

Hetvenöt év küzdelem és siker

A Brüel & Kjaer Sound and Vibration A/S 2017 decemberében ünnepelte 75. születésnapját. Aki kicsit közelebbi kapcsolatba került ezzel a céggel, biztosan pozitívan elfogult lesz, ez a cikk írójára is igaz, olvassák óvatos kritikával.

A cég alapító atyái közül kettőjük neve közismert: Dr Per V. Brüel és Viggo Kjaer nevét máig büszkén viseli két cég is. A korszakalkotó ötletek és a globális jelenlét fenntartása inkább Dr Brüel, a tökéletes műszaki részletek inkább Kjaer nevéhez kapcsolhatók. A harmadik név, akiről meg kell emlékeznünk, Holger Nielsen, ő vitte a gyártást és a személyügyet. A naerumi központi épületben látható 3 virágot ábrázoló kerámia mozaikon a beavatottak meg tudják mutatni melyik virág melyiküket jelképezi.



A cég két „első” műszere egy audio analízátor, és egy csővoltmérő volt, még a második világháború alatt. Utólag még izgalmasabb, hogy Dr Brüel már 1943-ban szabadalmaztatta a piezo gyorsulásérzékelőt. A máig is használt zöldesszürke előlap szín és a régebbi műszerek oldalának sötét, majnem fekete zöld színe a legenda szerint a háború utáni évek beszerzési problémájából adódott: ezt lehetett ugyanis kapni. A zöldesszürke előlap máig messziről felismerhetővé teszi a cég termékeit. Már a kezdetektől fogva hangsúlyos volt, hogy a zaj- és rezgés elemző felszerelés a helyszínre jól szállítható legyen, ebből jöhetett a klasszikus mahagóni külső doboz.



Az ötvenes évek klasszikus elektroncsöves műszerei közül szép példa a 2603 mérőerősítő, tulajdonképp hangfrekvenciás AC csővoltmérő, amelyben benne van a mérőmikrofon előerősítő táplálása és mind a négy féle korrekciós szűrő is.

A mutatós műszer skálalapján megjelent furcsa plusz skálák magyarázata a Brüel & Kjaer Technical Review egyik 1955-ös számában található: a Kundt csővel működő akusztikus anyagminősítő összeállításához tartoztak. Ezt a készüléket, amely egyébként Dr Brüel doktori disszertációjának témája is volt évtizedekig gyártották. A Technical Review 1947 óta megjelenő (és az anyacég honlapján nagyrészt hozzáférhető) számai a szakma kincsesbányájának számítanak.

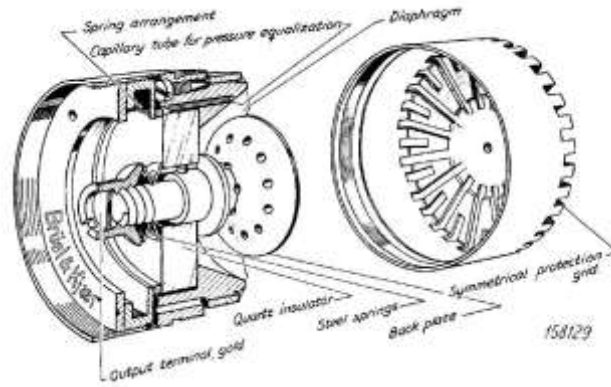




A korai évtizedek ikonikus készüléke volt a vonalíró. Összesen 25 évig voltak gyártásban különböző változatai. A számítástechnika akkoriban még nem volt hozzáférhető a méréstechnika vezérlésére, akkoriban a vonalíró egyfajta mérőrendszer vezérlő és eredmény rögzítő eszköz volt egyszerre. Ahogy a papír haladt, a vonalíró egy hajlékony tengelyen át hangolta a generátort és az elemzőt, a végeredmény a papíron kirajzolódó átviteli spektrum volt. Képünk

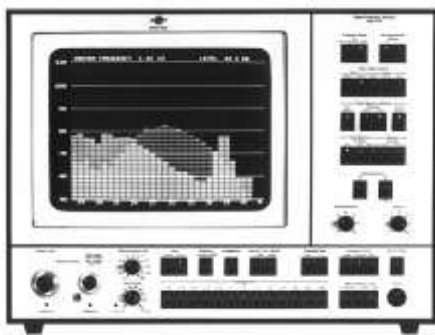
a legelső, 2301 típuszámú változatot mutatja a gyári gyűjteményből. A vörös színű papír viaszbevonatú, erre az író karcolta a görbét. Magyarországra nagyobb példányszámban a 2305 került, ennek korai példányai még elektroncsövekkel működnek.

Az első sorozatban gyártott kondenzátor mérőmikrofon a cég történetében az egycellos 4132 típus volt 1956-ban. A zavarbaejtően egyszerű szerkezetű kondenzátor mikrofon mögött kemény technológiai titkok vannak, hogy az tökéletes és stabil legyen. Megszokott dolog az, hogy 30-40 éve gyártott Brüel & Kjaer mérőmikrofon ma is egytized decibelen belül tartja az eredeti kalibrációs lap szerinti érzékenységet. A tömör fémkupakból kimart klasszikus mikrofon védőrács mintázata is a cég egyik ikonjává vált.



Ha valaki ma eredeti egycellos mérőmikrofont keres, legkönnyebben egy 2203 hangszintmérő orrán találja meg. Ez a készülék is egyfajta világelső volt 1960-ban: az első hatósági zajmérő, ami egybeépített és telepés táplálású volt. Minőségére és megbecsülésére jellemző, hogy ma is találkozhatunk működőképes példányaival. A Brüel & Kjaer nemzetközi jelenlétére és ambíciójára jellemző, hogy 1961-ben már volt Dániában nyomtatott magyar nyelvű 2203 prospektus is.

A hosszú élet titka a cégek életében a folytonos megújulás. A tranzistoros-integrált áramkörös korszak egyik kiemelkedő Brüel & Kjaer műszere volt a 2010 heterodin analizátor. Bár megjelenése rendkívül konzervatív, tele van az akkor legkorszerűbb áramkörökkel. Mondhatjuk, hogy ez a készülék egy komplett szinuszos gerjesztés-válasz hangfrekvenciás laboratórium 200 kHz-ig, csak a vonalírót kell mellé tenni. És ez a gép 1969-ben már készen volt!. A 2010 egyúttal egy hosszú sor végére tett pontot: a fejlődés a „szűrő + mérőerősítő” logikától a „Fourier elemző” irányába tartott.

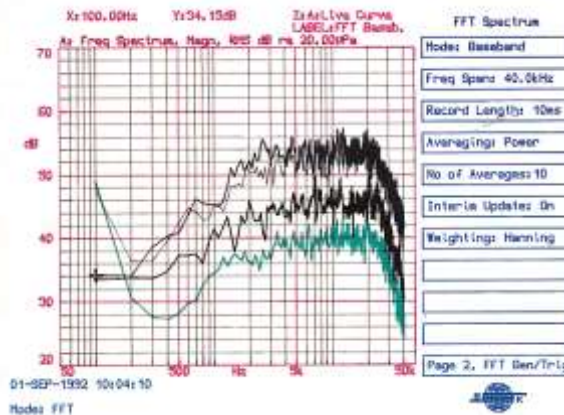


Nem hinnénk, hogy a „digitális kor” milyen hamar megkezdődött a cég életében: 1980-ban már a piacon volt a 2131 analizátor, amely TTL hardverben megépített digitális szűrőkkel működve valós idejű terc és oktáv spektrumot mutatott. Ez is egy volt a cég „elsőként a világban” termékeinek. Ez a formaterv aztán sok további készülékben köszönt vissza. A kijelző 31 cm átlójú monokróm katódsugárcső volt, ebből

következtethetünk a „box analyzer” méretére és súlyára is.

Ilyen alakú volt nyolcvanas évek csúcsgépe, a 2032 és (kissé visszafogott specifikációval) a 2034 kétcsatornás FFT elemző. Annyi féle funkciót építettek bele, hogy az egész jelfeldolgozást oktatni lehetett vele. Néhány példányt itt Magyarországon 2000 után is életben tartottak. Mai szemmel már elavult a benne levő 12 bites A/D átalakító, de az ezzel elért 60 dB dinamika nagyon sok feladatra elegendő volt. Már ekkor megjelent az alkalmazások körében a modális elemzés mérés technikája, a kétcsatornás FFT-hez harmadik fél modális csomagját is forgalmazta a Brüel & Kjaer.

A mai személyi számítógépes környezet akkoriban még nem volt általános, a mérési eredmények dokumentálására ezekhez az analizátorokhoz még IEC-625 felületen illesztett színes A4 méretű rajzgép volt a praktikus lehetőség. A mellékelt „plot” nem a 2034 készülékkel, hanem a kategória „utolsó mohikánjával”, a 2012 audio analizátorral készült





A nyolcvanas évek hozták a hangszintmérők második generációját, a 2230 és 2231 típusokat. Ezek még mindig öntött fémházban laktak, de már CMOS mikroprocesszorral működtek. A 2231-et eleve bővíthető, a betöltött szoftver szerint „bármire képes” műszerként alkották meg. Hosszú éveken keresztül készültek hozzá újabb és újabb bővítések, megdöbbentően hosszú ideig, az ezredfordulóig lehetett kapni. Ha valahol még ma is használják a 2231 műszert, annak egyik oka a humán rezgésmérő bővítés lehet. Egyébként ez volt máig az utolsó, az ultrahang tartományban is mérő Brüel & Kjaer kéziműszer.

A nyolcvanas évek egyfelől a cég hatalmas fejlődését hozták, másrészt egyfajta válságot készítettek elő. A termékválaszték szerteágazóan bővült, a fejlődés extenzív volt. Csak néhány példa: stúdió mikrofonok, orvosi ultrahang berendezések, felületi fényűréség mérő, fotoakusztikus gázelemző, telepített gépállapot felügyeleti rezgésmonitorok, termék vizsgáló elektrodinamikus rázógépek, akusztikus emisszió szenzorok és elektronika. Emellett a klasszikus profil is virágzott, ahogy eddigi példáink mutatják.

A kilencvenes évek eleje hozta a válságot és a változásokat. Az új tulajdonos koncepciója szerint fokozatosan leváltak, önállósultak a különlegesebb termékeket gyártó részlegek és tisztán megmaradt a kiinduló profil: mérőmikrofonok, gyorsulásérzékelők, hidrofonok, zajmérők, analizátorok.

Szűntek meg ezzel fantasztikus minőségű különleges termékek is, mint például az 1,5 kN kapacitású rázógép, amelynek mechanikája szó szerint évtizedekig működött karbantartás, alkatrész csere nélkül. A képünkön látható rázógép nem hasonlít a maiakra: a gerjesztett mágneskör alatt beépítve tartalmazta a nagy teljesítményű hűtőventilátort, a lengőrész és felfüggesztése (a henger felső kétötöde) egy mozdulattal cserélhető volt.



1991-re tehető az analizátorok új generációjának megjelenése. A 214x család még a „minden egy dobozban” koncepciót vitte tovább, de teljesen megújult hardverrel: „mindössze” 10 kg tömeg, grafikus LCD kijelző, 2 DSP és 3 ½ collos diszkett, akkumulátoros táplálás betolható akkucsomaggal. A jelprocesszorok tették

lehetővé, hogy a lemeztől betöltött működtető szoftver szerint FFT vagy tört oktáv, sőt akár order tracking elemzőként is tudott működni ugyanaz a szerkezet. Mivel ezek a készülékek csak kétcsatornásak voltak, eleve nem a csúcskategória volt a cél. Ezzel együtt jelkondicionálásuk a szokásos kiváló minőséget adta, válogatott 16 bites A/D átalakítójuk 80 dB-es dinamika tartománnyal szolgált.

Időben nem sokkal a 214x család után következett a cég életében egy nagyon komoly bővülés: elkészült a világ első igazi mérőmikrofon gyára a gyárban. Az új gyár új termékei a „Falcon” márkánévvvel is jelzett típusok lettek, például a félcollos 4189 típus. Újdonságuk az új anyagválasztás, nagyrészt rozsdamentes acél ötvözetek felhasználása és az automatizáltabb gyártás. A régebbi nikkel-kobalt ötvözetű membránok csak különleges bevonattal bírták tartósan a szennyezett városi levegőt, az újak minden külön bevonat nélkül is bírják. A mikrofontyár hosszú távú, mondhatjuk behozhatatlan előnyt biztosít a Brüel & Kjaer számára.



A Falcon mikrofonoknak megvolt a helye: 1993 és 1994 a zajmérők új generációját is hozta: először a 2236, majd a 2260 készülék került a piacra. Utólag látható, mekkora előrelépés, „előre menekülés” volt ez, teljesen új készülékházak, új hardver és új kezelői felület kellett a piacon maradáshoz. A 2236 a régi 2230-at kiváltó, annál nagyobb tudású, de nem „mindentudó” hatósági zajmérő. Szakítva a hagyományokkal, az oktáv szűrő készlet már nem csatlakoztatható doboz, hanem beépített bővítés volt. (Akkor még nem fért el az 1/3 oktáv szűrőkészlet a készülékházban.)

A 2260 volt az első DSP-t (digitális jelprocesszort) tartalmazó kéziműszer, ráadásul két bemeneti csatornával. A 2231-hez hasonlóan először a hardver platform született meg a legfontosabb modulokkal (zajszintmérő és oktáv elemző) és éveken keresztül fejlesztették hozzá a továbbiakat. Mérföldkő volt 1997, amikor piacra került a hangintenzitás modul, a világon elsőként kéziműszerben. Nagyrészt ez a modul „tartotta életben” a készüléket az ezredforduló utáni évtizedben, mikor már piacon volt utóda, a 2250.



Kis kitérő: úgy tűnik az értékesítők kedves és kitartó nyomására indult el a „terc szűrős 2236” készülék fejlesztése. 1999-re készült el a 2238 típus, amely a 2236 fő vonásait megtartva már az oktáv és terc szűrőkészletet is a változatlan méretű és alakú házban tartalmazhatta. Az új

típuszámot a megváltozott előlap és kijelző: kevesebb gomb, praktikusabb kezelés volt az újratervezés eredménye. Ez a típus 2013-ig élt, ma is több ezer példányt használnak szerte a világon.

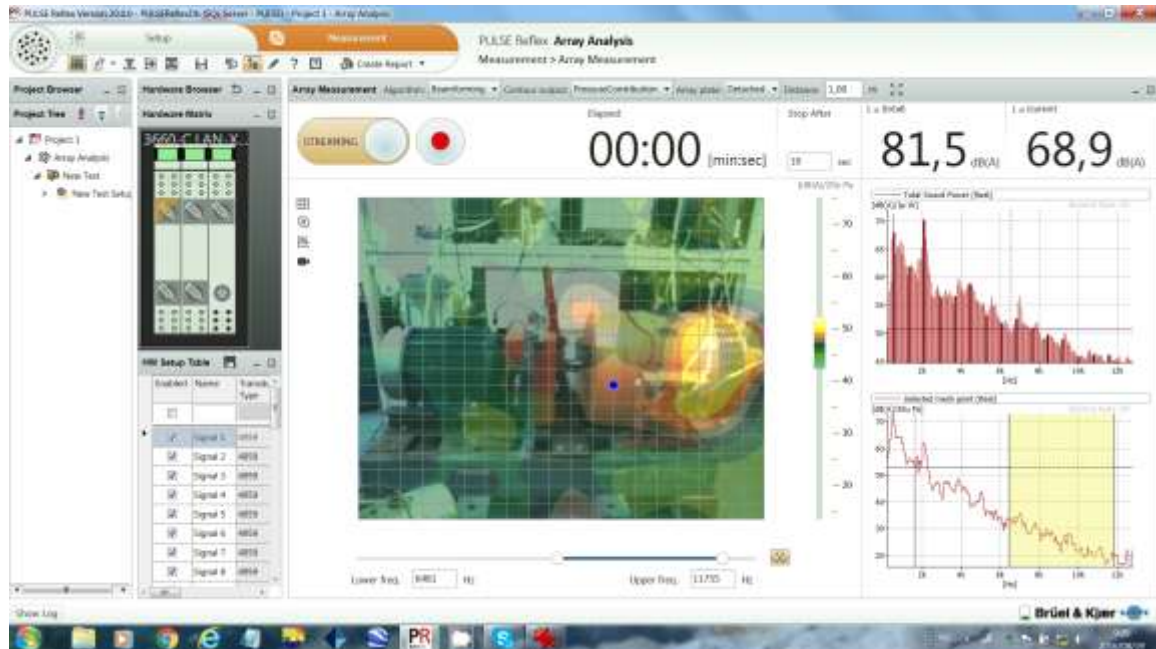
A 2260 valóban kiváló készülék volt (ma is sok működik belőle, nem csak Magyarországon), de 2000 után érlelődött az új csúcskészülék terve is. A 2260 áramellátása a DSP miatt kicsit kiélezettebb volt, egy készlet szárazelemmel csak kb. 4-5 órát tudott működni. Menürendszere több szintű volt, a kezdőnek nem nyilvánvaló felépítéssel. Az új csúcskészülék fejlesztésekor nagyon sok 2260 felhasználó véleményét építették be, ez meg is látszott a meghökkentő új konstrukción. A 2250 alaptípusa 2004-ben került ki a gyárból és gyorsan viharos sikert aratott. A kisebb méret és tömeg, a színes LCD, a tapadós (biztos fogású) készülékház és a Li-ion akkumulátoros táplálás elsöre meggyőzően hatott. Kevésbé feltűnő, hogy ez az első olyan kéziműszer, amely méréshatár váltás nélkül feldolgozza a mérőmikrofon teljes (kb. 120 dB) dinamikáját.



Kicsit visszalépve az időben: mivel a 214x eleve nem csúcskategóriájú elemzőnek készült, a kilencvenes évek nagy feladata volt az igazi csúcs-analizátor kifejlesztése is. A 2034-ből továbbfejlesztett 2035 analizátor és több bemeneti csatornával való bővítése, a 3550 rendszer csak átmeneti megoldás volt, utólag mondhatjuk, hogy afféle ugródeszka. Magyarországra is csak két rendszer került belőle. Az igazi áttörés, a Pulse márkanevű rendszer 1996 őszére készült el. Ez ismét a cégre jellemző maximalizmust tükrözte: valós idejű elemzés mikrofon és gyorsulásérzékelő bemenetekkel, az összes jelfeldolgozási „szerszámmal” felvértezve, minél modulárisabban. Döbbenetes előrelátással tervezték meg a kezelői felületét, amely a „Pulse Labshop” márkanevű PC szoftver. Sok-sok bővítéssel 2017-re a 21. kiadásig jutott. Szolgáltatásaiban a minta a 2035 lehetett, az első változatok bemeneti moduljait is a 3550 fejlesztésből lehetett átvenni. 2000-ig a Pulse működésének magja 1-4 db DSP (jelprocesszor) kártya volt, amit a kezelő PC-be kellett telepíteni. Csak a Pentium processzorok folytonos fejlődésében bízva lehetett később a PC processzorára bízni az elemzés számításgényes feladatát. 2000-ben a 400 Megahertzes CPU a Labshop 5. kiadásával már 4 csatornás 25 kHz-es valós idejű FFT elemzést tudott. Innentől kezdve akár egy laptop és az új kisebb mérőegységek már teljes értékű „high end” zaj- és rezgéselemzőként működhettek. A legfrissebb mérőhardverben a „DYN_X” néven szabadalmaztatott megoldással messze 120 dB fölé sikerült tornáznia a dinamika tartományt.



Az egyre nagyobb csatornaszámú PULSE összeállítások végre tökéletes hardver és szoftver bázisul szolgálhattak az akusztikus leképező alkalmazásoknak. A cég legkeményebb matematikai háttérrel tartalmazó termékei ezek az STSF, beamforming, spherical beamforming, stb... rendszerek. Segítségükkel érdemben azonosíthatók az összetett objektumok, akár komplett járművek zajkibocsájtó elemei. Az alábbi saját felvétel egy kis villamos gépcsoport fényképe és hangforrás térképe, ahogy az egyik ilyen „akusztikus kamera” a laptopomon megmutatja.



A fejlődés nem áll meg: a fenti illusztráció már a PULSE újabb, REFLEX márkanévű szoftverével, 30 mikrofonos összeállítással készült.

És a történetnek – szerencsére – nincs vége, a Brüel & Kjær naerumi gyárában dolgoznak a fejlesztők.