

MAH

XII.

MECHWART

ANDRÁS

IFJÚSÁGI

TALÁLKOZÓ

ABSZTRAKTKÖTET

2022

XII. Mechwart András Ifjúsági Találkozó

Szerkesztette:

Dr. Mohos András
Tácsi István
Dr. Tóth Zoltán

A kötetben megjelent előadások szakmai bírálói:

Tácsi István elnök
Dr. Mohos András alelnök
Dr. Tóth Zoltán alelnök

MEE Mechwart András Ifjúsági Társaság
MEE Mechwart András Ifjúsági Társaság
MEE Mechwart András Ifjúsági Társaság

ISBN 978-963-9299-46-7
DOI: 10.54232/MAIT.2022_abs

Kiadó:
Magyar Elektrotechnikai Egyesület – Mechwart András Ifjúsági Társaság,
Budapest

2022
© Minden jog fenntartva.



Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	4
Előszó	5
Komposztkazán vizsgálata – háztartásitól az ipari méretekig	7
Akkumulátoros energiatárolók alkalmazása villamos elosztóhálózatokon	8
Elosztott termelők szabályzásának hatása az elosztóhálózatra	9
Az ukrán és moldáv villamosenergia-rendszer sikeres szinkronizációja az európai villamosenergia-rendszerhez	10
Villamos autók töltési stratégiáinak vizsgálata hálózati célfüggvények mentén	11
Nagy-, és középfeszültségű alállomások főtranszformátor tekercselésének geometriai elváltozás megbontás nélküli monitorozása a tekercsrendszerek impedancia-frekvencia karakterisztikáinak felvételével	12
Tolerancia analízis villamos gépek esetében	13
Korszerű számítógépes hálózatszámítás alkalmazásának lehetősége a villamos energetikában	14
Veszteségek az elosztó hálózaton: Mit nevezünk hálózatvesztésnek?	15
Energiaközösség modellezése hazai környezetben	16
Hőszivattyú puffertartályának energiatárolóként való alkalmazása	17
Adatkapcsolat kialakítása akkumulátoros energiatároló energiamenedzsment-rendszere és az elosztói üzemirányítási rendszer között	18
The future challenges of reliability and resilience in modern power systems	19
Maszkok szűrőképességének vizsgálata és növelése electrospinning technológia használatával	20
Állapotbecslés alkalmazási lehetőségeinek bemutatása az elosztóhálózaton	21
Grid-forming inverter modellek összehasonlító vizsgálata	22
Középfeszültségre csatlakozó elosztói energiatároló működésének tapasztalatai	23
Virtuális oszcillátor alapú inverter szabályozás	24
Háromfázisú hálózatra csatlakoztatott inverterek hatásfokának növelése és aszimmetria kompenzációja egy fázis tranziensmentes lekapcsolásával	25
Valós idejű szimulátorral támogatott adatvezérelt villamos gép és hajtás diagnosztika	26

Előszó

Tisztelt Olvasó!



A Magyar Elektrotechnikai Egyesület Mechwart András Ifjúsági Társasága minden évben konferenciát szervez az elektrotechnika és a villamos energetika területén tevékenykedő fiatal kutatók, pályakezdő mérnökök és egyetemi hallgatók számára. A 2022. évi, XII. Konferencia során a korábban megkezdett építő munkát sikerrel tudtuk tovább vinni mind a MAIT elnökségével, illetve immáron fiatal segítőkkel egyetemben. Bízom benne, hogy ez a mérföldkő a szervezet életében a hosszútávú, fenntartható működés előjele.

Idén, ahogy a 2021-es évben is, az Ifjúsági Találkozó a MEE Vándorgyűlésének szerves részét képezte, a nulladik nap a fiatalok színterét alkotta. Az érdeklődését jól mutatja, hogy közel 100 volt a regisztráló résztvevők száma. A 20 ellenőrzött előadás során az előadók az aktuális elektrotechnikai trendeknek megfelelően a kutatási témák, ipari projektek a hagyományos területek mellett a megújuló energiaforrásokkal és azok rendszerintegrációjával, energiapiaci fejlesztésekkel, adatalapú megoldásokkal foglalkoztak.

A Találkozó legfontosabb értéke – a szakmai előadásokon túl – a kötetlen beszélgetések, a szakma fiataljainak összetalálkozása. Idén különösen büszkék lehetünk, hogy nagy számban voltak jelen a nem budapesti illetékességű fiatalok is. Az előadók soraiban tudhattuk a győri, a pécsi és a debreceni képzőhelyek és egyetemek előadásait egyaránt. A korábbi éveknek megfelelően nem csak egyetemi hallgatók, fiatal kutatók szerepeltek előadóként, hanem a villamos energetika területén jelentős vállalatok munkatársai is ismertették a nemzetközi projektekben, vállalati fejlesztésekben elért eredményeiket. A konferencián elhangzott előadások mellett ismét lehetőséget biztosítottunk a résztvevők számára rövid összefoglaló, illetve teljes kézirat megjelenítésére is. Ezeket az anyagokat a Magyar Elektrotechnikai Egyesület szakmai színvonalát erősítve szakértői bírálattal segítettük, a szerzők számára így a szakértők értékes visszajelzéseket adhattak. Kiadványainkat a megszokott módon ISBN és DOI számmal is ellátjuk a szélesebb körű elérhetőség biztosításához.

Dr. Tóth Zoltán
alelnök
MEE MAIT

XII. Mechwart András Ifjúsági Találkozó

Absztraktok

Bangó Zsófia Lilla, Dr. Imre Attila

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Komposztkazán vizsgálata – háztartásitól az ipari méretekig

Napjainkban a magas energiaárak és további, bizonytalanságot előidéző külső tényezők mellett fontos, hogy rendelkezünk megbízható technológiákkal, amelyek akár függetlenek is lehetnek a központi energiaellátástól. Az elmúlt időszakban különösen megnövekedett gázárak miatt előnyös, ha tudunk spórolni az energiával, viszont a háztartások és bizonyos létesítmények működtetéséhez elengedhetetlen a folyamatos, stabil ellátás. Erre a problémára nyújthatnak megoldást a komposztkazánok.

A legtöbb háztartásban nagy mennyiségű komposzt termelődik, legyen az állattartásból származó, kerti, konyhai vagy egyéb háztartási hulladék. A magyar lakosság által termelt hulladék 30%-a olyan szerves anyagokból tevődik össze, melyek könnyen komposztálhatóak. A komposztban biológiai oxidáció zajlik le, a szerves anyagok levegő oxigénjével érintkezve, tehát aerob folyamat során lebomlanak; melléktermékként nagy mennyiségű hő keletkezik. A biológiailag aktív komposzt önmagát fűti, akár 80-85 °C-os hő is felszabadulhat a természetes folyamatok útján. A komposztkazánok ezt a felszabaduló hőt hasznosítják, méghozzá környezetbarát módon, hiszen a szén-dioxid-kibocsátás sokkal kisebb, mint egy szén-, vagy akár biomassza erőmű esetében. Ezáltal a klímaváltozás lassításáért való törekvésekben is juthat nekik szerep. A komposztkazánokat kombinálni is lehet biogázzal vagy egyéb megújuló energiaforrásokkal, például napelemekkel, így még több energiát biztosítva.

Kutatásom középpontjában a KoronaGomba cég komposztja áll, melyet csiperkegomba és egyéb gombafajták termesztéséhez használnak. Több száz tonna komposztot helyeznek el betonfallal határolt, fedetlen és fedett bunkerekben. A szalma, csirke- és lótrágya, valamint gipsz keverékéből készült komposzton alulról, ventilátorok segítségével levegőt fújnak keresztül, hogy az egész komposztban egyenletes legyen a hőmérséklet. A kazal tetején mért hőmérséklet 75-80 °C, mely hő egyelőre hasznosítatlanul távozik a levegőbe. Azt vizsgáltam, hogy a felszabadult hő és a megmaradt komposzt miként lenne hasznosítható egy háztartás melegvíz-igényének vagy egy nagyobb létesítmény energiaellátásának biztosítására. Továbbá a hőveszteség minimalizálására és különféle, külföldi megoldásokra is kitérek.

Bereczki Bence
INFOWARE Zrt.

Akkumulátoros energiatárolók alkalmazása villamos elosztóhálózatokon

A decentralizált energiatermelés mértékének folyamatos növekedése, a fogyasztói szokások megváltozása, valamint az energiapiac átalakulása kulcsfontosságúvá teszik az energiatárolás kérdését a fenntartható, megfizethető, biztonságos villamosenergia ellátáshoz. Napjainkban az egyik legelterjedtebb energiatárolási forma a lítium-ion akkumulátoros energiatárolók alkalmazása. Rendkívül széles műszaki spektrumuknak köszönhetően találkozhatunk a pár 10 kWh kapacitású, háztartási méretű tárolóktól egészen a több 10 MWh kapacitású, ellátásbiztonságot támogató lítium-ion akkumulátor telepekkel. Bár a lítium-ionos akkumulátorok ára a közelmúltban stagnál, vagy lassan emelkedik, az energiaárak rohamos növekedése elősegíti az energiatárolók egyre sokrétűbb alkalmazását, hiszen egyre több esetben éri meg telepítésük.

Az elmúlt 5 évben jelentős beruházások történtek Magyarországon is az akkumulátoros energiatárolás területén. Cégünk, INFOWARE Zrt., mint az egyik legjelentősebb hazai rendszerintegrátor több referenciaprojekttel rendelkezik a területen mind kis-, mind közép feszültségű elosztóhálózatok esetén.

Előadásomban bemutatom az INFOWARE Zrt. által gyártott és forgalmazott energiatároló rendszerek erősáramú és irányítástechnikai felépítését, sajátosságait, illetve működési elvét, külön kitérve az elosztóhálózati usecase-ekre és az ezekhez cégünk által kifejlesztett vezérlési és szabályozási algoritmusokra. Az energiatárolók működését konkrét referenciaprojektek eredményein keresztül is szemléltetem.

Borovics Bálint
E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.

Elosztott termelők szabályzásának hatása az elosztóhálózatra

Az elosztott energiatermelés megjelenésének és terjedésének elmúlt évekbeli trendje jelentős kihívások elé állítja az elosztóhálózat üzemeltetőit. A korábban jellemzően dedikált teljesítmény iránnyal rendelkező hálózatok megbízható és költséghatékony üzemeltetése, új működési alternatívák keresésére készíti az elosztóhálózati engedélyest.

Az Elosztói Engedélyes a problémák megoldására megerősítheti hálózatát, vonali feszültségszabályzókat, terhelés alatt szabályozható transzformátorokat és energiatárolókat telepíthet, vagy beavatkozhat a hatásos és meddő teljesítmények eloszlásába. A mai modern inverterek már számos lehetőséget biztosítanak a teljesítmény szabályzására, melyet több európai ország előírt szabványok alapján a gyakorlatban is kihasznál (például Ausztria, Belgium, Németország, Szlovénia). Ilyen gyakorlatok többek között a hatásos teljesítménytől függő leszabályozás, illetve a teljesítménytényező megváltoztatása is lehetséges, ezen felül a betáplált hatásos teljesítmény maximumának korlátozása egy adott csatlakozási ponton.

Az E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. az elmúlt években és jelenleg is folytat olyan projekteket, melyek az elosztott termelők által okozott nehézségek elhárítására keresik a megoldást úgy, hogy közben a hálózati megújuló felvevőképesség tovább nőjön. A Flex.ON és az Active Network Management for All projektek erősen koncentrálnak az elosztott termelők által kínált lehetőségek kiaknázásra és a problémamegoldásra ezek segítségével.

Előadásomban szeretném bemutatni ezen projektek során a termelők szabályzásában szerzett tapasztalatokat, szimulációs és mérési eredményeket és hogy hogyan sikerült a vezérléseket a gyakorlatban megvalósítani. Végül egy rövid kitekintésben a további kihívásokról és lehetőségekről szeretnék beszélni.

Csondor Bálint, Decsi Gábor
MAVIR ZRt.

Az ukrán és moldáv villamosenergia-rendszer sikeres szinkronizációja az európai villamosenergia-rendszerhez

2022. március 16-án sikeresen csatlakozott az ukrán és moldáv villamosenergia-rendszer a kontinentális Európa villamosenergia-rendszeréhez. Az ukrán-orosz háborús konfliktus következtében az Ukrenergo (Ukrán TSO) és Moldelectrica (Moldáv TSO) kérésére az eredetileg tervezett szinkronkapcsolás egy évvel korábban valósult meg a tervezettnél. Ez hatalmas terhet rótt európai TSO-k, köztük a MAVIR vállára is. A vészhelyzeti szinkronozásra azért volt szüksége a két TSO-nak, mert február 24-én leváltak az orosz és belarusz energiarendszerről, és közös szigetüzemben működtek. A három naposra tervezett szigetüzemű leválás az eredeti csatlakozási folyamat egyik tesztlépése volt, mellyel a leválasztott rendszerek tudják garantálni a saját ellátásbiztonságukat a megfelelő műszaki színvonalon, illetve stabilitási vizsgálatok is elvégezhetőek. A háború kitörésével azonban a keleti TSO-knak nem állt módjukban visszacsatlakozni az orosz-belarusz energiarendszerhez, így előbb február 27-én az ukrán, majd február 28-án a moldáv TSO adta be vészhelyzeti csatlakozási kérelmét az ENTSO-E felé, melyet az ENTSO-E pozitívan bírált el.

A rendszerek összekapcsolása során különös figyelem hárult a MAVIR-ra, hiszen a 750 kV-os Szabolcsbáka - Zahidnoukrainska távvezetékekkel történt az első szinkronkapcsolat kialakítása az ENTSO E rendszere és az Ukrán-Moldáv rendszer között. Az Ukrenergo összesen hat, míg a Moldelectrica egy darab távvezetékekkel kapcsolódik a kontinentális európai rendszerhez. A hat ukrán távvezeték közül négy darab három különböző feszültség szinten a magyar rendszerirányító hálózatához kapcsolódik. Ezek alapján belátható, hogy az ENTSO-E 39 TSO-ja közül a MAVIR-nak volt a legnagyobb kitettsége az összekapcsolást illetően, illetve az esetlegesen kialakulható üzemzavar során.

Ebből fakadóan a MAVIR Zrt. szakemberei feszített munkatempó mellett, magas szakmai színvonalon valósították meg a normál menetben több évig tartandó folyamat lépéseit. Az az első perctől világos mandátum volt, hogy csak olyan megoldás jöhet szóba, ami érdemben, és közvetlenül nem veszélyezteti a magyarországi villamosenergia-rendszer stabilitását, és így közvetett módon az európai rendszerét sem.

A cikkben bemutatásra kerülnek a 2017-ben elindult csatlakozási projekt főbb lépései, mérföldkövei. Röviden szót ejtek az európai és az ukrán-moldáv rendszer fő sajátosságairól, felépítéséről. (Burstini-sziget). Bemutatom, hogy milyen előkészületi munkákat kellett elvégezni a sikeres szinkronhoz, illetve a csatlakozás utáni rendszerstabilitás megőrzéséhez, milyen jövőbeni fejlesztéseket szükséges elvégezni. Részletesen bemutatom a csatlakozás lépéseit, a csatlakozáshoz szükséges technológiát, illetve a csatlakozással járó jelenségeket.

Juhász Kristóf Péter, Táci István
Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Szakkollégium

Villamos autók töltési stratégiáinak vizsgálata hálózati célfüggvények mentén

A megújuló energiaforrások jelenléte a hálózaton napról napra növekszik, ahogyan a villamosenergia-igény is. A megváltozott termelői összetétel számos rendszerintegrációs kérdést felvet, többek között az elosztóhálózatok fejlesztési irányzatai, és az itt alkalmazható műszaki megoldások területén. A hagyományos villamosenergia-rendszert egyirányú energiaáramlásra tervezték, a termelési decentralizáció még nem volt jelen. Napjainkban azonban a megújuló termelés részarányának növekedése miatt a teljesítményáramlás kétirányú lett a hálózaton. A nagyerművekhez képest a különböző teljesítményű megújulók különböző feszültségszintre táplálódnak be, ezzel alapjaiban átrendezve a rendszert. Az elosztott termelők közül kis- és középfeszültségen, azaz az elosztóhálózaton főleg napelemes energiatermelés van jelen, azonban a napelemek által előállított energia szakaszos jellegű időjárásfüggő, ezért ez problémát okoz a hálózatnak.

Az elosztott termelők mellett a villamos autók számossága is napról napra növekszik hála az állami támogatásoknak és az egyre jobb és olcsóbb akkumulátor technológiáknak. Ezek a speciális fogyasztók a hálózaton igen nagy teljesítményfelvétellel jelennek meg, szabályozatlan töltéssel problémákat okozhatnak a hálózatnak. Ezen problémák elkerülése érdekében elengedhetetlen valamilyen töltési stratégia, amely helyes meghatározásával nem csak az ő általuk generált problémákat oldhatjuk meg, hanem megoldást találhatunk a nagybehatású napelemes termelés által okozott feszültségszint emelkedésre és kétirányú teljesítmény áramlásra is.

Kutatásomban ezt a kapcsolatot vizsgáltam kisméretű hálózaton python programozási nyelvben pandapower load flow szimulációkkal. Vizsgálatom során azt az eredményt kaptam, hogy a villamos autók ütemezett töltése a napelemes termelés miatt bekövetkező feszültségemelkedést igen jól orvosolja, valamint azt, hogy a szabályozás szempontjából a váltakozó áramú lassú töltés jobb eredményt biztosít, mint az egyenáramú gyors töltés, hiszen ilyen esetben a villamos autók extra kapacitását huzamosabb ideig vehetjük igénybe.

Károly Levente

E.ON Dél-dunántúli Áramhálózati Zrt., Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Nagy-, és középfeszültségű alállomások főtranszformátor tekercselésének geometriai elváltozás megbontás nélküli monitorozása a tekercsrendszerek impedancia-frekvencia karakterisztikáinak felvételével

A transzformátorok elengedhetetlen eszközök a villamosenergia-rendszer működéséhez, így ezen gépek üzembiztos működése kiemelten fontos. Az üzembiztosság feltételei a megfelelő állapotellenőrző vizsgálatok, ezen belül a gép mechanikai állapotának meghatározása. Ezen vizsgálat villamos elvek segítségével történő elvégzése kerül bemutatásra.

Az impedancia-frekvencia karakterisztika felvétele, illetve kiértékelése segítségével a transzformátorok mechanikai deformációját vizsgáljuk a gép megbontása nélkül. A transzformátorok nem forgógépek ennek ellenére mechanikailag is terhelve vannak. A mechanikai deformáció hatással van gép inductívására, kapacitására, illetve ellenállására. Ezen elemek határozzák meg a transzformátor frekvenciafüggését, ebből következik, hogy az impedancia-frekvencia jelleggörbében történő változás megadja, hogy a gépben végbemenő mechanikai állapotromlást, illetve ezek lehetséges helyét és mértékét.

Az impedancia-frekvencia jelleggörbe vizsgálata jelenleg szubjektív módon történik. A kiértékelés objektív meghatározásával egyszerűbb, hibamentesebb eredményre juthatunk, melyet egyéb transzformátor diagnosztikai vizsgálatok eredményével együtt a Health Indexbe történő összegzésével egy számértékben kifejezhető a gép állapota.

Az impedancia-frekvencia jelleggörbékkel elvégzett transzformátor diagnosztika segítségével átfogó képet kaphatunk a gép mechanikai állapotáról, melyet Health Indexbe történő importálásával pontosabb eredményt érünk el a transzformátor állapotmeghatározásában.

Katona Mihály^{1,2}, Orosz Tamás³¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék² Robert Bosch Kft.³ Széchenyi István Egyetem Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

Tolerancia analízis villamos gépek esetében

A tolerancia analízisnek döntő szerepe van a villamos gépek tervezésében, mivel a szűk tűréshatárok magas gyártási és alapanyagköltségekhez vezethetnek a megnövekedett selejtszám miatt. Villamos gép tolerancia analízisének végeselemes módszer alapú optimalizálása, a tervezés első, előzetes tervezési fázisában, könnyen vezet nagy számítási kapacitást és ráfordított időt igénylő feladatra. Ennek a feladatnak a megoldására, egyszerűsítésére különböző surrogate-modellinget, mesterséges intelligenciát és evolúciós, genetikus optimalizálást igénylő módszereket alkalmaztak, hogy lehetővé tegyék a tolerancia analízis elvégzését már az optimalizálás legelső szakaszában. A legtöbb tanulmány azonban nem vette figyelembe az ebből adódó információveszteség mértékét és az alkalmazott módszerek korlátait.

Különböző forrásokból elérhető Toyota Prius 2004 állandómágneses szinkrongép geometriáját és méreteit, de a mágnesek végén elhelyezkedő fluxusgát alakja nem egyértelműen definiált. Jelen kutatás tartalmaz egy a fenti problémára adott parametrizálást, emellett a gyártási toleranciák mértékébe eső geometriai változások hatását a fognyomatékra és átlagnyomatékra. Továbbá vizsgáltam ezen értékek függőségét a végeselemes hálózás sűrűségétől is. A számítások elvégzése végeselemes analízist támogató FEMM nyílt forráskódú szoftverrel történt. A számítások automatizálása és a kapott eredmények feldolgozása Python programozási nyelven valósult meg.

Állandómágneses szinkrongépek esetén a fluxusgát alakja nem csak a fognyomatékra, hanem az átlagnyomatékra és a nyomatékhullámosságra is nagy hatással van. A fognyomaték változása esetén, nem csak a nyomaték amplitúdóját, hanem annak frekvenciájára is hatással lehet. Bizonyos esetekben már 0.1 milliméter változás a leggyártott geometriában 2% mértékben megváltoztathatja az átlagnyomaték csúcsértékét.

Gazdaságosan gyártható, robosztus prototípus tervezéséhez a gyártási toleranciák figyelembevétele elengedhetetlen már a tervezés során is.

Kőhegyi Attila
Kőhegyi Mérnöki Iroda Kft.

Korszerű számítógépes hálózatszámítás alkalmazásának lehetősége a villamos energetikában

Ma a műszaki világban a gyors és hatékony tervezéshez korszerű programokra, számítási eljárásokra van szükség. A tervezés egyik alapeleme a különböző villamos hálózattal kapcsolatos számítások elvégzése mind üzemi (teljesítményeloszlás, feszültségesés számítása, terhelhetőség, hálózati veszteségek stb.) mind hibaállapottokra (soros-, sönt- és szimultán hibák). Ehhez kapcsolódik a hálózaton alkalmazott villamos védelmi rendszerek beállítása, koordinációja és működésének szimulációja.

Ezen számítások elvégzése kézzel nagyon hosszadalmas, többnyire lehetetlen feladat, amelyre a projektek tervezési szakaszaiban elegendő idő sincs. Léteznek közelítő számítási eljárások, amelyekkel gyorsabban el lehet végezni a szükséges számításokat, de ezek nem minden esetben alkalmazhatók, illetve súlyos megkötésekkel végezhetőek csak el. Ebben segítenek a korszerű hálózatszimulációs programok.

Munkám során aktívan használok egy ilyen hálózatszimulációs programot a PSS SINCAL-t. Az előadás során röviden ismertetem a program felépítését. Példákon mutatom be a programmal elvégezhető számításokat és a kialakított túláram-védelmi koordinációt. Ezt követhetően ismertetem a számítások elvégzésének menetét, és felhívom a figyelmet az ilyen programok használatakor adódó sajátosságokat.

Segédtervezői munkám során tapasztaltak alapján a hálózatszimulációs programok nagyban meggyorsították, és egyszerűbbé tették a tervezői munkát. De használatuk nagy körültekintést igényel.

A hálózatszimulációs programok nagyban megkönnyítik a mérnöki munkát, de nem helyettesítik a mérnöki tudást és a gondolkodásmódot.

Konczos András Márk
OPUS TITÁSZ Áramhálózati Zrt.

Veszteségek az elosztó hálózaton: Mit nevezünk hálózatveszteségnek?

A jelenlegi gyakorlat szerint a villamosenergiát szállító és szolgáltató vállalatok az energiát átvivő és elosztó rendszerbe betáplált és a fogyasztóknak átadott villamosenergia különbségét számolják el hálózatveszteségként. A hálózatveszteség nem újdonság az energetikában, azonban elemzésének és a veszteségcsökkentés kérdésének előtérbe kerülése ma még inkább indokolt lehet, ugyanis a villamosenergia-rendszer napjainkban jelentős átalakuláson megy keresztül, amely átalakulás a rendszer minden tényezőjére hatással van.

A hálózatveszteséget feloszthatjuk számítható, inkább műszaki jellegű és nem számítható, inkább kereskedelmi jellegű összetevőkre, illetve a számítható veszteségek esetében beszélhetünk a terheléstől függő és a terheléstől független veszteségekről. Előadásomban kitérek a műszaki hálózatveszteség különböző feszültségintű hálózati elemeken való megoszlására, ezen veszteség értékét befolyásoló tényezőkre, illetve az elosztó hálózatot jelenleg érő kihívások hálózatveszteségre gyakorolt hatásaira.

Az elvégzett munka alapján a hálózatveszteség elvárt és valós trendjét összehasonlítva felfedezhető a különbség. A megújuló energia terjedésével a hálózatveszteség értéke csökkenni kezdett a hálózatba visszatáplált energiának és az így rövidebbé váló szállítási útvonalaknak köszönhetően. A megújuló energia terjedését segítő jogi környezetnek köszönhetően továbbra is a megújuló energiaforrást primer energiaforrásként felhasználó erőművek nagy léptékű terjedése várható a jövőben, amely folyamat komoly következményeket vonhat maga után.

A hálózaton keletkező veszteség mértéke jelenleg nem kezelhetetlen, azonban ahhoz, hogy ez a jövőben is így maradjon vagy akár képesek legyünk javítani a mutatóinkon, nagyobb hangsúlyt kell fektetni a hálózatveszteség elemzésére, illetve azon hálózatfejlesztési stratégiákra, amelyek segítségével a veszteség mértéke kontrollálható.

Kubovics Bálint, Sinkovics Bálint
Magyar Energetikai Társaság Ifjúsági Társaság

Energiaközösség modellezése hazai környezetben

A klímaváltozásra való nemzeti és nemzetközi válaszlépések, vállalások alapjaiban formálják át a villamosenergia termelést. A tervek kulcseleme a megújuló bázisú energiatermelés, ami Magyarországon túlnyomó részben a napenergiát hasznosító erőművek, kiserőművek jelentik, amelyek közül a háztartási méretűek száma rohamosan növekedik. Az Európai Unió a tiszta energiacsomagjában új villamosenergia-piaci szereplőket hozott létre. Az egyik ilyen szereplő, az energiaközösség, ami jelenleg még csak jogi fogalom, a gyakorlatban csupán kiforratlan projektek valósultak meg.

Eddigi munkám fő célja, hogy egy magyarországi kifeszültségű transzformátorkörzet fogyasztóinak teljesítményfelvételét adott napelemes penetráció mellett sztochasztikus eljárással elemzem és a hálózatrészhez energiatárolót méretezek. A végső célom pedig az, hogy a kifeszültségű transzformátorkörzetet, egy energiaközösségnek tekintve, menetrendet tudjak tervezni a következő napra.

Munkám eddigi eredményéből azt a következtetést vontam le, hogy a vizsgált magyarországi kifeszültségű transzformátorkörzetben a HMKE beépítettség még nem okoz jelentős problémát a hálózaton, ami miatt azonnali beavatkozás lenne szükséges. Ebből persze nem következik az, hogy általánosan ilyenek a magyarországi transzformátorkörzetek. A vizsgált hálózatrész azonban még bőven elbír további háztartási méretű kiserőmű csatlakozásokat.

Az, hogy jelenleg nem okoz problémát a megújuló alapú, időjárásfüggő energiatermelés a villamosenergia-rendszeren, az nem jelenti azt, hogy nem kell a kérdéskörrel foglalkozni. A tervek és célkitűzések mind egyre nagyobb megújuló részarányt követelnek meg a villamosenergia-termelésben, így egy olyan rendszert kell alkotnunk, amely kellő rugalmassággal tudja kezelni a termelésben hirtelen kialakuló változásokat.

Márkus Attila
E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.

Hőszivattyú puffertartályának energiatárolóként való alkalmazása

Az energiatárolás napjainkban egyre nagyobb népszerűségnek örvend, melyet főként a megújuló energiaforrások elterjedésének és ezek által adódó problémáknak köszönhetünk. Ezen technológia lehetővé teszi, hogy a megtermelt, vagy megvásárolt energia különböző igényeknek megfelelően az energiaforrás időbeliségétől függetlenül felhasználható legyen, illetve számos lehetőséget biztosít, melyek kedvezőbb feltételeket teremthetnek üzemeltetői és fogyasztói oldalon egyaránt.

Az akkumulátoros villamosenergia-torlás már mindennapjaink része, viszont a folyamatos nyersanyaghiány és egyre nagyobb felhasználói igény miatt új alternatívák után kell kutatnunk. Egyik ilyen alternatíva lehet a hőenergia alapú tárolás. Ehhez tökéletes eszköz gyakorlatban egy hőszivattyú puffertartálya, amely nem csak tárolni tud, de a hőszivattyú használatával képesek vagyunk hasznosítani is ezt az energiát.

A víz melegítését vagy hűtését sok szempont alapján időzíthetjük, esetemben a prioritás elsősorban a napelemes termelés helyi felhasználásának maximalizálása, illetve a feszültségproblémák csökkentése (peak shaving). Másodlagos célfüggvényként megfogalmazok a villamosenergia-árra és a hálózat terheltségére vonatkozó eljárásokat.

A működés automatizálása egy helyi folyamatirányító környezetben történik a fóti Élhető Jövő Parkban, és a fogyasztás a fent említett szempontok alapján a hőszivattyú ki/be kapcsolásával, illetve a puffertartály vizének melegítésével/hűtésével valósul meg. Ezzel ideális esetben egy hétköznapi háztartási környezetben a megújulókból származó energiát vagy a napközben, kedvezőbb áron elérhető energiát több óra elteltével is képesek vagyunk felhasználni.

Korábbi fogyasztási adatok elemzésével, majd az új eredmények összehasonlításával vizsgálom a módszer hatékonyságát, valamint működés, élettartam, kezelhetőség, effektivitás szempontok alapján összehasonlítom a puffertartályt a hagyományos akkumulátoros energiatárolóval.

Máyer Levente
E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.

Adatkapcsolat kialakítása akkumulátoros energiatároló energiamenedzsment-rendszere és az elosztói üzemirányítási rendszer között

A projekt az IElectric projekt (akkumulátoros energiatároló energiamenedzsment-rendszer) keretei között jött létre Scada Connector fantázia néven, melynek célja, hogy automatizált módon adatot szolgáltatson a SCADA rendszerből (elosztói üzemirányítási rendszerből) az IElectric további alprojektjei számára. Ezeket az adatokat tárolja, transzformálja és továbbítja egy edukációs platform (Publikus megjelenítő) és egy bojler vezérlő rendszer (DLC Projekt) számára. Ez egy új, innovatív megoldás, ugyanis üzembiztonsági szempontok miatt az OT-t (Operational Technology) és az IT-t (Information Technology) elkülönítik egymástól. Egy automatizált adatkapcsolat kialakítása volt a cél, miközben figyelembe vesszük az üzemirányítás rendszerre vonatkozó szabályokat és korlátokat.

A munkában az elosztói üzemirányítási rendszer és egy felhős környezet között alakítottunk ki kapcsolatot olyan módon, hogy az adatok kinyerése ne terhelje túl a rendszert és ne legyen magas a késleltetés az egyes adatsomagok küldése között. Ezt egy adatbázis tükrözéssel valósítottuk meg, majd egy virtuális számítógép segítségével Microsoft Azure felhős környezetbe juttattuk az adatokat.

A projekt sikeresen lezárult. Az adatkapcsolat működik, továbbítja az adatokat más projektek számára automatizáltan. A munka során betekintést nyerhettünk a SCADA rendszer működésébe, továbbá fény derült a TMOK-k (Távolról működtethető oszlopkapcsolók) költségoptimalizálási beállítására, melyek miatt hibásan továbbítanak adatokat. A projekt során sok mikrokomponenseket tartalmazó architektúra került kialakításra, amelyben a földi infrastruktúrát a felhős infrastruktúrával sikeresen kapcsoltuk össze.

Ha üzemirányítási rendszerrel szükséges kapcsolatot kialakítani akkor figyelembe kell venni a rendszer túlterheltségét, ugyanis kis mértékben sem veszélyeztethetjük az üzembiztonságot egy esetleges hibás vezérlés vagy parancs során. További tanulság, hogy a folyamatos adatfolyam miatt szükséges valamilyen ellenőrző mechanizmust beiktatni az ilyen típusú adatkinyerésekbe, ugyanis előfordulhatnak rendszer túlterheltsége miatti különböző adatkésések, melyek során a SCADA-nak prioritizálnia kell a feladatokat.

Lejla Pašić^{1,3}, Azra Pašić¹, Alija Pašić¹ and István Vokony²

¹ Budapest University of Technology and Economics, Department of Telecommunications and Media Informatics

² Budapest University of Technology and Economics, Department of Electric Power Engineering

³ELKH-BME Information Systems Research Group

The future challenges of reliability and resilience in modern power systems

In our work we examine the most important concepts of power system reliability and resilience with special focus on future challenges and possible future trends. Reliability and resilience are two distinctive but still interconnecting concepts. Generally speaking, power system reliability focuses on the matter (of the rate of occurrence) of service interruption and power supply loss, while resilience focuses on withstanding high-impact, low-probability disruptive events and natural or man-made extreme disasters, as well as on the recovery process after such events. Two processes that will possibly have a major impact both on power system reliability and resilience are the integration of renewable energy resources and the development of the smart grid.

Renewable energy resources, which are becoming a significant element in the energy supply chain, transform power systems into a more distributed, decentralized, autonomous system. Due to their intermittent nature, they will pose a significant challenge for power system operation, including reliability and resilience. On the other hand, the increased integration of smart grid technologies in the power system expands the grid structure in dimensionality and complexity, making it vulnerable to cyber component failures – as the physical infrastructure becomes more dependent on cyber-enabled functions.

While all these innovations inherently bring new challenges and potential issues into the system, if integrated and utilized properly, they can enhance the systems' reliability and resilience instead of damaging it. For example, with smart grid technologies which improve communication and real-time control capabilities, the reliability of the system can be improved without a doubt, but additionally, the system can become more resilient as it receives faster and better information before, during and after a disruptive event.

Pózmán Réka Alexandra, Dr. Cselkó Richárd
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika
Tanszék

Maszkok szűrőképességének vizsgálata és növelése electrospinning technológia használatával

2019-ben jelent meg először a Covid-19, ami azóta is érzékelteti hatását az emberek életére. A vírus számtalan módon terjedhet, leginkább viszont a kilélegzett, fertőzött folyadék részecskék által jut el emberről emberre. Szinte a legelső, és azóta elterjedt védekezési óvintézkedés az orrot és száját eltakaró maszkok folyamatos használata, amiknek a hatékonysága viszont több paramétertől is függ. Hivatalosan ezeket három nagy kategóriába soroljuk szűrőképesség alapján, mégpedig FFP1, FFP2 és FFP3-ra. Mindhárom eset a 0,6 mikrométeres és annál nagyobb részecskéket képes szűrni, azonban az FFP1 80%-os, az FFP2 94%-os, míg az FFP3 típusú maszkok mind ezt 99%-os hatékonysággal teszik meg. A probléma a textil maszkok megjelenésével indult, amiknek a szűrőképessége nem besorolható, így megfelelő védelmet sem nyújt viselője számára.

A kutatás fő célja ennek a problémának az orvoslása egy általunk készített elektrospinning technológiát alkalmazó nanoszálakat képző berendezés segítségével. COMSOL szimulációval egy modell több esetét is tesztelünk, amely során különböző paramétereket vizsgálva keressük az optimális beállításokat. Ilyen vizsgálati paraméter többek között a tűk száma és ezeknek az egymástól való távolsága. Ezzel a lépéssel elérhető, hogy a berendezés magas szűrőhatékonysággal rendelkező, akár vízálló, nanoszálakból álló réteget hozzon létre, amit laboratóriumi körülmények között tudunk vizsgálni. A tesztelés során előkerülő fontosabb paraméterek még az oldat sűrűsége, az elektródtávolság és a feszültség mértéke is. A célunk, hogy olyan szövetből és egy arra applikált PA6 nanoszálalás rétegből álló maszkot hozzunk létre, ami mérések alapján jobb szűrőképességgel rendelkezik, mint a csupán textil anyagú maszkok.

Sinkovics Bálint, Dr. Hartmann Bálint

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika
Tanszék

Állapotbecslés alkalmazási lehetőségeinek bemutatása az elosztóhálózaton

Az elmúlt évtizedben az hazai energetikában egy gyorsuló ütemű átalakulási folyamat figyelhető meg a termelői szerkezetben. Ennek egyik aspektusaként a megújulók térnyerésével a közép-és kiefeszültségen is termelők jelennek meg. így a villamosenergia-termelés decentralizációjának következtében az elosztó hálózaton lehetségesen előfordulható üzemállapotok száma is növekszik. A sugaras topológiájú elosztó hálózaton a volatilis termelés miatt a villamos jellemzők értékei nagyobb tartományban vesznek fel értéket a korábbiakhoz képest, illetve szélsőséges esetekben a teljesítmény áramlás is megfordulhat. Az átalakuló termelői szerkezet hatására jelentkező elosztóhálózati változások egy aktív, valós idejű hálózati üzemállapotokra közvetlenül reagálni képes üzemvitel szükségességét vetíti előre. Ehhez jó az állapotbecslés, mert segít hiteles képet kapni a hálózati viszonyokról akár limitált számú mérési adat ismeretében is. Ez azért fontos, mert a kiefeszültségű hálózaton a mérési infrastruktúra nem teszi lehetővé, hogy minden pontban valós idejű mérést végezzünk, ezért a pontos állapotbecslés eléréséhez elengedhetetlen a pontos pszeudo adatok generálása.

A bemutatni kívánt vizsgálatok célja, hogy bemutassa az állapotbecsléssel elérhető lokális beavatkozási módszereket a háztartási méretű kiserőművi (HMKE) termelés figyelembevételével. A HMKE penetráció okozta lokális feszültségemelkedés kompenzálására számos technológiai megoldás áll rendelkezésre. Jelen munka során a hazai, vezérelt fogyasztói körbe bevonható fogyasztók beavatkozási potenciálját vizsgáljuk. A hálózati hatások modellezését egy állapotbecslő algoritmus segítségével végezzük egy valós, hazai kiefeszültségű körzeten.

A bemutatott futtatási eredmények és a kialakított vezérlési stratégia egy olyan jó gyakorlatot mutat be, mely segítségével kiaknázható a jelenleg is meglévő vezérelt fogyasztók csoportja.

A lokális beavatkozáson alapuló fogyasztói vezérlésben rejlő potenciál hatékony megoldást jelenthet a lokális szolgáltatásminőségi mutatók javításában.

Sütő Bence, Tóth Balázs, Dr. Divényi Dániel, Dr. Farkas Csaba,
Dr. Raisz Dávid

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, Smart Power Laboratórium

Grid-forming inverter modellek összehasonlító vizsgálata

Az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrások térnyerésének köszönhetően egyre nagyobb számban találhatók meg a villamosenergia-rendszerben teljesítményelektronikai berendezések. Az inverteres termelők sok esetben részben, vagy teljesen kiváltják a klasszikus forgógépes egységeket, mely következtében a rendszer dinamikája és irányíthatósága is változik. A jelenlegi konverterek jellemzően áramszabályozással működnek, belső felépítésükből adódóan nem képesek külső feszültséggel nélkül üzemelni. Az ENTSO-E is felismerte, hogy szükség van úgynevezett grid-forming (GFM) inverterek hálózatra telepítésére, melyek aktívan képesek beavatkozni a feszültség-, és frekvenciaszabályozásba, és akár szigetüzemet is képesek tartani.

A GFM inverterek koncepciója nem újdonság, az utóbbi szűk két évtizedben több különböző GFM modell is megjelent a nemzetközi szakirodalomban. Cikkünk, illetve az arra épülő előadásunk célja azonosítani és jellemezni a fontosabb GFM konverter struktúrákat. Az elemzésünk során egyrészt ismertetjük a szakirodalomban megjelenő, eltérő szabályozási rendszerekből adódó sajátosságokat. Másrészt, szoftveres szimulációkon keresztül bemutatjuk és összehasonlítjuk a konverterek működését.

Az elvégzett vizsgálataink az első mérföldkövét jelentik egy olyan összehasonlító szempontrendszer kidolgozásának, amely alapján értékelve az egyes modelleket, a GFM egységeket telepíteni kívánó beruházók ki tudják választani az igényeiket leginkább kielégítő konverter típust.

Török Ákos
E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.

Középfeszültségre csatlakozó elosztói energiatároló működésének tapasztalatai

A jelenlegi piaci környezetben jelentősen növekszik a megújuló energiatermelők, főként napelemes energiatermelők penetrációja. A nagy mennyiségű megújuló energiatermelői kapacitás integrálása a hálózatba kihívás elé állítja a hálózatüzemeltetőket, értve ez alatt a átvitelrendszer-üzemeltetőt (TSO) és az elosztói engedélyeseket (DSO). A hálózaton fellelhető rugalmasság kulcskérdéssé kezd válni. A megújuló energiaforrások döntő részt elszórta az elosztóhálózatra csatlakoznak, a kisebb, jellemzően ~0,5 MW-os napelemes energiatermelők a középfeszültségű hálózatra. A hosszú szabadvezetékes középfeszültségű hálózatokon döntő részt az erőművi csatlakozásoknak az elsődleges korlátozó tényezője a feszültség korlátok elérése.

Az IElectrix projekt keretén belül a hálózat rugalmasságának és erőművi felvevőképességének növelése érdekében egy energiatároló berendezést csatlakoztattunk az elosztó hálózatra Dúzsoson. A dűzsi energiatároló célja a napelemek által okozott magas feszültség mérséklése és a hálózat önfogyasztásának növelése volt.

Az elvégzett munka keretén belül egy középfeszültségű hálózati modellbe integráltuk az energiatárolót feszültségszabályzó funkcióval, majd idősoros szimulációkat futtattunk. A modellezett különböző beállítási pontokat implementáltuk az energiatároló rendszer helyi vezérlőjében, majd vissza is mértük a hálózatra gyakorolt hatását.

Az idősoros szimulációk és a valós működések elemzése során érzékelhető volt a nagyfeszültségű transzformátor fokozatváltató hatása. A tapasztalat azt mutatja, hogy nem szabad elhanyagolni ezen hatást, amennyiben a feszültségszabályozás az elsődleges szempont. A tr. fokozatváltása +/- 1 %-os feszültségváltozást okoz a 22 kV-os gyűjtősínen. A magas feszültségek kezelése akkor érdekelt, ha a termelői berendezések a hálózaton nagyobb, mint 1%-os feszültségváltoztató hatással rendelkeznek, mivel ebben az esetben van mód arra, hogy egyértelműen a napelemes termelők hatását korlátozzuk.

A munka eredményei rámutattak arra, hogy az energiatároló eszköz alkalmas a középfeszültségű feszültségszabályozásra, de napon belüli célfüggvényeinek száma csak egy lehet a következők közül: magas feszültség csökkentés vagy alacsony feszültség növelés. Ennek oka a napi feszültség átlagok változása napról napra.

További eredményként felmutatható, hogy nemcsak a hatásos teljesítménnyel van lehetőség a feszültségszabályozásra, hanem a meddő teljesítmény is alkalmas erre. Viszont abban az esetben, ha a hálózat energia függetlensége is cél, akkor inkább javasolt a hatásos teljesítménnyel történő szabályozás.

Tóth Balázs, Dr. Raisz Dávid, Sütő Bence
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, Smart Power Laboratórium

Virtuális oszcillátor alapú inverter szabályozás

Az átalakuló villamosenergia-rendszerben várhatóan fontos szerepe lesz az olyan mikrogrideknek, melyek képesek hálózatra kapcsolódva és szigetüzemben is megbízhatóan üzemelni. Szigetbe kerüléskor a mikrogrid elveszíti a hálózat nyújtotta frekvencia- és feszültségstabilitást, így igény van olyan úgynevezett grid-forming inverterekre, melyek kommunikációmentes feszültség szabályozást és szinkronizációt képesek megvalósítani a lokális hálózaton (például droop-szabályozás segítségével). Erre kínál egy lehetséges megoldást a virtuális oszcillátor alapú szabályozás (továbbiakban: VOC).

A VOC gyengén nemlineáris oszcillátorok működésén alapszik, melyet digitális formában, mikrokontrollerek segítségével valósítunk meg. A nemzetközi irodalomban fellelhető alapmodellek közül mi az AHO típusú szabályozással foglalkoztunk, mert ez felülmúlja a korábbi megoldásokat. Jelen munka célja bemutatni, hogy miként képesek csatolt rezgőkörök biztosítani a szigetüzemi szinkronizációt és stabilitást, továbbá bemutatni a működést több, párhuzamosan kapcsolt inverteren végzett hardveres szimuláció keretében.

Palásti Bálint, Veréb Szabolcs, Futó András
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

Háromfázisú hálózatra csatlakoztatott inverterek hatásfokának növelése és aszimmetria kompenzációja egy fázis tranziensmentes lekapcsolásával

Napjainkban egyre növekvő számban találunk hálózatra csatlakoztatott három fázisú invertereket nap- és szélenergiás rendszerekben, ipari berendezések és elektromos autók töltők aktív egyenirányítóiban, sőt, újabban hálózatra csatlakoztatott statikus szabályozó berendezésekben (STATCOM, DVR) is terjednek. Ilyen alkalmazásokban viszonylag ritka, hogy a berendezés névleges teljesítménnyel üzemeljen, igen gyakori a részterheléses üzem. A berendezés önfogyasztása, ami nagyrészt a félvezetők átkapcsolási veszteségeiből áll, a veszteségek jelentős részét adja.

A kutatás célja egy olyan irányítási algoritmus megalkotása, melynek segítségével részterheléses üzemállapotban a vektoros irányítást használó három fázisú üzembről fokozatosan, több másodperc alatt lehessen rezonáns szabályozót használó egyfázisú inverter üzemre átállni. A fokozatos átállás miatt a hálózaton ez a folyamat nem okoz villódzást (flicker). A sikeres átállás után a nem használt fázisban üzemelő félvezetők lekapcsolhatók, ezáltal a veszteségek 1/3 része megtakarítható. A lekapcsolandó fázis körütekintő megválasztása a hálózati feszültség aszimmetriájának csökkentését is segítheti. Növekvő teljesítmény igény esetén a lekapcsolt fázis tetszőleges idő alatt újra indítható és fokozatosan újból megterhelhető, ezáltal visszaállítva a háromfázisú üzemet.

Zsuga Ádám, Dr. Dineva Adrienn
Széchenyi István Egyetem, Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

Valós idejű szimulátorral támogatott adatvezérelt villamos gép és hajtás diagnosztika

Napjainkban az energiapiaci, járványügyi és klímapolitikai változások következtében a világ ipara és az ellátási láncok alapvető átalakuláson mennek keresztül. Kiemelt figyelmet kap az energetika, gyártás és járműipar korszerűsítése a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének érdekében. Ennek következtében az említett szegmensekben folyamatosan nyernek teret a modern villamos hajtások és teljesítményelektronikai berendezések a megbízhatóságuk, kedvező hatásfokuk és sokszínű alkalmazhatóságuk miatt. Ezen eszközök üzembiztos működése kritikus szempont, hogy a mindenkorai fogyasztói és iparági igényeket kielégítsék. Emiatt az Ipar 4.0 követelményeit teljesítő, korszerű preventív és állapotfelügyeleti módszerek kutatása és fejlesztése évek óta növekvő trendet mutat a villamos hajtásokkal foglalkozó szakemberek körében. Az adatvezérelt diagnosztika ígéretes módszer, azonban az ezt működtető gépi tanuláson alapuló algoritmusok tanításához szükséges adat nem mindig áll rendelkezésre ezen az alkalmazási területen.

Az előadás javaslatot tesz az adathiány megoldására, illetve a valós idejű járműalkalmazások fedélzeti motordiagnosztikai megoldásainak gyors prototipizálására. Bemutatásra kerül egy adatvezérelt, Park-vektoron alapuló diagnosztikai megoldás és az azt támogató gyorsított szimulációs környezet együttműködését vizsgáló mintarendszer.

A bemutatott esettanulmány következtetéseként megállapítható, hogy a Park-vektor jelek elemzése a Neurális Hálózatok segítségével rendkívül megbízható technika az elektromos hajtásrendszerek hibadetektálásában és hiba előrejelzésében.

Az adatvezérelt modellel elért magas pontosság azt igazolja, hogy ez a megközelítés hatékony eszköz online automatizált diagnosztikai rendszerekhez és elősegíti ezek idő- és költséghatékony prototipizálását.



ISBN 978-963-9299-46-7

2022