Óbudai Egyetem
KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSMÉRNÖKI KAR

BOOK OF ABSTRACTS

42. Kandó Konferencia

– Absztraktkötet

2026. november 12–13.

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

Óbudai Egyetem
KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSMÉRNÖKI KAR

42. Kandó Konferencia – Absztraktkötet

Book of Abstracts

2026. november 12–13.
Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
1084 Budapest, Tavaszmező utca 15–17.

Tartalom

Plenáris előadások 5

CSÜTÖRTÖK, 2026. NOVEMBER 12.

S01 Villamosenergetika és kisfeszültségű hálózatok 7
10:45–12:27 · Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)

S02 Rádiótechnika, SDR és spektrumanalízis 14
10:45–12:27 · TG. 107. terem

S03 Mérnökképzés és Kandó-örökség 19
10:45–11:53 · Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)

S04 Elektromos busz, e-mobilitás és villamosgépek 22
14:00–15:42 · Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)

S05 Katonai technológia, világításbiztonság és rádióalkalmazások 27
14:00–15:59 · TG. 107. terem

ST Repüléstudományi és dróntechnológia 33
14:00–17:05 · Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)

S06 Villamos gépek és hajtástechnika 40
16:05–17:13 · Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)

S07 Kiberbiztonság, kritikus infrastruktúra és sugárvédelem 44
16:05–17:47 · TG. 107. terem

PÉNTEK, 2026. NOVEMBER 13.

SK Komplex rendszerek 51
09:00–10:42 · Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)

S08 Energiabiztonság, hidrogén és rugalmas energiarendszerek 55
09:00–10:59 · TA. 208. terem

S09 Mérnökképzés II. – méréstechnika, web/LLM, nanoelektronika 63
09:00–10:59 · Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)

SK Komplex rendszerek 69
11:20–12:45 · Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)

S10 Beágyazott rendszerek, IoT és szoftveralkalmazások 73
11:20–13:02 · TA. 208. terem

S11 Hálózati védelem, alállomások és vasúti rendszerek 77
11:20–12:11 · Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)

SK Komplex rendszerek 79
14:00–15:08 · Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)

S12 Nanoelektronika, anyagfizika és gyártástechnológia 83
14:00–15:08 · TA. 208. terem

S13 Világítástechnika, bioelektromosság és méréstechnika 86
14:00–15:08 · Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)

S12 Nanoelektronika, anyagfizika és gyártástechnológia 90
15:40–16:48 · TA. 208. terem

S15 Oktatásmódszertan, fizika és interdiszciplináris témák 93
15:40–16:48 · Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)

POSZTER · INDEX

Poszterszekció 99

Szerzői index 104

CSÜTÖRTÖK, 2026. NOVEMBER 12.

Plenáris előadások

09:35–10:35

PLENÁRIS

Plenáris előadások

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 09:35–10:35

Túl a lineáris gondolkodáson: Az oktatás újraértelmezése a komplexitás szemszögéből

Kiss Tamás

Sunway University, Malajzia

Az oktatást hagyományosan olyan lineáris, redukcionista megközelítések határozták meg, amelyek az összetett jelenségeket alkotóelemeikre bontva próbálják megérteni. Bár ezek a megközelítések jelentősen hozzájárultak a tudományos ismeretek fejlődéséhez, kevésbé alkalmasak a tanítás és a tanulás összefüggéseinek, kontextusfüggőségének és folyamatosan változó természetének megragadására. Előadásomban amellett érvelek, hogy az oktatás megértéséhez túl kell lépnünk ezeken a szemléletmódokon, és a komplexitást kell előtérbe helyeznünk.

A komplex dinamikus rendszerek elméletére (Complex Dynamic Systems Theory, CDST) támaszkodva azt vizsgálom, miként bontakozik ki a tanulás az egyének, környezetük és a fejlődésüket időben változó módon befolyásoló tényezők kölcsönhatásaiból. Az elmélet olyan alapfogalmai, mint az összekapcsoltság, a nemlinearitás, a kiszámíthatatlanság, az emergens jelenségek és a dinamikus változás, új megvilágításba helyezik az oktatási folyamatokat, és megkérdőjelezik a tanításról, a tanulásról és az oktatási eredményekről alkotott hagyományos elképzeléseinket.

Saját, a nyelvtanulási motivációval kapcsolatos kutatásaimból vett példákon keresztül bemutatom, hogyan tárhat fel a hálózatelemzés olyan kapcsolatokat és változási mintázatokat, amelyek a hagyományos elemzési módszerekkel gyakran rejtve maradnak. Ezek a példák azt szemléltetik, hogy a tanulást érdemes elszigetelt változók összessége helyett folyamatosan alakuló, dinamikus folyamatként vizsgálni.

Végezetül a komplexitásközpontú szemlélet pedagógiai és oktatásfejlesztési következményeit tárgyalom. Ha az oktatást komplex dinamikus rendszerként értelmezzük, újra kell gondolnunk a struktúra és a rugalmasság, a kiszámíthatóság és a spontán kibontakozó folyamatok közötti egyensúlyt, valamint a tanárok és a tanulók szerepét a tanulási környezet alakításában. Amellett érvelek, hogy ez a szemlélet hozzájárulhat a változásokra érzékenyebb, alkalmazkodóképesebb és fenntarthatóbb oktatási gyakorlatok kialakításához, beleértve a pedagógusképzés és az oktatási reformok újragondolását is.

Hidrogén mikrogridek és a nagy elosztó rendszerek összehasonlítása – műszaki és gazdasági aspektusok

Szilasi János

Absztrakt nem érkezett. · No abstract submitted.

SZEKCIÓÜLÉSEK · SESSIONS

2026. november 12.

November 12, 2026

csütörtök · Thursday

SZEKCIÓ S01

Villamosenergetika és kisfeszültségű hálózatok

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 10:45–12:27
TEREM Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)
ELNÖK Szijártó Gábor

A 0.4 kV-os hálózatok feszültség problémái az intenzív PV telepítések és a fogyasztás növekedése következtében

Ujlaki Balázs, Petró Bálint, Morva György

A kisfeszültségű, 0,4 kV-os vidéki elosztóhálózatok feszültségviszonyait egyre jelentősebben befolyásolja a háztartási méretű napelemes rendszerek (PV) gyors terjedése, valamint a villamosenergia-fogyasztás növekedése. A jellemzően nagy vezetékhosszúságú, viszonylag nagy impedanciájú hálózatokon a napelemes termelési csúcsok túlfeszültséget, míg a megnövekedett fogyasztási igények feszültségcsökkenést okozhatnak, különösen a vezetékvégi csatlakozási pontokon. A probléma veszélyezteti a szabványos feszültségminőség fenntartását, és korlátozhatja a további megújulóenergia-kapacitások csatlakoztatását.

A kutatás-fejlesztésünk célja egy olyan, kisfeszültségű hálózatba telepíthető vonali feszültségszabályozó (Line Voltage Regulator, LVR) kifejlesztése és gyakorlati alkalmazhatóságának igazolása, amely változó termelési és fogyasztási viszonyok mellett is képes a vezetékvégi feszültséget az előírt határértékeken belül tartani.

A cikkünk áttekinti a hagyományos feszültségtartási megoldásokat, köztük a tápponti transzformátoros feszültségszabályozást, a hálózatmegerősítést, az inverteres meddőteljesítmény-szabályozást és az energiatárolók alkalmazását. Rámutat ezek műszaki, gazdasági és szabályozástechnikai korlátaira, különös tekintettel a lokális feszültségproblémák költséghatékony kezelésére.

A vizsgálat hálózati feszültségprofilok elemzésére, eltérő termelési és terhelési állapotok összehasonlítására, valamint az LVR-technológia üzemi körülmények közötti értékelésére épül. Az összehasonlítás alapját a szabályozás nélküli és a szabályozott hálózati állapotok képezik, különös figyelemmel a feszültséghatárértékek betartására.

Kulcsszavak: *PV, feszültség-problémák, feszültség-szabályozás*

EN

Voltage problems of 0.4 kV networks due to intensive PV installations and increased consumption

The aim of our research and development is to develop a Line Voltage Regulator (LVR) that can be installed in a low-voltage network and to verify its practical applicability, which is able to keep the voltage at the end of the line within the prescribed limits even under changing production and consumption conditions.

Our article reviews traditional voltage maintenance solutions, including supply point transformer voltage regulation, grid reinforcement, inverter reactive power regulation and the application of energy storage. It points out the technical, economic and regulatory limitations of these, with special regard to the cost-effective management of local voltage problems.

The test is based on the analysis of grid voltage profiles, the comparison of different production and load conditions, and the evaluation of the LVR technology under operating conditions. The comparison is based on unregulated and regulated network conditions, with special attention to the observance of voltage limits.

Keywords: *PV, voltage problems, voltage regulation*

Okos 0,4 kV-os vidéki elosztóhálózatok kialakítása – Intelligens monitoring, aktív feszültségszabályozás és adaptív védelemtechnika

Ujlaki Balázs, Elekes Botond, Petró Bálint, Morva György

A vidéki 0,4 kV-os kisfeszültségű elosztóhálózatok üzemeltetése új kihívásokkal szembesül a háztartási méretű kiserőművek, az elektromos járművek és a hőszivattyúk terjedése, valamint a növekvő fázisaszimmetria következtében. A hagyományos, passzív hálózatüzemeltetés helyett intelligens, folyamatosan felügyelt és aktívan szabályozható hálózati architektúra kialakítása szükséges.

A javasolt koncepció alapja a transzformátorállomások valamennyi kisfeszültségű leágazásában megvalósított, fázisonkénti, folyamatos hatásos- és meddőteljesítmény- (P, Q), áram- (I) és feszültségmérés (U). A kritikus hálózati pontokon telepített további mérőegységek lehetővé teszik a feszültségprofil, a terheléseloszlás, a fázisaszimmetria és a kétirányú energiaáramlás valós idejű követését.

A mérési adatokra épülő koordinált feszültségszabályozás az OLTC (On-Load Tap Changer) fokozatkapcsolók és az LVR (Low Voltage Regulator) helyi feszültségszabályozók összehangolt működésével valósul meg. Ez biztosíthatja a feszültségminőség javítását és a megújuló energiatermelés nagyobb arányú integrációját.

A védelemtechnikai fejlesztés intelligens, fázisszelektív védelmek és egypólusú (1P) megszakítók alkalmazására épül, megfelelő érintésvédelmi és szelektivitási feltételek mellett. A megoldás támogatja a hibák gyors lokalizálását, a szelektív lekapcsolást és a távoli beavatkozást.

Az eszközök közötti adatkommunikációt a meglévő villamos vezetékeket felhasználó PLC (Power Line Communication) technológia biztosíthatja, csökkentve a külön kommunikációs infrastruktúra kiépítésének igényét.

Az integrált rendszer célja egy részben autonóm, önfelügyelő, fázisonként optimalizálható vidéki kisfeszültségű hálózat létrehozása, amely javítja az ellátásbiztonságot, mérsékli a hálózati veszteségeket, növeli a hálózati kapacitások kihasználhatóságát, és elősegíti a jövő decentralizált energiarendszerének kialakítását.

Kulcsszavak: *Smart Grid, 0,4 kV, vidéki elosztóhálózat, P–Q–I–U monitoring, OLTC, LVR, intelligens védelem, 1P megszakító, PLC kommunikáció.*

EN

Smart 0.4 kV rural distribution networks – Intelligent monitoring, active voltage regulation and adaptive protection technology

The operation of rural 0.4 kV low-voltage distribution networks faces new challenges due to the spread of household-sized small power plants, electric vehicles and heat pumps, as well as increasing phase asymmetry. Instead of traditional, passive network operation, it is necessary to develop an intelligent, continuously monitored and actively controllable network architecture.

The proposed concept is based on phase-by-phase, continuous effective and reactive power (P, Q), current (I) and voltage (U) measurements in all low-voltage branches of transformer stations. Additional measuring units installed at critical network points will enable real-time monitoring of voltage profile, load distribution, phase asymmetry and bidirectional energy flow.

Coordinated voltage regulation based on measurement data is achieved through the coordinated operation of OLTC (On-Load Tap Changer) stage switches and LVR (Low Voltage Regulator) local voltage regulators. This can ensure the improvement of voltage quality and a greater integration of renewable energy production.

The protection technology development is based on the use of intelligent, phase-selective protections and single-pole (1P) circuit breakers under appropriate contact protection and selectivity conditions. The solution supports the rapid localization of faults, selective shutdown and remote intervention.

Data communication between devices can be ensured by PLC (Power Line Communication) technology using existing power lines, reducing the need to build a separate communication infrastructure.

The aim of the integrated system is to create a partially autonomous, self-monitoring rural low-voltage network that can be optimized in phases, which improves security of supply, mitigates network losses, increases the utilization of network capacities, and promotes the development of a decentralized energy system of the future.

Keywords: *Smart Grid, 0.4kV, rural distribution grid, P-Q-I-U monitoring, OLTC, LVR, intelligent protection, 1P circuit breaker, PLC communication.*

A Comparison of Methods for Calculating the Cyclic Rating Factor of Low-Voltage Cables for Public Use Based on the MSZ 146-6:1998 and MSZ IEC 60853-1:2000 Standards

Szabolcs Vincze, Ervin Rácz

In the electrical operation of cables, we distinguish between continuous (constant) and cyclic loads, which differ primarily in terms of how the current load changes over time and how the cable temperature varies. In the case of cyclic loading, the current flowing through the cable varies periodically; that is, periods of higher current are alternated with periods of lower current or no current. During periods of lower current, the cable can cool down, so its temperat-

ure does not reach the steady-state value that would develop under continuous loading. Due to its thermal inertia, the cable can be loaded with a current exceeding the continuous-load rating for a short period without the temperature of the conductor or insulation exceeding the permissible limit. Cyclic loading may only be applied to and considered for cables buried in the ground, given the cable's sufficiently long thermal time constant; naturally, this does not apply to cables installed in the open air. The above findings are supported by the two standards that are the subject of this study and comparison. In this article, cyclic rating factors will be examined using actual daily load curves from public low-voltage networks, in light of the standards mentioned in the title.

Keywords: *cyclic rating factors; thermal time constant; low voltage network electric cable*

A talajkiszáradás hatása és figyelembevételének módszerei földkábelek terhelhetőségének meghatározásában

Vincze Szabolcs, Rácz Ervin

A földkábelek terhelése során a vezetőkben keletkező Joule-veszteség következtében hő keletkezik, amely a kábel rétegein keresztül a környező talaj felé terjed. Ennek hatására a kábel közvetlen környezetében a talaj hőmérséklete megemelkedik és a kábel körül hőmérséklet-gradiens alakul ki melynek hatására a talajban lévő nedvesség eloszlása is megváltozik. A kábel közelében a magasabb hőmérséklet fokozza a víz párolgását, illetve a vízgőz formájában történő nedvességtranszportot a melegebb tartományból a hidegebb tartományok felé. Egy kritikus hőmérséklet elérésekor a talaj nedvességmigrációja jelentősen nőhet, melynek hatására csökken a kábel körüli talaj nedvességtartalma és így annak hővezető képessége is. A kábel üzemi melegedése elősegítheti a környező talaj kiszáradását, a kiszáradás pedig tovább ronthatja a kábel hőleadását. Ez a fizikai folyamat a kábelek terhelhetőségének csökkenéséhez vezet. A számítások fő módszertanát az IEC 60287 szabvány tárgyalja, amely nem modellezi részletesen a víz minden egyes mozgási folyamatát, hanem a talajt egyszerűsítve két termikus tartományra osztja, megalkotva ezzel az úgynevezett kétzónás talajmodellt. Jelen cikkben az irodalmi és jelenlegi szabványi környezetek ismertetését követően bemutatásra és összehasonlításra kerülnek a talajszáradást kezelő szabványos módszerek (IEC 60287, VDE 0276-1000), továbbá ismertetésre kerül egy korábbi nem szabványos számítási módszertan is, ahol a kábelt körülvevő ágyazóréteg geometriai méretei is szerepet kapnak. A bemutatott számítási módszerek és a talajkiszáradás terhelhetőségre gyakorolt hatásának szemléltetésére mind az iparnál, mind a közcélú hálózatoknál gyakran alkalmazott NAYY-J 4x240 mm2 típusú és szerkezetű kisfeszültségű kábel szolgál referenciaként.

Kulcsszavak: *talajkiszáradás; talaj kritikus hőmérséklet; kétzónás talajmodell*

A csúcsteljesítmény-igény csökkentése ikervárosokban a fogyasztás egyórás időeltolásával

Gábor Kusper

A villamosenergia-fogyasztás csúcsteljesítmény-igénye csökkenhet, ha az egyébként azonos fogyasztók eltérő időpontokban érik el maximális teljesítményigényüket, még akkor is, ha teljes energiafogyasztásuk változatlan marad. Szeged és Arad között fennálló egyórás időzónakülönbségből kiindulva a tanulmány egy előre meghatározott fogyasztási időeltolás hatását vizsgálja két idealizált ikerváros esetében. Minden kísérletben az EMSx adatkészlet egy ipari fogyasztási profilját kétszerezzük meg. Feltételezzük, hogy a két ikerváros korlátlan, veszteségmentes közös energiaellátási rendszerrel rendelkezik, miközben az egyik város teljes fogyasztási görbéjét egy órával korábbra toljuk. A vizsgálat elsődleges célja az összesített fogyasztás maximális teljesítményigényében bekövetkező csökkenés meghatározása, termelési vagy energiatárolási modellek alkalmazása nélkül.

Matematikailag bizonyítjuk, hogy a relatív csökkenés 0 és 50% közé esik, mértéke azonban a fogyasztási görbe alakjától függ. A feltáró jellegű kísérleti vizsgálat három véletlen módon kiválasztott fogyasztási profil összesen 1361 teljes napját tartalmazza. A napi csúcsteljesítményigény átlagos csökkenése rendre 1,51%, 11,68% és 14,43%, ami a három profil azonos súlyozásával számítva 9,21%-os átlagot eredményez. A csúcsteljesítmény-igény 1356 napon csökken, öt napon pedig a numerikus tűréshatáron belül változatlan marad. A teljes napi energiafogyasztás minden esetben megmarad. A forrásadatokból végzett független számítások valamennyi napi eredményt reprodukálják. A periódushatárok kezelésének érzékenységvizsgálata 167 teljes hétre terjed ki; ezek közül 166 esetben a napi, illetve heti periódus szerinti eltolás azonos heti csúcsteljesítmény-igényt eredményez.

Az eredmények reprodukálható viszonyítási alapot nyújtanak a fogyasztási időbeli eltérések hatásának vizsgálatához egy idealizált modellben. A valós városi fogyasztási viszonyok és a ténylegesen megvalósítható energiaellátási kapacitásmegtakarítások értékeléséhez azonban további adatokra és vizsgálatokra van szükség.

EN

Peak Demand Reduction in Twin Cities through a One-Hour Demand Offset

Peak electricity demand can decrease when otherwise identical consumers reach their maxima at different times, even if their total energy consumption remains unchanged. Inspired by the one-hour civil-time difference between Szeged and Arad, this study evaluates a prescribed demand offset in two idealized twin cities. Each experiment duplicates one industrial consumption profile from the EMSx dataset. We assume that both twins share an unrestricted, lossless supply boundary; one complete consumption curve is advanced by one hour. The primary outcome is the reduction in maximum aggregate demand, without using production or storage models. We prove that the relative reduction lies between zero and 50 percent, while its magnitude depends on the demand shape. The exploratory pilot includes all 1361 complete days from three randomly selected source profiles. Mean daily peak reductions are 1.51%, 11.68% and 14.43%, giving an equal-profile mean of 9.21%. Peaks decrease on 1356

days and remain unchanged on five, within numerical tolerance. These results provide a reproducible benchmark for demand diversity in an idealized model; actual city behavior and realizable supply-capacity savings require additional evidence.

Túlfeszültség-védelmi készülék kiválasztása közcélú kisfeszültségű hálózaton villámáram-szimuláció alapján: feszültségemelkedés, töltés és fajlagos energia együttes vizsgálata

Szijártó Gábor, Kozák Márton Barnabás, Kovács Károly

A közcélú kisfeszültségű (KIF) elosztóhálózatok túlfeszültség-védelmi készülékeit (SPD) a gyakorlat jellemzően a várható villámáram csúcsértéke alapján választja ki, holott a készülék igénybevételét a fogyasztói csatlakozási pontok feszültségemelkedése, a töltés és a fajlagos energia is meghatározza. A tanulmány egy valós, 16 szakaszos, 2869 m hosszú, TN-C rendszerű magyar szabadvezetékes oszloptranszformátor-körzet villámtranziens-modelljét építi fel ATP-EMTP környezetben, és MATLAB Simulink keresztellenőrzéssel validálja. A villámáramot az MSZ EN IEC 62305-1:2011 szerinti Heidler-függvény adja (10/350 µs), a vezetékszakaszokra a terjedési idő és a homlokidő arányából vezetünk le modellválasztási szabályt. A validálás egyik eredménye, hogy a vezeték fajlagos kapacitása és a földelések kapacitív része a 10/350 µs-os első villámáramra a KIF hálózaton elhanyagolható, a modell koncentrált soros ellenállással és induktivitással, valamint rezisztív földelésekkel kellő pontosságú. Ezt követően megvizsgáljuk, hogy közvetlen villámcsapásnál SPD nélkül mekkora feszültség jelenik meg a fogyasztói csatlakozási pontokon, és ezt az MSZ HD 60364-4-443 szerinti lökőfeszültség-állósági kategóriákhoz (6, 4, 2,5 és 1,5 kV) viszonyítjuk. Három védelmi elrendezést hasonlítunk össze (SPD csak az oszloptranszformátor-állomáson, a transzformátornál és a hálózatvégen, valamint minden fogyasztói csatlakozásnál), gyártói adatlapból paraméterezett nemlineáris SPD-modellekkel. Az SPD-ken átfolyó csúcsáramot, töltést és fajlagos energiát a készülékek adatlapi értékeivel (Iimp, Qimp, W/R) vetjük össze. Az eredmények szerint SPD nélkül a feszültség több csatlakozási ponton meghaladja az állósági szintet, a készülékkiválasztásnál pedig a töltés és a fajlagos energia egyes forgatókönyvekben szigorúbb feltételt ad, mint a csúcsáram.

Kulcsszavak: *túlfeszültség-védelem, SPD-kiválasztás, fajlagos energia, villámáram-szimuláció, ATP-EMTP*

EN

Selection of surge protective devices for public low-voltage networks based on lightning current simulation: a combined assessment of overvoltage, charge and specific energy

Surge protective devices (SPDs) for public low-voltage (LV) distribution networks are usually selected on the basis of the expected peak lightning current, although the stress on the device is also determined by the voltage rise at the consumer connection points, the charge and the specific energy. This study builds the lightning transient model of a real Hungarian overhead TN-C pole-mounted transformer district (16 sections, 2869 m) in ATP-EMTP and validates it by cross-checking with MATLAB Simulink. The lightning current is represented by the Heidler function according to MSZ EN IEC 62305-1:2011 (10/350 µs), and a line-model selection rule is derived from the ratio of propagation time to front time. One result of the valida-

tion is that the line shunt capacitance and the capacitive part of the earthing electrodes are negligible for the 10/350 µs first stroke on the LV network, so a lumped series resistance–inductance model with resistive earthing is sufficiently accurate. The voltage appearing at the consumer connection points without SPDs under a direct strike is then compared with the impulse withstand categories of MSZ HD 60364-4-443 (6, 4, 2.5 and 1.5 kV). Three protection arrangements are compared (SPD at the transformer station only, at the transformer and the line end, and at every consumer connection), using non-linear SPD models parameterised from manufacturer data sheets. The simulated peak current, charge and specific energy through the SPDs are compared with the data-sheet ratings (Iimp, Qimp, W/R). The results show that without SPDs the voltage exceeds the withstand level at several connection points, and that for device selection the charge and the specific energy impose a stricter requirement than the peak current in some scenarios.

Keywords: *surge protection, SPD selection, specific energy, lightning current simulation, ATP-EMTP*

SZEKCIÓ S02

Rádiótechnika, SDR és spektrumanalízis

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 10:45–12:27
TEREM TG. 107. terem
ELNÖK Baross Márk Tamás

5G in Hungary: Spectrum Usage and Performance Analysis Based on Field Measurements

Dimitrov Marcell

The evolution of mobile telecommunications networks is one of the most defining technological processes today. While previous generational transitions primarily focused on increasing bandwidth, the arrival of 5G brought a new, service-oriented architecture and expanded application areas. The relevance of this topic is heightened by the continuous network modernization conducted by domestic operators, the decommissioning of 3G networks, and the gradual, cost-effective transition to 5G. This study aims to provide a comprehensive overview of the theoretical background of 5G New Radio (NR) and the practical experiences of its implementation in Hungary. Particular attention is devoted to critical elements of the technology transition, such as the strict network synchronization requirements of Time Division Duplexing (TDD), the challenges of spectrum management, the characteristics of the C-band, and the deployment of Dynamic Spectrum Sharing (DSS). The theoretical review also compares Non-Standalone (NSA) and Standalone (SA) architectures. In the practical section, the results of real-world measurements conducted on commercial networks are presented. Using spectrum analyzer measurements and user-end data collection, we investigate the propagation characteristics of various frequency bands, as well as the actual impact of DSS technology on data transmission speeds. Network and User Equipment (UE) compatibility issues, alongside the practical fulfillment of laboratory specifications, are demonstrated through a case study conducted on a OnePlus device.

Keywords: *5G New Radio; Mobile Networks; Dynamic Spectrum Sharing; Spectrum Management*

Analysis of high-frequency oscillators and digital frequency synthesis methods

Biczó Bence, Baross Márk Tamás

High-frequency oscillators play a crucial role in communication systems, signal processing, and measurement instrumentation. In these applications, frequency stability, spectral purity, and tunability are fundamental requirements.

This paper provides a comprehensive analysis of analog oscillators and modern digital methods for high-frequency signal generation, with particular emphasis on Direct Digital Synthesis (DDS) and Phase-Locked Loop (PLL) techniques. The operating principles, design considerations, and key characteristics of analog and digitally controlled oscillators are presented.

DDS technology is investigated as a flexible and easily configurable solution for frequency generation, while PLL technology is examined in terms of its frequency control and stabilization capabilities.

The main objective of the research is to objectively compare different frequency-generation technologies, taking into account their theoretical limitations and practical characteristics. Three different high-frequency signal generators are implemented: a voltage-controlled oscillator (VCO), a DDS-based generator, and a hybrid DDS-PLL oscillator. The implemented circuits are subjected to various measurements to characterize their frequency stability, spectral properties, and practical limitations. Based on the measurement results, the investigated technologies are compared and their respective advantages and limitations are evaluated.

Keywords: *High-frequency oscillators; Direct Digital Synthesis (DDS); Phase-Locked Loop (PLL); Voltage-Controlled Oscillator (VCO); Frequency synthesis*

Comparative Evaluation of SDR Platform Applicability for Radio Frequency Spectrum Analysis of IoT Technologies

Baross Márk Tamás, Varga Péter János, Németh István

With the continuous proliferation of Internet of Things (IoT) systems and the wireless communication technologies they employ, the analysis of the radio frequency environment of IoT network components has become increasingly important. Software Defined Radios (SDRs) provide flexible capabilities for observing, capturing, and processing radio frequency signals. However, due to differences in hardware characteristics and signal processing capabilities, the applicability of individual SDR platforms can vary significantly depending on the frequency band and communication technology under investigation.

The aim of this research is to perform a theoretical, technical comparison of different SDR platforms—including RTL-SDR, HackRF One, Ettus USRP B200 and B210, LimeSDR, and SDRplay—for the radio frequency spectrum analysis of IoT technologies. The comparison is based on manufacturer specifications of the individual SDR platforms and the technical requirements of the IoT technologies under investigation. The evaluation considers several parameters, including frequency range, maximum instantaneous bandwidth, sampling capabilities, accessibility of I/Q data, sensitivity, dynamic range, and multi-channel reception capabilities. The comparison focuses on IoT and ISM technologies operating primarily in the 433 MHz, 868/915 MHz, and 2.4 GHz frequency ranges.

As the main outcome of the research, a structured SDR–IoT applicability matrix is proposed to compare the technical capabilities of individual SDR platforms with the spectrum analysis requirements of different IoT technologies. The matrix is intended to identify the conditions under which specific SDR platforms can be applied to the spectral analysis of different IoT communication technologies. The proposed comparative methodology can provide a basis for subsequent practical measurement studies, as well as further research into IoT device identification and radio frequency-based classification.

Keywords: *Software Defined Radio (SDR); Internet of Things (IoT); Radio frequency spectrum analysis; ISM bands; SDR–IoT applicability matrix*

Műholdas hallgatói laboratórium kialakításának koncepciója

Baross Márk Tamás, Egri Tamás, Wührl Tibor, Varga Péter János, Gyányi Sándor

A műholdas távközlési és navigációs rendszerek és szolgáltatások egyre szélesebb körű felhasználásra kerülnek a hétköznapi életben is, így helyük kell, hogy legyen a villamosmérnökök oktatásában is. Az elméleti ismeretek elmélyítésének és a gyakorlati készségek kialakításának célszerű formája a témához kapcsolódó laboratóriumi gyakorlatok elvégzése, melyekhez egy megfelelően kialakított hallgatói laboratóriumra van szükség. A cikk egy ilyen laboratórium kialakításának fő elveit, valamint javasolt eszközeit és felhasználásait ismerteti.

A fő cél egy olyan laboratórium kialakítása, melyben a hallgatók megismerkedhetnek és kísérletezhetnek különféle műholdas rádiós rendszerekkel és ami egyaránt képes kiszolgálni a normál oktatást, valamint a hallgatói projekt munkákat is. Az elgondolás kialakításánál a laboratórium moduláris kialakítására és a költségek ésszerű szinten tartására törekedtünk, így ahol csak lehetett igyekeztünk már meglevő eszközökre támaszkodni.

A tervezett laboratóriumban a hallgatók megismerkedhetnek a különféle műhold pályákkal (LEO: Low Earth Orbit; MEO: Medium Earth Orbit és GEO: Geostationary Earth Orbit) és kísérleteket végezhetnek az ezeket a pályákat használó műholdas rendszerekkel. Szerepel ezek között a műholdas TV műsorszórás (GEO), meteorológiai műholdak jeleinek vétele (LEO és GEO pályás műholdakról), kísérleti LEO műholdak jeleinek vétele, műholdas navigációs rendszerek (GNSS: Global Navigation Satellite System), valamint a LEO műholdakat használó Starlink távközlési rendszer.

A cikk tartalmazza az egyes mérőhelyek kialakításához szükséges eszközöket és az ott elvégezni javasolt kísérletek tömör leírását.

Kulcsszavak: *laboratórium; műhold; oktatás*

EN

Concept for the establishment of a satellite student laboratory

Satellite communication and navigation systems and services are being used increasingly widely in everyday life and should therefore also be incorporated into electrical engineering education. A suitable way to deepen theoretical knowledge and develop practical skills is through laboratory exercises related to these topics, which require a suitably equipped teaching laboratory. This paper presents the main design principles for such a laboratory, together with the recommended equipment and potential applications.

The primary objective is to establish a laboratory where students can become familiar with and experiment with various satellite radio systems, while supporting both regular teaching activities and student project work. In developing the concept, particular emphasis was placed on a modular laboratory design and keeping costs at a reasonable level. Wherever possible, existing equipment was therefore intended to be used.

The proposed laboratory will enable students to learn about different satellite orbits (LEO: Low Earth Orbit; MEO: Medium Earth Orbit; and GEO: Geostationary Earth Orbit) and conduct experiments with satellite systems operating in these orbits. The proposed activities include satellite television broadcasting (GEO), reception of signals from meteorological satellites (in LEO and GEO), reception of signals from experimental LEO satellites, Global Navigation Satellite Systems (GNSS), and the Starlink satellite communication system, which uses LEO satellites.

The paper specifies the equipment required for each laboratory workstation and provides concise descriptions of the experiments proposed for each station.

Keywords: *laboratory; satellite; education*

Measurement Development and Application Possibilities of Software-Defined Radio (SDR) Technology in 4G Networks Using Amarisoft Callbox Mini

Egri Hunor Vencel

One of the great achievements of the modern era, virtualization, represents not only a technological but also an economic advancement in the field of mobile networks. Software-Defined Radio (SDR) technology revolutionizes wireless communication by replacing traditional hardware-based radio frequency systems with flexible software solutions. Because radio parameters can be modified via software, SDR provides exceptional interoperability and scalability in testing and operating modern 4G LTE and 5G systems.

The aim of this research is to present the practical and measurement capabilities of SDR technology, with a particular focus on measurement development performed in 4G networks using an Amarisoft Callbox Mini device. The importance of SDR solutions in test environments is paramount, as rapid adaptability and optimal utilization of frequency bands are essential requirements for next-generation networks.

The paper outlines the core tools and general operating principles of SDR technology, followed by a detailed description of the measurement development process and the analysis of 4G LTE network parameters built upon the test environment provided by the Amarisoft Callbox Mini. The results highlight how software-based measurements contribute to the efficient operation and performance evaluation of mobile networks, while also opening up further development and testing opportunities for future radio technology.

Keywords: *Software-Defined Radio (SDR), Amarisoft Callbox Mini, 4G LTE, measurement development, network simulation, virtualization*

Simulation and Measurement Analysis of Radio Frequency Antennas in a Complex University Laboratory Environment

Simkó Krisztofer, Baross Márk Tamás

This article presents the development of a radio frequency antenna measurement methodology and an associated comprehensive university laboratory measurement environment, aimed at practically advancing students' competencies in antenna design, electromagnetic simulation, and high-frequency measurement techniques. The developed measurement framework is built upon the direct comparison between numerical electromagnetic simulations and real-world empirical results. Within the MATLAB Antenna Designer environment, students design and model each antenna structure, followed by the experimental investigation of the physical prototypes using a cost-effective, portable NanoVNA vector network analyzer.

The experimental setup incorporates five antennas featuring distinct operating principles and geometric designs: a 550 MHz bi-quad antenna, an 868 MHz radial (ground-plane) antenna, an adjustable and a fixed-length 868 MHz monopole, and a folded-dipole-driven Yagi–Uda antenna. Throughout the measurement procedure, students evaluate the simulated electromagnetic behavior against the empirically determined S11 reflection parameters, with particular focus on resonant frequency and impedance matching.

Analyzing the discrepancies between simulation and measurement outcomes provides an opportunity to illustrate the fundamental differences between ideal computational models and physical environments, examining factors such as manufacturing tolerances, ambient environmental effects, substrate/material parameters, and measurement fixture parasitics. Thus, the developed laboratory framework not only demonstrates antenna fundamentals, but also integrally links the theoretical and hands-on aspects of antenna synthesis, electromagnetic simulation, and radio frequency measurement techniques. Based on these outcomes, the methodology is well suited for establishing modern, cost-efficient, and reproducible RF laboratory coursework in higher education.

Keywords: *Antenna measurement; Electromagnetic simulation; NanoVNA; RF laboratory education*

SZEKCIÓ S03

Mérnökképzés és Kandó-örökség

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 10:45–11:53
TEREM Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)
ELNÖK Borbély Endre

A Kandó Kálmán Villamosmérnöki Szakkollégium története és feladatai a mai tehetséggondozásban

Sándor Tamás

A mai felsőoktatás sok aktuális kérdése közül az egyik legfontosabb kérdés a tehetséges hallgatók fejlődésének támogatása. Fontos feladat magának a tehetséges hallgatónak a felismerése, megtallása, illetve megfelelő fejlesztési programnak a feajánlása, illetve ennek a nyomonkövetése. A téma önmagában is nagy területet fed le, így az előadás ennek egy szűk területére szeretné felhíni a figyelmet, mégpedig arra, hogy ebben a folyamatban a szakkollégiumok mit tehetnek, illetve ezen belül is a Kandó Kálmán Villamosmérnöki Szakkollégium a tehetséggondozásban milyen feladatokat lát el, és korábban milyen eredményeket ért el. Természetesen az előadás arra is kitér, hogy az eddigi eredményeket hogyan lehet továbbfejleszteni, illetve lehetséges irányokba lehet továbblépni.

EN

The history and role of the Kálmán Kandó College of Electrical Engineering in today's talent development

Among the many pressing issues facing higher education today, one of the most important is supporting the development of talented students. A key task is to recognise and identify talented students, recommend suitable development programmes for them, and monitor their progress. As the topic covers a broad field in its own right, this presentation aims to draw attention to a specific aspect of it, namely what specialist colleges can do in this process, and, within this, what role the Kandó Kálmán College of Electrical Engineering plays in nurturing talent and what results it has achieved to date. Naturally, the presentation will also address how the results achieved so far can be further developed and how we can move forward in possible directions.

Közös kutatási és képzési lehetőségek a középfokú és felsőfokú oktatásban, avagy egy sikeres együttműködés tapasztalatai

Sándor Tamás

A kutatás-fejlesztési tevékenység alapvető helyszínei a kutatóintézetek, ipari vállalatok, és persze a felsőoktatás. Szerencsés esetben a felsorolt résztvevők mindegyike találkozik egy kutatás-fejlesztési projektben. Ma már ez a hármas kiegészülhet a közpfokú oktatási intézményekkel is, hiszen a mai középfokú oktatásban, legfőképpen a technikumi szintű oktatás jó

néhány nagyon tehetséges diák tanul, akik kellő kihívásnak veszik ezekben a kutatási projektekben történő részvételt. Emellett természetesen ne feledkezzen meg a tanáraikról sem, hiszen számukra is motiváló tényező lehet a napi rutin mellett a kutatói, fejlesztői munkában történő részvétel. Az előadás erre tényre szeretné felhíni a figyelmet, amely a Budapesti Gépészeti Centrum, ezen belül is a Bánki Donát Technikum és a Ganz Ábrahám Két Tanítási Nyelvű Technikum, és az Óbudai Egyetem közötti együttműködési megállapodás alapján közösen végzett kutatás-fejlesztési munka során valósult meg.

EN

Joint research and training opportunities in secondary and higher education: lessons from a successful collaboration

The key venues for research and development activities are research institutes, industrial companies and, of course, higher education. Ideally, all of the participants listed will come together in a single research and development project. Nowadays, this trio may also be joined by secondary education institutions, as today's secondary education system – particularly at technical college level – is home to quite a few highly talented students who see participation in these research projects as a welcome challenge. Furthermore, of course, we must not forget their teachers, as participation in research and development work alongside their daily routine can also be a motivating factor for them. This presentation aims to draw attention to this fact, which has been realised through joint research and development work carried out under a cooperation agreement between the Budapest Mechanical Engineering Centre – specifically the Donát Bánki Technical College and the Ábrahám Ganz Bilingual Technical College – and Óbuda University.

125 éves a "Kandó iskola", avagy alapok, amire építkezünk

Sándor Tamás

Az 1901. szeptember 1-jén a Tavaszmező utca 15. szám alatt indult az oktatás az újonnan átadott épületben, amely akkor a Magyar Királyi Állami Mechanikai és Órásipari Szakiskola működésének új helyszíne. A Pártos Gyula által tervezett épület építési munkálatai 1900. augusztusában kezdődtek el, és egy éves építkezés után már nem csak a falak álltak, hanem teljesen berendezetten, működő lifttel várta a szakiskola tanulóit és tanárait az új létesítmény. Ebben az épületben 1920–1921 tanévtől a Magyar Királyi Állami Mechanikai és Elektromosipari Szakiskola név alatt folyt az oktatás. Kandó Kálmán halálának 10. évfordulóján az intézmény felvette Kandó Kálmán nevét, így Magyar Királyi Állami Kandó Kálmán Villamosipari Középiskola néven folytatta működését az intézmény. Az előadás az oktatási intézmény, mint "Kandó iskola" néven ismert nagy hírű, a műszaki képzésben jelentős eredményeket elérő iskolának szeretne figyelmet szentelni jeles évfordulója alkalmából.

EN

The 'Kandó School' is 125 years old: the foundations on which we build

On 1 September 1901, teaching began at 15 Tavaszmező Street in the newly completed building, which at that time served as the new premises for the Royal Hungarian State Technical School of Mechanics and Horology. Construction work on the building, designed by Gyula Pártos, began in August 1900, and after a year of building, not only were the walls standing, but the new premises were fully fitted out and equipped with a working lift, ready to welcome the vocational school's pupils and teachers. From the 1920–1921 academic year, teaching took place in this building under the name of the Royal Hungarian State Technical School of Mechanical and Electrical Engineering. On the 10th anniversary of Kálmán Kandó's death, the institution took his name, and thus continued to operate as the Hungarian Royal State Kálmán Kandó Secondary School of Electrical Engineering. This lecture aims to highlight the educational institution – known as the 'Kandó School' – a renowned school that has achieved significant results in technical education, on the occasion of this notable anniversary.

Egerfarmosi és sztergovai Kandó Kálmán életművének hatása az utókorra

Borbély Endre, Krasznai Enikő

Absztrakt nem érkezett. · No abstract submitted.

SZEKCIÓ S04

Elektromos busz, e-mobilitás és villamosgépek

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 14:00–15:42
TEREM Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)
ELNÖK Sándor Tamás

Elektromos busz átalakításának validációs kérdései

Sándor Tamás

Az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán 2021-ben indult kutatás-fejlesztési projekt keretében a projekt céljaként megjelölt elektromos hajtású, kísérleti tesztelésre alkalmas haszongépjármű (autóbusz, kisbusz vagy furgon) egy IVECO Daily belsőégésű motorral gyártott városi busz átalakításával elkészült. Az átalakítás során a járműbe beépítésre került a TRIGON Elektronica Kft. TWIN-E-DRIVE hajtóegysége, illetve az Óbudai Egyetem által fejlesztett, és a működtetéséhez szükséges mechanikai és villamos átalakító és működtető egységek, amelyek alkalmassá teszik a járművet arra, hogy a hajtóegység üzemi tesztje valós körülmények között elvégezhető legyen. A kutatás-fejlesztés kezdeti szakaszában elkészült a jármű MATLAB - LABView modellje, amelyen különféle szimulációs futtatások történek. A valós busz megépítésével ezeket szimulációs eredményeket kívántuk igazolni. A projekt céljaként elkészült egy olyan jármű, amely alkalmas jármű (különösen busz) hajtásláncok átalakítását lehetővé tevő, mesterséges intelligencia által támogatott alternatív hajtáslánc szabályozó rendszerrel kapcsolatos kutatás további folytatására, azaz elektromos hajtású rendszerekhez kapcsolódó intelligens járműhajtás vezérlési rendszerek, mint mesterséges intelligenciát tartalmazó hajtásvezérlés, a gyorsulás alapú intelligens áramkorlát-modulációs eljárás, és az elektromos hajtású járművek veszteséghőjének hasznosítására irányuló intelligens termomenedzsment kutatására.

EN

Issues regarding the validation of the conversion of electric buses

As part of a research and development project launched in 2021 at Óbuda University's Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering, an electric commercial vehicle intended for experimental testing was developed by converting an IVECO Daily urban bus, which was originally equipped with an internal combustion engine. This involved installing the TWIN-E-DRIVE propulsion unit, developed by TRIGON Elektronika Kft., along with the mechanical and electrical conversion and control systems developed by Óbuda University. These components enable the vehicle to undergo operational testing of the propulsion unit under real-world conditions. During the initial phase of the project, a MATLAB/LabVIEW model of the vehicle was created on which various simulations were performed. Building the actual bus was intended to validate these simulation results. One of the project objectives was to develop a vehicle to facilitate further research into an AI-supported alternative powertrain control system — a system designed to enable the conversion of existing vehicle powertrains, particularly those of buses. This research encompasses intelligent vehicle propulsion control systems for electric

drivetrains, specifically AI-integrated drive control, acceleration-based intelligent current-limiting modulation and intelligent thermal management to recover waste heat from electric vehicles.

Elektromos busz telemetria rendszerének informatikai megvalósításának problémái

Sándor Tamás, Ungvári Péter

Az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán 2021 óta folyó elektromos busz projekt keretében megvalósított elektromos hajtású jármű esetében a folyamatos működés érdekében számos paramétert kell folyamatosan figyelni annak érdekében, hogy a jármű egy előre meghatározott útvonalon haladva optimalizált működést legyen képes biztosítani. A telemetriai rendszernek figyelemmel kell kísérnie a járműhajtást biztosító akkumulátor, inverter és villamosmotor paramétereit, de követnie kell a tervezett útvonalhoz tartozó menetciklus tervezési és végrehajtási lépéseit is. Az előadás ezen paraméterek összehangolt gyűjtésével kapcsolatos kérdéseket mutatja be.

EN

Problems with the IT implementation of an electric bus telemetry system

In the case of the electric vehicle developed as part of the electric bus project, which has been running since 2021 at the Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering at Óbuda University, a number of parameters must be continuously monitored to ensure uninterrupted operation, so that the vehicle can provide optimised performance whilst travelling along a predefined route. The telemetry system must monitor the parameters of the battery, inverter and electric motor that power the vehicle, whilst also tracking the planning and execution stages of the journey cycle associated with the planned route. This presentation addresses issues relating to the coordinated collection of these parameters.

Elektromos busz villamos hajtásának termomenedzsment kérdései

Bendiák István, Sándor Tamás

Az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán 2021 óta folyó elektromos busz projekt keretében egy IVECO Daily belső égésű motorral gyártott városi busz átalakítása során a veszteségi hőgazdálkodást egy hulladékhőből létrehozott energiapufferrel kívántuk megvalósítani, amely a klímarendszerrel való összekapcsolást jelenti, így a jármű rendszeren belül jobb energiahatékonyság érhető el. A publikált kutatásokban felvetett probléma, hogy a villamosmotor, az inverter és az akkumulátor nem egyazon hőmérsékleten működik. Továbbá fontos tényező a villamosmotor, az inverter és az akkumulátor, mint önálló egységeknek a veszteségeinek elemzése, illetve ezeknek a veszteségeknek az elemzése, amely tényezőkre az előadás kitér.

EN

Thermal management issues relating to the electric drive system of an electric bus

As part of the electric bus project that has been running since 2021 at the Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering at Óbuda University, during the conversion of an IVECO Daily city bus originally fitted with an internal combustion engine, we aimed to manage waste heat using an energy buffer generated from waste heat, which involves connecting it to the air-conditioning system, thereby achieving better energy efficiency within the vehicle's system. The problem highlighted in published research is that the electric motor, the inverter and the battery do not operate at the same temperature. Furthermore, an important factor is the analysis of the losses in the electric motor, the inverter and the battery as individual units, as well as the analysis of these losses; these factors are addressed in the presentation.

Forgórészhoronyhoz kapcsolódó spektrális komponensek vizsgálata kalickás aszinkron motoron

Bendiák István, Schuster György

A háromfázisú, rövidrezárt forgórészű aszinkron motorok állórészáramának spektrumában a forgórész horonyszerkezetéhez kapcsolódó komponensek a gép felépítéséből származó, rendszeresen megjelenő spektrális jellemzők. A tanulmány egy négy pólusú, kalickás aszinkron motor áramjelében azonosítható forgórészhorony-áthaladási frekvencia, annak harmonikusai, valamint a hálózati alapfrekvenciával kialakuló kombinációs komponensek vizsgálatát mutatja be. A frekvenciahelyek meghatározása a forgórész horonyszáma és a tényleges tengelyfordulatszám alapján történik. Az elemzés középpontjában a rotorhoronyhoz kapcsolódó spektrumvonalak azonosíthatósága, üzemi állapothoz kötött eltolódása, valamint referenciaállapothoz viszonyított amplitúdóváltozása áll. A vizsgálat abból indul ki, hogy e komponensek jelenléte önmagában nem tekinthető hibajelnek, ugyanakkor stabil szerkezeti referenciaként használhatók. Amplitúdójuk, oldalsávstruktúrájuk és időbeli változásuk információt szolgáltathat a forgórész, a kalicka és a légrés állapotának változásáról. A közlemény a rotorhorony-komponensek állapotfelügyeleti alkalmazásának elméleti alapjait és előzetes mérési tapasztalatait foglalja össze.

EN

Investigation of Rotor-Slot-Related Spectral Components in a Squirrel-Cage Induction Motor

In the stator-current spectrum of three-phase squirrel-cage induction motors, components associated with the rotor-slot structure appear regularly as spectral characteristics originating from the physical construction of the machine. This paper investigates the rotor-slot passing frequency, its harmonics, and the combination components formed with the fundamental supply frequency that can be identified in the current signal of a four-pole squirrel-cage induction motor. The frequency locations are determined from the number of rotor slots and the actual shaft rotational speed.

The analysis focuses on the detectability of rotor-slot-related spectral lines, their operating-condition-dependent frequency shifts, and their amplitude variations relative to a reference condition. The study is based on the assumption that the presence of these components alone should not be interpreted as an indication of a fault; however, they can be used as stable structural spectral references. Changes in their amplitudes, sideband structures, and temporal behaviour may provide information about variations in the condition of the rotor, rotor cage, and air gap. The paper summarizes the theoretical basis for the use of rotor-slot-related components in condition monitoring and presents preliminary measurement experience obtained from the investigated induction motor.

Mechanikai alátámasztási aszimmetria hatása az aszinkron motor áramjel-spektrumára

Bendiák István, Schuster György

A lágytalp a forgógépek rögzítéséhez és alátámasztásához kapcsolódó mechanikai rendellenesség, amely a gépház deformációján, a csapágyterhelés megváltozásán és a légrés aszimmetriáján keresztül az aszinkron motor villamos állapotjellemzőire is hatással lehet. A tanulmány a lágytalp motoráram-spektrumra gyakorolt hatásának előzetes vizsgálatát mutatja be háromfázisú, kalickás aszinkron motoron. A feldolgozás motoráram-jelanalízisre és Fourier-alapú spektrális összehasonlításra épül. A referenciaállapot és a megváltoztatott mechanikai alátámasztás mellett rögzített áramjelek összevetése során a spektrális amplitúdók, az oldalsávok és a meghatározott frekvenciatartományokban kialakuló sávjellegű változások kerülnek értékelésre. A módszer a lágytalpat nem egyetlen kizárólagos hibafrekvenciához rendeli, hanem több, egymással összefüggő spektrális változás alapján vizsgálja. A közlemény célja olyan előzetes áramjel-alapú jellemzők meghatározása, amelyek később felhasználhatók a lágytalp felismeréséhez, súlyosságának követéséhez és az állapot időbeli változásának értékeléséhez.

EN

Effect of Mechanical Support Asymmetry on the Current Spectrum of an Induction Motor

Soft foot is a mechanical abnormality associated with the mounting and support conditions of rotating machines. Through housing deformation, altered bearing loading, and air-gap asymmetry, it may also influence the electrical condition characteristics of an induction motor. This paper presents a preliminary investigation of the effect of soft foot on the motor-current spectrum of a three-phase squirrel-cage induction motor. The analysis is based on Motor Current Signature Analysis and Fourier-based spectral comparison.

Current signals recorded under a reference condition and under modified mechanical support conditions are compared in terms of spectral amplitudes, sideband components, and band-like changes occurring within selected frequency ranges. The proposed approach does not associate soft foot with a single exclusive fault frequency; instead, it evaluates the phenomenon through several interrelated spectral changes. The aim of the study is to identify preliminary current-signal-based features that may later be used for soft-foot detection, severity assessment, and evaluation of its temporal development.

Modern EV-CAN feketedoboz elemzése EV specifikus adatgyűjtés céljából

Szalai Gábor

Automotív területen régóta ismertes a "ISO 9141-2" szabvány, mely definiálja a kommunikáció módját járművekből történő adatkiolvasáshoz. Már amennyiben emissziómérésel kapcsolatos információk kiolvasása a cél. A modern hybrid/elektromos járművekben azonban nincsen tradícionális értelemben vett légtömegmérő, gyújtásidőzítés-kompenzáció, olajnyomásmérő műszer. Van helyette DC buszfeszültség, DC-DC átalakító áramerősség, és többtucatnyi akkumulátorcella-feszültség.

Ebben a cikkben egy merőben eltérő hajtáslánccal rendelkező jármű CAN hálózatának visszafejtése/analítise kerül bemutatásra.

EN

Modern EV-CAN black box analysis for EV specific data retrieval

"ISO 9141-2" is known in the automotive industry as the protocol for data retrieval. That is, if the data required is for emissions testing. Modern hybrid/electric vehicles however don't have a mass airflow sensor, ignition timing compensation, or an oil pressure sensor. Instead, they have a DC bus voltage, DC-DC converter current, and a bucket load of battery cell voltages.

In this article the analysis and reverse engineering of a CAN network will be shown, in the context of a vehicle with a vastly different kind of drivetrain.

SZEKCIÓ S05

Katonai technológia, világításbiztonság és rádióalkalmazások

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 14:00–15:59
TEREM TG. 107. terem
ELNÖK Istók Róbert

A lézer a katonai célok szolgálatában és egy új hadviselés hajnala

Jasztrab Péter János, Istók Róbert

A lézer technológia már közel 70 éves. Ez idő alatt számos típusa vált ismertté és a felhasználására egyre több területen került sor. Napjainkra megszámlálhatatlan eszköz rendelkezik ilyen képességgel és használja ki a lézertechnológia előnyeit, feljavítva a hagyományos katonai felszereléseket. Hatalmas potenciál rejlik benne, és ezt a napjaink kutatásai és az iparági becslések is alátámasztják. Előnyt biztosítanak az alakulatok feladatainak hatékony végrehajtásában, mely predesztinálja további széleskörű elterjedését, aminek a küszöbén állunk. A lézertechnológia közérthetősége érdekében feldolgoztuk az irodalom és a média beszámolói alapján az elmúlt évek katonai alkalmazását és fejlődését. Röviden szó lesz a használt vagy a tervezett lézerrendszerekről és alkalmazásukról, hogy útmutatást és tájékoztatást nyújtson az ezen a területen dolgozó szakembereknek, valamint az érdeklődő olvasóknak egyaránt.

EN

Lasers in the service of military objectives and the dawn of a new warfare

Laser technology is nearly 70 years old and during this time many types of it have been built and there are implemented in more and more applications. Nowadays, you can find countless tools with such capability upgrading military equipment and using its advantages. The laser technology has enormous potential which is shown by today's research and industry estimates too. Their applications provide an advantage in efficient execution of tasks of units, which predestines further widespread deployment and we can say we are heading for big changes. We will discuss the military development and usage of this technique to recent years according to media reports and the literature to better understanding. Furthermore, in the this article the already used or planned laser systems will be introduced briefly in order to give guidance and provide information for those working in this field and for all who are interested in it.

Az elsötétítés tudománya, korszakai és értelmezése napjainkban

Jasztrab Péter János, Istók Róbert

Az elsötétítés olyan biztonsági intézkedés, amely bizonyos helyzetekben felülírja a világítástechnika általános célját, a megfelelő megvilágítás biztosítását. Különösen katonai és veszélyhelyzeti környezetben válhat meghatározóvá, hogy a fényforrások láthatósága ne tegye köny-

yebben felismerhetővé az embereket, épületeket vagy egyéb objektumokat. A tanulmány célja az elsötétítés kialakulásának és történeti változásainak áttekintése, valamint annak értékelése, hogy a korábbi gyakorlatok milyen tanulságokkal szolgálnak napjainkban. A vizsgálat történeti és összehasonlító megközelítésben veszi figyelembe az egyes korszakok technikai fejlettségét, az elsötétítési intézkedések alkalmazását, illetve azok társadalmi és katonai összefüggéseit. A középpontban az áll, miként változtak a sötétbe rejtés lehetőségei a technológia fejlődésével, és mennyiben maradtak értelmezhetők a korábbi elvek a modern környezetben. A téma rámutat arra, hogy a fény nem minden helyzetben jelent nagyobb biztonságot: egy kis fényforrás is kritikus tényezővé válhat, ha felfedi egy személy vagy objektum helyzetét. Az áttekintés az elsötétítés mai alkalmazhatóságának és katonai jelentőségének értékelésével járul hozzá a világítástechnikai és biztonsági szempontok árnyaltabb megértéséhez.

EN

The eras of blackout and its interpretation nowadays

There are situations where lighting experts need to rethink the well-known slogan 'more light,' especially when lives are at stake and even a tiny light source can become a critical safety factor. Measures like camouflaging with darkness create such situations, which became an integral part of civilian life in the mid-20th century but still exist today with the implementation of 'blackouts' and their effects on the entire society. Professionals must handle these unusual and sometimes contradictory situations, so it's worth revisiting previously understood methods and evaluating their use in the modern world. Blackout, as the science of 'hiding in the dark,' can help with this. The article will discuss how it developed and how its practice has changed with technological advancements. To review the topic, I also take into account the technical development of the given periods, as well as how well the measures taken were implemented. At the same time, I examine and assess the lessons of the blackout for today, their applicability, and their military significance.

Gépbiztonság új szabályainak aktualitásai a világítástechnikai és a vonatkozó villamosbiztonsági szabályok tükrén keresztül

Jasztrab Péter János, Istók Róbert

A jó világítás nem csupán komfortnövelő tényező a gépeknél, hanem aktív biztonságtechnikai elem, ami megelőzi a kezelői tévesztéseket, csökkenti a fáradtságot, és biztosítja a veszélyes mozgások azonnali felismerését. A gépre vagy a gépbe szerelt lámpának is meg kell felelniük a gépbiztonság mechanikai és környezeti előírásainak. Az új gépbiztonsági rendelet (2023/1230 EU) a korábbi, 2006/42/EK irányelvet váltja fel, és 2027. január 20-tól válik teljeskörűen kötelezően alkalmazandóvá az Európai Unióban, ezért ebben a cikkben a géptervezésre vonatkozó műszaki követelményeket tekintem át és összegzem annak érdekében, hogy aktuális műszaki szintvonalnak megfelelő állapotot bemutassam és útmutatóul szolgáljon a témához kapcsolódó kérdésekben különös tekintettel a villamosbiztonsági kérdéseket érintően.

EN

The new machinery safety rules through the lens of lighting technology and related electrical safety regulations

Good lighting isn't just a comfort factor around machines—it's an active safety component that helps prevent operator errors, reduces fatigue, and ensures dangerous movements are recognized immediately. Lights installed on or in the machine also have to meet mechanical and environmental safety standards. The new machinery safety regulation (2023/1230 EU) replaces the older 2006/42/EC directive and will become fully mandatory across the European Union from January 20, 2027. So, in this article, I'll go over and sum up the technical requirements for machine design to show the current technical standards and offer guidance on related topics, especially when it comes to electrical safety issues.

A hagyományos, analóg műsorszórás összehasonlító elemzése a modern, digitális IP alapú műsorszórással a CIA-triád mentén, kockázatelemzési módszerekkel

Juhász Gergő, Kovács Róbert Sándor

Az előadás a hagyományos analóg televíziós műsorszórás és a modern, digitális IP-alapú multimédiás tartalomterjesztés biztonságtechnikai összehasonlítását mutatja be. A téma aktualitását az adja, hogy a műsorszórási rendszerek fejlődése nemcsak jobb kép- és hangminőséget, rugalmasabb szolgáltatásokat és személyre szabott tartalomfogyasztást eredményezett, hanem a kockázati környezetet is jelentősen átalakította.

Az előadás első része röviden áttekinti az analóg műsorszórás, a DVB rendszerek és az IPTV fejlődési ívét, különös tekintettel arra, hogy a broadcast jellegű, egyirányú rendszertechnikát hogyan váltotta fel a modern, hálózati alapú, interaktív műsorszolgáltatás. Ezt követően a vizsgálat a CIA-triád, vagyis a bizalmasság, sértetlenség és rendelkezésre állás mentén hasonlítja össze a technológiákat. Az analóg rendszerek esetében a kockázatok főként fizikai, rádiófrekvenciás és üzemeltetési jellegűek voltak, míg az IP-alapú megoldásoknál már megjelennek a felhasználói adatokhoz, jogosultságkezeléshez, hálózati infrastruktúrához, tartalomelosztáshoz és végberendezésekhez kapcsolódó sérülékenységek is.

Az előadás kitér a multimédiás tartalomterjesztő rendszerek biztonságkritikus jellegére is, mivel ezek nemcsak szórakoztatóipari szolgáltatások, hanem a társadalmi információáramlás fontos eszközei. A két fő technológiai megközelítés összehasonlítása what-if elemzés, kockázati mátrix és SWOT analízis segítségével történik. Az előadás célja annak bemutatása, hogy a technológiai fejlődés nem a kockázatok megszűnését, hanem azok átalakulását és összetettebbé válását eredményezte.

Kulcsszavak: *analóg műsorszórás; IPTV; CIA-triád; kockázatelemzés; biztonságkritikus infrastruktúra*

Amikor a tévéadó megvilágító forrássá válik – passzív radar a gyakorlatban

Korpás Máté, Kovács Róbert Sándor

A passzív radarok a környezetben már jelen lévő rádiófrekvenciás adások felhasználásával teszik lehetővé a mozgó céltárgyak detektálását. A digitális földfelszíni televíziós műsorszórás (DVB-T) jelei kedvező lehetőséget biztosítanak az ilyen elven működő radaregységek kialakítására. A magyarországi passzív radarkutatásokban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem kutatóinak úttörő munkái jelentős szerepet játszottak a DVB-T alapú radarozás lehetőségeinek és gyakorlati alkalmazhatóságának bemutatásában. Eredményeik fontos szakmai ösztönzést és kiindulópontot jelentettek az elmúlt négy félévben végzett saját kutatásomhoz.

Kutatásom célja egy kereskedelmi forgalomban elérhető, koherens többcsatornás szoftvervezérelt rádióra (SDR) és nagy teljesítményű grafikus feldolgozóegységgel (GPU) felszerelt laptopra épülő passzív radaregység gyakorlati megvalósítása volt. A fejlesztés során vizsgáltam a koherens IQ-adatfolyam feldolgozásának, a digitális antennanyaláb-képzésnek és a megfelelő referenciajel kiválasztásának lehetőségeit, valamint a mozgó céltárgyak detektálásához szükséges késleltetés–Doppler térképek előállításának módszereit.

A megvalósítás során MATLAB-szimulációkkal és kísérleti vizsgálatokkal értékeltem az egyes jelfeldolgozási megoldások alkalmazhatóságát. A fejlesztés kiterjedt a normalizált keresztkorrelációs (NCC) és a normalizált keresztkétértelműségi függvényen (NCAF) alapuló eljárások implementációjára, a tört mintás késleltetés kezelésére, a koherens feldolgozási idő (CPI) megválasztására, valamint a CUDA-alapú párhuzamos számítási eljárások alkalmazására. A kialakított feldolgozási lánc működését számítási teljesítménymérésekkel és valós rádiófrekvenciás mérésekkel vizsgáltam.

Az előadás a passzív radar elméleti alapjainak részletes ismertetése helyett a gyakorlati megvalósítás mérnöki kihívásaira és a fejlesztés során szerzett tapasztalatokra helyezi a hangsúlyt. Bemutatja, hogy a korábbi tudományos eredményekre épülő szimulációk, saját vizsgálatok és szoftveres implementációk miként vezettek egy működő SDR-alapú passzív radaregység kialakításához.

EN

When a TV Transmitter Becomes an Illuminator – Passive Radar in Practice

Passive radars enable the detection of moving targets by exploiting radio frequency transmissions already present in the environment. Digital Video Broadcasting – Terrestrial (DVB-T) signals provide a suitable opportunity for developing radar units operating on this principle. In Hungarian passive radar research, the pioneering work of researchers at the Budapest University of Technology and Economics (BME) has played a significant role in demonstrating the potential and practical applicability of DVB-T-based radar techniques. Their findings served as an important source of professional inspiration and a starting point for my own research conducted over the past four academic semesters.

The objective of my research was the practical implementation of a passive radar unit based on a commercially available, coherent multichannel software-defined radio (SDR) and a laptop equipped with a high-performance graphics processing unit (GPU). During the devel-

opment process, I investigated approaches to processing coherent IQ data streams, digital antenna beamforming, and selecting a suitable reference signal, as well as methods for generating delay–Doppler maps required for moving target detection.

During implementation, I evaluated the applicability of various signal processing techniques through MATLAB simulations and experimental investigations. The development included the implementation of normalized cross-correlation (NCC) and normalized cross-ambiguity function (NCAF) processing methods, fractional sample delay handling, the selection of the coherent processing interval (CPI), and the application of CUDA-based parallel computing techniques. The performance of the resulting signal processing chain was evaluated through computational performance measurements and real-world radio frequency measurements.

Rather than providing a detailed discussion of the theoretical foundations of passive radar, this presentation focuses on the engineering challenges of practical implementation and the experience gained throughout the development process. It demonstrates how simulations, independent investigations, and software implementations based on previous scientific findings contributed to the development of a functional SDR-based passive radar unit.

Beágyazott prediktív állapotfelügyeleti rendszer tervezése és validálása változó fordulatszámú hőszivattyús hajtásokhoz

Balogh Tamás

A pályamunka célja a hőszivattyús rendszerek prediktív karbantartásának továbbfejlesztése egy peremhálózati (Edge Computing) adatfeldolgozáson alapuló algoritmus megtervezésével és implementálásával. A hagyományos felhőalapú rendszerek hálózati, sávszélességbeli és késleltetési korlátainak leküzdésére egy lokális, kétmagos STM32H7 processzorra (Finder Opta) épülő hardver- és szoftverarchitektúra került kialakításra. A kutatás során a motoráramjel-analízis (MCSA) és a teljesítményfüggő dinamikus küszöbértékezés ("residual" Z-pontszám analízis) kombinálásával egy olyan állapotkiértékelő módszertan valósult meg, amely a tranziens állapotok kizárásával hatékonyan képes elkülöníteni a valós mechanikai meghibásodásokat a normál üzemi ingadozásoktól. A beágyazott operációs rendszeren futó, hálózatfüggetlen megoldás a kísérleti validáció során bizonyítottan minimalizálta a téves riasztások arányát, miközben offline működőképességet és REST API-n keresztül helyi webes vizualizációt is biztosít az ipari környezet számára.

Kulcsszavak: *prediktív karbantartás, hőszivattyús rendszerek, Edge Computing, motoráramjel-analízis, Z-pontszám, beágyazott rendszerek.*

A hatékony promptolás módszertana leendő villamosmérnökök és informatikusok mindennapi egyetemi munkájához

Illési Zsolt, Varga Péter János

A mesterséges intelligencia ma már kikerülhetetlen része az egyetemi oktatásban, a műszaki és informatikai képzésben pedig kifejezetten értékes segítőtárs lehet. Sokan használják a különböző nyelvi modelleket a tanulás során, ám a tapasztalat azt mutatja, hogy pontatlan kérdésekre a gép is bizonytalan, sokszor félrevezető válaszokat ad. Egy mérnöki feladatnál viszont a félig jó kód vagy a pontatlan levezetés ritkán elegendő.

Az előadás célja, hogy közvetlen, gyakorlatias útmutatást adjon a hallgatóknak a hatékony kérdezéstechnikához. Végigvesszük, hogyan érdemes felépíteni egy promptot, milyen kontextust kell feltétlenül megadni a modellnek, és miként szűrhetők ki a logikai tévedések. Külön kitérünk szimulációs környezetek beállítására és a műszaki dokumentációk gyors feldolgozására.

Az előadásban vázoljuk, hogy a mesterséges intelligenciára ne mindentudó orákulumként, hanem fegyelmezett segédeszközként tekintsünk. A tudatos promptolás nem váltja ki az önálló szakmai gondolkodást, de rengeteg időt takarít meg, és segít abban, hogy a hallgatók valóban a lényegi mérnöki problémákra koncentrálhassanak a laborokban és a projektek során.

Kulcsszavak: *villamosmérnök, informatikus, AI*

EN

Methodology of Effective Prompt Engineering for the Everyday Academic Work of Future Electrical Engineers and Computer Scientists

Artificial intelligence has become an indispensable part of university education and can be a particularly valuable assistant in engineering and computer science studies. Many students use various language models as part of their learning process; however, experience shows that imprecise questions often lead to uncertain and sometimes misleading answers. In engineering tasks, partially correct code or an inaccurate derivation is rarely sufficient.

The aim of this presentation is to provide students with practical, hands-on guidance on effective prompting techniques. We will examine how to structure a prompt, what contextual information must be provided to the model, and how to identify logical errors in its responses. Particular attention will be paid to configuring simulation environments and efficiently processing technical documentation.

The presentation will emphasize that artificial intelligence should be regarded not as an all-knowing oracle, but as a disciplined support tool. Effective prompting does not replace independent professional thinking; rather, it saves considerable time and helps students focus on the essential engineering challenges encountered in laboratory work and project development.

Keywords: *electrical engineering, computer science, artificial intelligence (AI)*

SZEKCIÓ ST

Repüléstudományi és dróntechnológia

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 14:00–17:05
TEREM Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)
ELNÖK Terpecz Gábor

A Magyar Hadtudományi Társaság küldetése, a hadtudomány disszeminációjának elősegítése (társadalmasítás – tudományos megalapozottság – fiatalos lendület)

Hegedűs Henrik

A Magyar Hadtudományi Társaság, az elmúlt években végzett tevékenységét – a hadtudomány szolgálatában - továbbra is kiegyensúlyozottan végezte, az éves munkatervében meghatározott feladatokat eredményesen végrehajtotta, azonban az egyes szervezeti egységek szintjén, mindez változó dinamikával valósult meg. A tevékenységünk során figyelembe vettük/vesszük az adott év legfontosabb évfordulóit, a romló nemzetközi biztonsági helyzetet, a haderőfejlesztési programot, a HM, az MH, az NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar és az MTA tudományos projektjeit. A Társaság belső életét tekintve kiemelt feladat volt 2025-2026-ban: a tisztújító küldöttgyűlés megszervezése – melynek központi kérdései a hadtudomány társadalmasításának továbbvitele és a fiatalítás voltak- az MTA 200 és a Társaság 35. születésnapjának megünneplése, illetve ez évben a „Mohács 500, katona szemmel" nemzetközi konferencia megszervezése állt, az MTA Hadtudományi Bizottságával együttműködve. A kutatások területén a fő hangsúlyt, az MTA 200, MHTT 35 keretében, a magyar katona akadémikusok bemutatása, kiállítás és könyv megjelentetésére a Magyar Honvédség modernizációjára, az orosz–ukrán és az Izrael–Hamász, USA-Irán háborúk tapasztalatainak folyamatos feldolgozására, kommunikálására, az új űrkorszak biztonsági és katonai kérdéseinek tanulmányozására, valamint az átszervezett haderő működésének kérdéseire helyeztük/helyezzük. Kiemelt figyelmet fordítottunk/fordítunk a kadétokra- és a honvéd tisztjelöltekre, az állampolgárok folyamatos tájékoztatására.

Kulcsszavak: *társadalmasítás, fiatalítás, haderőfejlesztés, tudássokszög, tudományos kutatás*

EN

The mission of the Hungarian Society of Military Science is to promote the dissemination of military science. (socialization – scientific grounding – youthful dynamism)

The Hungarian Society of Military Science has continued to carry out its activities in the service of military science in a balanced manner in recent years, and has successfully carried out the tasks specified in its annual work plan, but at the level of the individual organizational units, all this has been implemented with varying dynamics. In the course of our activities, we have taken into account the most important anniversaries of the given year, the deteriorating international security situation, the Armed Forces Development Programme, the scientific projects of the Ministry of Defence, the Ministry of Defence, the Faculty of Military Science and Officer Training of the University of Public Service and the Hungarian Academy of Sci-

ences. In terms of the internal life of the Society, it was a priority task in 2025-2026: the organization of the delegates' meeting for the renewal of officers – the central issues of which were the continuation of the socialization of military science and rejuvenation – was the celebration of the 200th anniversary of the MTA and the 35th birthday of the Society, and this year the organization of the "Mohács 500, through the eyes of a soldier" international conference, in cooperation with the Military Science Committee of the Hungarian Academy of Sciences. In the field of research, the main emphasis has been placed on the publication of an exhibition and a book on the introduction of Hungarian military academics within the framework of MTA 200, MHTT 35, on the modernization of the Hungarian Defense Forces, on the continuous processing and communication of the experiences of the Russian-Ukrainian and Israeli-Hamas and US-Iranian wars, on the study of the security and military issues of the new space age, and on the issues of the operation of the reorganized armed forces. We have paid special attention to cadets and military officer candidates, and to the continuous information of citizens.

Keywords: *socialization, rejuvenation, military development, knowledge polygon, scientific research*

Drónok háborúja

Terpecz Gábor, Schuster György

Az orosz–ukrán háború 2022 februárjában kezdődő, teljes körű inváziója jelentősen átalakította a katonai taktikákról alkotott elképzeléseket. A konfliktus a 21. század egyik legfontosabb „katonai laboratóriumává” vált. Kezdetben a hidegháborúból örökölt szovjet mélységi hadműveleti elvek és a NATO összfegyvernemi manőverezésre épülő megközelítése csapott össze, ám a háború hamar „dróntechnológiával megerősített állóháborúvá” formálódott. A nagyszabású, páncélosokra támaszkodó támadások helyét fokozatosan kisebb, drónokkal támogatott gyalogsági egységek, beásott állások és precíziós csapásmérő eszközök vették át. A tanulmány azt vizsgálja, miként alakította át a dróntechnológia, a pilóta nélküli légijármű-rendszerek és a hálózatalapú hadviselés a gyalogság, a harckocsik és a tüzérség hagyományos alkalmazását.

Kulcsszavak: *drón; UAV ; hadművelet; hálózat alapú hadviselés*

EN

The war of drones

The full-scale invasion of the Russian-Ukrainian war, which began in February 2022, significantly transformed the perception of military tactics. The conflict has become one of the most important "military laboratories" of the 21st century. Initially, Soviet depth operational principles inherited from the Cold War clashed with NATO's all-arms maneuvering approach, but the war quickly evolved into a "standing war reinforced by drone technology". Large-scale armored attacks were gradually replaced by smaller, drone-supported infantry units, entrenched positions, and precision strike devices. The study examines how drone technology, unmanned aerial vehicle systems, and network-based warfare transformed the traditional use of infantry, tanks, and artillery.

Keywords: *drone; UAV; operation; network-based warfare*

Drone Detection Demystified

Balajti István

Small unmanned aerial vehicles (UAVs), hereafter drones, detection requires a state-of-the-art, AI-supported multisensor approach that exploits radar, RF, electro-optical, infrared, and passive sensing across the electromagnetic spectrum. Radar remains particularly valuable in darkness, fog and adverse weather, while coherent processing and micro-Doppler signatures support the detection and discrimination of visually inconspicuous targets. This paper focuses on detection, leaving tracking for subsequent research. This paper asks whether coordinated, affordable dual-use optical, acoustic and radio-frequency sensing, complemented by passive and active radar, can improve drone-detection reliability and cost-effectiveness under explicit engineering constraints. A WHAT–WHY–HOW methodology combines spatial diversity and adaptive detectability with five stages: state-of-the-art assessment, detectability specification, sensor selection, time-aligned processing and fusion, and validation. Reused smartphones, Raspberry Pi camera–microphone nodes, automotive radar applications, software-defined receivers and environmental stations such as cameras and Lidars are compared as candidate platforms, while balloon-borne sensing remains exploratory. A qualitative assessment considers advantages, disadvantages, challenges, opportunities and consequences of non-adoption. Preliminary CFAR processing of 31 S-band radar scans illustrates candidate-response analysis, but does not establish independently verified drone detections or operational detection probabilities. The proposed system approach is a research framework, not a validated operational capability. Synchronisation uncertainty, correlated false alarms, maintenance and lifecycle cost remain essential limitations. Finally, fast-changing drone-related challenges call for renewed engineering education that places particular emphasis on comprehensive system-level understanding, the effective integration and interoperability of system interfaces, and the coordinated application of measurement theory, sensing geometry, signal processing, AI-assisted sensor fusion, and reproducible experimental validation.

Keywords: *drone detection; distributed sensing; optical–acoustic fusion; adaptive detectability; passive radar*

Nagy teherbírású és megfigyelő drónok alkalmazása rendkívüli árvízvédelmi helyzetekben

Udvarhelyi Csaba

Kritikus árvízvédelmi probléma, amikor egy szivattyútelep meghibásodása esetén a felázott, nehezen járható talajviszonyok miatt a hagyományos nehézgépekkel történő megközelítés és a kapacitás-pótlás lehetetlenné válik. A kutatás célja egy innovatív, drónalapú logisztikai és megfigyelési eljárás kísérleti tesztelése rendkívüli helyzetben. A vizsgálat során a Körösszakáli Erdőföldi Szivornya-Szivattyútelepen szimuláltuk egy kiesett szivattyú pótlását mobil egység nagy teherbírású drónos beemelésével, centiméter pontos pozicionálással támogatva. A művelet biztonságát egy párhuzamosan üzemeltetett zoom kamerás megfigyelődrón biztosította.

A kísérleti elrendezést nappali, valamint korlátozott látási viszonyok között (esti szimuláció drónos reflektorral és hőkamerával) is teszteltük. Az eredmények igazolják, hogy a dróntechnológia integrálása drasztikusan csökkenti a reakcióidőt elzárt kritikus infrastruktúrák védelménél.

Kulcsszavak: *dróntechnológia; nagy teherbírású UAV; árvízvédelem; rendkívüli logisztika; hőkamerás megfigyelés*

A HC-01 ultrakönnyű helikopter átalakítása autonóm repülésre

Martonicz Dániel, Demeter Zalán, Matkovics Ádám, Sándor Alpár

A pilóta nélküli légi járművek többsége ma kisméretű multikopter, a nagyobb hasznos terhet és hosszabb repülési időt igénylő feladatokra azonban a teljes méretű helikopterek alkalmasabbak. Pilóta nélküli helikoptert az alapoktól fejleszteni költséges, ezért kézenfekvő a meglévő, hagyományos gépeket alkalmassá tenni az autonóm repülésre. Az ismert átalakítások többnyire elektronikus kormányvezérléssel váltják ki az eredeti kormányzást, ami jelentős átépítéssel jár. Célunk olyan utólag beépíthető autonómiarendszer kifejlesztése volt, amely a helikoptert a saját kormányszervein keresztül vezeti: a mechanikus kormányrudazat érintetlen marad, a fedélzeten ülő biztonsági pilóta pedig bármikor átveheti az irányítást. A cikkben a Hungaro-Copter HC-01 gyári ultrakönnyű helikopter átalakítását mutatjuk be. A kormányszerveket saját fejlesztésű elektromos szervohajtások mozgatják, amelyeket szintén saját fejlesztésű fedélzeti számítógép vezérel. A repülésvezérlő szoftver nyílt forráskódú alapokra épül, amelyet helikopterre szabott saját modulokkal egészítettünk ki. A helyzetmeghatározást műholdas navigációval támogatott inerciális rendszer, a talaj feletti magasság mérését rádiós magasságmérő végzi. A rendszert szimulációs környezetben ellenőriztük, majd fokozatosan bővülő tesztsorozatban, a pilóta által vezetett repülésektől az automatikus üzemmódokig haladva repültük be. A tesztek során több mint 50 repülést hajtottunk végre. A helikopter képes automatikusan felszállni, függeszkedni, a kijelölt GPS-koordinátákra repülni és leszállni, emellett a földről, mobil- és műholdas adatkapcsolaton át távirányítással is vezethető. Az eredmények igazolják, hogy egy mechanikus kormányzású helikopter a kormányrendszer átépítése nélkül is alkalmassá tehető autonóm repülésre. A következő lépésben az átalakítást a Helisport CH-7 Kompress helikopteren is elvégezzük, ahol a szabályozást tovább finomítjuk.

Ember a repülési rendszerben. A repülőműszaki szakemberek kompetenciáinak változása az automatizáció és a mesterséges intelligencia korában.

Varga Csaba

A légijármű-karbantartás digitalizációja, az adatvezérelt állapotfelügyelet és a mesterséges intelligencia (AI) alkalmazása új követelményeket támaszt a repülőműszaki szakemberek diagnosztikai és információfeldolgozási tevékenységével szemben. Kutatásomban azt vizsgáltam, hogy az EASA Part-66 meglévő alapismereti követelményeire milyen új vagy felértékelődő kompetenciák épülnek, és ezek hogyan kapcsolhatók a repülőműszaki képzéshez.

A vizsgálatot összehasonlító szabályozási és dokumentum-tartalomelemzéssel végeztem, amelyet strukturált szakirodalmi feltárással egészítettem ki. A 2026-os Part-66 követelményrendszerét és a kapcsolódó EASA-dokumentumokat a prediktív karbantartás, az AI-támogatott diagnosztika, a magyarázható mesterséges intelligencia (XAI), valamint az ember–automatizáció együttműködés tudományos eredményeivel vetettem össze. A kutatás saját empirikus adatfelvételt nem tartalmazott.

Az elemzés alapján a repülőműszaki kompetenciák három egymásra épülő rétegét különítettem el: a hagyományos rendszer- és diagnosztikai tudásalapot, az adatvezérelt és AI-támogatott diagnosztikai kompetenciákat, valamint az algoritmikus eredmények kritikai értékeléséhez szükséges emberi szakmai felügyeletet. Az azonosított kompetenciák képzési alkalmazhatóságának bemutatására kidolgoztam egy Part-66–AI kompetenciailleszkedési mátrixot, amely a meglévő tudáselemeket a technológiai változásokhoz, a levezetett kompetenciákhoz és a megfigyelhető, értékelhető tanulói teljesítményekhez kapcsolja. Ilyen teljesítmény például az adatforrások és az adatminőség értékelése, a prediktív becslések bizonytalanságának felismerése, valamint az AI által előállított diagnosztikai eredmények független műszaki ellenőrzése.

Kutatásom alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az AI alkalmazása a meglévő repülőműszaki szakértelemre épülő, új adatértelmezési és kritikai értékelési kompetenciákat tesz szükségessé. A kidolgozott modell és kompetenciailleszkedési mátrix a rendszer- és szcenárióalapú képzési feladatok, valamint az ezekhez kapcsolódó értékelési módszerek fejlesztéséhez nyújthat kiindulópontot. A javasolt kompetenciák gyakorlati relevanciájának és a képzési megoldások eredményességének igazolása további empirikus kutatást igényel.

A vadászpilóta is ember! Avagy az 1983-as katapultálás története

Helembai László

Az előadásomban kitérek ara, hogy kiből és milyen feltételekkel (eü. alkalmasság, nagyon jó és jól terhelhető fizikai állapot, a repülés iránti erős motiváció) lesz vadászrepülő valamit a képzés és kiképzés rendszerét és az 1983-as katapultálásom körülményeit.

Kulcsszavak: *kiképzés; katapultálás; alkalmasság; vadászrepülő, katonai repülés*

EN

A fighter pilot is also a human being! The story of the 1983 ejectingt

In my presentation, I will discuss who and under what conditions (aptitude, very good and well-resilient physical condition, strong motivation for flying) will become a fighter pilot, as well as the system of training and training and the circumstances of my ejection in 1983.

Keywords: *training; ejecting; suitability; fighter jet, military aviation*

Az ún. "időtorzulás" jelensége a repülés különleges eseteinek bekövetkezésekor

Szaniszló Zsolt

Volt munkakörömből adódóan több előadásom, illetve publikációm vizsgálta a katonai repülőgépek és helikopterek repülés közben bekövetkező, személyi mentőejtőernyővel történő vészelhagyása teljes folyamatát, eredményes kimenetelének feltételeit. Ezek során minden alkalommal megállapításra került, hogy a vészelhagyási folyamat sikerességét – az ún. "ember-gép-környezet" hármas rendszerében vizsgálva – az azzal kapcsolatosan idejében meghozott emberi döntés határozza meg elsődlegesen.

A légijármű vezetése azonban egy teljes, komplex folyamatot jelent a repülés szándékával történő fedélzetre lépéstől egészen a biztonságos leszállást követő hajtóműleállításig. Ezen folyamat alatt a pilótának számtalan esetben kell jó döntéseket hoznia, amelyekre – zavartalan repülési körülmények között – jó előre fel lehet készülni, akár szimulátorban, akár oktatóval végrehajtott gyakorló repülési feladat(ok) segítségével. Ezek mind felügyelt, biztonságos körülmények között kerülnek végrehajtásra, amely során szándékosan hozzák ún. "időkényszeres stresszhelyzet"-be a fiatal pilótát, hogy felkészítsék őt a repülésre veszélyes helyzet felismerésére, majd az ilyen helyzetekre kialakított eljárásrend(ek) gyors és biztonságos végrehajtására.

De mi van abban az esetben, ha a repülésre veszélyes helyzet jelentkezése során a pilótánál ún. "időtorzulás" jelensége lép fel, és hiába ismeri fel az adott szituációt, és hiába lenne rá elég ideje, akkor sem fogja tudni megoldani a vészhelyzetet, amely akár a katasztrófáig súlyosbodhat? El lehet-e kerülni ezt a jelenséget, illetve fel lehet-e rá készülni, és ha igen, akkor hogyan?

Publikációmban az ún. "időtorzulás" jelenséget vizsgálom meg, szemléletesebbé téve azt a magyar katonai repülésben bekövetkezett esetek közül néhánynak a rövid, de tényszerű leírásával, amellyel 23 éves hivatásos katonai pályám során először mint repülő műszaki, később repülő-hajózó, végül ejtőernyős tiszt, majd főtiszt megismerkedhettem.

„Oktatva építünk" – MI-támogatott mérnökképzés és validáció a Bay-féle Holdradartól a KORONA műholdegyüttesig

Balajti István

A Bay–Tungsram Holdradar 1946-os mérnöki örökségéből kiindulva a tanulmány az „Oktatva építünk" elnevezésű, mesterséges intelligenciával (MI) támogatott, kutatásalapú mérnökképzési és validációs módszertant mutatja be. Célja a történeti műszaki eredmények, a valós mérési adatok és a jövőorientált rendszerkoncepciók összekapcsolása a hallgatók önálló problémamegoldó képességének fejlesztésével.

A módszertan egymásra épülő esettanulmányai a rádióamatőr Föld–Hold–Föld (EME) összeköttetési naplók statisztikai elemzése, a Bay–Tungsram antennarendszer rekonstrukciója és SDR-alapú demonstrációja, a közeltéri antennamérések Helmholtz–FFT-alapú holografikus

hibadiagnosztikája, valamint az S-sávú radarmérések több-letapogatású feldolgozása és különböző CFAR-eljárások összehasonlítása. A földfelszíni mérési kampányok tervezése és végrehajtása a modellek gyakorlati ellenőrzését szolgálja.

A hallgatói kutatási folyamat az MI-támogatott szakirodalmi elemzéstől és hipotézisalkotástól a MATLAB/Digital Twin-modellezésen és a kísérleti méréseken át a független mérnöki validációig terjed. A követelmények, a mérési bizonytalanságok, az alkalmazandó szabványok és az MI által előállított eredmények kritikai ellenőrzése minden részfeladat szerves eleme.

A program rendszerszintű kutatási keretét a tervezett, többpolarizációs KORONA interferometrikus műholdegyüttes adja, amelynek műszaki megvalósíthatóságát a hallgatók önálló elemzései vizsgálják. Az oktatási eredményesség értékelését a reprodukálhatóság, a hipotézisek ellenőrizhetősége, a validációs bizonyítékok és az önálló mérnöki döntések minősége alapozza meg.

A koncepció megvalósításához az egyetemi oktatói és kutatói közösségek együttműködése, valamint az MTA szakmai közösségeinek tudományos mentorálásba és független értékelésbe történő bevonása javasolt. A fokozatosan igazolt eredmények konferenciajelentések, TDK/OTDK-dolgozatok és gyakorlati értékű szakdolgozatok alapjául szolgálhatnak.

Kulcsszavak: *MI-támogatott mérnökképzés; mérnöki validáció; MATLAB; Digital Twin; radar- és antennamérések.*

MI a repülés kiszolgáló rendszereiben

Ady László, Schuster György, Varga Péter János, Tokody Dániel

A repülés kiszolgáló rendszerei - a légi járművek karbantartása, a földi kiszolgáló berendezések és azok üzemeltetése, valamint a repülőtéri infrastruktúra - olyan területek, ahol a mesterséges intelligencia (MI) jelentős fejlesztési lehetőséget kínál, ugyanakkor sajátos kockázatokat hordoz. Az előadás arra vállalkozik, hogy feltárja, milyen konkrét karbantartási feladatokban (prediktív karbantartás, hibadiagnosztika, állapotalapú üzemeltetés) és milyen feltételekkel alkalmazható az MI a repülés kiszolgálásában. Módszerünk három karbantartási terület - a hajtóművek és avionikai rendszerek, a földi kiszolgáló eszközök, valamint a repülőtéri infrastruktúra - összehasonlító elemzésel. Az elemzés rávilágít, hogy az MI bevezetésének korlátai nem elsősorban az algoritmusokban, hanem az adatok megbízhatóságában, a meghibásodási módok sokféleségében és az emberi döntéshozatalba való illesztésben rejlenek. Eredményként egy integrált karbantartási döntéstámogatási modellt vázolunk fel, amely tartalmazza az adatminőségi követelményeket, a hamis riasztások kezelését, a modellfrissítés rendjét és a kötelező emberi jóváhagyás pontjait. A modell segíti a repülés kiszolgáló szervezeteit abban, hogy az MI-t ne elszigetelt eszközként, hanem a karbantartási folyamat szerves, ellenőrzött részeként vezessék be.

Kulcsszavak: *prediktív karbantartás; repülés kiszolgáló rendszerek; mesterséges intelligencia; állapotfigyelés; hibadiagnosztika*

SZEKCIÓ S06

Villamos gépek és hajtástechnika

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 16:05–17:13
TEREM Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)
ELNÖK Varga Árpád

Tömör forgórészű, kiálló pólusú szinkronmotor kétdimenziós végeselemes áttervezése lemezelt, indítókalickás, kiálló pólusú forgórésszel rendelkező szinkronmotorrá

Nagy Sándor, Szand Roland, Sebestyén Gergely, Kopják József

A tanulmány egy eredetileg tömör forgórésszel kialakított, autotranszformátor segítségével a névleges állórészfeszültség 56%-án indított, nagy teljesítményű, kiálló pólusú szinkrongép forgórészének kétdimenziós végeselemes újratervezését mutatja be. A cél a kiindulási ipari gép tömör forgórészének lemezelt, kiálló pólusú, bronz indító / csillapítókalickával ellátott forgórésszel történő kiváltása-összehasonlítása volt, az állórész alapvető geometriai kialakításának és a névleges üzemi feltételeknek a megtartásával. Az új forgórész tervezése az ANSYS Maxwell 2D szoftverben történt. A végleges kialakítás pólusonként hét, egyenként 22 mm átmérőjű indítórudat tartalmaz.

Az áttervezett gép elektromágneses jellemzőit a névleges állórészfeszültség 56%-án, 76,7%-án és 100%-án végzett végeselemes szimulációkkal értékeltük. Referenciaként az eredeti, tömör forgórészű gép 56%-os feszültségen vizsgált indítási esete szolgált, míg a lemezelt forgórészű változatot csökkentett és teljes feszültségen egyaránt vizsgáltuk. Meghatároztuk azt a feszültségszintet, amely mellett a lemezelt forgórészű gép indítónyomatéka megegyezik a referenciaértékkel: a névleges vonali feszültség 76,7%-án a gép lényegében ugyanakkora, megközelítőleg 28,6 kN·m indítónyomatékot fejt ki, mint az eredeti, tömör forgórészű gép 56%-os feszültségen.

Az eredmények szerint az indítónyomaték nem követi pontosan a feszültség négyzetével való ideális arányosságot. A lemezelt forgórészű gép 100%-os és 56%-os feszültséghez tartozó indítónyomatékának számított aránya 3,64, míg a négyzetes összefüggés alapján becsült arány 3,19. A számított arány így megközelítőleg 14%-kal meghaladja a négyzetes összefüggés alapján becsült értéket. Az eltérés feltehetően olyan nemlineáris elektromágneses hatásoknak tulajdonítható, mint a forgórész impedanciájának változása, a szórási reaktanciák módosulása és a kiálló pólusok mágneses telítődése.

A vizsgálat igazolja, hogy a lemezelt, indítókalickás forgórészű gép a referencia eseténél nagyobb állórészfeszültség mellett képes elérni a referencia-indítónyomatékot, és nagyobb fordulatszámokon nagyobb nyomatéktartalékot biztosít. Ugyanakkor az eredeti, tömör forgórészű konstrukció a mechanikai robusztusság és a kisebb áramigény szempontjából továbbra is előnyös a nagy igénybevételű kompresszorhajtásokban.

Kulcsszavak— *kiálló pólusú szinkronmotor, tömör forgórész, lemezelt pólus, indítókalickás forgórész, végeselemes analízis, ANSYS Maxwell, azonos nyomatékhoz tartozó feszültség*

Edge AI a beágyazott motorvezérlésben: helyzetkép, tapasztalatok és nyitott kérdések

Wendler Márk, Szűcs István, Sebestyén Gergely, Kopják József

A gépi tanulás egyre inkább a felhőből magába a beágyazott rendszerekbe költözik. A mikrokontrollerekben megjelentek a neurális gyorsítók (NPU), a beágyazott processzorok fejlesztési irányai egyre nagyobb gépi tanulási teljesítményt céloznak, a gyártók pedig fejlesztőkörnyezetekkel támogatják a modellek beágyazását, a valós idejű motorvezérlő családokban is. A kutatás fő irányai a szenzor nélküli állapotfelügyelet a szabályozás belső jeleiből, például a motoráramból, a gépi tanuláson alapuló megfigyelők és paraméterbecslés, valamint a felügyelet nélküli és eszközön tanuló anomáliadetektálás.

Az előadás áttekinti ezt a helyzetet és a fő akadályokat. A 10–40 kHz-es szabályozási ciklus mellett a modellnek néhány tíz mikroszekundumos időkeretben, a szabályozó mellett kell elférnie. Címkézett hibaadat ritkán áll rendelkezésre, a modellek pedig nehezen általánosítanak más munkapontokra és gépekre. Hiányzik az egységes összehasonlítás is, amely a felismerési teljesítményt a memóriaigénnyel, a futási idővel és az energiafogyasztással együtt értékeli.

A kompromisszumot saját kísérleteink is szemléltetik: egy felügyelt osztályozó néhány kilobájtban elfért, de címkézett adatot igényelt, míg egy felügyelet nélküli, online tanuló modell címkék nélkül is működött, de 207 kB RAM-ot foglalt, és a fordulatszám-változást is hibának jelezte. Végül a munkapontfüggő modellezést, az erőforrás-optimalizálást és a közös benchmarkokat javasoljuk a következő lépéseknek.

EN

Edge AI in Embedded Motor Control: Status, Experiences and Open Questions

Machine learning is increasingly moving from the cloud into embedded systems themselves. Neural processing units (NPUs) have appeared in microcontrollers, embedded processor roadmaps target ever higher machine learning performance, and vendors support model deployment with development tools, including in real-time motor control families. The main research directions are sensorless condition monitoring from internal control signals such as the motor current, machine learning–based observers and parameter estimation, and unsupervised and on-device learning for anomaly detection.

The talk reviews this landscape and its main obstacles. With control cycles of 10–40 kHz, a model has to fit within a time budget of a few tens of microseconds, alongside the controller. Labelled fault data is rarely available, and models generalise poorly to other operating points and machines. A common benchmark that evaluates detection performance together with memory footprint, execution time and energy consumption is also missing.

Our own experiments illustrate the trade-off. A supervised classifier fitted into a few kilobytes but required labelled data. An unsupervised, online-learning model worked without labels but occupied 207 kB of RAM and also flagged speed changes as faults. Finally, we propose operating-point-aware modelling, resource optimisation and common benchmarks as the next steps.

Experimental Performance Assessment of Adaptive Control Using Analog Computer-Based System Simulation

Árpád Varga

Adaptive control methods can accurately track prescribed reference values despite inaccuracies in model parameters or significant parameter changes during operation. They are particularly useful for nonlinear processes, where even small parameter variations can substantially affect the required control signals. In [1] and [2] Tar et al. presented an enhanced version of a fixed-point-based adaptive iterative technique incorporating abstract rotation, which reformulates the adaptive control problem as a fixed-point search problem that can be solved using a special rotation operation. This paper presents an experimental investigation of the aforementioned adaptive control method using an analog computer. By appropriately interconnecting electronic operational amplifiers, the analog computer implements a physical model of a nonlinear Lotka–Volterra population dynamics process, in which the output voltages emulate changes in population sizes. The measured output signals are used to calculate and generate control voltage signals in real time, simulating the controlled reduction or artificial increase of population sizes. This approach enables the population sizes to follow a predefined nominal trajectory (fig.1), even when the available system model is inaccurate or its parameters undergo sudden changes.

References [2] Bitó, J.F.; Rudas, I.J.; Tar, J.K.; Varga, Á. Abstract Rotations for Uniform Adaptive Control and Soft Modeling of Mechanical Devices. Appl. Sci. 2021, 11, 7939. https://doi.org/10.3390/app11177939 [2] Atinga, Awudu & Kósi, Krisztián & Tar, József. (2025). Novel Metric to Quantify the Consequences of Modeling Imprecisions in Adaptive Dynamic Control. Acta Polytechnica Hungarica. 22. 51-77. 10.12700/APH.22.9.2025.9.3.

Coupling Aware Sensorless Fault Tolerant Control of Switched Reluctance Propulsion for Quadrotor UAVs

Jackson Oloo, Szamel Laszlo

Switched Reluctance Motors (SRM) are electrically phase independent. However, for Unmanned Aerial vehicle (UAV) applications, an open phase fault implies that the operating phases carry more current which consequently increases mutual coupling. As a result, sensorless model becomes inaccurate, position error increases thus degrading commutation. Eventually, the multirotor UAV fails to develop sufficient thrust. This work develops a coupling aware, sensorless fault tolerant scheme for SRM propelled quadrotor under phase and position sensor faults. A moving band nonlinear finite element analysis and a two-stage con-

strained optimization procedure are utilized to model an 8/6 SRM which achieves 86% efficiency at 620g. Mutual coupling is quantified and integrated into multineighbour flux linkage model for sensorless position approximation. The developed coupling aware approximator reduces the average position error from 3.10 to 0.30 compared to a conventional single phase flux linkage inversion. For high current operation, the proposed coupling aware estimator minimizes commutation error from 4.80 to 0.090 resulting in thrust increase from 22N to 40N. Fault observability is accomplished through Fisher information and Cramer-Rao bound, resulting information metric is incorporated into Belief Conditioned Dual Control policy in which firing actions excite the SRM for position estimation and torque generation. Numerical simulations at vehicle level demonstrate that thrust aware allocation preserves attitude and altitude controllability after one and two-open phase faults. The UAV propelled by the proposed SRM achieves 40N of thrust under one open phase and 25N with two opposite open phases in comparison to 13.2N and 0N respectively for a BLDC quadrotor.

SZEKCIÓ S07

Kiberbiztonság, kritikus infrastruktúra és sugárvédelem

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · 16:05–17:47
TEREM TG. 107. terem
ELNÖK Szádeczky Tamás

A reaktív védelemtől a proaktív kiberbiztonságig: a víziközmű-infrastruktúrák digitális jövője

Szádeczky Tamás, Nagy Roland

A digitalizáció térnyerése valamennyi gazdasági ágazatot érinti, és egyre meghatározóbb szerepet tölt be a kritikus infrastruktúrák működtetésében is. A víziközmű-szektor digitális átalakulása ugyanakkor számos területen még kezdeti szakaszában jár, miközben a nemzetközi tapasztalatok már előrevetítik a technológiai fejlődés lehetséges irányait. Az előadás áttekinti a víziközmű-szolgáltatások digitalizációjának főbb területeit, az ipari folyamatirányítási rendszerektől és az automatizált vegyszeradagolástól az intelligens mérési infrastruktúrák alkalmazásáig, különös figyelmet fordítva az új technológiák bevezetésével együtt járó kiberbiztonsági kihívásokra. Az elemzés párhuzamot von a villamosenergia-szektor korábbi digitális átalakulásával, bemutatva az alkalmazott technológiák, a kritikus infrastruktúrák védelmét szolgáló szabályozási követelmények, valamint a felmerült biztonsági incidensek és az ezekre adott tudományos, illetve technológiai válaszok összefüggéseit. Az előadás amellett érvel, hogy a villamosenergia-szektor tapasztalatai értékes tanulságokkal szolgálhatnak a víziközművek számára, lehetőséget teremtve arra, hogy a digitális fejlődéssel járó kockázatokat ne csupán utólagos intézkedésekkel kezeljék, hanem a kiberbiztonsági szempontokat már a technológiai fejlesztések tervezési és bevezetési szakaszában, proaktív módon érvényesítsék.

Biztonság, megfelelés, működés: öt keretrendszer, egy cél – hogyan áll össze a modern pénzügyi IT-biztonság?

Schubert Judit

A pénzügyi szektor információbiztonsági, ICT-kockázatkezelési és IT-szolgáltatásmenedzsment követelményei az elmúlt években jelentősen összetettebbé váltak. A digitalizáció, a kiberfenyegetések növekvő intenzitása, a kiszervezett és felhőalapú szolgáltatások térnyerése, valamint a felügyeleti elvárások szigorodása szükségessé teszi, hogy a pénzügyi intézmények ne különálló megfelelési kötelezettségként, hanem egymásra épülő, integrált irányítási és rezilienciakeretként kezeljék a vonatkozó szabványokat, ajánlásokat és jogszabályokat. A tanulmány célja az ISO/IEC 27001 információbiztonsági irányítási rendszer, az EBA ICT és biztonsági kockázatkezelési iránymutatása, a Magyar Nemzeti Bank 1/2025. (I.13.) számú ajánlása, az ITIL és az ISO/IEC 20000 IT-szolgáltatásmenedzsment keretrendszerei, valamint a DORA-rendelet összehasonlító elemzése és egységes értelmezési keretbe rendezése.

A cikk bemutatja, hogy az ISO/IEC 27001 a kockázatalapú információbiztonsági irányítás alaprétegeként működik, amelyhez az EBA európai szintű, pénzügyi szektorra szabott ICT-kockázatkezelési elvárásai kapcsolódnak. Az MNB 1/2025. ajánlása e követelményeket a magyar felügyeleti környezetben konkretizálja, míg az ITIL és az ISO/IEC 20000 azokat az operatív szolgáltatásmenedzsment-folyamatokat biztosítja, amelyek révén a kontrollok a napi működés szintjén is végrehajthatók, mérhetők és auditálhatók. A DORA mindezt kötelező erejű uniós rezilienciakeretté emeli, különösen az ICT-kockázatkezelés, az incidenskezelés, a rezilienciatesztelés és a harmadik felek felügyelete területén.

A kvalitatív dokumentumelemzés és tematikus összehasonlítás alapján a tanulmány feltárja a keretrendszerek közötti átfedéseket, eltéréseket és egymást erősítő kapcsolódási pontokat. Az eredmények azt mutatják, hogy az integrált alkalmazás csökkenti a megfelelési széttagoltságot, erősíti a vezetői felelősségvállalást, támogatja a kontrollok auditálhatóságát, és elősegíti a digitálisan ellenálló, szabályozói szempontból átlátható működés kialakítását. A tanulmány következtetése szerint a modern pénzügyi IT-biztonság nem egyetlen szabvány vagy ajánlás teljesítésén, hanem az irányítási, szabályozói és operatív keretrendszerek tudatos összehangolásán alapul.

EN

Security, Compliance and Operations: Five Frameworks, One Objective – How Modern Financial IT Security Comes Together

The information security, ICT risk management, and IT service management requirements of the financial sector have become significantly more complex in recent years. Digitalization, the growing intensity of cyber threats, the increasing reliance on outsourced and cloud-based services, and the tightening of supervisory expectations necessitate that financial institutions treat the relevant standards, guidelines, and regulations not as isolated compliance obligations, but as interconnected and integrated governance and resilience frameworks. The aim of this study is to provide a comparative analysis and unified interpretative framework for the ISO/IEC 27001 information security management system, the European Banking Authority (EBA) Guidelines on ICT and Security Risk Management, Recommendation No. 1/2025 (I.13.) of the National Bank of Hungary (MNB), the IT service management frameworks ITIL and ISO/IEC 20000, and the Digital Operational Resilience Act (DORA).

The article demonstrates that ISO/IEC 27001 serves as the foundational layer of risk-based information security management, to which the EBA's European-level ICT risk management expectations tailored to the financial sector are connected. Recommendation No. 1/2025 of the MNB further operationalizes these requirements within the Hungarian supervisory environment, while ITIL and ISO/IEC 20000 provide the operational service management processes through which controls can be implemented, measured, and audited in day-to-day operations. DORA elevates these elements into a mandatory European Union resilience framework, particularly in the areas of ICT risk management, incident management, resilience testing, and third-party risk oversight.

Based on qualitative document analysis and thematic comparison, the study identifies the overlaps, differences, and mutually reinforcing points of connection among these frameworks. The findings indicate that their integrated application reduces compliance fragmenta-

tion, strengthens managerial accountability, supports the auditability of controls, and facilitates the development of digitally resilient and regulatorily transparent operations. The study concludes that modern financial IT security is not founded on compliance with a single standard or recommendation; rather, it depends on the deliberate alignment of governance, regulatory, and operational frameworks.

Passzív rádiófrekvenciás UAS-érzékelés szoftverrádió és neurális hálózat alkalmazásával

Nagy Balázs

A pilóta nélküli légijárművek széles körű elterjedése egyre nagyobb igényt teremt a megbízható és költséghatékony drónérzékelési megoldások iránt. Az előadás egy alacsony költségű, szoftverrádió-alapú, passzív rádiófrekvenciás drónérzékelési módszer kialakítását és vizsgálatát mutatja be.

A megközelítés nyers IQ-minták feldolgozására épül, amelyekből idő–frekvencia reprezentáció készül, majd konvolúciós neurális hálózat végzi a drón jelenlétéhez kapcsolódó rádiófrekvenciás mintázatok osztályozását. A rendszer a 2,4 GHz-es és az 5,8 GHz-es frekvenciatartomány megfigyelésére is lehetőséget biztosít, miközben figyelembe veszi az alkalmazott szoftverrádiós platform korlátozott pillanatnyi sávszélességét.

Az előadás ismerteti a mérőrendszer felépítését, az IQ-jelek előfeldolgozásának és spektrogram-alapú reprezentációjának folyamatát, valamint a neurális hálózat és a több időablakból származó eredményekre épülő döntési logika működését. Emellett kitér a különböző frekvenciasávok szerepére, a rádiófrekvenciás környezetből származó zavaró hatásokra, valamint a nyilvánosan elérhető RF-alapú drónadatbázisok felhasználásának lehetőségére.

A vizsgálat célja annak bemutatása, hogy korlátozott költségű és erőforrású hardverkörnyezetben milyen módon alakítható ki valós idejű, passzív drónjelenlét-érzékelésre alkalmas rendszer, és milyen tényezők befolyásolják annak gyakorlati alkalmazhatóságát.

Geometriai szimmetria metrikák alkalmazhatósága antennatömbök DOA teljesítményének előrejelzésére

Ruckel Balázs Krisztián, Kovács Róbert Sándor

Az antennatömböket a gyakorlatban sok területen használjuk nyalábformálásra és rádiós távérzékelésre. Az ilyen rendszerek tervezésének egyik nehézsége az, hogy minden elrendezést szimulációval a legcélszerűbb vizsgálni. Ez hosszadalmas és sokszor költséges megoldást jelent. A felvetés alapja az a gondolat, hogy létezhet-e olyan szimmetria metrika, mely alkalmas arra, hogy egy antennatömb DOA teljesítményét előre jelezze. Az antennatömbök felépítésből adódóan a kitüntetett irányon kívül rendelkeznek melléknyalábokkal is Ezek a melléknyalábok okozhatnak a vételben többértelműséget. A cél az, hogy ezeket az oldalnyalábokat minimalizáljuk. Az alapötlet szerint szimmetria megtörésével vagy aperiodicitás bevezetésével a melléknyalábok mérete csökkenthető, és így a DOA becslés helyességének valószínűsége ja-

vulhat. A felvetés vizsgálatához szükséges paraméterek: 1. A geometriai szimmetria mértéke a. konvergenciasebesség: Milyen gyorsan csökken a szóródás egy centroid körül? 2. Egyes irányválaszok megkülönböztethetősége 3. Geometriai lefedettség és irányfüggés A teljesítménymutatók: 1. Helyes DOA becslés valószínűsége 2. Szögbecslési hiba és tévedések gyakorisága 3. Legnagyobb melléknyalábszint és főnyaláb szélesség

Kulcsszavak: *- Antennatömb - Radar - DOA - Szimmetria metrika*

EN

Application of a Geometric Symmetry Metric for Predicting DOA Estimation Performance of Planar Antenna Arrays

Antenna arrays are widely used in practice for beamforming and radio sensing applications. One of the main challenges in designing such systems is that the performance of each array configuration is typically evaluated through simulation. This approach is often time-consuming and computationally expensive. The motivation behind this work is to investigate whether a symmetry-based metric can be defined that is capable of predicting the Direction of Arrival (DOA) estimation performance of an antenna array in advance.

Due to their structural properties, antenna arrays inherently exhibit sidelobes in addition to their main beam. These sidelobes can introduce ambiguities in signal reception and DOA estimation. Therefore, a key objective is to minimize sidelobe levels. The underlying hypothesis is that by breaking geometric symmetry or introducing aperiodicity into the array structure, sidelobe amplitudes can be reduced, thereby improving the probability of correct DOA estimation.

The following parameters are considered to evaluate this hypothesis:

Degree of Geometric Symmetry

Convergence rate: How rapidly does the spatial dispersion decrease around a centroid?

Distinguishability of Directional Responses

The ability to discriminate between responses corresponding to different arrival directions.

Geometric Coverage and Directional Dependence

The extent to which the array geometry provides uniform directional sensitivity.

Performance Metrics Probability of correct DOA estimation.

Angular estimation error and frequency of misclassifications.

Maximum sidelobe level and main beam width.

Keywords Antenna Array Radar DOA (Direction of Arrival)

Symmetry Metric

Kritikus infrastruktúrák védelme hibrid optikai és pilóta nélküli légi megfigyelőrendszerekkel

Hell Péter, Bréda Gábor, Varga Péter János

A modern ipari létesítmények és kritikus infrastruktúrák peremvédelme összetett, folytonos és automatizált felügyeletet követel meg. A hagyományos járőrözés és a tisztán kamerás megfigyelés holtterekkel, korlátozott reakcióidővel küzd, míg az autonóm drónok folyamatos alkalmazását az akkumulátorkapacitás és az időjárási kitettség gátolja. Az előadás egy olyan kétszintű, hibrid felügyeleti keretrendszert mutat be, amely ötvözi az elosztott akusztikai optikai érzékelést (DAS) és az autonóm pilóta nélküli légi járművek (UAV) képességeit. A peremvonal mentén telepített optikai szál virtuális rezgésérzékelőként, beágyazott intelligencia segítségével folyamatosan detektálja és lokalizálja a mechanikai behatolási kísérleteket. A rendszer az előszűrt riasztási koordináták alapján automatikusan indítja a legközelebbi dokkolóállomáson készenlétben álló UAV-t. A drón a megadott helyszínre navigálva elektrooptikai és hőkamerás szenzoraival végrehajtja a vizuális verifikációt, valamint a dinamikus célkövetést. A teljes infrastruktúra fázisérzékeny optikai lekérdező egységből, védett privát hálózati kommunikációs gerincből, központi parancsnoki és vezérlő szoftverből, valamint autonóm gyorstöltő dokkolóállomásokból épül fel. A légi komponenst korszerű, fedélzeti perem-számítási egységgel, inerciális és műholdas navigációs fúzióval, valamint optikai és hőkamerás szenzorcsomaggal felszerelt, moduláris drónok alkotják.

Kulcsszavak: *kritikus infrastruktúrák, UAV, DAS*

EN

Critical Infrastructure Protection Using Hybrid Optical and Unmanned Aerial Surveillance Systems

The perimeter protection of modern industrial facilities and critical infrastructures requires complex, continuous, and automated surveillance. Traditional patrol routines and purely camera-based surveillance struggle with blind spots and limited response times, while the continuous operation of autonomous drones is constrained by battery capacity and exposure to adverse weather conditions. This presentation introduces a two-tier, hybrid surveillance framework that integrates distributed acoustic sensing (DAS) with the capabilities of autonomous unmanned aerial vehicles (UAVs). The optical fiber deployed along the perimeter acts as a virtual vibration sensor, continuously detecting and localizing mechanical intrusion attempts using embedded intelligence. Based on the pre-filtered alarm coordinates, the system automatically launches an UAV on standby at the nearest docking station. Navigating to the specified location, the drone executes visual verification and dynamic target tracking via its electro-optical and thermal sensors. The complete infrastructure comprises a phase-sensitive optical interrogator unit, a secure private network communication backbone, centralized command-and-control software, and autonomous fast-charging docking stations. The aerial segment consists of modular drones equipped with advanced onboard edge computing units, inertial and satellite navigation fusion, as well as an optical and thermal sensor payload.

Keywords: *critical infrastructures, UAV, DAS*

A mozgólaboratórium komplex szerepe a sugárvédelmi és fizikai védelmi feladatok ellátásában

Rátkai Ákos Tamás, Bodor Károly Balázs

42. KANDÓ KONFERENCIA • 2026 2026. november 12–13. | Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar 1084 Budapest, Tavaszmező utca 15–17.

A mozgólaboratórium komplex szerepe a sugárvédelmi és fizikai védelmi feladatok ellátásában Rátkai Ákos Tamás, Bodor Károly Balázs HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont, Sugárbiztonsági Laboratórium

A radioaktív és nukleáris anyagokkal kapcsolatos rendkívüli események kezelése, az ellenőrzés alól kikerült sugárforrások felderítése és a biztonságos szállítás speciális mérési, sugárvédelmi és fizikai védelmi képességeket igényel. Az előadás célja az Energiatudományi Kutatóközpont mozgólaboratóriumának bemutatása, különös tekintettel a feladatkör bővülésére és a 490/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet gyakorlati alkalmazására.

Az eredetileg nukleárisbaleset-elhárításra és környezeti monitoringra létrehozott mozgólaboratórium ma a mobil dózisteljesítmény-mérés, radionuklid-azonosítás, sugárforrás-keresés és sugárzási térképezés mellett a hatósági intézkedések, a Mobile Expert Support Team (MEST) és a megtalált anyagok elszállításának támogatásában is részt vesz. Az ismertetés a műszaki képességek, a kialakított eljárásrendek és a hazai, illetve nemzetközi gyakorlatok tapasztalatainak áttekintésére épül.

Kiemelt figyelmet kapnak a fizikai védelem szabályozási alapjai, a védelmi szintek és funkciók, valamint a mobil alkalmazás és a szállítás sajátos követelményei. Az előadás megkülönbözteti az engedélyezett fizikai védelmi szintet a tényleges műszaki és szervezeti képességektől, továbbá tárgyalja a rendészeti és katasztrófavédelmi együttműködés szerepét. A bemutatott példák rámutatnak arra, hogy a mozgólaboratórium nem csupán mérőjármű, hanem összetett, gyorsan mozgósítható sugárvédelmi és hatóságtámogató infrastruktúra.

Kulcsszavak: *mozgólaboratórium; fizikai védelem; sugárvédelem; radioaktív anyagok; hatóságtámogatás*

SZEKCIÓÜLÉSEK · SESSIONS

2026. november 13.

November 13, 2026

péntek · Friday

SZEKCIÓ SK

Komplex rendszerek

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 09:00–10:42
TEREM Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)
ELNÖK Ady László

MI mint komplex rendszer - hogyan bánjunk vele?

Ady László, Schuster György, Varga Péter János, Tokody Dániel

A kutatás célja, hogy a biztonságkritikus mesterséges intelligencia (MI) rendszereket komplex technikai rendszerként vizsgálja, és irányelveket adjon biztonságos tervezésükhöz és üzemeltetésükhöz. A módszer rendszerszemléletű elemzés: a komplex rendszerek jellemzőit - nemlinearitás, adaptáció, visszacsatolás, emergencia, bizonytalanság - vetíti a biztonságkritikus MI életciklusára, beleértve az adatkezelést, a tanítást, a validációt, az üzemeltetést és az emberi felügyeletet. Az elemzés rámutat, hogy e rendszerek viselkedése nem vezethető le pusztán a modellparaméterekből; a futásidejű környezet, a bemeneti eloszlások változása, a visszacsatolások és a komponensek kölcsönhatásai együttesen alakítják a kockázatokat. Eredményként olyan biztonsági keretet vázol fel, amely a kockázatalapú assurance-t, a futásidejű monitorozást, a verziókövetést, a célzott tesztelést, a magyarázhatóságot, az emberi döntési kontrollt és a reziliens üzemeltetést helyezi előtérbe. A keret segít abban, hogy a biztonságkritikus MI kockázatait ne eszközszinten, hanem a teljes rendszer szintjén kezeljük, és hogy a fejlesztők és üzemeltetők megőrizzék a rendszer biztonságát.

Kulcsszavak: *biztonságkritikus MI; komplex rendszerek; emergencia; assurance; futásidejű monitorozás, MTO*

Komplex kockázatok, védett működés - MI-alapú kibervédelem és polgári védelem kritikus infrastruktúrákban

Ady László, Ivanna Betušová, Schuster György, Varga Péter János, Tokody Dániel

A kutatás célja, hogy a kritikus infrastruktúrák védelmében alkalmazott mesterséges intelligencia (MI) rendszerek sajátos kihívásait tárja fel a kibervédelem és a polgári védelem metszetében. A módszer forgatókönyv-alapú fenyegetésmodellezés: olyan támadási és zavarási helyzeteket elemzünk, amelyekben az MI-alapú észlelés, döntéstámogatás vagy beavatkozás hibásan működik, illetve támadható (adatmérgezés, modellmanipuláció). Kiemelten vizsgáljuk a kritikus infrastruktúrák közötti függőségeket, a kaszkádhatásokat, valamint a kiber- és fizikai incidensek egyidejű kezelésének követelményeit. Eredményként olyan referenciakeretet vázolunk fel, amely az MI-t nem önálló döntéshozóként, hanem emberi felügyelettel körülvett, fail-safe módon működő döntéstámogató komponensként pozicionálja. A keret magában foglalja az incidensek cross-szektorális korrelációját, a bizalomalapú adatfúziót, a valós idejű beavatkozási protokollokat, valamint a polgári védelmi műveletek (riasztás, evakuálás,

erőforrás-elosztás) MI-támogatott tervezésének ellenőrzési pontjait. A javasolt megoldások segítik a kritikus infrastruktúrák üzemeltetőit abban, hogy az MI kockázatait a támadási felületek, a függőségi láncok és a polgári védelmi helyzetek sajátosságaihoz igazodva kezeljék.

Kulcsszavak: *kritikus infrastruktúra védelem; kiber-fizikai rendszerek; adversarial MI; incidenskezelés; polgári védelmi műveletek, MTO*

Determinisztikus, hardvergyorsított Zero Trust hálózati architektúrák vizsgálata ipari automatizálási rendszerekben

Andrási Levente

Az ipari automatizálási hálózatok kiberbiztonsága a szigorodó szabályozások (NIS2, IEC 62443) miatt kiemelt feladattá vált, különösen a kritikus fizikai folyamatokat vezérlő rendszerekben. A meglévő örökölt (legacy) eszközök cseréje vagy szoftveres védelme jelentős technikai és gazdasági korlátokba ütközik. A hagyományos IT Zero Trust architektúrák nem-determinisztikus késleltetése, valamint a központi döntéshozó (PDP) és a zónahatári végrehajtási pont (PEP) közötti szinkronizációs bizonytalanságok veszélyeztetik a valós idejű vezérlés stabilitását. Jelen dolgozat célja a most indult doktori kutatási téma és koncepcionális kereteinek bemutatása. A javasolt architektúra egy zónahatárokon elhelyezkedő, transzparens „Bump-in-the-Wir" FPGA-alapú PEP-re épül. A kutatás kezdeti szakasza analitikus és formális hálózati modellezési módszerekkel, valamint az adatelöregedés koncepciójának alkalmazásával célozza a PDP-PEP szinkronizáció, a csomagszűrési késleltetés és a determinisztikus működés elméleti határainak feltárását. A kontextustudatos, korlátozott működési mód hatásainak vizsgálatához a munka egy diszkrét idejű szimulációs modellt vázol fel, amely a későbbiekben fizikai tesztállomássá bővíthető. A dolgozat összefoglalja a témakör legfontosabb kihívásait, és elméleti alapot ad a zónahatári szűrés, a döntéshozói szinkronizáció és a kiber-fizikai folyamatstabilitás kapcsolatának átfogó feltárásához.

Kulcsszavak: *operatív technológia (OT), Zero Trust architektúra, FPGA, MTO*

PairDeck: A Dual-Protocol Android Application for Unified Wi-Fi Control of Windows PCs and webOS Smart Televisions

Khalil Ben Khaled, Döníz Borsos, Jozsef Katona

Infrared remote controls suffer from line-of-sight requirements, device-specific code databases, single-purpose hardware, countless cross-play compatibility issues, etc... which makes it a poor fit for homes where the devices most in need of remote operation, a desktop PC and a smart television, already have exposed network-based control interfaces. This paper presents PairDeck, an Android application that controls both a Windows PC and an LG webOS smart television through a single touchscreen interface, operating entirely over the existing local Wi-Fi network and requiring no additional hardware, cloud account, or even internet dependency. The PC channel adapts the established handheld-to-PC remote-control pattern through a lightweight custom protocol, while the TV channel reuses the television's own vendor-defined local-network control protocol rather than introducing a new one. The contri-

bution is not a novel transport mechanism but the integration of these two heterogeneous control problems, behind a single Android application, together with a documented account of the architectural and security trade-offs this class of home-network companion application entails.

MÁV 132/27,5 kV vontatási alállomás földelőhálózatának komplex tervezése és szimulációs analízise

Görög József

A tanulmány a MÁV 132/27,5 kV-os vontatási alállomás földelőhálózatának tervezési folyamatát és MATLAB-alapú numerikus vizsgálatát mutatja be. A munka célja a földelőrendszer villamos jellemzőinek, a potenciáleloszlásnak, valamint az érintési és lépésfeszültségeknek az elemzése a vonatkozó műszaki követelmények figyelembevételével. A vasúti vontatási rendszerek sajátossága a viszonylag gyakori üzemi zárlat, ami miatt kiemelt szempont az életvédelem és az üzembiztonság igazolása egy integrált tervezési módszertannal.

A méretezés során a Wenner-módszerű méréseken alapuló, háromrétegű talajmodellt és három nemzetközi szabvány (MSZ EN 50522, IEEE Std 80, IEC 62305-3) szinergiáját alkalmaztuk. A hibrid kialakítású földelőrendszer egy 1500 méter hosszú hálós szerkezetből és 15 darab 10 méter mély szondából áll. A feszültségeloszlást Gauss-elosztással modellezett 2D és 3D MATLAB szimulációkkal vizualizáltuk, amelyek mérnöki pontossággal azonosítják a kritikus kockázati zónákat.

A számítások és szimulációk egyaránt 0,7 Ω-os eredő ellenállást igazoltak. Az alállomás alaprajzával integrált szimulációk pontosan feltárták a peremterületeken jelentkező feszültségcsúcsokat, lehetővé téve a célzott védelmi beavatkozásokat rácssűrítéssel és zúzottkő burkolat alkalmazásával.

Kulcsszavak: *Földelőháló, MATLAB szimuláció, Érintési feszültség, Lépésfeszültség, MSZ EN 50522.*

A bizalom gazdaságtana a ló adásvételében – a szerződéses együttműködés és a jogi ösztönzők kapcsolata

Habulin Hanna Katinka

A ló adásvétele nem csupán egy ingó dolog tulajdonának átruházása, hanem olyan gazdasági döntés is, amelyben a felek együttműködési hajlandósága, egymásba vetett bizalma és a szerződéses kockázatok megítélése egyaránt szerepet játszik. A lóval kapcsolatos adásvételek sajátossága, hogy az állat értékét és jövőbeli használhatóságát számos, a szerződéskötéskor csak korlátozottan felmérhető tényező befolyásolja. Ez a bizonytalanság a jogi szabályozás mellett a piaci szereplők magatartására is hatással van.

Az előadás azt vizsgálja, hogy a szerződéses bizalom milyen szerepet tölt be a ló adásvételéhez kapcsolódó jogviszonyokban, és miként befolyásolhatják a jogi felelősség szabályai a felek döntéseit. Kiemelt kérdés, hogy a szerződéses biztosítékok, a tájékoztatás és a jogérvényesítés lehetőségei hogyan alakítják az együttműködés ösztönzőit, valamint a későbbi jogviták kialakulásának kockázatát.

A kutatás a ló adásvételét egymással kölcsönhatásban álló jogi, gazdasági és magatartási tényezők rendszerében értelmezi. Célja annak feltárása, hogy a jogi szabályozás miként teremthet olyan kiszámítható kereteket, amelyek elősegítik a szerződéses bizalom kialakulását, és hozzájárulnak a piaci tranzakciók biztonságához.

Kulcsszavak: *szerződéses bizalom; gazdasági ösztönzők; jogi felelősség; ló adásvétele; MTO*

SZEKCIÓ S08

Energiabiztonság, hidrogén és rugalmas energiarendszerek

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 09:00–10:59
TEREM TA. 208. terem
ELNÖK Szén István

Energiabiztonság 2026–2027: Hőkupola, fenékküszöb, gáztranzit? Kényszerpályák és kitörési pontok a magyar energiaellátásában.

Szén István

A magyar villamosenergia-rendszer 2026-os kihívásai rámutatnak arra, hogy az energiabiztonságot ma már nem elegendő a rendelkezésre álló termelőkapacitásokkal jellemezni. A klímaváltozás, a műszaki infrastruktúra korlátai, a regionális energiapiacok kölcsönös függősége és a geopolitikai folyamatok együttesen új kockázati szintet teremtenek a energiaellátásában.

A 2026 nyarán kialakuló tartós anticiklonális helyzet, az úgynevezett hőkupola, elhúzódó hőhullámmal és csapadékhiánnyal járt. A Duna vízállásának csökkenése ráirányította a figyelmet a folyóvíz-hűtést alkalmazó erőművek környezeti kitettségére. Eközben a lakossági és irodai hűtési igények növekedése fokozta a villamosenergia-rendszer terhelését, a magas környezeti hőmérséklet pedig a napelemes rendszerek hatásfokát, a transzformátorok hűtését és a távvezetékek terhelhetőségét is kedvezőtlenül befolyásolhatta.

A probléma regionális szinten állt elő. A környező országok hasonló időjárási és hidrológiai kitettsége szűkítette a rendelkezésre álló határkeresztező kapacitásokat és az importlehetőségeket. A kereslet növekedése és a kínálat egyidejű korlátozottsága jelentős ár lengéseket okozott. A Duna vízjárásának alakulása egyúttal azt is megmutatta, hogy az energiabiztonság fenntartása szorosan összefügg a vízgazdálkodási, műszaki és ökológiai szempontok összehangolásával.

A villamosenergia-ellátás kihívásaival párhuzamosan a földgázpiac is jelentős átalakulás előtt áll. Az orosz földgáz európai felhasználásának tervezett kivezetése felértékeli a beszerzési útvonalak diverzifikációját, a regionális infrastruktúra fejlesztését és az ipari fogyasztók versenyképes energiaellátásának biztosítását.

A következő időszak kulcskérdése, hogy miként hangolható össze az atomenergia és a megújuló energiaforrások szerepe, a hálózati rugalmasság növelése, valamint a földgázellátás diverzifikációja. Vajon a jelenlegi energetikai kényszerpályák milyen műszaki, szabályozási és stratégiai kitörési pontokat kínálnak a magyar ipar számára?

Az előadás és a kapcsolódó tanulmány e kérdésre keresi a választ, feltárva a rendszerszintű kockázatokat és egy ellenállóbb, diverzifikáltabb, hosszútávon fenntartható energiaellátás lehetőségeit.

Kulcsszavak: *energiabiztonság, energiaellátás, diverzifikáció, hőkupola, energiapiacok.*

EN

Energy Security 2026–2027: Heat Domes, Bottom Sills, and Gas Transit? Constrained Pathways and Breakthrough Opportunities in Hungary's Energy Supply.

The challenges faced by the Hungarian electricity system in 2026 demonstrate that energy security can no longer be adequately defined solely by available generation capacities. Climate change, the limitations of technical infrastructure, the interdependence of regional energy markets, and geopolitical processes collectively engender a new level of risk in energy supply.

The persistent anticyclonic condition that developed in the summer of 2026—commonly referred to as a heat dome—resulted in a prolonged heatwave and a severe precipitation deficit. The declining water levels of the Danube River highlighted the environmental vulnerability of power plants reliant on once-through river cooling systems. Simultaneously, surging residential and commercial cooling demands exacerbated the load on the electricity grid, while elevated ambient temperatures adversely affected the efficiency of photovoltaic systems, transformer cooling, and the transmission capacity of power lines.

This phenomenon manifested at a regional scale. The concurrent meteorological and hydrological vulnerabilities of neighboring countries constrained available cross-border capacities and restricted import opportunities. The simultaneous surge in demand and constraint in supply induced significant price volatility. Furthermore, the hydrological dynamics of the Danube demonstrated that maintaining energy security is inextricably linked to the alignment of water management, technical, and ecological considerations.

Parallel to the challenges in electricity supply, the natural gas market is also undergoing a profound transformation. The projected phase-out of Russian natural gas in Europe elevates the strategic importance of diversifying procurement routes, developing regional infrastructure, and securing a competitive energy supply for industrial consumers.

The critical question for the forthcoming period is how to successfully integrate the roles of nuclear power and renewable energy sources, enhance grid flexibility, and achieve the diversification of the natural gas supply. What technical, regulatory, and strategic breakthrough opportunities can emerge from the current path dependencies in the energy sector to benefit Hungarian industry?

This presentation and the accompanying study aim to address this question by exploring systemic risks and outlining the prospects for a more resilient, diversified, and long-term sustainable energy supply.

Keywords: *energy security, energy supply, diversification, heat dome, energy markets.*

Kritikus infrastruktúra és hidrogén: tüzelőanyagcella és akkumulátor hibrid rendszer a kórházi infrastruktúra üzembiztos és emissziómentes energiaellátásáért.

Szén István

A kórházak kritikus infrastruktúrának minősülnek, ahol a folyamatos villamosenergia-ellátás alapvető feltétele a betegbiztonságnak, az életfenntartó rendszerek, az orvostechnikai berendezések és az alapvető egészségügyi szolgáltatások zavartalan működésének. A hagyományos vészhelyzeti energiaellátó rendszerek jellemzően dízelgenerátorokra támaszkodnak, amelyek közvetlen üvegházhatásúgáz-kibocsátással, helyi légszennyezéssel, tüzelőanyag-ellátási függőséggel és rendszeres karbantartási igénnyel járnak. A reziliens, alacsony kibocsátású energetikai rendszerekre történő átállás ezért olyan alternatív megoldásokat igényel, amelyek azonnali teljesítményrendelkezésre állást és tartós, autonóm üzemet egyaránt képesek biztosítani.

A hidrogénalapú energiarendszerek ígéretes alternatívát kínálnak a hagyományos, fosszilis tüzelőanyaggal működő tartalék energiatermeléssel szemben, különösen szilárdtest-alapú hidrogéntárolással és tüzelőanyag-cellás technológiával kombinálva. A tüzelőanyag-cellák teljesítménye azonban nem feltétlenül képes azonnal követni a hirtelen terhelésváltozásokat, míg a fémhidrides hidrogéntárolók viszonylag lassú hidrogén-deszorpciós kinetikája korlátozhatja a gyors teljesítménynövelést. Emiatt a kizárólag hidrogénalapú energiatermelés önmagában nem feltétlenül képes kielégíteni a kritikus kórházi fogyasztók dinamikus teljesítményigényét. A tanulmány egy akkumulátoros energiatároló rendszert (BESS), protoncsere-membrános tüzelőanyag-cellát (PEMFC) és szilárdtest-alapú fémhidrides hidrogéntárolást integráló hibrid energetikai architektúrát mutat be.

A kutatás célja annak igazolása, hogy az akkumulátoros energiatárolás és a hidrogénalapú energiatermelés egymást kiegészítő tulajdonságai megbízható, a felhasználás helyén emissziómentes üzemet tehetnek lehetővé, miközben csökkentik a dízelalapú vészhelyzeti energiaellátástól való függőséget. A bemutatott megközelítés fenntartható, reziliens és skálázható energetikai megoldások kialakításához kínál keretrendszert kórházak és más kritikus infrastruktúrák számára.

Kulcsszavak: *kritikus infrastruktúra, energiabiztonság, hidrogénalapú energiatárolás, akkumulátoros energiatároló rendszer, tüzelőanyag-cella*

EN

Critical Infrastructure and Hydrogen: A Fuel Cell and Battery Hybrid System for the Reliable and Zero-Emission Energy Supply of Hospital Infrastructure.

Hospitals are classified as critical infrastructure, where a continuous electricity supply is a fundamental prerequisite for patient safety and the uninterrupted operation of life-support systems, medical equipment, and essential healthcare services. Traditional emergency power supply systems typically rely on diesel generators, which are associated with direct greenhouse gas emissions, local air pollution, fuel supply dependency, and regular maintenance requirements. The transition to resilient, low-emission energy systems therefore requires alternative solutions capable of providing both instantaneous power availability and sustained, autonomous operation.

Hydrogen-based energy systems offer a promising alternative to conventional, fossil-fuel-powered backup generation, particularly when combined with solid-state hydrogen storage and fuel cell technology. However, the power output of fuel cells may not instantly track sudden load variations, while the relatively slow hydrogen desorption kinetics of metal hydride storage systems can constrain rapid power ramp-ups. Consequently, exclusively hydrogen-based power generation may not independently satisfy the dynamic power demands of critical hospital loads. This study presents a hybrid energy architecture integrating a Battery Energy Storage System (BESS), a Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC), and solid-state metal hydride hydrogen storage.

The objective of this research is to demonstrate that the complementary characteristics of battery energy storage and hydrogen-based power generation can enable reliable, point-of-use zero-emission operation while reducing reliance on diesel-based emergency power supplies. The proposed approach provides a framework for developing sustainable, resilient, and scalable energy solutions for hospitals and other critical infrastructures.

Keywords: *critical infrastructure, energy security, hydrogen-based energy storage, battery energy storage system, fuel cell.*

Hidrogénalapú villamosenergia-ellátás kritikus katonai egészségügyi infrastruktúrákban: a Toyota-EODev GEH_2 rendszer validációja a Vigorous Warrior 2026 gyakorlaton

Zsombok Balázs, Szilasi János, Szén István

A kritikus egészségügyi infrastruktúrák, különösen a mobil tábori kórházak villamosenergia-ellátása kiemelt üzembiztonsági követelményeket támaszt. Az életmentő orvostechnikai berendezések, a műtői infrastruktúra és a diagnosztikai rendszerek működése folyamatos, megfelelő minőségű villamos energiát igényel, ezért indokolt a hagyományos, dízelgenerátoros szükségenergia-ellátás alternatíváinak vizsgálata. A hidrogénalapú energiatermelés az akkumulátoros energiatárolással kombinálva emissziómentes és dinamikusan szabályozható megoldást kínálhat e követelmények teljesítésére.

A tanulmány bemutatja a Toyota protoncsere-membrános (PEM) tüzelőanyagcellájára épülő EODev GEH_2 generátor műszaki felépítését és működési elvét. Ismerteti a tüzelőanyagcella, a 44 kWh kapacitású lítium-vasfoszfát akkumulátoros energiatároló rendszer, a teljesítményelektronikai egységek és az intelligens energiamenedzsment együttműködését. Külön figyelmet kap a hibrid architektúra szerepe a hirtelen terhelésváltozások kompenzálásában, a feszültségminőség fenntartásában és a folyamatos hidrogénellátást biztosító, redundáns palackköteg-kezelésben.

A rendszer gyakorlati validációjára a NATO Vigorous Warrior 2026 nemzetközi katona-egészségügyi gyakorlatán, Észtországban került sor, ahol a GEH_2 egy Magyar Honvédség által telepített ROLE2 mobil tábori kórház villamosenergia-hálózatát táplálta.

A tanulmány a műszaki eredmények mellett értékeli a mobil telepíthetőség, az üzemeltetési rugalmasság és a helyszíni alkalmazhatóság tapasztalatait is. Az észtországi demonstráció esettanulmányként szemlélteti, hogy a hidrogénalapú energiatermelés és az akkumulátoros energiatárolás integrációja milyen lehetőségeket kínál a kritikus egészségügyi infrastruktúrák megbízható energiaellátására.

Kulcsszavak: *hidrogén, tüzelőanyagcella, tábori kórház, NATO, hibrid energiatermelés.*

EN

Hydrogen-Powered Electricity Supply for Critical Military Healthcare Infrastructure: Validation of the Toyota-EODev GEH_2 System During the Vigorous Warrior 2026 Exercise.

The electricity supply of critical healthcare infrastructures, particularly mobile field hospitals, imposes stringent operational reliability requirements. The operation of life-saving medical equipment, surgical infrastructure, and diagnostic systems demands continuous, high-quality electrical power; therefore, exploring alternatives to traditional diesel generator-based emergency power supplies is highly justified. Hydrogen-based power generation, coupled with battery energy storage, offers a zero-emission and dynamically controllable solution to meet these demands.

This study outlines the technical architecture and operational principles of the EODev GEH_2 generator, which utilizes Toyota's proton exchange membrane (PEM) fuel cell technology. It details the synergistic integration of the fuel cell, a 44 kWh lithium iron phosphate ($LiFePO_4$) battery energy storage system, power electronics units, and an intelligent energy management system. Special attention is given to the role of the hybrid architecture in compensating for sudden load fluctuations, maintaining voltage quality, and ensuring a continuous hydrogen supply through redundant gas cylinder bundle management.

The practical validation of the system was conducted during the NATO Vigorous Warrior 2026 international military medical exercise in Estonia, where the GEH_2 system powered the electrical grid of a ROLE 2 mobile field hospital deployed by the Hungarian Defence Forces.

In addition to technical performance metrics, the study evaluates empirical data on mobile deployability, operational flexibility, and on-site applicability. The demonstration in Estonia serves as a case study illustrating the potential of integrating hydrogen-based power generation with battery energy storage to provide a reliable power supply for critical healthcare infrastructures.

Keywords: *hydrogen, fuel cell, field hospital, NATO, hybrid power generation.*

Energy Security Paradox: Angola vs. Hungary - A Comparative Analysis of Energy System.

Adelino João Ganga Ngunza, Rácz Ervin, Szén István

Energy security is increasingly understood not only as the availability of primary energy resources, but as the ability of an energy system to provide reliable, affordable and sustainable energy under economic, technological, infrastructural and geopolitical uncertainties. This

paper presents a comparative analysis of the energy security characteristics of Angola and Hungary, two countries with fundamentally different energy-system structures and resource endowments.

Angola is characterized by substantial oil and natural gas resources, significant hydropower potential and rapidly developing renewable energy opportunities, while at the same time facing considerable challenges in electricity access, transmission and distribution infrastructure, and regional integration of its power system. Hungary, in contrast, operates a highly developed and interconnected electricity system with a significant nuclear generation base and rapidly increasing solar capacity, but remains strongly dependent on imported fossil fuels, particularly natural gas and crude oil.

The paper compares the two energy systems across several dimensions of energy security, including primary energy availability, import dependence, energy-source diversification, electricity access, generation structure, grid infrastructure, renewable energy potential, system flexibility and exposure to external supply risks. The analysis demonstrates that energy security cannot be adequately described by a single indicator of energy self-sufficiency. Instead, different forms of vulnerability emerge depending on the structure of the energy system. In Angola, the key challenge is the conversion of abundant energy resources into reliable and universally accessible energy services, whereas in Hungary the central challenge is the reduction of external supply exposure while maintaining the reliability and flexibility of an increasingly renewable-based electricity system.

The study argues that energy-system resilience provides a useful common framework for comparing these otherwise fundamentally different energy systems.

Keywords: *Energy Security, System Resilience, Vulnerability*

Felhagyott bányák szivattyús-tározós energetikai hasznosításának intelligens tervezéstámogatása

Fekete Gábor, Hardy András, Galuska János, Fodor Attila

A termelésből kivont – esetleg még művelés alatti – bányák infrastruktúrájának energetikai hasznosítása lehetőséget kínálhat felszín alatti szivattyús-tározós energiatároló rendszerek kialakítására. Az ilyen beruházások előkészítése összetett feladat, amely a helyszíni adottságok, a hidraulikai és geotechnikai követelmények, valamint a gazdasági és szabályozási feltételek együttes értékelését igénylik. A mélyépítési infrastruktúrák építményinformációs modellezésén (BIM) alapuló, a bányarendszerek energetikai hasznosítását célzó méretezési és tervezéstámogató rendszer már a projektek kezdeti fázisában alkalmazható.

A módszertani megközelítés a potenciális helyszínek előzetes értékelésétől az energetikai és hidraulikai méretezésen át a beruházási döntésekhez szükséges műszaki adatok előállításáig terjedt. A vizsgálatok magukban foglalták a rendelkezésre álló szintkülönbség, a tározótérfogat, a vízvezetési nyomvonal és a tervezett üzemidő összefüggéseit, továbbá a felszín alatti tározók kialakítási lehetőségeit is. A hidraulikai elemzések számítógépes áramlástani (CFD)

vizsgálatokkal egészültek ki, amelyek az áramlási viszonyok és a tranziens nyomásjelenségek értékelését szolgálták. A kutatás emellett kiterjedt a BIM-módszertan alkalmazhatóságára, valamint a hazai és uniós engedélyezési, szakpolitikai és finanszírozási környezetre is.

A rendszer a közelítő méretezéssel, előzetes mennyiségi és energetikai értékeléssel, valamint a megtérülési számításokhoz szükséges bemenő adatok biztosításával kívánja támogatni a helyszínválasztást és a projekt-előkészítést. A megközelítés célja a részletes megvalósíthatósági vizsgálatokat megelőző döntések megalapozása, illetve az előkészítés idő- és erőforrásigényének mérséklése.

EN

Intelligent planning support for the energy-related utilization of abandoned mines via pumped-storage systems

The repurposing of infrastructure at mines for energy-related use offers the potential to develop underground pumped-hydro energy storage systems. Preparing such investments is a complex task, requiring a comprehensive assessment of site-specific characteristics, hydraulic and geotechnical requirements, as well as economic and regulatory conditions. A sizing and design-support system — based on Building Information Modeling (BIM) for civil engineering infrastructure and tailored to the energy-related repurposing of mining systems — can be utilized as early as the initial phase of such projects.

The methodological approach encompassed the preliminary evaluation of potential sites, energy and hydraulic sizing, and the generation of technical data required for investment decision-making. The analyses examined the interrelationships between available elevation differences, reservoir volume, water conveyance routing, and planned daily operational time, while also exploring options for the construction of underground reservoirs. Hydraulic analyses were supplemented by Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations to evaluate flow conditions and transient pressure phenomena. Furthermore, the research investigated the applicability of the BIM methodology, as well as the relevant domestic and EU-level regulatory, policy, and financing frameworks. The system aims to support site selection and project preparation by providing approximate sizing, preliminary quantitative and energy assessments, and the input data required for payback calculations. This approach is intended to inform decision-making prior to detailed feasibility studies and to reduce the time and resources required for the preparation phase.

Szennyvíz hálózatban üzemelő átemelő szivattyúk rugalmassági potenciáljának vizsgálata

Wéninger Zoárd Tibor, Magyar Attila, Fodor Attila

A vízmű hálózatok villamosenergia-fogyasztásának jelentős részét a szennyvíz átemelők fogyasztása teszi ki, ami elsősorban az energiaigényes szivattyúzási műveleteknek köszönhető. A villamosenergia-árak napon belüli változása miatt egyre nagyobb igény van ezen infrastruktúra elemek intelligens, adaptív energiagazdálkodására. A tanulmány egy átfogó modellezési

megközelítést mutat be egy vizsgált komplex szennyvíz hálózat átemelőszivattyú ütemezésének optimalizálására, azzal a céllal, hogy csökkentse – az energiaár tekintetében csúcsidőszakban történő – szivattyúzási műveleteket, így minimalizálva az üzemeltetési költségeket.

A tanulmány fő célkitűzése annak megállapítása, hogy a hálózat biztonságos és megbízható működésének fenntartása mellett milyen mértékben lehet átütemezni a szivattyútelepek áramfogyasztását. Az infrastruktúra rugalmassági potenciálja mind az áramigény növekedése, mind csökkenése szempontjából értékelésre kerül. Beazonosítva és betartva azokat a technológiai és üzemeltetési korlátokat, amelyek meghatározzák a rugalmas üzemeltetés megvalósíthatósági határait. A kutatás tárgyát képezték továbbá a hálózatban fellépő időbeli késések és azok hatása a villamosenergia-fogyasztás időbeli elosztására is. Megvizsgáltuk a villamosenergia fogyasztás szempontjából átütemezhető energiamennyiséget, valamint azokat az időtartamokat, amelyen belül ez az átütemezés megvalósítható.

Nagy hatásfokú GaAs-alapú koncentrátoros napelem termikus problémái

Rick Péter, Nemcsics Ákos

Jelen dolgozatban a nagy hatásfokú, koncentrátoros, GaAs-napelemek müködés során bekövetkező hőterhelés hatásával, kezelésével foglalkozik. A világürben kizárólag GaAs-alapú napelemeket használnak a lehetséges magas hatásfok okán. A GaAs kiváló anyagtudományi tulajdonságai okán kizárólagos ezen a területen. Közel két évtizede megjelent földi alkalmazásban is koncentrátoros kivitelben. Ez a megoldás a cellaméret csökkenésével az igénybevétel növekedést vonja magaután. A dolgozatban részletes irodalmi áttekintést adjuk a termikus hatás anyagtudományi és technológiai vonatkozásainak ill. az erre adható megoldásoknak.

EN

Thermal Problems of High Efficiency GaAs-based Solar Cell

The present paper addresses the effects and management of thermal loads occurring during the operation of high-efficiency, concentrator GaAs solar cells. Due to their potential for high efficiency, GaAs-based solar cells are exclusively used in space applications; gallium arsenide dominates this field owing to its excellent material science properties. Nearly two decades ago, this technology also appeared in terrestrial applications in a concentrator configuration. However, this approach entails increased stress as the cell size decreases. This paper provides a detailed literature review on the material science and technological aspects of thermal effects, as well as the potential solutions to mitigate them.

SZEKCIÓ S09

Mérnökképzés II. – méréstechnika, web/LLM, nanoelektronika

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 09:00–10:59
TEREM Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)
ELNÖK Markella Zsolt

A felkészülés és a határidős jegyzőkönyvleadás ösztönzése a méréstechnika oktatásában

Markella Zsolt

A méréstechnikai laboratórium eredményességének két feltétele az előzetes felkészülés és a mérési eredmények időben történő feldolgozása. A tanulmány három, a 2025/2026-os és a 2026/2027-es tanévhez tartozó követelményrendszer összehasonlító dokumentumelemzésére és kvalitatív oktatói tapasztalatokra épül. A tapasztalatok szerint a két héten belüli jegyzőkönyvleadás kis jutalma elsősorban az egyébként is pontos hallgatókat érte el, a késéshez kapcsolt pontkorlát szélesebb körben befolyásolta a magatartást, míg a sikertelen beugró méréskezdést kizáró következményének elhagyása felkészületlen részvétellel járt együtt. Hallgatói szintű adatok hiányában ezek nem tekinthetők igazolt oksági hatásoknak. A cikk 40%-os teljesítési küszöbre épülő követelményrendszert javasol: mérés előtti beugrót, támogatott felkészülést, hét napon belüli első beadást, tizennégy nap után korlátozott pontszámot és kizárólag sikertelen jegyzőkönyvleadás esetén újrabeadási lehetőséget. A javaslat külön kezeli a szakmai minimumot, a teljesítmény pontozását és a határidőt, továbbá mérhető indikátorokat ad a későbbi értékeléshez.

EN

Encouraging Preparation and Timely Report Submission in Measurements Engineering Education

Effective measurement engineering laboratories require students to prepare before each session and process their results promptly afterwards. This paper draws on a comparative analysis of three course requirement documents from the 2025/2026 and 2026/2027 academic years and qualitative teaching observations. According to these observations, a small bonus for submitting laboratory reports within two weeks mainly reached students who already submitted on time. A score cap for late submissions influenced behavior more widely, while removing the restriction that prevented students from starting an experiment after failing the entry test was associated with unprepared attendance. Without student-level data, these observations do not establish causal effects. The paper proposes course requirements based on a consistent 40% pass threshold, a pre-laboratory entry test, preparation support, initial report submission within seven days, a score cap after fourteen days, and resubmission only after a failed report submission. The proposal distinguishes academic attainment, scoring, and submission deadlines, and defines measurable indicators for subsequent evaluation.

A hallgatók véleménye a tanulási segédanyagokról és a gyakorlási lehetőségekről egy villamosmérnöki méréstechnikai laboratóriumban

Markella Zsolt

A tanulmány az Óbudai Egyetem egyik villamosmérnöki méréstechnikai laboratóriumi kurzusához kapcsolódó, 266 anonim hallgatói kérdőív adatait elemzi. A 39 kérdés kiterjedt a hallgatói háttérre, a tanulási szokásokra, a tanulási segédanyagokra, az infrastruktúrára, az oktatási módszerekre és az általános elégedettségre. A leíró statisztikai elemzést Spearman-féle korrelációval, Cramér-féle V-értékkel kiegészített khí-négyzet próbával, Kruskal–Wallis-próbával és belső konzisztencia-vizsgálattal egészítettem ki. Az általános elégedettség kedvező volt (átlag: 3,74/5; 95%-os konfidenciaintervallum: 3,63–3,85). A magyarázó videók kapták a legpozitívabb értékelést (a hallgatók 62,8%-a volt velük nagyon elégedett), míg a gyakorlófeladatok mennyiségével csupán 26,7% volt maradéktalanul elégedett, és 69,2% igényelt további feladatokat. A feladatok mennyiségével való elégedettség összefüggést mutatott az általános elégedettséggel ($\rho = 0{,}472$; $p < 0{,}001$), az elégedetlenség pedig erősebb gyakorlási igénnyel társult ($\chi^2(2) = 23{,}59$; $p < 0{,}001$; Cramér-féle $V = 0{,}298$). A hallgatók saját hozzáállása szintén pozitív összefüggést mutatott az elégedettséggel ($\rho = 0{,}377$; $p < 0{,}001$). Az eredmények egy olyan hibrid (blended) oktatási modell létjogosultságát támasztják alá, amely a tömör, videós felkészülést jelentősen bővebb, nehézségi szint szerint osztályozott gyakorlófeladat-gyűjteménnyel ötvözi.

Kulcsszavak: *mérnökképzés; méréstechnikai laboratórium; hallgatói elégedettség; oktatóvideó; kidolgozott példák; gyakorlófeladatok*

EN

Student Perceptions of Learning Resources and Practice Opportunities in an Electrical Engineering Measurements Laboratory

This study analyses 266 anonymous student questionnaires from an electrical engineering measurements-laboratory context at Óbuda University. The 39 items cover background, study habits, learning resources, infrastructure, instructional practice, and overall satisfaction. Descriptive statistics were complemented by Spearman correlations, chi-square analysis with Cramér's V, Kruskal–Wallis testing, and internal-consistency analysis. Overall satisfaction was favourable (mean 3.74/5; 95% CI 3.63–3.85). Explanatory videos received the strongest evaluation, with 62.8% very satisfied, whereas only 26.7% were very satisfied with the quantity of practice tasks and 69.2% requested more tasks. Task-quantity satisfaction correlated with overall satisfaction ($\rho = 0.472$, $p < 0.001$), and dissatisfaction was associated with stronger demand for practice ($\chi2(2) = 23.59$, $p < 0.001$, Cramér's $V = 0.298$). Self-assessed attitude was also positively associated with satisfaction ($\rho = 0.377$, $p < 0.001$). The results support a blended design combining concise video preparation with a substantially richer bank of graded practice problems.

Keywords: *engineering education; measurements laboratory; student satisfaction; instructional video; worked examples; practice tasks*

A 42. Kandó Konferencia webes regisztrációs és cikkkezelő rendszerének iteratív fejlesztése

Markella Zsolt, Horváth Balázs István

A konferenciaszervezés informatikai támogatása egyszerre igényel egyszerűen használható publikus felületet, biztonságos felhasználókezelést, határidővezérelt munkafolyamatokat és a szervezők számára áttekinthető adminisztrációt. A cikk a 42. Kandó Konferencia új webes regisztrációs és cikkkezelő rendszerének tervezési és fejlesztési folyamatát mutatja be. A cél egy könnyen telepíthető, kétnyelvű, PHP és MariaDB/MySQL alapú alkalmazás létrehozása volt, amely a rendezvényregisztrációt, az absztraktok benyújtását és elbírálását, valamint az elfogadott cikkek biztonságos fájlfeltöltését egyetlen folyamatba szervezi. A fejlesztés kis lépésekre bontott, tesztekkel lezárt fázisokban történt, AI alapú kódolási asszisztenssel támogatott, ember által felügyelt munkafolyamatban. Kiemelt tervezési szempont volt a magyar és angol nyelv következetes kezelése, a szerepkör-alapú adminisztráció, a CSRF-védelem, a paraméterezett adatbázis-lekérdezések, a jelszavak egyirányú hashelése és a webrooton kívüli fájltárolás. A megvalósítás során az egymást követő funkcionális fázisokhoz automatizált regressziós, adatbázis-integrációs, HTTP- és jogosultsági ellenőrzések kapcsolódtak. Az eredmények azt mutatják, hogy a korlátozott technológiai komplexitás, a részletes specifikáció és az iteratív ellenőrzés együtt jól alkalmazható egy intézményi konferenciakezelő rendszer gyors, ugyanakkor kontrollált fejlesztésére.

Kulcsszavak: *webalkalmazás; PHP; információbiztonság; AI-támogatott fejlesztés*

EN

Iterative Development of a Web-Based Registration and Paper Management System for the 42nd Kandó Conference

Supporting a scientific conference with a web application requires more than a public information page: the system must combine user-friendly registration, deadline-driven workflows, secure identity management, administrative review, and controlled handling of manuscript files. This paper presents the design and iterative development of the new web-based registration and paper management system of the 42nd Kandó Conference. The objective was to create a lightweight bilingual application based on PHP and MariaDB/MySQL that integrates event registration, abstract submission and review, and the secure upload of accepted full papers. Development was organized into small, testable phases and supported by an artificial intelligence (AI) coding assistant under continuous human supervision. Particular attention was paid to consistent Hungarian/English localization, role-oriented administration, Cross-Site Request Forgery (CSRF) protection, parameterized database queries, one-way password hashing, and file storage outside the public web root. The implementation was continuously checked with regression, database-integration, HTTP, authorization, and responsive-layout tests. The results indicate that a deliberately limited technology stack, explicit business rules, centralized configuration, and iterative verification can provide a practical basis for the rapid yet controlled development of an institutional conference-management application.

Keywords: *web application; PHP; application security; AI-assisted software development*

Hibaminták LLM-alapú kódolási asszisztenssel támogatott webalkalmazás-fejlesztésben: a Dashboard esettanulmánya

Markella Zsolt, Horváth Balázs István

A nagy nyelvi modelleken (Large Language Model, LLM) alapuló kódolási asszisztensek a szoftverfejlesztés egyre több részfeladatát támogatják, ugyanakkor a létrehozott módosítások helyességének, a hibadiagnosztika megbízhatóságának és a végrehajtási környezet stabilitásának kérdései továbbra is nyitottak. A tanulmány egy valós, folyamatosan fejlesztett személyes webes dashboard, az Dashboard fejlesztési naplójának kvalitatív esettanulmányát mutatja be. A vizsgált anyag tizenegy, 2026-ban dokumentált, egymástól elkülöníthető hibaincidenst tartalmazott. Az incidenseket megjelenítési és reszponzivitási, alkalmazáslogikai és adatfolyam-, valamint futtatókörnyezeti/tooling kategóriákba soroltuk. A vizsgálatban négy megjelenítési, négy alkalmazáslogikai és három környezeti esetet azonosítottunk. A legsúlyosabb diagnosztikai elakadások nem feltétlenül a forráskód szintjén keletkeztek: több esetben a fejlesztő által megosztott Network-, Console-, adatbázis- vagy környezeti napló tette lehetővé a gyökérok azonosítását. Kiemelt példa volt a híroldal lapozási állapotának hibája, amelynél a megmaradó offset csak a konkrét HTTP-kérés vizsgálatával vált egyértelművé. A futtatókörnyezet elavult munkakönyvtárra mutató állapota pedig teljesen megakadályozta a kódmódosítást. Az eredmények alapján az LLM-alapú fejlesztésben a fejlesztői ellenőrzés, a megfigyelhetőség és a környezeti állapot explicit validálása nem kiegészítő, hanem alapvető megbízhatósági mechanizmus.

Kulcsszavak: *nagy nyelvi modell; AI-asszisztált szoftverfejlesztés; hibakeresés; ember–MI együttműködés; webalkalmazás*

EN

Failure Patterns in LLM-Assisted Web Application Development: A Dashboard Case Study

Large Language Model (LLM)-based coding assistants increasingly support software development tasks, yet the correctness of generated modifications, the reliability of debugging, and the stability of execution environments remain open practical concerns. This paper presents a qualitative case study of the development log of Dashboard, a continuously evolving personal web application. The analysed material contained eleven distinct failure incidents documented in 2026. The incidents were classified into presentation and responsiveness failures, application-logic and data-flow failures, and execution-environment/tooling failures. Four presentation-related, four application-logic, and three environment-related incidents were identified. The most difficult diagnostic dead ends did not necessarily originate in source code. In several cases, root-cause identification depended on runtime evidence supplied by the developer, including browser Network and Console data, database inspection, or execution-environment logs. A representative example was a news-view pagination defect in which a stale offset value became visible only after examining the actual HTTP request. In another incident, stale workspace state in the coding assistant's execution environment completely prevented file modification. The results indicate that developer verification, observability, and explicit validation of environment state are not optional additions to LLM-assisted development but core reliability mechanisms.

Keywords: *large language models; AI-assisted software development; debugging; human–AI collaboration; web application*

A nanoelektronika alapjai, avagy miként lett egy “koronavírusos” tanuló projektből egyetemi tantárgy az Óbudai Egyetemen (I. rész)

Ürmös Antal

Az elmúlt évtizedek során az elektronikus eszközök alkatrészeinek mérete egyre jobban csökkent és a jövőben várható, hogy ez a tendencia folytatódni fog. A folyamatos méretcsökkentés oda vezet, hogy az elektronikus eszközök működését a kvantummechanika törvényei egyre jobban befolyásolják és technológiai szempontból nézve a mikroelektronika jól ismert területéről átmegyünk a nanoelektronika kevésbé ismert területére. Emiatt fontos, hogy a nanoelektronika oktatását az Óbudai Egyetemen is bevezessük a villamosmérnök, a mechatronikai mérnök szakokon és az Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolában az anyagtudományok és technológiák doktori programban is. E cikk szerzője már több éve foglalkozik a nanoelektronikával. E tanulmányok során nehézséget okozott, hogy ebben a témában (még e cikk írásának idején is) kevés a széles körben elérhető, tisztán a nanoelektronika témáját átfogó magyar nyelvű jegyzet vagy könyv. Emiatt a szerző 2020. májusában, a koronavírus járvány idején nekilátott egy olyan jegyzet írásának, amiből később akár egy egyetemi tantárgy tananyagának alapja is lehet. Jelen pillanatban e cikk írásának idején az Óbudai Egyetem Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolája, a 117/3-as DIT határozatával már elfogadta ezt a szerző által javasolt két féléves nanoelektronika tantárgyat “Nanoelektronika alapjai 1.” és “Nanoelektronika alapjai 2.” címmel. E cikksorozat első részében a “Nanoelektronika alapjai 1.” tantárgyról lesz szó, amelynek fő fókusza a tématerület matematikai és fizikai alapjainak lefektetése.

A nanoelektronika alapjai, avagy miként lett egy “koronavírusos” tanuló projektből egyetemi tantárgy az Óbudai Egyetemen (II. rész)

Ürmös Antal

Az elmúlt évtizedek során az elektronikus eszközök alkatrészeinek mérete egyre jobban csökkent és a jövőben várható, hogy ez a tendencia folytatódni fog. A folyamatos méretcsökkentés oda vezet, hogy az elektronikus eszközök működését a kvantummechanika törvényei egyre jobban befolyásolják és technológiai szempontból nézve a mikroelektronika jól ismert területéről átmegyünk a nanoelektronika kevésbé ismert területére. Emiatt fontos, hogy a nanoelektronika oktatását az Óbudai Egyetemen is bevezessük. E cikksorozat második részében az első részt gondolatmenetét folytatva a a “Nanoelektronika alapjai 2.” tantárgyról lesz szó, amely az elektromos vezetést és hővezetést tárgyalja a makroszkopikus és mikroszkopikus mérettartományban. A tantárgy tematikája több nagy részt tartalmaz. Például szó van a diffúziós vezetés különböző változatairól (ahol az áram vezetés, elektromos tér hatására lép fel), a ballisztikus vezetés különféle típusairól (ahol a áram vezetés, feszültség hatására következik be), a hővezetésről fémekben és félvezetőkben, az áramkörök építőelemeiről mikroszkopikus

tartományban. Az ebben a cikkben ismertetett “Nanoelektronika alapjai 2.” és a cikksorozat első részében ismertetett “Nanoelektronika alapjai 1.” tantárgyakat az Óbudai Egyetem Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolája, a 117/3-as DIT határozatával fogadta el.

A hallgatói tájékoztatás hatékonyságának vizsgálata egy műszaki karon

Lakatos Viktória, Bencze Attila

A felsőoktatási intézmények több digitális csatornán keresztül biztosítanak információkat hallgatóik számára, mégis rendszeresen tapasztalható, hogy az érintettek egy része nem értesül időben a tanulmányi kötelezettségekről, határidőkről vagy egyéb lehetőségekről. A kutatás célja annak feltárása, hogy milyen eltérés mutatkozik az intézmény által kiküldött információk és a hallgatók tényleges tájékozottsága között, továbbá milyen tényezők befolyásolják az intézményi üzenetek észlelését, elolvasását és feldolgozását. A vizsgálat az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karának különböző szakokon, évfolyamokon és munkarendben tanuló hallgatóira terjed ki. Az adatfelvétel elsődlegesen tanórai csoportok személyes megkeresésével és helyben kitöltött kérdőív segítségével történik. Ez lehetővé teszi azoknak a hallgatóknak az elérését is, akik az elektronikus felhívásokat ritkán vagy egyáltalán nem követik. A személyes adatfelvételt azonos tartalmú online kérdőív egészítheti ki, amely alkalmat ad a két adatfelvételi módon elért válaszadói csoport összetételének és válaszainak összehasonlítására. A kutatás vizsgálja a hivatalos és nem hivatalos kommunikációs csatornák használatát, a Neptun-üzenetek olvasási gyakoriságát, az információs túlterheltség érzékelését, valamint az üzenetek tartalmával és formájával kapcsolatos hallgatói elvárásokat. Az eredmények hozzájárulhatnak egy célzottabb, áttekinthetőbb és a hallgatói információszerzési szokásokhoz jobban igazodó kari kommunikációs gyakorlat kialakításához.

Kulcsszavak: *hallgatói tájékoztatás, intézményi kommunikáció, információs túlterhelés, adatfelvételi mód, felsőoktatás*

SZEKCIÓ SK

Komplex rendszerek

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 11:20–12:45
TEREM Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)
ELNÖK Borsos Döníz

Az innovációs hatás növelésének módszertani lehetőségei a biztonságtudományi kutatásokban

Tokody Dániel, Ady László, Zhang Peng

A biztonságtudomány területén végzett kutatás-fejlesztési tevékenységek eredményességét nem kizárólag a tudományos publikációk száma és minősége határozza meg, hanem az új tudományos eredmények gyakorlati alkalmazhatósága, iparjogvédelmi hasznosíthatósága és társadalmi hatása is. A kutatás célja azoknak a módszertani és intézményi tényezőknek a feltárása, amelyek elősegíthetik az innovációs teljesítmény növelését, különös tekintettel a felsőoktatási kutatási környezetekre és a biztonságtudomány sajátosságaira.

A vizsgálat vegyes, kvantitatív és kvalitatív módszertani megközelítésre épül. A kutatás keretében nemzetközi és hazai szabadalmi, valamint iparjogvédelmi adatbázisok szisztematikus elemzésére kerül sor, kiemelt figyelmet fordítva a kritikus infrastruktúrák védelméhez kapcsolódó innovációkra. Az elemzés kiterjed az innovációk műszaki tartalmára, célrendszerére, a bejelentők jellemzőire, valamint a tudományos eredmények és az iparjogvédelmi aktivitás közötti kapcsolatok vizsgálatára.

A kutatás alapfeltevése, hogy a tudományos publikációs és iparjogvédelmi tevékenységek tudatos, strukturált összehangolása hozzájárulhat az innovációs hatás növeléséhez. A vizsgálat várható eredménye egy olyan módszertani keretrendszer megalapozása, amely támogatja a kutatási eredmények azonosítását, értékelését és hasznosítását, valamint a doktoranduszok és fiatal kutatók innovációs kompetenciáinak fejlesztését. Az eredmények hosszabb távon hozzájárulhatnak a biztonságtudományi kutatások tudományos és gyakorlati hatásának erősítéséhez, továbbá az egyetemi és ipari együttműködések fejlesztéséhez.

Kulcsszavak: *biztonságtudomány, innovációs hatás, kutatás-fejlesztés, iparjogvédelem, tudástranszfer, MTO*

Szenzorelhelyezési stratégiák hatásának vizsgálata a városi szállópor-koncentráció térbeli becslési pontosságára

Horváth Benedek, Borsos Döníz, Katona József

A városi légszennyezettség térbeli változékonyságának feltérképezése fontos szerepet játszik a levegőminőség jellemzésében és a lakossági expozíció becslésében. A hagyományos referencia-mérőállomások nagy pontosságú adatokat szolgáltatnak, azonban alacsony számuk miatt a légszennyezettség lokális különbségeinek vizsgálatára csak korlátozottan alkalmasak. Az

alacsony költségű szenzorokra épülő mérőhálózatok lehetőséget teremtenek a városi levegőminőség nagyobb térbeli felbontású megfigyelésére, ugyanakkor kialakításuk számos műszaki és módszertani kérdést vet fel.

A munka egy saját fejlesztésű, LoRaWAN-alapú, autonóm szállópor-mérő rendszer továbbfejlesztésével és a mérőegységekből kialakítható hálózat telepítési stratégiáinak vizsgálatával foglalkozik. Ennek keretében a korábbi mérőrendszer tapasztalataira építve új elektronikai és mechanikai megoldások kidolgozása történik, különös tekintettel a kültéri környezeti hatások elleni védelemre és a több mérőpontból álló hálózat kialakíthatóságára.

A kutatás másik részében különböző szenzorelhelyezési stratégiák összehasonlító vizsgálatára kerül sor szimulációs környezetben, nyilvánosan hozzáférhető városi mérési adatok felhasználásával. A vizsgálat során egy meglévő, sűrű szenzorhálózat virtuális ritkítása teszi lehetővé annak értékelését, hogy a mérőpontok száma és térbeli elhelyezkedése milyen hatással van a szállópor-koncentráció térbeli eloszlásának becslési pontosságára. Az összehasonlítás többek között véletlenszerű, térben egyenletes, a potenciális légszennyező források és a mérési helyszínek környezeti jellemzői alapján kialakított, valamint a lakossági expozíció szempontjait figyelembe vevő elhelyezési stratégiákra terjed ki.

A kutatás célja olyan műszaki és módszertani szempontok meghatározása, amelyek felhasználhatók egy későbbi, valós városi környezetben telepítendő, több mérőpontból álló szállópormérő hálózat kialakításához.

EN

Assessing the Impact of Sensor Placement Strategies on the Accuracy of Spatial Estimation of Urban Particulate Matter Concentrations

Mapping the spatial variability of urban air pollution plays an important role in characterizing air quality and estimating population exposure. Conventional reference monitoring stations provide highly accurate measurements; however, their limited number restricts their ability to capture local variations in air pollution. Monitoring networks based on low-cost sensors offer the potential for higher spatial resolution in urban air quality monitoring, although their implementation raises several technical and methodological challenges.

This work focuses on the further development of a custom-designed, autonomous, LoRaWAN-based particulate matter monitoring system and the investigation of deployment strategies for a network of such devices. Building on experience gained from the previous monitoring system, new electronic and mechanical solutions are being developed, with particular emphasis on protection against outdoor environmental conditions and the feasibility of establishing a network comprising multiple monitoring units.

The second part of the research involves a comparative evaluation of different sensor placement strategies in a simulation environment using publicly available urban air quality measurement data. By virtually reducing the number of sensors in an existing dense monitoring network, the effects of sensor density and spatial distribution on the accuracy of spatial particulate matter concentration estimates can be assessed. The comparison includes random

and spatially uniform placement strategies, as well as approaches based on potential pollution sources, local environmental characteristics of monitoring sites, and population exposure considerations.

The aim of the research is to identify technical and methodological considerations that can support the design and deployment of a multi-sensor particulate matter monitoring network in a real urban environment.

Egy kihalt mesterség 4. rész – A vízimolnárok mindennapi eszközei

Jakab István

Mint a fenti cím is mutatja, cikksorozatom és előadásaim negyedik folytatásához érkeztem. Az eddigiekben bemutattam a vízimolnárok munkaeszközének a malomhajónak készítését és annak szerszámait, valamint bemutattam az őrlőberendezést és a kiegészítőket. A mostani előadás cikkemben bemutatom azokat a mindennapi eszközöket, amelyek egy részét örökölték mesterüktől, vagy saját maguk készítették mestermunkaként a mestervizsgára, vagy más mesterektől vásárolták, mert a régi tönkrement. Mint már azt az előző előadásaimban is megemlítettem, ezeket az eszközöket, szerszámokat óvták, nagy becsben tartották, nemcsak azért mert mindennapi munkájuk szerves rész volt, hanem azért is, mert pótlásukhoz nem volt mindig közel a szomszéd molnár eszköze. A munkaeszközöket díszítették, karbantartották, és a csorbulás esetén is a teljes hasznavehetetlenségig dolgoztak velük. Csak így lehetnek a mai napokban is a múzeumok egyedi, pótolhatatlan kincsei, vagy a tizenegyedik generáció féltet öröksége.

kulcsszavak: *eszközök, vízimolnár, ipartörténelem*

Egy kihalt mesterség 5. rész – A vízimolnárok karbantartó szerszámai

Jakab István

A vízimolnárok minden évben a nagy fagyok előtt (Szent-András napja, november 30.) befejezték tevékenységüket, és felkészültek a nagy téli karbantartásra.

Ha sokáig elhúzódott a gabona őrlése és a folyó befagyott, akkor azt kockáztatták, hogy legfőbb munkaeszközük a vízimalom, amin dolgoztak és éltek összeroppan a jegesedés miatt. Ezt megelőzendő szétszerelték darabjaira, és külön a házhajót, külön a völgyhajót a leszerelt és rá erősített vízikerékkel jégmentes helyre partra, vagy „szárazdokkba" vontattatták. A vontatáshoz külön iparág fejlődött ki, ezek voltak a lófogatos hajóvontató mesteremberek.

A téli leállás alatt a vízimolnárok tervezetten tartották karban szerszámaikat és munkaeszközeiket, illetve gyártották le, vagy szerezték be a nyári szezonban elhasználódott, megsérült vagy elveszett munkaeszközeiket, szerszámaikat.

A nagy tavaszi jégzajlás lecsengése után, megújult szerszámokkal és némi pihenő elteltével kezdtek neki az új szezonnak.

A konferencia cikkben és az előadásomban ezeket a szerszámokat, eszközöket és munkafolyamatokat mutatom be.

kulcsszavak: *eszközök, vízimolnár, ipartörténelem*

Digitális alállomások megfelelősége a NIS2 és CER követelményeinek

Mórocz Máté

A villamosenergia-rendszerek digitalizációja és az IEC 61850 szabványon alapuló alállomási automatizálási technológiák elterjedése új lehetőségeket, ugyanakkor jelentős biztonságtechnikai kihívásokat teremt a kritikus infrastruktúrák üzemeltetésében. A hagyományos alállomásokhoz képest a digitális rendszerek fokozottan támaszkodnak az informatikai hálózatokra, az időszinkronizációra és a szabványosított kommunikációs protokollokra, ezáltal új kiberfizikai sérülékenységek jelenhetnek meg. A tanulmány célja az IEC 61850 alapú digitális alállomások biztonságtechnikai megfelelőségének vizsgálata az Európai Unió NIS2 és CER irányelveiben megfogalmazott kiberbiztonsági, kockázatkezelési és ellenálló képességi követelmények tükrében. A kutatás kiemelten foglalkozik az IEC 62351 szabványsorozat által meghatározott kommunikációbiztonsági megoldásokkal, valamint azok alkalmazhatóságával a kritikus villamosenergia-infrastruktúrák védelmében. Az alkalmazott kutatási módszertan a releváns uniós szabályozások és nemzetközi műszaki szabványok összehasonlító elemzésére, továbbá egy követelményalapú megfelelőségértékelési mátrix kialakítására épül.

Kulcsszavak: *digitális alállomás, kritikus infrastruktúra, NIS2, CER, IEC 61850, IEC 62351, kiberbiztonság, reziliencia, MTO*

EN

Compliance of Digital Substations with NIS2 and CER Requirements

The digitalization of electric power systems and the widespread adoption of substation automation technologies based on the IEC 61850 standard create new opportunities while introducing significant security challenges for critical infrastructure operators. Compared to conventional substations, digital substations increasingly depend on communication networks, time synchronization, and standardized communication protocols, potentially exposing critical operational processes to new cyber-physical vulnerabilities. This study aims to assess the security compliance of IEC 61850-based digital substations with the cybersecurity, risk management, and resilience requirements established by the European Union's NIS2 and CER Directives. Particular attention is given to the communication security mechanisms defined by the IEC 62351 series and their applicability to protecting critical electricity infrastructure. The proposed research methodology combines a comparative analysis of relevant European regulations and international technical standards with the development of a requirement-based compliance assessment matrix.

Keywords: *digital substation, critical infrastructure, NIS2, CER, IEC 61850, IEC 62351, cybersecurity, resilience MTO*

SZEKCIÓ S10

Beágyazott rendszerek, IoT és szoftveralkalmazások

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 11:20–13:02
TEREM TA. 208. terem
ELNÖK Wührl Tibor

Android-based Error Detection and Feedback System for Bass Guitar Learning

Magyar Mihály, Nagy Sándor, Kopják József

This design paper specifies an Android-based practice assistant for a conventional four-string electric bass guitar. Independent practice requires identifying incorrect pitches, onset deviations, uncertain note lengths, omitted notes and additional notes, although an unmodified instrument supplies audio rather than discrete MIDI events. The proposed architecture acquires a dry electric-bass signal through a USB audio interface, estimates attack times and low-register fundamental frequency, groups observations into confidence-tagged note events, and aligns them with a reference score. A constrained online Dynamic Time Warping stage estimates tempo variation; an explicit insertion/deletion alignment then distinguishes wrong, missing and extra notes. The Android interface combines a scrolling score or tablature, possible string/fret positions, and targeted practice guidance. Optional instrument-mounted sensing can supply MIDI note events for Internet of Musical Things interoperability but is not required for audio-mode operation. The paper defines editable mathematical models, illustrative Kotlin decision logic, engineering acceptance targets and a controlled comparison against simpler alignment baselines. Acoustic note-off uncertainty and device-dependent latency are treated as limitations rather than hidden assumptions. No prototype performance measurements, detection accuracy, or student learning improvements are claimed. The contribution is an auditable bass-specific system specification and a reproducible validation protocol.

Android-Based Error Detection and Visual Feedback System for Organ Pedalboard Learning

Magyar Mihály, Nagy Sándor, Kopják József

This paper proposes an Android-based error detection and visual feedback system designed to support independent organ pedalboard practice within the Internet of Musical Things (IoMusT) framework. The proposed system integrates an organ pedalboard equipped with capacitive touch sensors and force-sensitive resistors (FSRs), an ESP32 microcontroller, and an Android application connected via Bluetooth Low Energy (BLE). The microcontroller converts pedal activation and release signals into timestamped MIDI events.

The Android application compares performed notes with reference MIDI files using Dynamic Time Warping (DTW) and gap-aware alignment algorithms. The system is designed to detect incorrect notes, timing and duration deviations, missing notes, and additional notes. During

practice, the application displays a virtual organ pedalboard, synchronized musical notation, and color-coded error indicators. After each session, it generates a performance report containing error statistics, timing analysis, and personalized practice recommendations.

Unlike audio-based error detection systems, the proposed architecture relies on direct pedal-event sensing, eliminating the need for acoustic pitch estimation. The paper describes the system architecture, error detection methodology, and a reproducible evaluation protocol. The main contribution is an IoMusT-compatible architecture supporting automated performance assessment and independent organ pedalboard learning. Experimental validation of detection accuracy and learning effectiveness remains future work.

Analysis of Networking Education Requirements in the Context of Modern Networking Technologies

Fekete Dániel, Zaletnyik Péter Tibor, Baross Márk Tamás

As information network technologies continue to evolve, the professional requirements related to network design, operation, and security are also constantly changing. Therefore, it is important to examine the extent to which the networking requirements defined in vocational education are aligned with modern networking technologies and current professional practices. The aim of this study is to examine the networking requirements specified in the Training and Output Requirements (KKK) for the Information System and Application Operations Technician qualification and to compare them with currently applied networking solutions.

The investigation is based on a corporate network examination project developed according to the requirements of the KKK and consisting of three logical sites. The network was implemented in the Cisco Packet Tracer environment and includes, among others, VLANs, IPv4 and IPv6 addressing, Layer 2 and Layer 3 redundancy, static and dynamic routing, Network Address Translation (NAT), WAN connectivity, VPN, wireless networking, and network security solutions. During the analysis, the requirements defined by the KKK and the specific technological solutions used to fulfil these requirements are examined separately.

The objective of the research is to determine which of the examined requirements are consistent with current networking practices and in which areas their extension or modernization may be justified. Based on the results, development opportunities can be identified that may contribute to better aligning the theoretical and practical knowledge acquired in networking education with the contemporary design, operation, and security requirements of enterprise networks.

Keywords: *Information network technologies; Vocational education; Network design; Cisco Packet Tracer; Enterprise network security*

Investigation of the Performance Limits and Limiting Factors of a Nextcloud Cloud Service Operated on Reused Hardware

Gyüre István, Baross Márk Tamás

Locally operated cloud services provide small and medium-sized enterprises, as well as home users, with the opportunity to manage their data on their own infrastructure. However, the use of reused hardware with limited resources may result in significant performance constraints. The aim of this research was to investigate the performance limits of a Nextcloud system running on a 13-year-old server assembled from reused components, as well as to identify the hardware and software bottlenecks that emerge under load.

The measurements examined the performance of the web server and the Nextcloud service, as well as the energy efficiency of web serving. Grafana k6 was used for load generation, while a custom-developed monitoring application, Szakyops, was used to monitor system resources. A comparison of local network (LAN) access and Internet (WAN) access provided through Cloudflare Tunnel showed that the web server handled an average of 16,103 requests per second in the LAN environment and 2,046 requests per second over the WAN. Energy efficiency decreased from 284 HTTP/J to 41 HTTP/J, while a 15.11% error rate was observed during the WAN measurement.

The results indicate that the LAN-side performance of the web server was primarily limited by the restricted parallelism of CPU-side network traffic processing, whereas the computational capacity of the processor became the limiting factor for the Nextcloud workload. In the latter case, CPU utilization remained above 96% under loads exceeding 10 VUs and approached 99% between 25 and 50 VUs. The results demonstrate that a local cloud service can be operated on reused hardware; however, its performance is jointly determined by the available hardware resources, network architecture, and service configuration.

Keywords: *Nextcloud; load testing; energy efficiency; bottleneck; hardware reuse*

SDR alapú rádiókommunikáció

Wührl Tibor, Gyányi Sándor, Egri Tamás, Baross Márk, Varga Péter János

A Software Defined Radio (SDR) megoldások rugalmas rádió kialakításokat tesznek lehetővé, szoftveresen akár az egész kommunikációs eljárást átalakíthatjuk anélkül, hogy hardver módosítást kellene végrehajtanunk. Az SDR alapú rádiós kapcsolat kialakítást gyakran használjuk drónkommunikációra a drón és a földi szegmens, vagy drón-drón között, valamint LEO pályás műhold kommunikációra is és jó kutatási környezetet jelent LEO pályás műholdak esetén például 5G NTN rádiós interfész megvalósításra. Cikkünkben egy SDR alapú rádiós összeköttetést mutatunk be esettanulmányként.

kulcsszavak: *SDR, drónkommunikáció, 5G NTN*

Klasszifikációs és regressziós modellek összehasonlítása EV töltési viselkedés előrejelzésére

Szűcs István, Kopják József, Sebestyén Gergely, Wendler Márk

Az elektromos járművek terjedése jelentős többletterhelést jelent az elosztóhálózat számára, ezért egyre fontosabb szerepet játszanak a lokális terhelésmenedzsment megoldások. Az optimális működéshez elengedhetetlen a töltés kezdetén a felhasználó specifikus töltési paraméterek előzetes becslése, mint a várható energiaigény, vagy a várható töltőponton töltött idő. A kutatás célja annak vizsgálata, hogy munkahelyi töltők korábbi adatai alapján, kizárólag a töltés indításakor ismert információkból előre jelezhetők-e a terhelésmenedzsmenthez szükséges paraméterek. Az adatok egy irodai környezetben üzemelő, OCPP 1.6-kompatibilis, 22 kW-os AC töltőkből álló töltőhálózatból származnak, mely összesen megközelítőleg 9100 töltési munkamenet adatait tartalmazza. Két megközelítést vizsgáltunk: klasszifikációs és regressziós modellekkel történő becslést. Az osztályozásalapú módszerben K-means klaszterezéssel és manuális, küszöbérték-alapú kategorizálással viselkedési csoportokat alakítottunk ki, majd Random Forest és XGBoost classifierekkel, a felhasználói azonosító, a töltés kezdési időpontja és a hét napja alapján becsültük a munkamenetek csoportba tartozását. A regressziós megközelítésben XGBoost és CatBoost modellekkel közvetlenül a felvett energiamennyiséget és a munkamenetek időtartamát becsültük.

A K-means klaszter alapú osztályozás mérsékelt pontosságot eredményezett, ami a viselkedési csoportok közötti átfedésekre utal. A regressziós modellek közül a CatBoost teljesített a legjobban, ugyanakkor mind az energiamennyiség, mind a töltési időtartam becslése jelentős hibával járt. Az eredmények alapján a töltési szokásokban jellegzetes mintázatok azonosíthatók, azonban a felhasználói viselkedés jelentős változékonysága miatt a felvett energiamennyiség és a munkamenetek időtartama kizárólag a felhasználói azonosító és az időbeli jellemzők alapján nem jelezhető előre nagy pontossággal. Az előrejelzések pontosságát további kontextuális adatok, például naptári, időjárási és jelenléti információk bevonása javíthatja.

SZEKCIÓ S11

Hálózati védelem, alállomások és vasúti rendszerek

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 11:20–12:11
TEREM Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)
ELNÖK Papp Zoltán

Az osztott intelligenciájú forgalomirányítás pályakapacitásra gyakorolt hatásának vizsgálata

Papp Zoltán

A vasúti sínek optimális kihasználását rengeteg tényező befolyásolja. A rendelkezésre álló infrastruktúra, vezérlők működése, gördülő állomány menetrendje mind befolyásolják a vasúti vonalak optimális kihasználtságát. Ez a tanulmány az osztott intelligenciájú (IIVR) forgalomirányítás mellett megvalósítható pályakapacitás optimalizálás lehetőségeit vizsgálja az általam kiválasztott szakaszon (Budapest–Vác) valós menetrendi adatokra építve. A vizsgálatban egy kieső vezérlőegység feladatainak részleges vagy teljes átvétele megfelelő feltételek mellett fenntarthatja az érintett vonal használhatóságát. A szimulált (35 perces sínpálya kiesés) meghibásodás a vonatok indítási sorrendjének megváltoztatásával (szoftveres úton történő optimalizálásával) jelentősen csökkenthető az összes várakozási idő. Az optimális működést az IIVR rendszer felépítése is támogathatja. A decentralizált (hardveres) rendszerkialakítás lehetővé teszi a meghibásodott vezérlő teljes vagy részleges funkcióátvételt (megfelelő biztonsági feltételek mellett). Ez a felépítésből és működésből származó előny lehetővé teszi a forgalom fenntartását, illetve a csökkentett üzem folytatását, amely képessé teszi rendszert a meglévő infrastruktúra jobb, optimálisabb kihasználására. A tényleges osztott intelligenciájú vonatirányítási rendszer üzemi teljesítményének igazolásához valós műszaki adatokra és mérésekre épült vizsgálatokra van szükség.

A mesterséges intelligenciával támogatott forgalomirányítás, optimalizálás csak lehetőségként kapcsolódik a tanulmányhoz.

Kulcsszavak: *osztott intelligencia; IIVR; pályakapacitás; Budapest–Vác; funkcióátvétel; újraütemezés; menetrendi modell; decentralizált működés*

GSM-R és FRMCS generáció ugrás a vasúti kommunikációban

Wührl Tibor, Kún Gergely Ottó, Gyányi Sándor

A GSM-R mobil kommunikációs rendszer az ERTMS működésében kiemelt jelentőségű, hiszen e mobil kommunikáció nélkül az ETCS L1 feletti rendszerek működésképtelenek. A 160km/h óra vagy e feletti sebességgel közlekedő vonatok folyamatos, de néhányszor 10byte méretű üzenetekkel kommunikálnak az RBC-vel, így a 2. generációs mobilhálózati kialakítás mindeddig elegendőnek tűnt, de küszöbön van az 5G alapú FRMCS bevezetése ami nem kis kihívás. Vajon mi az oka a generáció ugrásnak? Előadásunkban elsősorban műszaki szempontból tárgyaljuk a kérdést.

Kulcsszavak: *GSM-R, FRMCS,ETCS, ERTMS*

Napenergia-integráció vasúti biztosítóberendezési áramellátó rendszerekbe

Homoki Bence

A vasúti biztosítóberendezések energiaellátásával szemben támasztott kiemelt üzembiztonsági követelmények miatt a megújuló energiaforrások integrálása speciális műszaki megoldásokat igényel. Az előadás áttekinti a biztosítóberendezési célú szünetmentes áramellátó rendszerek hatásfokának fejlődését, valamint a napelemes rendszerek európai vasútállomásokon történő alkalmazásának lehetőségeit és korlátait. Bemutatja az integrálhatóságot meghatározó műszaki és üzemeltetési szempontokat, különös tekintettel az energiaellátás folytonosságára, a meglévő rendszerekkel való kompatibilitásra és a termelés változó jellegére. A szatymazi vasútállomás áramellátó rendszerének példáján keresztül ismerteti a PVDPQ800/336-20 típusú DC/DC konverter alkalmazásával megvalósítható napelemes integráció műszaki kialakítását és illesztési követelményeit. Ismertetésre kerül a rendszer működési elve, a napelemes energiaforrás és a meglévő szünetmentes áramellátó rendszer együttműködése, valamint a megtermelt energia mennyiségi értékelése. A bemutatott megoldással azt vizsgáltuk, hogy a napenergia milyen feltételek mellett vonható be a vasúti biztosítóberendezések energiaellátásába az üzembiztonsági követelmények fenntartása mellett.

EN

Solar Energy Integration into Railway Signalling Power Supply Systems

The stringent operational reliability requirements imposed on railway signalling power supply systems mean that integrating renewable energy sources requires specialised technical solutions. This presentation reviews the evolution of the efficiency of uninterruptible power supply (UPS) systems designed for railway signalling applications, as well as the possibilities and limitations of deploying photovoltaic (PV) systems at European railway stations. It examines the technical and operational factors governing integration, with particular emphasis on continuity of power supply, compatibility with existing systems, and the variable nature of photovoltaic power generation.

Using the power supply system of Szatymaz railway station as a case study, the presentation describes the technical design and interfacing requirements of photovoltaic integration using a PVDPQ800/336-20 DC/DC converter. It outlines the operating principle of the system, the interaction between the photovoltaic energy source and the existing uninterruptible power supply system, and an assessment of the amount of energy generated. The proposed solution is used to investigate the conditions under which solar energy can be integrated into railway signalling power supply systems while maintaining the required level of operational reliability.

SZEKCIÓ SK

Komplex rendszerek

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 14:00–15:08
TEREM Tanácsterem (A. ép. I. em. 122.)
ELNÖK Borsos Döníz

Validációs mérési módszerek kidolgozása gamma spektrométerhez

Szécsy Levente Sándor, Sándor Tamás

A Szcintillátor kristályos fotoelektron-többszöröző gamma spektrométer téma kutatása során közvetlen egy saját tervezésű, oktatási célra is jól alkalmazható gamma-spektrométer megalkotása volt a cél, amely a korábban már két külön TDK során elkészült egyszerűbb műszer mellett egy fejlettebb, professzionális mérőberendezéshez hasonló eszköz megalkotását tartalmazta. Ez a harmadik műszer lett a műszercsalád záró eleme, és a kutatás EKÖP pályázat keretében ennek a műszernek a fejlesztésére, megépítésére, tesztelésére és validációjára aktívan fókuszált, és ezt valósította meg. A kutatás során a mérőeszközök megépítésre kerültek, illetve az eredményei közül néhány bemutatásra kerültek az Óbudai Egyetem TDK keretein belül a 2025 őszi és a 2026 tavaszi TDK-n, illetve a CANDO EPE 2026 IEEE konferencián. Az új kutatási időszakban a hangsúly már nem a műszer további hardveres építésén van, hanem a mérési megbízhatóság és reprodukálhatóság igazolásán. Ennek megfelelően a kutatás tárgya a kifejlesztett spektrométerhez illeszkedő validációs mérési módszertan kialakítása.

EN

Development of validation measurement methods for a gamma spectrometer

The aim of the research project on the ‘Scintillator Crystal Photoelectron Multiplier Gamma Spectrometer’ was to construct a gamma spectrometer of our own design, suitable for educational purposes, which, alongside the simpler instruments previously developed during two separate TDK projects, would constitute a more advanced device comparable to professional measuring equipment. This third instrument became the final component of the instrument family, and the research, carried out within the framework of an EKÖP grant, actively focused on the development, construction, testing and validation of this instrument, and successfully achieved these objectives. During the research, the measuring instruments were constructed, and some of the results were presented within the framework of the Óbuda University Student Research Programme (TDK) at the autumn 2025 and spring 2026 TDK events, as well as at the CANDO EPE 2026 IEEE conference. In this new phase of the research, the focus is no longer on further hardware development of the instrument, but on verifying the reliability and reproducibility of the measurements. Accordingly, the aim of the research is to develop a validation measurement methodology tailored to the spectrometer that has been developed.

Elektromos busz vezérlésének hardveres és vizualizációs kérdései

Sándor Tamás, Ruskovics Péter

Az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán 2021 óta zajló elektromos busz projekt keretében egy eredetileg belső égésű motorral gyártott IVECO Daily városi busz átalakítása valósul meg. Az előadás e jármű vezérlését biztosító ECU tervezésének és megvalósításának kérdéseit mutatja be. A specifikációs fázist követően a munka kitér az áramköri összeállításra és a hardveres tervezés során felmerülő egyéb kihívásokra. A hardveres megoldások mellett a szoftveres tényezők közül kiemelten foglalkozik a vizualizációval, amely a jármű használatához szükséges adatok megjelenítése mellett a továbbfejlesztést támogató szervizinformációkat is biztosítja. Az így elkészített jármű emellett az elektromos járműhajtások laboratóriumi és valós körülmények közötti oktatását is szolgálja.

EN

Hardware and visualisation issues relating to the control of electric buses

As part of an electric bus project that has been running since 2021 at the Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering at Óbuda University, an IVECO Daily city bus – originally manufactured with an internal combustion engine – is being converted. This presentation examines issues relating to the design and implementation of the ECU that controls this vehicle. Following the specification phase, the work covers circuit assembly and other challenges arising during hardware design. In addition to the hardware solutions, the software aspects focus in particular on visualisation, which, as well as displaying the data required for operating the vehicle, also provides service information to support further development. The vehicle built in this way also serves as a teaching aid for electric vehicle propulsion systems in both laboratory and real-world conditions.

Műtárgyvédelem a tárolás és szállítmányozás keresztmetszetében: egy integrált hibrid modell

Lőrincz László

A tanulmány a szerző két korábbi kutatásának eredményeit integrálja egy átfogó, a műtárgyvédelem témakörére irányuló kutatásba, különös tekintettel az intézményi műtárgyvédelemre. A kutatás a közgyűjteményi raktárakban és múzeumi környezetben alkalmazott biztonsági, tárolási és logisztikai megoldásokra összpontosít. A tanulmány célja a helyi és regionális tárolási rendszerek összehasonlító elemzése, valamint a műtárgyak kezeléséhez kapcsolódó teljes logisztikai lánc értékelése, beleértve a csomagolási és szállítási folyamatokat is. A módszertani megközelítés kvalitatív és kvantitatív elemek kombinációján alapul, amely magában foglalja a releváns szakirodalom szisztematikus áttekintését, kérdőíves felméréseket, félig strukturált interjúkat és a tervezéstudományi (design science) megközelítésen alapuló elemzést. Az eredmények rámutatnak arra, hogy mind a helyi, mind a regionális tárolási megoldások kritikus jelentőséggel bírnak. A kutatás továbbá kiemeli a műtárgyak biztonságos csomagolásának és szállításának meghatározó szerepét, különös figyelmet fordítva a mechanikai védelemre, a környezeti hatások kontrolljára és a szállítási kockázatok minimalizálására. A ta-

nulmány arra a következtetésre jut, hogy egy integrált, hibrid tárolási modell – amely ötvözi a helyi és regionális rendszerek előnyeit, valamint optimalizálja a csomagolási és szállítási folyamatokat – képes biztosítani a műtárgyvédelem legmagasabb szintű követelményeinek teljesülését. A kutatás emellett mérhető döntési kritériumokat javasol a hibrid tárolási rendszerek alkalmazásához, bevezet egy előzetes kiberbiztonsági protokollt a műtárgyszállítás logisztikájára vonatkozóan, valamint azonosítja a tárolási és szállítási műveletekhez kapcsolódó fenntarthatósági indikátorokat. A tanulmány továbbá hozzájárul a szakirodalom fejlődéséhez azáltal, hogy a műtárgyvédelem, a logisztikai biztonság és a fenntarthatóság szempontjait egységes intézményi műtárgyvédelmi keretrendszerbe integrálja.

Kulcsszavak — *műtárgyvédelem, közgyűjteményi tárolás, műtárgyszállítás, tárolás és szállítmányozás fenntarthatósága*

EN

ArtWork Protection at the Intersection of Storage and Transportation: An Integrated Hybrid Model

The study integrates the results of the author's two previous research projects into a comprehensive investigation focused on the field of artwork protection, with a particular emphasis on institutional artwork protection. The research focuses on security, storage, and logistics solutions applied in public collection repositories and museum environments. The aim of the study is to provide a comparative analysis of local and regional storage systems, as well as an evaluation of the complete logistics chain related to artwork handling, including packaging and transportation processes. The methodological approach is based on a combination of qualitative and quantitative elements, encompassing a systematic literature review, questionnaire surveys, semi-structured interviews, and an analysis based on a design science approach. The results indicate that both local and regional storage solutions are of critical importance. Furthermore, the research highlights the pivotal role of secure artwork packaging and transportation, paying special attention to mechanical protection, the control of environmental impacts, and the minimization of transportation risks. The study concludes that an integrated hybrid storage model—combining the advantages of local and regional systems while optimizing packaging and transportation processes—is capable of ensuring the fulfillment of the highest standards of artwork protection. In addition, the research proposes measurable decision criteria for the application of hybrid storage systems, introduces a preliminary cybersecurity protocol for artwork transportation logistics, and identifies sustainability indicators associated with storage and transportation operations. Finally, the study contributes to the development of the literature by integrating the aspects of artwork protection, logistical security, and sustainability into a unified institutional artwork protection framework.

Keywords — *artwork protection, public collection storage, artwork transportation, sustainability of storage and transportation*

BLE hirdetés alapú szenzorhálózat ESP32 mikrovezérlőkkel

Ungvári Péter, Wührl Tibor

Ipari környezetben a szenzorok és vezérlőik kommunikációs és tápvezetékeinek kialakítása olykor nehézséget jelent. Ezért vezeték nélküli, akkumulátoros szenzorhálózatok alkalmazhatóságát vizsgáljuk ESP32 mikrovezérlőkre épülő prototípusban. A Bluetooth Low Energy (BLE) hirdetések kapcsolatfelépítés nélkül továbbítanak rövid mérési adatokat, de ugyanaz az üzenet többször is megérkezhet. A másolatok elkülönítése nélkül az adatfolyam és a csomópont elérhetőségének megítélése félrevezető lehet. Munkánk célja az üzenethitelesítés, az egyszeri méréselfogadás és az új adathoz kötött elérhetőség közös megvalósítása, valamint az akkumulátoros működés előzetes energetikai értékelése. A feldolgozási szabályokat meghatározott bemenetű szoftvertesztekkel és egycsomópontos, többnapos laboratóriumi próbával vizsgáltuk. A kibontólap önálló áramfelvételét mértük, a teljes csomópontot pedig folyamatos és kapcsolt szenzortáppal végzett akkumulátorfeszültség-próbákban vizsgáltuk. Az összehasonlítás a tápellátó hardver és a szenzortáp szerepének előzetes értékelésére irányult. A vizsgált esetekben az ismételt vételek elkülöníthetők voltak az új mérésektől. Az akkumulátoros megfigyelések a tápellátó hardver saját fogyasztásának jelentőségére utalnak. A munka az ipari alkalmazhatóság és a hosszabb vezetéknélküli működéshez szükséges optimalizálás vizsgálatát alapozza meg.

Kulcsszavak: *Bluetooth Low Energy; ESP32; IIoT; szenzoradatgyűjtés; energiaigény; ismétléskezelés*

SZEKCIÓ S12

Nanoelektronika, anyagfizika és gyártástechnológia

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 14:00–15:08
TEREM TA. 208. terem
ELNÖK Gambár Katalin

A Low-Cost Eight-Channel VO2 Memristor Bench on a DC-Coupled Audio Interface

Tamás Zeffer, Csikósné Pap Andrea Edit, János Volk

Memristor characterization typically relies on a laboratory data-acquisition system. This work presents a lower-cost bench built around an Expert Sleepers ES-9, a DC-coupled studio audio interface, and a custom board that connects the ES-9 to the memristor oscillators. Because the ES-9 is DC-coupled, each oscillator can be held at its own bias while waveforms are played. The board provides an independent drive path and a current reading on every channel, and a failed oscillator can be replaced on the board without dismantling the rest of the setup. The bench is then used with eight VO2 relaxation oscillators that convert acoustic spectral bands into spike trains. In this hardware-in-the-loop test, the ES-9 emulates the band outputs of a cantilever sensor array, and the program stores the oscillator spikes as the raster passed on to the spiking network. Firing onset and rate sensitivity vary widely from channel to channel, so each site requires its own drive setting before the eight rates can be interpreted together. A dedicated program performs that measurement. It runs a DC characterization of each oscillator, stores an offset and a gain for the channel, and applies the stored values when the eight band waveforms are played together, one on each site. The paper presents the bench in operation: the custom board, the eight channel settings, and the multi-channel recording the program keeps.

Frequency-Dependent Dynamic I–V Hysteresis and Thermal Latch-Up in VO2 Threshold-Switching Memristors

Tamás Zeffer, Csikósné Pap Andrea Edit, János Volk

Vanadium dioxide (VO2) threshold-switching memristors are compact building blocks for neuromorphic relaxation oscillators, yet circuit design often relies on quasi-static current–voltage (I–V) parameters. Because the insulator-to- metal transition in VO2 is governed by Joule heating and finite thermal dissipation, the switching boundaries depend strongly on the slew rate (dV /dt) of the applied excitation. This work investigates the dynamic I–V hysteresis loop of VO2 memristors under triangular voltage sweeps across four orders of magnitude in frequency (0.01 Hz to 100 Hz) using a synchronous multi-channel data acquisition system. For each cycle, eight characteristic parameters are extracted automatically: the positive and negative threshold and holding voltages (VH, VL, VH−, VL−), the off- and on-state resistances (Roff, Ron), the hysteresis window (ΔVhyst = VH − VL), and the enclosed loop area (A = $\oint$ I dV). Experimental results show how finite thermal incubation shifts VH upward and VL

downward as the sweep rate inc- reases, widening the hysteresis loop up to a critical frequency. Above this frequency, insufficient cooling time near zero bias prevents recovery to the insulating state, causing thermal latch-up into a persistent Ron branch and collapsing the hysteresis loop. These measurements provide direct experimental bounds for the operating frequency and load-line design of VO2-based spiking oscillators.

Putting eight VO2 oscillators on a common scale for a simultaneous spike raster

Tamás Zeffer, Csikósné Pap Andrea Edit, János Volk

Always-on acoustic sensing needs a front end that does not process sound sample by sample on a clock. A neuromorphic path converts spectral bands into spike trains for a spiking neural network. A VO2 relaxation oscillator fits this role, because its spike rate rises nearly linearly with drive voltage. The hardware concept is a frequency-selective cantilever array whose bands are encoded by such oscillators. For narrow bands, recognition barely improves beyond about forty channels. In an earlier measurement, one physical oscillator produced those forty bands in turn, so the spread in offset and slope between devices remained hidden. Simultaneous encoding requires a separate oscillator for each band. Fabrication spread means that each device starts firing at a different voltage and that its rate rises with a different slope. Channels lie on a common scale when the same band strength maps to the same spike rate on every channel. This work presents an eight-channel board, the first parallel slice of the forty-channel target, and the calibration that brings the sites onto that scale. On each site the spike rate is recorded against drive voltage, and the fit supplies the offset and the slope setting. The same chain then turns a spectrogram into one spike raster. The main result is the eight-channel platform, the per-channel fits, and the unified raster they produce. Keyword classification and integration with the cantilever array are reserved for future work.

Keywords: *VO2 memristor; spike encoding; calibration; spectrogram; neuromorphic sensing*

A “ vorthermon”-ok lehetséges létezéséről: azaz a kvantált termikus Hall-effektusról

Gambár Katalin

A termikus Hall-effektus alapvető eszközzé vált az egzotikus kvázirészecskék és a topológiai rend vizsgálatában, különösen a mágneses szigetelőkben, ahol az elektromos vezetés elnyomott.

A skyrmionokhoz hasonlóan, amelyeket topológiailag védett spin-konfigurációik jellemeznek, a termikus Hall-effektus is mélyen gyökerezik az alapul szolgáló fizikai tér geometriai tulajdonságaiban. Ebben a munkában egy elméleti keretet biztosítunk a termikus Hall-effektus kvantumváltozatához, Sommerfeld-fluxuskvantálása alapján. Továbbá bemutatjuk a disszipációmentes termikus áramörvények potenciális létezését. Azt feltételezzük, hogy ezek az örvények kulcsszerepet játszhatnak más topológiai struktúrák, például a skyrmionrácsok stabilitásában és dinamikájában, új perspektívát kínálva a hőtranszport és a mágneses textúrák közötti kölcsönhatás tekintetében.

Kulcsszavak: *Hall-effektus, skyrmion, „vorthermon”*

SZEKCIÓ S13

Világítástechnika, bioelektromosság és méréstechnika

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 14:00–15:08
TEREM Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)
ELNÖK Molnár György

Világítástervezés robbanásveszélyes ipari környezetben

Kovács Balázs, Molnár Károly Zsolt, Nádas József

A korszerű ipari és vegyipari létesítmények világításának tervezése a megfelelő megvilágítás biztosításán túl villamos biztonsági és robbanásvédelmi követelmények együttes teljesítését is igényli. Robbanásveszélyes környezetben a világítási rendszer minden elemének illeszkednie kell a tér veszélyességi besorolásához, az alkalmazott robbanásvédelmi módhoz és az üzemeltetési feltételekhez. Egy nem megfelelően kiválasztott berendezés vagy tervezési megoldás komoly üzembiztonsági és személyi kockázatot jelenthet.

A kutatás egy korszerű vegyipari üzem robbanásbiztos világítási rendszerének tervezési folyamatán keresztül mutatja be a legfontosabb műszaki szempontokat. Ismerteti a robbanásveszélyes terek zónabesorolását, az ATEX-követelményeket és az alkalmazható Ex-védelmi módokat, valamint ezek hatását a világítási berendezések kiválasztására és a rendszer kialakítására.

Kiemelt szempont a robbanásbiztos és a hagyományos ipari lámpatestek alkalmazási lehetőségeinek összevetése, különös tekintettel a világítástechnikai, villamos és üzemeltetési jellemzőkre. A vizsgálat kitér a biztonsági és tartalékvilágítás Ex-környezetben érvényes speciális követelményeire, továbbá különböző ipari és Ex-minősítésű lámpatestek műszaki jellemzőinek összehasonlítására. A bemutatott gyakorlati példák rávilágítanak a robbanásveszélyes környezetben megvalósított világítási rendszerek tervezésének legfontosabb mérnöki kihívásaira.

Sertéstenyésztésre optimalizált, spektrálisan hangolt LED-világítás mint az állatjólét és a termelési hatékonyság növelésének eszköze

Molnár György, Csíkász Levente, Nádas József

A korszerű sertéstenyésztésben a világítás nem csupán háttérinfrastruktúra: a fény paraméterei közvetlenül befolyásolják az állatok aktivitását, pihenését és állatjólétét, ami a pszichés és fiziológiai hatásokon keresztül a termelékenységre is kihat. Számos hazai telepen még elavult, egyenetlen fényeloszlású rendszerek működnek. E kutatás célja az állatjóléti optimum azonosítása, valamint egy mérhető, biológiailag indokolt, a sertéstartás követelményeihez illeszkedő világítási rendszer fejlesztése.

A vizsgálat a sertések kétszínlátására és érzékelési tartományára támaszkodik. A fejlesztés során kulcsszempont a megfelelő fényerő, a kedvező színhőmérséklet, az alacsony villogás, valamint a poros, párás, ammóniás és nagynyomású mosással tisztított istállókörnyezethez opti-

malizált mechanikai kialakítás. A projekt központi eleme egy többcsatornás, szabályozható LED-alapú prototípus, amely elkülöníti a nappali aktivitást támogató megvilágítást az éjszakai pihenést segítő ellenőrzőfénytől. Laboratóriumi bemérése során értékelik a fénytechnikai, villamos és villogási jellemzőket.

A hatások igazolása két irány mentén történik: egyrészt a termékenységi és szaporodásbiológiai mutatók javulásának vizsgálatával, másrészt a viselkedési megfigyeléseken keresztül az állatjóléti hatások, az aktivitási mintázatok és az akut stressz csökkenésének elemzésével. Mivel a teljes ciklus eredményei még nem állnak rendelkezésre, a jelen szakasz a fejlesztést, a prototípust, a bemérési módszereket és az első telepi tapasztalatokat mutatja be. A végeredmény egy olyan gyakorlatias világítási megoldás, amely egyszerre támogatja a termelékenységet, az állatjólétet és a telepek korszerűsítését.

Az elektromágneses terek és az emberi szervezet villamos kölcsönhatásának vizsgálata RC-helyettesítő modellel

Fehér József Levente, Istók Róbert

Az emberi szervezet elektromos viselkedése a sejtek és szövetek felépítéséből adódóan frekvenciafüggő. Ennek mérnöki értelmezésében meghatározó szerepet játszik a sejthártya kapacitív tulajdonsága, amely befolyásolja a váltakozó áram megoszlását az extracelluláris és a sejten keresztüli intracelluláris vezetési utak között. A cikk célja az emberi test frekvenciafüggő villamos viselkedésének és helyettesítő modellezésének bemutatása, különös tekintettel egy japán kutatócsoport által kidolgozott, öt párhuzamos RC-ágat alkalmazó ekvivalens emberi-test-modellre. A vizsgálat a szakirodalomban közölt impedanciamérések és az azok alapján meghatározott ekvivalens áramköri paraméterek mérnöki értelmezésére épül. Bemutatjuk a sejtszintű helyettesítő kapcsolást, a kapacitív reaktancia frekvenciafüggését, valamint az ebből következő árammegoszlást a párhuzamos vezetési utak között. A szakirodalomban közölt mérési eredmények alapján az emberi test impedanciája a vizsgált frekvenciatartományban általában csökken a frekvencia növekedésével, miközben az egyes testrészek között jelentős különbségek figyelhetők meg. Az öt RC-ágat tartalmazó modell a közölt mérési adatokhoz 1 MHz alatti tartományban megfelelő illeszkedést adott, a számított és mért értékek eltérése a szerzők szerint 10% alatt maradt. Az elemzés rámutat arra, hogy a koncentrált paraméterű RC-modell egyszerű, jól értelmezhető eszközt biztosít a frekvenciafüggő emberi testimpedancia vizsgálatához.

EN

Investigation of the Electrical Interaction Between Electromagnetic Fields and the Human Body Using an RC Equivalent Model

The electrical behavior of the human body is frequency-dependent due to the structure and properties of cells and tissues. From an engineering perspective, the capacitive properties of cell membranes play a key role, as they influence the distribution of alternating current between extracellular and transcellular (intracellular) conduction pathways.

The aim of this paper is to present the frequency-dependent electrical behavior of the human body and its equivalent modeling, with particular emphasis on an equivalent human-body model developed by a Japanese research group using five parallel RC branches. The study is based on the engineering interpretation of impedance measurements reported in the literature and the equivalent circuit parameters determined from these measurements.

The cell-level equivalent circuit is presented, together with the frequency dependence of capacitive reactance and the resulting current distribution between the parallel conduction pathways. According to measurement results reported in the literature, human-body impedance generally decreases with increasing frequency over the frequency range investigated, while significant differences can be observed between individual body parts.

The model comprising five RC branches provided a satisfactory fit to the reported measurement data in the frequency range below 1 MHz; according to the authors, the deviation between the calculated and measured values remained below 10%.

The analysis demonstrates that a lumped-parameter RC model provides a simple and readily interpretable tool for investigating the frequency-dependent impedance of the human body.

Sugeno-Fuzzy Alapú RF Elektróda--Szövet Kölcsönhatás Stabilitási Index Konstans Feszültségű Pontszerű RF Szöveti Mintavételezéshez

Szand Roland, Nagy Sándor, Kopják József, Sebestyén Gergely

A konstans feszültségű, pontszerű rádiófrekvenciás (RF) szöveti mintavételezés során az elektróda–szövet rendszer időben változó villamos terhelési viszonyai a mért áramválaszban jelennek meg. Az elektróda-szövet érintkezési feltételeinek, a lokális szöveti impedanciának és a vezetési viszonyoknak a változásai az áramjel amplitúdómodulációját, fluktuációját, illetve átmeneti csökkenését eredményezhetik. A megfigyelt jelalakeltérések azonban nem rendelhetők egyértelműen meghatározott biofizikai mechanizmusokhoz, ezért az események villamos stabilitásának értékeléséhez több jellemző együttes vizsgálata indokolt. A tanulmány egy háromváltozós, szabályalapú, nulladrendű Sugeno-fuzzy következtetési rendszeren alapuló metodológiát mutat be az RF elektróda–szövet kölcsönhatás eseményszintű villamos stabilitásának kvantifikálására. A jellemzőextrakció az aktív RF-gerjesztési intervallumban mért áramjel effektív értékére, a simított amplitúdóburkoló relatív fluktuációjára, valamint az eseményfüggő küszöbérték alatti burkolóminták arányára épül. Az így meghatározott jellemzők normalizálását követően a fuzzy inferencia előre definiált tagsági függvények és mérnöki megfontolások alapján kialakított szabálybázis alkalmazásával történik. A konstans szabálykimenetek aktivációs súlyokkal képzett súlyozott átlaga dimenzió nélküli, korlátos stabilitási indexet eredményez, amely három előre meghatározott döntési tartomány alapján teszi lehetővé az események kategorizálását. A MATLAB-környezetben implementált offline kiértékelési eljárás kísérletileg rögzített RF áramjelalakokon kerül bemutatásra. Az eseményszintű jelfeldolgozás és a reprezentatív mintavételezési eredmények makroszkópos megfigyelései a módszer előzetes értékelésének alapját képezik. A kialakított modell interpretálható, többparaméteres elektromos eseményszűrési eljárást definiál, amelynek alkalmazási tartománya a mért

áramjelalakok szabályalapú értékelésére korlátozódik. A biofizikai okok azonosítása, valamint a klasszifikációs teljesítmény és a robusztusság kvantitatív validációja további vizsgálatokat igényel.

Kulcsszavak: RF elektróda–szövet kölcsönhatás, Sugeno-fuzzy következtetési rendszer, áramjelalak-analízis, többparaméteres stabilitásértékelés, eseményklasszifikáció

SZEKCIÓ S12

Nanoelektronika, anyagfizika és gyártástechnológia

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 15:40–16:48
TEREM TA. 208. terem
ELNÖK Rácz István

Exploratory One-Dimensional Assessment of Injector Restriction and Equivalent Pressure in Rotating Detonation Combustors

Abdullah Sayeed, Masuk Abdullah, Timotei István Erdei

Purpose: This study investigates injector flow constraints and equivalent stagnation pressure behavior in annular Rotating Detonation Combustors using a computationally inexpensive, exploratory one-dimensional model. It examines the central challenge of pressure gain combustion: the interaction between upstream injector flow restrictions and downstream detonative pressure rise.

Design, Method, and Approach: A reduced-order 1D computational framework was developed in Python, coupling idealized sonic injector capacity, a simplified heat-release-based wave estimate, and algebraic equivalent-flow outlet reconstruction. A 35 × 35 parametric sweep evaluated 1,225 prescribed operating cases, covering annulus mass fluxes of 80 to 320 kg/(s m^2) and effective injector-to-annulus area ratios of 0.10 to 0.35. Alternative exhaust reference-area treatments were examined to assess sensitivity in the calculated stagnation pressure ratio. Six published TU Berlin pressure-ratio observations were included for engineering context, without claiming matched experimental validation.

Results: Under the baseline full-frontal exit reference-area treatment, the calculated stagnation pressure ratio (ΠT) ranges from approximately 0.116 to 0.912, with no cases exhibiting net pressure gain. Applying an alternative annular reference-area treatment changes the modeled gain/loss classification in 475 of 1,225 cases (38.8%), producing conditional pressure ratios above unity in those cases. This difference demonstrates substantial sensitivity to the assumed equivalent-flow outlet definition rather than experimentally established pressure gain. Internal mathematical checks and comparative analysis also identify limitations requiring improved conservation consistency and physical boundary definitions.

Originality: This work presents a computationally inexpensive framework for exploring injector constraints and pressure-ratio sensitivity across prescribed rotating detonation combustor operating conditions. By quantifying the influence of exhaust reference-area assumptions on predicted pressure-gain classification, it highlights a critical modeling consideration for reduced-order combustor analysis. The findings establish a foundation for future development incorporating physically defined exhaust control surfaces, coupled injector boundary conditions, consistent thermochemistry, and matched experimental measurements.

A szelektív lézeres porágyolvasztási eljárás technológiai elemzése

Meszlényi György József

A fém porágy lézeres összeolvasztása egy additívgyártási eljárás, melyben sok kihívás van, ezért fontos a technológia előnyeinek és hátrányainak elemzése. A fém porágy lézeres összeolvasztásánál több, térfogati energiasűrűségi képletet használ a szakirodalom, azonban ezek nincsenek szinkronban, hiányoznak belőlük fontos tényezők. E képletek előnye az, hogy számítási bemenetként olyan technológiai változókat használnak, mint pl. a lézernyaláb pásztázási sebessége a porágy felületén, az elterített por rétegvastagsága, a szomszédos pásztázási vonalak közötti nyalábeltolási távolság (hatch spacing), a lézernyaláb teljesítménye. Ezeket a változókat variálva változnak a gyártott fémalkatrész mechanikai jellemzői: keménység, ütőmunka, szakítószilárdság. A kutatás célja az egységnyi térfogatra jutó energia képleteinek kibővítése oly módon, hogy érthetővé tegye a tényezők hatását, és annak bemutatása, hogy a képletből kiszámolható a cikkekből hiányzó gyártási paraméter. A felületi energiasűrűség és a gyártott alkatrész sűrűségének mérése is elemzés tárgyát képezi, valamint egyes szelektív lézeres porágyolvasztó gépek specifikációinak összevetése, kitérve a gépek által felhasznált fémpor és az elkészült alkatrészek mechanikai jellemzőinek összehasonlítására.

Kulcsszavak: *fém porágy lézeralapú összeolvasztása, térfogati energiasűrűség képlete, lézeres porágyolvasztó gépek specifikációi*

Bear Grylls nyomában: Hogyan éljük túl a méréshatárt?

Rácz István, Bagoly Zsolt

A modern optikai mérőrendszerekben és távérzékelésben komoly nehézséget jelent a műszerek érzékenységi határa alá eső jelek helyes kezelése. Amikor a jel nem éri el a detektálási küszöböt, cenzorált mérési adatok keletkeznek. A munka egyik célja annak bemutatása, hogy a villamosmérnöki megbízhatósági modellezés eszköztára miként alkalmazható az ilyen korlátos adatsorok torzításmentes kiértékelésére és a valós eloszlások rekonstrukciójára asztrofizikai optikai mérések példáján.

A vizsgálat során a megbízhatóságelméletben széles körben használt Kaplan–Meier-típusú túlélési függvényeket alkalmaztuk a detektálási küszöbbe ütköző mérési pontok szakszerű bevonására. A műszeres és fizikai háttérváltozók hatását többváltozós, arányos kockázati Cox-regressziós modellezéssel határoztuk meg.

A világ egyik legfejlettebb teleszkópjának méréseit elemezve, az eredmények alapján a cenzorált pontok elhagyása hamis képet fest a valóságról. A túlélési módszerrel rekonstruált eloszlások szerint a mintában szereplő objektumok szignifikánsan halványabbak és kékebbek az átlagnál, vagyis valóban szeretnek elrejtőzni az érzékelők elől. A többváltozós regresszió ráadásul kimutatta, hogy a kozmikus energiakitörések brutális fizikai paraméterei fittyet hánynak a teljes gazdagalaxis fényességére, így a jelenséget inkább lokális folyamatok uralják. A bemutatott szemlélet közvetlenül bevethető ipari diagnosztikai és detektálási limittel terhelt villamosmérnöki feladatoknál is.

Kulcsszavak: *megbízhatósági analízis, cenzorált adatok, szenzortechnika, adatfeldolgozás, Cox-regresszió*

A Nyquist-határon túl az Univerzumban: Gamma-kitörések égi térképezése

Bagoly Zsolt, Rácz István

A gamma-kitörések (GRB-k) által kirajzolt óriási kozmológiai képződmények vizsgálatához elengedhetetlen a valódi fizikai csomósodás és a megfigyelési szelekciós hatások szétválasztása. Munkánk célja a Swift űrtávcső 1665 kitörést tartalmazó katalógusa és annak 427 elemű, ismert vöröseltolódású részhalmaza alapján az égi teljességi függvény pontos rekonstrukciója. A ritka mintákon alkalmazott hagyományos adaptív magfüggvényes sűrűségbecslés (AKDE) aluláteresztő szűrőként viselkedik, elmosva a galaktikus korong éles kitakarási határait. E korlát áthidalására egy Bayes-i prekondicionált (Precon) faktorizált becslőt vezettünk be, amely Általánosított Additív Modellek (GAM) és izotróp gömbi spline-ok (SOS) segítségével határozza meg a vöröseltolódás-mérés feltételes valószínűségét. Igazoltuk, hogy a módszer spektrális sávszélesség-kiterjesztőként működik: a ritka minta Nyquist–Shannon-határán túli magas frekvenciás struktúrákat is visszaállítja, harminc nagyságrenddel nagyobb Bayes-faktorral felülmúlva az AKDE módszert. Emellett öt nemparaméteres gömbi statisztikai teszttel kimutattuk, hogy az utófény- és a gazdagalaxis-mérésekből származó alpopulációk égi eloszlása statisztikailag megkülönböztethetetlen, a katalógus kettéválasztása pedig túlillesztéshez vezet. Eredményeink igazolják az egyesített égi expozíciós térkép alkalmazhatóságát a jövőbeli űrmissziók kozmológiai elemzéseiben.

Kulcsszavak: *gamma-kitörések, Bayes-i gömbi spline-ok, spektrális sávszélesség-kiterjesztés, gömbi statisztika, kozmológiai struktúrák*

EN

Beyond the Nyquist Limit in the Universe: Sky Mapping of Gamma-Ray Bursts

To investigate the giant cosmological structures traced by Gamma-Ray Bursts (GRBs), it is essential to separate genuine physical clustering from observational selection effects. The goal of our work is the accurate reconstruction of the sky completeness function based on the Swift satellite catalog of 1665 bursts and its 427-element subset with known spectroscopic redshifts. Traditional Adaptive Kernel Density Estimation (AKDE) applied to sparse samples acts as a low-pass filter, blurring the sharp extinction boundaries of the Galactic plane. To overcome this limitation, we introduced a Bayesian Preconditioned (Precon) factorized estimator that determines the conditional probability of redshift measurement using Generalized Additive Models (GAM) and isotropic Splines on the Sphere (SOS). We demonstrated that the method acts as a spectral bandwidth extender: it recovers high-frequency structures beyond the Nyquist–Shannon limit of the sparse sample, outperforming the AKDE method by a Bayes factor of more than thirty orders of magnitude. Furthermore, using five non-parametric spherical statistical tests, we showed that the sky distributions of subpopulations derived from afterglow and host-galaxy measurements are statistically indistinguishable, and splitting the catalog leads to overfitting. Our results justify the application of a unified sky exposure map in the cosmological analyses of future space missions.

Keywords: *gamma-ray bursts, Bayesian spherical splines, spectral bandwidth extension, spherical statistics, cosmological structures*

SZEKCIÓ S15

Oktatásmódszertan, fizika és interdiszciplináris témák

IDŐPONT Péntek, 2026. november 13. · 15:40–16:48
TEREM Könyvtár terem (A. ép. Fsz. 7.)
ELNÖK Papp József

Kollaboratív tanulási módszerek alkalmazása gondolattérkép alapú támogatás mellett

Pátrovics Botond, Molnár György, Nagy Enikő

A modern oktatási és munkakörnyezetben kiemelt jelentőséggel bír a csoportos interakciókat és a kognitív integrációt elősegítő kollaboratív tanulás. Jelen tanulmány a gondolattérkép-alapú vizuális támogatás hatékonyságát vizsgálja a strukturált tudásmegosztás és a közös projekt-alapú feladatmegoldás területén. Az alkalmazott módszertan elemzése rávilágít arra, hogy a digitális gondolattérképek miként csökkentik a kognitív terhelést, miközben intuitív keretet biztosítanak a kollektív ötleteléshez (brainstorming) és az információk rendszerezéséhez, ezáltal mérhetően növelve a tanulási folyamat hatékonyságát és a résztvevők elköteleződését. Tehát cikkünk középpontjában egy olyan kutatás áll, amely azt vizsgálja, hogy hogyan lehet megvalósítani a gépjármű-mechatronikai technikus szakmai képzésben a belsőégésű motorok diagnosztikáját kollaboratív tanulás keretein belül.

A kollaboratív tanulás esetén a fő cél az együtt-tanulás sikeres teljesítése, de nem feltétellenül van végtermék, produktum a tanulási folyamat végén, szemben a kooperatív tanulással. Ezt a célt a közösen végzett tevékenységgel lehet elérni. Alapvető célja, a tanulásban résztvevők közös munkájának az elősegítése. A kollaboratív tanulás sajátossága, hogy a tanulási tevékenység történhet hagyományos keretek között, vagy az online térben.

(Pásztor-Kovács, 2025). Ez utóbbi esetben nincsen térbeli és időbeli korlát. A kollaboratív tanulási környezetek lehetővé teszik, hogy a diákok párban, vagy kis csoportokban dolgozzanak egy-egy témán. A digitális eszközök és informatikai rendszerek ebben az esetben elengedhetetlenül szükséges eszközök.

Kutatásunkon belül a kollaboratív oktatás gyakorlati és helyszíni oktatásként valósult meg. A csoport egy első éves gépjárműmechatronikai technikus csoport volt, akiknek heti egy alkalommal tömbösítve, 6*45=270 perc volt az oktatási gyakorlati idejük. Továbbá erre a kollaboratív tanulási tevékenységre összesen három alkalom, azaz 3*270 perc állt rendelkezésre.

Természetesen csak ez az idő nem lett volna elegendő a teljes feladat megoldására és dokumentálására, így magától értetődik, hogy a két gyakorlati óra közötti időben is kellett a feladatokkal foglalkozni. A probléma megoldásához szükséges segédanyagokat, műszerhasználati útmutatókat, javítási útmutatókat, mérési jegyzőkönyveket, kitöltendő nyers munkalapokat az iskolai közös tárhelyen tettük elérhetővé. Az oktatási folyamat a 12 fős csoport felosztásával kezdődött 6*2 fős csoportokat alakítottak ki a tanulók, azaz a kollaboratív tanulási folyamatban párban dolgoztak. A csoportok kialakítása után következett az esettanulmány ismerteté-

se, majd a megoldandó csoportfeladatok és a brainstorming. Az alkalmazott kollaboratív módszer nagy hatékonyságot mutatott az oktatás során, mindemellett a diákok is motiváltabbak voltak. Előadásunk ezek részleteit mutatják be.

EN

The use of collaborative learning methods with the support of mind maps

In modern educational and working environments, collaborative learning – which promotes group interactions and cognitive integration – is of paramount importance. This study examines the effectiveness of mind-map-based visual support in the areas of structured knowledge-sharing and collaborative project-based problem-solving. An analysis of the methodology employed highlights how digital mind maps reduce cognitive load whilst providing an intuitive framework for collective brainstorming and the organisation of information, thereby measurably increasing the efficiency of the learning process and the participants' engagement. Our article therefore focuses on a study that examines how the diagnostics of internal combustion engines can be implemented within the framework of collaborative learning in the vocational training of automotive mechatronics technicians.

In collaborative learning, the main aim is the successful completion of joint learning, but unlike in cooperative learning, there is not necessarily a final product or output at the end of the learning process. This aim can be achieved through joint activities. Its fundamental purpose is to facilitate the joint work of those taking part in the learning process. A distinctive feature of collaborative learning is that the learning activity can take place within a traditional setting or in an online environment.

(Pásztor-Kovács, 2025). In the latter case, there are no spatial or temporal constraints. In the latter case, there are no spatial or temporal constraints. Collaborative learning environments enable students to work on a particular topic in pairs or small groups. Digital tools and IT systems are indispensable in this context.

Within our research, collaborative teaching took the form of practical, on-site instruction. The group consisted of first-year automotive mechatronics technicians, who had a total of 6 × 45 = 270 minutes of practical teaching time per week, delivered in a block session. Furthermore, a total of three sessions, i.e. 3 × 270 minutes, were allocated to this collaborative learning activity.

Naturally, this time alone would not have been sufficient to complete and document the entire task, so it goes without saying that the students also had to work on the tasks in the time between the two practical sessions. The supporting materials required to solve the problem – including instrument user guides, repair manuals, measurement reports and blank worksheets to be completed – were made available on the school's shared storage platform. The teaching process began with the division of the 12-strong group; the pupils formed 6 groups of 2, meaning they worked in pairs as part of the collaborative learning process. Once the groups had been formed, the case study was presented, followed by the group tasks to be completed and a brainstorming session. The collaborative method used proved highly effective in teaching, whilst the students were also more motivated. Our presentation sets out the details of this.

Transzverzális készségek fejlesztésének módszerei a mérnökképzésben – fókuszban a kreativitás, a projektmódszer és a felhőalapú megoldások

Sik Dávid, Németh István, Molnár György

A 21. századi mérnöki tevékenység egyre összetettebb kihívásai szükségessé teszik, hogy a felsőoktatási intézmények a szakmai ismeretek átadása mellett kiemelt figyelmet fordítsanak a transzverzális készségek fejlesztésére is. A munkaerőpiaci elvárások szerint a leendő mérnököknek nemcsak magas szintű technikai kompetenciákkal kell rendelkezniük, hanem kreatív problémamegoldó képességgel, együttműködési készséggel, algoritmikus gondolkodással, kommunikációs kompetenciával, problémamegoldó képességgel, valamint digitális és önirányított tanulási képességekkel is.

Az előadás a mérnökképzésben alkalmazható olyan korszerű pedagógiai módszereket mutatja be, amelyek hatékonyan támogatják a transzverzális készségek fejlesztését. Kiemelt figyelmet kap a projektalapú tanulás (Project-Based Learning), amely valós vagy valósághű problémák megoldásán keresztül ösztönzi a hallgatói aktivitást, a kreatív gondolkodást és a csapatmunkát. A felsőoktatási mérnöki kurzusokon keresztül végzett kutatásunk rámutat arra, hogy a projektmódszer alkalmazása jelentősen hozzájárul a hallgatók önállóságának, innovációs készségének és szakmai önbizalmának fejlődéséhez.

Előadásunk emellett elemzi a felhőalapú digitális környezetek szerepét a mérnökképzésben, amely az MI-alapú megoldásokat is felveti. Az olyan együttműködést támogató platformok, mint a Microsoft 365, a Teams, a SharePoint, Obsidian, Zotero, GIT-rendszerek vagy más online projektmenedzsment-rendszerek lehetőséget teremtenek a közös tudásépítésre, a dokumentumok valós idejű szerkesztésére, valamint a hely- és időfüggetlen projektmunkára. A felhőalapú megoldások alkalmazása elősegíti a digitális kompetenciák fejlesztését, miközben támogatja a kreatív és kollaboratív tanulási folyamatokat.

Az előadás gyakorlati példákon keresztül mutatja be a kreativitásfejlesztő technikák, a projektalapú oktatás és a felhőtechnológiák integrált alkalmazásának lehetőségeit a mérnökpedagógiai gyakorlatban konkrét gyakorlati kurzusokon keresztül. Az eredmények azt jelzik, hogy az innovatív tanulásszervezési módszerek együttes alkalmazása hatékonyan járul hozzá a munkaerőpiacon elvárt transzverzális kompetenciák kialakításához és a hallgatók jövőbeli szakmai sikerességéhez.

EN

Methods for developing transversal skills in engineering education – with a focus on creativity, the project-based approach and cloud-based solutions

The increasingly complex challenges of 21st-century engineering mean that higher education institutions must, alongside the imparting of specialist knowledge, place particular emphasis on the development of transversal skills. According to labour market expectations, future engineers must possess not only a high level of technical competence, but also creative problem-solving skills, the ability to collaborate, algorithmic thinking, communication skills, problem-solving abilities, as well as digital and self-directed learning skills.

This presentation outlines modern pedagogical methods applicable to engineering education that effectively support the development of transversal skills. Particular attention is given to Project-Based Learning (PBL), which encourages student engagement, creative thinking and teamwork through the resolution of real or realistic problems. Our research, conducted across engineering courses in higher education, highlights that the use of the project-based approach contributes significantly to the development of students' independence, innovative skills and professional confidence.

Our presentation also analyses the role of cloud-based digital environments in engineering education, which also raises the issue of AI-based solutions. Collaboration platforms such as Microsoft 365, Teams, SharePoint, Obsidian, Zotero, Git systems and other online project management systems provide opportunities for collaborative knowledge-building, real-time document editing and project work that is independent of time and place. The use of cloud-based solutions promotes the development of digital skills whilst supporting creative and collaborative learning processes.

Through practical examples, the presentation demonstrates the possibilities for the integrated application of creativity-enhancing techniques, project-based teaching and cloud technologies in engineering education practice, using specific practical courses as examples. The results indicate that the combined use of innovative learning organisation methods contributes effectively to the development of the transversal competences required in the labour market and to students' future professional success.

The Deliberate Use of Generative Artificial Intelligence Services in Course Design

Papp József

The educational application of generative artificial intelligence creates new opportunities for the design and development of higher education courses. However, its effective use depends not merely on the availability of the technology, but also on a methodologically informed and deliberate approach to its application.

The aim of this study is to demonstrate how ChatGPT can be integrated into the complete course development process, from the formulation of the initial concept to the development of detailed learning materials and the creation of a Moodle-based learning environment. The proposed approach conceptualises course design as an iterative system of interconnected and sequential steps, in which generative artificial intelligence functions as a tool supporting the instructor's professional and pedagogical decision-making.

The process includes defining course objectives and the competences to be developed, establishing the thematic structure, formulating learning outcomes, developing the content of individual lessons, and designing learning activities, assignments, and assessment methods. These stages are followed by the adaptation of the resulting educational components to the Moodle environment and their organisation into a structured course.

The study emphasises that generative artificial intelligence does not replace the instructor's disciplinary expertise, pedagogical responsibility, or critical supervisory role. Its effective application requires the provision of appropriate contextual information, the systematic decomposition of tasks, the iterative refinement of prompts, and the professional validation of generated content.

On the basis of the proposed method, generative artificial intelligence can be conceptualised as an educational technology that, when applied deliberately and critically, can support a systematic, coherent, and efficient approach to course design.

Keywords: *generative artificial intelligence; ChatGPT; course design; educational technology; Moodle; prompt engineering; learning material development*

Why Do We Require Handwritten Laboratory Reports in the Measurement Technology Laboratory?

Papp József

In an increasingly digitalised educational environment, it is becoming progressively more important to examine how the declining use of handwriting affects students' learning processes, problem-solving abilities, and engineering thinking. This study focuses on the question of why it remains beneficial to require students to prepare handwritten laboratory reports in the Measurement Technology Laboratory.

Handwriting is not merely an administrative means of recording information; rather, it represents a cognitive activity that supports sustained attention, the selection and organisation of information, the recognition of conceptual relationships, and the development of structured thinking. Although typing and computer-based documentation offer practical advantages in terms of speed and efficiency, they may also reduce the depth of interpretative processing, as students can more easily record data without consciously reflecting on its relevance to measurement, modelling, or troubleshooting processes.

The paper argues that handwritten laboratory reports may facilitate the active interpretation of measurement processes, the formulation of independent conclusions, and the development of professional competences. It is important to emphasise that handwriting should not be regarded as a rejection of digitalisation. Rather, when appropriately integrated into the learning process, it can serve as an educational methodology that contributes to the development of an engineering mindset, independent problem-solving skills, and systems-level thinking.

Keywords: *handwriting; laboratory report; cognitive development; teaching methodology; laboratory education; digitalisation*

CSÜTÖRTÖK, 2026. NOVEMBER 12.

Poszter-szekció

Poster session

POSZTER

Poszterszekció

IDŐPONT Csütörtök, 2026. november 12. · a kávészünetekben és az ebédszünet második felében (13:30-tól)

P1

Investigation of Discretization Methods for a Fourth-Order SO-SOGI Under Low Sampling Frequency Conditions

Balla Bence, Kopják József, Mathe László

Fourth-order SOGI-based orthogonal signal generators offer improved frequency selectivity and harmonic attenuation compared to conventional second-order SOGI structures. These advantages make them attractive for synchronization, filtering and signal-estimation applications operating in distorted environments. However, practical deployment requires digital implementation, where the selected discretization method may significantly influence system performance, especially at low sampling-frequency ratios. This paper investigates the behaviour of a fourth-order SO-SOGI structure realized using FEFE, FEBE, BEFE, BEBE and Tustin discretization methods for sampling-frequency ratios ranging from N=4N=4N=4 to N=20N=20N=20. First, the harmonic attenuation properties of the fourth-order structure are compared to those of a classical SOGI. Subsequently, the influence of various discrete-time implementations is evaluated. The results demonstrate that the FEFE and standard Tustin realizations provide bounded operation throughout the investigated range, whereas the BEBE realization exhibits numerical divergence. Furthermore, the direct application of frequency prewarping to the investigated Tustin structure results in negligible output amplitudes for all examined sampling-frequency ratios. The presented results provide practical guidelines for implementing fourth-order SO-SOGI structures in low-sampling-frequency digital control systems.

P2

Thrust vectoring-based implementation of vertical takeoff and landing on unmanned aerial vehicles

Szeőcs Dávid, Masuk Abdullah, Menyhárt József, Husi Géza

Purpose: This research proposes a new method for equipping fixed-wing unmanned aerial vehicles (UAVs) with vertical takeoff and landing (VTOL) capability and autonomously controlling the takeoff and landing process. The method is demonstrated using a MATLAB Simulink simulation and with tests on a prototype built specifically for this method.

Design, Method, and Approach: This study proposes a fixed-wing UAV with two tilting rotors in front of the center of mass. The UAV starts in a horizontal position on the ground, and transitions into a vertical position using the tilting rotors controlled by a PID-controller based

system polling data from a gyroscope, while the rear landing gear stays on the ground in a fixed position. After reaching vertical orientation, the UAV takes off and later transitions into horizontal flight in the air.

Results: Based on the simulation and testing results, the proposed method is working as expected and is eligible for implementation on a production model. The control method completes the horizontal-vertical transition in around 8 seconds, and prevents the rear landing gear from moving in the process. The take-off test and simulation show how the control system rotates the UAV from its initial horizontal position towards a vertical position. The controller adjusts the thrust vector to generate the torque required to rotate the aircraft around its landing-gear support point. As the aircraft's angle changes, the control system continuously adjusts the motor thrust direction to maintain the intended rotation. The landing process is done in reverse, in which the UAV rotates from a vertical position back to a horizontal position. The aircraft's angle gradually decreases from approximately 90 to 0 degrees. The angular velocity initially shows a strong negative response, indicating rotation in the opposite direction, before gradually approaching zero as the aircraft stabilizes. The thrust changes sharply at the beginning of the manoeuvre and then settles to a relatively stable level. The directional angle of the thrust also adjusts to provide the force needed to control the aircraft's rotation.

Originality: Out of the existing methods for implementing VTOL on fixed-wing UAVs, the proposed method shares the most similarities with tailsitter UAVs, but the takeoff and landing process differentiates them. Unlike tailsitters that stand vertically on the ground using a landing gear that allows a stable vertical orientation, the new method rests on the ground horizontally and uses its tilting rotors to keep the UAV in a vertical orientation before takeoff on a much smaller landing gear, that saves weight and reduces aerodynamic drag.

P3

Digital Shadow Framework as a Foundation for UAV Digital Twin Development

Masuk Abdullah, Arsylan Baimurat, Timotei István Erdei, Husi Géza

Purpose: The goal of this study is to create and validate a Digital Shadow as the first fundamental stage in developing a full-fledged Digital Twin which can be used for Industry 5.0 purposes. This study demonstrates the possibility of simulating flight in a virtual environment using real flight data from a drone/UAV.

Design, Method, and Approach: The first step was to create a project in Unreal Engine 5 and import a 3D model of the DJI Mini 3 drone, which served as the basis for all subsequent actions. The second step included scanning the laboratory using the PolyCam application to further export the environment model to the simulator. The third step involved a real drone flight and recording parameters such as position, altitude, orientation angles (pitch, roll, yaw), speeds, and battery data. The log contains 465 records with a frequency of 10 Hz, totaling 46.4 seconds. The log showed 3.7 seconds of motor start-up on the ground and gave an active flight of 42.7 seconds. This matches the data from the AirData service, which indicates 42 seconds. The GPS did not work indoors, and the number of satellites was zero. Therefore, the horizontal coordinates X and Y were reconstructed by integrating the velocities from the

inertial system (dead reckoning method). The Z-coordinate was taken directly from the barometric altimeter and converted it from feet to centimeters. Afterwards flight reproduction implemented as a C++ class in Unreal Engine and environmental changes by adding channels (1) constant wind and (2) turbulence based on Perlin noise. Separately, in AirSimNH, two modes were created: manual control via keyboard and autonomous flight around the house perimeter upon pressing the P key. Finally, the 3D models of two drones were reconstructed and measured - the AirSim reference drone and the DJI Mini 3 and compared their sizes.

Results: The virtual replay was compared to the recorded flight at nine reference times and a match was achieved. The attitude was agreed within 0.1° and the altitude within 0.01cm, the round-off values of the source telemetry. There was no difference in the final horizontal offset (−66, +73) cm in both records. A linear drift of 4.46 m was recorded during the 42.7 s of active flight due to a wind of (0, 10, 3) cm/s. At Intensity = 0.5, the turbulence created bounded oscillations of ±2.5 cm, but there was no drift. The AirSim reference vehicle was about 3.5 times bigger than the DJI Mini 3.

Originality: This study presents an explicitly unidirectional Digital Shadow stage, which is created using consumer-UAV telemetry and a scanned laboratory environment, in contrast to previous UAV Digital Twin research, where a real-time, high-bandwidth connection was assumed. This step sets a tangible starting point and a step-by-step route towards a bidirectional Digital Twin.

P4

Fault detection with Synchronous Node Voltage Logic

Rappai Richárd Zsolt, Conka Zsolt, Bencsik József

Accurate fault localization is a key requirement for maintaining the reliability and operational safety of electrical networks. This paper introduces a network analysis approach in which fault locations are estimated using synchronous node voltage measurements and branch currents derived from an impedance matrix. The method is based on a mathematical representation of the investigated network, incorporating its topology and electrical parameters. Voltage measurements acquired at different nodes are associated with timestamps to ensure temporal alignment and enable the reconstruction of the network's electrical state at a common instant. The proposed approach is evaluated by deliberately introducing faults into a network with a predefined structure and known electrical characteristics. Synchronous node voltage data obtained from simulations and experimental measurements are used as inputs to the impedance-matrix-based calculation of branch currents. The resulting current values are analyzed to identify deviations from the expected operating conditions and determine which network sections are most likely to contain the fault. The calculated quantities are also compared with simulation results to assess the accuracy of the current reconstruction and its suitability for fault localization.The method offers a potential reduction in the communication burden of distributed monitoring systems. Rather than transmitting branch currents calculated locally or extensive sets of processed data, measurement units can communicate synchronous node voltage values together with their timestamps. The receiving unit can then calculate the corresponding branch currents using the network model and impedance mat-

rix, and use the reconstructed electrical state to support fault identification and localization. The effectiveness of this approach depends on the accuracy of the network parameters, the availability of a sufficiently precise network model, and the temporal synchronization of the measurements. By combining synchronous voltage acquisition with model-based current estimation, the proposed methodology offers a data-efficient framework for locating faults in electrical networks and supporting real-time monitoring and network supervision.

P5

Application of a Synchronous Node Protection Unit for Transient Stability Enhancement

Bencsik József, Conka Zsolt, Rappai Richárd Zsolt, Sváb Réka

In modern electrical grids, the widespread integration of renewable energy sources steadily decreases overall system inertia. This reduction in rotational inertia leaves distribution networks and local power plants highly vulnerable to severe disturbances, as synchronous machines can rapidly lose transient stability during short-circuit events. Traditional digital protection relays calculate fundamental-frequency root-mean-square (RMS) values to detect abnormal voltages and currents. In a standard 50 Hz power system, this approach introduces an unavoidable time delay because the measurement window requires at least one or one and a half full cycles (20 to 30 ms) to determine electrical quantities reliably. When this algorithmic processing delay is combined with the mechanical operating time of standard circuit breakers, synchronous generators often suffer excessive rotor acceleration and severe frequency drops that can trigger wide area blackouts. To resolve this critical latency, our paper investigates the application of a Synchronous Node Protection Unit (SNPU) designed to preserve generator transient stability through ultra fast, sub-cycle fault detection. The proposed architecture evaluates synchronized high speed voltage trajectories and nodal admittance matrices to identify fault inception within a fraction of a cycle. The system was experimentally validated on a laboratory test bench equipped with a synchronous generator unit, where its response was benchmarked against conventional industrial Protecta relays under identical sudden fault conditions. The experimental results show that the SNPU significantly shortens fault clearing times, limits rotor angle swings, and stabilizes grid frequency, providing a dependable protection framework for low-inertia power systems.

P6

Design and Implementation of a Low-Cost Flight Recorder Architecture of Ultralight Aircraft and drones

Naresh Barua, Aiden Aurgha D Costa, Yaroslav Markov, Masuk Abdullah, Timotei István Erdei, Attila Szántó, Kapusi Tibor Péter, Péter Puskás

Purpose: The main objective of this paper is to understand the design process and hardware implementation, exercised to build a low-cost Flight data recorder for Radio controlled models and Ultralight aircraft using open-source components.

Methodology: The design includes a cylindrical, shock resistant and waterproof 6061 aluminum-based encloser with an ultra-low power microcontroller and GPS system. The GPS antenna bands are directly molded into the metal housing to keep the system watertight. GPS system acquires speed, altitude, latitude and longitude of the aircraft. Accelerometer and gyroscopic sensors monitor the yaw, roll pitch movement. Internal Temperature Sensor monitors the battery and electronics system temperature. The microcontroller uses I2C protocol to communicate with the IMU. It uses UART to receive telemetry data from the GPS. Additionally, the microcontroller processes all the required flight telemetry data and stores it in an integrated 256GB SD card with running on a custom implemented RAID-1 array. The overall system is initially powered by the main power source of the aircraft. In the case of accident, the connection with the main power source will be cut off and immediately powered by a LiFePo4 (Lithium Iron Phosphate) battery as the auxiliary power system enclosed in the black box. Proper antenna band is implemented for radio frequency transfer.

Result: The finite element analysis presents that the cylindrical housing can withstand up to 1.8 MPa. The IMU polling rate is 100 Hz, Temperature sensor and GPS polls at 1 Hz. The system acquires 30 MB of data per hour. With a 256 GB SD card the system can run 250 days without data offloading.

Originality: This paper covers design analysis, manufacturing process, electronics implementation of a lightweight and affordable flight data recorder. The product design and finite element analysis was done using Ansys. The research demonstrates a scope for implementing open-source components as a cost-effective solution for flight recorder design to enhance the flight data tracking for various types of drones and lightweight aircraft.

Keywords: *Flight Data Recorder, Inertial Measurement, Finite Element Analysis, Telemetry*

Szerzői index

Az oldalszámok az absztraktok kezdőoldalára utalnak. · Page numbers refer to the first page of each abstract.

A

Abdullah Sayeed **90**
Ady László **39, 51, 69**
Andrási Levente **52**

B

Bagoly Zsolt **91, 92**
Baimurat, Arsylan **100**
Balajti István **35, 38**
Balla Bence **99**
Balogh Tamás **31**
Baross Márk Tamás **14, 15, 16, 18, 74, 75**
Barua, Naresh **102**
Ben Khaled, Khalil **52**
Bencsik József **101, 102**
Bencze Attila **68**
Bendiák István **23, 24, 25**
Betušová, Ivanna **51**
Biczó Bence **14**
Bodor Károly Balázs **49**
Borbély Endre **21**
Borsos Döníz **52, 69**
Bréda Gábor **48**

C

Conka Zsolt **101, 102**
Csíkász Levente **86**
Csikósné Pap Andrea Edit **83, 84**

D

D Costa, Aiden Aurgha **102**
Demeter Zalán **36**
Dimitrov Marcell **14**

E

Egri Hunor Vencel **17**
Egri Tamás **16, 75**
Elekes Botond **8**
Erdei Timotei István **90, 100, 102**

F

Fehér József Levente **87**
Fekete Dániel **74**
Fekete Gábor **60**
Fodor Attila **60, 61**

G

Galuska János **60**
Gambár Katalin **84**
Görög József **53**
Gyányi Sándor **16, 75, 77**
Gyüre István **75**

H

Habulin Hanna Katinka **53**
Hardy András **60**
Hegedűs Henrik **33**
Helembai László **37**
Hell Péter **48**
Homoki Bence **78**
Horváth Balázs István **65, 66**
Horváth Benedek **69**
Husi Géza **99, 100**

I

Illési Zsolt **32**
Istók Róbert **27, 28, 87**

J

Jakab István **71**
Jasztrab Péter János **27, 28**
Juhász Gergő **29**

K

Kapusi Tibor Péter **102**
Katona József **52, 69**
Kiss Tamás **5**
Kopják József **40, 41, 73, 76, 88, 99**
Korpás Máté **30**
Kovács Balázs **86**
Kovács Károly **12**
Kovács Róbert Sándor **29, 30, 46**
Kozák Márton Barnabás **12**
Krasznai Enikő **21**
Kún Gergely Ottó **77**
Kusper Gábor **11**

L

Lakatos Viktória **68**

Lőrincz László **80**

M

Magyar Attila **61**
Magyar Mihály **73**
Markella Zsolt **63, 64, 65, 66**
Markov, Yaroslav **102**
Martonicz Dániel **36**
Masuk Abdullah **90, 99, 100, 102**
Mathe László **99**
Matkovics Ádám **36**
Menyhárt József **99**
Meszlényi György József **91**
Molnár György **86, 93, 95**
Molnár Károly Zsolt **86**
Mórocz Máté **72**
Morva György **7, 8**

N

Nádas József **86**
Nagy Balázs **46**
Nagy Enikő **93**
Nagy Roland **44**
Nagy Sándor **40, 73, 88**
Nemcsics Ákos **62**
Németh István **15, 95**
Ngunza, Adelino João Ganga **59**

O

Oloo, Jackson **42**

P

Papp József **96, 97**
Papp Zoltán **77**
Pátrovics Botond **93**
Petró Bálint **7, 8**
Puskás Péter **102**

R

Rácz Ervin **9, 10, 59**
Rácz István **91, 92**
Rappai Richárd Zsolt **101, 102**
Rátkai Ákos Tamás **49**
Rick Péter **62**
Ruckel Balázs Krisztián **46**
Ruskovics Péter **80**

S

Sándor Alpár **36**
Sándor Tamás **19, 20, 22, 23, 79, 80**
Schubert Judit **44**
Schuster György **24, 25, 34, 39, 51**
Sebestyén Gergely **40, 41, 76, 88**
Sik Dávid **95**
Simkó Krisztofer **18**
Sváb Réka **102**
Szádeczky Tamás **44**
Szalai Gábor **26**
Szamel László **42**
Szand Roland **40, 88**
Szaniszló Zsolt **38**
Szántó Attila **102**
Szécsy Levente Sándor **79**
Szén István **55, 57, 58, 59**
Szeőcs Dávid **99**
Szijártó Gábor **12**
Szilasi János **5, 58**
Szűcs István **41, 76**

T

Terpecz Gábor **34**
Tokody Dániel **39, 51, 69**

U

Udvarhelyi Csaba **35**
Ujlaki Balázs **7, 8**
Ungvári Péter **23, 82**
Ürmös Antal **67**

V

Varga Árpád **42**
Varga Csaba **36**
Varga Péter János **15, 16, 32, 39, 48, 51, 75**
Vincze Szabolcs **9, 10**
Volk János **83, 84**

W

Wendler Márk **41, 76**
Wéninger Zoárd Tibor **61**
Wührl Tibor **16, 75, 77, 82**

Z

Zaletnyik Péter Tibor **74**
Zeffer Tamás **83, 84**
Zhang Peng **69**
Zsombok Balázs **58**

Jegyzetek

Jegyzetek



42. Kandó Konferencia · 2026. november 12–13.