

A spektrumanalizátor és használata

TIHANYI Attila

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar
1083 Budapest, Práter utca 50/a Hungary
tihanyi.attila@itk.ppke.hu

Abstract – Jelen munka röviden összefoglalja a Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar elektronikai laboratóriumában alkalmazott digital signal analyser azaz spektrumanalizátor használatával és beállításával kapcsolatos tudnivalókat.

Keyword – NI ELVIS; Digital signal analyser használat, DSA használata, Spektrumanalizátor használat

I. BEVEZETÉS

A digital signal analyser időben változó feszültségek harmonikus felbontására és vizsgálatára alkalmas mérőműszer. Tetszőleges bemeneti feszültségjelek vizsgálhatóak a műszerrel. Lehetőség van pl. alacsony frekvenciás rezgések pl. épületek, repülőgépek vagy ipari gépek rezgésprofiljának megjelenítésére, de magas frekvenciás pl. GSM rádió, műholdas kapcsolatok vizsgálatának esetében is jól használható eszköz.

Harmonikus vizsgálat azt jelenti, hogy a műszer a bemenetére érkező jeleken harmonikus analízist végez [1], azaz megvizsgálja és megjeleníti a bemenő jel Fourier spektrumát.



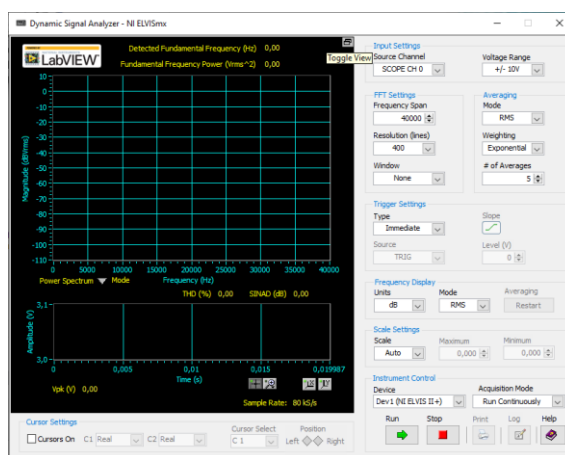
1. ábra R&S FSQ signal analyser

Az ábrán látható Rohde & Schwarz gyártmányú FSQ típusú signal analyser (1. ábra).

A digital signal analyser tehát egy feszültségmérő műszer, amire jellemző az, hogy mekkora frekvencia tartományon képes feldolgozni a bemenetére érkező jeleket. Jellemző értékek a távközlésben használt spektrumanalizátorok esetén, hogy pár Hz és néhány GHz tartományban képesek a jel harmonikus tartalmának kiszámítására és megjelenítésére. A műszer bemenet általában $1\text{M}\Omega \parallel 15\text{pF}$ mint az oszcilloszkópok esetén, de lehetőség van a szokásos

50 Ω -os koaxiális kábelek közvetlen fogadására is. Ebben az esetben a műszer 50 Ω bemeneti ellenállással dolgozik.

Az NI ELVIS rendszer tartalmaz egy DSA Digital Signal Analyser-t.



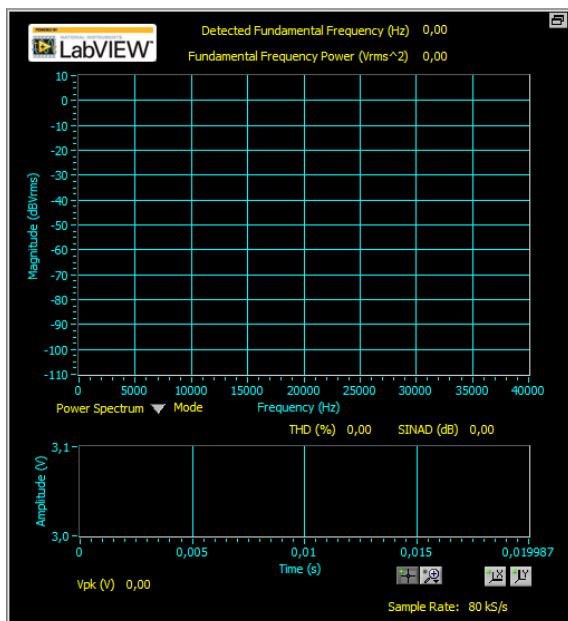
2. ábra AZ NI ELVIS DSA előlapja

II. FÜGGVÉNYGENERÁTOR AZ NI ELVIS RENDSZERBEN

Az NI ELVISmx Dynamic Signal Analyzer (DSA) kiszámítja és megjeleníti az egycsatornás RMS átlagolt teljesítmény spektrumát. Különböző ablakolási és átlagolási módok alkalmazhatók a jelre. Ezenkívül felismeri a csúsfrekvencia-összetevőt, és becsüli meg a tényleges frekvenciát és teljesítményt. Ez a műszer támogatja a digitális és az analóg, szinkron kiváltást. A digitális indításhoz TTL-szintű triggerjelet kell csatlakoztatni az NI ELVIS II sorozatú munkaállomás TRIG vonalához. Az analóg indításhoz beállíthatja a trigger szintet és a meredekséget. Kurzorok és jelmérések állnak rendelkezésre a jel elemzéséhez.

A DSA műszer rendelkezik egy megjelenítő ernyő résszel, ahol az eredmények kapnak helyet. A megjelenítő ernyő tartalmaz két grafikus részt, melyből a felsőn jelenik meg a bemenetre kapcsolt jel frekvencia spektruma a tényleges eredmény, míg az alsó részen elhelyezkedő grafikon megmutatja a bemenő jel időbeni képét, hasonlóan az oszcilloszkóphoz.

Ebben az ablakban kapott helyet néhány a bemenő jellel kapcsolatos mért számszerűsített adat. A bemenő jel érzékelése és feldolgozása digitálisan történik, a megjelenítő ernyő jobb alsó részén mutatja a műszer az aktuális mintavételi frekvenciát.



3. ábra A megjelenítő ernyő képe

A számszerűsített adatok között találjuk a „Detected Fundamental Frequency (Hz) az alapharmonikus frekvenciáját Hz-ben valamint az alapharmonikus teljesítményével arányos értéket Fundamental Frequency Power (V_{rms}^2). A V_{rms}^2 az alapharmonikus effektív feszültségének a négyzete, mert az lesz arányos a teljesítménnyel.

A THD paraméter a teljes harmonikus torzítás mértékét adja meg %-ban [2].

A SINAD (dB) [3] megadja az összes zavarójel mértékét a hasznos (alapharmonikus) jelhez képest dB-ben.

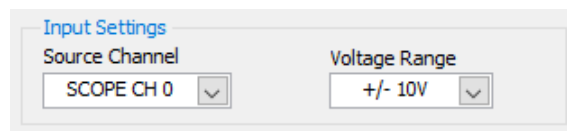
Leolvasható továbbá a bemeneti jel csúcsértéke V-ban. „Vpk(V)=”.

Kezelési lehetőségeket is tartalmaz a megjelenítő ernyő. Ilyen lehetősége a megjelenítési mód beállítása a Mode combobox segítségével. Az állítható Power Spektrum azaz teljesítmény spektrum módra valamint teljesítmény sűrűség spektrum módra „Power Spectral Density” [4]

A beállítási paraméterek között található a megjelenítési móddal kapcsolatos Labview-ből ismert lehetőségek [5].

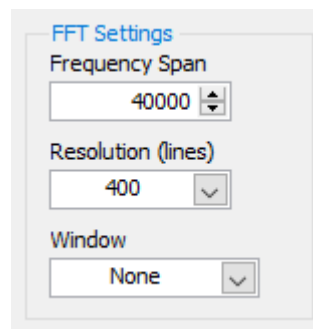
Az Input Settings keretben (4. ábra) található a bemenet választási lehetősége, valamint a bemeneti

feszültség beállítási lehetősége is. Bemeneti csatorna választása során lehetőség van a prototípuspanel AI0 ... AI7 bemeneteinek kiválasztására vagy pedig a két oszcilloszkóp csatorna valamelyikének kiválasztására. Ezek felül be kell állítanunk a bementi érzékenységet azaz, azt a határfeszültséget mely +/- értéke között változik a bemenetre adott vizsgálandó jel.



4. ábra Bemenet kiválasztása és beállítása

A DSA műszer Fourier sorfejtés [6] vagy transzformáció [7] segítségével határozza meg a bemenő jel spektrális tulajdonságai.



5. ábra Fourier transzformáció beállítási paramétere

A Frequency Span a teljes frekvenciaképernyő szélességét határozza meg. jelen beállítás mellett a frekvencia spektrum kijelzőn 0 és 40 kHz közötti értékek jelennek meg. A mintavételi tétel meghatározza, hogy mennyi minta kell a feldolgozáshoz. A műszer automatikusan a kívánt értékre, jelenleg 80kHz, állítja ezt.

Resolution (lines) a felbontást határozza meg, azaz a kijelzőn megjelenő diszkrét frekvencia vonalak száma, jelenleg 400.

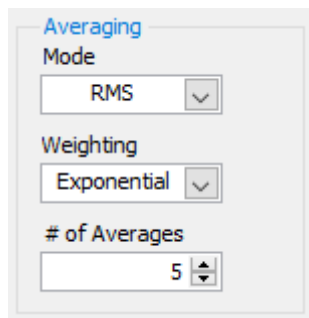
Window [8] segítségével lehet beállítani az időtartománybeli ablakoló függvényt ami segíts az értékelhető kép létrehozásában akkor is, ha a feldolgozáshoz kevés teljes jelalak periódus áll rendelkezésre.

Az Averaging, átlagolás keret. Minden spektrumanalizátor, több egymásutáni mintavétel eredményét dolgozza fel és azok átlagát mutatja meg az eredmény kijelzőn. (6. ábra)

A Mode határozza meg, hogy az átlagolásra a bemenő jelen elvégzett mely műveletek elvégzése után kerül

sor. Itt lehetséges az átlagolás kikapcsolása None választásával.

Az átlagolás ezen felül állítható Vector vagy RMS módba, amikor a Vector választása esetén a jel pillanatértékeit veszi figyelembe, míg az RMS átlagolás során a jel effektív értékére történik meg a átlag számítás. Kiválasztható ezeken felül még a Peak Hold mód, ami azt jelent, hogy csak akkor változik a kijelzett képen az egy adott frekvenciához tartozó összetevő értéke, ha az nagyobb, mint az eddig bármikor mért.

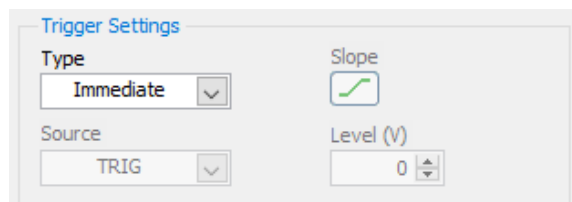


6. ábra Átlagolási beállítások

Az átlagolás során beállítható még a súlyozás is, lineáris vagy exponenciális, súlyozásra. Mivel a kijelzőn általában dB-ben történik a mérési eredmények megjelenítése célszerű az exponenciális súlyozás választása.

A # of Averages-el lehet az átlagoláshoz használt teljes mintasorozatokat számát meghatározni. Jelenleg ez az érték 5.

Trigger (elsütő, vagy indító szerkezet). Ennek a segítségével tudjuk szinkronba állítani a mérőműszerünket és a mérendő jelet. Azért szükséges a szinkron, azaz egyidejűség biztosítása, hogy folyamatosan működő mérés mellett álló (nem ugráló) képek kapjunk (7. ábra).



7. ábra Trigger funkciók

Az egyidejűség különböző módokon hozható létre, ami a „Type” combobox segítségével állítható.

Immediate (jelenleg kiválasztott mód) nem biztosít szinkronitást, amit a mintavételezés és feldolgozás végére ért a műszer azonnal elkezd az ismételt

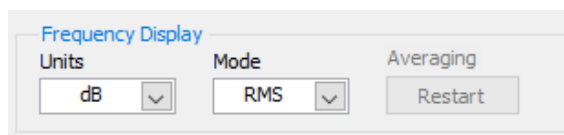
mintavételezést. Ez a módszer semmilyen szinkronizálási lehetőséget nem biztosít.

Digital beállítási lehetőség kétféle további választást biztosít. Az egyik a TRIG elnevezésű, ami a külső csatlakozó pontra vezetett digitális jel élének segítségével valósítja meg a trigger funkciót. A másik az un. SYNC ami a belső függvénygenerátor kezdeti fázisának felhasználását jelent triggerként. A két választási lehetőség a Source combobox segítségével választható.

További lehetőség a type választásnál az Edge funkció ami a bemeneti analog jelet tekinti a trigger forrásának. A Source combobox segítségével választhatunk a Source Channel-t. Az analog jelbemenet használatával nyílik lehetőség a trigger jelesztint (Level) értelmes kezelésére.

„Slope” nyomógomb alkalmas a fel és lefutó él vagy szakasz kiválasztására. Általában periodikus jelek vizsgálatára használjuk a műszert. Periodikus jelek esetén egy adott feszültség értéket elérhet a jel, növekvő vagy csökkenő szakaszában is, így az együttfutás biztosítására meg kell különböztetnünk a fel- és lefutó részeket.

Level (V). A trigger (elsütő szerkezet) érzékelési határfeszültsége. Ennek a feszültségnek az előzőekben beállított irányból történő elérése esetén kezdődik a mintavételezés.



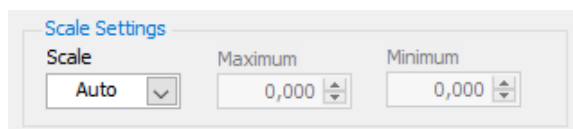
8. ábra Spektrum kijelző beállításai

A Frequency Display (8. ábra) beállításai találhatók a Frequency Display keretben. Be tudjuk állítani a Függőleges tengely beosztását lineáris, dB, és dBm értékekre. A Lineáris beállítási mód segítségével állíthatjuk a spektrum megjelenítő függőleges tengelyét Magnitude (V_{rms}^2) –re a effektív feszültségben történő megjelenítést jelenti. Amennyiben a dB megjelenítési módot választjuk akkor teljes jel effektív értékehez viszonyított frekvenciaösszetevők értékeit kapuk a kijelzőn logaritmikus skálázással dBV_{rms} mértékegységgel. Abban az esetben, ha a különböző frekvenciájú összetevők abszolút feszültség szintjére vagyunk kíváncsiak akkor válasszuk a dBm skálát ahol minden összetevő értéke az abszolút 1mW szinthez van viszonyítva.

A kijelzési módnál meg tudjuk határozni azt, hogy a jel csúcs vagy effiktív értéke jelenjen meg mint kijelzési paraméter.

Ha a Peak Hold átlagolási üzemmódot választottuk akkor lehetőségünk van törölni a kijelző képet és ezzel újratekdeni az átlagolást. Ezt a funkciót az Averaging Restart gombbal érhetjük el.

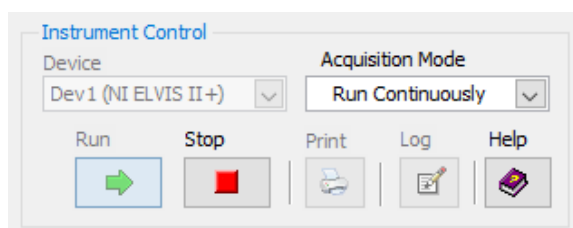
Az Averaging Restart megnyomás után az előzőekben mért értékeket elfelejti a műszer és ismételtlen elkezd felépíteni az átlagok maximumát.



9. ábra Függőleges skálázás beállítása

A Scale Settings keretben beállítható a spektrum kijelző függőleges beosztása Auto azaz maximális felbontású üzemmódra, vagy Manual választásával korlátozhatjuk a kijelzés részletességét annak érdekében, hogy az eredményhez nem tartozó részleteket el tudjuk tüntetni. Manul mód választása esetén a Minimum és Maximum értékeket meg kell határozni a numeric control-ok segítségével.

Acquisition Mode combobox segítségével tudjuk beállítani a Run Continously (folytonos) vagy Run Ones (egyszeri) üzemmódot. Folyamatos üzemmódban a periódikus bemeneti jelek esetében a mintavételt követő felrajzolás után érkező következő trigger feltétel újraindítja a mintavételt és rajzolást, míg az egyszeri üzemmódban egyetlen triggerfeltétellel kezdődő mintavételezés történik.



10. ábra Műszervezrlés

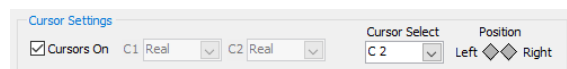
Az NI ELVIS DSA egy számítógéppel vezérelt mérőrendszer mely a megjelenítés során az alkalmazott számítógép képernyőjén jeleníti meg az eredményeket, így a műszervezrlés funkciói között megtalálható a Device kiválasztási lehetőség.

„Device” combobox segítségével lehetséges a számítógépen futó alkalmazás és a géphez kapcsolat mérőberendezés összekötése. Jelenleg a Dev1 (NI ELVIS II+) eszközt használjuk.

Lehetőség van a látható lép nyomtatására a Print nyomógomb segítségével.

A mintavételezett adatok hozzáférhetők további feldolgozás céljából. A Log file mentés segítségével lehetséges az adatok mentése.

Szintén számítógépes lehetőség a Help szöveges használati utasítás olvasása.



11. ábra Kurzorok kezelőfelülete

A Cursor Settings kereten belül lehetséges a kurzorok aktiválása a Cursors On checkbox segítségével. Aktiválás után két független kurzor jelenik meg a spektrum kijelzőn. A kurzorok egyenként egér segítségével mozthatók vagy a Cursor Select combobox segítségével kiválasztott kurzor mozgatható a Position Left, ill Right gomb segítségével.



12. ábra Kurzor status

A kurzorok állapotáról adatok olvashatók a kurzor statuson. Leolvasható a Két kurzor egymástól mért távolsága a vízszintes tengelyen ez az értéke a df(Hz), míg a kurzorok pontjában mért jelek egymáshoz viszonyított magassága a ddBVRms után olvasható.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] WIKI, „Harmonic analysis,” Wikipedia, the free encyclopedia, 11 feb 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Harmonic_analysis. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [2] WIKI, „Total harmonic distortion,” Wikipedia, the free encyclopedia, 28 febr 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Total_harmonic_distortion. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [3] WIKI, „SINAD,” Wikipedia, the free encyclopedia, 21 febr 2020. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/SINAD>. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [4] WIKI, „Spectral density,” Wikipedia, the free encyclopedia, 24 marc 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Signal_processing#Statistical. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [5] NI Labview munkacsoport, „Online Help,” National Instruments, 2020. [Online]. Available: <https://www.ni.com/getting-started/labview->

basics/online-help. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].

- [6] WIKI, „Fourier series,” Wikipedia, the free encyclopedia, 2 ápr 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Fourier_series. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [7] WIKI, „Fourier transform,” Wikipedia, the free encyclopedia, 7 ápr 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Fourier_transform. [Hozzáférés dátuma: 7 ápr 2020].
- [8] WIKI, „Window function,” Wikipedia, the free encyclopedia, 6 ápr 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Window_function. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [9] WIKI, „Spectrum analyzer,” Wikipedia, the free encyclopedia, 12 jan 2020. [Online]. Available:

https://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_analyzer. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].

- [10] WIKI, „Oscilloscope,” Wikipedia, the free encyclopedia, 6 ápr 2020. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Oscilloscope>. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].
- [11] WIKI, „Lissajous curve,” Wikipedia, the free encyclopedia, 28 feb 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Lissajous_curve. [Hozzáférés dátuma: 4 ápr 2020].
- [12] WIKI, „Function generator,” Wikipedia, the free encyclopedia, 12 márc 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Function_generator. [Hozzáférés dátuma: 6 ápr 2020].