

**Jan Humlhans**

# **NÁBOJOVÉ PUMPY**

**funkce, přehled a použití**

Praha 2002



---

**Jan Humlhans**

## **NÁBOJOVÉ PUMPY – funkce, přehled a použití**

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. Předkládané informace a zapojení jsou zveřejněna bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechny registrované nebo jiné obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© Ing. Jan Humlhans, Praha 2002

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

Jan Humlhans: Nábojové pumpy – funkce, přehled a použití

BEN – technická literatura, Praha 2002

1. vydání

**ISBN 80-7300-046-6**

# OBSAH

<b>1</b>	<b>O NÁBOJOVÝCH PUMPÁCH .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>JAK PRACUJE NÁBOJOVÁ PUMPA .....</b>	<b>11</b>
2.1	Invertor .....	11
2.2	Zdvojovač .....	12
2.3	Ztrojnásobení vstupního napětí .....	13
2.4	Dělení vstupního napětí .....	14
2.5	Spínače integrovaných nábojových pump .....	14
2.6	Ideální a reálné kondenzátory .....	15
2.6.1	Rozdělení náboje mezi kondenzátory .....	16
2.6.2	Výrobci kondenzátorů pro nábojové pumpy .....	16
2.7	Nábojová pumpa v ustáleném stavu .....	18
2.8	Průběhy proudů a napětí v nábojové pumpě .....	19
2.9	Zdroje ztrát ve zdrojích se spínanými kondenzátory .....	21
<b>3</b>	<b>NÍZKÓBYTKOVÝ REGULÁTOR, SPÍNANÝ ZDROJ S INDUKČNOSTÍ NEBO KONDENZÁTORY? .....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>POZNÁMKY K VOLBĚ VHODNÉHO IO PRO REALIZACI NÁBOJOVÉ PUMPY .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>VÝROBCI INTEGROVANÝCH NÁBOJOVÝCH PUMP A JEJICH NABÍDKA .....</b>	<b>29</b>
5.1	Maxim Integrated Products .....	29
5.1.1	Nábojové pumpy MAXIM bez regulace výstupního napětí .....	31
5.1.1.1	<i>ICL7660 a MAX1044</i> .....	31
5.1.1.2	<i>ICL7662</i> .....	36
5.1.1.3	<i>MAX660</i> .....	36
5.1.1.4	<i>MAX665</i> .....	37
5.1.1.5	<i>MAX680, MAX681</i> .....	38
5.1.1.6	<i>MAX828 a MAX829</i> .....	39
5.1.1.7	<i>MAX860 a MAX861</i> .....	40
5.1.1.8	<i>MAX864</i> .....	42
5.1.1.9	<i>MAX865</i> .....	43

5.1.1.10	MAX870 a MAX871 .....	44
5.1.1.11	MAX1680, MAX1681 .....	45
5.1.1.12	MAX1682, MAX1683 .....	47
5.1.1.13	MAX1697 (R, S, T, U) .....	47
5.1.1.14	MAX1719, MAX1720, MAX1721 .....	48
5.1.2	Nábojové pumpy Maxim s regulovaným výstupem .....	49
5.1.2.1	MAX619 .....	49
5.1.2.2	MAX622/MAX623 .....	50
5.1.2.3	MAX662A .....	51
5.1.2.4	MAX679 .....	52
5.1.2.5	MAX682, MAX683, MAX684 .....	53
5.1.2.6	MAX768 .....	56
5.1.2.7	MAX840, MAX843, MAX844 .....	57
5.1.2.8	MAX850-MAX853 .....	59
5.1.2.9	MAX868 .....	60
5.1.2.10	MAX881R .....	61
5.1.2.11	MAX889R (S, T) .....	62
5.1.2.12	MAX1673 .....	63
5.1.2.13	MAX1686 a MAX1686H .....	64
5.1.2.14	MAX1730 .....	65
5.1.2.15	MAX1748 .....	66
5.1.2.16	MAX1759 .....	68
5.1.3	Vývojové kity pro nábojové pumpy Maxim .....	69
5.2	Linear Technology .....	69
5.2.1	Nábojové pumpy Linear Technology bez regulace výstupního napětí .....	69
5.2.1.1	LTC660 .....	71
5.2.1.2	LT1026 .....	71
5.2.1.3	LTC1044 .....	72
5.2.1.4	LTC1044A .....	73
5.2.1.5	LTC1046 .....	74
5.2.1.6	LTC1144 .....	75
5.2.2	Nábojové pumpy Linear Technology s regulací výstupního napětí .....	75
5.2.2.1	LT1054/LT1054L .....	76
5.2.2.2	LTC1261 .....	77
5.2.2.3	LTC1261L .....	79
5.2.2.4	LTC1262 .....	80

5.2.2.5	LTC1429.....	81
5.2.2.6	LTC1502-3,3 .....	83
5.2.2.7	LTC1503-1,8/LTC1503-2 .....	84
5.2.2.8	LTC1514-3,3/LTC1514-5 .....	85
5.2.2.9	LTC1515.....	86
5.2.2.10	LTC1516.....	87
5.2.2.11	LTC1517-3,3, LTC1517-5 .....	88
5.2.2.12	LTC1522.....	88
5.2.2.13	LTC1550/LTC1551 .....	89
5.2.2.14	LTC1550L/LTC1551L .....	91
5.2.2.15	LTC1682/LTC1682-3,3/LTC1682-5 .....	92
5.2.2.16	LTC1751/ LTC1751-3,3/ LTC1751-5 .....	93
5.2.2.17	LTC1754-3,3/LTC1754-5 .....	95
5.2.2.18	LTC1928-5 .....	95
5.2.2.19	LTC1986.....	96
5.2.2.20	LTC3200/LTC3200-5 .....	97
5.3	National Semiconductor .....	99
5.3.1	Nábojové pumpy National Semiconductor bez regulace výstupního napětí .....	100
5.3.1.1	MAX660 .....	100
5.3.1.2	LM828 .....	100
5.3.1.3	LM2660/LM2661 .....	100
5.3.1.4	LM2662/LM2663 .....	101
5.3.1.5	LM2664 .....	102
5.3.1.6	LM2665 .....	103
5.3.1.7	LM2681 .....	103
5.3.1.8	LM2682 .....	104
5.3.1.9	LM2765 .....	105
5.3.1.10	LM2766 .....	105
5.3.1.11	LM2767 .....	106
5.3.1.12	LM3350 .....	106
5.3.1.13	LM3351 .....	107
5.3.1.14	LMC7660 .....	108
5.3.2	Nábojové pumpy National Semiconductor s regulací výstupního napětí .....	108
5.3.2.1	LM2685 .....	109
5.3.2.2	LM2686 .....	110
5.3.2.3	LM2687 .....	111

5.3.2.4	LM3352 .....	112
5.4	Texas Instruments .....	113
5.4.1.1	TPS60100 .....	114
5.4.1.2	TPS60101 .....	117
5.4.1.3	TPS60110 .....	117
5.4.1.4	TPS60111 .....	118
5.4.1.5	TPS60120–TPS60125 .....	119
5.4.1.6	TPS60130–TPS60133 .....	120
5.4.1.7	TPS60140/TPS60141 .....	122
5.4.1.8	TPS60200/205 .....	124
5.4.1.9	TPS60210–TPS60213 .....	126
5.4.1.10	TPS60300/303 a TPS60310/313 .....	128
5.4.1.11	Vývojové moduly pro nábojové pumpy Texas Instruments .....	129
5.5	Analog Devices .....	130
5.5.1	Nábojové pumpy pumpy Analog Devices bez regulace výstupního napětí .....	130
5.5.1.1	ADM660, ADM8660 .....	130
5.5.1.2	ADP3610 .....	132
5.5.1.3	ADM8828/ADM8829 .....	133
5.5.2	Nábojové pumpy Analog Devices s regulovaným výstupem .....	134
5.5.2.1	ADP3603 .....	134
5.5.2.3	ADP3605 .....	135
5.5.2.2	ADP3604 .....	135
5.5.2.4	ADP3607 .....	137
5.6	Nabídka dalších výrobců .....	138
5.6.1	Holtek .....	138
5.6.2	Infineon Technologies .....	138
5.6.3	Intersil Corporation .....	139
5.6.4	ON Semiconductor .....	139
5.6.5	Semtech Corp .....	139
5.6.6	Sipex Corporation .....	140
5.6.7	STMicroelectronics .....	140
5.6.8	TelCom Semiconductor .....	141
5.6.9	Torex Semiconductor .....	142

<b>6</b>	<b>ZAJÍMAVÉ APLIKACE NÁBOJOVÝCH PUMP .....</b>	<b>143</b>
6.1	Aplikační zapojení .....	143
6.1.1	Zvyšovací měnič bez indukčnosti s regulovaným výstupem má vysokou účinnost – [6] .....	143
6.1.2	Nižší pracovní kmitočet zlepšuje účinnost napěťové konverze ICL7660 – [5] .....	144
6.1.3	Nábojová pumpa s regulovaným výstupem 10 V/50 mA – [7] .....	145
6.1.4	Regulovaný spínaný zdroj bez indukčnosti zvýší vstupní napětí – [9] .....	146
6.1.5	Symetrické rozdělení napětí zdroje pomocí IO pro inverzi – [10] .....	148
6.1.6	Přeměna 3 V na 5 V – [11] .....	148
6.1.7	Měnič 5 V/15 V – [12] .....	150
6.1.8	Nábojová pumpa napájená a řízená z D/A převodníku – [13] .....	151
6.1.9	Regulovaný spínaný zdroj záporného napětí s číslicovým řízením [35] .....	152
6.1.10	Napájení periferie 5 V ze sériového rozhraní – [14] .....	154
6.1.11	Nábojová pumpa s vysokým spínacím kmitočtem – [15] .....	155
6.1.12	Přeměna 5 V/1,8 V bez indukčnosti – [16] .....	156
6.1.13	Účinná přeměna 5 V na 3,3 V pomocí nábojové pumpy – [17] .....	157
6.1.14	Nábojová pumpa přemění vstup jakékoli polarity na dvě symetrická napětí – [18] .....	159
6.1.16	Lepší využití baterie ze dvou článků Li-Ion – [20] .....	160
6.1.17	Dvě méně běžná zapojení spínaného zdroje s kondenzátory – [21] .....	161
6.1.18	Nábojové pumpy pro napájení bílých svítivých diod – [22], [33], [37] .....	162
6.1.19	Stabilní napětí 3,3 V z baterie Li-Ion – [27] .....	164
6.1.20	Napájení svítivé diody z 1 článku 1,5 V – [31] .....	165
6.1.21	Měniče DC/DC umožní napájení multimetru z dvou článků NiCd – [30] .....	166
6.1.22	Další regulovaný výstup z měniče s LTC1514-5 – [34], [36] .....	167

6.2	Příklady nábojových pump bez speciálních integrovaných obvodů .....	168
6.2.1	Nábojová pumpa s tranzistory – [26] .....	168
6.2.2	Měnič DC/DC s CMOS invertory – [28] .....	169
6.2.3	Dělení napětí nábojovou pumpou – [8] .....	170
6.2.4	Invertor s jediným OZ [3] .....	171
6.2.5	Nábojové pumpy využívající IO 555 – [24] .....	171
6.2.6	Nábojové pumpy s analogovými spínači – [25], [39] .....	175
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>178</b>
	<b>REJSTŘÍK .....</b>	<b>179</b>
	<b>ANGLICKÝ SLOVNÍČEK .....</b>	<b>180</b>
	<b>KDE JE NAJDEME NA INTERNETU .....</b>	<b>183</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>184</b>
	<b>KONTAKTNÍ ADRESY NA FIRMU BEN – TECHNICKÁ LITERATURA .....</b>	<b>191</b>