

Dr. Danyek Miklós, Gaál Róbert, dr. Kiss László Iván, dr. Kovács Attila

A magyar villamosenergia-rendszer irányítástechnikája

Összefoglaló jellegű szakcikkünkben a magyar villamosenergia-rendszer kialakásától kezdve követjük nyomon az üzemirányító rendszerek és módszerek fejlődését, de nem állunk meg a jelenkornál, hiszen az elkövetkező hús évben a smart technológiák előretörése kapcsán az irányítástechnikában is forradalmi változások várhatók. Az egyes korszakokat a teljesség igénye nélkül tekintjük át, azaz nem tudjuk mindig a teljes irányítási hierarchiát áttekinteni, hanem inkább a fejlődési trendek és azok mozgatórugóinak bemutatására koncentrálnak. A védelmekkel behatóan nem foglalkozunk, de érintjük a napjainkra jellemző integrálódásukat egy egységes alállomási kommunikációs-irányítási rendszerbe. Publikációnk a MEE Elektrotechnikai Informatika Szakosztály, valamint a MEE Szakmai Tudományos Bizottság ösztönzésére és gondozásában készült.

1 AJÁNLÁS

Ezt a cikket szerzőtársunk, dr. Kiss László Iván emlékének ajánljuk, akinek szakmai pályafutása úgy ívelt át a bemutatott technológiák életciklusain, hogy közben mindig fogékony volt az újdonságokra, azokat szívesen ismerte meg és élvezettel adta át pályatársainak.

2 TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

2.1 A „hőskor” eszközei és megoldásai

A magyar VER-ben a digitális irányítástechnika rendszeres használata az összetettebb bevezetések, a számítógépek felhasználásával kezdődött meg a 60-as évek közepén. Bevezetésképpen az összehasonlítás kedvéért a 60-as évek elejéről megemlítünk néhány, elektronikát felhasználó, analóg elvű eszközt is, melyeknek – olykor negatív - felhasználási tapasztalatai elősegítették a későbbi digitális megoldások elterjedését.

Kezdetben tervezésre és távlati (féléves) hálózati üzem-előkészítésre használtak váltakozó áramú (VEIKI) és úgynevezett egyenáramú (MVMT-OVT) modelleket. A magyar-csehszlovák kooperáció jobb üzemirányítása érdekében beszerzett Siemens frekvencia-csereteljesítmény szekunder analóg szabályzó a hőerőművek szabályozhatóságának és a szabályzó rugalmatlanságának ellentéte miatt hamarosan üzemén kívül került. Nem volt megoldható a gazdaságos terheléelosztás automatizálása (tercier távszabályozás) sem a VEIKI

fejlesztésű VITA berendezéssel, mivel az erőművek üzemállapotainak (növekményköltség görbék) nagy számát nem lehetett analóg technológiával leképezni. Az erőműveken belüli teherelosztásra és erőműközponti szabályzásra kidolgozott VEIKI berendezéseket (ETA, BETA, TETA) többnyire csak az utóbbi feladatra használták fel.

Digitális számítógépet - az iparág távlati tervezési céljaira - az 1963. évtől kezdve használtak hazánkban. A VEIKI és az ERŐTERV tapasztalatai alapján az MVMT-OVT-nál 1964-ben kezdődött meg a „külső” gépeken végzett programozás és rendszeres hálózatszámítás a heti és szükség szerint alkalmi üzem-előkészítés érdekében. Egy-két évvel később az erőművek heti és hosszabb távú üzem-előkészítése is számítógéppel valósult meg. Természetesen a „külső” számítógépek csak offline megoldást szolgáltattak, de az alaphálózat és az erőművek egyre növekvő számú üzemállapota miatt az is nagy támogatást nyújtott egészen 1978 végéig. Ebben az időszakban az MVMT-OVT – az iparág számos vállalata mellett – a következő számítógépeket használta: ELLIOTT-803, RAZDAN 3, CDC-3300, IBM 360/40.

A 70-es évek elején az online folyamatellenőrzésre először használt számítógépek közül az MVMT – OVT-nél üzembe helyezett Siemens 101 gép fix programozású volt, csak korlátozott számú határérték-ellenőrzést végzett. A Gagarin Erőműben a magyar fejlesztésű EMG 830 számítógépek használatával kísérleteztek. A 830/10 típusal az online folyamatellenőrzés sikertelen volt. A 830/20 típust egy ideig offline üzemben használták. A Dunamenti Erőműnél 1975-től kezdve a KFKI TPAl (PDP 8 utátnzat) gépekkel sikeres online folyamatellenőrzés valósult meg az erőmű hat blokkjánál.

A magyar VER-nek a KGST VERE-n belüli helyzete a 750 kV-os távvezeték 1978. végi üzembe helyezésével alapvetően megváltozott. Ez üzembiztonsági és gazdaságossági okokból is elkerülhetlenné tette olyan komplex folyamatirányító rendszer létesítését, melynek előkészítése az MVMT-OVT-nél 1968-ban már megkezdődött. E rendszerben az állomásokból és erőművekből online beérkező információkat (mérések, jelzések, számláló állások) digitális idő-multiplex berendezések, úgynevezett telemechanikák (Siemens Z-70 és SAS, VEIKI-TELLMA) szállították, és az erőműveket szabályzó parancsokat szintén digitális berendezés (VEIKI-DIDO) továbbította. Emellett felhasználhatók lettek az analóg (impulzusfrekvenciás) távmérések is.

A komplex folyamatirányító rendszer folyamatellenőrzést, összetett számításokat és zárthurkú szabályozást is végző „magja” a Hitachi 2X HIDIC-80 folyamatirányító számítógéprendszer lett (lásd [2]). Ennek igen sok feladata (taszkja) között online nyitott és zárt hurkú, valamint offline jellegűek is voltak. Valamennyi felhasználói taszk a hazánkban akkor egyedülálló kapacitású Hitachi képernyőkön megjeleníthető volt. Az üzemirányító diszpécserék is számos feladat megoldását, pl. az erőművek szekunder és terciér szabályzását azokon vagy konzolon módosíthatták. Az addig „külső” számítógépeken futatott nagyobb kapacitású üzem-előkészítési célú offline számítási feladatok is bármilyen távra, bármikor megoldhatók lettek, de a diszpécsereknek egyszerűsített online hálózati üzembiztonságot ellenőrző taszk is a rendelkezésükre állt (online load-flow).

Az 1978 végén üzembe helyezett Hitachi rendszer felhasználói szoftverének döntő része magyar bedolgozással készült. Az alapszoftver, valamint a hardver területén nagyon jó volt

a Hitachitól kapott kiképzés. Ezeknek is köszönhetően a 2X HIDIC-80 rendszer az 1990-es évek elejére 3X HIDIC-80 + 2X Siemens R30 (előtétgépek) rendszerre volt bővíthető, amelyhez jórészt hazai, 24 személyi számítógép helyi hálózatából (OVINET) álló és az akkor üzemelő KDSZ számítógépekből adatkapcsolat is kiépült.

Az OVT példája nyomán a 80-as évek elején megkezdődött a KDSZ-eknél és egyes ÜIK-iknál az úgynevezett „telemechanizálás”. A fogalom a digitális idő-multiplex berendezések és folyamatellenőrzésre alkalmas számítógépekből álló rendszerek létesítését jelentette. Az információ- szállító készülékek közül először MMG gyártású SAM-80, később SAM-85 telemechanikákat, illetve adatkoncentrátorokat használtak leginkább. Az online folyamatellenőrzésre és offline számításokra elterjedten használták a PDP-1140 mintára készült KFKI TPA-1140, majd TPA-1148, végül a TPA-11/440 számítógépeket. A 80-as évek végén a DEC gyártású PDP 11/93 és MicroVAX 3500 gépek is üzembe kerültek. A KDSZ-eknél általában azonos típusú gépekből kettős, tartalékolts rendszert építettek ki. Egyes KDSZ-ek a saját ÜIK-ikkal az információátvitelt és feldolgozást megosztva, hierarchikusan oldották meg.

Az erőművek közül az 1970-es évek végén a Tiszai Erőműben (THV) is megvalósult az online folyamatellenőrző rendszer TPAi gépekkel. Később mind a DHV-nál, mind a THV-nál a TPAi-kat TPA-1/128 H gépekre cserélték le. Az 1980-as évek elején létesült a legnagyobb teljesítményű erőművi rendszer a Paksi Atomerőműben. Az SZM-2 szovjet számítógépeket és a folyamatellenőrzéshez szükséges perifériákat KFKI gyártású TPA 11/440 számítógépekre és új perifériákra cserélték le. Az új szoftver magyar készítésű volt.

2.2 Alállomási helyzetkép a 80-as évek végén

A kezdetektől 80-as évek végéig az alállomási irányítástechnikát a vezénylőtáblák jelentették, amelyek 220 V-os jelzőkábelekkel voltak összekötve az alállomási berendezésekkel. Működésüket relés, elektromechanikus eszközök biztosították. A felsőbb üzemi irányítási szintek számítógép alapú telemechanikai alközpontjai sem voltak szerves részei az alállomásoknak. Külön helyiségbe telepítették őket és – terjedelmes jelzőkábelrendszeren keresztül – kívülről figyelték az alállomás életét.

2.3 A számítógépek betörése

A 80-as évek fejlesztései azonban megalapozták a 90-es évek ugrásszerű változásait. A 90-es évek kezdetén a számítógépek az alállomási irányítástechnikába is kezdtek beszivárogni. Ezt a számítógépek olcsóbbá válása is elősegítette, mint pl. a személyi számítógépek (PC-k) megjelenése.

Elsőként az Ovit nagybányai alállomásán létesült egy PC-alapú helyi adatmegjelenítő (HAM), amely az ÜIK és a KDSZ adatigényeit kiszolgáló telemechanikai alközpont (SAM) adatait csapolta meg, és mutatta meg az alállomási elektrikusoknak. Ez nagy változás volt a relétáblákhoz szokott kezelőknek, mert a HAM eseménynaplójában 40 ms-os időfelbontással követni lehetett a másodpercek alatt lezajló eseménysorrendeket. Ez a hagyományos hibajelző relékkel elképzelhetetlen lett volna.

A következő nagy lépést a debreceni alállomás telemechanika rendszerének teljes rekonstrukciója jelentette, ahol a HAM mellett egy, a kor színvonalának megfelelő, magyar gyártmányú telemechanikai alközpontot is létesítettek. Ez a projekt egyúttal kísérlet volt a vezérlőtáblák kiváltására, valamint arra, hogyan fogadtathatók el az új számítástechnikai eszközök (pl. az egér és a billentyűzet használata) a teljesen más kezelőszervekhez (kormánykapcsolók, nyomógombok, működtető karok stb.) szokott kezelőkkel.

2.4 Centralizáltból elosztott, mezőorientált irányítástechnika

Ez az évtized óriási változást hozott a telemechanikai rendszerek felépítésében és a többi alállomási rendszerhez való viszonyában is. A 90-es évek kezdetén a telemechanikák még fizikailag is teljesen elkülönültek az alállomás többi részétől. Általában külön helyiségben vagy épületben kaptak helyet, és terjedelmes jelzőkábelezéssel (pl. a debreceni alállomásban több mint 300 kábellel) kapcsolódtak az alállomási szekunderezéshez.

A centralizált elrendezés azonban veszélyeket is rejtett. Pl. a jászberényi alállomásban a telemechanika helyiségében kiütött tűz hetekre megbénította a teljes alállomást, mivel a telemechanika helyiségében összefutó összeégett kábelek a rövidzárlatokat az egész alállomási szekunderezésben szétterjesztették.

Ez az eset is hozzájárult az úgynevezett gyűjtő-leválasztó sorkapcsok (GYLSK-k) elterjedéséhez. Ezek a bontható sorkapcsok egy jól látható határt képeztek az irányítástechnika és a hagyományos alállomási szekunderezés között. Segítségükkel az összeégett telemechanikai kábelrengeteg 1-2 óra alatt leválasztható lett volna. A GYLSK-k egyúttal a telemechanika teszteléséhez is jó felületet nyújtottak.

Az igazán jó megoldást azonban a telemechanika decentralizálása jelentette. A nagy, szekrényi méretű alközpontokat szétdarabolták kisebb részekre, ún. mezőgépekre, amelyek – mint a nevük is mutatja – egy-egy alállomási mezőben keletkezett információ gyűjtésére voltak felkészítve. Ezeket már a mezők relétábláira, közvetlenül a védelmiautomatika-készülékek mellé telepítették, megspórolva ezzel sok kilométernyi drága jelzőkábel, nem is szólva a telemechanikai helyiségről. A centralizált kialakításból már csak a fejtű maradt meg, amely – többnyire vékony, az elektromos zavartatásra érzéketlen – optikai kábeleken keresztül gyűjtötte össze a mezőgépek adatait és továbbította a helyi megjelenítőnek, valamint a felsőbb üzemiirányítási szintek megjelenítő rendszereinek. A decentralizálás javította az adatgyűjtő rendszer rendelkezésre állását is, mivel egy mezőgép meghibásodása nem okozta a teljes rendszer kiesését.

2.5 Az ÜRIK-projekt

A 90-es évek elején elinduló ÜRIK (Üzemirányítási Rendszer Irányítástechnikai Korszerűsítése) projekt tette lehetővé, hogy az itt vázolt modern technológiák a magyar átviteli hálózaton gyorsan elterjedjenek. Az irányítástechnika teljes vertikumának modernizálását tűzte ki célul annak érdekében, hogy megteremtse a független rendszerirányítás műszaki feltételeit, és sikeresen csatlakozhassunk az európai üzemiirányítási rendszerhez. Nemcsak a telemechanikai adatgyűjtőket, hanem a távközlési és a diszpécseri megjelenítő rendszereket,

az ún. SCADA-kat (Supervisory Control and Data Acquisition) is korszerű eszközökre cserélte, mint pl. a MAVIR elavult HIDIC rendszerét Siemens Empower Spectrum-ra. A MAVIR mellett négy áramszolgáltató vállalat is ugyanilyen SCADA-t helyezett üzembe a Közzeti Diszpécser Szolgálatok (KDSZ-ek) számára. Ezen SCADA-k funkcionalitása már nem korlátozódik pusztán az adatgyűjtésre és a működtető parancsok kiadására, hanem sok fejlett, az üzemirányítást és az üzem-előkészítést támogató funkcióval is rendelkeznek, mint pl. a teljesítményáramlás-számítás (load-flow), a kiesések hatásainak vizsgálata (contingency analysis) vagy a terhelésbecslés (load forecasting).

2.6 A 20. század végén

Az ÜRIK projekt az ezredfordulón lezárult, de a fejlődés nem állt meg a mezőorientált irányítástechnikáknál. A telemechanikával párhuzamosan a védelmiautomatika-rendszerek is nagyot fejlődtek. Az évezred végére a régi elektromechanikus, elektronikus eszközöket kezdték kiszorítani a digitális védelmek, amelyek fokozatosan magukba olvasztották az irányítástechnikát is, így pl. elsőként a mezőgépeket. Mára a modern intelligens, rugalmasan programozható alállomási eszközökben (Intelligent Electronic Device: IED) eltűnt a telemechanika és a védelemautomatikák közötti határ. A régi időkre már egyedül csak az alállomási adatokat az üzemirányító SCADA rendszerek számára összegyűjtő adatkoncentrátorok emlékeztetnek.

3 JELEN ÉS JÖVŐ

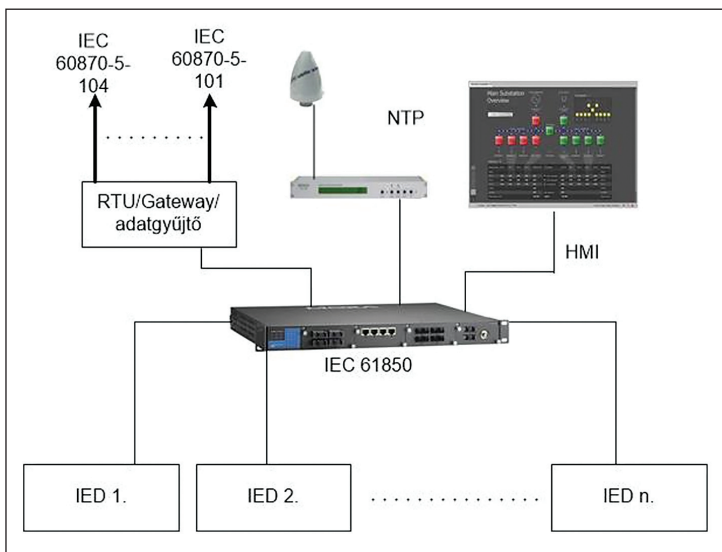
3.1 Az önálló irányítástechnika alkonya

Az a szekunder tervezési koncepció, mely szerint egymástól teljesen függetlennek kell lennie a védelmi és irányítástechnikai készülékeknek és rendszereknek, a 2000-es évek elején gyökeresen megváltozott. Ennek a legfőbb oka az, hogy a digitális készülékek (védelem, mezőgép, RTU) számítási teljesítménye elérte azt a szintet, hogy el tudja látni valamennyi azon funkciót, amelyet eddig külön-külön végeztek, ide értve a készüléken belüli (pl. védelmi) funkciókat és az üzemirányító irányába szükséges adatszolgáltatást is. Az első lépések közé tartozott, hogy középfeszültségen (ahol az egy leágazáshoz tartozó ki- és bemenetek, mérések száma kisebb, mint a 120 kV-os és annál nagyobb feszültség szinteken) a védelembe épített mezőgépkártya jelent meg. Ez az integrálódás még csak azt jelentette, hogy a védelmi készülékbe (rack) egy - csak a központi egységet és kommunikációs modult tartalmazó - mezőgépkártya került, a ki- és bemenetek valamint a tápellátás közös volt. Kommunikációs felületét tekintve fizikailag is külön-külön irányba és adatgyűjtő csatornához csatlakozott a védelem és a mezőgép. Azt a tulajdonságát a szeparált védelmi és irányítástechnikai rendszereknek ez a „hibrid” készülék nem változtatta meg, hogy nem volt egységes kommunikációs felület és protokoll, hanem mindegyik gyártónak a saját csatoló, adatgyűjtő, feldolgozó, és protokoll konverter eszközeit is el kellett helyezni az alállomásokon. Ez igen jelentős számú aktív és passzív készüléket jelentett (és ezzel együtt meghibásodási forrást is), de biztosította a szeparáltságot. A meglévő szabványos protokollokon (pl. IEC 60870-5-101, [3]) a

különböző gyártók eszközei tudtak egymással kommunikálni, de ez nem közvetlenül a készülékek (adatgyűjtők/védelmek) szintjén, hanem az alállomásokba telepített adatgyűjtő számítógépek, fejjépek (RTU) között valósult meg.

Egy következő lépésként jelentett az integrálódásban, amikor a pont-pont (pl. IEC 60870-5-101) kapcsolatok mellett megjelent a hálózatos kialakítás (pl. IEC 60870-5-104 [3]), így egy kommunikációs csatornára már több készülék tudott csatlakozni. Ennek eredményeképpen megjelentek az első switch eszközök az alállomási védelmi és irányítástechnikai rendszerekben, először csak a korábban már említett adatgyűjtő számítógép/fejjepek összeköttetésekben és az alállomás tekintetében „felső” iránynak hívott üzemirányítói adatkapcsolatok irányában. Az alállomáson belüli mezőszintű adatgyűjtés/vezérlés továbbra is gyártóspecifikus maradt. Az IEC 60870-5-104 protokoll alkalmazásának hátránya az volt - ellentétben az IEC 60870-5-101-el (ami gyakorlatilag a soros protokollt jelenti) -, hogy jóval több paramétert kellett benne beállítani. Mivel ez egy általánosan használt hálózatos protokoll, a különböző gyártók közötti kommunikáció esetén több lépésben kellett tesztek végézní, mire ténylegesen működött az adatsere.

Az Ethernet alapú hálózatok terjedése minden területen előretört a 2000-es években, ennek első lépésként volt az előbb említett IEC 60870-5-104-es protokoll alkalmazása. Ahhoz, hogy a védelmek/mezőgépek közötti kommunikáció is gyártófüggetlen legyen, szükség volt egy olyan egységes platformra, amelyet minden annak megfelelően legyártott készülék támogat, és egységesen paraméterezhető, letölthető minden készülékbe attól függetlenül, hogy az milyen szerepet tölt be a szekunder rendszerben. Ahogyan lenni szokott, nemzetközi szinten ismert gyártóktól származott az első megoldása ennek a szabványnak, amelyet IEC 61850-nek [4] neveztek el. Az egyik legfontosabb újítás, hogy ebben a rendszerben nincs dedikált szerepe a védelemnek és a mezőgépnek, bármelyik készülék



1. ábra
IEC 61850 szekunder rendszer

(IED = Intelligent Electronic Device) betöltheti ezt a szerepet, annak függvényében, hogy a kártyakiosztása és a konfigurációja mit tartalmaz. A fent említett „hibrid” védelmi/irányítás-technikai készülék itt már egy kommunikációs felülettel valósul meg, Ethernet alapú (TCP/IP = Transmission Control Protocol/Internet Protocol, [5]) hálózatos struktúrába szervezve (lásd 1. ábra).

Ebben a rendszerben minden eszköz (amennyiben felkészítették rá, akkor a hálózati csatló is) IED-nek minősül és közvetlen szerver-kliens kapcsolattal kommunikál. Ebből következően egy adatot több kliens számára el lehet küldeni egy időpontban, de az Ethernet alapú kommunikáció sajátossága miatt feltétlenül szükséges az egységes időbélyeg használata, amit az NTP (Network Time Protokoll) szerver biztosít. Mivel a szabvány kifejezetten alállomási szekunder környezetre lett kialakítva, így a funkciók egységes adatpont/adatmodell leképezése – elsősorban a védelmi területen – biztosított. Ezen felül beépítésre kerültek egyedi funkciók lefedésére használt adatpontok, így a gyártók sajátosságait – bizonyos korlátok között - be lehet vinni a konfigurációkba. Mivel itt a szekunder rendszerben (protokollkonverzió nélküli) közvetlen adatszere zajlik, akár erősáramú körvezetékek/primer készülékek reteszelésének kiváltása is megoldható. Ezért viszont a különböző gyártók együttműködését minden esetben interoperability (együttműködési) teszttel kell megvizsgálni. Ennek során az IED-k szabványnak megfelelő kommunikációját tesztelik, illetve azt, hogy más gyártók IED-ivel együtt tudnak-e működni.

A rendszer konfigurálását a bekerülő IED-k adatfájljainak ismeretében a rendszerintegrátor végzi el, melynek során összeállítja az adatkapcsolatokat (szerver/kliens viszonyok). Ennek elvégzéséhez ismerni kell az rendszerben lévő készülékek be- és kimeneti viszonyait (mérés, vezérlés, jelzés) valamint a bennük megvalósuló funkciókat (védelmi, retesz, adatgyűjtő, gateway) is. Egy-egy IED bevonásakor pontosan tudni kell, hogy más IED-től milyen adatpontokra van szüksége a készüléknek, illetve más IED-k számára mely adatpontokat kell szolgáltatnia. Az elmondottakból látható, hogy egy szekunder rendszer összeállításának ez a legösszetettebb feladata, így jelentős irányítástechnikai/védelmi gyakorlati tapasztalattal, valamint Ethernet hálózatos ismeretekkel is bíró szakemberek végzik.

3.2 IEC 61850 a gyakorlatban

Napjainkban folyamatosan zajlik a meglévő szekunder rendszerek cseréje, elsősorban a meglévők javítási, karbantartási problémái valamint a nem megfelelő felső irányú adatszolgáltatási képességei miatt. Hiába működik egy védelem vagy egy mezőgép stabilan (akár évtizedek óta!), ha mellé kell telepíteni egy másik készüléket csak azért, hogy a jelenleg szükséges információszolgáltatási és vezérlési funkciókat el tudja látni. Ez gazdaságosan csak a meglévő régi készülék lecserélésével oldható meg.

Meg kell említeni, hogy az IEC 61850 szabvány kiépítése során jóval kevesebb szekunder kábelezésre, körvezetékre van szükség a korábbi szekunder rendszerekhez képest, annak függvényében, hogy milyen funkciókat bízunk rá erre a technológiára (ld. körvezetékek, reteszek).

Általánosan elmondható az IEC 61850 elterjedtségéről, hogy - nemzetközi szinten kizárólagosan, hazai viszonylatban szinte majdnem kizárólagosan - a rekonstrukciók, új

beruházások ennek megfelelően zajlanak (750 kV) 400 kV-6 kV feszültségszinteken; valamint 2007 óta üzemelnek ilyen rendszerek ÁSZ, MAVIR és erőművi területeken. Az előző fejezet végén már említett komplex ismeretek e rendszerek üzembe helyezésénél, üzemeltetésénél, hibakeresésénél sem nélkülözhetők. Ez azt jelenti, hogy a „hagyományos” irányítástechnikai/védelmi tapasztalaton, tudáson felül alapszintű Ethernet hálózatos ismereteknek is (optikai és rézkábeles is) birtokában kell lennie az ezzel foglalkozó szakszolgálatos kollégáknak. Ezeknek az ismereteknek a megléte azért is fontos, mivel az Ethernet hálózatos kialakítás a switcheket is bevonta a paraméterezendő, felülvizsgálandó, üzemeltetendő aktív (IED szintű) eszközök körébe.

3.3 Az IEC 61970 (CIM) modell és alkalmazása a felső üzemirányítási szinteken

Korábban a villamos hálózatok folyamatirányító rendszerei önálló informatikai szigeteket képeztek, amelyeknek csak kevés adatot kellett cserélniük a szomszédos hálózatokkal, vagy a saját vállalatukon belül működő egyéb információs rendszerekkel (elszámolási mérő rendszerrel, állóeszköz nyilvántartásokkal, raktári programokkal stb.) és így nem okozott gondot, hogy minden gyártó a saját egyedi adatmodelljét használta.

A dereguláció, a piaci alapokon nyugvó üzem- és rendszerirányítás, valamint a nagyfeszültségű hálózatok egyre szorosabb integrációja a villamosenergia-rendszer folyamatirányító eszközeit is szorosabb együttműködésre kényszerítette, azonban az adatmodellek különbözősége ezt megnehezítette. Kezdetben az adatmodellek közötti szakadékot számtalan konverterrel próbálták áthidalni. Ennek óriási hátránya, hogy a kapcsolódó rendszerek egyikének cseréjekor a kapcsolatokat is újra kell alkotni, sőt néha még a túloldali szoftverek belsejét is módosítani kell. Ezen a területen a Common Information Model (CIM) bevezetése hozott döntő áttörést ([6]).

A CIM segítségével az információs rendszerekben tárolt adatok, az adatok közötti kapcsolatok és az azokon végzendő feldolgozások írhatók le. Ily módon a valóságos dolgok és kapcsolataik lényegét megragadó leírások készíthetők, amelyek függetlenek mindenféle konkrét informatikai megvalósítástól. A CIM a dolgok leírását az informatikában elterjedt objektum orientált (OO) módon írja le az úgynevezett UML (Unified Modelling Language) nyelv formalizmusainak felhasználásával. A különböző szakmák kidolgozták és folyamatosan fejlesztik a saját területük modelljeit. A villamosenergia-iparban egyre sűrűbben hallhatunk az ún. „CIM-szabványokról”, amely alatt általában az IEC 61970 és 61968 szabványokat értik. Elsőként az amerikai NERC (North American Electric Reliability Council) adaptálta a CIM-et a villamosenergia-rendszerekre a 61970 szabvány megalkotásával, mely osztályok és az osztályok közötti kapcsolatok segítségével írja le a villamos hálózat modelljét: a villamos készülékek tulajdonságait, a hálózat kapcsolási képét és a jellemző villamos mennyiségeket (áramlásokat, feszültségeket).

A villamos hálózatok nagyfokú integrációja és a határokon átnyúló villamosenergia-piacok miatt az európai rendszerirányítók is intenzív adatcserét folytatnak egymással. Ennek koordináló szervezete az ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity), amely – egyebek mellett – előírja tagjainak – így a MAVIR-nak is

– a nemzeti hálózati modellek szolgáltatását negyedórás felbontással az ENTSO-E által definiált CIM-profil szerint. Ezekből építik fel az összeurópai hálózat modelljét, amelyen különböző vizsgálatokat végeznek (pl. kiesésszámításokat). Ez elképzelhetetlen lenne egy közös adatmodell nélkül. A szabványosítás folyamata nem zárult le, hanem folyamatosan követi a villamos hálózat fejlődése támasztotta igényeket, mint amilyenek például a mikro-gridek vagy az okos hálózatok előtérbe kerülésével merülnek fel.

3.4 Megújuló termelés, smart technológia irányítástechnikai vonatkozásai

A villamosenergia-szolgáltatás területén közép- és hosszú távon az energiatermelés további decentralizálódása, azaz nagyszámú, kisteljesítményű, kis- vagy középfeszültségű villamosenergia-forrás megjelenése várható a fogyasztói oldalon. (Az Európai Unió tervei szerint 2020-ig a megújuló energiatermelés részarányának el kell érni az össztermelés 20%-át – European Union climate and energy package). Ennek folyamánya az üzemirányítást kiszolgáló informatikai eszközök egyre szorosabb integrációja és ennek következtében a közöttük lévő adatkapcsolatok, valamint az adatmodellek szabványosodása.

Az energiatermelés decentralizációjának várhatóan számos következménye lesz, ezek jellemzően az alábbiak:

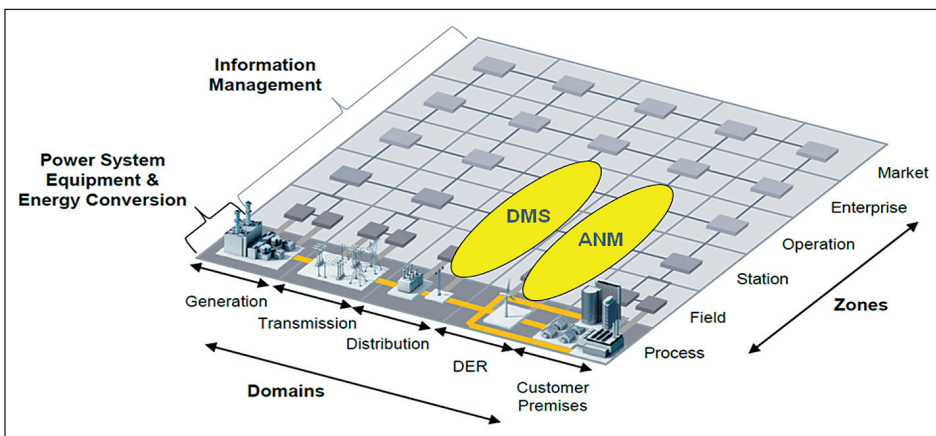
- Mikroméreteken is felléphetnek olyan folyamatok és problémák, amelyek eddig csak az átviteli vagy főelosztó hálózaton voltak jellemzőek. Például energia-visszatáplálás, fogyasztók egymás közötti kooperációja, teljesítménylengések kialakulása.
- A termelésre is képes fogyasztók sokkal tudatosabban fogják használni az elosztó hálózatot. Fogyasztásuk költségeit a rendelkezésükre álló saját források és a fogyasztás tudatosabb időbeli alakításával igyekeznek majd optimalizálni (smart grid).
- A centralizált termelésre (nagy erőművekre) és ennek elosztására (azaz az átviteli, főelosztó és elosztó hálózatokra) továbbra is szükség lesz, mivel a fogyasztás bizonyosan még sokáig meg fogja haladni a decentralizáltan megtermelt és eltárolt energia mennyiségét.
- A közép- és kiefeszültségű hálózat eddig szigorúan sugaras szerkezete hurkolt (rács) struktúrává alakul. A megváltozott hálózati felépítés és fogyasztói viselkedés (ld. visszatáplálás) miatt új üzem-helyreállítási és hálózatkarbantartási módszereket kell alkalmazni.
- Az üzem-előkészítésnek az eddigieknél kiterjedtebb adatgyűjtésre lesz szüksége (smart metering) a tervezéshez.
- A dinamikus növekvő arányú elosztott termelés és fogyasztás szervezésére és irányítására új módszerek és eszközök jelennek meg, melyeket integrálni kell a rendszerirányításba.
- Intenzívebb és gyorsabb kommunikáció alakul ki az áramszolgáltató és a végfelhasználók között. Az információcsere az energiakereskedelemben (pl. online tarifaváltások), valamint az üzemzavarokhoz kapcsolódóan (üzemzavari bejelentések, illetve áramszolgáltatói tájékoztatás) bizonyosan kiszélesedik és felgyorsul majd.
- Az előzőek miatt feltehetően módosulni fog az üzemirányítási szervezet felépítése és feladatköre. Elmosódik a középfeszültségű és a kiefeszültségű hálózat üzemirányítása közötti éles határvonal, és többletfeladatot jelent majd a fogyasztói kapcsolattartás (energiakereskedelemben, üzemzavari adatcsere) is.

Informatikai támogatás nélkül az üzemirányítás már ma sem tudná maradéktalanul el látni a feladatát, és az informatikai eszközök szerepe a jövőben még jobban fel fog értékelődni. Az üzemirányított hálózat és a fogyasztói terület tulajdonságainak megváltozása hatással lesz az üzemirányítás eszközeire is. Várhatóan megjelenik majd az elosztott termelés és tárolás irányítására szolgáló funkció, melyet a szakemberek jelenleg a DMS/SCADA és a védelem/automatika rendszerek közötti réteggként képzelnek el, és Active Network Management-nek (ANM) neveznek (ld. 2. ábra, Smart Grid Architektúra Modell (SGAM) részlet). Ennek feladata többek között:

- Teljesítményáramlások szabályozása, feszültség szabályozás
- Menetrendkövetés
- Frekvenciafigyelés, balancing
- Határértékek real-time beállítása
- Automatikus védelem beállítása

Az ANM funkció autonóm szoftver rendszerként implementálható a DMS/SCADA-ban és/vagy lokálisan. Egy adott fogyasztói területért felelős, az elosztott termelőket, illetve termelő-fogyasztó közösségeket (mikrogrideket) a DMS-től kapott célok szerint szabályozza (pl. nulla hatásosteljesítmény-vételezés, maximális meddőteljesítmény-termelés, -fogyasztás). Ezen túlmenően a kereskedelmi szabályzókat is figyelembe veszi (pl. zöld termelőkre vonatkozó előírások). A DMS/SCADA és az ANM-ek összehangolt működésével veszteségoptimalizáció is megvalósítható.

Az üzemirányítás tágabban értelmezett informatikai környezetében a jövőben szintén jelentős változások várhatók:



2. ábra

Smart Grid Architektúra Modell (SGAM) részlet
 Forrás: CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid
 Coordination Group, Smart Grid Reference
 Architecture working group.

- A jelenleg még csak viszonylag laza összeköttetésben álló funkciócsoportok (EMS/DMS/SCADA, OMS, GIS, Call-Center stb.) közötti kapcsolatokat meg kell erősíteni, ami maga után vonja az egységesítés igényét.
- Szabványos adatleírás, adatmodellek használata, a CIM-en alapuló szabványok elterjedése várható (IEC 61850, IEC 61968, IEC 61970).
- Előtérbe kerülnek a vállalati IT alkalmazások és az üzemirányító rendszerek adat- és alkalmazásintegrációjának kérdései (middleware eszközök, adattárházak, szolgáltatásorientált architektúra (SOA) alkalmazása).
- A feladatok és a hozzájuk tartozó primer információhalmaz megnövekedése miatt az üzemirányítást intelligens, mesterséges intelligencia alapú funkciókkal kell támogatni a tervezés, az eseményfelismerés, a döntéstámogatás, a végrehajtás és az utólagos kiértékelés területén.
- Előtérbe kerülnek az IT-biztonság, a cyber-security szempontjai, mivel a korábban zárt kommunikációs csatornákat használó üzemirányító rendszerek „kinyíltak”, és védtelenné váltak az informatikai támadásokkal szemben. Ezek hatásai lehetnek: Adatvesztés, illetéktelen távműködtetés, a kezelő félrevezetése, melyeket a támadások detektálásával, a hozzáférési jogok és fizikai hozzáférés korlátozásával, a telemechanikai kommunikációs csatornák kódolásával kell kivédeni illetve a következményeket minimalizálni.

Fenti hatások – tekintettel arra, hogy kritikus infrastruktúrát irányító, konzervatív informatikai rendszerekről van szó – nem egyetlen lépésben, hanem fokozatosan és nem is teljesen párhuzamosan válnak majd érzékelhetővé.

Az elkövetkező 30 év a villamosenergia-rendszerek strukturális változásának felgyorsulásáról fog szólni, mely érinti a hálózatok felépítését (középfeszültségű rácsstruktúra), a szekunder rendszerek kialakítását (integrált védelem-irányítástechnika, IED-k), az elosztott termelés irányítását és illesztését a rendszerirányításba (Active Network Management funkció, ANM).

Irodalomjegyzék

- [1] **Kerényi A. Ödön:** A magyar villamosenergia-ipar története (1898-2005), Magyar Villamos Művek ZRt., Budapest 2006
- [2] A rendszerirányítás 60 éves története, Mavir Zrt., Budapest 2009
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60870-5
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_61850
- [5] <http://hu.wikipedia.org/wiki/TCPIP>
- [6] **Dr. Alan W. McMorran:** An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model

Dr. Danyek Miklós (Ph.D.)*„Bízunk a fiatalokban és tanuljunk tőlük!”***Gaál Róbert**

Gaál Róbert 1989-ben szerzett villamosmérnöki oklevelet a BME-n. 1989-1997 között az OVIT Rt-nél dolgozott, mint irányítástechnikai mérnök. Ezen idő alatt részt vett alállomási rekonstrukciók tervezésében, az első alállomás irányítás-technika korszerűsítési projekteken és 1995-től az ÜRIK-projektben. 1997-től a Dynadata Kft. majd 1999-től az Astron Informatikai Kft. kötelékében részt vett a MAVIR új üzemi irányító rendszerének megvalósításában. 2004 óta az Astron Villamosenergia-rendszerek Üzletágát vezeti. Az elmúlt 10 évben számos az üzem- ill. rendszerirányításhoz kapcsolódó fejlesztési projektben dolgozott. A BME VET oktatási kurzusainak meghívott előadója, diplomatervek és önálló laboratóriumi témák konzulense. 2000 óta a MEE tagja, és a MEE vándorgyűlések rendszeres előadója.

„Nyitottság az újra, a fejlődésre”**Dr. Kiss László Iván**

Dr. Kiss László Iván a BME-n szerzett erősáramú villamosmérnöki diplomát 1959-ben, majd 1964-ben folyamatszabályozási szakmérnöki oklevelet, 1967-ben egyetemi doktori fokozatot. Első munkahelye az Erőmű Tröszt OVRAM volt, majd 1961-től az Oroszlányi Hőerőmű villamos laboratóriumának vezetője, 1964-től az MVMOT OVT munkatársa volt. Az OVT-nél a HIDIC folyamatirányító rendszer üzembe helyezését irányította, majd 1991-ig a Számítástechnikai Szolgálat vezetőjeként felügyelte a rendszer üzemeltetését, fejlesztését. Oktatóként részt vett a BME és a KKMFK szakmérnök-képzéseiben. 2001-2011 között a Magyar Elektrotechnikai Múzeum munkatársa, 15 éven át a MEE Technikatörténeti Bizottságának titkára volt. Közel 100 publikációja jelent meg a hazai és a nemzetközi szakajtóban. MEE Nívódíjas, Csáki- és Kandó-díjas.

„Iparágunkban a technikai fejlődés lassabb, mint szeretnénk, de gyorsabb, mint gondolnánk.**Dr. Kovács Attila**

1988-ban végzett a BME Villamosmérnöki Karán, ezt követően az Ovit alkalmazottjaként nappali szakmérnöki tanulmányokat folytatott a BME Villamosművek Tanszékén. Kutatási feladata az alállomási gyakorló szimulátorok modelljeinek, szimulációs szoftverének kidolgozása volt. E témakörben szerzett kitüntetéses erősáramú szakmérnöki diplomát 1990-ben, és védte meg egyetemi doktori disszertációját 1992-ben. 1990-től 1996-ig az Ovit Zrt-nél dolgozott irányítástechnikai mérnökként, 1995-től irányítástechnikai szakágvezetőként. 1996-tól a DYNASoft Kft.-nél dolgozott projektvezetőként, majd osztályvezetőként, 2000 óta az Astron Informatikai Kft. ügyvezető igazgatója. Több publikációja jelent meg a mesterséges intelligencia alapú megoldások villamosenergia-rendszerbeli alkalmazásának szakterületén. 2006 óta a BME címzetes egyetemi docense. A MEE EISZ vezetőségi tagja, 2006-ban Csáki-díjat kapott.