

Obsah

Seznam zkratk a symbolů	6
Úvod	7
1. Koncepce napájecích zdrojů	8
1.1 Vstupní měnič	9
1.1.1 Síťový transformátor	10
1.1.2 Jednocestný usměrňovač	12
1.1.3 Dvoucestný usměrňovač	13
1.1.4 Můstkový usměrňovač (Graetzovo zapojení)	14
1.1.5 Nabíjecí kapacita	14
1.2 Násobiče napětí	15
1.2.1 Celovlnný zdvojovač (Greinacherův zdvojovač)	15
1.2.2 Půlvlnný zdvojovač (Delonův zdvojovač)	16
1.2.3 Kaskádní násobič (Delonův násobič)	17
1.3 Propojení usměrňovače a násobiče - Gisperovo zapojení	17
Vybrané otázky ke kapitole 1	18
Literatura ke kapitole 1	18
2. Stabilizátory se spojitou (lineární) regulací	19
2.1 Parametrické (pasivní) stabilizátory	19
2.2 Zpětnovazební (aktivní) stabilizátory se spojitou (lineární) regulací	21
2.2.1 Sériová regulace	21
2.2.2 Paralelní regulace	25
2.3 Integrované stabilizátory	26
2.3.1 Stabilizátory s nastavitelným výstupním napětím	26
2.3.2 Vybavení stabilizátorů napětí dalšími funkcemi	30
2.3.3 Třívývodové stabilizátory s pevným výstupním napětím	31
2.3.4 Třívývodové nastavitelné stabilizátory - LM117/317	38
2.3.5 Stabilizátory s přesným nastavením výstupního napětí	40
2.3.6 Stabilizátory pro symetrické výstupní napětí	40
2.3.7 Stabilizátory s plovoucím výstupem	41
2.4 Stabilizátory proudu	41
2.4.1 Základní zapojení stabilizátorů proudu	42
2.4.2 Realizace proudových stabilizátorů s využitím stabilizátorů napětí	44
2.5 Přesné proudové zdroje	46
2.5.1 Integrovaný proudový zdroj LM134/234/334	46
2.5.2 Dvojité proudové zdroje s proudovým zrcadlem	48
2.6 Referenční zdroje napětí	49
2.6.1 Jednoduché referenční zdroje napětí s diskrétními součástkami	49
2.6.2 Integrované referenční zdroje napětí	51

2.6.3 Vnitřní integrované obvody pro přesné referenční napětí	54
2.6.4 Přesný nastavitelný zdroj referenčního napětí TL431	55
<i>Vybrané otázky ke kapitole 2</i>	58
<i>Literatura ke kapitole 2</i>	58
3. Napájecí zdroje s impulsní (spínanou) regulací	60
3.1 Spínané zdroje s pracovním kmitočtem 50 Hz	61
3.2 Pseudospínané zdroje s usměrňovačem.....	62
3.3 Nábojové pumpy - spínané zdroje bez indukčnosti	62
3.3.1 Invertor.....	63
3.3.2 Zdvojovač.....	64
3.3.3 Dělič	65
3.3.4 Ztrojovač – zapojení pro násobení N-x vstupního napětí	66
3.3.5 LM2750 – příklad stabilizátoru s nábojovými pumpami.....	67
3.4 Spínané zdroje s indukčnostmi.....	69
3.4.1 Koncepce spínaného zdroje s indukčnostmi a transformátory	70
3.4.2 Pracovní režimy spínaných stabilizátorů	71
3.4.3 Základní konfigurační zapojení spínaných stabilizátorů	73
3.4.4 Princip zapojení „BUCK-BOOST“ (invertující, invertující).....	73
3.4.4.1 Zapojení blokujícího měniče s impulsovým transformátorem	77
3.4.4.2 Příklad návrhu blokujícího měniče s impulsovým transformátorem	79
3.4.5 Princip zapojení „BUCK“ (step-down, snižující), (forward converter, propustný měnič) 80	
3.4.5.1 Zapojení propustného měniče s impulsovým transformátorem	81
3.4.5.2 Modifikované zapojení propustného měniče s transformátorem.....	85
3.4.5.3 Protitaktní měnič (PUSH-PULL converter, dvoučinné zapojení)	85
3.4.5.3. Dvojitý propustný měnič (double forward converter)	87
3.4.6 Můstková zapojení měničů	88
3.4.6.1 Poloviční můstková zapojení	88
3.4.6.2 Modifikované zapojení s jedním primárním vinutím	89
3.4.6.3 Kompletní můstkové zapojení	90
3.4.7 Princip zapojení „BOOST“ (step-up, zvyšující zapojení)	90
3.4.8 Rezonanční měnič.....	92
3.4.9 Řídicí obvody spínaných stabilizátorů.....	93
3.4.9.1 Řízení spínače s proměnným pracovním kmitočtem $T_a \neq \text{konst}$, $T_b \neq \text{konst}$, $T_c \neq \text{konst}$	93
3.4.9.2 Řízení spínače s proměnným pracovním kmitočtem $T_a = \text{konst}$, $T_b \neq \text{konst}$, $T_c \neq \text{konst}$	94
3.4.9.3 Řízení spínače s konstantním pracovním kmitočtem	95
3.4.9.4 Způsoby řízení spínaných zdrojů	95
3.4.10 Monolitické řídicí obvody.....	96
3.4.10.1 Monolitický řídicí obvod TL 497	96
3.4.10.2 Integrovaný zvyšující měnič pro bateriové a solární napájení - MAX 1760.....	101
3.4.11 Obvody typu TOPSwitch pro řízení spínaných zdrojů	102
3.4.11.1 Spínaný zdroj s jednoduchou zpětnou vazbou.....	102
3.4.11.2 Spínaný zdroj se zlepšenou zpětnou vazbou (s optronem)	103
3.4.11.3 Spínaný zdroj bez zpětné vazby	104
3.4.12 Měniče DC-AC	105

3.5 EMC ve spínaných zdrojích	107
3.5.1 Rušení zpětným vyzařováním do sítě.....	107
3.5.2 Rušení vyzařováním do zátěže.....	108
3.6 Řešení moderních spínaných zdrojů	109
3.6.1 Příklady výkonových zapojení jednotlivých typů zdrojů podle [7].....	109
3.7 Příklady řešení spínaných zdrojů pro přístroje	112
3.7.1 Spínaný zdroj 6 W s jednoduchým řídicím obvodem.....	112
3.7.2 Spínané zdroje pro napájení počítačů PC	113
3.7.2.1 Spínaný zdroj pro napájení barevného monitoru SVGA	113
3.7.2.2 Spínaný zdroj 60 W pro napájení počítače PC	114
3.7.2.3 Spínaný zdroj 200 W pro napájení počítačů PC	115
3.8 Perspektivy a trendy ve vývoji spínaných zdrojů.....	117
Vybrané otázky ke kapitole 3	118
Literatura ke kapitole 3.....	118
4. Ochrany a jištění napájecích zdrojů	120
4.1. Jištění proti proudovému přetížení	120
4.1.1. Přístrojové pojistky (elektromechanické proudové ochrany)	120
4.1.2 Elektronické bezztrátové proudové ochrany (elektromagnetické).....	121
4.1.2 Elektronické ztrátové proudové ochrany (polovodičové).....	121
4.1.2.1 Základní zapojení s omezením výstupního proudu.....	122
4.1.2.2 Proudová ochrana typu " foldback"	122
4.1.2.3 Zapojení s diferenciálním zesilovačem.....	123
4.1.2.5 Proudové omezení u spínaných zdrojů	124
4.2. Jištění proti výkonovému a tepelnému přetížení.....	126
4.2.1 Tepelná ochrana výkonového tranzistoru pomocí monolitického integrovaného stabilizátoru.....	127
4.2.2 Měření teploty pouzdra nebo chladiče teplotním senzorem	127
4.2.3 Přesná tepelná ochrana s integrovaným stabilizátorem a měřením teploty	127
4.3. Jištění proti zmenšenému napětí (podpětí).....	128
4.3.1 Přesná podpětíová ochrana s obvodem 723.....	128
4.3.2 Podpětíová ochrana s integrovaným obvodem napětíové ochrany MC3425	128
4.4. Jištění proti zvýšenému napětí	129
4.4.1. Tyristorové ochrany proti zvýšenému napětí – Crowbar ochrana	129
4.4.1.1 Připojení tyristoru na výstup stabilizátoru	130
4.4.1.2 Připojení tyristoru na vstup stabilizátoru.....	130
4.4.1.3 Využití obvodu MC3425 jako přepětíové ochrany typu Crowbar	130
4.4.1.4 Crowbar ochrana s obvodem MC 3523U firmy Motorola.....	131
4.4.2 Měřicí obvody přepětí.....	131
4.4.2.1 Jednoduché měřicí obvody.....	131
4.4.2.2 Měřicí obvody s využitím integrovaných obvodů.....	132
4.4.2.3 Indikátor poklesu napětí.....	133
4.4.3 Přepětíové ochrany u spínaných zdrojů.....	133

4.5 Další typy ochran.....	134
4.5.1 Ochrana vstupu napájení před přepólováním	134
4.5.2 Ochrana proti výpadku napájecího napětí.....	134
4.6. Obvody pro pomalý "náběh" a omezení přechodových jevů v napájecím zdroji.....	135
Vybrané otázky ke kapitole 4	137
Literatura ke kapitole 4.....	137
5 Elektrochemické napájecí zdroje.....	138
5.1 Primární články.....	139
5.1.1 Burelový článek (uhlozinkový, Leclanché)	139
5.1.2 Bezsalmiakový ("výkonný", "Heavy Duty") článek	140
5.1.3 Alkalický (manganový) článek	140
5.1.4 Rtuťový článek.....	141
5.1.5 Článek s oxidem stříbrným	141
5.1.6 Lithiové články s kapalným elektrolytem	141
5.1.7 Lithiové články s tuhým elektrolytem.....	142
5.2 Sekundární články.....	142
5.2.1 NiCd článek.....	142
5.2.2 NiMH článek.....	144
5.2.3 Li článek.....	144
5.2.4 Li-Poly článek	145
5.2.5 Li-Ion článek	145
5.2.6 Li-Metal článek	145
5.2.7 Stříbrozinkový článek	146
5.2.8 Olověný článek	146
5.3 Vlastnosti primárních a sekundárních článků	152
5.3.1 Primární články	152
5.3.2 Sekundární články.....	154
Literatura ke kapitole 5.....	154