

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūts

O. Krievs, L. Ribickis

**AKTĪVIE FILTRI
ENERGOELEKTRONIKAS IEKĀRTĀS**

**RTU Izdevniecība
2008**

UDK 621.3

Krievs O., Ribickis L. „Aktīvie filtri energoelektronikas iekārtās”. Mācību grāmata.- R.:RTU Izdevniecība, 2008. – 87 lpp.

Grāmatas autori:

Oskars Krievs, Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūta vadošais pētnieks, Industriālās elektronikas un elektrotehnoloģiju katedras asistents, Elektrotehnikas inženierzinātņu doktors.

Leonīds Ribickis, Rīgas Tehniskās universitātes profesors, Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūta direktors, Industriālās elektronikas un elektrotehnoloģiju katedras vadītājs, Dr.Habil.Sc.Ing, LZA akadēmiķis.

RTU Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūts rekomendē šo mācību grāmatu elektrotehnoloģiju datorvadības, elektrotehnikas, enerģētikas un elektronikas programmu studentiem, kā arī visiem elektrotehnikas nozares speciālistiem.

Recenzenti: Dr.Habil.Sc.Ing., prof. J. Greivulis, RTU
Dr.Sc.Ing., Vadošais pētnieks Leonards Latkovskis, FEI

Iespiests saskaņā ar RTU EEF IEEI institūta 2008. gada 14. maija sēdes lēmumu, protokols Nr. 08-9.

© Rīgas Tehniskā universitāte, 2008.g.
© O.Krievs, L.Ribickis, 2008.g.

ISBN 978-9984-32-219-3

PRIEKŠVārds

Šī monogrāfija aplūko aktīvos spēka filtrus un to vadības sistēmu darbības principus. Monogrāfijas sākumā ir veikta plašāk sastopamo, uz energoelektronikas pārveidotājiem balstīto, elektropārvades un sadales sistēmu kondicionēšanas iekārtu klasifikācija, īpašu uzmanību pievēršot elektroiekārtām harmonisko kropļojumu filtrēšanai. Šīm iekārtām ir veikta populārāko spēka shēmu analīze, uzrādītas to priekšrocības un trūkumi, kā arī atbilstošās pielietojuma sfēras.

Liela uzmanība monogrāfijā ir pievērsta enerģijas plūsmas analīzes problemātikas risināšanai trīsfāžu nesimetriskām un nelineārām sistēmām. Šādu sistēmu darbības dinamisko režīmu un enerģētisko procesu analīzei, kā arī vadības sistēmu izstrādei nevar pielietot metodiku, kas ir balstīta uz fāžu spriegumu un strāvu efektīvajām vērtībām perioda laikā vai izvirzījumu Furjē rindās. Ir nepieciešama metodika, kas izmanto spriegumu un strāvu momentānās vērtības. Sīkāk tiek aplūkota ortogonālās atskaites sistēmas momentāno aktīvās un reaktīvās jaudu teorija, jeb t.s. „ $p-q$ ” teorija, kas ir noformulēta pagājušā gadsimta astoņdesmito gadu sākumā Japānā. Šo teoriju var izmantot trīsfāžu maiņstrāvas sistēmās bez ierobežojumiem attiecībā uz strāvas un sprieguma formu un tā ir derīga ne tikai stacionāro, bet arī dinamisko režīmu analīzei. Tā ļauj aplūkot nelincāru un/vai nesimetrisku trīsfāžu sistēmu kā veselumu, nevis kā trīs vienfāzcs sistēmu superpozīciju.

Ir aplūkotas literatūrā sastopamās paralēlā aktīvā filtra vadības metodes, kas izmanto „ $p-q$ ” momentāno jaudu teoriju, īpašu uzmanību pievēršot frekvences selektīvajām paralēlā aktīvā filtra vadības metodēm. Doti norādījumi paralēlā aktīvā filtra datormodeļa izstrādei MATLAB/SIMULINK vidē un spēka shēmas projektēšanai.

Monogrāfija var būt noderīga elektroenerģētikas un elektrotehnikas specialitāšu maģistrantūras un doktorantūras programmas studentiem. Monogrāfijas autori cer uz lasītāju atsaucību tās pilnveidošanā un turpmāko izdevumu uzlabošanā.

Autori pateicas recenzentiem - Dr.Habil.Sc.Ing., prof. J. Greivulim

un Dr.Sc.Ing., L.Latkovskim par darbu monogrāfijas pilnveidošanā.

SATURS

Priekšvārds	3
Saturs	4
Ievads	5
1. Statisko regulatoru un aktīvo spēka filtru analīze un klasifikācija	7
1.1. Energoelektronikas iekārtas enerģijas plūsmas regulēšanai energosistēmās	7
1.1.1. Paralēlā slēguma statistiskie regulatori	8
1.1.2. Virknes slēguma statistiskie regulatori	9
1.1.3. Kombinētā slēguma statistiskie regulatori	10
1.2. Energoelektronikas iekārtas harmonisko kropļojumu filtrēšanai	10
1.2.1. Augstāko harmonisko komponentu strāvas un sprieguma avoti	10
1.2.2. Paralēlo aktīvo spēka filtru shēmas	12
1.2.3. Virknes un hibrīdo aktīvo spēka filtru shēmas	16
2. Momentānās aktīvās un reaktīvās jaudas teorijas pielietojums energoelektronikas aktīvajos filtros	21
2.1. Ieskats maiņstrāvas jaudas definīciju vēsturē	21
2.2. Jaudas definīcijas lineārām maiņstrāvas ķēdēm	23
2.3. Jaudas definīcijas nelineārām maiņstrāvas ķēdēm	25
2.4. Trīsfasu sistēmu jauda	27
2.5. Momentānās aktīvās un reaktīvās jaudas teorijas pamati	28
2.6. Momentānās aktīvās un reaktīvās jaudas teorija trīsfasu sistēmās bez nullvada	33
3. Paralēlo aktīvo filtru darbības analīze	37
3.1. Momentānā aktīvā un reaktīvā jauda trīsfasu trīs vadu paralēlā aktīvā filtra sistēmā	37
3.2. Nelineārās slodzes analīze	41
3.3. Paralēlā aktīvā filtra jaudas aprēķins	43
3.4. Paralēlā aktīvā filtra pasīvo elementu izvēles kritēriji	45
4. Paralēlo aktīvo filtru vadības metodes	47
4.1. Paralēlo aktīvo filtru vadības principi	47
4.2. Vadības metodes nelineāras slodzes strāvas harmoniskā sastāva kompensēšanai	48
4.2.1. Sprieguma avota invertoru strāvas vadības metodes	49
4.2.2. Frekvences selektīvā paralēlā aktīvā filtra strāvas regulēšana ar rezonanses filtru regulatoriem sinhronajā atskaites sistēmā	50
4.2.3. Alternatīvas sinhronās atskaites sistēmas rezonanses filtru regulatoriem	57
5. Paralēlā aktīvā filtra modelēšana un eksperimentālā pārbaude	60
5.1. Paralēlā aktīvā filtra sistēmas modelis Matlab/Simulink vidē	60
5.1.1. Paralēlā aktīvā filtra sistēmas spēka shēmas datormodelis	61
5.1.2. Paralēlā aktīvā filtra vadības sistēmas datormodelis	64
5.2. Paralēlā aktīvā filtra sistēmas modelēšanas rezultāti	66
5.3. Paralēlā aktīvā filtra sistēmas eksperimentālā pārbaude	70
5.3.1. Vadības sistēmas realizācija eksperimentālajā prototipā	73
5.4. Paralēlā aktīvā filtra eksperimentālo pārbaužu rezultāti	77
5.4.1. Eksperimentālie rezultāti strāvas regulatoram ar RFR dq atskaites sistēmā	78
Izmantotā literatūra	82