



**XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló
Konferencia és Kiállítás
Eger, 2023. március 21 – 23.**



Az AE műszerezés evolúciója Magyarországon

(1976 –) 1981 – 1985 – 1996 – 2011 (– 202?)

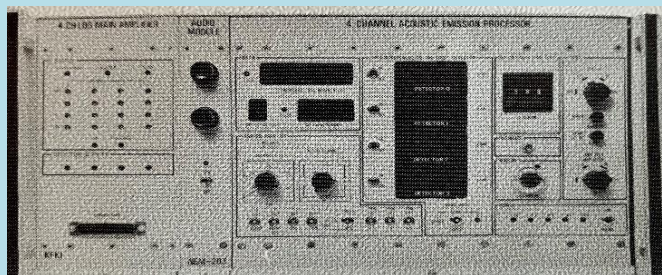
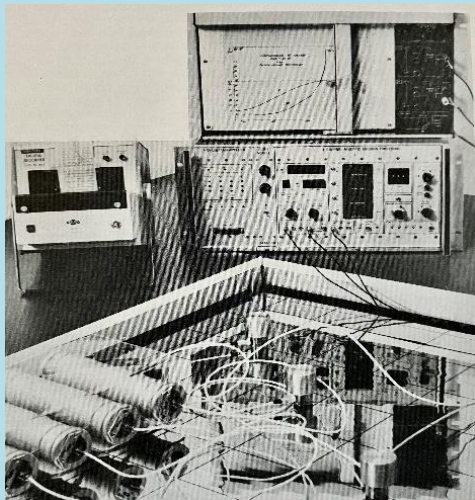
1. nemzedék: Kísérleti műszerek, mozgó laboratórium
2. nemzedék: Defectophone NEZ-220
3. nemzedék: Sensophone AED-40
4. nemzedék: Sensophone AED4xx család



**Péter Attila
(1940 – 2021)**

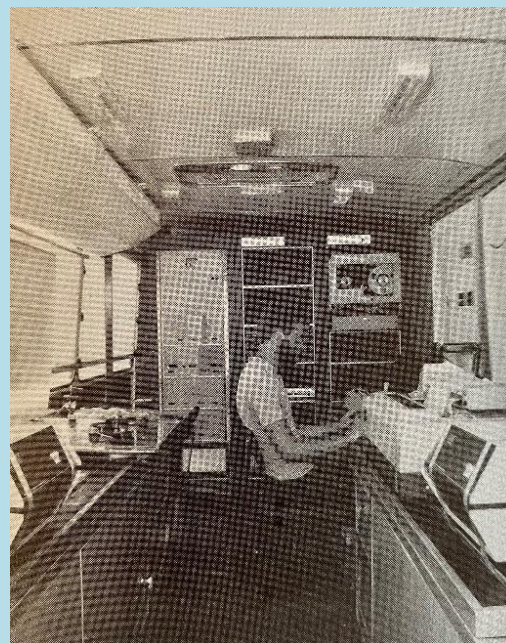
Az első lépések

1976-ban az ERBE kezdeményezésére a KFKI/AEKI megkezdte az AE technika tanulmányozását **PÉTER Attila** vezetésével



Az OMFB támogatásával először egy egycsatornás (1980), majd egy négycsatornás (NEZ-210, 1981) kísérleti műszer készült el.

Megkezdődött egy nagyméretű, mobil 32 csatornás AE rendszer fejlesztése is.



Már 1981-től, az OMFB-vel és az ipar legkülönbözőbb ágazataihoz tartozó partnerekkel kötött szerződések alapján, megkezdtuk a 4-csatornás NEZ-210 kísérleti műszer és a mozgó laboratórium felhasználását AE vizsgálatok végrehajtására.

Az első napoktól kezdve az AE technológia alkalmazásán a VASKUT-tal közösen dolgoztunk **RITTINGER János** és **FEHÉRVÁRI Attila** vezetésével.

Az első mérések között voltak:

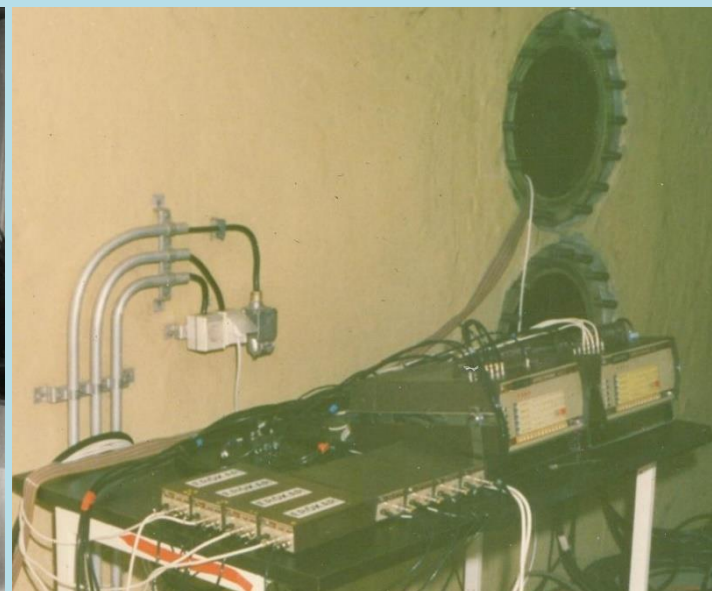
- a nyomásérték meghatározása a kiemelt fúrómag eredeti mélypontjában
- kompozit helikopterlapátból vett minták vizsgálata
- kísérletek különböző minőségű acélmintákkal
- csővezeték szakaszok ellenőrzése
- hengeres és gömb alakú nyomástartó edények vizsgálata
- forráslokalizáló algoritmusok kidolgozása



A Defectophone

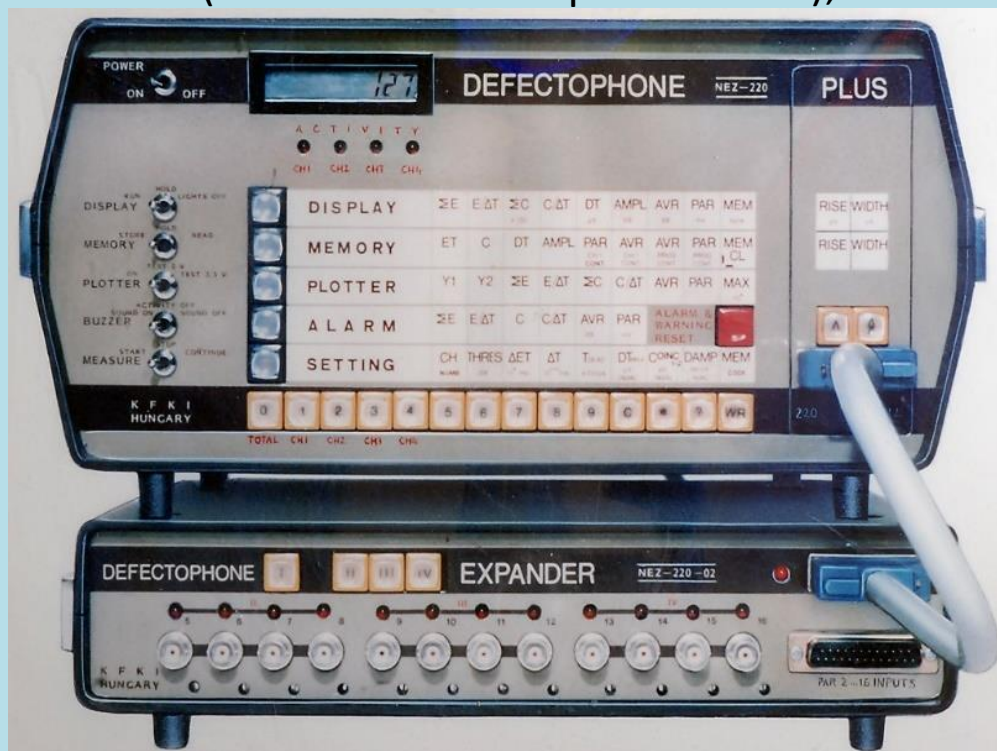
Néhány évnyi tapasztalatgyűjtést követően formálódni kezdett az elképzelésünk arról, hogy milyennek is kellene lennie egy igazi AE műszernek. Ezt nagyon komolyan vettük, rengeteget tanácskoztunk, egyeztettünk, még ipari formatervezőt is igénybe vettünk. Kialakult egy **négycsatornás, könnyen hordozható, egyszerűen kezelhető, mikroprocesszorral vezérelt, számítógépes interfésszel is rendelkező műszer** koncepciója.

1984 lett az áttörés éve: ez év legvégére elkészült az első hazai sorozatgyártású AE berendezés, a **DEFECTOPHONE NEZ-220** prototípusa, ami olyan lett, amilyenre megálmodtuk, sőt – a szüntelen hardver és szoftver továbbfejlesztéseknek és bővítéseknek köszönhetően – még annál is jobb.



A DEFECTOPHONE AE berendezést a KFKI-ban körülbelül 15 éven keresztül gyártották és értékesítették. Természetesen ez idő alatt számos bővítés és továbbfejlesztés történt:

- A szoftvert minden évben frissítettük, néhány évvel később a Windows operációs rendszerre való átállással;
- A vezérlő számítógépet már 1985-ben lecseréltük DOS operációs rendszerű IBM PC-re;
- A műszer memória moduljának kapacitását megnöveltük először 32 kB-ra, majd 128 kB-ra;
- Bevezettük két további eseményparaméter mérését (Felfutási idő és Impulzus hossz);
- Az előlapi panel folyadékkristályos hétszegmentes kijelzőjét LED-es kijelzőre cseréltük;
- A csatornaszám növelése: kifejlesztettük az EXPANDER-t, egy 12 AE-csatornás csatornabővítő egységet. Ezzel együtt a forráslokalizálásra szolgáló csatornanegyesek rögzítettek maradtak;
- Lehetővé tettük két ilyen 16-csatornás berendezés összekapcsolását egy közös, szinkronizált 32 AE-csatornás rendszerrel;
- Folyamatos szoftver továbbfejlesztés.





XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



A Defectophone igazi piaci siker lett, Magyarországon nagyon sok példányt adtunk el, de sok került a Szovjetunióba, sőt néhány más európai és ázsiai országba is. A felhasználók leginkább egyetemek, kutatóintézetek voltak, de több, roncsolásmentes vizsgálatokkal foglalkozó cég is belevágott az AE ellenőrzésekbe. Megoldódott az AE technikához értő, tanúsított szakértőgárda oktatása, kiképzése is. Sok publikáció született, hazai és nemzetközi konferenciákon, kiállításokon vettünk részt. Kialakult Magyarországon is az AE roncsolásmentes vizsgálati technikát alkalmazók kis közössége.

A hazai AE kutatások eredeti céljával összhangban a Defectophone-nal megkezdődtek a paksi atomerőműben is az AE vizsgálatok. Ezt a munkát kezdetben a KFKI és az ERŐKAR munkatársai végezték. A paksi reaktortartályok nyomáspróbája során ezek a mérések egyre bővülő csatornaszámmal, majd' harminc éven át, egészen a paksi atomerőmű élettartam-növelését célzó munkák befejezéséig tartottak.





XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



Együttműködés a kijevei Paton intézettel

A nyolcvanas évek közepétől az akusztikus-emissziós témakörben is elindult egy KGST-n belüli nemzetközi együttműködés. Ebben a vezető szerepet a kijevei „Paton” Elektrohegesztési Kutatóintézet játszotta. Évente, más-más tagországban voltak találkozók, és ezeken magyar részről mindig én vettem részt. Amikor a kijeveiek megismerkedtek a mi Defectophone-unkkal, az annyira megtetszett nekik, hogy *abbahagyták a már elindított saját fejlesztésüket, és teljesen átálltak a Defectophone alkalmazására és otthoni terjesztésére.*

Mi is átálltunk a mi saját rendszereinkben a kijeveiek által gyártott AE detektorok alkalmazására.

A rendszerváltás persze ennek is véget vetett. A KFKI és a Paton intézet közötti kapcsolat is megszakadt, és ebben talán az is közrejátszott, hogy én elhagytam az Intézetet. De a rákövetkező 10 évben – bár sokat próbálkoztam – nekem sem sikerült kapcsolatban maradnom velük. Egészen 2001-ig...



XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



Egy fordulatos évtized

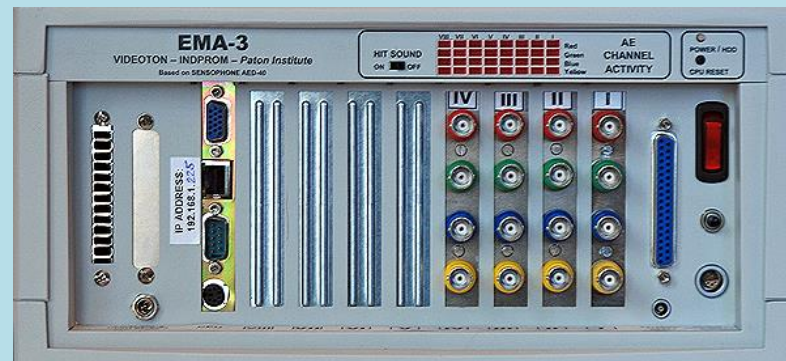
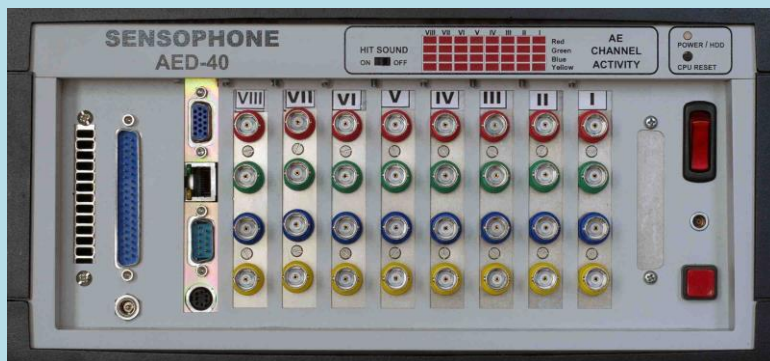
Az 1990-es évek legelejére, miután számtalan vizsgálatban, mérésben vettünk részt, és jól ismertük a műszerünk tulajdonságait és korlátait, továbbá megismertük az AE technika aktuális eredményeit a világban, számomra nyilvánvalóvá vált, hogy ezeket a korlátokat a Defectophone koncepciójával már nem léphetjük át. Tudtuk, hogy kardinálisan új berendezést kell létrehoznunk. Ez, sajnos, a KFKI keretein belül nem látszott lehetségesnek, ezért két kollégámmal együtt elhagytuk az Intézetet, és egy kis kft által biztosított ajánlattal élve nekiláttunk a fejlesztésnek. Két év megfeszített munka után az új **Sensophone** műszernek két, úgy-ahogy működő, kísérleti őspéldánya állt rendelkezésünkre.

A rendszerváltást közvetlenül követő évek gazdasági örvényei sajnos ekkorra maguk alá temették a kft-t. Kénytelenek voltunk mindhárman új állás után nézni, félbeszakítva a munkát. Egymással és az AE szakmával azért kapcsolatban maradtunk, de a fejlesztést néhány éven át szabadidőben, hobbiként folytathattuk csak. És egyszer csak... megrendelést kaptunk egy 32-csatornás Sensophone berendezésre. A rendelés teljesítésével visszaigazolódtak az erőfeszítéseink, melyekkel átvészeltük a legnehezebb éveket.



A DEFECTOPHONE és a teljesen új kialakítású SENSOPHONE AED-40 berendezés közötti alapvető különbségek:

- Modulrendszerű konstrukció: a négycsatornás AE kártyák egy számítógép ISA-csatlakozóiba illesztve
- A lassú soros interfész helyett Ethernet interfész a vezérlő számítógéppel való kapcsolathoz
- A kizárólag „Esemény” paraméterek mérése helyett minden detektált „Beütés” paramétereinek mérése
- A forráshely-meghatározó érzékelőcsoportok szabad, programszintű konfigurálása
- A kizárólag „Logaritmus” erősítési mód mellé a „Lineáris” erősítési mód is választható
- Teljesen digitális AE jelfeldolgozás, programozható logikai mátrix chip (FPGA) és nagy sebességű analóg-digitális átalakító (ADC) alkalmazása
- Az előlapi kezelőszervek elvetése: minden beállítás a szoftver képernyőjén történik.





XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



Felújított együttműködés a kijevei Paton intézettel

2001-ben, egy sikertelen műszerfejlesztési kaland után, amikor már égető eszközhiányban szenvedtek, a kijevek maguk újra jelentkeztek. Ezután a Paton intézet és 2002-ben létrejött **Geréb és Társa Műszaki Fejlesztő Kft.** között valóban szoros együttműködés indult. Ez a mi részünkről hardver- és szoftverfejlesztési feladatokat és Sensophone műszerszállítást jelent, ők saját szoftverrendszert és alkalmazásokat fejlesztenek, érzékelőket gyártanak, megrendeléseket szereznek, üzembehelyezést, szervizelést, támogatást nyújtanak. A fontosabb üzembehelyezéseken mi is mindig a helyszínen voltunk, de ők is többször ellátogattak Magyarországra, hogy egy-egy érdekesebb kísérletben, fontosabb közös vizsgálatokban részt vegyenek.

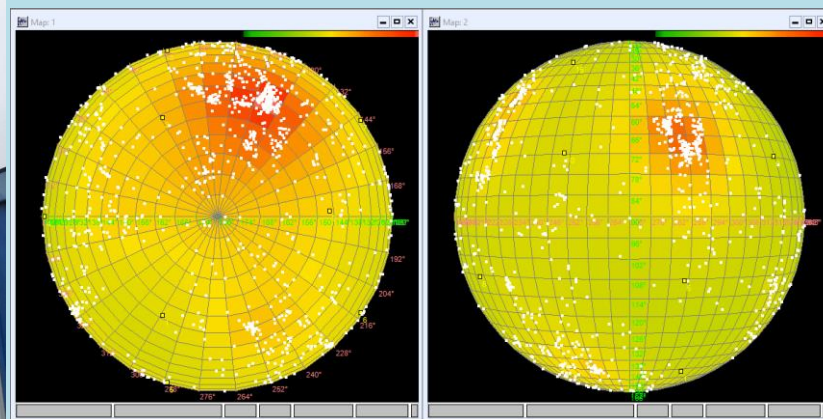




XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



Az AED-40 típusú berendezésekből 1994 és 2014 között összesen 50 db rendszert értékesítettünk több, mint 800 AE csatornával. Az egyes rendszerek csatornaszáma 4 és 56 AE csatorna közé esett, a nagyobb rendszerek természetesen folyamatos monitoring üzemmódban dolgoznak. A műszerek túlnyomó többsége Ukrajnában és Magyarországon került a felhasználókhoz, de került belőlük még a távoli Malajziába is. Ma már ilyen készüléket nem gyártunk, de meglévő partnereink számára a szoftver- és hardver támogatást – ha némi korlátokkal is – a mai napig fenntartjuk.

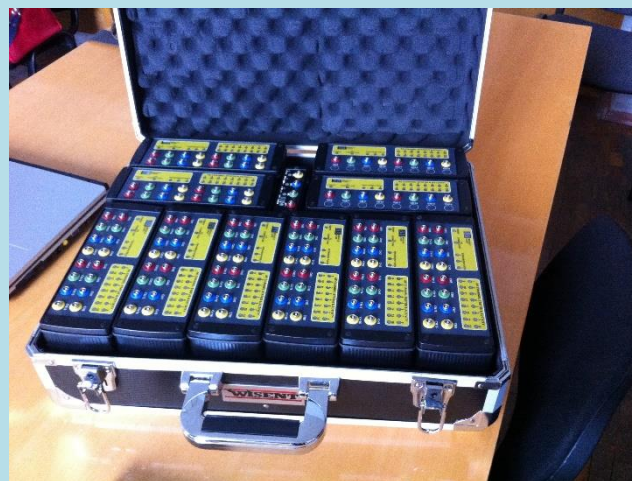


A negyedik nemzedék: a SENSOPHONE AED4xx család

A műszaki fejlesztésekben nem szabad megállni: aki a fejlesztésekkel késlekedik, az lemarad!

Több, mint huszonöt év akusztikus-emissziós berendezésfejlesztési és mérési tapasztalattal a hátunk mögött, 2007-ben újra nekiveselkedtünk egy megint gyökeresen megújított műszerfamilád kifejlesztésének. A fejlesztési célok az alábbiak voltak:

- a berendezések méretének, súlyának és energiaigényének drasztikus csökkentése
- a kábelezési igény minimális mértékűre redukálása
- a legkülönbözőbb csatornaszámú rendszerek végletesen egyszerű létrehozása
- új, korszerű szolgáltatások és funkciók bevezetése
- az eltérő felhasználói igényeknek megfelelő, opcionálisan választható szolgáltatások kínálata
- az üzembehelyezés, kezelés, beállítás legyenek maximálisan felhasználóbarátok.
- a gyártási költség és az eladási ár leszorítása



A fejlesztési munka az AED-40 készülékek gyártásával, szállításával párhuzamosan, zavar nélkül folyt. A legelső, új rendszerű, értékesített készülék egy négycsatornás AED404-USB rendszer volt, és 2011-ben a Pretoriai Egyetemre (Dél-Afrikai Köztársaság) került. Azóta már összesen 35 készüléket, összesen mintegy 300 AE csatornával értékesítettünk. A fő piacunk továbbra is Ukrajna és Magyarország, de készülékeink Romániában, Olaszországban és Ausztriában is megjelentek. Néhány készüléket ezeken felül ingyenesen is átadtunk legközelebbi partnereinknek tesztelés és alkalmazásfejlesztés céljából.

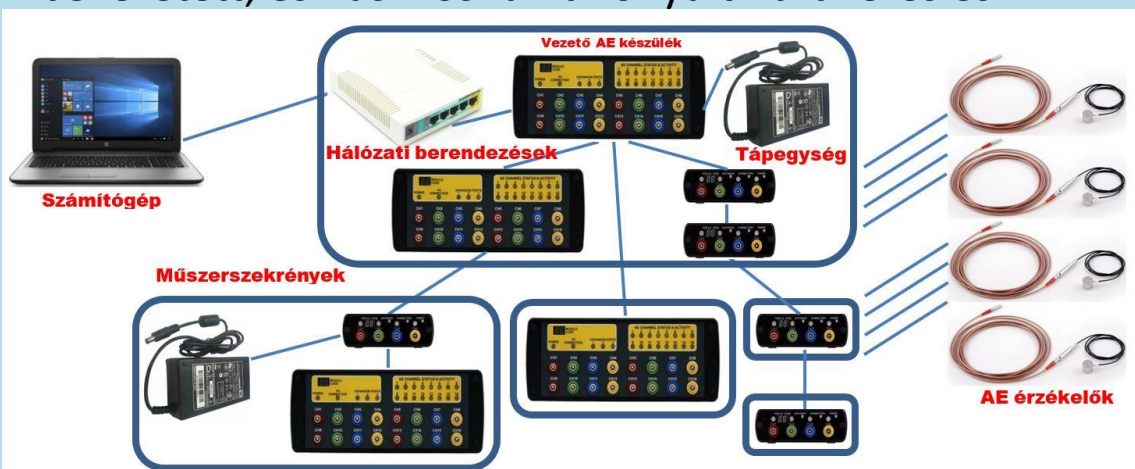
Az AED4xx család két alapkészülékből – egy négycsatornás (AED404) és egy 16-csatornás (AED416) műszerből áll. Mindkettő számos opcionális szolgáltatással rendelkezik, melyekből kialakítható az igényeknek leginkább megfelelő akusztikus-emissziós vizsgáló rendszer.



Valamennyi alapkészülékben meglévő, közös jellemzők:

- Minimális méret, súly és energiaigény, öt irányban IP65-os védettség
- 4 / 16 AE csatorna, 1 / 5 környezeti paraméter csatorna
- A környezeti paraméter csatornák feszültség- vagy áramhurok jelet is fogadnak
- Az AE főerősítők (melyek funkcionálisan megegyeznek az AED-40 család külső főerősítőivel) mind a tokozáson belül helyezkednek el, így a kábelezési igény feleződött
- A 4 / 16 AE csatorna teljesen digitális AE jelfeldolgozása egyetlen programozható logikai mátrix chip (FPGA) alkalmazásával, mely egyben a készülék belső vezérlését, és a vezérlő számítógéppel való kapcsolattartás feladatát is ellátja
- Nagysebességű, 10-bites quad / 2 x oktális ADC IC alkalmazása
- Digitális sávszűrő (programból megadható sávhatárokkal) az AE csatornához
- Minden, az AED-40 rendszerben már bevezetett, és hasznosnak bizonyult hardveres és szoftveres tulajdonság megőrzése

Sensophone AED404 / AED416
AE készülékeken alapuló
folyamatos megfigyelő rendszer
fő összetevői





XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



Választható opcionális tulajdonságok, funkciók és tartozékok:

- USB vagy Ethernet port a vezérlő számítógéppel való kapcsolattartáshoz
- DC tápfeszültség bemenet (AED404 és USB port esetén opcionális csak, az összes többi készüléknél kötelező)
- 1 / 3 Ethernet bővítő port hasonló készülékek összekapcsolására sokcsatornás/sokkészülékes rendszer kialakításához, összesen legfeljebb 128 AE-csatornáig
- GPS szinkronizáló modul WIFI útján megvalósított rendszerbővítés esetére
- Jelalak pillanatfelvétel készítés, egyszerre akár a készülék összes csatornáján
- Folyamatos jelalak rögzítés (streaming), csak AED404-hez, USB 2.0 HS porton át
- Folyamatos monitoring üzemmód
- Defectophone-jellegű működési mód, régi Defectophone mérések importálása és újbóli kiértékelése (lásd a kihelyezett posztot is, mely erről szól!)
- VNC (a számítógéppel folyó kommunikáció követése)
- Párhuzamos szoftverrendszer (EMA-4), a vizsgált objektum állapotának prognosztizálásával
- Automatikus hardver rendszertesztelés
- Hálózati AC/DC tápmodul
- Saját gyártású, beépített előerősítővel és beépített rögzítő mágnessel rendelkező érzékelők vagy vásárolt, harmadik féltől származó aktív vagy passzív AE detektorok
- Hsu-Nielsen kézi tesztelő ceruza, kiegészítő mágneses rögzítők, horddobozok.
- Kábelek megadható hosszokkal, akár kábelbe épített előerősítővel, kábeldobbal is.



XIII. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás Eger, 2023. március 21 – 23.



Hagyományainknak megfelelően, az értékesített berendezések támogatását fenntartjuk, a szoftverrendszert és a szoftver felhasználói leírást folyamatosan frissítjük.

Igény vagy szükség esetén a hardvert is tovább fejlesztjük, csiszolgatjuk, új funkciókat és szolgáltatásokat implementálunk.

Nagyon várjuk felhasználóink visszajelzését, kéréseit, javaslatait, mert ezek nélkülözhetetlenek termékeink műszaki színvonalának fenntartásához és további emeléséhez.

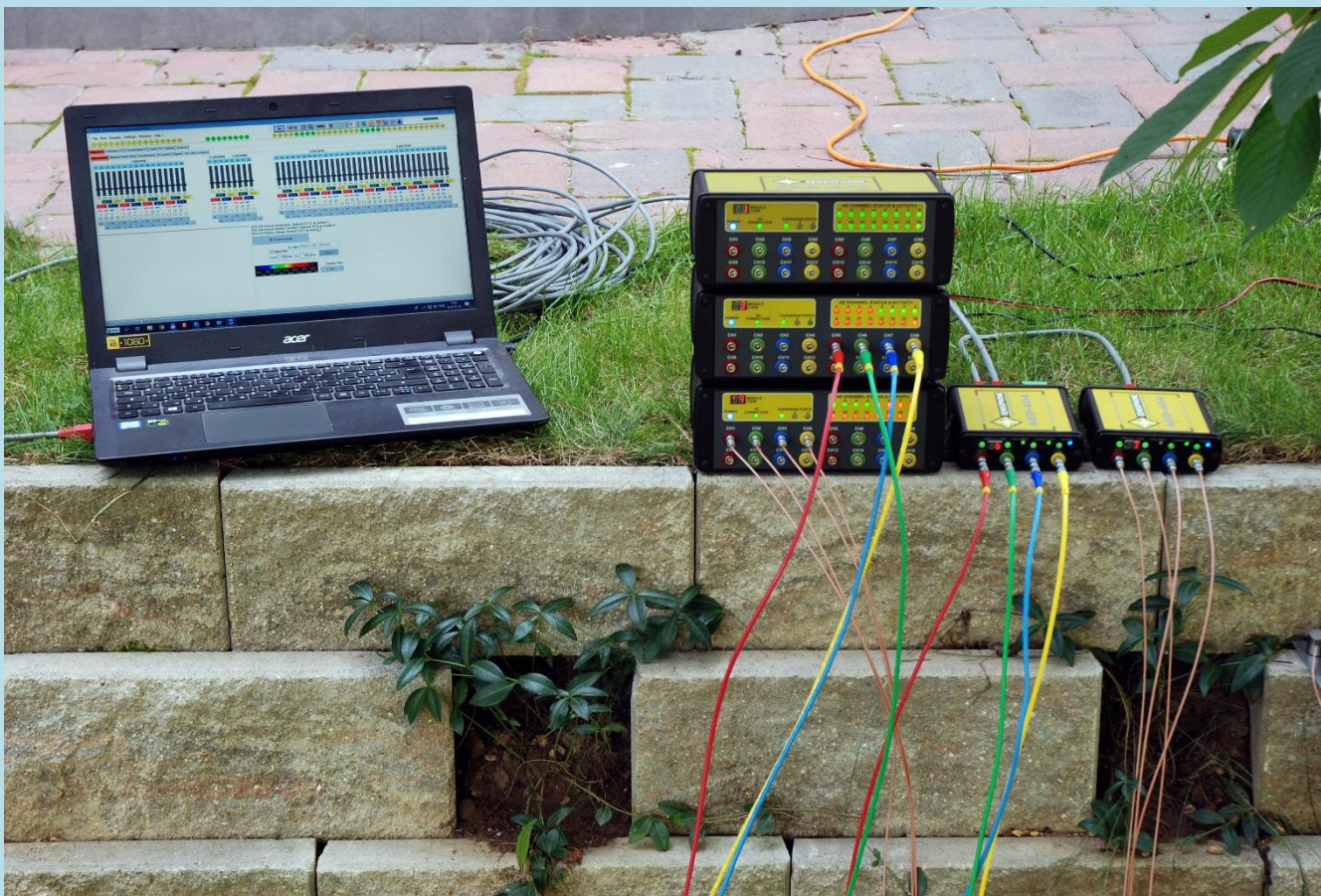


Nyilvánvaló, hogy a minőségi ipari berendezésfejlesztés komoly szakmai felkészültségű fejlesztői munkaerőt, jelentős költségráfordítást igényel. Megfelelő bevételek nélkül egyetlen cég sem képes ezt hosszabb távon biztosítani.

A Covid-járvány, majd az Ukrajnában folyó háború következtében a legfontosabb szakmai és üzleti partnerünkkel, a kijevi Paton Intézettel – ideiglenesen – minimálisra csökkent a kapcsolatunk.

Fontos ezért számunkra, hogy ha valaki amúgy éppen mérlegeli akusztikus-emissziós tárgyú beszerzéseit, ne habozzon, és mihamarabb jelentkezzen nálunk igényével!





Köszönöm megtisztelő figyelmüket!