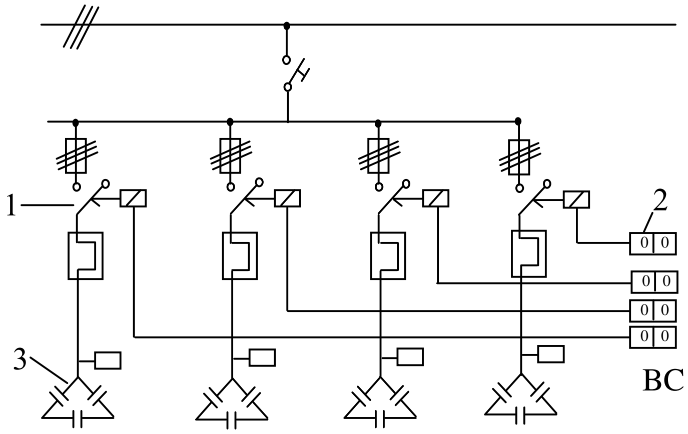

Fig.11.10. Comutare manuală a treptelor bateriei de condensatoare

1- contactor;
2- buton comandă;
3- baterie de condensatoare.

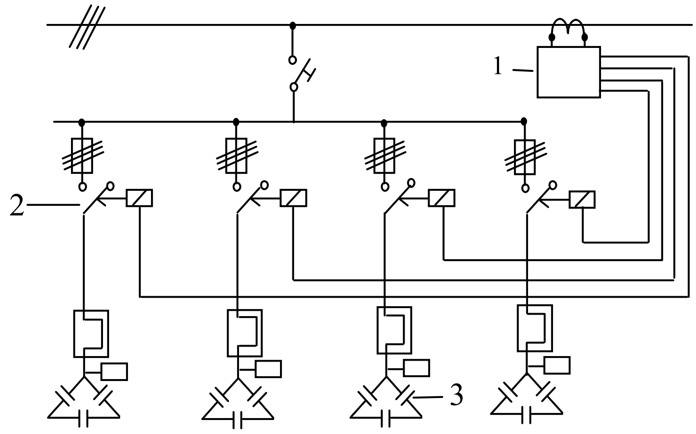

Fig.11.11. Comutare automată a bateriei de condensatoare

1- traductor varmetric;
2- contactor;
3- baterie de condensatoare

11.4.3. Descărcarea condensatoarelor

După deconectarea condensatoarelor de la rețea, acestea conțin o anumită cantitate de energie electrică iar tensiunea la borne este egală cu tensiunea rețelei în momentul întreruperii circuitului.

Circuitul rămânând deschis, se produce în timp o autodescărcare a condensatorului care durează cu atât mai mult cu cât dielectricul este de calitate mai bună.

Pentru calculul rezistenței de descărcare se pornește de la ecuația:

$$U_{adm} = \sqrt{2}Ue^{-\frac{t}{T}} \tag{11.53}$$

unde: T=constanta de descărcare;

$T=RC_{\Delta}$

U_{admis}=tensiunea de atingere admisibilă;

U_{admis}=24 V.

U-tensiunea admisibilă a rețelei;

t-timpul de descărcare, t<60s.

$$U_{adm} = \sqrt{2}U\frac{1}{e^{\frac{t}{T}}} \tag{11.54}$$

$$e^{\frac{t}{T}} = \frac{\sqrt{2}U}{U_{admis}} \tag{11.55}$$

$$\frac{t}{T} = \ln\frac{\sqrt{2}U}{U_{admis}} \tag{11.56}$$

$$\frac{t}{RC_{\Delta}} = \ln\frac{\sqrt{2}U}{U_{admis}} \tag{11.57}$$

rezultă: $$R = \frac{t}{RC_{\Delta}\ln\frac{\sqrt{2}U}{U_{admis}}} \tag{11.58}$$

$$R = \frac{tU^2\omega}{Q_{\Delta}\ln\frac{\sqrt{2}U}{U_{admis}}} \tag{11.59}$$

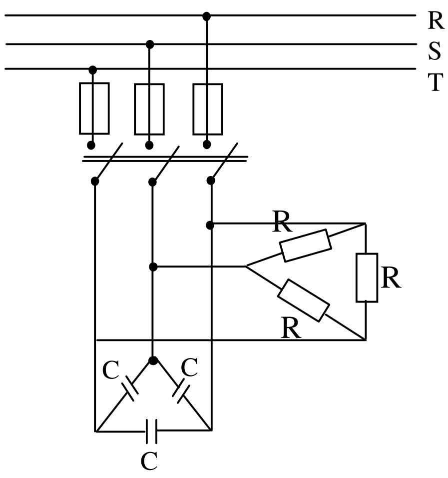

Fig.11.12. Conectarea în triunghi a rezistenței de descărcare

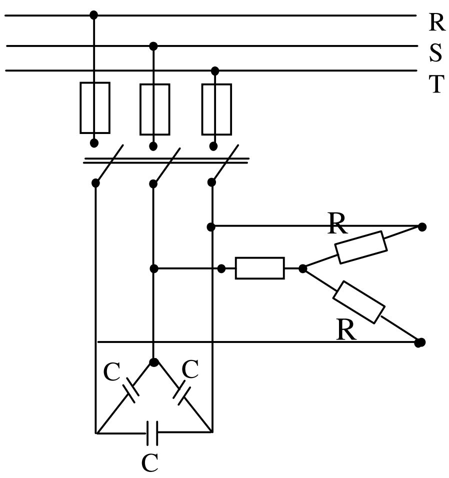

Fig.11.13. Conectarea în stea a rezistenței de descărcare

Rezistențele de descărcare pot fi montate fie în stea fie în Δ.

Schema de descărcare cu rezistențe în Δ este mai sigură deoarece la întreruperea unei rezistențe triunghiul este deschis, iar posibilitatea de descărcare se păstrează pentru toate capacitățile bateriei.

Rezistențele de descărcare trebuie să satisfacă două condiții esențiale:

- după trecerea timpului de descărcare t, tensiunea la bornele condensatorului să fie sub limitele maxime admise;
- pierderile în rezistența de descărcare, pentru o tensiune egală cu tensiunea nominală a bateriei, nu trebuie să depășească 1 W/ Kvar, întrucât rezistența de descărcare sunt conectate permanent la rețea în timpul funcționării condensatoarelor.

Aplicații

1. Un tablou de distribuție 3×380/220 V alimentează un grup de receptoare având P=50 kW și Q_1=25 kvar. Ce putere trebuie să aibă o baterie de condensatoare pentru a face ca factorul de putere la tablou să aibă valoarea 0,95 și care este capacitatea condensatoarelor bateriei în cazul montării în triunghi ?

Soluția 1.

$$Q_1 - Q_c = P \cdot tg\varphi_2$$

de unde

$$Q_c = Q_1 - P \cdot tg\varphi_2$$

Din $\cos\varphi_2$=0,95 rezultă $tg\varphi_2$=0,3287 și deci

$$Q_c = 25 - 50 \cdot 0{,}3287 = 8{,}565\,\text{kvar}.$$

Capacitatea condensatoarelor se obține cu relația:

$$C = \frac{Q_c}{3\omega U^2} = \frac{8{,}565 \cdot 10^3}{3 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 380^2} = 62{,}9 \cdot 10^6\,\text{F}=62{,}9\ \mu\text{F}$$

Soluția 2. Determinând

$$tg\varphi_1 = \frac{Q_1}{P} = \frac{25}{50} = 0{,}5$$

$$tg\varphi_2 = tg(\arccos 0{,}95) = 0{,}3287$$

rezultă puterea bateriei :

$$Q_c = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 50(0{,}5 - 0{,}3287) = 8{,}565\ \text{kvar}$$

și capacitatea condensatoarelor:

$$C = \frac{Q_c}{tg\varphi_1 - tg\varphi_2} = \frac{8{,}565 \cdot 10^3}{3 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 380^2} = 62{,}9 \cdot 10^{-6}\,\text{F}=62{,}9\ \mu\text{F}$$

2. O baterie de condensatoare de joasă tensiune 3×380 V montată în triunghi are puterea Q_c=120 kvar. Să se determine valoarea rezistenței de descărcare care trebuie montată în paralel cu condensatoarele bateriei, astfel încât tensiunea la bornele lor, după deconectarea de la rețea, să scadă în decurs de un minut la valoarea de 42 V. Rezistențele rămânând conectate și în timpul funcționării bateriei, care va fi puterea activă consumată de către acesta ?

Soluție. Puterea reactivă a condensatoarelor de pe o latură a triunghiului va fi:

$$Q = \frac{Q_c}{3} = \frac{120}{3} = 40\,\text{kvar}$$

Rezistențele de descărcare se determină pe baza relației (11.59) în care se înlocuiesc:

T=60 s

U_a=42 V

$Q = 40 \cdot 10^3\,\text{var}$

Rezultă

$$R = \frac{t\omega U^2}{Q_\Delta \ln\frac{\sqrt{2}U}{U_a}} = \frac{60 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 380^2}{40 \cdot 10^3 \cdot \ln\frac{\sqrt{2}\cdot 380}{42}} = 2{,}67 \cdot 10^4\,\Omega = 26{,}7\,\text{k}\Omega$$

Puterea activă absorbită de o rezistență:

$$P_R = \frac{U^2}{R} = \frac{380^2}{2{,}67 \cdot 10^4} = 5{,}41\ \text{W}$$

este foarte mică, ceea ce justifică menținerea rezistențelor în paralel pe condensatoare.

3. O lampă fluorescentă tubulară cu balast inductiv este alimentată de la rețeaua monofazată cu tensiunea de 220 V, circuitul absorbind de la rețea un curent de 0,42 A și o putere de 48 W. Pentru compensarea puterii reactive absorbite, se montează la bornele circuitului un condensator cu capacitatea de 4,7 μF. Să se calculeze:

a) Valoarea factorului de putere al circuitului după compensare;

b) Rezistența de descărcare care trebuie montată în paralel pe condensator, astfel încât după 15 secunde de la deconectarea circuitului tensiunea la bornele condensatorului să nu depășească valoarea admisibilă din punct de vedere al electrocutării (40 V) ?

Soluție. a. Factorul de putere al circuitului necompensat este:

$$\cos\varphi_1 = \frac{P}{UI} = \frac{48}{220 \cdot 0{,}42} = 0{,}519$$

de unde:

$$\text{tg}\varphi_1 = 1{,}64$$

Puterea reactivă a condensatorului are valoarea:

$$Q = \omega C U^2 = 2\pi \cdot 50 \cdot 4{,}7 \cdot 10^{-6} \cdot 220^2 = 71{,}46 \text{ var}$$

După compensare:

$$\mathrm{tg}\varphi_2 = \mathrm{tg}\varphi_1 - \frac{Q}{P} = 1{,}64 - \frac{71{,}46}{48} = 0{,}1512$$

$$\cos\varphi_2 = \cos(\mathrm{arctg}\varphi_2) = 0{,}9887$$

b. Pentru U_a=40 V, rezistența de descărcare va fi, conform relației:

$$R = \frac{t}{C \ln\dfrac{\sqrt{2}\cdot U}{U_a}} = \frac{15}{4{,}7\cdot 10^{-6}\cdot \ln\dfrac{\sqrt{2}\cdot 220}{40}} = 1{,}55\cdot 10^6\,\Omega = 1{,}55\ \mathrm{M}\Omega$$