

Jan Humlhans

ZAJÍMAVÁ ZAPOJENÍ

INSPIRACE KONSTRUKTÉRŮM

**Generátory, přístrojové zesilovače,
měřicí přípravky a testery**

2. díl

Praha 2005



Jan Humlhans

ZAJÍMAVÁ ZAPOJENÍ – 2. 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 – 2. díl

BEN – technická literatura, Praha 2005

1. vydání

ISBN 80-7300-151-9

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

ÚVOD	8
3 GENERÁTORY	9
3.1 Střída 1 : 1 u oscilátoru, řízeného krystalem	10
3.2 Jak pomoci multivibrátoru s 555 k nižším kmitočtům	11
3.3 Impulzní generátor s nezávislým nastavením kmitočtu a střidy	12
3.4 Generátor trojúhelníkového signálu	14
3.5 Generátor trojúhelníkového průběhu	16
3.6 Generátor s nezávislým nastavením kmitočtu a šířky pulzu	17
3.7 Generátor impulzů s proměnným kmitočtem a pracovním činitelem	18
3.8 Nízkopříkonový oscilátor 32 kHz	19
3.9 Impulzní generátor s programovatelnými úrovněmi výstupu	21
3.10 Krystalem řízený generátor 1 Hz	22
3.11 MKO s přesnou dobou kyvu	23
3.12 Zdroj pravouhlého signálu s malou spotřebou	25
3.13 Sinusový generátor s přesným kmitočtem	26
3.14 Přesný generátor pilovitého průběhu	28
3.15 RC oscilátor s velmi nízkou spotřebou	29
3.16 Wienův oscilátor s jediným napájecím napětím	30
3.17 Násobič odporu eliminuje chyby analogových spínačů	32
3.18 Teplotně stabilní generátor sinusového signálu	34
3.19 Oscilátor 1 kHz s velmi malým zkreslením	36
3.20 Zlepšené zapojení oscilátoru start/stop	38
3.21 Digitální třífázový generátor	40

4	ZESILOVAČE	41
4.1	Oboustranně omezující zesilovač	42
4.2	Omezující zesilovač	43
4.3	Přesný souměrný omezovač s jedinou Zenerovou diodou	44
4.4	Aktivní oboustranný omezovač	45
4.5	Neinvertující zesilovač s proměnnou strmostí přenosu	46
4.6	Rychlý operační zesilovač LM6218	48
4.7	Řízený přístrojový zesilovač	49
4.8	Číslicové řízení zisku zesilovače v rozsahu ± 40 dB	50
4.9	Zesilovač s programovatelným zesílením	53
4.10	Digitálně řízené zesílení	55
4.11	Digitálně řízený zesilovač	57
4.12	Přesný zesilovač s číslicově programovatelným zesílením	59
4.13	Dálkové nastavení zesílení	60
4.14	Zesilovač se zesílením -1 až $+1$	61
4.15	Zesilovač s volitelným znaménkem přenosu	62
4.16	Tlačítkové ovládání zesílení nf předzesilovače	63
4.17	Sčítání dvou analogových signálů při jediném napájení	64
4.18	Invertující zesilovač jinak	66
4.19	Velké zesílení i při vysokém souhlasném vstupním napětí	67
4.20	Zesilovače s přenosem po lineárních úsecích	69
4.21	Přístrojový zesilovač s nízkou spotřebou	71
4.22	Přístrojový zesilovač s následným fitrem	72
4.23	Digitální nulování přesných OZ	75
4.24	Logaritmický poměrový zesilovač	76
4.25	Zesilování střídavých signálů přístrojovými zesilovači	78
4.26	Tři zapojení s operačním zesilovačem	79
4.27	Operační zesilovač stabilizuje své vlastní napájení	81
4.28	Zesilovač pro 12V stejnosměrný servomotor	82
4.29	Dvojnásobný proud do zátěže s pomocí dalšího OZ	83
4.30	Zvýšení zatížitelnosti zesilovače	84
4.31	Výkonový operační zesilovač pro velká napětí	86

5	ZAPOJENÍ PRO ELEKTRICKÁ MĚŘENÍ A ZKOUŠENÍ	87
5.1	Zkoušeč operačních zesilovačů	88
5.2	Jednoduchý zkoušeč operačních zesilovačů	89
5.3	Zkoušeč tyristorů a triaků	90
5.4	Tester kondenzátorů s PLL	91
5.5	Přípravek pro výběr kondenzátorů podle kapacity	93
5.6	Párování kondenzátorů okénkovým komparátorem	94
5.7	Přípravek pro měření fáze	95
5.8	Měření fázového rozdílu	97
5.9	Měřič fázového rozdílu	98
5.10	Indikátor sledu fází	101
5.11	Přesný špičkový detektor pro záporný signál	103
5.12	Špičkový detektor bipolárního signálu napájený jediným zdrojem	104
5.13	Neobvyklý špičkový detektor	105
5.14	Zlepšené zapojení analogové paměti	106
5.15	Kalibrace střídavých voltmetrů napětím obdélníkového průběhu	108
5.16	Kalibrátor časové základny osciloskopu	110
5.17	Převodník proud/napětí s plovoucími vstupy a výbornou linearitou	112
5.18	MAX471 – integrovaný obvod pro měření proudu	114
5.19	Indikátor proudové meze s obvodem 555	117
5.20	Jednoduchá číslicová indikace údaje v proudové smyčce	118
5.21	Vysílač pro proudovou smyčku 4 až 20 mA	120
5.22	Přijímač proudové smyčky s napěťovým výstupem	122
5.23	Kmitočtový komparátor 1	124
5.24	Kmitočtový komparátor 2	126
5.25	Měření kmitočtu číslicovým multimetrem	128
5.26	Třítónový oscilátor signalizuje stav dvou logických signálů ...	129
5.27	Jednoduchý převodník A/D a jeho připojení k PC	130
5.28	Jednoduchý a přesný převodník A/D s pulzní šířkovou modulací	132

5.29	Převodník napětí/pracovní činitel	134
5.30	Odstranění chyby programově řízeného převodníku I/U	136
5.31	Jednoduchý tester pro sériové rozhraní RS232	138
5.32	Jednoduché napěťové detektory	139
5.33	Konvertor polarity	141
5.34	Napěťová lupa	142
5.35	Indikátor nulového napětí	144
5.36	Akustický indikátor zkratu	145
	Knihy BEN – technická literatura	149

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.