

ANALIZA ZGOMOTULUI PE OCTAVE ȘI FRAȚIUNI DE OCTAVĂ

Prof. dr.ing. Iulian Lupea UTCluj

Analizorul pe octave este un dispozitiv pentru analiza în frecvență a sunetului, conținând un **set de filtre trece bandă**, montate în paralel. Fiecare filtru este acordat, având o frecvență centrală și o lățime de bandă.

Măsurarea **puterii spectrale pe fracțiuni** de octave constă în:

- trecerea semnalului măsurat prin setul de filtre,
- calculul pătratelor instantanee ale semnalelor rezultate din fiecare filtru,
- medierea în timp a pătratelor, independent pe fiecare filtru și în final
- afișarea valorilor mediate într-un grafic de bare verticale.

Relații între frecvențe centrale: $F_{i+1} = F_i \cdot 2^b$ sau $\frac{F_{i+1}}{F_i} = 2^b$ (1)

Calcul frecvențe centrale (ANSI): $CF_i = 1000 \cdot 2^{ib}$ $i = \dots -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots$ (9)

b=1 => analizor pe octave, b=1/3 => analizor pe treimi de octava, b=1/6 ... b=1/24.

Frecvențele centrale (nominale) [Hz] ale octavelor frecvent utilizate sunt: 31.5, 63, 125, 250, 500, **1000**, 2000, 4000, 8000, 16000.

Calcul frecvențe la margini de bandă:

să considerăm frecvența centrală și de referință de 1000 Hz. Marginile inferioară și superioară(3) ale benzii sunt:

$$f_1 = \frac{1000}{\sqrt{2}} = 707 \text{ Hz}, \quad f_2 = 1000 \sqrt{2} = 1414 \text{ Hz} \quad (3)$$

Lățimea benzii LB, este calculată în relația (4): $LB = f_2 - f_1 = 707 \text{ Hz}$, (4)

Rezultă constanta Q sau **lățimea filtrului relativ la CF**:

$$Q = \frac{LB}{CF} = \frac{707}{1000} = 0.707 \quad (5)$$

Calculul limitelor de frecvență ale benzii următoare, având frecvența centrală de 2000 Hz:

$$f_1 = \frac{2000}{\sqrt{2}} = 1414 \text{ Hz}, \quad f_2 = 2000 \sqrt{2} = 2828 \text{ Hz} \quad (6)$$

Lățimea benzii și constanta Q (aceeași) sunt:

$$LB = 2828 - 1414 = 1414, \quad Q = \frac{1414}{2000} = 0.707 \quad (7)$$

Este firesc ca marginile superioară ($f_{i,2}$) și inferioară ($f_{i+1,1}$) a două benzi alăturate să coincidă, deoarece frecvențele centrale acoperă o octavă (una este dubla celeilalte).

$$f_{i,2} = CF_i \sqrt{2}, \quad f_{i+1,1} = 2CF_i / \sqrt{2} \quad (8)$$

Spunem că filtrele sunt de **lățime de bandă procentual (din CF) constantă: 70.7% din CF**.

Pentru b=1/3 rezultă: $CF_i = 1000 \cdot 2^{i \cdot 1/3}$, pentru $i=0$, $CF=1000\text{Hz}$. Calculăm marginile f_1 și f_2 :

$$f_1 = \frac{1000}{\sqrt{2^{1/3}}} = \frac{1000}{1.12246} = 890.89 \text{ Hz}, \quad f_2 = 1000 \sqrt{2^{1/3}} = 1122.46 \text{ Hz}$$

Lățimea benzii și constanta Q sunt:

$$LB = 1122.46 - 890.89 = 231.57, \quad Q = \frac{231.57}{1000} = 0.231$$

Filtrele sunt de lățime de bandă procentual (din CF) constantă: 23.1% din CF

Frecvența de referință (pentru domeniul audio) a analizorului pe treimi de octavă este $F_r=1000 \text{ Hz}$.

Frecvența de referință în muzică 440 Hz, asociată notei La.

Calcul frecvența de esantionare:

analiza pe octave, sampling frequency [Hz]=**3 ori mai mare decât frecvența centrală a filtrului cel mai înalt** iar pentru analiza pe fracțiuni de octavă va fi de minim **2.5 ori mai mare decât CF al filtrului cel mai înalt**.

Vizualizare:

- Axa X frecvența [Hz] **scara liniara/ logaritmica** => benzile sunt de lățimi diferite/ aparent egale
- Se folosesc mai multi cursori fiecare poziționat pe o armonică
- In fundamentală este aproape intreaga putere Total Band Power pentru 94 dB sau 114 dB cu calibratorul

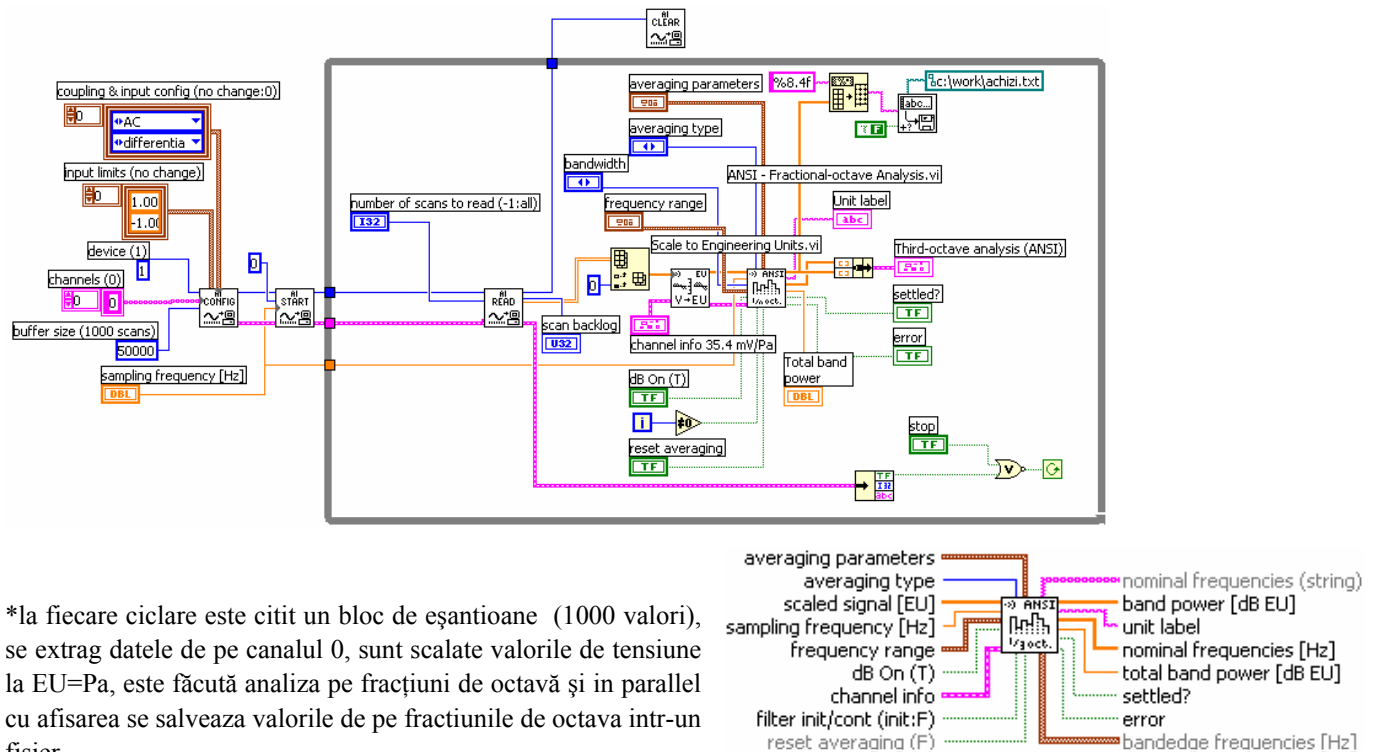
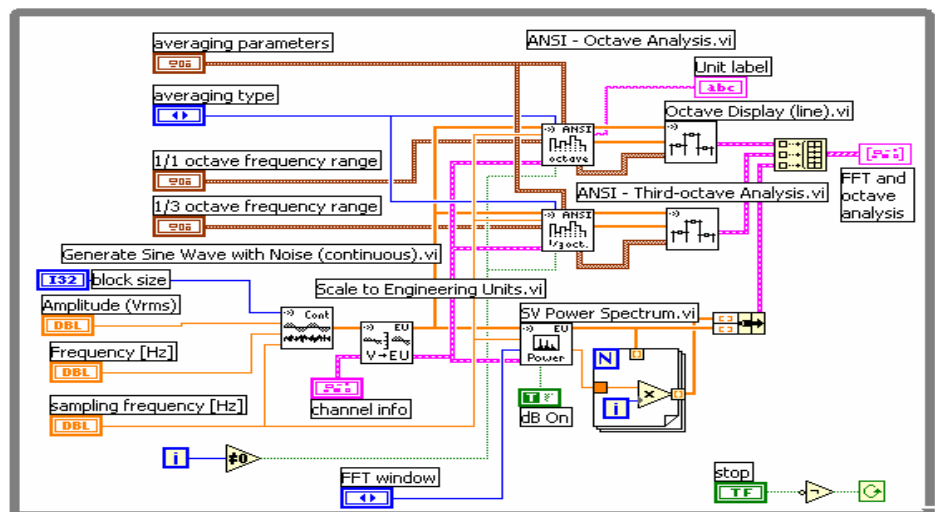


Fig. 2

6.4. Analiza în paralel pe octave și FFT (semnal sinus + zgomot)



Pentru afișare prin XY Graph, semnalul provenit de la funcțiile ANSI Octave Analysis.vi și ANSI Third Octave Analysis.vi, este pregătit de către un instrument de tip Octave Display (line).vi.

Intrările în funcția **Octave Display (line).vi** sunt reprezentate prin trei tablouri (1D) având fiecare același număr de elemente (Fig.9):

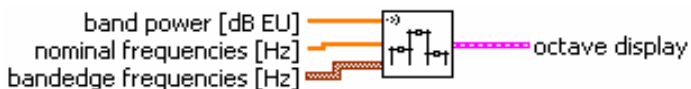


Fig. 9

-*band power* [dB EU] conține puterile [dB] asociate benzilor de fracțiuni de octave,

-*nominal frequencies* [Hz] conține frecvențele nominale (...250, 500, 1000, 2000, 4000...), asociate fiecărei benzi de octavă sau fracțiune de octavă,

-*bandedge frequencies* [Hz] este un tablou (1D) de structuri, fiecare structură conținând frecvențele marginale (f low, f high) și cea centrală exactă (nefolosită) asociate fiecărei benzi de fracțiune de octavă.

Ieșirea este structura *octave display.vi* conținând două tablouri X (1D) și Y (1D) cu datele necesare trasării graficului de linii ale spectrului pe octavă sau 1/3 de octavă, folosind XY Graph.vi.

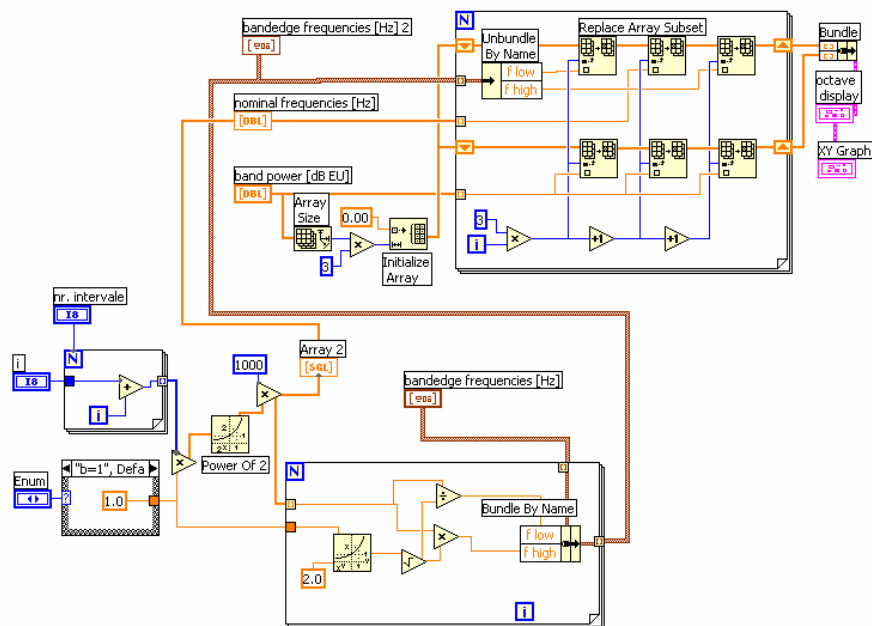
Tabel 3

	fl	CF	fh	fl	CF	fh	fl	CF	fh	..
X [Hz]	111	125	140	140	160	176	176	200	222	..
Y putere/ banda	33.6	33.6	33.6	37	37	37	32	32	32	..

UN EXEMPLU de tablouri X și Y necesare la vizualizare cu XY Graph:

125 Hz – 8000 Hz => 7 benzi de 1 octavă și 7x3=21 perechi (x,y)

125 Hz – 8000 Hz => 19 benzi de 1/3 octave și 19x3=57 perechi (x,y)



Ciclul for (de jos)

