

# Měníč napětí s regulací od 12 do 24 V - 60 W

Měníč najde uplatnění všude tam, kde je potřebné vyšší napětí, než je napětí 12 V baterie. Například při nabíjení baterií s více než 7 články NiCd nebo NiMH nebo při napájení zařízení jako jsou notebooky nebo výkonné hudební zesilovače v automobilech.

Výstupní napětí měniče lze nastavit v rozmezí 12 až 24 V nebo podle potřeby i v libovolně jiném rozsahu. Řídící elektronika automaticky výstupní napětí stabilizuje. Měníč z principu své činnosti nemůže mít na výstupu menší napětí než je na vstupu.

## Základní technické údaje

Výstupní napětí: 12 až 24 V.  
Maximální výstupní výkon: 60 W, při chlazení ventilátorem až 80 W.  
Účinnost přeměny napětí: 89 %.

## Popis zapojení

Měníče napětí jsou zařízení, která dokáží vyrobit výstupní napětí vyšší, než je napětí napájecí. Většinou se využívá akumulace energie do tlumivky a potom její „přelití“ do výstupního kondenzátoru. Pro lepší představu lze princip činnosti měniče připodobit k přečerpávací elektrárně. V té je z dolní nádrže (C1, C2) čerpadlem (T1) nasáta voda a vytlačena (L1) do horní nádrže (C7, C8), kde je zadržena. Zpětný ventil (D1) znemožňuje návrat vody z horní nádrže zpět do dolní.

Schéma zapojení je na obr. 1. Vstupní napětí se připojuje na svorky VSTUP 12V (X1 = plus, X4 = minus). Na vstupu je polymerová pojistka F1. Jmenovité napájecí napětí měniče je 12 V, ale vstupní napětí může být v rozmezí od 6 do 16 V. Při nižším napětí pouze klesá maximální výstupní výkon měniče, při vyšším napájecím napětí než 16 V může dojít ke zničení řídicího integrovaného obvodu IO1. Výstupní napětí je k dispozici na svorkách VYSTUP (X2 = minus, X3 = plus).

Integrovaný obvod IO1 je srdcem měniče a řídí celou jeho činnost. Obvod se snaží udržet napětí 1,5 V na svém vstupu FB. Na tento vstup je přes dělič R1, R2 a R3 přiváděno výstupní napětí měniče. Je-li napětí na vstupu FB menší než 1,5 V, je tranzistor T1 střídatě otevírán a zavírán. Je-li otevřen, začne tlumivkou L1 protékat proud. Jednou z vlastností tlumivky je to, že se brání změnám protékajícího proudu indukční napětí (teoreticky libovolně velkého), které by mělo udržet proud beze změny. Po vypnutí tranzistoru T1 se proud může uzavírat pouze před diodou D1 a kondenzátory C7 až C10. Proud udržovaný tlumivkou nabíjí kondenzátory na napětí vyšší, než je napájecí. Dosáhne-li napětí na výstupu

měníče takové velikosti, aby na vstupu FB bylo 1,5 V, tranzistor T1 přestane spínat a výstupní kondenzátory nebudou dočasně nabíjeny. Jakmile zátěž, zapojená na výstupu měniče, odebere proud, napětí na kondenzátorech klesne a spínání tranzistoru se obnoví.

Celý děj se může opakovat až třistačtyřicetkrát za sekundu, takže výstupní napětí měniče je stabilní a vyhlazené nezávisle na napájecím napětí i odebraném proudu (samozřejmě do maximálního výstupního výkonu měniče). Účinnost měniče je díky jednoduchosti zapojení vyšší než 89 %.

Protože spínání tranzistoru T1 je velmi rychlé, jsou rychle i změny proudu odebíraných ze vstupních kondenzátorů nebo dodávaných do výstupních kondenzátorů. Rychlé změny proudu způsobují na kondenzátorech s velkou kapacitou a vnitřní impedancí velký ztrátový výkon, který tyto kondenzátory zahřívá. Proto jsou na vstupu i na výstupu zapojeny paralelně ke kondenzátorům s velkou kapacitou i kondenzátory se zanedbatelnou kapacitou a keramické kondenzátory, které ovšem mají mnohem menší vnitřní impedanci a větší schopnost přijmout rychle se měnící proud. Rozdíl v impedanci mezi kondenzátory s velkou a malou kapacitou je tak velký, že účinnost měniče by se bez těchto kondenzátorů snížila až o 4 %.

Výstupní napětí měniče se nastavuje trimrem P1 a lze jej změnou rezistorů R1 a R2 nastavit v libovolných mezích.

Odpor rezistorů R1 a R2 vypočítáme podle následujícího postupu:  
1) změříme odpor trimru P1 ( $R_{P1}$ ),  
2) ze vzorce:

$$R2 = 1,5 \cdot R_{P1} / (U_{max} - U_{min}) \quad [\Omega, V]$$

vypočítáme hodnotu R2.  $U_{max}$  a  $U_{min}$  jsou požadované maximální a minimální výstupní napětí měniče (v našem případě 24 a 12 V).  
3) ze vzorce:

$$R1 = R2 \cdot (U_{min} - 1,5) / 1,5 \quad [\Omega, V]$$

vypočítáme hodnotu R1. Ve většině případů vypočítané odpory rezistorů R1 a R2 budou mimo běžně prodávané hodnoty, tak je složíme s více hodnot nebo se smíříme s tím, že napětí nebude nastavitelné přesně v požadovaném rozmezí. Hodnoty rezistorů R1 a R2 pro rozsah výstupních napětí od 12 do 24 V a různé odpory trimru P1 jsou v tabulce.

$R_{P1}$	>8,2k	>9k	>9,8k	>10,4k	>12,5k
R1	6k8	7k5	8k2	9k1	10k
R2	1k	1k1	1k2	1k3	1k5

Maximální výstupní napětí měniče je omezeno pouze dovoleným pracovním napětím tranzistoru T1, diody D1 a výstupních kondenzátorů C7 až C10.

## Popis konstrukce

Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2. Použité součástky jsou běžné a nejsou kladeny žádné nároky na jejich výběr. Stačí jejich kontrola přeměřením. Stykovou plochu tranzistoru T1 a chladiče naféme silikonovou vazelinou, aby přechodový tepelný odpor byl co nejmenší. Všechny širší spoje by měly být pocinované tlustší vrstvou cínu, protože jimi tečou poměrně velké proudy.

K pájení je vhodné použít pistolovou páječku s očkem z měděného drátu o průměru asi 0,7 mm nebo mikropáječku. Po zapojení všech součástek odstraníme špičatým nástrojem zbytky kalafuny, abychom odhalili případné přerušené spoje nebo zkratky (pohledem proti světlu).

Pokud všechny součástky jsou v pořádku a neuděláme chybu při jejich rozmístování a pájení do desky s plošnými spoji, celé zapojení je tak jednoduché, že musí pracovat ihned.

Při napájecím napětí 12 V má být odebíraný proud asi 10 mA. Mělo by také být slyšet slabé lupání až bzučení. Zkontrolujeme výstupní napětí, které by se mělo pohybovat podle nastavení trimru P1 v rozmezí od 12 do 24 V.

Potom na výstup měniče připojíme zátěž (např. 24 V žárovku) a vyzkoušíme měnič při zatížení.

Je vhodné zkontrolovat účinnost měniče porovnáním výstupního výkonu (součin výstupního proudu a napětí) a příkonu (součin vstupního proudu a napětí) měřených na svorkovnici měniče.

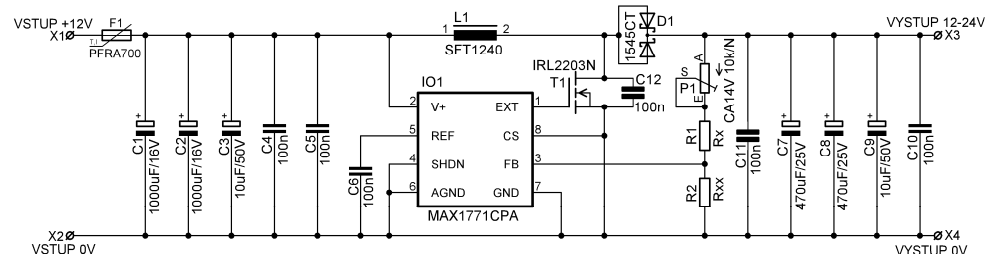
Maximální výstupní výkon měniče je 60 W, ale lze jej zvýšit až na 80 W ofukováním tranzistoru T1, tlumivky L1 a diody D1 ventilátorem.

## Seznam součástek

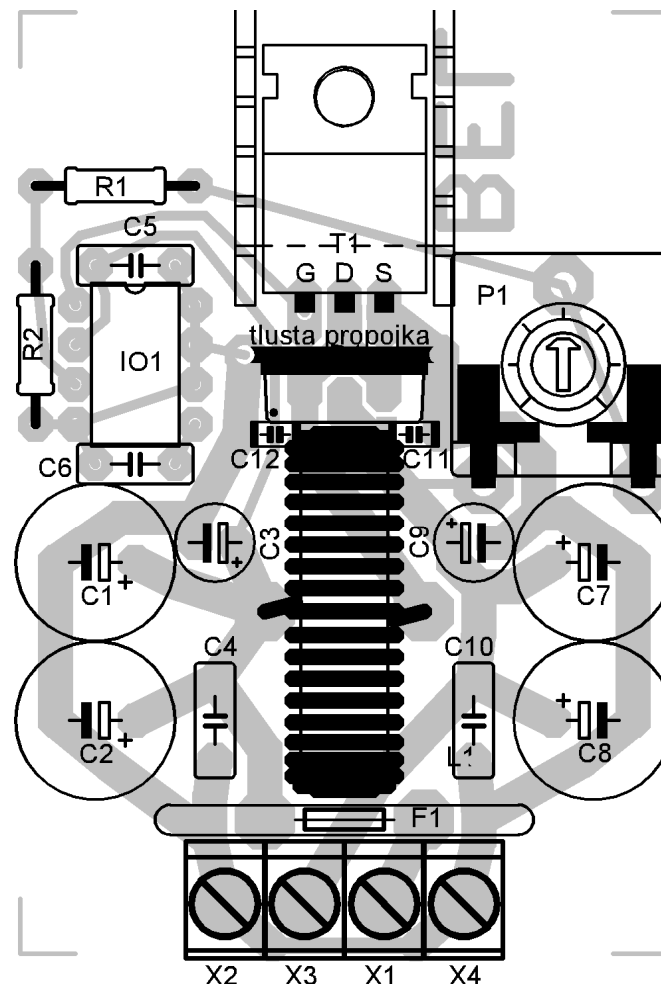
IO1 MAX1771CPA  
T1 IRL2203N, IRFB3006  
D1 1545CT  
L1 SFT1240, 64  $\mu$ H  
C1, C2 1000  $\mu$ F/16 V  
C3, C9 10  $\mu$ F/50 V  
C4, C5, C6, C10 100 nF/50V  
C7, C8 470  $\mu$ F/25 V  
P1 CA14V, 10 k $\Omega$ /N  
R1 Rx, viz text  
R2 Rxx, viz text  
F1 PFRA600,700  
X1-X4 svorkovnice CZM 2/5, 2 ks  
chladič DO1 pro TO-220, 1 ks  
deska s plošnými spoji

## Závěr

Měníč je jednoduchý a nemá ochranu proti přepólování baterie. Zhotovení měniče je poměrně snadné a jeho stavbu by měl zvládnout i pečlivě pracující začátečník.



Obr. 1. Schéma zapojení



X2 X3 X1 X4  
VYSTUP-VSTUP12V  
MINUS-PLUS-PLUS-MINUS

Obr. 2. Rozmístění součástek