

CONVERTOARE STATICE DE PUTERE I

CUPRINS

Unitatea de învățare	Titlu	Pagina
	INTRODUCERE	7
1	NOȚIUNI INTRODUCTIVE PRIVIND CONVERTOARELE STATICE DE PUTERE	11
	Obiectivele unității de învățare nr. 1	12
	1.1. Locul convertoarelor statice de putere în fluxul energetic	12
	1.2. Caracterizarea energiei electrice la ieșirea convertorului static de putere	14
	1.3. Clasificarea convertoarelor statice de putere	18
	1.3.1. Clasificarea convertoarelor statice din punct de vedere al conversiei energetice	18
	1.3.2. Clasificarea convertoarelor statice din punct de vedere al comutației	22
	Test de autoevaluare	24
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 1	25
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	25
	Concluzii	25
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 1	26
2	ELEMENTE SEMICONDUCTOARE DE PUTERE	27
	Obiectivele unității de învățare nr. 2	28
	2.1. Introducere	28
	2.2. Dioda	29
	2.3. Tiristorul	30
	2.3.1. Caracteristici	30
	2.3.2. Comanda tiristoarelor	32
	2.4. Elemente semiconductoare de putere complet comandate:	34
	Tiristorul cu blocare pe poartă (GTO)	
	2.4.1. Caracteristici	34
	2.4.2. Comanda tiristoarelor GTO	36
	Lucrare de laborator	39
	Test de autoevaluare	41
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 2	41
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	41
	Concluzii	41
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 2	42

3	ELEMENTE SEMICONDUCTOARE DE PUTERE: BPT, MOSFET, IGBT, SITH	43
	Obiectivele unității de învățare nr. 3	45
	3.1. Tranzistoare bipolare de putere (BPT)	45
	3.1.1. Caracteristici	45
	3.1.2. Comanda tranzistoarelor bipolare de putere	47
	3.2. Tranzistoare cu efect de câmp, de putere (MOSFET de putere)	49
	3.2.1. Introducere	49
	3.2.2. Structura de bază	49
	3.2.3. Caracteristici	50
	3.2.4. Valori limită absolută	51
	3.2.5. Comanda MOSFET	51
	3.3. Tranzistoare bipolare cu bază izolată IGBT	54
	3.3.1. Introducere	54
	3.3.2. Structura de bază	55
	3.2.3. Caracteristici	55
	3.3.4. Valori limită absolută	56
	3.3.5. Comanda IGBT	56
	3.4. Tiristoare cu inducție statică SITH	58
	3.4.1. Introducere	58
	3.4.2. Structura de bază	58
	3.4.3. Caracteristici	59
	3.4.4. Valori limită absolută	60
	3.4.5. Comandă și protecție	60
	Lucrare de laborator	61
	Test de autoevaluare	63
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 3	64
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	64
	Concluzii	64
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 3	64
4	ALEGEREA ȘI VERIFICAREA ELEMENTELOR SEMICONDUCTOARE DE PUTERE	65
	Obiectivele unității de învățare nr. 4	66
	4.1. Pierderile în elementele semiconductoare de de putere	66
	4.1.1. Pierderile în tiristoare	66
	4.1.2. Considerații privind pierderile în elementele	68
	4.2. Alegerea elementelor semiconductoare de putere	72
	4.2.1. Verificarea la încălzire a elementelor semiconductoare	73
	4.2.1.1. Verificarea la încălzire în regim staționar	73
	4.2.1.2. Verificarea la încălzire în regim intermitent	74
	4.2.1.2.1. Cazul unui puls dreptunghiular	74
	Test de autoevaluare	77

	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 4	78
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	78
	Concluzii	79
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 4	79
5	PROTECȚIA ELEMENTELOR SEMICONDUCTOARE DE PUTERE	81
	Obiectivele unității de învățare nr. 5	82
	5.1. Protecția tiristoarelor la supratensiuni de comutație	82
	5.1.1. Valoarea maximă a tensiunii la polarizarea în sens invers	83
	5.1.2. Valoarea maximă a pantei de creștere a tensiunii la polarizarea în sens direct	86
	5.1.3. Algoritm de dimensionare	88
	5.2. Protecția convertoarelor statice conectate la rețeaua de c.a.	91
	5.3. Protecția tiristoarelor la scurtcircuit	95
	5.3.1. Mărimi caracteristice	95
	5.3.2. Alegerea siguranțelor ultrarapide	96
	5.3.3. Verificarea siguranțelor ultrarapide	96
	Test de autoevaluare	101
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 5	101
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	101
	Concluzii	102
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 5	102
6	CONVERTOARE STATICE C.A. – C.C. (REDRESOARE)	103
	Obiectivele unității de învățare nr. 6	104
	6.1. Introducere	104
	6.2. Principiul și teoria generală a redresoarelor comandate în fază	104
	6.2.1. Principiul de funcționare	104
	6.2.2. Valoarea medie a tensiunii redresate, la mersul în gol	106
	6.2.3. Regimurile de funcționare ale unui redresor comandat	108
	6.2.4. Comutația și fenomenul de suprapunere anodică	109
	6.2.5. Caracteristicile externe și de comandă	111
	6.2.5.1. Caracteristicile externe	113
	6.2.5.2. Caracteristicile de comandă	114
	6.3. Regimul de curent întrerupt	115
	6.3.1. Expresia curentului redresat	115
	6.3.2. Apariția regimului de curent întrerupt	118
	6.3.3. Dimensionarea inductivității de filtrare	119
	6.3.3.1. Inductivitatea pentru evitarea funcționării în regim	121
	6.3.3.2. Inductivitatea necesară pentru limitarea pulsațiilor	123
	Lucrare de laborator	125
	Test de autoevaluare	126
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 6	126

	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	127
	Concluzii	127
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 6	127
7	SCHEME DE BAZĂ ALE REDRESOARELOR	129
	Obiectivele unității de învățare nr. 7	130
	7.1. Scheme de bază ale redresoarelor comandate	130
	7.1.1. Redresorul monofazat cu punct median (MM)	130
	7.1.2. Redresorul monofazat în punte (MCP)	132
	7.1.3. Redresorul trifazat în stea (TS)	134
	7.1.4. Redresorul trifazat în punte (TCP)	136
	7.2. Mărimi caracteristice ale redresoarelor comandate	140
	7.3. Indici de performanță	142
	Lucrare de laborator	145
	Test de autoevaluare	145
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 7	146
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	146
	Concluzii	146
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 7	146
8	REDRESOARE SEMICOMANDATE	147
	Obiectivele unității de învățare nr. 8	148
	8.1. Generalități	148
	8.2. Redresorul monofazat semicomandat în punte asimetrică	149
	8.3. Redresorul monofazat semicomandat în punte asimetrică	151
	Lucrare de laborator	153
	Test de autoevaluare	153
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 8	154
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	154
9	REDRESOARE BIDIRECȚIONALE	155
	Obiectivele unității de învățare nr. 9	156
	9.1. Principiu și schema de principiu	156
	9.2. Redresoare bidirecționale cu curenți de circulație	157
	Test de autoevaluare	160
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 9	160
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	160
	Concluzii	160
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 9	160
10	COMANDA REDRESOARELOR CU COMUTAȚIE NATURALĂ	161
	Obiectivele unității de învățare nr. 10	162
	10.1. Structura blocului de comandă	162
	10.2. Comanda valorii medii	163

	10.2.1. Comanda în fază	163
	10.2.2. Comanda prin zero cu referință fixă	165
	10.2.3. Comanda prin zero cu referință variabilă	165
	Lucrare de laborator	167
	Test de autoevaluare	167
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 10	168
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	168
	Concluzii	168
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 10	168
11	REDRESOARE CU FACTOR DE PUTERE UNITAR	169
	Obiectivele unității de învățare nr. 11	171
	11.1. Redresoare cu factor de putere unitar	171
	11.1.1. Principiul de funcționare	171
	11.1.2. Redresorul monofazat în punte	171
	11.1.2.1. Schema de forță. Forme de undă	171
	11.1.2.2. Mărimi caracteristice	173
	11.1.3. Redresorul trifazat în punte	174
	11.1.3.1. Schema de principiu, forme de undă	174
	11.1.3.2. Valoarea medie a tensiunii redresate	176
	11.2. Redresoare cu factor de putere unitar și comandă PWM	177
	11.2.1. Redresorul monofazat în punte	177
	11.2.1.1. Modulația sinusoidală	177
	11.2.1.2. Modulația bilogică	178
	11.2.1.3. Modulația sinusoidală bilogică	178
	11.2.1.4. Modulația sinusoidală trilogică	179
	11.2.2. Redresorul trifazat în punte	180
	11.2.2.1. Modulația sinusoidală	180
	11.2.2.2. Modulația sinusoidală bilogică	181
	11.2.2.3. Modulația trilogică	182
	11.2.2.4. Exemplu de modulație trilogică	182
	11.2.2.5. Concluzii	185
	Lucrare de laborator	187
	Test de autoevaluare	187
	Lucrare de verificare – unitatea de învățare nr. 11	188
	Răspunsuri și comentarii la întrebările din testul de autoevaluare	188
	Concluzii	188
	Bibliografie – unitatea de învățare nr. 11	188

