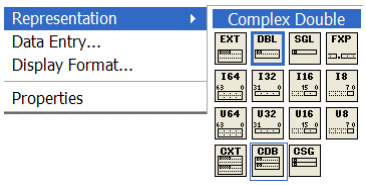
Calcule cu Numere Complexe I - Laborator #7

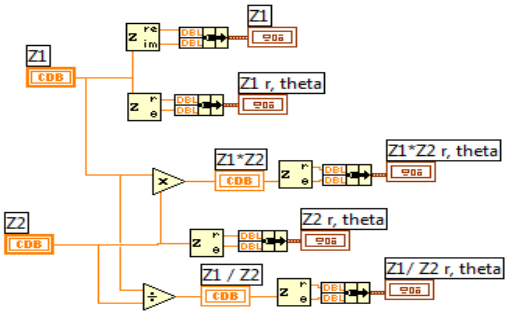
Programare I, MTR+IM, an1, UTCluj, Prof. I. Lupea

I. Reprezentarea numerelor complexe, produsul şi câtul



1. Z1 şi Z2 sunt controale numere, având tipul de dată complex (CDB parte reală + parte imaginară): Control + Representation

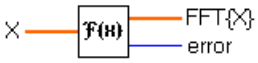
2. Operatorul *Complex To Polar* returnează două numere reale: modulul şi faza; op. *Complex To Re/Im* returnează două numere reale: partea reală şi cea imaginară;



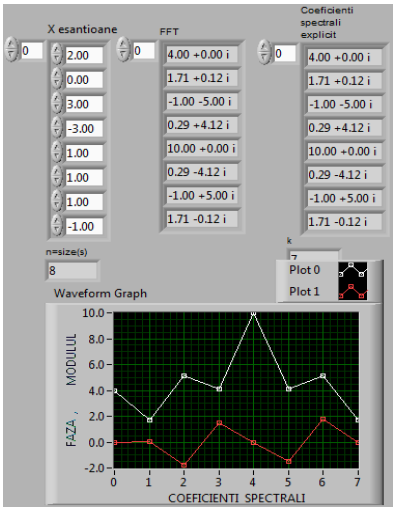
3. Inmulţirea a două numere complexe = înmulţirea modulelor şi suma fazelor.
4. Impărţirea a două numere complexe = câtul modulelor şi diferenţa fazelor.

II. Instrumentul *Real FFT.vi* (Analyze/ Signal Processing/ 1.Frequency Domain)

aplică tabloului de **n** valori reale X transformata Fourier rapidă (FFT) sau transformata Fourier discretă reală (DFT); rezultă tabloul FFT{X} de **n** coeficienţi spectrali <u>complecşi</u> y_k :



Real FFT.vi



$$y_k = \sum_{i=0}^{n-1} x_i \, e^{-jk2\pi\frac{i}{n}} = \sum_{i=0}^{n-1} x_i [\cos k2\pi\frac{i}{n} - j\sin k2\pi\frac{i}{n}] \quad (1)$$

$j = \sqrt{-1}$

y_0→componenta continuă (reală),
y_1→prima armonică,
y_2→a doua armonică, …,
$y_{\frac{n}{2}-1}$ →a n/2-1 armonică,
$y_{n/2}$ →armonica Nyquist.

Urmează coeficienţii complex conjugaţi simetrici de frecvenţe negative:
$y_{n/2+1}$→ a n/2-1 armonică, …,
y_{n-2}→a doua armonică,
y_{n-1}→prima armonică.

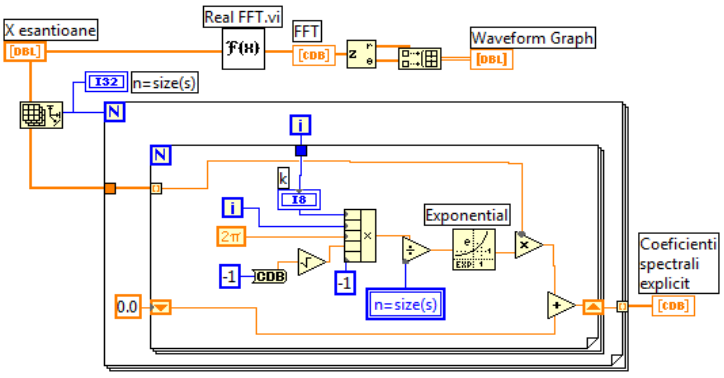
Coeficienţii complecşi y_k (Re + Im) pot fi exprimaţi în varianta modul şi fază:

<u>Modul</u>= $\sqrt{\mathrm{Re}^2 + \mathrm{Im}^2}$,

<u>Fază</u>= $a\tan2(\mathrm{Im}, \mathrm{Re}) \in [-180, 180]$.

(arctangentă în 4 cadrane)

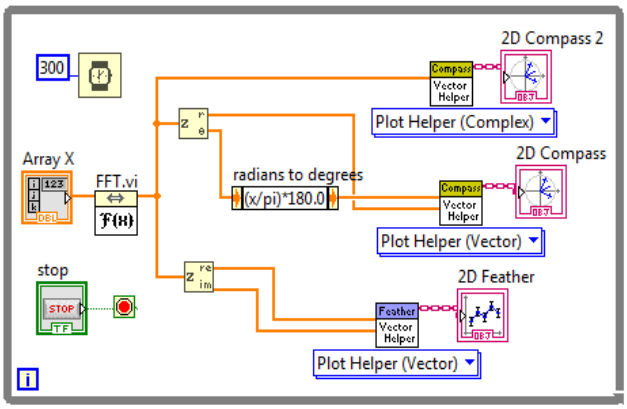
Diagrama: *suma după i este efectuată de ciclul interior; la fiecare ciclu exterior se calculează câte un yk (k=contor ciclu exterior).*

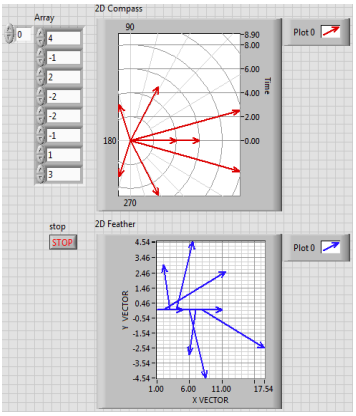


Calcul coeficienţi spectrali, relaţia (1)

2. Reprezentarea grafică a coeficienţilor in format vectorial

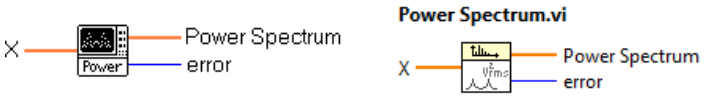
Se observă grafic perechile de coeficienţi complex conjugaţi şi cei doi coeficienţi reali.





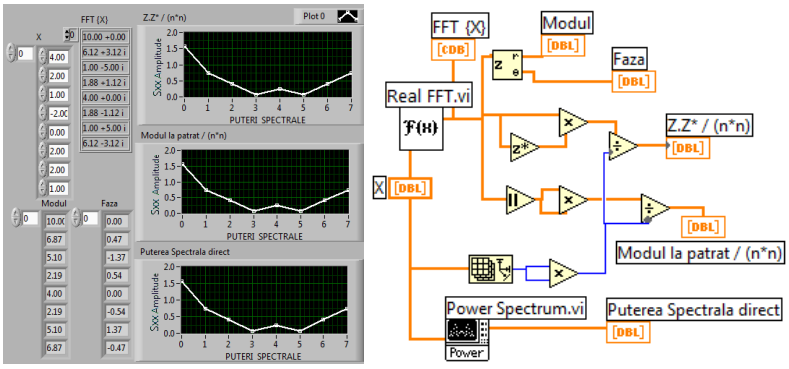
III. Funcţia *Power Spectrum.vi* aplică şirului de intrare X (considerat periodic) expresia:

$$S_{xx} = \frac{1}{n^2} |FFT\{X\}|^2 \quad (3)$$



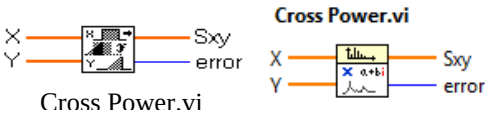
Rezultă puterea spectrală *bilaterală* S_{xx}.

n este numărul eşantioanelor de intrare din X egal cu al puterilor spectrale rezultate. In diagramă se obţine puterea spectrală în 3 moduri.



IV. Funcţia Cross Power.vi aplică şirurilor reale de intrare X şi Y expresia:

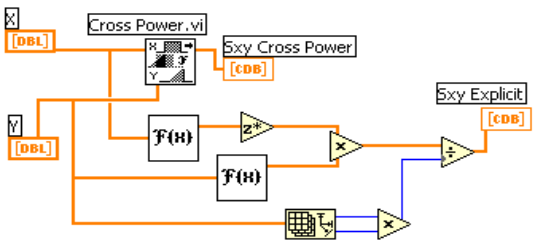
$$S_{xy} = \frac{1}{n^2} FFT^*\{X\} FFT\{Y\}$$



Rezultă puterea interspectrală complexă bilaterală **Sxy(f)**.

* indică conjugata complexă a valorilor din FFT{X},

n este numărul eşantioanelor reale din X şi Y egal cu numărul valorilor complexe din tabloul rezultat **Sxy**. Dacă $n=2^k$, unde k=1,2,…,23, instrumentul apelează transformata Fourier Rapidă FFT, altfel apelează transformata discretă DFT. Dacă tablourile X şi Y sunt identice rezultă valori reale în Sxy. In diagramă (→) se obţin resultate identice pe două căi.



4.1. Calculaţi S'xy(f) = FFT{X}•FFT*(Y)/n^2 şi comparaţi cu Sxy (rezultă conjugata complexă a vectorului Sxy).

4.2. Observaţi simetria din Y=FFT{X}, Sxx şi Sxy *faţă de:* $y_{n/2}$, Sxx[n/2] respectiv Sxy[n/2] (excepţie primul element).

4.3. Reprezentaţi vectorial Sxy(f) apelând Feather Plot şi comparaţi cu S'xy(f).