

SADRŽAJ

UVOD	1
1. ŽELEZNIČKA ELEKTRIČNA VUČA I NJENE OSNOVNE KARAKTERISTIKE.....	3
1.1. Razvoj električne vuče	3
1.2. Evropska mreža pruga za velike brzine	9
1.3. Vrste električnih vučnih vozila.....	14
1.4. Osnovne karakteristike železničke električne vuče	15
1.5. Sistemska šema električne vuče	17
1.6. Glavni delovi električnih vučnih vozila.....	18
2. ELEKTRIČNI VUČNI MOTORI	21
2.1. Vrste električnih vučnih vozila.....	21
2.2. Osnovni zakoni električnih obrtnih mašina	22
2.3. Pogonska šema i jednačine ulaznih i izlaznih veličina	23
2.4. Vučni motor za jednosmernu struju.....	25
2.4.1. Osnovna šema veze	25
2.4.2. Vučni motor kao mašina jednosmerne struje sa kolektorom ...	25
2.4.3. Obrtni momenat	28

2.4.4.	Indukovana elektromotorna sila	30
2.4.5.	Elektromehanička karakteristika	31
2.4.6.	Stepen iskorišćenja	33
2.4.7.	Komutacija	34
2.4.8.	Regulisanje brzine obrtanja	37
2.4.8.1.	Regulisanje brzine naponom napajanja	37
2.4.8.2.	Regulisanje brzine predotporom	39
2.4.8.3.	Regulisanje brzine slabljenjem polja pobude	42
2.4.9.	Vučne karakteristike i uticajni faktori	46
2.4.9.1.	Uticaj prirodne karakteristike motora i sistema za regulaciju brzine	46
2.4.9.2.	Uticaj prenosnog odnosa	48
2.4.9.3.	Uticaj promene napona kontaktne mreže	48
2.4.9.4.	Uticaj različitih karakteristika vučnog pogona	49
2.4.9.5.	Električna i mehanička stabilnost vučnih karakteristika	51
2.4.10.	Promena smera obrtanja vučnih motora	52
2.4.11.	Generatorski režim rada vučnih motora i električno kočenje	53
2.4.11.1.	Osnovni uslovi za promenu režima rada	53
2.4.11.2.	Električno reostatsko kočenje	54
2.4.11.3.	Karakteristike generatora sa rednom pobudom	58
2.4.11.4.	Električno kočenje protivspojem	60
2.4.11.5.	Električno reostatsko kočenje sa nezavisnom pobudom	61
2.4.11.6.	Električno kočenje sa rekuperacijom energije	64
2.5.	Kolektorski vučni motor za naizmjeničnu jednofaznu struju	67
2.5.1.	Osnovne radne karakteristike	67
2.5.2.	Regulacija brzine	70
2.5.3.	Električno kočenje	72
2.5.3.1.	Električno reostatsko kočenje	72
2.5.3.2.	Električno kočenje sa rekuperacijom energije	73
2.6.	Kolektorski vučni motor za usmerenu valovitu struju	77
2.6.1.	Vučni motor u kolu sa živinim usmeračama	77
2.6.2.	Vučni motor u kolu sa silicijumskim usmeračima	82
2.6.3.	Šema veza i pogonske karakteristike	85
2.7.	Kolektorski vučni motor sa tiristorskom regulacijom	90
2.7.1.	Opšte o tiristorima	90
2.7.2.	Kolektorski vučni motor sa tiristorima u kolu naizmjenične struje	93
2.7.2.1.	Šema veza i veličine usmerenog napona	94
2.7.2.2.	Faktor snage	98
2.7.2.3.	Regulacija brzine i šema vuče	100
2.7.2.4.	Električno kočenje	103
2.7.3.	Kolektorski vučni motor sa tiristorima u kolu jednosmerne struje	106
2.7.3.1.	Uloga tiristora	106
2.7.3.2.	Šema vuče i električne veličine	107

2.7.3.3. Električno kočenje.....	112
2.8. Naponski i strujni pretvarači	116
2.8.1. Opšte karakteristike razvoja	116
2.8.2. GTO-tiristori	116
2.8.3. Impulsni naponski pretvarači	118
2.8.4. Trofazni strujni pretvarači.....	122
2.9. Trofazni asinhroni vučni motor	123
2.9.1. Magnetna polja i brzine obrtanja.....	123
2.9.2. Osnovne veličine i karakteristike trofazne asinhronne mašine.....	125
2.9.3. Regulacija asinhronog motora.....	128
2.9.4. Šeme vuče i električnog kočenja.....	129
2.10. Vučni pogon sa sinhronim motorom	131
2.10.1. Princip rada i karakteristike.....	131
2.10.2. Regulacija i šeme veza	134
3. OBELEŽAVANJE VUČNIH VOZILA.....	137
4. LOKOMOTIVE ZA SISTEME JEDNOSMERNE STRUJE.....	143
4.1. Lokomotive sa otpornicima	143
4.1.1. Osnovne karakteristike	143
4.1.2. Vučni pasoš	145
4.1.3. Šema veze glavnih sklopova	146
4.1.4. Strujna kola vuče i električnog kočenja	148
4.1.5. Komanda i upravljanje	151
4.1.6. Eksploataciono--tehničke karakteristike	154
4.2. Lokomotive sa tiristorima i kolektorskim vučnim motorima	162
4.3. Lokomotive sa tiristorskim pretvaračima i indukcionim vučnim motorima	164
5. ELEKTROMOTORNI VOZOWI ZA SISTEME JEDNOSMERNE STRUJE	167
5.1. Opšte o elektromotornim vozovima	167
5.2. Šeme vuče, električnog kočenja i komande.....	170
5.3. Eksploataciono--tehnički podaci karakterističnih serija.....	172
6. LOKOMOTIVE ZA JEDNOFAZNI SISTEM $16\frac{2}{3}$ Hz, 15 kV	181
6.1. Osnovne karakteristike	181
6.2. Vučne karakteristike	185

6.3.	Šeme veze glavnih sklopova i regulacija brzine.....	187
6.4.	Strujna kola vuče i elektrilnog kočenja	189
6.5.	Komanda i upravljanje	192
6.6.	Šeme vuče i komande sa asinhronim vučnim motorima	193
7.	ELEKTROMOTORNI VOZovi ZA	
	JEDNOFAZNI SISTEM 16 $\frac{2}{3}$ Hz, 15 kV.....	195
7.1.	Opšte karakteristike	195
7.2.	Komanda i regulacija.....	196
7.3.	Karakteristični primeri EMV.....	197
8.	LOKOMOTIVE ZA JEDNOFAZNI SISTEM 25 kV, 50 Hz	203
8.1.	Lokomotive sa obrtnim pretvaralkim grupama	203
8.2.	Lokomotive sa usmeralama	207
8.2.1.	Šema veze glavnih sklopova i regulacija brzine	207
8.2.2.	Strujna kola vuče i električnog kočenja	208
8.2.3.	Komanda i upravljanje	211
8.3.	Lokomotive sa tiristorima i kolektorskim vučnim motorima	214
8.3.1.	Strujna kola vuče i električnog kočenja	214
8.3.2.	Vučne karakteristike i sistemi komande.....	217
8.4.	Lokomotive sa impulsnim pretvaračima i indukcionim vučnim motorima	220
8.4.1.	Asinhroni ili sinhroni vučni motori.....	220
8.4.2.	Šeme strujnih kola vuče i komande.....	221
8.5.	Eksploataciono--tehnički podaci o karakterističnim serijama	223
9.	ELEKTROMOTORNI VOZovi ZA	
	JEDNOFAZNI SISTEM 25 kV, 50 Hz.....	229
9.1.	Opšte karakteristike	229
9.2.	Šeme vuče i komande.....	232
9.3.	Eksploataciono-tehničke karakteristike	233
10.	VIŠESISTEMSKA VUČNA VOZILA.....	243
10.1.	Vrste višesistemskih vučnih vozila.....	243
10.2.	Višesistemске lokomotive sa otpornicima i graduatorom napona	244
10.2.1.	Dvofrekventne lokomotive.....	244

10.2.2. Dvonaponske lokomotive za jednosmernu struju	245
10.2.3. Tro- i četvorosistemska vuča vozila	245
10.3. Višesistemske lokomotive sa tiristorima	249
11. MANEVARSKÉ LOKOMOTIVE	253
12. DIZEL ELEKTRIČNA VUČNA VOZILA	259
12.1. Opšte o dizel vučnim vozilima	259
12.2. Šema funkcionisanja električnog prenosnika snage	260
12.3. Raspodela snage	261
12.4. Regulacija dizel motora	262
12.5. Karakteristike generatora jednosmerne struje i njegova regulacija ...	264
12.6. Zajedničke karakteristike dizel generatorske grupe	266
12.7. Regulacija brzine električnih vučnih motora	268
12.8. Strujna kola vuče i električnog kočenja	271
12.9. Komandna strujna kola i regulacioni sistemi	272
12.10. Električni prenosnik snage sa alternatorom	278
12.11. Tehničko–eksploatacione karakteristike	280
13. STABILNA POSTROJENJA ELEKTRIČNE VUČE	285
13.1. Elektrovučne potstanice za jednosmernu struju	285
13.1.1. Osnovna oprema i šema veze EVP	285
13.1.2. Pogonska grupa i njene karakteristike	286
13.1.3. Unutrašnji padovi napona	289
13.1.4. Snaga EVP i dozvoljene promene napona	290
13.1.5. Štetna dejstva	290
13.2. Elektrovučne potstanice za jednofaznu struju	291
13.2.1. Elektrovučne potstanice za 15 kV, $16\frac{2}{3}$ Hz	291
13.2.2. Elektrovučne potstanice za 25 kV, 50 Hz	292
13.2.2.1. Osnovna šema veze i glavna oprema	292
13.2.2.2. Nesimetrija jednofaznog priključka	293
13.2.2.3. Dozvoljene promene napona i preopterećenja	294
13.2.2.4. Štetna dejstva	295
13.3. Kontaktna mreža	296
13.3.1. Slobodni profil elektrificiranih pruga	296
13.3.2. Kontaktni provodnik	299
13.3.3. Vešanje i zatezanje kontaktnog provodnika	300
13.3.4. Osnovna oprema kontaktne mreže	304
13.3.5. Povratni vod i šinski sastavi	310
13.3.6. Padovi napona	311

14. OPREMA I POMOĆNA STRUJNA KOLA ELEKTRIČNIH VUČNIH VOZILA	317
14.1. Glavni delovi i sklopovi električne opreme.....	317
14.1.1. Pantografi	317
14.1.2. Glavni prekidači	320
14.1.3. Otpornici za vuču i električno kočenje.....	322
14.1.4. Transformatori.....	324
14.1.5. Vučni motori	327
14.1.6. Kontaktori	330
14.1.7. Grupna servokomanda kontaktora	332
14.1.8. Graduatori napona	334
14.2. Električna masa vozila i njena veza sa šinom.....	342
14.3. Pomoćni pogoni.....	342
14.4. Zaštitna strujna kola	346
14.4.1. Zaštita od preopterećenja	346
14.4.2. Zaštita od spoja delova pod naponom sa masom vozila	347
14.4.3. Zaštita od atmosferskih prenapona.....	347
14.4.4. Zaštita od nedozvoljenih veličina napona kontaktne mreže... ..	348
14.5. Strujna kola automatske kontrole, komande i upravljanja.....	349
14.5.1. Automatska kontrola sistema napajanja	349
14.5.2. Automatska kontrola buksiranja i klizanja.....	351
14.5.3. Automatska kontrola budnosti vozača	353
14.5.4. Automatska kontrola brzine i kočenja voza induktivnom vezom voz – kolosek.....	358
14.5.5. Sistemi automatskog daljinskog upravljanja u vuči vozova ..	361
LITERATURA.....	365
SPISAK POJMOVA.....	369
BELEŠKA O AUTORU	373