

Ugođeni filterski krugovi

Ugođeni filterski krug je serijski spoj kondenzatora i prigušnice (prigušnica filterskog kruga), koji su tako jedno prema drugom ugođeni, da se rezonantna frekvencija serijskog titrajnog kruga poklapa s frekvencijom viših titraja (harmonika), ili joj je vrlo blizu.

Kako je impedancija serijskih titrajnih krugova na rezonantnim frekvencijama vrlo mala (blizu 0), tako će dotični viši harmonik biti "usisan" od filterskog kruga. Impedancija ugođenih filterskih krugova je na frekvenciji mreže (50 Hz) kapacitivna.

Filtriranje (usisavanje) viših harmonika

Struje viših harmonika mogu u pogonskim mrežama dovesti do kritičnih mrežno - povratnih djelovanja.

Primjenom prigušenih kondenzatora tako nastale smetnje se smanjuju odnosno potpuno izbjegavaju.

Prema dimenzioniranju i pridruživanju prigušnice filterskog kruga i kondenzatora bit će postignuto veće ili manje usisavanje struja viših harmonika.

Mjerilo za filtriranje je *faktor prigušenja p*.

Što je manji faktor *p*, to je veće usisno djelovanje.

Vrijeme odziva

Vrijeme odziva regulatora jalove snage je vrijeme koje proteče od pojave potrebe za promjenom jalove snage do preklapanja regulatora.

Otcjep

Otcjep je kondenzatorski stupanj kojeg preklapa izlaz regulatora faktora snage.

C/k vrijednost

C/k vrijednost je vrijednost odziva regulatora jalove snage. Ona se računa iz snage kondenzatora prvog odvojka "C" i prijenosnog odnosa strujnog mjernog transformatora "k".

Vrh uklopne struje, otpornici za predpunjenje

Vrhovi uklopne struje su visoki, često kritični vrhovi struje, koji nastaju pri uklapanju ili davanju ritma velikim potrošačima također i kondenzatorima.

Uključenje pojedinih kondenzatora ne predstavlja u pravilu nikakve poteškoće, s obzirom da je struja kroz induktivite preduključenih transformatora i vodova ograničena. Bitno kritičnije je uklapanje kondenzatora u kompenzacijskim uređajima (paralelno priključenje jednog kondenzatora k već uključenim kondenzatorima), budući da je u ovom slučaju struja ograničena samo još malim induktivitetom priključnih vodova i kondenzatora.

Ovaj problem može se riješiti primjenom specijalnih kondenzatorskih sklopnika opremljenih otpornicima za prednabijanje. Oni su sastavni dio kondenzatorskog sklopnika i uključuju se u strujni krug pomoćnim pretkontaktima, prije zatvaranja glavnih kontakata. Tako se postiže prigušenje vršne struje na oko 10% od njene neprigušene vrijednosti.

Prigušeni kompenzacijski uređaji ne trebaju ove mjere, jer je s pomoću induktiviteta prigušnice postignuto dovoljno prigušenje uklopne struje.

Uređaj za pražnjenje, vrijeme pražnjenja

Uređaji za pražnjenje koriste se zato, da se kondenzatori nakon odvajanja od mrežnog napona isprazne. Oni moraju biti prikladni da energiju spremljenu u kondenzator

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

u sekundama prihvate i unište. Prikladni uređaji za pražnjenje kondenzatora su otpornici i prigušnice. Prigušnica za pražnjenje zbog njene velike AC impedancije na osnovnoj frekvenciji stvara vrlo male gubitke. Nakon isklapanja kondenzatora prigušnica ga isprazni u nekoliko sekundi zbog njene vrlo male DC impedancije. Stoga je za pražnjenje kondenzatora kvalitetnije primijeniti prigušnice nego otpornike. Prema EN 60831-1, svaki kondenzator ili kondenzatorska

baterija mora biti ispražnjena u roku od tri minute na napon od 75 V ili manji.

U osnovi vrijedi da preostali napon kondenzatora kod ponovnog priključenja ne smije premašiti 10% nazivnog napona.

Kod automatskih postrojenja za kompenzaciju jalove snage mora pražnjenje uslijediti unutar nekoliko sekundi, s obzirom da regulator uslijed promjene opterećenja, već nakon kraćeg kašnjenja, može dobiti nalog za ponovno uključivanje i da se upravo iskopčani kondenzator mora ponovo priključiti.

Vrijeme pražnjenja u regulacijskim jedinicama mora stoga uvijek biti kraće od vremena odziva regulatora.

Impulsna opteretivost

Impulsna opteretivost kondenzatora mora biti visoka, kada se oni rabe u regulacijskim jedinicama i time budu često preklapani, jer visoka struja uklapanja osim uklopnih uređaja opterećuje i svitke kondenzatora.

Kapacitivna konstantnost (nepromjenljivost kapaciteta)

Kapacitivna konstantnost znači nemijenjanje električnih veličina kondenzatora tijekom cijelog životnog vijeka.

Ona je od posebno velikog značenja kod ugođenih i razgođenih filterskih krugova.

Trajno održavanje ugođene frekvencije je kod filterskih krugova moguće samo ako je razgradnja kapaciteta uslijed starenja kondenzatora vrlo mala.

Energetski kondenzatori

Energetski kondenzatori su kondenzatori velikog kapaciteta, a izvedeni su prema normi EN 60831-1. Koriste se za pomicanje faze i za filtriranje viših harmonika. Energetski kondenzatori posebno se odlikuju:

- visokom kapacitivnom konstantnosti i vijekom trajanja
- unutarnjim sigurnosnim sustavom
- visokom impulsnom opteretivosti.

Ove osobine su osobito važne kod primjene u prigušenim kompenzacijskim uređajima.

Linearni potrošači

Kod priključenja na mrežni napon sinusnog oblika, linearni potrošači uzimaju iz mreže sinusoidalnu struju, koja može biti fazno pomaknuta prema naponu. Linearni potrošači su npr.: Trofazni motori, kondenzatori, žarulje s žarnom niti, otporska grijanja.

Nelinearni potrošači

Nelinearni potrošači uzimaju iz mreže kod priključenog sinusnog napona struju nesinusnog oblika.

Nelinearni potrošači su npr.:

- pogoni s usmjerivačima, frekvencijski pretvarači,
- uređaji za besprekidno napajanje, televizori,
- elementi sa zasićenim magnetskim željeznim krugovima,
- fluorescentne svjetiljke,
- lučne peći, uređaji za zavarivanje,
- poluvodički elementi (diode i tiristori).

Harmonici (viši titraji)

Nelinearni potrošači uzimaju iz mreže nelinearnu struju. Ova nelinearna struja može se po Fourieru rastaviti na osnovni titraj frekvencije f_1 i superponirane više titraje frekvencije

$$f_v = v \cdot f_1$$

Redni broj v

Redni broj v : 5., 7., 11., 13., itd. je parametar koji označava viši harmonik. On predstavlja odnos frekvencije viših titraja prema frekvenciji mreže.

$v = 5$ označava 5. harmonik s

frekvencijom $f_v = v \cdot f_1$

Kod $f_1 = 50$ Hz iznosi $f_5 = 250$ Hz

Kod $f_1 = 60$ Hz iznosi $f_5 = 300$ Hz

Amplituda struje viših titraja smanjuje se s rastućim rednim brojem prema osnovnoj frekvenciji

Red regulacije - sekvenca

Red regulacije naziva se odnos snage odvojaka. Šest jednakih odvojaka daju red regulacije 1:1:1:1:1:1. Kod regulatora jalove snage može se red regulacije birati po volji i jednostavno mijenjati.

Rezonantna frekvencija

Kod rezonantne frekvencije f_R jalovi otpor X_L i X_C serijskog titrajnog kruga jednak je i suprotne je vrijednosti ($X_L = X_C$). Stoga je u točki rezonancije otpor titrajnog kruga približno nula, s obzirom da je aktivan još samo relativno malen omski udio.

Rezonancija

U kompenziranim mrežama izmjenične struje može doći do slučaja, da se induktivni i kapacitivni jalovi otpori poništavaju. S obzirom da kod narinutog napona samo još relativno mali omski otpori djeluju na ograničavanje struje, kod rezonancije nastaju veliki strujni vrhovi, koji aktiviraju nadstrujnu zaštitu i mogu dovesti do značajnih šteta.

Filterski krugovi brzog ritma

Kod filterskih krugova brzog ritma kondenzatori se preklapaju poluvodičkim sklopovima. Preklapanje se vrši bez habanja. Viškovi jalove snage i upadi opterećenja ispravljaju se u nekoliko milisekundi.

Samopopravljivost (samoozdravljivost), nadtlačno osiguranje

Energetski kondenzatori ne trebaju preduključene osigurače za preopterećenje. Proboji u kondenzatoru kao posljedica naponskih vrhova izoliraju se samopopravljanjem. Kondenzator ostaje tijekom samopopravljanja radno sposoban. Ako bi u iznimnim slučajevima ili na kraju životnog vijeka došlo do posebno učestalih proboja, zbog povećane koncentracije plina uključio bi se uslijed nastalog nadtlačenja odvojni mehanički osigurač i kondenzator bi se odvojio od mreže.

Broj stupnjeva regulacije

Broj stupnjeva regulacije određen je redom regulacije. Broj stupnjeva se izračuna tako da se brojevi reda regulacije zbroje. Na primjer red regulacije 1:2:2:2:2:2 daje broj stupnjeva 11. Da bi se postigla dovoljno točna regulacija a istovremeno izbjeglo prečesto preklapanje, razumno je broj stupnjeva regulacije odabrati između 6 i 16.

Veći brojevi stupnjeva regulacije ne donose bitno poboljšanje $\cos \varphi$.

Zaporni factor a_f

To je odnos tonfrekventne impedancije Z_{FT} jednog sustava (npr. kondenzator sa zaporom tonske frekvencije ili prigušeni kondenzator) prema reaktanciji X_C kondenzatora na osnovnoj frekvenciji f_1 (npr. 50 Hz).

$$a_f = \frac{Z_{FT}}{X_{Cf1}}$$

Postrojenje daljinskog upravljanja tonfrekvencijom (MTU) Tonfrekventni zaporni krug

Postrojenja daljinskog upravljanja tonfrekvencijom napajaju javnu opskrbnu mrežu tonfrekventnim impulsima. Ovi impulsi šire se u cijeloj mreži i omogućuju, preko u mreži

raspoređenih tonfrekventnih prijamnika, željena preklapanja.

Područja primjene postrojenja daljinskog upravljanja su npr.:

- upravljanje tarifom u domaćinstvima i industriji,
- preklapanje alarmnih signala,
- preklapanje rasvjetnih postrojenja.

Uslijed frekvencijski ovisnih otpora kondenzatora mogu odaslane tonske frekvencije biti ometane.

Da bi se to izbjeglo, kompenzacijski uređaji se prigušuju ili opremaju tonfrekventno zapornim krugovima ili se opremaju kombinacijom obojog.

Faktor prigušenja

Faktor prigušenja p (%) daje odnos reaktancije prigušnice i kondenzatorske reaktancije kod osnovne frekvencije. Faktor prigušenja p pokazuje indirektno rezonantnu frekvenciju f_R serijskog titrajnog kruga, npr.:

$$\begin{aligned} p=7\% & \quad -f_R=189\text{Hz} \\ p=5,67\% & \quad -f_R=210\text{Hz} \\ p=14\% & \quad -f_R=134\text{Hz} \end{aligned}$$

Ovisnost između p i f_R dobije se iz.

$$f_R = f_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{p}}$$

npr.: $p=7\%$, frekvencija mreže $f_1 = 50$ Hz

$$f_R = 50 \cdot \frac{1}{\sqrt{0,07}} = 189 \text{ Hz}$$

Prigušeni kondenzator (razgođeni filterski krug)

Prigušeni kondenzator je serijski spoj kondenzatora i prigušnice. Nastaje serijski titrajni krug čija je rezonantna frekvencija f_R dimenzioniranjem prigušnice tako postavljena, da leži ispod frekvencije petog harmonika (250 Hz).

Time je spoj kondenzatora i prigušnice za sve frekvencije viših titraja ≥ 250 Hz induktivan, te opasne rezonancije između kondenzatora i mrežnih induktiviteta (npr. trafo) nisu više moguće.

Faktor impedancije α

Faktor impedancije α je omjer impedancije pri MTU frekvenciji i impedancije pri 50 Hz. Impedancija potrošačkog postrojenja pri MTU frekvenciji (uključivo vlastiti mrežni transformator i uređaj za kompenzaciju) mora u priključnoj točki iznositi barem 40% priključne impedancije potrošačkog postrojenja pri 50 Hz, da bi se izbjeglo nedopušteno povratno djelovanje na MTU.