

PRVNÍ KAPITOLA ZÁKLADY

ELEKTROTECHNIKY 13

1.1 Základní pojmy z elektrotechniky	13
1.1.1 Elektrický obvod	13
1.1.2 Elektrický proud	13
Druhy proudu	13
Hustota proudu	14
1.1.3 Elektrické napětí	14
1.1.4 Elektrický odpor	15
Velikost odporu vodiče	15
Řazení odporů	15
1.1.5 Zdroje	16
Napětí zdroje	16
Napětí naprázdno	16
Napětí zatíženého zdroje	16
Řazení zdrojů	16
1.1.6 Ohmův zákon	16
1.1.7 Některé další elektrické veličiny a zákony	16
Kirchhoffův zákon	16
Elektrická práce	17
Elektrický výkon	17
Elektromagnetická indukce	17
Vznik střídavého napětí sinusového průběhu	17
Grafické zobrazení průběhu střídavého proudu	19

DRUHÁ KAPITOLA ELEKTRICKÉ STROJE A PŘÍSTROJE 21

2.1 Základní rozdělení elektrických strojů	21
2.1.1 Netočivé elektrické stroje	21
2.1.2 Točivé elektrické stroje	21
2.2 Transformátory	21
2.2.1 Definice transformátoru	21
2.2.2 Druhy transformátorů	21
2.2.3 Princip činnosti transformátoru	21
2.2.4 Konstrukce transformátoru	22
Průřez jádra	22
Cívky	22
Chlazení transformátorů	22
2.2.5 Jednofázové transformátory ...	23
Autotransformátor	23
2.2.6 Třífázový transformátor	23

2.2.7 Řízení napětí transformátoru ...	23
Stupňové řízení	23
Plynulé řízení	24
2.2.8 Tlumivky	24
2.3 Synchronní elektromotory	24
2.3.1 Točivé magnetické pole třífázového proudu	24
Synchronní otáčky	24
2.3.2 Konstrukce synchronního motoru	25
Stator	25
Rotor	25
2.3.3 Činnost synchronního motoru	25
2.3.4 Spouštění synchronních motorů	26
Spouštění pomocí autotransformátorů	26
2.3.5 Použití synchronních motorů ...	26
2.3.6 Krokové motory	26
Konstrukce	26
Princip činnosti	26
2.4 Alternátory	27
2.4.1 Druhy alternátorů	27
2.4.2 Konstrukce alternátorů	27
2.4.3 Činnost alternátoru	27
2.4.4 Řízení napětí alternátoru	28
2.4.5 Chlazení alternátorů	28
Chlazení velkých alternátorů	28
Chlazení menších a středních alternátorů	28
2.5 Stejnoseměrné stroje	28
2.5.1 Konstrukce stejnosměrného stroje	28
Stator	28
Rotor (kotva)	29
Komutátor	29
Víka	29
2.5.2 Základní rozdělení stejnoseměrných strojů	29
2.5.3 Dynama	29
Činnost komutátoru	29
Reakce kotvy	30
Druhy dynam	31
2.5.4 Stejnoseměrné motory	33
Základní princip činnosti stejnoseměrného elektromotoru ...	33
Druhy stejnosměrných motorů ...	35

2.5.5 Zvláštní druhy stejnosměrných motorů	37	TŘETÍ KAPITOLA	
Stejnosměrný elektromotorek s kotoučovým rotorem	37	ZÁKLADNÍ	
Stejnosměrný elektromotorek s elektronickým komutátorem	37	ELEKTROTECHNICKÉ	
2.6 Komutátorové motory	38	MATERIÁLY	59
2.6.1 Indukční (asynchronní) motory	38	3.1 Vodiče	59
2.6.2 Indukční třífázový motor	38	3.1.1 Stříbro	59
Konstrukce	38	3.1.2 Měď	59
Indukční jednofázový motor	39	3.1.3 Hliník	59
2.6.3 Komutátorové motory	39	3.1.4 Olovo	59
Konstrukce komutátorových motorů	39	3.1.5 Odporové slitiny	59
2.7 Elektrické spínací přístroje	41	Slitiny pro měřicí a regulační účely	59
2.7.1 Účel spínačů	41	Slitiny pro topné účely	59
2.7.2 Základní pojmy	41	3.1.6 Materiály na kontakty	59
Kontakty	41	Měkké kontaktní materiály	60
Rozdělení spínačů na nízké napětí	42	Tvrdé kontaktní materiály	60
2.7.3 Ruční spínače	42	3.1.7 Materiály pro dvojkovy	60
Pákový vypínač	42	3.1.8 Elektrotechnický uhlík	60
Kloubový vypínač	43	3.2 Polovodiče	60
Stiskací vypínače	43	Druhy polovodičů	60
2.7.4 Stykače	44	3.2.1 Základní polovodiče	60
Elektromagnetický stykač	44	3.2.2 Ostatní polovodičové materiály	60
2.7.5 Přepínače	45	3.3 Magnetické materiály	61
Přepínače pákové	45	3.3.1 Materiály magneticky měkké	61
Přepínače deskové	45	Kompaktní kovové materiály	61
Přepínače válcové	45	Práškové kovové materiály	61
Přepínače paketové	46	Kysličnické magnetické materiály (ferity)	61
2.8 Pojistky a jističe	46	3.3.2 Materiály magneticky tvrdé	61
2.8.1 Tavné pojistky	46	Uhlíkové oceli	61
Pojistky závitové	48	Slitiny hliníku a niklu	61
Pojistky zásuvné	48	Tvrdé ferity	61
Pojistky nožové	49	3.4 Izolanty	61
Pojistky typu Torpedo	50	3.4.1 Plynné izolanty	62
Válcové pojistky	50	3.4.2 Kapalné izolanty	62
Páskové pojistky	50	3.4.3 Pevné izolanty anorganické	62
Ostatní typy tavných pojistek	51	Slída	62
Jiné proudové ochrany	51	Keramické materiály	62
2.8.2 Samočinné vypínače	52	Elektroizolační skla	62
Druhy samočinných vypínačů	52	Azbest	62
Jističe	52	3.4.4 Pevné izolanty organické	62
Motorové jističe	53	Termoplasty	62
Ochrana obvodů proti přepětí	54	Silikony	63
Ochrana obvodů proti podpětí	56	Vláknité izolanty	63
		Nátěrové hmoty	64

ČTVRTÁ KAPITOLA KRESLENÍ SCHÉMÁT 65

4.1 Rozdělení elektrotechnických schémat ...	65
4.1.1 Přehledové schéma	65
4.1.2 Blokové schéma	65
4.1.3 Naukové schéma	65
4.1.4 Obvodové schéma	65
4.2 Značení	68
4.3 Vodiče (kabeláž) včetně způsobů připojování	68
4.3.1 Vodiče	68
Silové vodiče	68
4.3.2 Vysokonapěťové vodiče (zapalovací kabely)	71
4.4 Připojování vodičů	72
4.4.1 Související předpisy	72
28 – Připojovací svorky	72
33 – Kontakty a spoje	72
4.4.2 Silové vodiče	73
Šroubové spoje	73
Konektorové spoje	75
4.4.3 Vysokonapěťové kabely	75
4.4.4 Svazkování vodičů	75

PÁTÁ KAPITOLA PASIVNÍ SOUČÁSTI ELEKTRICKÝCH OBVODŮ 77

5.1 Rezistory	77
5.1.1 Druhy rezistorů	77
Podle provedení	77
Podle zatížení	77
Podle velikosti (neplatí pro potenciometry)	77
5.1.2 Jmenovité hodnoty rezistorů	77
5.1.3 Značení rezistorů	78
5.2 Kondenzátory	78
5.2.1 Uspořádání kondenzátoru	78
Princip činnosti kondenzátoru	78
5.2.2 Řazení kondenzátorů	79
Do série	79
Paralelně	80
5.2.3 Druhy kondenzátorů	80
Podle provedení	80
Podle zatížení	80
5.2.4 Jmenovité hodnoty kondenzátorů	80
Normální kondenzátory	80

Elektrolytické a tantalové kondenzátory	80
5.2.5 Značení kondenzátorů	81
Značení barevným kódem	81
Značení popisem	81
Značení číselným kódem, případně doplněným barevnou značkou	81
5.3 Indukčnosti	81
5.3.1 Magnetické pole	81
Permanentní magnety	81
Elektromagnety	81
5.3.2 Elektromagnetická indukce	82
Transformátory	82
Elektromagnetická relé	82

ŠESTÁ KAPITOLA POLOVODIČOVÉ SOUČÁSTI V ELEKTRONICE 85

6.1 Fyzikální základy elektroniky	85
6.1.1 Stavba atomu	85
Pásmový model atomu	85
6.2 Struktura polovodičů	86
6.2.1 Elektrická vodivost	86
Elektrická vodivost kovů	86
Elektrická vodivost polovodičů ...	86
6.2.2 Polovodičové materiály	86
Vlastní vodivost polovodičů	87
Příměsová vodivost polovodičů ...	89
6.3 Přejchod PN	90
6.3.1 Základní provedení přejchodu PN	90
6.3.2 Difuze v oblasti přejchodu PN	91
Difuzní proud	91
Difuzní napětí	91
Oblast prostorového náboje	92
6.3.3 Připojení přejchodu PN na vnější napětí	92
Propustně polarizovaný přejchod PN	92
Závěrně polarizovaný přejchod PN	92
6.4 Diody	93
6.4.1 Zapojení diody do obvodu	93
Zapojení v propustném směru	94
Zapojení v závěrném směru	94
Přípustné napěťové zatížení diod ...	95
Ztrátový výkon v závěrném směru	95

7.4.1 Sériový přenos	130	Činnost obvodu	145
7.4.2 Paralelní přenos	130	7.8.4 Obvody hodinových	
7.5 Dvoustavová algebra	130	oscilátorů	145
7.5.1 Základní logické funkce	131	Základní provedení astabilního	
Logický součin (konjunkce) –		multivibrátoru	145
AND	131	Činnost	146
Pravdivostní tabulka	131	Astabilní multivibrátor řízený	
Logický součet (disjunkce) –		krystalem	146
OR	131	7.9 kombinační obvody	146
Pravdivostní tabulka	132	Logický součin (AND)	146
Logická negace – NOT	132	Logický součet (OR)	146
7.5.2 Negované logické funkce	133	7.9.1 Kodéry a dekodéry	146
Negovaný logický součin –		Kodéry	146
NAND	133	Dekodéry	148
Negovaný logický součet –		7.9.2 Multiplexery	
NOR	133	a demultiplexery	149
Negovaná logická negace	133	Multiplexery	149
7.6 Druhy logických obvodů	133	Demultiplexery	154
7.6.1 Základní obvody	133	7.9.3 Binární sčítačky	156
7.6.2 Kombinační obvody	133	Poloviční sčítačka	156
7.6.3 Paměťové obvody	133	Úplná sčítačka	156
7.6.4 Sekvenční obvody	134	7.10 Sekvenční obvody	158
7.7 Základní logické obvody	134	7.10.1 Čítače	158
7.7.1 Rozhodovací obvody –		Dělení čítačů	158
hradla	134	Asynchronní čítače	158
Hradlo AND	134	Synchronní čítače	160
Hradlo OR	134	Řídící funkce čítače	161
Hradlo NAND	138	7.10.2 Registry	163
Hradlo NOR	138	Paměťový registr	163
Hradla s negovanými vstupy	138	Posuvné registry	163
7.7.2 Invertor	139	7.11 Praktické provedení logických obvodů	168
7.7.3 Praktická realizace		7.11.1 Druhy integrovaných	
základních logických obvodů	139	obvodů	168
Způsoby realizace logických		Podle stupně integrace	
obvodů	139	(tj. v podstatě podle počtu	
Logické úrovně napětí	139	součástí, které obvod	
7.7.4 Obvod výhradního		obsahuje)	168
(exkluzivního) součtu – XOR	140	Podle technologie výroby	169
7.8 Paměťové logické obvody	141	7.11.2 Napájení integrovaných	
7.8.1 Klopný obvod RS	141	obvodů	169
Logická analýza	141	Obvody TTL	169
Vstupy a výstupy	142	Obvody MOS	169
Pravdivostní tabulka	143	7.11.3 Označování integrovaných	
7.8.2 Klopný obvod D	143	obvodů	169
Vstupy a výstupy	143	Obvody TTL	169
Pravdivostní tabulka	143	Obvody MOS	169
7.8.3 Klopný obvod JK	144	7.11.4 Patice pro integrované	
Pravdivostní tabulka	145	obvody	169

OSMÁ KAPITOLA ANALOGOVÉ OBVODY – OPERAČNÍ ZESILOVAČE 171

8.1	Definice operačního zesilovače	171
8.2	Schematická značka	171
8.2.1	Schematická značka a označení vstupů a výstupů	171
	Řazení kladných smyslů napětí a proudů	172
8.3	Ideální operační zesilovač	172
8.4	Operační síť	172
8.4.1	Operační rovnice	172
8.4.2	Zesílení	173
8.5	Invertující napěťový zesilovač	173
8.5.1	Obecná rovnice invertujícího napěťového zesilovače	174
8.6	Reálný operační zesilovač	174
	Stejnoseměrné parametry	174
	Střídavé parametry	174
	Nelinearity	174
	Výkonové parametry	175
8.6.1	Vstupní proud	175
8.6.2	Proudová nesymetrie vstupů ...	175
8.6.3	Napěťová nesymetrie vstupů ...	175
8.6.4	Ofset	176
8.6.5	Drift	176
8.6.6	Potlačení souhlasného signálu	176
8.6.7	Kmitočtové vlastnosti	176
8.7	Některé aplikace operačních zesilovačů	177
8.7.1	Proudově napěťový převodník	177
	Operační rovnice:	177
8.7.2	Sumátor	177
	Operační rovnice	177
8.7.3	Neinvertující zesilovač	178
	Operační rovnice:	178
8.7.4	Impedanční převodník	179
	Operační rovnice:	179
8.7.5	Nelineární operační sítě	179
1.	Jednosměrný omezovač napětí se Zenerovou diodou	179
2.	Obousměrný omezovač se dvěma Zenerovými diodami ...	180
8.7.6	Komparátor bez hystereze	180
8.7.7	Schmittův klopný obvod	181

DEVÁTÁ KAPITOLA MĚŘENÍ V ELEKTRICKÝCH OBVODECH 183

9.1	Základní pojmy	183
9.1.1	Určení referenční svorky	183
	Měření napětí	183
	Měření proudu a dalších veličin	183
9.2	Měřicí přístroje	183
9.2.1	Rozdělení měřicích přístrojů	183
9.2.2	Analogový multimetr	184
9.2.3	Postup měření na analogovém multimetru	184
	Jednotlivé druhy měření:	184
9.2.4	Digitální multimetr	187
9.2.5	Postup měření na digitálním multimetru	187
9.2.6	Základní zásady pro elektrická měření	188
	Měření napětí	189
	Zapojení voltmetru do obvodu ...	189
	Měření proudu	189
	Měření odporů	190
	Způsoby měření odporů	190
9.3	Osciloskop	191
9.3.1	Základní princip činnosti osciloskopu	192
9.3.2	Rozdělení osciloskopů	193
	Podle principu:	193
	S ohledem na dolní mezní kmitočty	193
	S ohledem na horní mezní kmitočty	193
9.3.3	Měření na osciloskopu	194
	Zásady měření na osciloskopu ...	194
	Základní nastavení osciloskopu ...	194

DESÁTÁ KAPITOLA ELEKTROTECHNIKA A ELEKTRONIKA MOT. VOZIDEL 199

10.1	Elektrotechnika motorového vozidla ...	199
10.1.1	Zdrojová soustava	199
10.1.2	Spotřebiče nutné pro činnost spalovacího motoru	200
10.1.3	Osvětlení vozidla	200
10.1.4	Signální zařízení	200
10.1.5	Zařízení pro zvýšení bezpečnosti a komfortu obsluhy	200

10.1.6 Zařízení pro kontrolu činnosti jednotlivých částí vozidla	200	Akumulátorová baterie	
10.2 Elektronika motorového vozidla	200	OPTIMA 850	210
10.3 Související předpisy	200	11.2.3 Chemické procesy v akumulátoru	211
10.3.1 Elektrická zařízení motorových vozidel (ČSN 30 4002)	201	Baterie nabita	211
Elektrická instalace	201	Vybíjení baterie	211
Elektrický zdroj	201	Baterie vybitá	211
Elektrická síť	201	Nabíjení baterie	212
Elektrický spotřebič	202	Charakteristika akumulátoru	212
10.3.2 Základní názvosloví	202	11.2.4 Elektrické veličiny akumulátorů	213
Jmenovité napětí	202	Jmenovité napětí	213
Provozní napětí	202	Kapacita	213
Trvalé zatížení	202	Vybíjecí proud	214
Krátkodobé zatížení	202	Vnitřní odpor akumulátoru	214
Doba života	202	11.2.5 Některé další důležité pojmy	214
Živá část	202	Formování desek	214
Spojovací vodiče	202	Samovybíjení	214
Spínač	202	Sulfatace	215
10.3.3 Základní požadavky	202	11.2.6 Akumulátory s gelovým elektrolytem	215
Provoz elektrických zařízení	202	11.2.7 Akumulátory typu AGM s vázaným elektrolytem	215
Bezpečnostní předpisy	202	11.2.8 Li-Ion akumulátory	215
Zdrojová soustava	203	11.2.9 LiFePO ₄ akumulátory	216
		11.2.10 Označování akumulátorů	216
		11.2.11 Olověné motocyklové akumulátory	217
JEDENÁCTÁ KAPITOLA		11.3 Akumulátory alkalické	217
AKUMULÁTORY	203	11.3.1 Akumulátory nikl-kadmiové (Ni-Cd)	217
11.1 Základní pojmy	204	Hlavní části akumulátoru	218
11.1.1 Chemické zdroje	204	Výhody Ni-Cd akumulátorů	218
11.1.2 Druhy chemických zdrojů ...	204	Nevýhody Ni-Cd akumulátorů ...	218
Primární zdroje	204	11.4 Akumulátory stříbrozinkové	218
Sekundární zdroje	204	11.4.1 Hlavní části akumulátoru	218
11.2 Olověné akumulátory	204	11.5 akumulátory metalhydridové (NiMH, NiMeH)	218
11.2.1 Konstrukce olověného akumulátoru	204	11.6 Zapojení akumulátoru do obvodu	219
Elektrody (desky)	204	11.7 údržba a opravy akumulátorů	219
Činná (aktivní) hmota	204	11.7.1 Nabíjení olověných akumulátorů	219
Separátory	205	Znaky plného nabití klasických olověných akumulátorů:	219
Elektrolyt	206	11.7.2 Údržba olověných akumulátorů	220
Nádoba (9)	206	Doplňování akumulátoru destilovanou vodou	220
Další části akumulátoru	206		
11.2.2 Moderní konstrukce akumulátorů	206		
Bezúdržbové akumulátory	206		
Konstrukční prvky bezúdržbových akumulátorů	208		
Vlastnosti bezúdržbových akumulátorů	209		

Indikátor stavu nabití olověných akumulátorů	220	Chlazení bez nasávání čerstvého vzduchu	238
Čištění a konzervace	220	Chlazení s nasáváním čerstvého vzduchu	238
11.7.3 Závady olověných akumulátorů	220	Chlazení diod	238
Přebíjení akumulátorů	220	12.2.7 Hluk alternátorů	239
Sulfatace	221	12.2.8 Provedení alternátorů	240
Zkratky	222	Alternátory řad GC, KC a NC ...	240
Mechanické poškození	222	Alternátory řad G1, K1 a N1	241
Provoz a údržba akumulátorů v zimním období	222	Alternátory řady T1	242
11.7.4 Nabíjení alkalických akumulátorů	224	Alternátory řady U2	242
Základní rozdělení generátorů ...	225	Alternátor řady N3	244
		Alternátor PAL Magnetron	246
		12.2.9 Alternátory s buzením permanentními magnety	247
		Druhy alternátorů s permanentním buzením	247
		12.2.10 Zapojení alternátorů do obvodu	249
		Schematické značky alternátorů	249
		Zapojení alternátorů do obvodu	249
		12.2.11 Údržba a opravy alternátorů	249
		Pokyny pro provoz alternátorů ..	249
		Zkoušení částí alternátoru	251
		Kontrola alternátoru na zkušebním stavu	251
DVANÁCTÁ KAPITOLA GENERÁTORY	225		
12.1 Dynamo	225		
12.1.1 Konstrukce a princip činnosti	225		
Zapojení vinutí statoru a rotoru ...	226		
Buzení dynam	226		
12.1.2 Základní hodnoty dynam	226		
Jmenovité napětí	226		
Provozní napětí	226		
12.1.3 Nevýhody dynam	226		
12.1.4 Zapojení dynam do obvodu ...	226		
Schematická značka	226		
Zapojení do obvodu	227		
12.2 Alternátory	227		
12.2.1 Základní rozdělení alternátorů	227		
Podle buzení	227		
Podle počtu fází	227		
12.2.2 Základní princip alternátorů	227		
Činnost	227		
Základní zapojení v třífázové soustavě	228		
12.2.3 Konstrukce alternátorů	229		
12.2.4 Usměrnění střídavého proudu	232		
12.2.5 Chod alternátoru	232		
Budicí proud	232		
Provedení budicího obvodu	232		
Proudové obvody alternátoru	233		
Úpravy usměrňovačů	235		
12.2.6 Chlazení alternátorů	237		
		TŘINÁCTÁ KAPITOLA REGULÁTORY	253
		13.1 Regulace generátorů	253
		13.1.1 Regulace napětí	253
		13.1.2 Regulace proudu	254
		13.1.3 Zpětný spínač	254
		13.1.4 Základní druhy regulátorů ..	254
		Podle principu činnosti	254
		Podle způsobu zapojení	254
		13.2 Regulace dynam	254
		13.2.1 Elektromagnetické regulátory	254
		Regulace napětí a proudu	254
		Přesnost regulace	255
		Polovodičové regulátory	256
		Zapojení regulátorů do obvodu ..	256
		13.3 Regulace alternátorů	257
		13.3.1 Regulátory alternátorů buzených stejnosměrným proudem	257

Regulátory elektromagnetické ...	257	13.4.2 Způsoby ochrany	
Polovodičové regulátory	258	proti přepětí	267
Regulátory provedené hybridní		Usměrňovač osazený	
technikou	262	Zenerovými diodami	267
Monolitické regulátory	263	Alternátor a regulátor v provedení	
Srovnání činnosti		s vyšší elektrickou pevností	267
elektromagnetických		Zařízení pro ochranu proti	
a polovodičových regulátorů	264	přepětí	267
Víceúčelový regulátor	264	13.4.3 Zapojení regulátorů	
13.3.2 Regulátory alternátorů		do obvodu	269
buzených permanentními		Schématické značky regulátorů ...	269
magnety	265	Zapojení regulátorů do obvodu ...	270
Regulátory malých		Schematické značky obvodů	
jednofázových alternátorů	265	pro ochranu proti přepětí	271
Regulátory třífázových		Zapojení ochrany proti přepětí	
alternátorů	265	do obvodu regulátoru	271
13.4 ochrana proti přepětí	266		
13.4.1 Příčiny vzniku přepětí	267	POUŽITÁ LITERATURA	273