

Intelligens mérőrendszerek fejlesztése

MARKÓ JÁNOS,
MIHÁCSI VIKTOR

Jelen cikkünk a Vasúti Vezetékvilág 2020/1 számában megjelent Ringer Csaba, Szűcs Attila: Intelligens mérőrendszerek fejlesztése a PowerQuattro Zrt.-nél című cikk folytatása. A megvalósított mérőrendszerek különféle teljesítményelektronikai átalakítók automatikus bemérése, illetve – meghibásodás esetén – javítási folyamatait kívánják elősegíteni a méréshez felhasznált idő, energia és a szükséges eszközanyag optimális felhasználásával és a mérési eredmények dokumentálásával. Sok helyen szükségessé válhat a sorozatban gyártott termékek gyártásközi és végső bemérésének automatizálása. A gondolat megvalósítása lényegében egy speciális CNC felépítés, amiben a vezérlést egy PC végzi, a megmunkáló gép pedig egy „bemérő pad”. A bemérő pad már elkészült, a feladat a mérőautomata programozása, amelyet ebben a cikkünkben ismertetünk. Mivel minden gyártott berendezés típus más bemérést kíván, célszerűen egy olyan univerzális eszközt kellett készíteni, amivel a mérési folyamat leírható és végrehajtható. Ez az eszköz nem más, mint egy számítógépen futó mérésvezérlő szoftver és célorientált programnyelv a maga fordítóprogramjával és interpreterével, mellyel a jelen cikk második felében fogunk foglalkozni.

Elsőként bemutatásra kerülnek a mérőrendszer mintavevő és beavatkozó egységei, majd a mérőrendszerhez kifejlesztett kezelőszoftver és az automatikus mérés programnyelve, illetve egy konkrét mérési folyamat leírása.

A szoftver fejlesztése során kitűzött céljaink a következők voltak:

- Univerzalitás: a kezelőszoftver grafikus felületének segítségével képesek legegyszerűbben teljesítményelektronikai átalakítók manuális vizsgálatára, tetszőleges típusú mérendő modul tápláló konverter paraméterezésére, tetszőleges típusú terhelő konverter paraméterezésére, illetve a mérendő modul saját méréseinek megjelenítésére, ha az rendelkezik kommunikációs porttal. Továbbá egy mérési folyamatot leíró univerzális programnyelv megvalósítása, mely jól meghatározott és automatikus módon képes a teljes bemérési folyamat levezénylésére a minimális szükséges kezelői beavatkozás mellett.
- Adatgyűjtés: szeretnénk a lehető legtöbb adatot kinyerni és eltárolni a mérési

si folyamatról és a mért berendezésről egy későbbi esetleges statisztika készítése céljából.

- Egyszerűsített jegyzőkönyv formátum: a mérőrendszer a mérési folyamat végén az előírt egységes formátumú jegyzőkönyvet automatikusan és hiteles módon hozza létre, melyet át lehet adni az ügyfelek részére.

A mérőrendszer és a működtető szoftver tervezésekor látszott, hogy szükséges kifejleszteni néhány kiegészítő modult a mérés automatizálásának érdekében. Ezeket a CONTUPQ egységben helyeztük el, mely az 1. ábrán látható.

A CONTUPQ egység moduljai

A legfontosabb modul ezek közül az analóg mérőmű, melyet a Texas Instruments MSP430F67791 típusú többfázisú mérő DSP-jével valósítottunk meg, melynek lelké a beépített 24 bites sigma-delta analóg-digitális átalakító, amelynek pontossága jobb, mint 0.1%, ezért kielégíti a mérőrendszerrel kapcsolatos kalibrációs elvárásokat. Egy ilyen mérőmű 7 analóg csatorna mintavételezésére alkalmas, szigetelt USB porton keresztül csatlakozik a mérőrendszerbe beépített számítógéphez (VIZSLA-PC, 2. ábra) és jelenleg az alábbi mérési eredményeket szolgáltatja: effektív érték, minimum érték, maximum érték, grafikusan megjeleníthető jelalak, teljesítményszámítás, hatásfokmérés. Ebből a mérőműből igény szerinti darabszámú építhető be a mérőrendszerbe. A mérendő modulok analóg méréseit ennek a mérőműnek a segítségével kalibráljuk be. A mérőrendszer további kiegészítő modulja a digitális ki/bemeneti adatgyűjtő modul, amely akár 124 db kontaktus bemenet feldolgozására és 32 db jel-

fogó kimenet meghajtására alkalmas. Ez az egység optikai szálal leválasztott CAN-buszon keresztül tartja a kapcsolatot. A mérőrendszer moduljai (NETUPQ, INPUPQ, LODUPQ) mind optikai szálal leválasztott CAN-buszon tartják a kapcsolatot. Ahhoz, hogy ne kelljen ennyi optikai szálal közvetlenül a VIZSLA-PC-hez illeszteni, a CONTUPQ modulban egy saját fejlesztésű optikai repeater egység került elhelyezésre, melyhez csatlakoznak a különböző optikai szálak, illetve egy optikai CAN-busz/USB átalakító. Ennek az átalakítónak az USB portja kapcsolódik a VIZSLA-PC-hez. A VIZSLA-PC egy teljes értékű, nagy teljesítményű kis helyigényű számítógép, mely önálló modul és szintén beépül a mérőszekrénybe. Feladata a mérő szoftver futtatása a kiszolgálóról, kapcsolattartás a mérőrendszer moduljaival, jegyzőkönyvek továbbítása a központi szerverre, hibajavítás esetén dokumentációk, segédletek megjelenítése.

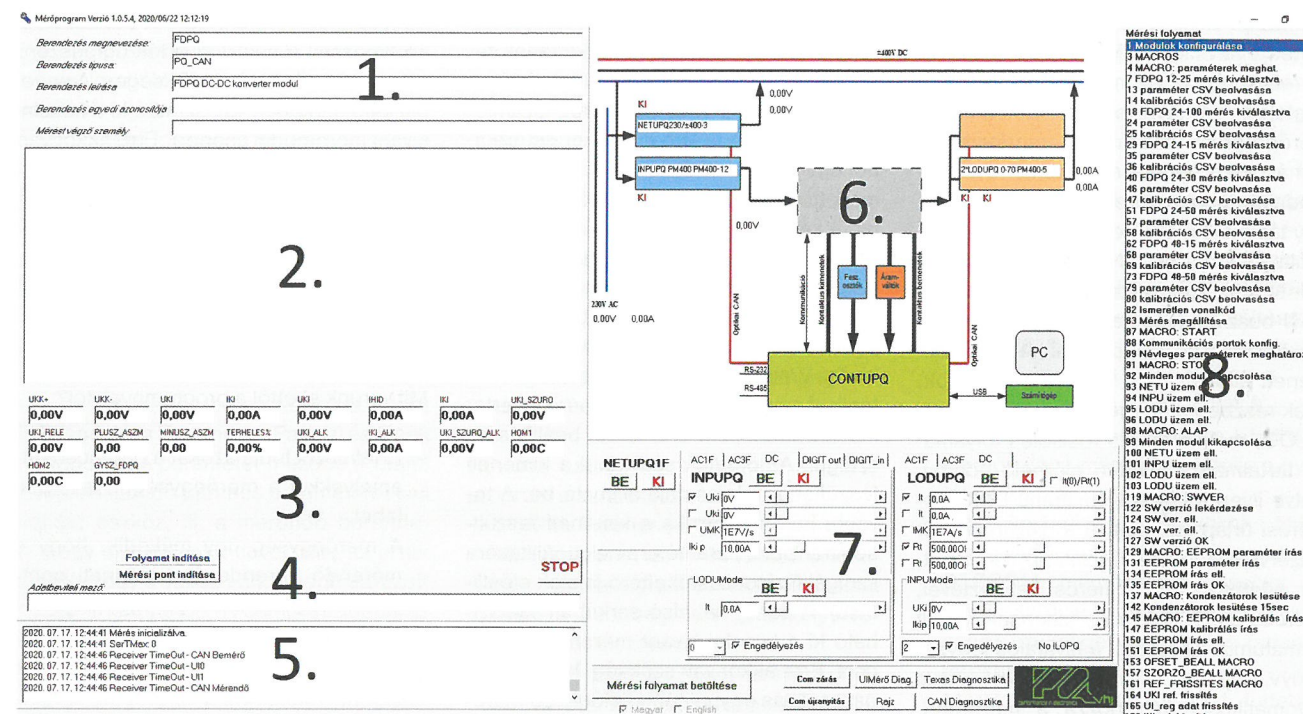
A mért modulok kalibrálásának megkönnyítéséhez – amennyiben azok mikrokontroller vezérlésűek – kiegészítettük azok szoftverét egy automatikus ofszetelő és meredekség beállító programrésszel, mely nagyban gyorsítja a mért modulok kalibrálását a mérőmű segítségével. Az automatikus mérés megkezdése előtt szükséges tudni, hogy a mért modul megfelelően van-e összeszerelve. Ezt sem szeretnénk 100%-ban manuálisan véghezvinni, ezért a digitális vezérléssel ellátott moduljaink szoftverét kiegészítettük egy önteszt funkcióval, melyet a mérőrendszer képes aktiválni, így a névleges bemeneti feszültség kb. 10%-nál a mért modul a mérőrendszer segítségével le tudja tesztelni a saját félvezetőit szakadásra, rövidzárlatra, funkcionális működésre, továbbá le tudja tesztelni a mért modulban alkalmazott feszültségváltók helyességét, az



1. ábra: CONTUPQ egység



2. ábra: VIZSLA-PC rack előlap részlete



3. ábra: A mérőprogram felülete

áramváltók, sőtök működőképességét és polaritásának megfelelőségét. Miután az önteszt eredménye sikeres, a mért modul bemérésre bocsátható a VIZSLA-PQ mérőrendszerrel.

A mérőprogram

A grafikus felülettel rendelkező mérőprogram fő funkciói a következők:

- A mérési feladatot leíró állományok beolvasása és feldolgozása. Az állományok feldolgozása több lépcsőben történik. Első lépésként meghatározza és lefoglalja az adott feladathoz szükséges adatstruktúrákat (inicializálás). Második lépésként beolvassa a vezérlő állományokat és feltölti az adatstruktúrákat (előfeldolgozás). Harmadik lépésként szintaktikusan ellenőrzi a beolvasott parancsok helyességét és kiegészíti az adatstruktúrákat, hogy a futtatás minél kevesebb időt vegyen igénybe.
- Az így feldolgozott mérőprogram futtatása.
- TEXAS és MICROCHIP mikrokontroller alapú berendezésekkel való kommunikáció soros vonalon és CAN-buszon.
- Grafikus vezérlő elemek kezelése, kapcsolattartás a kezelővel.

A mérőrendszert működtető VIZSLA-PC-n futó mérőprogram felhasználói felülete a 3. ábrán látható. A jelölt képernyőelemek a következők:

1. Info panel: a mért berendezés elnevezését, típusát, egyedi sorozatszámát, illetve a mérést végző személy nevét tartalmazza.

2. Folyamat panel: a kezelőnek szóló utasításokat megjelenítő panel. Ha a program megáll és kezelői beavatkozásra vár, akkor addig nem folytatódik az automatikus mérés, amíg a kezelő a megfelelő nyomógombot meg nem nyomja.

3. Jelek panel: két színnel a mérőműből származó analóg mérések, míg pirossal a mérendő modulból származó analóg mérések és egyéb információk jelennek meg valós időben.

4. Gombok (nyomógombok) panel, bevitteli mező: a funkciógombokkal irányíthatjuk a mérési folyamatot (IGEN/NEM/RENDBEN), elindíthatunk, leállíthatunk mérési pontokat, vagy a komplett mérést. A STOP gomb, mint egy szoftveres vészleállító nyomógomb került a felületre, működtetésére az összes mérőmodul kikapcsol, a digitális kimenetek jelfogói elejtett állapotba kerülnek. A bevitteli mező pl. a név, vagy vonalkód megadására szolgál, de itt adhatunk be numerikus értékeket az automatikus mérés számára, amennyiben ez a mérés során szükséges.

5. Üzenetek panel: itt jelzi a mérőrendszer, hogy az automatikus mérés során milyen hibákat tapasztalt, milyen okból kifolyólag állt meg a mérési folyamat.

6. Blokkvázlat panel: a mérési elrendezés blokkvázlatát, a mérőmodulok állapotát és mért jeleit megjelenítő panel.

7. Kezelőelemek panel: itt tudjuk működtetni a mérőmodulok vezérlőelemait manuális módban, csúszkák (a számítógép egerével változtatható

8. Programlista: az automatikus mérés programsorai láthatóak itt, illetve egy indikátorral nyomon követhető, hol tartunk a folyamatban.

A felület univerzális kialakítású, különféle felépítésű teljesítményelektronikai átalakítók mérése működtethető ennek segítségével. A megjelenített mérőművi adatok, mérendő berendezés által szolgáltatott adatok, manuális vezérlés kezelőfelülete, mérési elrendezés ábra, illetve természetesen az automatikus mérőprogram a betöltött mérés függvényében dinamikusan változnak.

A méréshez 2-féle adatállomány szükséges. Az első csoportba a mérést leíró állományok tartoznak, ezek Excelből (XLSM) generált CSV kimeneti állományok, leírják az adott mérési folyamatot, leírják a felhasznált mérőművi analóg mérések pozícióit, típusait, leírják a használt digitális be- és kimeneteket, felsorolják a különböző mérési pontokhoz használt RAM változók nevét, típusait, illetve – mikrokontrolleres vezérlés esetén – tar-

talmazzák a mérendő modul paramétereinek elnevezéseit és CAN-busz címeket. Az ezekben az állományokban felsorolt adatokra kell hivatkozni az automatikus mérőprogram utasításait paraméterezve. A második csoportba tartoznak a mérőmodulok paramétereit leíró adatok, pl. egy tápláló DC-DC konverter kimeneti feszültségét milyen CAN-busz adatcsomaggal tudunk megváltoztatni, vagy milyen CAN-busz adatcsomaggal tudjuk az adott mérőmodult be/kikapcsolni. A mérés kimeneti állományai a jegyzőkönyv fájlok, ezek részben szöveges állományok, ilyen a LOG, mely a mérés részletes folyamatát tartalmazza minden elérhető adattal, illetve ilyen a kötött formátumú BMU bemérési űrlap fájl, melyet a mérőrendszer a szerverre tölt fel a vállalati irányítási szoftver adatbázisába a mérés befejeztével, továbbá a JKV fájl, mely binárisan kódolt formátumú, ez szolgál a hivatalos jegyzőkönyv alapjául. A kimeneti állományokat automatikusan létrehozza a mérőrendszer a mérési folyamat során.

Kézi üzemmód

A mérési folyamat betöltése mindig a mért modul vonalkódjának beolvasásával kezdődik, melyből a mérőrendszer tudja, hogy az adott modul méréséhez milyen vezérlő elemeket kell betölteni a grafikus felületre. A vonalkód tartalmazza a mérendő modul névleges kimeneti feszültségét és áramkorlát értékét is, mely adatokat felhasználunk a bemérés során. Ha manuális mérést választunk, és a mérendő modul pl. egy 1 fázisú AC-DC átalakító, akkor a mérendő modul tápláló egyfázisú inverter és egy terhelő DC-DC átalakító manuális kezelőfelületei jelennek meg a grafikus felületen (4. ábra). Ezek a manuális vezérlőelemek az automatikus mérési folyamat során nem aktívak, mert ilyenkor a mérést leíró fájl vezérli a mérőmodulokat.

A 4. ábra bal oldali kezelőfelületén látható nyomógombokkal kapcsolható

be, illetve ki az inverter modul. A két felső csúszkával a mérőmodul kimeneti feszültsége állítható be. A beállított érték a csúszka mellett lévő ablakban, számjegyes formában is látható. A két csúszkából egy időben csak az egyik aktív, amit a mellettük látható engedélyező jelzés mutat. A két csúszka alkalmazása a beállított érték ugrásszerű megváltoztatása miatt szükséges. A harmadik csúszka a kimeneti feszültség változási sebességének beállítására szolgál (UMK). A beállítás a kívánt V/sec érték megválasztásával történik. A negyedik csúszka a mérő inverter maximális kimenő áramának beállítására szolgál. Az ötödik csúszkával a kimeneti feszültség frekvenciája állítható be. A további három csúszka a kimeneti feszültség tranziens paramétereinek beállítására szolgál (szinusztól eltérő jelalak előállítása). A panel bal alsó sarkában választható ki a kezelni kívánt mérőmodul csoport. Erre akkor van szükség, ha a mérési összeállítás egynél több különböző mérési funkciójú mérőmodult tartalmaz.

A 4. ábra jobb oldali kezelőfelületén látható nyomógombokkal kapcsolható be, illetve ki a terhelő DC-DC modul. A kezelőpanel jobb felső sarkában választható ki, hogy a terhelés áramban vagy terhelő ellenállás értékben értendő. A két felső csúszkával a mérőmodul terhelőárama állítható be. A beállított érték a csúszka mellett lévő ablakban, számjegyes formában is látható. A két csúszkából egy időben csak az egyik aktív, amit a mellettük látható engedélyező jelzés mutat. A két csúszka alkalmazása a beállított érték ugrásszerű megváltoztatása miatt szükséges. A harmadik csúszka a terhelőáram változási sebességének beállítására szolgál (IMK). A beállítás a kívánt A/sec érték megválasztásával történik. A negyedik csúszkával a terhelő ellenállás állítható be, amit a terhelő modul képvisel. A beállított érték a csúszka mellett lévő ablakban, számjegyes formában is látható. A két csúszkából egy időben csak az egyik aktív, amit a mellettük látható

engedélyező jelzés mutat. A két csúszka alkalmazása a beállított érték ugrásszerű megváltoztatása miatt szükséges. A panel bal alsó sarkában választható ki a kezelni kívánt mérőmodul csoport. Erre akkor van szükség, ha a mérési összeállítás egynél több különböző mérési funkciójú mérőmodult tartalmaz.

Az automatikus mérés programnyelve

Mit várunk el ettől a programnyelvtől?

- Értelmezni tudja azokat a parancsokat, amelyekkel a mérőegységet vezérelni lehet.

A mérőegység úgy működik, hogy a mérendő berendezés bemeneti pontjaira, meghatározott jelleggörbéjű feszültséget, kimeneti pontjaira pedig meghatározott jelleggörbéjű áramterhelést kapcsol, majd érzékeli és kijelzi a mérendő berendezés kimenetén megjelenő feszültség és áram értéket. A mérés vezérlése input/output utasításokkal történik.

- Ki tudja értékelni a mérendő berendezés válaszjeleit, és ennek megfelelően engedni tovább folytatni a mérést vagy nyilvánítja hibásnak a berendezést.

- A munkamenettel kapcsolatos feladatot/feltételt/megszorítást is programozni lehessen. Ide sorolnánk a mérési jegyzőkönyv vezetését, feltételes, ciklus- és ugróutasítások végrehajtását, folyamaton belüli pontoknak a kijelölését, ahol a folyamat leállítható és újraindítható, valamint a kezelővel való egy- vagy kétoldalú kommunikációt.

- Lehessen benne alkalmazni: konstansokat, változókat, melyek adatok tárolására szolgáló programelemek, névvel, típusal. Kezelje függvények hívását és hajtsa végre az alapvető matematikai műveleteket.

- Maga a vezérlőprogram, program alakban eltárolható és bármikor azonos módon futtatható legyen.

Ezen elvárásokat teljesítve terveztük meg a VIZSLA-PC-n futó szoftvert és az egyszerűsített programozási nyelvet, melynek szerkesztőfelülete a MS Excel. Ennek két előnye is van, egyrészt, hogy a potenciális felhasználók nem programozók, viszont jól kezelik az Excelt, tehát nem kell különösebb tanulás ahhoz, hogy programot írjanak. A másik előny, hogy ezzel a fogással a fordítóprogram ellenőrző feladatainak jó részét mindjárt az Excelre lehet bízni, és használhatunk Excel makrókat, amik nagyban segítik a mérőprogram gyors és hibamentes megírását. Az Excel munkalap formátuma kötött oszlopokból áll, a fordítóprogram így tudja

értelmezni a mérőprogram sorait, ezek az oszlopok: Sorszám; Utasítás; Mérőmodulok oszlopai: M_Param, M_Érték; Analóg mérőmű oszlopai: A_Param, A_Érték; RAM változó oszlopai: R_Param, R_Érték; Mérendő modul oszlopai: B_Param, B_Érték; Jump; Param; Error; Comment; Text. A sorszám a parancs sorszáma, az ugró utasítások ezt a sorszámot használják paraméterként. Az utasítás lényegében egy kulcsszó, amely a program egy-egy elemi lépését tartalmazza. A mérési elrendezésben található minden eszköz és a mérendő berendezéshez hozzá kell rendelni a Paraméter (Param) és Érték oszlopokat. A paraméter mezőbe (Param) a végrehajtandó parancs paraméterét kell írni (az eszköz, ill. a mérendő berendezés egy változójának neve), míg az érték mezőbe egy a változó által meghatározott típusú érték írható. A Jump oszlopba az ugró utasítások által használt cél sor sorszámát kell írni. A különálló Paraméter oszlop kiegészítő paraméterek megadására szolgál, pl. időzítés definiálása. Az Error, Comment és Text mezőbe szöveget írhatunk, amely lehet hibáüzenet, állapot üzenet, vagy a bemérő kollégának szóló utasítás. A mérés végrehajtása valójában ennek a táblázatnak soronkénti értelmezése és a benne levő parancsok végrehajtása. A parancs végrehajtásához szükséges paraméterek mindig a parancscsal egy sorban vannak. Az így leírt sorokat hajtja végre az értelmező. A parancs végrehajtása időben ütemezetten történik, ez azt jelenti, hogy minden egyes parancs végrehajtása között egy adott fix idő telik el. Ezt nevezzük ciklusidőnek, ami jelenleg 50 ms, tehát másodpercenként 20 parancs hajtódik végre. A VIZSLA-PC-n futó szoftver két nagy lépésben dolgozik: először ellenőrzi, hogy a forrásprogram szövege megfelel-e a nyelv szabályainak, és egyben a könnyebb értelmezhetőség miatt átalakítja a szöveget, míg a második részben előállítja a tárgykódot. A fordítás menetét legkönnyebben egy példa segítségével tudjuk bemutatni. Legyen a fordítandó parancs – azaz a nyelv egy mondata – az alábbi:

$$A=B*(C+D);$$

A fordítás lépései:

- Felismeri a parancs kezdetét és végét.
- Felismeri a parancs típusát. Ehhez kulcsszavakat, vagy annak megfelelő operátort keres. A példában megtalálja az egyenlőségjelet.
- Megvizsgálja, hogy az egyenlőségjel bal oldalán változónév áll-e. Ellenőrzi, hogy a változó deklarációja megtörtént-e. Ha nem, pedig a nyelv szabályai szerint kellett volna, hibát jelez.
- Megvizsgálja az egyenlőségjel jobb oldalán álló kifejezést, megfelel-e az aritmetika szabályainak.

- A jobboldalon előforduló változókat ugyanolyan szempont szerint ellenőrzi, mint a bal oldalon tette.
- Végül ellenőrzi, hogy a változók típusa megfelel-e a kifejezésben elfoglalt helyzetének.
- Belerendezi a kifejezést egy stackbe [1], a végrehajtás sorrendjében.
- A kódgeneráló kiolvassa a stackből az immáron „csak” kódolandó szöveget, ami jelen esetben így fog kinézni: összeadni C-t és D-t; (az eredményt) megszorozni B-vel; (az eredményt) eltávolítani A-ban.

Röviden szeretnénk ismertetni a mérőprogram utasításkészletét:

- COMM: Parancs futtatása
- MESS: Üzenet (és RAM változó értékének) kiírása a grafikus felület Folyamat paneljére és/vagy a jegyzőkönyv részére adatok átadása
- TEXT: Formázott szöveg kiírása a grafikus felület Folyamat paneljére majd OK gombnyomásra továbblépés
- SEL_IN: Szöveg kiírása a grafikus felület Folyamat paneljére, funkciógombokkal IGEN-NEM választás, IGEN esetén továbblépés, NEM esetén ugás a JUMP oszlopban lévő sorra
- FILE: Szöveg kiírása a grafikus felület Folyamat paneljére és Paraméter oszlopban megadott fájl tartalmának megjelenítése: PDF, JPEG
- DELAY: Késletelés beiktatása 100 ms-os felbontással
- JUMP: Ugás a JUMP oszlopban lévő sorra
- COM: Kommunikációs portok definiálása, milyen perifériát hol talál a mérőrendszer
- READ: Változók lekérdezése megadott változókba
- WRITE: Változóba írás, matematikai műveletvégzés, CAN-busz adatcsomag küldés
- WRITE_S: Sáv írás analog komparálásokhoz
- INC: Memóriaváltozó értékének növelése/csökkentése
- EVAL/IF_EVAL: Adott feltétel kiértékelése, hiba esetén Error mező megjelenítése és leállítás, vagy ugás JUMP oszlopban lévő sorra
- MACROB, MACROE: Makrók kezdete, vége
- MACRORUN: Makró futtatása
- STOP: Program futtatás leállítása

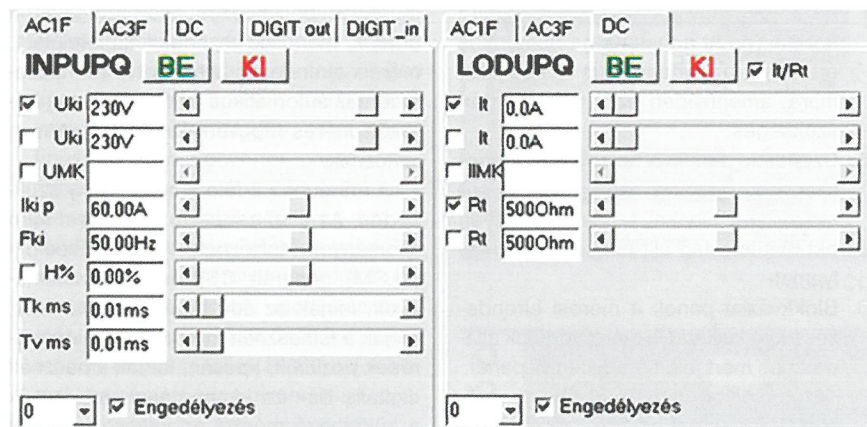
A tipikus Excel Mérőprogram felépítése

Az általunk eddig készített automatikus mérőprogramokban – kevés kivételtől eltekintve – az alábbi struktúrát alkalmaztuk:

- Makró definíciók: ezekben a mini szubrutinokban vannak megírva pl. a vonalkód értelmezése, SW verzió kiolvasása, analóg mérések kalibrációját segítő rutinok.
- Mérés előkészítése mérőpont: a bemérő mérnök ekkor csatlakoztatja a szükséges mérőkábeleket és a mérést kiegészítő áramköröket a feltüntetett információk alapján, pl. hőmérséklet kalibrátor és ekkor kerül rátöltésre a mérendő berendezés vezérlésére a végleges működtető szoftver.
- Alap gyári paraméterek feltöltése mérőpont: a mért berendezés EEPROM memóriájába másolja és tárolja a gyártói paramétereket.
- Alap kalibrációs konstansok feltöltése mérőpont: a mért berendezés EEPROM memóriájába másolja és tárolja az analóg mérések feldolgozásához szükséges kalibrációs paramétereket.
- Mért modul belső önteszt futtatása mérőpont: önteszt lefutása után az eredmény megjelenítése, esetleges hibakódok kijelzése, javaslatok a bemérő mérnök számára a hibajavításhoz.
- Analóg mérések ofszetelése mérőpont: auto-zero programrész futtatása a mérendő modulban.
- Hőmérséklet bemenetek kalibrálása mérőpont: külső referencia áramkörrel bekalibrálja a mért modul hőmérséklet-érzékelő bemeneteit 0-100 fok között.
- Élesztés-terhelés-kalibrálás mérőpont: működtetésre kerül a mért modul főáramköre, feszültség méréseket készre kalibrálja.
- Terheléses vizsgálat mérőpont: névleges terhelés mellett készre kalibrálja a mért modul áramméréseit.
- Túlterhelés/rövidzárlat mérés/nemlineáris terhelés vizsgálat mérőpont: opcionális, amennyiben előírt, a mért modul megvizsgálja különleges terhelési viszonyok mellett is.

Ha nem szükséges tartampróbát végezni és minden rendben van a bemérés alatt, akkor a mérőautomata kb. 8 perc alatt végez a teljes teszt lefutásával. Összehasonlítva a korábbi kézi bemérés idejével, ami akár 2 óra is lehetett berendezéstől függően, ez szignifikáns különbség. Nem beszélve arról, hogy a mérőautomata mindig ugyanúgy vizsgálja meg a mérendő modulokat, és ennyi idő alatt a jegyzőkönyvet is elkészíti.

Van lehetőség további automatikus vizsgálatokra is, mint például: Tetszőleges idejű tartampróba, akár időben variálható terhelés tranziensekkel; Bemeneti zárlatvizsgálat; Kijelző egység, működtesítő nyomógombok tesztelése (ha van); Földvédelmi áramkörök tesztelése; Áramkorlátozások ellenőrzése; Párhuzamos



4. ábra: A mérendő modul tápláló inverter (INPUPQ) és terhelő DC-DC konverter (LODUPQ) kezelőfelületei

üzem ellenőrzése; Hatásfokmérés; illetve bármilyen más, igény szerinti mérés automatizálható.

A cikk terjedelme nem teszi lehetővé egy komplett, több száz soros mérőszoftver bemutatását, de szeretnénk érzékelteni egy programrészlettel az 5. ábra szerint, hogyan is lehet megvalósítani pl. egy EEPROM tárolást a mérendő modulban, erre egy MACRO-t írtunk, mivel több helyen is meghívjuk a mérőprogramban:

Az első sorban a MACROB utasítás található, amellyel minden makró kezdődik, a PARAM oszlopban a makró nevét kell megadni, amire később a hívás helyén hivatkozunk: PARAMIR_FDPQ.

A második sorban egy WRITE utasítás található, melynek paramétere a Mért modul param oszlopban található: WRITE_PARAM_OK_FDPQ, ennek értéke az Érték mezőben 0. A WRITE_PARAM_OK_FDPQ egy korábban definiált változó, amit a mérendő modul vezérlése és a mérőprogram is képes írni és olvasni. A mérőprogram itt 0-t ír ebbe a változóba.

A harmadik sorban szintén egy WRITE utasítás található, melynek paramétere a WRITE_PARAM_FDPQ. Ennek hatására a mérőrendszer egy CAN-busz adatcsomagot fog küldeni a mérendő modul számára, amivel elérjük, hogy a mérendő modul vezérlése végrehajtsa egy EEPROM írást annak mikrovezérlőjében. A WRITE_PARAM_FDPQ egy korábban definiált konstans, amelynek értéke a mikrovezérlő CAN-busz címlistájában az EEPROM írásra mutat.

A negyedik sorban egy MESS utasítás található, amellyel a Comment oszlopban lévő „Várakozás EEPROM írásra...” üzenet jeleníthető meg a grafikus felület 2. ablakában, így a bemérő kolléga látja, hogy most egy EEPROM írás van folyamatban.

Az ötödik sorban egy EVAL utasítás található, ami egy feltételvizsgálat, extrákkal. Azt vizsgálja, hogy a korábban 0-val feltöltött WRITE_PARAM_OK_FDPQ változó mikor lesz egyenlő 1-el, amit majd a mérendő berendezés tud beállítani egy sikeres EEPROM tárolás után, és egy CAN-busz adatsomag küldéssel juttatja a mérőrendszer tudtára ezt az információt. Az EVAL utasítás Param oszlopában „100,10” van, ami azt jelenti, hogy a program 10 másodpercet vár a feltétel teljesülésére, és legalább 1 másodpercig 1-es értéket kell felvennie a vizsgált változónak. Ha a 10 másodperc alatt a feltétel legalább 1 másodpercig teljesül, a program tovább lép a következő sor végrehajtására, ha nem, akkor pedig az Error oszlopban lévő szöveg kerül kiírásra a grafikus felület 5. ablakába „EEPROM írás sikertelen” és a mérési folyamat megáll.

A hatodik sorban ismét egy MESS utasítás található, amellyel a Comment osz-

Elnevezés	Sor	Utasítás	Mért modul param	Érték	Param	Error	Comment
MACRO EEPROM paraméter írás	129	MACROB			PARAMIR_FDPQ		EEPROM paraméter írás
	130	WRITE	WRITE_PARAM_OK_FDPQ	0			
EEPROM paraméter írás	131	WRITE	WRITE_PARAM_FDPQ				Várakozás EEPROM írásra...
	132	MESS					
EEPROM írás el. EEPROM írás OK	133	EVAL	WRITE_PARAM_OK_FDPQ	=1	100,10		EEPROM írás sikertelen.
	134	MESS					EEPROM írás O.K.
	135	MACROE			PARAMIR_FDPQ		

5. ábra: EEPROM tárolás makró program

lopban lévő „EEPROM írás O.K.” üzenet jeleníthető meg a grafikus felület 2. ablakában.

A hetedik sorban a MACROE utasítás található, amellyel minden makró befejeződik, a PARAM oszlopban a makró nevét kell megadni.

További terveink

A közeli terveink között szerepel egy a szerveren futó statisztikaképző szoftver kifejlesztése, mellyel a jövőben még pontosabban tudjuk ellenőrizni termékeink minőségét. Pl. ha egy 4 órás tartampróba után letárolt hőmérsékletmérés eredménye azt mutatja, hogy az adott tekercselt elem hőmérséklete az elfogadott tartományban van ugyan, de idővel a következő darabokon a tartomány felső szélé felé közelít, ebből következtethetünk pl. az adott elemben alkalmazott rézhuzal anyagminőségének romlására. Ehhez hasonlóan pl. egy adott tekercselt elem induktivitásának automatikus ellenőrzése kapcsán, ha a mért érték benne van ugyan a megfelelő sávban, de idővel a következő darabokon a sáv alsó szélé felé közelít, akkor ez utalhat a tekercsben alkalmazott vasmag anyagminőségének romlására, melyet minden esetben még időben – a szériamérés közben – tisztázni tudunk beszállítóinkkal. A közeljövőben

szeretnénk kiegészíteni a mérőszoftvert egy új funkcióval, mellyel a bemérő munkatárs a bemérés/javítás során tapasztalt hibák megoldását is rögzíteni tudja egy integrált felületen, ezzel is segítve az esetleges típushibák feltárása, a gyártás minőségének javítása érdekében, továbbá segítve a bemérő kollégákat a hibák jövőbeni gyors elhárításában.

A mérőrendszerrel kapcsolatos további részletes fejlesztési eredményeinkről a következő cikkeinkben számolunk be.

A **VEKOP-2.1.1-15-2016-00050** azonosító számú, **Elektronikus terhelésekkel kialakított, intelligens, energiahatékony mérőrendszerek és teljesítményelektronikai eszközök hűtésére alkalmas hőcsöves hűtőrendszerek fejlesztése** című projekt a **Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból** biztosított **Vállalatok K+F+i tevékenységének támogatása** pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Jegyzet

[1] Stack: a számítógép memóriájának egy része, amely programok futtatása során központi szerepet tölt be.

Lektor:

Molnár Károly fejlesztési igazgató

Die Entwicklung der Softwarekomponenten in intelligenten Messsysteme

In diesem Artikel werden kurzlich die entwickelten Programmierfunktionen und Verwendungsmethoden für intelligente Messsysteme vorgestellt. Wir beschreiben die Ziele der Softwareentwicklung, stellen die vereinfachten Programmiersprachen-Funktionen vor und zeigen die vielseitige Verwendungsmöglichkeiten, die auf dem Computer ausgeführt werden. In diesem Artikel wird auch der Fortschritt der Produktivität erwähnt, den wir bei der Verwendung der automatischen Messprozesse erlebt haben. Abschließend diskutieren wir über das während der Entwicklung und des Testzeitraums erzielte Ergebnisse. Wir werden kurz einen Teil einer implementierten speziellen Messsystem-Software vorstellen.

The Development of the software components of intelligent metering systems

This article presents the recently developed intelligent metering system programming features and methods of usage. We describe the objectives of the software development, introduce the simplified programming language functions, and show the versatile interface running on the computer. This article also mentions the progression of productivity we experienced when using the automatic metering processes. Finally, we discuss the result achieved during the development and the test period in the light of the set objectives. We will briefly present a piece of an implemented particular metering system software highlighting its benefits.

A Dominó rendszerű berendezések közül a D55 – D70 összehasonlítása, némileg önkényesen kiválasztott szempontok alapján – 2. rész

RÉTLAKI GYÖZÖ

Jelfogós áramkörök 48= táplálásának zavarmentessége

Több elektronikus elem (pl. a 400 Hz elektronikus vevő) kényes a tápfeszültségből kapott zavaró jelek megjelenésére. Példák:

- Szolnok-Kénsavgyár állomáson a berendezés 48V-os akkumulátor csoportjának a tápsínről való leválasztáskor (az akkumulátorokat ellopták) a 400 Hz kisínverter (generátor) meghibásodott (leégett). A berendezés kezelője mind-ebből az első vonatig nem észlelt semmit (?), mert a sínáramkörök továbbra is szabad állapotot mutattak. A vizsgálat során megállapítást nyert, hogy a szigeteltsín vevő egységekben azok a vevő jelfogók is húztak, amelyekhez külsőtér nem csatlakozott. Ezáltal egyértelművé vált, hogy ezek a vevők csak a tápfeszültség szüretlenné válása miatt működhetnek hamisan.
- DC/DC átalakítók esetében a kimeneti szűrés hatékonyságának csökkenése hasonló hibajelenséget okozhat.

Váltók végállás-ellenőrzése, az L3 vezeték idegen zárlat elleni védelme

A megtörtént – illetve előállítható – eset: a váltó végállása a korai kioldást megakadályozó jelfogó elejtések megjön, miközben a váltó csúcscsinjei nem kerültek végállásba. Az idegen feszültség – ami a megtörtént esetben a váltóvilágítás fázisfeszültsége volt – hatására a váltó 0,7A-es ellenőrző biztosítója kiolvadt, az ellenőrző jelfogója a félhullámú egyenirányítású 220V táplálásról húzott állapotban volt.

A jelenség D55 esetében az ellenőrző áramkör kiegészítésével küszöbölhető ki. Több megoldás is született, valós védelem nem került beépítésre – igaz, a D55 berendezések egy jelentős részénél a váltóábrák megszűnésével, átalakításával szükségtelenné tette a váltóvilágítási táplálás további jelenlétét a kábelhálózatban. (A legegyszerűbb védelem megvalósításához a váltóvezérlő jelfogó egységbe egy 3 érintős XJ jelfogót kellene beépíteni – egyébként belefér. Amiért nem, az első-

sorban statisztikailag támogatott pénzkérdés: a nem mindenáron való biztonságra való törekvés, azaz a „meg nem fizethető biztonság” kategória.)

D55: a váltó szigetelés kikapcsolóval való állításánál a kezelés „megcímzése”, a téves végrehajtódás lehetőségének kiküszöbölése:

A D70 berendezések esetében a szigetelés kikapcsolás kezelés alkalmazása kötött:

- Csak a foglaltságot mutató váltó veheti igénybe a SziK körvezetéken érkező táplálást, mert
- a VSz jelfogó ejtett állapotát egység szinten ellenőrzi (vagyis nem lehet nem foglalt állapotot mutató váltót SziK kezeléssel állítani – mint a D55-ben)
- a váltó egyéni nyomógombjának munka érintkezője szükséges az állítási parancs kiadásához.

A megtörtént – és előidézhető – esetben a kérdéses váltó egy, a váltón jelzőkezelés nélkül (Hívójelzéssel) közlekedtetett szerelvény által foglalt állapotot mutatott, miközben ezt a váltót egy olyan vágányút beállításához kérte a berendezés oldalvédelembe, amely a váltó átállítását követelte. [Vagyis a váltó védőként átvált volna, ha nem foglalt.]

Az állomás másik váltókörzetében – de D55 esetében ez ugyanaz a kezelési körzet – egy váltót annak látszólagos foglaltsága miatt szigetelés kikapcsoló használatával kívántak átállítani. Amikor a szigetelés kikapcsoló jelfogók meghúztak, a kérdéses váltó esetében a szigeteltsín jelfogó érintkezője áthidalásra került és a váltó a közlekedő szerelvény alatt állt. Az eset azért történhetett meg, mert a SziK érintővel sorosan a váltó egyéni nyomógomb jelfogójának az érintkezője – alapáramkörü szinten – nincs bekötve.

A nyomógomb jelfogó a váltólezáró egységben van, érintkező elrendezése 1/2 (hogy hajlamosabb legyen az elejtésre), a 2-es érintkezője nincs bekötve. A javasolt megoldás szerint a jelfogó érintkezőjét meg kell fordítani és az érintkező egyik felét az üres (80-as) tuchelponton kivezetve a SziK érintkezővel sorosítani. Megvalósítás:

- az egység belső módosítása elvetve, mert nincs rá kapacitás, és ritkán előforduló olyan hibáról van szó, amely

nagyobb odafigyeléssel (a kezelő részéről) megelőzhető

- külső bekötésben, amennyiben KÖFI csatlakozás vagy más egyéb okból külső nyomógomb jelfogó kerül felvételre, annak a munka érintkezője a kifogásolt helyre beépítésre kerül.

Jelfeladás feltétfüzet: kitérő irányú jelfeladás esetén a vonat elejének a kitérő irányú váltón való áthaladásakor nem szabad(na) „erősebb” ütemezést adni, mint ami a kitérő geometriájából következik. Példa: B60-800 kitérőn kitérő irányban 80 km/ó az engedélyezett sebesség, tehát itt csak az 1 – 2 – 3 ütemek valamelyikének a betáplálása (lenne) engedélyezett, a 4-es ütemé nem.

Sajnálatos módon sem a D70 alapáramkör – ami a 13. nyomáramkörben való táplálás határolatlansága miatt rendszertechnikailag (kiegészítések nélkül) erre képtelen –, sem a D55 alapáramkör – ami ezzel a kitétellem nem foglalkozik – jelenlegi ismereteink szerint ennek az előírásnak nem tesz eleget.

D70: **szabadkapcsolású Szi ismétlő** (továbbiakban: SziP) **jelfogók ejtőképességének vizsgálata** (illetve annak hiánya):

Mantra1: az MK sávnan működő Id sincs ellenőrzve.

Mantra2: az Id érintőről működtetett SziP, amennyiben munka érintőjével „direkt +”-ról működteti az egységekben levő ismétlőket – és ezeknek az ismétlőknek az egységen belül van ejtőképesség vizsgálata –, és ha ezek a jelfogók nem ejtenek el, akkor nincs oldás. Vagyis jó ez így.

A dolog lényege, hogy az egységek (elsősorban V, TK) nincsenek arra felkészítve, hogy ezek a jelfogók a maguk „természetes helyén” (az oldásban) ejtésre ellenőrizhetők legyenek. Születtek ugyan kapcsolástechnikai megoldások, de ezek általánosságban nem kerültek megvalósításra. Amennyiben a SziP működése az átlagosnál kényesebb – pl. ez a jelfogó elejtésével sorompót indít –, akkor célszerű mellé szigeteltsín-ellenőrző jelfogót tervezni. Továbbá célszerű – akár pótlólag is – azon szigetelt szakaszok számát csökkenteni, amelyek csak szabadkapcsolású Szi jelfogóval rendelkeznek. Ezekre az először Ferencváros állomáson beépített ŐSZ sávok alkalmazása is megoldás lehet.

Folyóiratunk szerzői



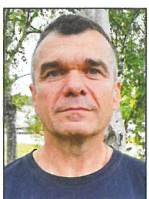
Csoma András

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Erősáramú szakán 1978-ban szerzte meg villamosmérnöki oklevelét, majd a MÁV-nál helyezkedett el. 1983-tól a MÁV Miskolci Igazgatóságba került, ahol felsővezetési, alállomási berendezések létesítésére, fejlesztésére, üzemeltetési fenntartási munkáinak szervezésére kiterjedő munkakörököt látott el. Munkája mellett a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen Gépész Gazdaságmérnöki végzettséget is szerzett. Ugyanítt öt éven át a Villamosságtan tanszéken oktatói tevékenységet folytatott. Az Erősáramú szakterület képviselőjeként tagja volt a MÁV műszaki tanácsának. Megalakulása óta a Magyar Mérnöki Kamara tagja, bejegyzett vezető tervezője és szakértője, a Magyar Mérnöki Kamara Vasúti Szakosztály elnökségi tagja, a Felsővezetési Szakkollégium títkára. A tevékenységének elismeréseként több kitüntetésben részesült, többek között a MÁV a „Vasút szolgálatáért” Bronz és Ezüst fokozatainak adományozásával, a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozata Csány László-díj, illetve a Magyar Út- és Vasúti Társaság Aranyérem-díj adományozásával ismerte el tevékenységét. **Elérhetőségek:** 3525 Miskolc, Major u. 16. **Tel.:** 06 (30) 973-4387. **E-mail:** csomaa@upcmail.hu



Füstös István

Vasutas pályafutását az Úttörővasúton kezdte 1979-ben. A Mechwart András Szakközépiskola Vasútforgalmi szakán tett érettségi után Győrben, a KTMF-en folytatta vasúti tanulmányait, végül a BME-n szerzett műszaki tanári oklevelet. Néhány év külszolgálat (Rákosrendező, Kelenföld, Keleti pu., Déli pu. stb.) után a Bp. Igazgatóságon utastájékoztatói területen dolgozott. 1995 óta a MÁV Zrt. Széchenyi-hegyi Gyermekvasúton mint üzemmérnök és oktatási vezető tevékenykedik. „Korai” vasutassága óta foglalkoztatja a vasúti balesetek okainak megismerése, a tanulságok levonása és a vasutas képzésben, továbbképzésben való felhasználásuk.



Markó János

1990-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán, Automatizálás szakirányon. 1990 és 2013 között a VHJ Kft. fejlesztőmérnöke volt, majd 2013-tól a VHJ Kft. jogutódjánál, a PowerQuattro Zrt.-nél dolgozik fejlesztőmérnök pozícióban. Fő tevékenységi körébe tartozik a szünetmentes áramellátó rendszerek, illetve a villamos hajtások és azok rész-berendezései vezérlésének fejlesztése és tervezése. **Elérhetőségek:** PowerQuattro Zrt. 1161 Budapest, János u. 175. **Tel.:** 405-5400. **E-mail:** pqinfo@powerquattro.hu



Mihácz Viktor

2001-ben végzett a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán, Elektronika-Automatizálás szakirányon. 2001-től a PowerQuattro Zrt. fejlesztőmérnöke. Fő tevékenységi körébe tartozik a szünetmentes áramellátó rendszerek és azok rész-berendezései vezérlésének fejlesztése és tervezése. **Elérhetőségek:** PowerQuattro Zrt. 1161 Budapest, János u. 175. **Tel.:** 405-5400. **Email:** pqinfo@powerquattro.hu



Rétlaki Győző

A győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán 1975-ben szerzett üzemmérnöki oklevelet, majd 1993-ban a zalaegerszegi Pénzügyi és Számviteli Főiskolán mérnök-üzemgazdász minősítést. A Magyar Mérnöki Kamara bejegyzett tervezője és szakértője. 1977-től nagykanizsai székhellyel a vasúti biztosítóberendezések üzemeltetésével foglalkozott. 2004-ben a TEB Technológiai Központ létszámába került. Fő szakterülete a jelfogós biztosítóberendezések kapcsolástechnikája. **Elérhetőségek:** MÁV Zrt. TEB TK. **Tel.:** 511-4015, **e-mail:** retlakigy@mavrt.hu



Opperheim Gábor

Szakirányú tanulmányait a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán folytatta, ahol 2012-ben közlekedési folyamatok szakirányon Bsc, 2014-ben közlekedésautomatizálási szakirányon Msc végzettséget nyert. Az egyetemről kikerülve a Bi-Logik Kft. alkalmazásába lépett. **Elérhetősége:** opperheimg@bilogik.hu



Farkas Balázs

2002-től öt évig a budapesti Gyermekvasúton szolgált. A Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumban érettségizett 2010-ben. A BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán 2014-ben közlekedésmérnöki, 2017-ben okleveles közlekedésmérnöki végzettséget szerzett. Nyári gyakorlatait a következő helyeken végezte: MÁV-Nosztalgia Kft., Istvántelek (2011–2012), MÁV TEB Központ, Budapest (2013), Thales Austria, Bécs (2014), Rail Safe Kft., Zagyvarékas (2015). 2016–2017-ben a Műszer Automatika Kft.-nél dolgozott fejlesztőmérnökként. 2017-től a BME Kandó Kálmán Doktori Iskolájának hallgatója, kutatási témája a vasúti biztosítóberendezések tervezésének támogatása formális módszerekkel. 2019-től a Certuniv Kft. tanúsítási munkáiban segít. **Elérhetőségek:** farkas.balazs@outlook.hu, farkas.balazs@mail.bme.hu

A Vasúti Vezetékvilág következő száma
2020. decemberben jelenik meg.

SIEMENS
Ingenuity for life

Siemens
Mobility

Moving beyond.

The future of mobility starts here

Világszerte élvezzük partnereink bizalmát. Úttörő szerepet vállalunk a közlekedés fejlesztésében, az elsőtől az utolsó kilométerig zökkenőmentes és fenntartható szolgáltatást nyújtva az utasok számára.

siemens.hu/mobility