



ANALIZA SPECTRALA

În procesarea numerică a semnalelor, similar altor domenii ale tehnicii, se disting două operații principale: analiza și sinteza. Analiza reprezintă procesul de descompunere a unei funcții (sau a altui obiect) în componente simple, ușor de înțeles și de interpretat, sinteza fiind operația corespunzătoare, de reconstrucție.

Unda sinusoidală

În majoritatea proceselor industriale, ca și în natură, se regăsesc manifestări similare oscilatorului armonic: o masă în mișcare asupra căreia acționează o forță de tip elastic.

Conform legii lui Hooke, forța elastică este proporțională cu deplasarea și cu constanta de elasticitate:

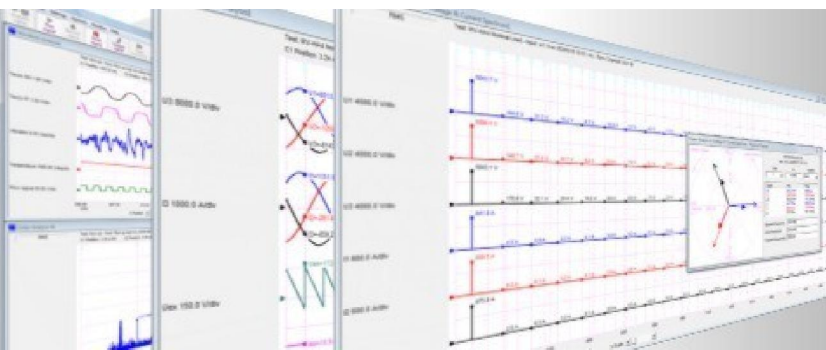
$$F_e = kx$$

În același timp, conform principiului reacțiunii, forța elastică este egală în modul și de sens contrar cu forța de inerție:

$$F_e = -F_i$$

A doua lege a lui Newton definește forța de inerție ca fiind produsul dintre masă și accelerație:

$$F_i = ma$$



Se observa ca deplasarea si acceleratia miscarii oscilatorii au aceeasi forma, relatia dintre ele fiind una de proportionalitate:

$$kx = -ma$$

Cunoscandu-se ca deplasarea este egala cu integrala dubla a acceleratiei, se poate scrie ecuatia diferentiala a miscarii:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$$

Solutia acestei ecuatii este de forma:

$$x(t) = A \cos(\omega t - \varphi), \text{ unde } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ este frecventa de rezonanta}$$

Rezulta ca miscarea oscilatorului armonic are un caracter sinusoidal, aceasta forma de unda fiind singura care respecta conditia initiala $kx = -ma$ (deplasarea, obtinuta prin integrarea dubla a acceleratiei, are aceeasi forma cu acceleratia).

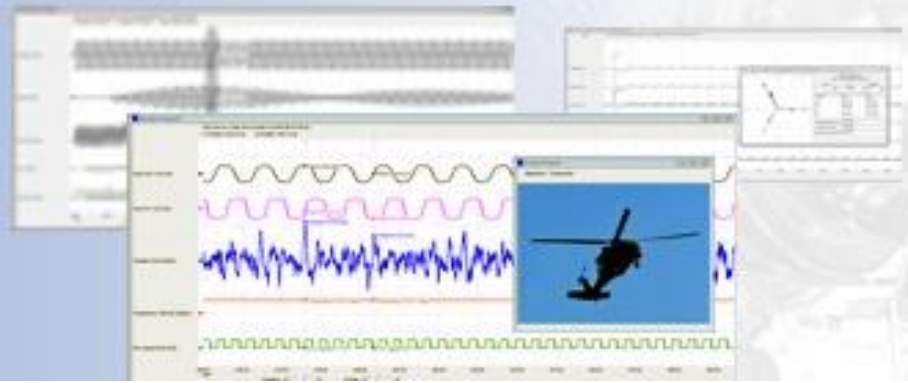
Tot sinusoidale sunt, de exemplu, proiectiile pe axele planului X-Y ale unei traiectorii circulare sau eliptice.

In cazul diagnozei unei masini industriale, semnalele achizitionate au o forma complexa, corespunzand sintezei naturale a unui numar mare de surse de vibratie cu caracter sinusoidal.

Ca urmare, analiza cea mai des intalnita in diagnoza masinilor industriale are la baza descompunerea semnalelor complexe in semnale sinusoidale, urmata de evaluarea parametrilor acestora (amplitudine, frecventa si faza) si de corelarea cu datele constructive ale diverselor componente.

Exemple:

- frecventa de rezonanta, fiind o caracteristica fizica a ansamblului masa - material, este utilizata ca principal parametru in controlul de calitate al paletelor turbinelor sau in localizarea si diagnoza defectelor de rulment
- vibratiile de frecventa egala cu frecventa de rotire sunt utilizate pentru calculul solutiei de echilibrare masica a rotoarelor



In industria energetica, forma de unda sinusoidala este folosita pentru definirea caracteristicilor electrice si a regimurilor de functionare.

Regimul sinusoidal este regimul de functionare ideal, caracterizat de pierderi si sollicitari minime.


Pentru acest regim au fost definiti urmatoorii parametri principali:

- Tensiune rms: $V = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}}$
- Curent rms: $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} = \frac{I_{peak}}{\sqrt{2}}$
- Puterea activa: $P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = VI \cos \varphi$
- Puterea reactiva: $Q = VI \sin \varphi$

Conditii diverse de functionare si de exploatare fac ca regimul sinusoidal sa fie doar unul teoretic, in practica fiind intalnit regimul nesinusoidal.

Calculul parametrilor electrici in regim nesinusoidal se bazeaza pe descompunerea tensiunii si curentului in componentele sinusoidale (armonice) si pe aplicarea ulterioara a definitiilor proprii regimului sinusoidal:

- Tensiune rms: $V = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 + \dots + V_n^2}$
- Curent rms: $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + \dots + I_n^2}$
- Putere activa: $P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = V_0 I_0 + \sum_{n=1}^{\infty} V_n I_n \cos \varphi_n$
- Putere reactiva: $Q = \sum_{n=1}^{\infty} V_n I_n \sin \varphi_n$



Frecventa armonicelor este in relatie directa cu componentele constructive ale masinilor electrice si reprezinta parametrul principal in identificarea cauzei manifestarilor nedorite.

Transformata Fourier

Una din metodele cele mai des intalnite in procesarea numerica a semnalelor are la baza procesul de prelucrare numit Transformata Fourier (FT) pentru analiza si Transformata Fourier Inversa (IFT) pentru sinteza.

Transformata FFT (Fast Fourier Transformer) reprezinta un algoritm de calcul rapid al FT, fiind intalnita la majoritatea analizoarelor de semnale.

FT descompune semnalele analizate in functii sinusoidale, fiecare cu amplitudine, frecventa si faza proprie. Continutul in componente sinusoidale al semnalului de intrare se numeste spectru de frecventa si este reprezentat, de regula, sub forma unui grafic amplitudine-frecventa.

Rezultatele sunt utilizate pentru calcule in domeniul frecventa sau pentru diagnoza.

Analizoarele spectrale

In contextul industrial actual, bazat pe cresterea calitatii, competitivitatii si eficientei produselor si proceselor industriale, analizoarelor spectrale le revin sarcini tot mai importante in activitatile de cercetare, proiectare, testare si diagnoza.

Principalele caracteristici ale analizoarelor spectrale sunt:

- Domeniul dinamic
- Rata de esantionare
- Rezolutia in frecventa
- Viteza de procesare
- Acuratetea functiilor de analiza
- Capacitatea de prezentare, stocare si transfer

Cresterea capacitatii de prelucrare a sistemelor de calcul a condus la integrarea pe scara larga a acestora in structura analizoarelor de semnale si la o noua etapa tehnico-economica in acest domeniu.