

Obsah

Seznam použitých znaků a symbolů	9
Seznam použitých zkratk	10
Úvod	11
1 ELEKTROSTATICKÉ GENERÁTORY	15
1.1 Holtzova třecí elektrika (též Winterova)	17
1.2 Jednoduchý elektrostatický generátor	19
1.3 Toeplerův stroj	20
1.4 Symetrický Toeplerův stroj	22
1.5 Elektrostatický generátor Felici-Morelův	23
1.6 Modifikovaný generátor Felici-Morelův	24
1.7 Elektrika Wimshurstova	25
1.8 Generátor Van de Graaffův	27
1.9 Atmosférický generátor	29
1.10 Nárazový generátor	31
2 STŘÍDAVÉ VN ZDROJE	33
2.1 Řízený vn zdroj bez zpětné vazby	35
2.2 Řízený vn zdroj se zpětnou vazbou	37
2.3 Parametrický vn zdroj	38
2.4 VN zdroj s využitím rezonance	39
2.5 VN zdroj s reverzační ss zdroje	40
2.6 VN zdroje s použitím střídavého napětí	42
2.7 Parametrické generátory	45
2.8 VN zdroj s regulací a přímým napájením	50
2.9 Zdroj kvalitního vn střídavého napětí	50
2.10 Impulzní magnetický generátor	52
3 USMĚRŇOVAČE, ZDVOJOVAČE, NÁSOBIČE, USMĚRŇOVACÍ FILTRY	55
3.1 Usměrňovače	57
3.1.1 Jednofázový jednocestný usměrňovač	57
3.1.2 Jednofázový dvojcestný usměrňovač	61

3.1.3	Dvojfázový jednocestný usměrňovač	62
3.1.4	Usměrňovač s RC zátěží	62
3.1.5	Účinnost usměrňovače s R zátěží	65
3.1.6	Účinnost usměrňovače s RC zátěží	66
3.1.7	Můstkové usměrňovače	67
3.2	Zdvojovače napětí	68
3.2.1	Sériový zdvojovač	68
3.2.2	Paralelní zdvojovač	70
3.2.3	Villardův zdvojovač	71
3.2.4	Gisperův zdvojovač	72
3.2.5	Ztrojovač napětí Witka-Zimmermannův	73
3.3	Násobiče napětí	74
3.3.1	Kaskádní násobič napětí (Delonův, Villardův)	74
3.3.2	Násobič s Graetzovými můstky	80
3.3.3	Modifikace kaskádního násobiče	82
3.4	Usměrňovací filtry	83
3.4.1	Kapacitní filtr	83
3.4.2	RC filtr	84
3.4.3	Tlumivkový filtr	85
3.4.4	LC filtr	85
3.4.5	LC filtr typu π -článek	86
3.4.6	LC filtr s rekuperační diodou	87
4	SPÍNANÉ VN ZDROJE	89
4.1	Ruhmkorffův induktor	91
4.2	Impulzní generátor s cizím buzením	93
4.3	Impulzní generátor s cizím buzením jako zdvojovač napětí	97
4.4	Dvojjčinný impulzní zdroj jednopolaritní	98
4.5	Kaskádní impulzní zdroj jednopolaritní	99
4.6	Dicksonův kaskádní násobič	100
4.7	Spínaný vn zdroj pracující na kmitočtu 50 Hz	104
4.8	Spínaný vn zdroj pracujícím na nf kmitočtu	104
4.9	VN zdroj pracující jako měnič napětí	105
4.9.1	Měnič s vlastním buzením	105
4.9.2	Měniče s cizím buzením	106
4.9.3	Blokovací oscilátor jako měnič napětí	108
4.10	Impulzní zdroj s cizím buzením a s laděným primárem	109

4.11	Impulzní zdroj s cizím buzením a s laděným primárem i sekundárem	111
4.12	VN induktor s cizím buzením	112
4.13	VN zdroj s OZ	114

5 TESLOVY VN ZDROJE 119

5.1	Současný stav Teslových vynálezů	121
5.2	Teslův transformátor	121
5.2.1	DRTC – Dual Resonant Tesla Coil	123
5.2.1.1	Nabíjení kapacitoru Teslova transformátoru	123
5.2.1.2	Transformace energie	124
5.2.1.3	Přenos energie z primárního do sekundárního obvodu	125
5.2.1.4	Stanovení výstupního napětí	126
5.2.1.5	Napěťový přenos naprázdno	126
5.2.1.6	Energetická účinnost DRTC	127
5.3	Mikro Tesla Coil	128
5.4	Mini Tesla Coil	129
5.4.1	VN transformátory	129
5.4.2	VN kapacitory	130
5.4.3	Regulační autotransformátory	130
5.4.4	TC – Tesla Coil	130
5.5	SSTC – Solid State Tesla Coil	131
5.5.1	SSTC s vlastním buzením	131
5.5.2	SSTC s cizím buzením	133
5.6	OLTC – Off Line Tesla Coil	134
5.7	MOSFET – polomost	134
5.8	MOSFET – úplný most	135
5.8.1	Vyřazení funkce MOS diody u MOSFET	136
5.9	VTTC – Vacuum Tube Tesla Coil	137
5.10	Pulzně řízený VN zdroj s automatickým doladováním	138
5.10.1	Pulzně řízený VN zdroj se zesilovačem se záporným zesílením	138
5.11	VN zdroj s cizím impulzním buzením pro sériový RLC	142
5.12	VN zdroj s cizím impulzním buzením pro paralelní RLC	144

6 MĚŘENÍ VN 147

6.1	Kontinuální měření ss vn	149
6.1.1	Kontinuální měření U_{SS}	149
6.1.2	Kontinuální měření nefiltrovaného U_{SS}	149

6.1.3	Měření ss vn podle Akkera	150
6.1.4	Rotační voltmetr Kirkpatrickův	151
6.1.5	Rotační elektrostatický voltmetr	152
6.2	Kontinuální měření st vn	153
6.3	Kontinuální měření U_{\max}	154
6.3.1	Měření nabíjecího proudu	154
6.3.2	Měření nabíjecího napětí	154
6.4	Bezodběrové měření napětí	155
6.4.1	Kompenzační měření ss vn s invertorem	155
6.4.2	Bezodběrové měření ss vn s integrátorem	156
7	REALIZOVANÉ VN ZDROJE	159
7.1	Varianty napáječů a regulátorů pro vn zdroje	161
7.1.1	Řešení se síťovým transformátorem s řízením v primáru	161
7.1.2	Řešení se síťovým transformátorem s řízením v sekundáru	161
7.1.3	Řešení s přímým napájením a s řízením v primáru	162
7.1.4	Regulace vn	162
7.2	Vybraná zapojení napáječů pro vn zdroje	163
7.2.1	Napájecí zdroj s přímým napájením bez regulace	163
7.2.2	Napájecí zdroj s přímým napájením a s regulací	164
7.2.3	Napájecí zdroj s přímým napájením s diakem	164
7.2.4	Napájecí zdroj s přímým napájením s diakem a tranzistorem	164
7.2.5	Napájecí zdroj s přímým napájením a s regulací celovlnným řízením	165
7.3	Vybraná zapojení vn zdrojů	166
7.3.1	VN zdroj 10 kV	166
7.3.2	Výkonný vn zdroj 20 kV	167
7.3.3	VN zdroj 30 kV	167
7.3.4	VN zdroj 25 kV	168
7.3.5	VN zdroj 5 kV	168
7.3.6	VN zdroj 30 kV	169
7.3.7	VN zdroj	170
7.3.8	Spínaný vn zdroj	170
7.4	Experimentální vn zdroje	171
7.4.1	Nastavitelný zdroj VN I	171
7.4.2	Nastavitelný zdroj VN II	173
7.4.3	Nastavitelný zdroj VN III	175
7.4.4	Nastavitelný zdroj VVN	176
7.4.5	Jednoduchý zdroj vn	179

7.4.6	Teslův VN zdroj	180
7.4.7	Stejnoseměrný kilovoltmetr	180
7.5	Experimenty s vn zdroji	181
7.5.1	Elektrostatická indukce	181
7.5.2	Elektrické výboje	182
7.5.3	Elektrické kyvadlo	184
7.5.4	Elektrostatický motor	186
7.5.5	Lifter – levitující kondenzátor	187

8 POLOVODIČOVÉ PRVKY ZDROJŮ A OMEZOVAČE NAPĚTÍ 193

8.1	Neřízené usměrňovače	195
8.2	Schottkyho diody	196
8.3	Rychlé epitaxní diody FRED	197
8.4	Diak	198
8.5	Tyristor	198
8.6	Tyristor GTO (Gate Turn-Off Thyristor)	199
8.7	Tyristor IGCT (Integrated Gate Commutated Thyristor)	200
8.8	Triak	200
8.9	Bipolární tranzistor (BJT – Bipolar Junction Transistor)	201
8.10	Unipolární tranzistor	201
8.11	IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)	202
8.12	SIT spínač (Static Induction Transistor)	204
8.13	CoolMOS	204
8.14	Omezovače přepětí	204
8.14.1	Zenerova dioda	204
8.14.2	Varistor	205
8.14.3	Transil	205
8.14.4	Trisil	206
8.14.5	Supresorové diody	206

9 ZKUŠEBNÍ VN PŘÍSTROJE 207

9.1	VN přístroje dodávané společností UTES	209
9.2	VN přístroje dodávané společností AMT – měřicí technika	210
9.3	VN přístroje dodávané firmou EN-Centrum	211
9.3.1	Přenosná vn zkušební zařízení High Voltage – modely PFT	214
9.4	VN přístroje dodávané společností ACOPIAN	215

9.5	Regulované vn moduly EMCO	216
9.5.1	Miniaturní regulované vn moduly série C	216
9.5.2	VN moduly s dvojí polaritou série CT	216
9.5.3	Ultra miniaturní regulované vn moduly série Q	217
9.6	Společnost Ultravolt	217
9.7	Společnost Voltage multipliers	218

10 BEZPEČNOST PŘI PRÁCI S ELEKTRICKÝM PROUDEM 219

10.1	Zásady práce pod napětím	221
10.2	První pomoc při úrazu elektrickým proudem	221
10.3	Ochranné pracovní pomůcky	226
10.3.1	Izolační rukavice	227

LITERATURA 229

P PŘÍLOHA 231

P1	Tabulky	233
P1.1	Fyzikální vlastnosti NdFeB magnetů	233
P1.2	Fyzikální vlastnosti SmCo magnetů	233
P1.3	Magnetické vlastnosti feromagnetických látek	233
P1.4	Rozdělení Maxwellových rovnic podle rychlosti časových změn pole	234
P1.5	Odpory izolačních látek (1 × 1 × 1 cm)	235
P1.6	Magnetická susceptibilita látek	235
P1.7	Rezistivita látek (dříve měrný elektrický odpor)	236
P1.8	Relativní permitivity látek	236
P1.9	Zalévací hmoty a laky s vysokou dielektrickou pevností	237
PE	Přílohy ke stažení ve formátu PDF	240
Příloha E1	(priloha_e1.pdf)	240
Příloha E2	(priloha_e2.pdf)	240
Příloha E4	(priloha_e4.pdf)	240
Příloha E5	(priloha_e5.pdf)	241

REJSTŘÍK 242