

## LUCRAREA 2

### CRITERIUL ABATERII MEDII PĂTRATICE ÎN APRECIEREA VARIAȚIILOR LENTE DE TENSIUNE DIN REȚELELE ELECTRICE

#### 2.1. Modelarea problemelor de optimizare

O problemă de optimizare este în mod obișnuit un model matematic în care se urmărește minimizarea costului, cheltuielilor, pierderilor sau erorii, respectiv maximizarea profitului, calității sau eficienței. Cel mai adesea un model de optimizare poate fi format din:

$$\text{FO: } I = \max (\min) F(X), \quad X = [X_1 \ X_2 \dots X_n] \quad (2.1)$$

$$\text{RE: } g_p(X_1, X_2, \dots X_n) = 0, \quad p = 1, \dots, k \quad (2.2)$$

$$g_q(X_1, X_2, \dots X_n) \leq 0, \quad q = k + 1, \dots, m \quad (2.3)$$

$$X_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad n > m \quad (2.4)$$

unde:

$X$  – vectorul variabilelor de optimizare;

$F(X)$  – funcția obiectiv (scop, criteriu) care reprezintă formalizarea matematică;

$g_p(X) = 0$  – reprezintă setul de restricții de egalitate. Acestea provin din legi generale sau specifice care impun anumite dependențe între variabilele de optimizare și din ecuațiile de funcționare ale sistemului sau procesului;

$g_q(X) \leq 0$  – reprezintă setul de restricții de inegalitate. Aceste restricții semnifică imposibilitatea depășirii unor limite care constituie, de obicei, valorile minime sau maxime tehnice ale sistemului sau procesului sau pot fi de natură economico-financiară;

$X_j \geq 0$  se impune din abordarea constructivă a problemei, adică variabila  $X_j$  are caracteristica unui resurse (bani, combustibil, timp) care nu poate fi decât pozitivă.

$n > m$  – asigură nedeterminarea sistemului  $g_m(X) = 0$  precum și a domeniului de soluții admisibile.

Dacă expresiile funcției obiectiv și ale restricțiilor sunt liniare, atunci problema (2.1) – (2.4) se numește problemă de programare liniară, iar dacă funcția obiectiv și sau una dintre restricții au expresii neliniare atunci problema se numește problemă de programare neliniară.

Modelul (2.1) – (2.4) poate fi folosit pentru a găsi exact sau aproximativ valorile optime ale variabilelor de optimizare, adică acele valori care asigură cea mai bună performanță a sistemului sau procesului. Un aspect deosebit de important în procesul de optimizare este reprezentat de cunoașterea datelor referitoare la sistemul/procesul studiat. Acestea pot influența substanțial rezolvarea procesului de optimizare, deci soluția finală.

Soluția care satisface sistemul de restricții se numește soluție admisibilă. Soluția optimă este aceea soluție care extremizează (minimizează/maximizează) funcția obiectiv, satisfăcând în același timp și sistemul de restricții.

## 2.2. Criteriul abaterii medii pătratice

În rezolvarea practică a problemelor din orice domeniu se întâlnesc diferite criterii de optimizare. Alegerea unuia sau altuia dintre criterii depinde de construcția modelului de optimizare. Cele mai des întâlnite criterii de optimizare sunt cele de minimizare sau maximizare a unei funcții. În aceste cazuri se caută acele valori  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ce conduc la extremizarea funcției obiectiv. Există criterii generale de optimizare și criterii particulare provenite din acestea, dar întâlnite drept criterii de sine stătătoare.

Unul dintre aceste criterii îl constituie criteriul abaterii medii pătratice. Acest criteriu se utilizează pentru aprecierea calității funcționării sistemelor de reglare automată, dar și în alte probleme de optimizare.

Fizic, trebuie realizat minimumul dispersiei sau al abaterii pătratice medii între semnalul dorit,  $h(t)$  and semnalul de ieșire,  $X(t)$ , Fig. 2.1.

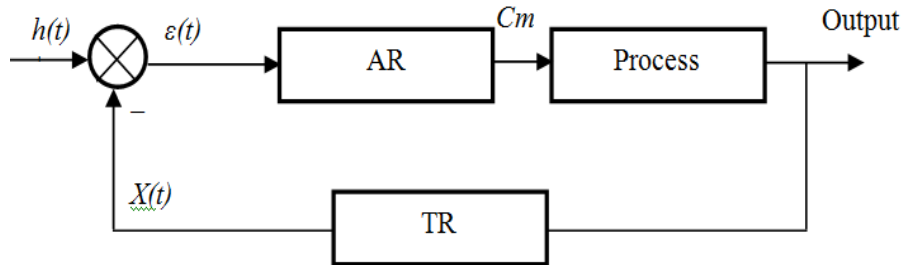


Fig. 2.1. Reprezentarea simplificată a unui sistem de reglare automată

$$I = \overline{\varepsilon^2} = \overline{(h(t) - X(t))^2} = \min! \quad (2.5)$$

### 2.3. Indicatori pentru aprecierea variațiilor lente de tensiune

Pentru aprecierea variațiilor lente ale tensiunii de alimentare, se folosesc diverși indicatori, care exprimă “abaterea” tensiunii față de valoarea sa nominală sau față de valoarea sa medie; se mai folosește termenul de “nivel de tensiune”, iar în lucrările specialiștilor francezi s-a introdus noțiunea de “iregularitate a tensiunii”. Între diverșii indicatori folosiți pentru exprimarea variațiilor lente ale tensiunii în instalațiile electrice, există relații de strânsă interdependență.

#### 2.3.1. Abaterea de tensiune într-un anumit punct al rețelei

Abaterea de tensiune într-un anumit punct al rețelei se estimează, de regulă, prin diferența dintre valoarea tensiunii de serviciu și a celei nominale, în cadrul unui proces determinist sau prin diferența dintre valoarea medie și cea nominală, în condițiile unei variații aleatoare a tensiunii, în care caz timpul ales pentru mediere depinde de caracteristicile concrete ale proceselor din instalațiile respective.

Abaterea de tensiune față de valoarea nominală se poate exprima, deci, în procente din tensiunea nominală a instalației cu o relație de formă:

$$\Delta U = \frac{U_s - U_n}{U_n} * 100 = (u - 1) * 100 [\%] \quad (2.6)$$

în care:  $U_s$  este tensiunea de serviciu a rețelei măsurată într-un anumit punct și la un moment dat;  $U_n$  – tensiunea nominal a rețelei, respective, tensiunea prin care este denumită rețeaua și la care se face referirea pentru anumite caracteristici ale funcționării acesteia.

### 2.3.2. Dispersia abaterilor de tensiune

Dispersia abaterilor de tensiune fata de abaterea medie se determina din relatia:

$$\sigma_{\Delta U}^2 = \frac{1}{T} * \int_0^T [\Delta U(t) - \sqrt{\Delta U}^2 dt = \frac{100^2}{T} * \int_0^T [u(t) - \bar{u}]^2 dt \text{ [%]} \quad (2.7)$$

în care:  $\sigma^2$  reprezinta dispersia nivelului de tensiune in jurul valorii medii, iar  $\sigma_u$  este abaterea medie patratice a nivelului de tensiune față de nivelul mediu.

### 2.3.3. Gradul de iregularitate a tensiunii (valoarea medie patratice a abaterii de tensiune)

Gradul de iregularitate a tensiunii sau valoarea medie pătratică a abaterii de tensiune este un indicator produs de P. Ailleret, care se folosește pentru evaluarea calității energiei electrice din punct de vedere a variațiilor lente ale tensiunii; acest indicator se determina cu relația:

$$\epsilon_q^2 = \frac{1}{T} * \int_0^T [\Delta U(t)]^2 dt = \frac{100^2}{T} * \int_0^T [u(t) - 1]^2 dt \text{ [%]} \quad (2.8)$$

În ceea ce privește valorile normale pentru gradul de iregularitate se pot considera următoarele limite de apreciere a calității tensiunii din punct de vedere al variațiilor lente:

- $\epsilon_q^2 \leq 10$  [%] – calitate foarte bună;
- $10 < \epsilon_q^2 \leq 20$  [%] – calitate bună;
- $20 < \epsilon_q^2 \leq 50$  [%] – calitate mediocră;
- $\epsilon_q^2 \geq 100$  [%] – calitate necorespunzatoare.

## **2.4. Desfășurarea lucrării**

1. Se studiază textul lucrării.
2. Pentru valorile tensiunilor înregistrate în diverse noduri dintr-o rețea de distribuție (puse la dispoziție de către cadrul didactic) se vor determina valorilor indicatorilor corespunzători variațiilor lente de tensiune.
3. Se vor clasifica nodurile în funcție de valoarea gradului de iregularitate a tensiunii.
4. Se vor formula concluzii privind calitatea tensiunii din punct de vedere al variațiilor lente de tensiune.