Alexandr Krejčiřík

DC/DC MĚNIČE

Praha 2001

TECHNICKÁ LITERATURA BEN®

Alexandr Krejčiřík
DC/DC MĚNIČE

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 nepřejímají 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. Alexandr Krejčiřík, 2001
Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Alexandr Krejčiřík: DC/DC měniče
BEN – technická literatura, Praha 2001
1. vydání
ISBN 80-7300-045-8

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ ... 5

ÚVOD ... 7

1 TEORIE DC/DC MĚNIČŮ ... 9

1.1 Základní parametry ... 10

1.2 Základní pojmy ... 16

1.3 Základní zapojení ... 26

1.3.1 Měniče s lineárními prvky ... 27
1.3.2 Porovnání lineárních a spínaných měničů ... 27
1.3.3 Měniče se spínanými kondenzátory ... 28
1.3.4 Měniče s cívkami ... 35
1.3.5.1 Snižující minič (buck) ... 38
1.3.5.2 Zvyšující měnič (boost) ... 38
1.3.5.3 Zvyšující a snižující minič (cuk) ... 39
1.3.5.4 Invertující měnič ... 41
1.3.6 Jednočinné měniče s transformátory ... 42
1.3.6.1 Akumulující měnič – flyback ... 42
1.3.6.2 Propustný měnič – forward ... 44
1.3.6.3 Rezonanční měnič ... 46
1.3.7 Dvojčinné měniče s transformátory ... 47
1.3.7.1 Měnič v zapojení push-pull ... 47
1.3.7.2 Měnič v zapojení polomost ... 48
1.3.7.3 Měnič v zapojení plný most ... 51

2 PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ DC/DC MĚNIČŮ ... 53

2.1 Dvojčinný měnič s lineárními stabilizátory ... 53

2.2 Měnič s bezšumovým impulzem ... 54

2.3 Externě řízený měnič ... 55

2.4 Sinusový měnič 57

2.5 Měnič s malým výkonem 57

3 MĚNIČ CDD2WL0905D 59

3.1 Obecné vlastnosti typové řady 59
3.1.1 Vlastnosti řady měničů s příkonem (údaje výrobce CHINFA) 59

3.2 Rozložení součástek na plošném spoji 60

3.3 Schéma zapojení 63

3.4 Naměřené vlastnosti 66
3.4.1 Závislost zvlnění na zatěžovacím proudu 66
3.4.2 Zatěžovací charakteristiky 72
3.4.3 Převodní charakteristiky 74
3.4.4 Účinnost převodu při 75
3.4.5 Překmity při dynamickém zatěžování 77
3.4.6 Potlačení zvlnění vstupního napětí 79

3.5 Možnosti kombinace vývodů měniče 86

4 MĚNIČE HN 91

4.1 HN MODUL SIM1-1205 91
4.1.1 Zatěžovací charakteristiky 92
4.1.2 Převodní charakteristiky 95
4.1.3 Zvlnění a šum výstupního napětí 96
4.1.4 Překmity při dynamickém zatěžování 101
4.1.5 Rozměry pouzdra a vývody 102

4.2 HN MODUL SIM3-1205S 102
4.2.1 Zatěžovací charakteristiky 103
4.1.2 Převodní charakteristiky 105
4.2.3 Překmity při dynamickém zatěžování 106

LITERATURA 109

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

$1/\omega C$	**[Ω]**	kapacitní odpor kondenzátoru (kapacitance)
C	**[F]**	kapacita
C		označení kondenzátoru
C_{DS}	**[F]**	kapacita MOSFET tranzistoru mezi kolektorem a emitorem
C_N	**[F]**	kapacita nabíjecího kondenzátoru
D		označení diody
d	**[m]**	průměr vodiče
ESL	**[H]**	sériová indukčnost v náhradním schématu odporu či jiné součástky
ESR	**[Ω]**	efektivní (ekvivalentní) sériový odpor v náhradním schématu kondenzátoru
f	**[Hz]**	kmitočet
f_S	**[Hz]**	spínací kmitočet
GND		zem
I_2	**[A]**	stejnosměrný výstupní proud (Excel)
I_{INO}	**[A]**	vstupní proud měniče při nulovém výstupním zatížení
I_{IN}	**[A]**	vstupní stejnosměrný proud měniče
I_{OUT}	**[A]**	výstupní stejnosměrný proud měniče
K		označení komparátoru
L		označení cívky
LED		označení svítivé diody
MTBF	**[hod]**	střední doba mezi dvěma poruchami
N		počet závitů
η, n	**[%]**	účinnost
OZ		označení operačního zesilovače
p	**[%]**	zvlnění
PFC		korekce účiníku
P_{IN}	**[W]**	vstupní výkon (příkon)
P_{OUT}	**[W]**	výstupní výkon měniče
PWM		pulzně šířková modulace
Q		činitel jakosti
Q	**[C]**	náboj

Q		označení tranzistoru
R		označení odporu (rezistoru)
R_p	**[Ω]**	odpor předzátěže
$R_{DS(ON)}$	**[Ω]**	odpor kanálu tranzistoru MOSFET v sepnutém stavu
$R_{OUT} = R_i$	**[Ω]**	výstupní (vnitřní) odpor měniče
R_Z	**[Ω]**	zatěžovací odpor
S_{Cu}	**[m_2]**	plocha příčného průřezu vodiče
SELV	**[V]**	bezpečné napětí
S_I		činitel proudové stabilizace
SMD		označení pro montáž bezvývodových součástek pro povrchovou montáž
S_U		činitel napěťové stabilizace
T		označení transformátoru
t	**[s]**	čas
T	**[s]**	doba periody
U_2	**[V]**	stejnosměrné výstupní napětí (Excel)
u_{2p-p}	**[V]**	výstupní střídavé napětí špička-špička
U_{CE}	**[V]**	napětí kolektor-emitor
U_{CES}	**[V]**	saturační napětí tranzistoru
U_F	**[V]**	propustné napětí diody
U_{IN}	**[V]**	vstupní stejnosměrné napětí měniče
u_{IN}	**[V]**	vstupní střídavé napětí měniče
U_L	**[V]**	napětí na cívce
U_O	**[V]**	výstupní napětí měniče naprázdno
U_{OUT}	**[V]**	výstupní stejnosměrné napětí měniče
u_{OUT}	**[V]**	výstupní střídavé napětí měniče
W	**[J]**	energie
Z	**[Ω]**	impedance

ÚVOD

V současné době existuje množství informací o všech oborech lidské činnosti včetně elektroniky a popisu jednotlivých typů součástek. Oblast **DC/DC** měničů je však v české literatuře poměrně opomíjená přesto, že tyto měniče (zejména ve výkonové formě) vyrábí nejen celá řada zahraničních, ale i tuzemských výrobců. Měniče s malým výkonem do cca **10 [W]** přitom dnes představují součástky, jejichž vnitřní zapojení se ani nejeví jako zajímavé. S tím ale ubývá mnoho informací o chování **DC/DC** měničů v aplikacích.

Tato publikace si neklade za cíl popsat všechny typy **DC/DC** měničů a to ani ty, které se v současnosti prodávají na našem trhu. Soustřeďuje se do dvou základních oblastí, z nichž první je věnována teorii měničů, jejich názvosloví a základním zapojením s vysvětlením jejich činnosti. Druhá část se věnuje podrobně konkrétním typům **DC/DC** měničů z našeho trhu. První z nich byl delaborován, zjištěno jeho schéma zapojení a proměřeny jeho elektrické parametry, u ostatních dvou byla provedena pouze elektrická měření. Čtenář sám si porovná jednotlivé typy v souvislosti s jejich cenou a určí ty, které bude chtít používat, případně mu tato publikace poskytne návod, jak se dobrat dalších podstatných vlastností DC/DC měničů, které výrobci ani prodejci neuvádějí.

Pokud by některý z čtenářů měl k publikaci nějaké připomínky, případně by chtěl konzultovat některé problémy, lze se se mnou spojit pomocí e-mailu:

krejciri@feld.cvut.cz autor.