

**Témavezető neve: Gingl Zoltán**

**A téma címe: Interdiszciplináris fluktuáció- és zajproblémák technológiai alkalmazásokkal**

**A kutatás időtartama: 2002-2005**

Kutatócsoportunk a nyolcvanas évek közepe óta intenzíven foglalkozik a zajok kutatásával. Jelentős nemzetközi elismerést értünk el különböző – mind az alapkutatások, mind a technológiai alkalmazások szempontjából is fontos – véletlen fluktuációk és zajok vizsgálatában, többek között: perkolációs zajfolyamatok, mint pl. magashőmérsékletű szupravezetők, vékonyrétegek degradációja, kémiai szenzor alkalmazások; nanostrukturák vezetőképességi zaja; sztochasztikus rezonancia;  $1/f$  zaj folyamatok, stb. Kísérleti természetű vizsgálatainkat saját fejlesztésű modern digitális mérőrendszerekkel és analóg modellezéssel is végezzük, melynek eredményeképpen számos új jelfeldolgozási módszert és igen hatékony analóg és digitális elemekre, DSP processzorokra épülő mérő-modellezőrendszereket fejlesztettünk ki. Elméleti vizsgálataink analitikus módszereken mellett numerikus szimulációra épülnek. Tapasztalatainkat számos gyakorlati területen is felhasználjuk, melyek között szerepelnek biológiai, kémiai, neuro-kardiológiai kutatások és mérés-technikai, jelfeldolgozási fejlesztésekre irányuló kutatások is.

A kutatás időtartama alatt legfontosabb eredményeinket az egyik fő profilunkat jelentő sztochasztikus rezonancia vizsgálatában értük el. Nagy hangsúlyt helyeztünk a jelenség technikai alkalmazásait támogató jel/zaj viszony növelési lehetőségek elemzésére és számos sikert értünk el ezen a területen.

Egy másik igen fontos kutatási területünk a mai napig megoldatlan problémákkal terhelt  $1/f$  zajok analízise. A kutatási periódusban főként a véletlen folyamat időbeli szerkezetének tanulmányozását végeztük. A fentebb említett két terület kutatócsoportunk nemzetközi tekintélyének legfontosabb alapja.

Jelen pályázat keretében igyekeztünk kutatásainkat interdiszciplináris területeken is megerősíteni, eredményeinket, szaktudásunkat alkalmazni. Ezek közé tartozik különböző típusú anyagok zajelemzéses mérése és modellezése, neurokardiológiai kutatások folytatása, mérés-technikai és műszerfejlesztések elvégzése; továbbá a virtuális mérés-technikában szerzett jártasságunkra alapozva szakmódszertani jellegű kutatásokkal hozzájárultunk az egyetemi és PhD szintű oktatási területeken hasznos fejlesztésekhez, és ez a tanszékcsoporthoz szerzett tapasztalataink alapján komoly segítséget ad a modern ismeretekkel rendelkező fiatal kutatók kineveléséhez is.

Sajnos a pályázat legelső szakaszában kutatócsoportunkból kivált és külföldre távozott Dr. Vajtai Róbert, akinek munkájára elsősorban a nanotechnológiai alkalmazások területén számítottunk. Kutatócsoportunk előző vezetője, jelenlegi együttműködő partnerünk, Prof. Dr. Kish László is kutatási profilt és munkahelyet váltott, ami szintén hozzájárult kutatási terveink átalakulásához, mivel Svédországban kémiai szenzortechnikai és nanotechnológiai kutatásokat végzett, három éve azonban texasi A&M egyetemre került. Szomorúan számolok be arról, hogy csoportunk tagja, Dr. Török Miklós egyetemi docens 2003. januárjában elhunyt.

Kutatócsoportom a pályázat periódusa alatt így igen jelentősen átalakult, három fiatal PhD hallgató, Makra Péter, Mingesz Róbert és Fülei Tamás kapcsolódott be a kutatásokba (Fülei Tamás csak két évig dolgozott nálam, a többiek jelenleg is csoporttagok).

Az utolsó két évében a támogatást főleg a doktoranduszok munkavégzésének segítésére, konferenciárészvételekre fordítottuk, az utolsó évben az OTKA engedélyével – a PhD ösztöndíj lejáratja miatt – Makra Péter alkalmazására csoportosítottam át a rendelkezésre álló dologi, beruházási és személyi kereteket.

A támogatási összeg egy részének – rajtunk kívül álló okok miatt történt – megvonása különösen az utolsó évben nehezítette meg munkánkat, mivel elég későn kaptam információt a megvont összeg nagyságáról és így nem tudtam ezt a tervezésnél figyelembe venni.

A fentiek ellenére is biztos vagyok benne, hogy számos fontos kutatási eredményt és sikert értünk el, és teljesítettük legfőbb szándékunkat, hogy kutatási eredményeinket, tapasztalatainkat interdiszciplináris területen kamatoztassuk. Meggyőződéssel állíthatom, hogy csoportunk nemzetközi elismertsége tovább nőtt, melyhez az OTKA támogatása nagymértékben hozzájárult.

A kutatási időszakban elért legfontosabb eredményeinket először vázlatosan, majd részletesebben az alábbiakban foglalom össze.

- A kutatási periódusban összesen 6 nemzetközi és 2 hazai meghívott előadást tartottunk, melyekben fő kutatási területünk mellett neurokardiológiai, műszerfejlesztési és szakmódszertani kutatási eredményeket is bemutattunk. Ezek mellett referált folyóiratokban, nemzetközi és hazai konferenciákon is számos publikációnk jelent meg.
- 2002-ben felkérés alapján a *Fluctuation and Noise Letters* folyóirat egy sztochasztikus rezonanciával foglalkozó különszámának szerkesztését végeztem el (Z. Gingl (ed), "*Stochastic Resonance I: Fundamental and Special Aspects*", *Fluctuation and Noise Letters, Special Issue, World Scientific, Singapore, 2002*)

- 2003 óta felkérés alapján a *Fluctuation and Noise Letters* folyóirat szerkesztői tevékenységét látom el
- 2004-ben az SPIE Fluctuation and Noise szimpózium „Noise in Complex Systems and Stochastic Dynamics” konferencia elnöki tisztét töltöttem be, a konferenciakiadvány szerkesztője voltam (Zoltán Gingl, J.M. Sancho, Lutz Schimansky-Geier & János Kertész (eds): *Proceedings of SPIE volume 5471: Noise in complex systems and stochastic dynamics II*, SPIE, 2004, USA)
- 2005-ben az SPIE Fluctuation and Noise szimpózium „Noise in Complex Systems and Stochastic Dynamics” konferencia társelnöki tisztét töltöttem be, a konferenciakiadvány társszerkesztője voltam (Laszlo B Kish, Katja Lindenberg, Zoltan Gingl (eds): *Proceedings of SPIE Vol 5845. Noise in Complex Systems and Stochastic Dynamics III.*, 2005, USA)
- A kutatási periódusban két PhD hallgató kutatási vezetője voltam, akik a kutatásokba aktívan bekapcsolódtak és azóta már elindították a fokozat megszerzésének folyamatát is. Makra Péter védeése 2006 tavaszán, Mingesz Róberté 2006 őszén várható. Megjegyzem, hogy mindkét hallgató meghívást kapott nemzetközi konferencián előadás megtartására. Makra Péter két éve végez referálói tevékenységet a *Physics Letters A* folyóirat számára, Mingesz Róbert pedig egy éve a *Fluctuations and Noise Letters* folyóirat referáló munkatársa.

#### A kutatási eredmények részletesebb ismertetése

A 2002-es évben a vállalt sztochasztikus rezonancia modellezéseken kívül sok más fontos eredményt is sikerült elérnünk, melyeket számos publikációban, közöttük két nemzetközi és egy hazai meghívott előadásban közöltünk. Megjegyezzük, hogy ezt amellet teljesítettük, hogy egyik aktív és tapasztalt munkatársunk, Dr. Vajtai Róbert sajnos kivált kutatócsoportunkból, és egy külföldi intézményben folytatja munkáját.

A sztochasztikus rezonancia vizsgálatában elsőként mutattuk meg, hogy milyen mechanizmuson keresztül lehetséges dinamikai rendszerekben jel/zaj viszony erősítést elérni. Eredményeinket meghívott előadásban és cikkben is közöltük. Emellett felkérést kaptam a *Fluctuation and Noise Letters* folyóirattól egy sztochasztikus rezonanciával foglalkozó különszámának szerkesztésére is, mely az idén jelent meg.

Biológiai rendszerekben, ioncsatornáknban fellépő ismeretlen eredetű zajok értelmezéséhez adott hozzájárulása miatt kiemelkedően fontosnak tartjuk az  $1/f$  zaj időbeli szerkezetének vizsgálatában elért eredményeinket, melyek alapját az 90-es évek elején tett felfedezésünk adta, mely szerint az  $1/f$  zaj invariáns számos nemlineáris amplitúdó-transzformációval szemben. Megvizsgáltuk a zaj szintmetszeteinek statisztikájában mutatkozó korrelációt, és megmutattuk, hogy

más tulajdonságok alapján is kiemelt szerepűnek tarthatjuk az  $1/f$  zajt. Eredményeinket meghívott előadásban közöltük.

Interdiszciplináris területen való együttműködésként orvoskutató kollégáinkkal vizsgálatokat indítottunk a szívritmus és vérnyomás spektrális analízisének általánosabbá tételére, mely enyhíti a jelenlegi újramintavételezett FFT és más módszerek használata miatt fellépő nehézségeket. Emellett méréseket végeztünk véradáskor fellépő szívritmus- és vérnyomásvariabilitás meghatározására is.

Kutatómunkánk támogatására bevezetett mérési módszereink és általunk kifejlesztett digitális jelprocesszoros műszereink sok más tudomány- és oktatási területen hasznosnak bizonyultak, és ezek elismertségét a Hungelektro szimpóziumon tartott meghívott előadásunk is alátámasztja. Nagy hangsúlyt helyezünk arra is, hogy módszereinkkel a tudományos képzést is támogassuk, ezért módszertani jellegű kutatásokban is részt vállalunk.

A 2003-as évben elsősorban a sztochasztikus rezonancia és az  $1/f$ -zaj időbeli szerkezetének vizsgálatában értünk el eredményeket. Folytattuk a sztochasztikus rezonancia  $1/f^k$  színes zajú gerjesztéseinek kísérleti és elméleti elemzését, különös tekintettel az alkalmazások szempontjából fontos jel-zaj viszony erősítés lehetőségeinek szempontjából. A múlt évben elsőként mutattuk meg, hogy az egyik legelterjedtebben használt, két minimummal rendelkező dinamikai rendszerben lehetséges jel-zaj viszony erősítés. Az idén nem-dinamikai rendszereket elemeztünk, melyek közé tartozik a szintmetszési detektor és a két állapottal rendelkező Schmitt-trigger is, melyeket szintén igen gyakran használnak a sztochasztikus rezonancia kutatásában. A színes zajú gerjesztések vizsgálata mellett fontos elméleti eredményeket kaptunk a szintmetszési detektorral elérhető jel-zaj viszony erősítésre is, melyet elsőként mutattunk be numerikus módszerekkel még 1996-ban. Eredményeinket a szakterületen igen fontos nemzetközi konferenciákon és folyóiratcikkben is közöltük.

Az  $1/f^k$  típusú zajok időbeli szerkezetének elemzésében is további eredményeket kaptunk. Empirikus formulát adtunk meg az említett zajok különböző szintmetszési statisztikáinak leírására, melynek helyességét numerikus szimulációkkal erősítettük meg. Az eredmények súlyát növeli, hogy a jelenleg is vitatott eredetű ioncsatorna fluktuációk egyik lehetséges magyarázatához is szorosan kapcsolódnak.

2003 végén és 2004 első felében interdiszciplináris alkalmazásként folytattuk orvos-kutató partnereinkkel tíz éve folyó együttműködésünket. Eredményeink közé tartozik digitális jelprocesszor alapú speciális, EKG, vérnyomás és egyéb orvosi jelek mérésére kifejlesztett műszerünk bővítése, pontosságának növelése és véradás hatására bekövetkezett fiziológiai folyamatok mérésében és analízisében való aktív részvétel is.

A sztochasztikus rezonancia kutatásában elért eredményeink alapján meghívást kaptunk a Drezdában rendezett *International Workshop on Stochastic Resonance: New Horizons in Physics and Engineering* rendezvényre, melynek fókuszában a sztochasztikus rezonancia alkalmazásai szerepelnek. Külön szeretném kiemelni, hogy az előadást Makra Péter PhD hallgatóm tartotta, és igen nagy sikert aratott a téma nemzetközileg legismertebb szakértői előtt.

2004-ben az egyik legfontosabb tudományos aktivitásom az SPIE szervezésében a Kanári Szigeteken rendezett, második Fluctuation and Noise konferenciasorozat nemlineáris jelenségekkel foglalkozó alkonferenciája elnöki feladatainak elvégzése volt, mely csoportunk nemzetközi tekintélyét is tovább növelte.

A 2004-es év további eredményei közé tartozik egy speciális  $1/f$ -zajgenerátor kifejlesztése. A digitális jelfeldolgozásban és modern műszerfejlesztésben megszerzett tapasztalatainkra alapozva megterveztük egy digitális szűrőkön alapuló  $1/f^k$  ( $0 < k < 2$ ) univerzális zajgenerátor algoritmusát, mely a több mint négy nagyságrendnyi frekvenciatartományban precíz  $1/f^k$  spektrumú zajt állít elő és a zaj paraméterei digitálisan hangolhatóak. Az algoritmus tesztelése után a generátor hardverét is elkészítettük, amely egy digitális jelprocesszorra és nagyfelbontású digitál-analóg átalakítóra épül.

A pályázati periódus utolsó évében a sztochasztikus rezonancia nem-periodikus jelekkel való gerjesztéseinek vizsgálatát folytattuk. A fő kérdés az volt, hogy milyen feltételek mellett lehetséges a technikai alkalmazások szempontjából fontos jel-zaj viszony erősítést jóval 1 fölé emelni. Az irodalomban meglehetősen eltérő véleményeket és definíciókat lehet találni a téma kapcsán, ezért is érezzük igen fontosnak, hogy a kereszt-spektrális jel/zaj viszony definíció alkalmazásával meg tudtuk mutatni, hogy koherens átmenet található a periodikus és nem-periodikus jelekre kapott jel-zaj viszony erősítésre. Jelentős jel/zaj viszony erősítést kaptunk igen általános feltételek mellett számos különböző jeltípusra, amik között a sávkorlátozott fehérzajra vonatkozó eredményt tartjuk a legfontosabbnak. Eredményeink összhangban vannak az irodalomban található eredményekkel, melyek azonban kevésbé általánosak és nem a periodikus jelekre alkalmazott jel/zaj viszony definíció általánosításából indulnak ki. Eredményeinkkel két nemzetközi konferencián is meghívott előadóként szerepelhettünk.

Az Olaszországban rendezett Unsolved Problems of Noise konferencián szintén meghívott előadásban mutathattuk be neurokardiológiai kutatásaink egyik fontos eredményét. Elemeztük az EKG és vérnyomásjelek mintavételezéses mérésének következményeit és összevetettük a gyakorlatban használt módszerek tulajdonságait. Konkrét mérési példákkal illusztráltuk, hogy az általunk javasolt vérnyomásjel analízis hatékonyabb, sokkal kevésbé érzékeny az artefaktumokra és kevesebb elvi problémát vet fel, mint a gyakorlatban elterjedt újramintavételezéses módszerek. Rávílagtunk, hogy az elterjedten használt

módszerek legtöbbjét főleg a régebbi korlátozott technikai lehetőségek indokolták.

2005 tavaszán Mingesz Róbert kollégánk 6 hónap időtartamban a svédországi Uppsalai Egyetemen végzett méréseket nanostruktúrájú kémiai szenzorokon. A mérések elvégzésének támogatására kifejlesztettünk egy zajmérő-rendszert, melynek segítségével vizsgálhatók a különböző kémiai anyagok érzékelésének tulajdonságai. A zajelemzés lehetőséget adhat arra, hogy a spektrális analízis útján egyszerre több vegyi anyag is azonosítható legyen, ami a hagyományos módszerekkel nem lehetséges. A mérések elvégzése megtörtént, az eredményeket a kiértékelések után az idei év második felében fogjuk publikálni.

Az utóbbi két évben kutatásaink néhány új interdiszciplináris alkalmazását kezdtük meg. Az egyik a félvezető polimerek elektromos és termikus tulajdonságainak mérésére kifejlesztett számítógépvezérelt rendszer megtervezése és elkészítése volt. A mérések fő célja a termikus energia kihasználási lehetőségeinek vizsgálata, melyhez egy NKFP pályázat is kapcsolódik.

Megterveztünk és elkészítettünk egy digitális jelprocesszoron és digitális jelszintetizáláson alapuló rendszert, ami az Optikai és Kvantumelektronikai Tanszéken működő AFM mérési pontosságának növelését és univerzálisabb felhasználhatóságát teszi lehetővé. Az eredmények publikálását idén tavasszal tervezzük.

A legújabb eredményünk az impulzuszérek késleltetésének sztochasztikus jelanalízisen alapuló szabályozásának kidolgozása. Olyan digitális rendszer kifejlesztéséhez járultunk hozzá, melynek a természetesen jelenlevő jitterzaj felhasználásával elért stabilitása nagy és emellett számos fontos paraméter mérését is lehetővé teszi. Ezeket az eredményeket is hamarosan publikálni szeretnénk.

Ezúton szeretném megköszönni a magam és kutatócsoportom nevében, hogy az OTKA nélkülözhetetlen támogatásával hozzájárult tudományos munkánk sikeréhez, a kutatási eredmények hasznosításához és két tehetséges fiatal kutató pályájának elindításához is.

Tisztelettel,

Dr. Gingl Zoltán  
Egyetemi docens  
SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék

Szeged, 2006. február 28.

[www.noise.physx.u-szeged.hu](http://www.noise.physx.u-szeged.hu)

A kutatás időtartama alatt született közlemények listája

Könyvek (szerkesztőként)
Z. Gingl, "Stochastic Resonance I: Fundamental and Special Aspects", Fluctuation and Noise Letters Vol 2 No 3, September 2002, World Scientific, Singapore
Z. Gingl, J.M. Sancho, L. Schimansky-Geier and J. Kertesz, "Noise in Complex Systems and Stochastic Dynamics II", Proceedings of SPIE Vol. 5471, 2004, USA. SPIE Second International Symposium on Fluctuations and Noise, 25-28 May 2004, Maspalomas, Gran Canaria, Spain
Laszlo B Kish, Katja Lindenberg, Zoltán Gingl (eds), Proceedings of SPIE Vol 5845. <i>Noise in Complex Systems and Stochastic Dynamics III</i> , 2005, USA
Közlemények nemzetközi folyóiratokban
Paprika D, Zollei E, Makra P, Gingl Z, Rudas L, "Autonomic response to blood donation", Journal of Molecular and Cellular Cardiology, 34 (6) (2002) A49-A49
P. Makra, Z. Gingl and L.B. Kish, "Signal-to-Noise Ratio Gain in Non-Dynamical and Dynamical Bistable Stochastic Resonators", Fluctuation and Noise Letters, Special Issue, 2 (2002) 3, L147-L155
A.L. Nagy, F. Toth, R. Vajtai, Z. Gingl, J. Jori and J.G. Kiss, "Effects of Noise on the Intensity of Distortion Product Photoacoustic Emissions", International Tinnitus Journal, Vol. 8, No. 2, 94-96 (2002)
P. Makra, Z. Gingl, T. Fülei, "Signal-to-noise ratio gain in stochastic resonators driven by coloured noises", Physics Letters A 317 (2003) 228-232
É. Zöllei, D. Paprika, P. Makra, Z. Gingl, K. Vezendi and L. Rudas, "Autonomic response to blood donation," Autonomic neuroscience: Basic and Clinical 110 (2004), 114-120
R. Mingesz, P. Bara, Z. Gingl and P. Makra, "Digital Signal Processor (DSP)based $1/f^\alpha$ noise generator", Fluctuation and Noise Letters, Vol. 4, No. 4 (2004) L605-L616
E. Pintér, R. Patakfalvi, T. Fülei, Z. Gingl, I. Dékány and Cs. Visy, "Characterization of polypyrrole - Silver nanocomposites prepared in the presence of different dopants" Journal of Physical Chemistry B, 109 (37): 17474-17478 (2005)
R. Mingesz, Z. Gingl and P. Makra, "Marked signal improvement by stochastic resonance for aperiodic signals in the double-well system", accepted for publication in the <i>European Physical Journal B</i> (2006)
Konferenciaelőadások meghívott előadóként
Z. Gingl and P. Makra, "A dynamical system exhibits high signal-to-noise ratio gain by stochastic resonance", Third International Conference on Unsolved Problems of Noise and Fluctuation in Physics, Biology, and High Technology, Sept. 2-6, 2002, Washington DC, USA
Z. Gingl, R. Mingesz and P. Makra, "On the amplitude and time-structure properties of $1/f^\alpha$ noises", Third International Conference on Unsolved Problems of Noise and Fluctuation in Physics, Biology, and High Technology, Sept. 2-6, 2002, Washington DC, USA
P. Makra, Z. Gingl and R. Mingesz, "Signal-to-noise ratio gain by stochastic resonance and its possible applications", International workshop on "Stochastic Resonance: New Horizons in Physics and Engineering" Oct 4-7 2004, Dresden, Germany

R. Mingesz and P. Makra, Z. Gingl, "Cross-spectral analysis of signal improvement by stochastic resonance in bistable systems", Proc. SPIE's Third International Symposium on Fluctuations and Noise, 23-26 May 2005, Austin, Texas, USA
<b>Z. Gingl</b> , P. Makra, R. Mingesz, "High signal-to-noise ratio gain by adding noise: stochastic resonance and possible applications", News, Expectations and Trends in Statistical Physics, NEXT-SigmaPhi 3rd International Conference 13-18 August 2005 Kolymbari CRETE
<b>Z. Gingl</b> , P. Makra, L. Rudas, "Signal processing problems of neurocardiological fluctuations", 4th International Conference on Unsolved Problems of Noise, 6-10 June 2005, Gallipoli, Italy
<b>Konferenciaelőadások</b>
L. B. Kish, C. Pennetta and <b>Z. Gingl</b> , "Biased percolation approach to failure propagation in nanostructures and prediction of the total failure by electronic noise analysis", International symposium on Optical Science and Technology, SPIE's 47th annual meeting 7-11 July 2002, Seattle, Washington, USA
Z. Kantor and <b>Z. Gingl</b> , "Virtual instruments perform real experiments in the physics class", Third European Conference on Physics Teaching in Engineering Education, PTEE 2002; 5-7 June 2002, Leuven, Belgium
L. Rudas, D. Paprika, E. Zollei, P. Makra and <b>Z. Gingl</b> , "Autonomic responses to blood donation", Blood Pressure and Heart Rate Variability New Technologies-Drug Effects, Hungarian Satellite Symposium to HYPERTENSION PRAGUE 2002, 28 June 2002, Budapest, Hungary
<b>Z. Gingl</b> , P. Makra, M. Gaspar, E. Zollei, D. Paprika and L. Rudas, "About the frequency domain analysis of unevenly sampled heart rate and blood pressure signals", Blood Pressure and Heart Rate Variability New Technologies-Drug Effects, Hungarian Satellite Symposium to HYPERTENSION PRAGUE 2002, 28 June 2002, Budapest, Hungary
R. Mingesz, <b>Z. Gingl</b> , P. Makra, "Level-crossing time statistics of Gaussian $1/f^\alpha$ noises", Proc. SPIE's First International Symposium on Fluctuations and Noise 1-4 June 2003, Santa Fe, New Mexico USA
P. Makra, <b>Z. Gingl</b> , T. Fülei, "Mechanism of signal-to-noise ratio gain in a monostable threshold stochastic resonator", Proc. SPIE's First International Symposium on Fluctuations and Noise, 1-4 June 2003, Santa Fe, New Mexico USA
P. Makra, T. Fülei, <b>Z. Gingl</b> , "Possibilities of signal-to-noise ratio gain in stochastic resonators driven by coloured noises", Proc. International Conference on Noise and Fluctuations, 2003, Prague, Czech Republic
R. Mingesz, <b>Z. Gingl</b> , P. Makra, "Level-crossing time statistics of gaussian $1/f^\alpha$ noises" Proc. International Conference on Noise and Fluctuations, 2003, Prague, Czech Republic
Péter Makra, <b>Zoltán Gingl</b> and Tamás Fülei: 'Signal-to-noise ratio gain in stochastic resonators driven by coloured noises'. Fluctuations and Noise, 26-28 May 2004, Maspalomas, Gran Canaria, Spain
Róbert Mingesz, Péter Bara, <b>Zoltán Gingl</b> and Péter Makra: Digital signal processor (DSP)-based $1/f^\alpha$ noise generator. Fluctuations and Noise, 26-28 May 2004, Maspalomas, Gran Canaria, Spain
<b>Folyóiratközlemények magyar nyelven</b>
Halmai László, Rudas Máté, Makra Péter, <b>Gingl Zoltán</b> és Rudas László, „A dohányzás azonnali hatása a kardiovaszkuláris autonóm regulációra”, <i>Cardiologia Hungarica</i> 33 (2003), 110-116
<b>Felkérésre tartott előadások magyar nyelvű konferenciákon</b>
Gingl Zoltán, Kantor Zoltán és Mingesz Róbert, „A DAS1414 általános célú intelligens adatgyűjtő és vezérlő egység és alkalmazásai”, HUNGELEKTRO 2002 szimpózium, Budapest,



2002. április 23-25.

Gingl Zoltán és Kántor Zoltán: „Virtuális mérés technika a kísérletező oktatásban”. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2002