



K A U N O  
T E C H N O L O G I J O S  
U N I V E R S I T E T A S

Steponas Gečys, Artūras Kalvaitis,  
Pranas Smolskas

# ELEKTROMECHANIKA



# TURINYS

1.	IVADAS.....	10
1.1.	Elektros mašina ir transformatorius .....	10
1.2.	Elektros mašinų klasifikacija .....	11
1.3.	Elektros mašinų teorijos pagrindiniai dėsniai ir taisyklės .....	12
2.	TRANSFORMATORIAI .....	16
2.1.	Svarbiausios žinios apie transformatorius.....	16
2.2.	Transformatorių sandara .....	17
2.2.1.	Magnetolaidžiai .....	18
2.2.2.	Apvijos .....	21
2.3.	Transformatoriaus veikimas.....	24
2.4.	Transformatoriaus transformacijos faktorius .....	26
2.5.	Lygtys ir ekvivalentinė schema .....	27
2.6.	Perskaičiuotasis transformatorius ir jo parametrai .....	29
2.7.	Perskaičiuotojo transformatoriaus lygtys, ekvivalentinė schema ir fazorių diagrama.....	29
2.8.	Transformatoriaus tuščioji veika.....	32
2.9.	Transformatoriaus trumpojo jungimo režimas.....	34
2.10.	Transformatoriaus trumpojo jungimo parametrų nustatymas .....	36
2.11.	Transformatoriaus įtampos pokytis.....	37
2.12.	Transformatoriaus galios nuostoliai ir naudingumo faktorius .....	38
3.	TRIFAZIAI TRANSFORMATORIAI.....	40
3.1.	Bendrosios pastabos.....	40
3.2.	Transformatoriaus apvijų jungimo schemas ir grupės .....	41
3.3.	Transformatoriaus įtampos reguliavimas .....	43
3.4.	Lygiagretusis transformatorių darbas.....	43
4.	SPECIALIEJI TRANSFORMATORIAI.....	46
4.1.	Autotransformatorius .....	46
4.2.	Fazių skaičiaus keitimo ir dažnio dauginimo transformatoriai .....	49
4.3.	Matavimo transformatoriai .....	50
5.	ASINCHRONINIŲ MAŠINŲ SANDARA IR APVIJOS.....	53
5.1.	Asinchroninių mašinų sandara.....	53
5.2.	Asinchroninių mašinų apvijos.....	56
5.2.1.	Apvijų pagrindiniai elementai ir apvijų rūšys .....	56
5.3.	Apvijų vidinė įtampa ir apvijos faktorius .....	59
6.	ASINCHRONINĖS MAŠINOS MAGNETINIS LAUKAS IR VEIKIMAS.....	61
6.1.	Statoriaus magnetovara.....	61
6.1.1.	Vienfazės apvijos magnetovara.....	61
6.1.2.	Dvifazės apvijos magnetovara.....	64
6.1.3.	Trifazės apvijos magnetovara.....	65

6.2.	Asinchroninės mašinos statoriaus apvijos sukurtas sukamasis magnetinis laukas.....	66
6.3.	Asinchroninės mašinos veikimas.....	69
6.4.	Rotoriaus magnetinis laukas.....	70
7.	ASINCHRONINĖ MAŠINA SU BESISUKANČIU ROTORIUMI.....	71
7.1.	Asinchroninės mašinos su besisukančiu rotoriumi pagrindinės lygtys ir fazorių diagramos.....	71
7.2.	Asinchroninės mašinos ekvivalentinės schemas.....	71
7.3.	Asinchroninių mašinų darbo režimai.....	75
7.3.1.	Variklinis režimas.....	75
7.3.2.	Generatorinis režimas.....	76
7.3.3.	Stabdymo režimas.....	78
8.	ASINCHRONINĖS MAŠINOS SUKIMO MOMENTAI IR MECHANINĖ CHARAKTERISTIKA.....	79
8.1.	Asinchroninės mašinos energijos balansas, galios nuostoliai ir naudingumo faktorius.....	79
8.2.	Asinchroninės mašinos sukimo momentai.....	82
8.3.	Asinchroninio variklio darbo charakteristikos.....	85
9.	ASINCHRONINIŲ VARIKLIŲ PALEIDIMAS.....	86
9.1.	Asinchroninio variklio paleidimo ypatumai.....	86
9.2.	Asinchroninio variklio su faziniu rotoriumi paleidimas.....	86
9.3.	Asinchroninio narvelinio variklio paleidimas.....	88
9.4.	Asinchroninio narvelinio variklio paleidimas reaktoriumi.....	88
9.5.	Asinchroninio narvelinio variklio paleidimas autotransformatoriumi.....	89
9.6.	Asinchroninio narvelinio variklio paleidimas žvaigždės-trikampio perjungimu.....	90
10.	ASINCHRONINIŲ VARIKLIŲ SUKIMOSI GREIČIO REGULIAVIMAS.....	91
10.1.	Asinchroninio variklio sukimosi greičio reguliavimas keičiant polių porų skaičių.....	91
10.2.	Asinchroninio variklio sukimosi greičio reguliavimas keičiant maitinimo įtampą.....	93
10.3.	Asinchroninio variklio sukimosi greičio reguliavimas įjungiant į rotoriaus grandinę papildomuosius varžinius elementus.....	94
10.4.	Rotoriaus sukimosi greičio reguliavimas keičiant maitinimo įtampos dažnį.....	95
11.	ASINCHRONINIŲ VARIKLIŲ STABDYMAS.....	97
11.1.	Rekuperacinis stabdymas.....	97
11.2.	Dinaminis stabdymas.....	97
11.3.	Stabdymas priešiniu jungimu.....	98
12.	VIENFAZIAI ASINCHRONINIAI VARIKLIAI.....	99

12.1.	Varikliai su pagalbine paleidimo apvija.....	100
12.2.	Asinchroniniai kondensatoriniai varikliai.....	101
12.3.	Trifazių asinchroninių variklių jungimas prie vienfazio tinklo.....	102
13.	<b>SINCHRONINIŲ MAŠINŲ SANDARA IR VEIKIMAS</b> .....	104
13.1.	Sinchroninės mašinos sandara .....	104
13.2.	Sinchroninės mašinos veikimas .....	109
13.3.	Sinchroninių mašinų žadinimas .....	110
14.	<b>SINCHRONINĖS MAŠINOS INKARO REAKCIJA</b> .....	112
14.1.	Magnetino srauto tankio pasiskirstymas sinchroninės mašinos oro tarpe.....	112
14.2.	Ryškiapolės sinchroninės mašinos inkaro reakcija.....	114
15.	<b>SINCHRONINIO GENERATORIAUS ĮTAMPŲ LYGTYS IR FAZORIŲ DIAGRAMOS</b> .....	117
16.	<b>SINCHRONINIO GENERATORIAUS CHARAKTERISTIKOS</b> .....	121
16.1.	Santykinių dydžių sistema .....	121
16.2.	Generatoriaus charakteristikos.....	121
16.3.	Nuostoliai ir naudingumo faktorius .....	126
17.	<b>LYGIAGRETUSIS SINCHRONINIŲ GENERATORIŲ DARBAS</b> ....	130
17.1.	Sinchroninių generatorių jungimo lygiagrečiajam darbui sąlygos...	130
17.2.	Generatorių jungimo lygiagrečiajam darbui būdai.....	130
17.3.	Sinchroninių mašinų lygiagrečiojo darbo sinchroniniai režimai.....	132
17.4.	Aktyviosios galios keitimas. Generatorinis ir variklinis režimai .....	133
17.5.	Kampinės charakteristikos .....	134
17.6.	Sinchroninio generatoriaus V kreivės .....	136
18.	<b>SINCHRONINIAI VARIKLIAI</b> .....	139
18.1.	Sinchroninio variklio veikimas .....	139
18.2.	Sinchroninio variklio fazorių diagrama .....	140
18.3.	Sinchroninio variklio V kreivės .....	142
18.4.	Sinchroninio variklio darbo charakteristikos .....	143
18.5.	Sinchroninių variklių paleidimas .....	144
19.	<b>MAŽOS GALIOS SINCHRONINIAI VARIKLIAI IR SPECIALIOSIOS PASKIRTIES SINCHRONINĖS MAŠINOS</b> .....	146
19.1.	Bendrosios žinios.....	146
19.2.	Sinchroninis variklis su nuolatiniais magnetais .....	146
19.3.	Sinchroninis reaktyvusis variklis .....	148
19.4.	Histerezinis sinchroninis variklis.....	149
19.5.	Žingsninis sinchroninis variklis .....	151
20.	<b>KOLEKTORINIŲ NUOLATINĖS SROVĖS MAŠINŲ SANDARA IR VEIKIMAS</b> .....	155
20.1.	Nuolatinės srovės mašinos sandara.....	155
20.2.	Nuolatinės srovės mašinos veikimas.....	161
21.	<b>NUOLATINĖS SROVĖS MAŠINŲ MAGNETINĖ SISTEMA</b> .....	164

21.1.	Nuolatinės srovės mašinos magnetinė grandinė .....	164
21.2.	Mašinos įmagnetinimo charakteristika .....	166
22.	NUOLATINĖS SROVĖS MAŠINŲ INKARO REAKCIJA .....	168
23.	NUOLATINĖS SROVĖS GENERATORIAI .....	171
23.1.	Pagrindinės sąvokos.....	171
23.2.	Nepriklausomojo žadinimo generatorius .....	174
23.3.	Lygiagrečiojo žadinimo generatorius.....	180
23.4.	Nuosekliojo žadinimo generatorius .....	183
23.5.	Mišriojo žadinimo generatorius .....	184
23.6.	Lygiagretusis nuolatinės srovės generatorių darbas.....	185
24.	NUOLATINĖS SROVĖS ELEKTROS VARIKLIAI.....	189
24.1.	Pagrindinės sąvokos.....	189
24.2.	Momentų balanso lygtis.....	191
24.3.	Variklio sukimosi greitis.....	192
24.4.	Nuolatinės srovės variklio paleidimas .....	193
24.5.	Lygiagrečiojo žadinimo variklis .....	195
24.6.	Nuolatinės srovės mašinos darbo režimai .....	199
24.7.	Nuosekliojo žadinimo variklis .....	201
24.8.	Nuosekliojo žadinimo variklių sukimosi greičio reguliavimas.....	203
24.9.	Mišriojo žadinimo variklis .....	204
25.	NUOLATINĖS SROVĖS MAŠINŲ NUOSTOLIAI IR NAUDINGUMO FAKTORIUS.....	206
25.1.	Nuostolių rūšys .....	206
25.2.	Naudingumo faktorius .....	208
26.	ELEKTRONISKAI KOMUTUOJAMI NUOLATINĖS SROVĖS VARIKLIAI .....	210
27.	ELEKTROMAŠININIAI KEITIKLIAI IR KINTAMOSIOS SROVĖS KOLEKTORINĖS MAŠINOS.....	215
27.1.	Elektromašininiai keitikliai.....	215
27.2.	Vienfazis nuosekliojo žadinimo kolektorinis variklis.....	215
28.	ELEKTROS PAVARA .....	219
28.1.	Elektros pavaros struktūrinė schema.....	219
28.2.	Elektros pavarų tipai .....	220
28.3.	Variklio darbo režimai .....	221
28.4.	Pavaros variklio parinkimas.....	223
	LITERATŪRA .....	228