

~ CURS 4 ~

1.11. Compensarea puterii reactive

Rețelele de transport și distribuție a energiei electrice sunt utilizate în condiții optime dacă puterile active sunt maxime și egale cu puterile puterea activă este mai mică decât puterea aparentă și rețeaua este utilizată în aparente $S = P = U \cdot I$. În realitate, din cauza defazajului φ dintre tensiune și curent, puterea activă este mai mică decât puterea aparentă și rețeaua este utilizată în condiții cu atât mai dezavantajoase cu cât factorul de putere este mai mic.

În general, în rețelele electrice de distribuție a energiei electrice, puterea reactivă este de natură inductivă datorită principalilor consumatori inductivi (motoare asincrone, transformatoare etc), dar poate fi și capacitivă în rețelele cu pondere mare de cabluri, astfel încât în anumite situații este necesară injectarea de putere reactivă (în rețelele inductive), iar în altele este necesară consumarea ei (în rețelele capacitive).

Această compensare se poate face dinamic (mașini sincrone funcționând în regim supraexcitat sau subexcitat) sau static (punți de bobine și condensatoare comandate cu punți de tiristoare). Static, compensarea factorului de putere în regim periodic ne sinusoidal se poate face cu bobine (rețelele capacitive), respectiv cu condensatoare (rețele inductive). Cum în practică acest caz este mai des întâlnit, în cele ce urmează vom prezenta calculul dimensionării capacității condensatorului pentru compensarea puterii reactive.

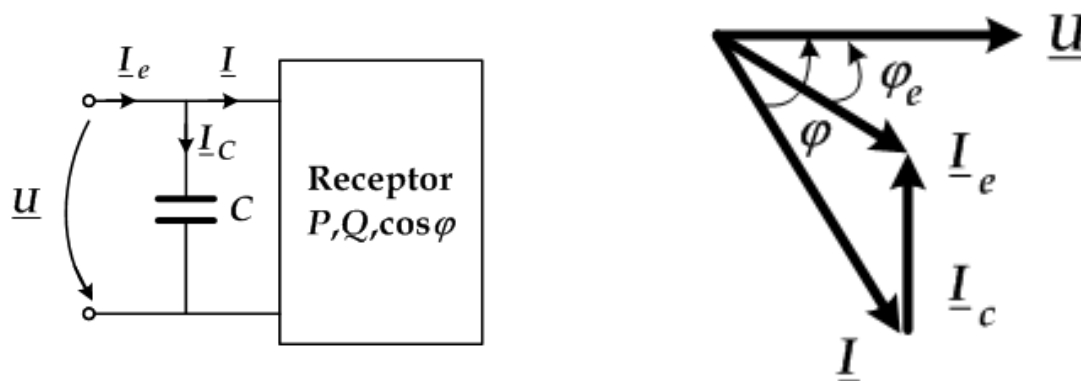


Fig. 1.26. Compensarea puterii reactive

$$P_e = P + P_c \text{ și } Q_e = Q + Q_c$$

$$\rightarrow P_c = 0 \Rightarrow P_e = P$$

$$\rightarrow Q_c = -\omega \cdot C \cdot U^2 \Rightarrow Q_e = Q - \omega \cdot C \cdot U^2$$

$$Q_e = P_e \cdot \operatorname{tg} \varphi_e = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_e \text{ si } Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$\Rightarrow P \cdot \operatorname{tg} \varphi - P \cdot \operatorname{tg} \varphi_e = \omega \cdot C \cdot U^2 \Rightarrow C = \frac{P(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_e)}{\omega U^2}$$

1.12. Eliminarea cuplajelor magnetice

Două bobine ideale conectate în serie și cuplate magnetic sunt echivalente cu circuitul următor după ce cuplajul a fost eliminat (prin prelucrarea ecuațiilor tensiunilor la bornele laturilor):

A. Cuplajul pozitiv

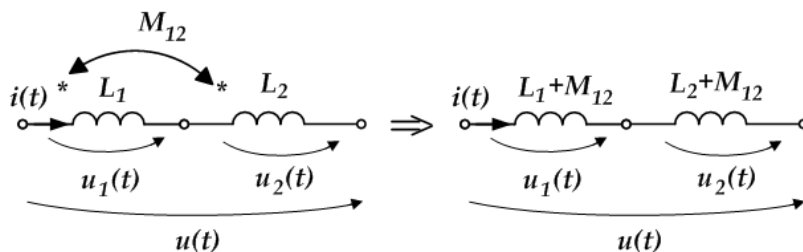


Fig.1.27. Cuplajul pozitiv a două bobine

$$u = u_1 + u_2 = L_1 \frac{di}{dt} + M_{12} \frac{di}{dt} + L_2 \frac{di}{dt} + M_{12} \frac{di}{dt} = (L_1 + M_{12}) \frac{di}{dt} + (L_2 + M_{12}) \frac{di}{dt}$$

B. Cuplajul negativ

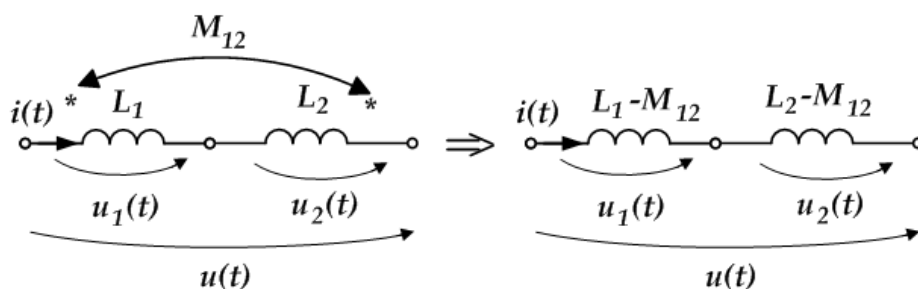


Fig. 1.28. Cuplajul negativ a două bobine

$$u = u_1 + u_2 = L_1 \frac{di}{dt} - M_{12} \frac{di}{dt} + L_2 \frac{di}{dt} - M_{12} \frac{di}{dt} = (L_1 - M_{12}) \frac{di}{dt} + (L_2 - M_{12}) \frac{di}{dt}$$

În cazul circuitelor electrice în care laturile ce conține bobine cuplate magnetic au un nod comun și în acel nod sunt conectate numai trei laturi, se poate realiza o desfacere a cuplajului magnetic (fig. 3.29), în raport cu bornele polarizate astfel: *dacă bornele polarizate au aceeași poziție (au poziții diferite) față de nodul comun se scade (se adună) modulul inductivității mutuale din inductivitățile proprii ale celor două bobine, iar în a treia latură se introduce în serie o bobină suplimentară a cărei inductivitate este egală cu plus (minus) valoarea inductivității mutuale.*

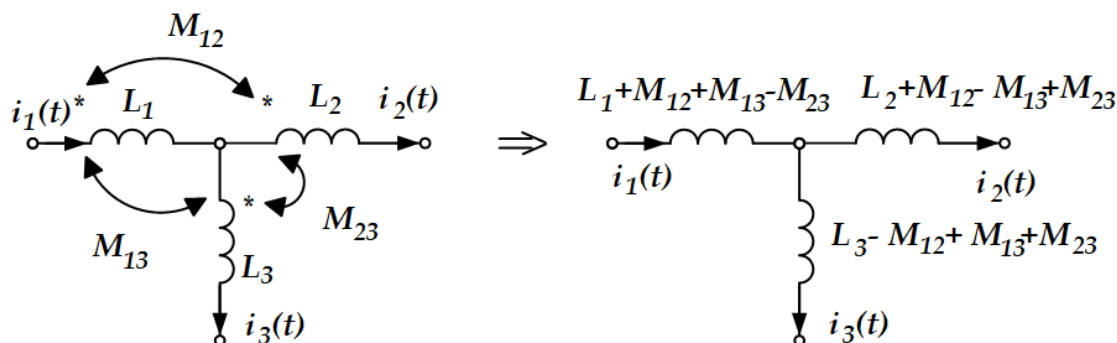


Fig. 1.29. Desfacerea cuplajului magnetic între trei bobine

Dacă în nodul comun sunt conectate mai mult de trei laturi este necesară introducerea unui nod suplimentar și, astfel, crește complexitatea problemei.

Metode de rezolvare a aplicațiilor cu cuplaje magnetice

Circuitele electrice ce conțin bobine cuplate magnetic pot fi rezolvate (dacă este permis) prin mai multe metode:

1. considerând cuplajul ca atare și introducând în ecuațiile celei de-a doua teoremă a lui Kirchhoff tensiunile induse prin cuplaj și adăugând la puterea reactivă termeni de forma:

$$Q_m = \pm 2 \cdot \omega \cdot M \cdot \operatorname{Re}\{\underline{I}_1 \cdot \underline{I}_2^*\}$$

2. dacă circuitul permite se desface cuplajul magnetic și se rezolvă circuitul cu inductivitățile mutuale explicite;
3. tensiunile induse pot fi considerate ca surse de tensiune comandate în curent :

$$\underline{E}_1 = \underline{Z}_M \cdot \underline{I}_2 = j \cdot \omega \cdot M \cdot \underline{I}_2$$

$$\underline{E}_2 = \underline{Z}_M \cdot \underline{I}_1 = j \cdot \omega \cdot M \cdot \underline{I}_1$$