



Kóródi Lajos
Fejlesztőmérnök
MÁV Rt. Fejlesztési és Kísérleti Intézet

V63 sorozatú villamos mozdony vontató-motorok vizsgálata

Összefoglaló:

A V63 sorozatú mozdonyok üzemeltetése során a Tc. 701 típusú vontatómotorok marokágyainál az utóbbi 4-5 évben feltűnő gyakorisággal fordulnak elő villamos ívhúzásra utaló hibák. A siklócsapágyazás fehérfém bevonatának megbomlását valószínűleg a vontatómotor állórészén ismeretlen okból megjelenő, ismeretlen nagyságú, és lefolyású feszültség hatására átfolyó áram erodáló hatása okozza.

A megszüntetésre törekvő különböző kezdeményezések, mint a földelőlánc kialakítás javítása, a motorok semleges vonalba való beállítása, a tekercs ellenállások kimérése, a fő- és segédpólus geometriai méreteinek fokozott ellenőrzése, és a többi, nem vezettek eredményre. A további hibafeltárás érdekében a MÁV Északi Járműjavító Kft. a motorok ezirányú mérését a MÁV Rt. Fejlesztési és Kísérleti Intézettől rendelte meg. A vizsgálatokat az intézet 2004. március hóban elvégezte. A cikk e vizsgálatok megállapításait, eredményeit foglalja össze.

1. A mérések célja, a mérendő mennyiségek meghatározása

A mérések során arra kerestünk választ, hogy a Tc. motor állórésze, és a kerékpár tengelye között jelentkező feszültség-terhelés lökésszerű, vagy állandó jellegű. Vizsgáltuk a mérhető feszültség lefolyását, valamint azt, hogy az milyen frekvenciájú elemeket tartalmaz. A kutatások kiterjedtek arra, hogy álló motor esetén a főáramkörben történt kapcsolások esetén indukálódik-e feszültség a két pont között.

A fentiek ismeretében meghatároztuk a mérendő mennyiségeket, amelyek a következők:

- Feszültség a Tc. motor állórésze, és a hozzátartozó kerékpár tengelye között,
- Tc.motor feszültsége
- Tc. motor árama
- Külső gerjesztőtekercs feszültsége

- Külső gerjesztőtekerecs árama
- Tc. motor fordulatszám.

Technikai okokból a soros motor feszültsége helyett az armatúra feszültségét mértük.

2. A vizsgálandó jármű kiválasztása

A mérőrendszer összeállítása előtt kiválasztottuk a mérendő járművet. Ennek meghatározására 2004. február 12-én megbeszélést hívtunk össze az Intézet Múzeum utcai központjában. Ott a megrendelő MÁV Északi Járműjavító képviselőin kívül megjelent a MÁV Rt. Gépészeti Üzletág, valamint a ferencvárosi, és a dombóvári Fenntartási műhely képviselője. A megjelentek egybehangzó véleménye az volt, hogy célszerű budapesti járművet kijelölni.

Ez alapján a mérések a V63 -138 psz. mozdonyon történtek. A vizsgálat előtt a műhely elvégezte a marokágyak olajainak foltpróbával történő ellenőrzését. Az olajak a 3. Tc. kivételével igen szennyezettek voltak. A 3. sz. marokágyban viszont fémszemcsére utaló nyomokat találtunk. Az információk alapján úgy döntöttünk, hogy a méréseket az 1, 2, és a 3. Tc. motor esetében végezzük el. Adataikat az alábbi táblázat tartalmazza:

Tc.	Gyári száma	Beépítés dátuma
1.	399666	2001.07.23.
2.	389997	2001.07.23.
3.	389988	2001.08.16.

3. A mérőrendszer összeállítása

A mérendő mennyiségek ismeretében összeállítottuk a mérőrendszert. A Tc. motor állórésze, és a kerékpár tengely között ébredő feszültség vizsgálatához mérőpontokat határoztunk meg. A "melegpont"-ként a motor állórészen, a marokcsapágy olajbeöntő nyílás fedelét záró csavar rögzítő láncának fülét jelöltük ki, mivel ez azonos elektromos potenciálon van a marokcsapággal. Ezt mind a három TC. esetében kiépítettük. "Hidegpont"-ként az 1. sz. kerékpár tengelysönt rögzítő csavarját határoztuk meg. A mérés idejére a söntöt eltávolítottuk. A 2. és 3. Tc. esetében ilyen pontot nem jelöltünk ki, mivel az 1., 2. és a 3. kerékpár a kerék-sín kapcsolat révén azonos potenciálon vannak. Ellenőriztük a kerék-sín kapcsolat átmeneti ellenállását, hogy az esetlegesen nem befolyásolja-e a mérés pontosságát. A mért értéket a mérési hibaszázalék szempontjából elhanyagolhatónak ítéltünk meg.

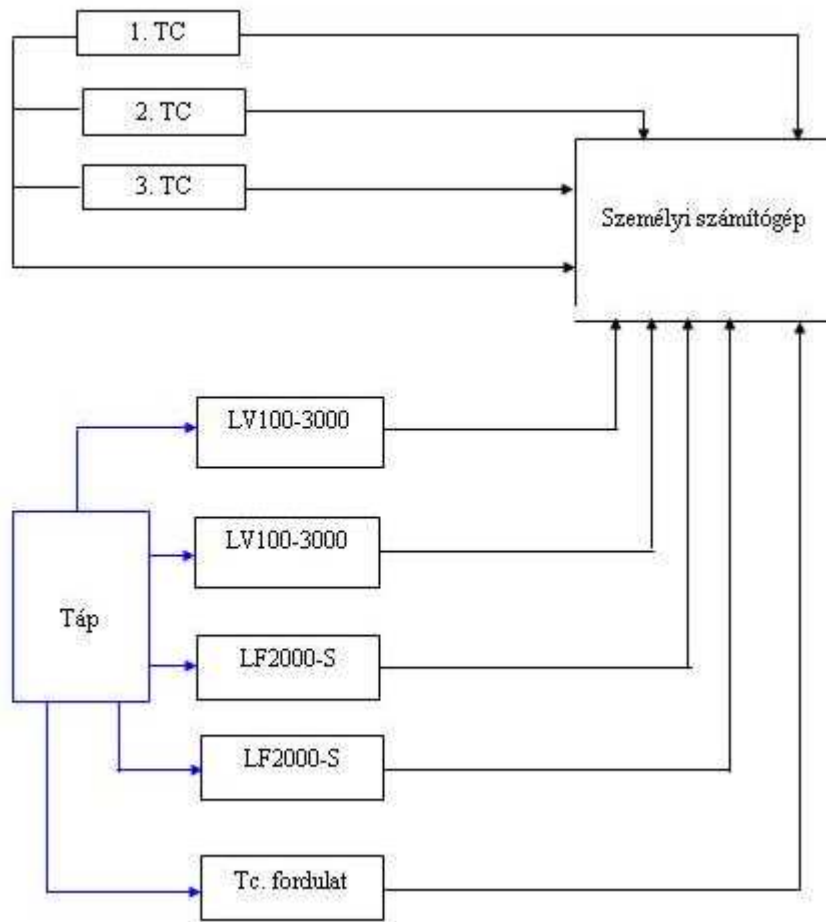
Az armatúra feszültséget a LEM által gyártott LV100-3000, a gerjesztőkör feszültségét pedig az LV100-150 típusú feszültségváltóval mértük. Ezeket a váltókat a Tc. motor kivezetéseire telepítettük.

Az áramok mérésére szolgáló jelet szintén LEM gyártmányú, LF 2000-S típusú áramváltók szolgálták. A főáramkör esetében ezt az egyenáramú áramváltó mellett, a külső gerjesztőtekerecs esetében pedig a Tc. motor kivezetéseinél telepítettük.

A motor fordulatszámát a kerékpárra szerelt optoérzékelővel mértük. A mérést egy általunk fel nem fedezett zavar erősen befolyásolta, így az értékek csak a fordulatszám tendenciáját érzékeltették.

A beérkező jeleket számítógépen rögzítettük, illetve dolgoztuk fel. Felhasználói szoftverként a DASYTEC (USA) által forgalmazott DASYLab (Data Acquisition System Laboratory) rendszert alkalmaztuk.

A fentiek alapján a mérőrendszer elvi felépítése a következők szerint alakult:



1. ábra Folyamatábra

4. A mérések menete

A már említett megbeszélésen elhangzottak alapján a méréseket három lépcsőben végeztük el:

- A marokágy csapágy, és a kerékpár tengely közötti átmeneti ellenállás vizsgálat
- Vizsgálatok álló helyzetben
- Vizsgálatok próbamenettel
- Vizsgálatok közlekedő vonatban

4.1. Átmeneti ellenállás vizsgálat

A V63 sorozatú mozdonyok vontatómotor marokágy csapágyazása kényszerkenésű. A kenőszivattyú hajtását a kerékpártengelyre szerelt fogaskerék biztosítja. Ennek megfelelően a mozdony álló helyzetében a marokágy a tengelyre fekszik, az elemek között fémes kapcsolat van. A jármű sebességének növelésével ez a kapcsolat megszűnik, mivel az érintkező felületek közé a kerékpár hajtotta szivattyú kenőolajat présel, azaz a felületeket olajfilm választja el, amely ellenállása jóval nagyobb, mint az előző állapotban mérhető érték. A méréssorozat kezdetén ezeket az ellenállás értékeket mértük meg. Először a jármű álló helyzetében végeztünk ellenállásmérést a "meleg"-, illetve a "hidegpont" között. Ezután a mozdonyt felgyorsítottuk kb. 100 km/h sebességre, az áramszedőt leengedtük, majd ismételt mérést végeztünk a két pont között. A kapott értékeket az alábbi táblázat tartalmazza (Az álló helyzetben mért ellenállások a mérőkábelek soros ellenállását reprezentálják):

Tengely	v = 0 km/h	v ~ 100 km/h
R	(Ohm)	(Ohm)
1.	~ 1,5	~1200
2.	~1,5	~1500
3.	~2,5	~10-20

A 3. tengelyen mérhető kis ellenállás értékek valószínűleg az alább felsorolt három ok valamelyikére vezethetők vissza:

- A foltpróbán tapasztalt fémszemcsék arra engednek következtetni, hogy a csapágy, és a tengely között az olaj szennyezettsége (fém tartalma) miatt minden mozgásállapotban többnyire fémes kapcsolat van. (Az olajteknő alján esetlegesen felgyülemllett iszapot azonban nem állt módunkban ellenőrizni.)
- Esetleg a Tc. kisfogaskerék, és a kerékpár nagyfogaskerék között olyan szoros illesztés van, hogy azok között nem tud folyamatos olajfilm kialakulni, ezért az állórész a forgórész csapágyazáson, forgórész tengelyen, a kis és nagy fogaskerekeken keresztül besöntöl. (Ebben az esetben azonban a beépítés óta jelentős fogaskerékkopásokat kellene tapasztalni.)
- Vagy a Tc. motor állórésze általunk fel nem fedezett helyen és módon be van söntölve. (A motor szemrevételezése során azonban ilyen kábelt nem láttunk.)

Az esetek közül megítélésünk szerint az első a legvalószínűbb. A három feltételezésünk valamelyikének igaz voltát azonban a további mérések eredményei mindenképpen megerősítették. A 3. Tc. motor esetében ugyanis a "meleg"-, és a "hidegpontok" között gyakorlatilag feszültséget nem tudtunk mérni, ami folyamatos áramvezetésre utalt. Ezért a pontok között áramot mértünk, amely érték 0-60 mA között változott, ám ezt folyamatosan nem rögzítettük. Így a továbbiakban a 3. Tc. motor vizsgálatával felhagytunk.

4.2. Vizsgálatok álló helyzetben

Ebben az esetben azt mértük, hogy a jármű álló helyzetében a főáramkörben végzett kapcsolási műveletek során tapasztalható-e jelek a mérőpontok között. Az adatokat a főmegszakító be- illetve kikapcsolása, valamint -bekapcsolt főmegszakító mellett - a menetkontaktorok be- és kikapcsolása mellett rögzítettünk. Ezekben az esetekben azonban a "meleg"-, és "hidegpontok" között nem volt mérhető feszültség. (Ez azonban természetes, mivel a marokágy, és a kerékpár tengely között ebben az állapotban rövidzár volt.)

4.3. A vizsgálatok próbameneten.

2004. március 17-én a vizsgálatokra kijelölt járművel próbamenetet végeztünk Bp. Ferencváros és Bicske között. A menet során a V63 - 138 és a V63 - 143 psz. mozdonyok együttesen közlekedtek az alábbi üzemmódban:

- Oda úton a V63 - 143-es előfogatolta a másik járművet, úgy, hogy az első mozdony vontatott, a hátsó fékezett
- Visszaúton a V63 - 138 psz. gép töltötte be a vonómozdony szerepét

Méréseket végeztünk az alábbi üzemállapotokban:

- A V63 - 138 psz. mozdony 0-140 km/h sebességtartományban leeresztett áramszedővel haladt, miközben a vonómozdony vontatta
- A V63 - 138 psz. mozdony 0-140 km/h sebességtartományban haladt féküzemben, miközben a vonómozdony vontatta
- A V63 - 138 psz. mozdony 0-140 km/h sebességtartományban vonómozdonyként üzemelt
- A V63 - 138 psz. mozdony 0-140 km/h sebességtartományban felengedett áramszedővel, bekapcsolt főmegszakítóval, kikapcsolt menet kontaktorokkal haladt, miközben vonómozdony vontatta

Azt már megállapítottuk, hogy a jármű álló helyzetében a mérőpontok között nem mérhető feszültség (lásd 4.2. pont). Akkor, amikor a mozdony megindult, és a sebessége növekedett három esetet különböztettünk meg:

- a.) Amennyiben a járművet leeresztett áramszedővel vontatták kb. 1 kHz-s tartományban tapasztaltunk jeleket
- b.) Ha a jármű sebességének növelése úgy történt, hogy a vontatómotorok áramot vettek fel - legyen az féküzem, vagy vontatási üzem -, a Tc. motor felfüggesztéséből adódóan nekifeszült a marokcsapágyon keresztül a kerékpár tengelyének. A marokágy, és a tengely összefeszülése a 4.1. pontban mért átmeneti ellenállásokat eredményezte, azaz áramvezetés jött létre. Amint a jármű sebessége növekedett, a marokágy szivattyúk egyre több olajat kíséreltek meg a felületek közé préselni. Ilyenkor az átmeneti ellenállás értéke függött a vontatómotor árama változásának meredekségétől (gyorsulás nagyságától). Nagy áramok esetén jóval kisebb olajfilm, azaz ellenállás alakult ki, és viszont. Ebben az esetben tehát a mérőpontok között az átmeneti ellenállástól függő feszültséget mérhettünk. Abban az esetben, ha a mozdony $v > 0$ km/h állandó sebességgel közlekedett, a folyamatok természetesen hasonló módon játszódtak le.
- c.) Amennyiben a jármű sebességének növelése úgy történt, hogy a vontatómotorok nem vettek fel áramot, az előzővel ellentétes folyamatok játszódtak le. A súrlódó felületek között a sebesség növekedésével arányosan egyre "vastagabb" olajréteg alakult ki. A növekvő olajfilm egyre nagyobb átmeneti ellenállást eredményezett. Az ellenállás növekedésével a meleg"-, és "hidegpontok" között mérhető feszültséget tapasztaltunk. A feszültség nagysága, lefolyása változó mértékű volt. A feszültség azonban általában periódusos lefolyású volt. amelyet különböző kisülési folyamatok tarkítottak. Jellemző frekvenciák az 50, és 100 Hz, azonban a jeleket 5 kHz-ig rögzítettünk. A kerékpár tengelye, és a marokágy erodálódását gyakorlatilag az említett kisülések okozhatják.

A leírt folyamatok jellemző egy-két pillanatát az írás végén található ábrák szemléltetik. (2. és 3. ábra)

4.4. Vizsgálatok közlekedő vonatokkal

Ezekre a mérésekre 2004. március 18-án került sor. A V63 - 138 psz. mozdony oda útirányon az 510, visszafelé az 5013 sz. vonat továbbította Budapest - Miskolc - Budapest viszonylatban. E vizsgálatok alatt az alábbi esetekben végeztünk adatrögzítéseket:

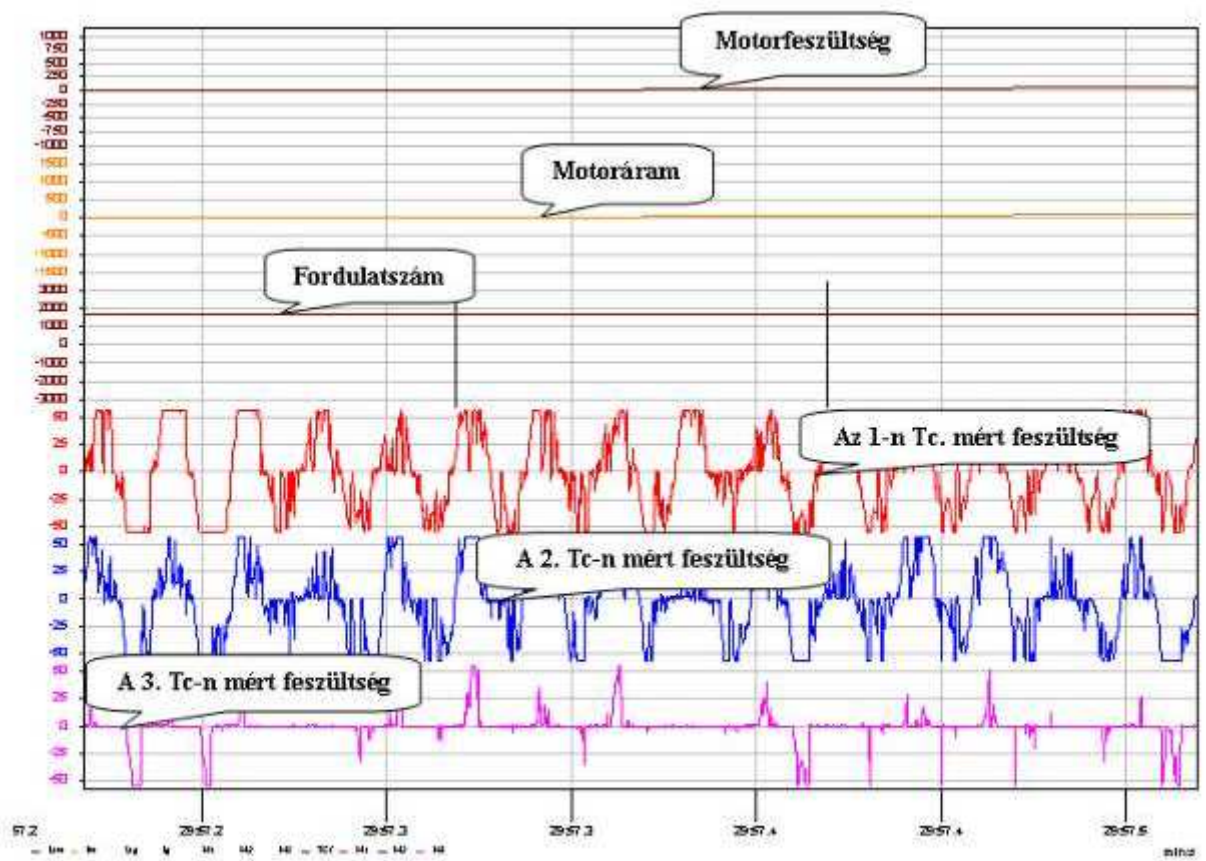
- Gyorsítási folyamatok
- Lassítási folyamatok
- Sebességtartási folyamatok
- Árammérések a mérőpontok között

Az első három esetben hasonló jelenségeket tapasztaltunk, mint a 4.3. pont a-c.) szakaszaiban. A negyedik esetben a "meleg"-, és "hidegpontokat" lezártuk 0, 2, illetve 20 Ohm értékű ellenállásokkal. Ekkor azt vizsgáltuk, hogy milyen nagyságú áram folyhatna a csapágyon keresztül, ha a kenőolaj által képviselt ellenállás éppen a lezáró ellenállással megegyező értékű lenne.

5. Összegzés

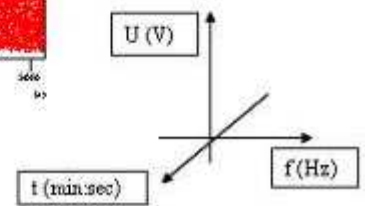
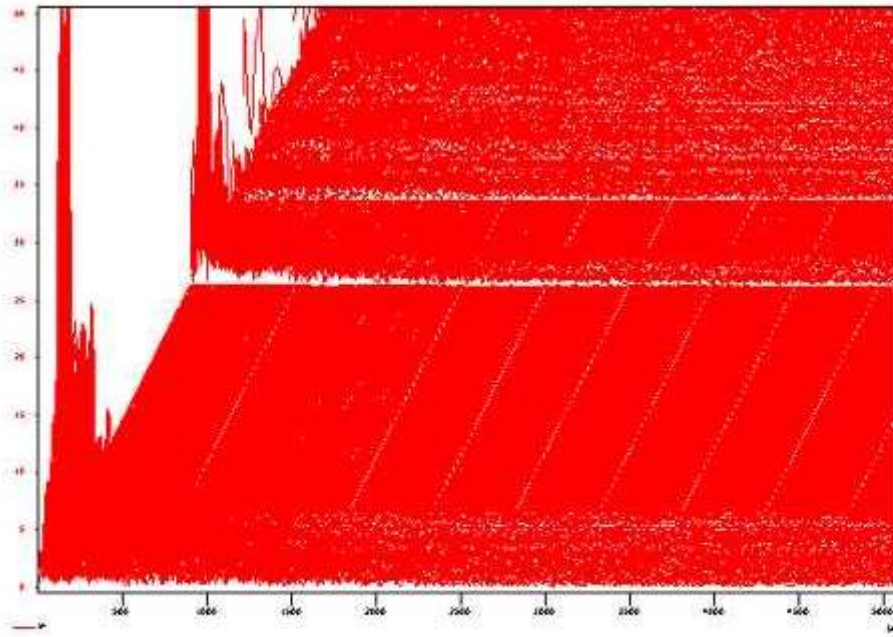
A MÁV Északi Járműjavító Kft. megrendelésére 2004. március 16-18. között a V63 - 138 psz. mozdonyon Tc. 701 típusú vontatómotorok marokágy környezetében villamos méréseket végeztünk. A vizsgálatokkal arra a kérdésre kerestünk választ, hogy milyen nagyságú, lefolyású feszültség jelentkezik a marokágy csapágyfém, és a kerékpár tengely siklófelülete között. A mérésekről kb. 5 óra időtartamnak megfelelő mennyiségű adathalmazt rögzítettünk. A vizsgálatok során rögzítettük a Tc. motor állórész, és a kerékpár tengelye között mérhető feszültséget. Eközben figyelemmel kísértük az armatúra áramát és feszültségét, a külső gerjesztőtekercs áramát és feszültségét, a Tc. motor fordulatszámát. A méréseket vontatási és féküzemben egyaránt elvégeztük.

A vizsgálatok alapján arra lehet következtetni, hogy a marokágyon, illetve a tengelyen jelentkező erodáló hatás a mérőpontok között kialakuló változó amplitúdójú, periodikus lefolyású feszültségből adódik, melyet változó intenzitású kisülések tarkítanak. A mért feszültség függ a motoráram nagyságától és a kenési viszonyoktól. A kisülések gyakorisága arányos a feszültség nagyságával és a kenés során keletkezett olajfilm vastagságával. A feszültség forrásának kiderítése - jelen mérések adatai alapján - egy külön vizsgálat tárgyát képezheti.



A mérés egy pillanata.

2. ábra A mérés egy pillanata



Az 1. Tc. motor a feszültség, idő, és a frekvencia függvényében

3. ábra Az 1. Tc. motor a feszültség, idő, és a frekvencia függvényében.



4. ábra A MÁV V63 - 138 psz. villamos mozdonya

A cikkhez tartozó valamennyi ábra a Vasútgépészet szaklapban megtekinthető.