

**Jan Humlhans**

# **ZAJÍMAVÁ ZAPOJENÍ**

**INSPIRACE KONSTRUKTÉRŮM**

**Zdroje a měniče, nabíjení a baterie**

---

**1. díl**

Praha 2005



---

Jan Humlhans

## **ZAJÍMAVÁ ZAPOJENÍ – 1. díl**

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládaná zapojení a informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Veškerá práva vyhrazena.

© Ing. Jan Humlhans, 2005

© Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Jan Humlhans: Zajímavá zapojení – 1. díl

BEN – technická literatura, Praha 2005

1. vydání

**ISBN 80-7300-150-0**

# STRUČNÝ OBSAH

## obsah 1. dílu

- 1** ZDROJE A MĚNIČE
- 2** NABÍJENÍ A BATERIE

## obsah 2. dílu

- 3** GENERÁTORY
- 4** PŘÍSTROJOVÉ ZESILOVAČE
- 5** MĚŘICÍ PŘÍPRAVKY A TESTERY

## obsah 3. dílu

- 6** SENZORY A MĚŘENÍ NEELEKTRICKÝCH VELIČIN
- 7** AKTIVNÍ USMĚRŇOVAČE
- 8** ELEKTRONICKÉ POTENCIOMETRY
- 9** AKTIVNÍ FILTRY
- 10** KOMPARÁTORY

## obsah 4. dílu

- 11** ZAPOJENÍ S DIODAMI LED
- 12** ZAPOJENÍ S OPTOČLENY
- 13** RŮZNÉ
- 14** REJSTŘÍK + doprovodný CD ROM s datasheety

# PODROBNÝ OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>1 ZDROJE A MĚNIČE .....</b>	<b>9</b>
1.1 Dvounapěťový zdroj .....	10
1.2 Stabilizovaný zdroj symetrických napětí .....	11
1.3 Třísorkový lineární regulátor napětí .....	12
1.4 Obvod s vlastnostmi rychlé Zenerovy diody .....	14
1.5 Paralelní regulátor pro solární zařízení .....	15
1.6 Dálkové nastavení výstupního napětí regulovaného zdroje .....	16
1.7 Výstupní proud regulátoru lze posílit emitorovým sledovačem .....	18
1.8 Digitálně řízený regulátor napětí .....	19
1.9 Jak stabilizovat úbytek napětí .....	20
1.10 Lineární stabilizátor pracující i při úbytku napětí 100 mV .....	22
1.11 Zajímavé lineární regulátory napětí .....	24
1.12 Lineární regulátor mění 3,3 na 2,9 V .....	26
1.13 Snížení ztrát spojitého stabilizátoru napětí .....	28
1.14 Umělá zem s nízkou impedancí .....	30
1.15 Umělá zem pro 9V baterii .....	32
1.16 Jednoduchý měnič napětí 2 V/5 V s malou vlastní spotřebou ...	33
1.17 Obvod pro invertující měniče stejnoseměrného napětí +5 V/-5 V .....	34
1.18 Jak získat 3,3 V z pětivoltového zdroje .....	35
1.19 Invertující měnič napětí +5 V/-15 V .....	37
1.20 Impulzní zvyšovací regulátor poskytující i záporné napětí .....	38
1.21 Snižující izolovaný měnič napětí .....	39
1.22 Zdroj 12 V se vstupním napětím 8 až 15 V .....	41
1.23 Impulzní regulátor napětí s usnadněným náběhem se zátěží ....	43
1.24 Zvyšovací napěťový invertor .....	45
1.25 Impulzní regulátor napětí umožní nahradit NiCd akumulátory ...	46
1.26 Impulzně regulovaný zdroj světla s konstantní svítivostí .....	47
1.27 Zdroj chráněný proti přepólování vstupu .....	48

1.28	Symetrické napájení z jediného zdroje 8 až 40 V .....	49
1.29	Měnič ss napětí s vysokou účinností .....	51
1.30	Přídavné vinutí umožní získat k 5 V ještě 12 V .....	52
1.31	Zvyšovací spínaný zdroj se třemi výstupy .....	53
1.32	Impulzní regulátor napětí s TL5001C .....	54
1.33	Solární zdroj 5 V/200 mA .....	56
1.34	Spínaný zdroj symetrických napětí .....	57
1.35	Měnič stejnosměrného napětí .....	59
1.36	Univerzální řídicí obvod .....	61
1.37	Měnič napětí se stabilizovaným výstupním napětím .....	63
1.38	Neobvyklé varianty nábojové pumpy .....	64
1.39	Měnič stejnosměrného napětí bez indukčnosti .....	65
1.40	Bezindukční měnič napětí s regulací .....	66
1.41	Vytvoření umělé země spínaným kapacitním invertorem .....	67
1.42	Zdroj stabilních 3,3 V z baterie Li-Ion nepotřebuje indukčnost .....	68
1.43	Budič/přijímač linky RS232 jako měnič ss napětí .....	69
1.44	Výkonný zdvojovač napětí .....	70
1.45	Měnič napětí a polarity .....	71
1.46	Ztrojovač napětí přemění 5 V na 15 V .....	72
1.47	5 V ze dvou tužkových baterií .....	73
1.48	Dvě tužkové baterie nahradí 9V baterii .....	75
1.49	Stabilizované napětí 5 V/100 mA z 3V lithiové baterie .....	77
1.50	Číslicově řízený zdroj záporného napětí .....	78
1.51	Zdroj proudu s výkonovým operačním zesilovačem .....	79
1.52	Zdroj konstantního proudu .....	80
1.53	Programovatelné proudové omezení .....	81
1.54	Přesný proudový odváděč .....	82
1.55	Několik aplikací proudového zdroje REF200 .....	83
1.56	Obousměrný zdroj proudu a jeho využití .....	85
1.57	Digitálně řízený zdroj proudu .....	87
1.58	Přesný proudový zdroj a odváděč .....	88
1.59	Regulátor napětí jako zdroj i odváděč .....	89
1.60	Napětím řízený zdroj proudu .....	91
1.61	Napětím řízený zdroj proudu .....	92

1.62	Napětím řízený zdroj proudu uzemněnou zátěží .....	93
1.63	Jednoduchý proudový zdroj a zátěž .....	95
1.64	Několik napět'ových referenčních zdrojů .....	96
1.65	K volbě referenčního zdroje .....	102
1.66	Nízkošumový zdroj referenčního napětí .....	104
1.67	Přesný referenční zdroj 2,5 V .....	105
1.68	Zdroj referenčního napětí s velmi malým šumem .....	106
1.69	Zdroj referenčního napětí 5 V s malým šumem .....	107
1.70	Referenční zdroj 5 V s malým napět'ovým úbytkem a malou spotřebou: REF195 .....	109
1.71	Menší a přesnější referenční zdroje .....	112
1.72	Referenční zdroj napětí s nízkým odběrem .....	114
1.73	Nastavitelný zdroj referenčního napětí .....	115
1.74	Filtry pro napět'ové referenční zdroje .....	116
1.75	Detektor přepětí .....	118
1.76	Ochrana citlivého obvodu proti přepětí .....	119
1.77	Zdroj napětí s přepět'ovou ochranou .....	120
1.78	Redukce napětí zdroje spínáním tranzistoru MOSFET .....	122
1.79	Jednoduchý indikátor přítomnosti všech napájecích napětí ...	123
1.80	Monitor výpadku sítě .....	124
1.81	Automatické vypnutí napájení při nízkém napětí .....	125
1.82	Automatické přepnutí na záložní napájení $\pm 15$ V .....	126
1.83	Omezovač proudového nárazu při zapnutí .....	128
1.84	Ochranný obvod umožní krátkodobé proudové špičky .....	129
1.85	Integrovaný senzor proudu zabrání nejhoršimu .....	130
1.86	Elektronická ochrana proti přepólování, přetížení a zkratu .....	131
1.87	Obvod chránící před přepólováním .....	133
1.88	Jednoduchá a účinná ochrana proti přepólování .....	135
1.89	Ochrana proti přepólování s malým úbytkem napětí .....	137
1.90	Rychlé vybití nabíjecího kondenzátoru ve zdroji .....	139
1.91	Automatická elektronická pojistka .....	141
1.92	Kondenzátor jako napájecí zdroj .....	142
1.93	Zadní osvětlení jízdního kola .....	144
1.94	Magnetický ovládaný vypínač napájecí baterie .....	145

1.95	Tranzistorový vypínač napájení bateriových systémů s mikropočítači .....	146
1.96	Signalizace přerušené pojistky .....	148
<b>2</b>	<b>NABÍJENÍ A BATERIE .....</b>	<b>149</b>
2.1	Rychlá nabíječka pro NiCd a NiMH baterie .....	150
2.2	Spínaný stabilizátor zvýší účinnost nabíjení .....	152
2.3	Signalizace pro nabíječ akumulátorů NiMH s MAX713 .....	154
2.4	Před nabíjením je vhodné NiCd akumulátory vybit .....	156
2.5	Jednoduchý a bezpečný vybíječ NiCd baterií .....	158
2.6	Jednoduchý automatický vybíječ NiCd článků .....	160
2.7	Vybíječ akumulátorů NiCd .....	161
2.8	Ochrana NiCd akumulátorů proti přepólování při vybíjení .....	162
2.9	Jak na zkratované články NiCd .....	163
2.10	Zdokonalené zapojení NiCd zálohovací baterie .....	164
2.11	Nabíječ olověných baterií .....	165
2.12	Indikátor stavu autobaterie .....	166
2.13	Automatické odpojení vybité baterie .....	168
2.14	Řízená aktivní zátěž .....	169
2.15	Umělá zátěž pro zkoušení a měření nabíječek .....	171
2.16	Simulátor zátěže o konstantním příkonu .....	172
2.17	Monitor proudu baterie .....	174
2.18	Měření impedance baterie .....	175
2.19	Impulzní provoz prodlouží život napájecí baterie .....	177
2.20	Ochrana akumulátoru solárního zařízení před přebíjením .....	179
2.21	Jednoduchý monitor napětí baterie .....	181
2.22	Monitor napětí baterie s malou spotřebou .....	182
2.23	Monitor napětí napájecích baterií .....	183
2.24	Jednoduchý monitor napětí baterie .....	185
2.25	Nabíječ akumulátorů Li-Ion .....	186
2.26	Jak lépe využít napájecí baterii .....	188
2.27	Zkoušeč stavu baterie .....	189
2.28	Zdokonalené bateriové zálohování .....	190
2.29	Regulátor napětí brání nadměrnému vybití akumulátoru .....	191
	<b>Knihy BEN – technická literatura .....</b>	<b>196</b>

# ÚVOD

Vtipná a jednoduchá zapojení řešící úlohy na které se v praxi často naráží, byla a stále jsou se zájmem sledována nejen elektroniky amatéry, ale i profesionály. Jejich zdrojem jsou jednak časopisy zabývající se elektronikou, kde jim bývá často věnována speciální rubrika, různé aplikační a návrhové listy či poznámky (Application Note, Design Note), katalogové listy (Data Sheet) v nich použitých součástek a publikace vydávané jejich výrobcí a nyní samozřejmě i Internet. Autor této publikace se jejich shromažďování a také občasnému využívání ve své praxi věnoval celá léta. A ta zapojení, která se mu jevila zvláště zajímavá, publikoval v českých časopisech, především Sdělovací technice, Amatérském rádiu posléze Praktické elektronice a KTE Rádio plus. Díky laskavosti jejich šéfredaktorů, kteří k tomu svolili, pak vznikl tento výběr z článků uveřejněných po roce 1990. V některých byly provedeny dílčí úpravy – byly opraveny chyby a nepřesnosti v textech i zapojeních a některé časově podmíněné informace. Jednotlivá zapojení byla uspořádána do bloků odpovídajících jejich zaměření, byť někdy nebylo rozhodnutí jednoznačné.

Některé obvody sice přestaly být aktuální, např. pro měření malých zrychlení není dnes třeba složitých zapojení s akcelerometrem, který byl určen pro rozsah 50 g, protože v současné době jsou k dispozici monolitické akcelerometry i s rozsahem  $\pm 1,5$  g, přesto však i taková aplikace může být inspirativní pro jejich obvodové následovníky a jiné problémy. I když některá ze zapojení autor sám vyzkoušel, nelze v žádném případě zaručit jejich funkčnost ani uváděné parametry uvedených obvodů a případný zájemce o využití se o nich musí přesvědčit a nezbytné úpravy provést sám.

I když díky pokroku elektroniky a nebývalým možnostem současné součástkové základny, např. jednočipových mikropočítačů, lze řadu z funkcí některých v knize uvedených obvodů řešit jednodušeji, případně s lepšími parametry, nalezne snad tato publikace své čtenáře a ti v ní inspiraci pro řešení svých problémů.