Alkalmassági Tanúsítványt a Budapesti Műszaki Egyetem, mint kijelölt független minősítő szervezet kiállította.

Irodalom

- (1) Thomas Hofmann: Modernisierung von Lokomotiven mit Zeitmultiplexer Wendezug-Steuerung. Elektrische Bahnen 9/2008

Imri János

Megfelelőségértékelési szakértő

A Mechwart András Ipari Szakközépiskolában Vasúti Járműszerelő szakmát és érettségi vizsgát tett 1985-ben, majd a Győri Széchenyi István közlekedési és Távközlési Műszaki Főisko-

la vasútépész szakon Üzemmérnöki oklevelet szerzett 1988-ban.

1991-ben megszerezte a MÁV Felsőfokú Vontatási Vizsgát, majd a MÁV Vontatási Főnökség Budapest Keleti pályaudvar Fűtőházában kezdte meg vasúti pályafutását. Végig járva a vasúti ranglétrát a közel 28 év alatt több pozícióban dolgozott a MÁV kötelékében: villamosmozdony és személykocsi karbantartás, fejlesztés, üzemeltetés, valamint a vasúti vendéglátás területein Reszortos munkakörtől a Központvezető pozíciókig. Résztvett a RES – rendkívüli Események adatgyűjtő program továbbfejlesztésében, valamint az MFB – mozdonyfedélzeti berendezés, AVR-TODO – cseppmentes üzemanyagvételezési rendszerek kiépítésében, a ZWS járműtávvezérlési rendszer honosításában. A MÁV Utasellátó szervezeténél töltött közel 13 év alatt lehetősége adódott a járműbeszerzési, fejlesztési, forgalmi és a nemzetközi közlekedés eseménykezelés megismerésére, valamint a külföldi katasztrófavédelmi oktatások megtartásában, külföldi vizsgáztatások lebonyolításában is. 2017-től KTI Közlekedéstudományi Nonprofit Kft.-ben vasúti tanúsítási szakértőként (RST, CCO), Auditorként, majd 2021-től 2024-ig a Kockázatkezelést Értékelő iroda (AsBo) vezetőjeként, majd 2024-től vezető szakértőjeként, megfelelésértékelési szakértőként tevékenykedik. Több vasút szakmai és vasútbiztonsági projektben szakértőként tevékenykedik. Több hazai és nemzetközi testület (EU-AsBo, NB-RAIL, VMB CCO/OPE/CCS&RISC, MMK, BKIK, KTE) munkacsoportjának aktív tagja. A hazai szakképzésekben több mint 15-éve Vizsgaelnökként és Vizsgafelügyelőként is tevékenykedik.

Rácz Máttyás szakmai életútja a Vasútépészet 2024. 1. számában olvasható:

vasutgepeszet.hu/wp-content/uploads/vasutgepeszet_2024_1-11-racz.pdf