

Měnič napětí s regulací od 12 do 24 V - 120 W

Měnič najde uplatnění všude tam, kde je potřebné vyšší napětí, než je napětí 12 V baterie. Například při nabíjení baterií s vyšším napětím, než je napájecí, či při napájení zařízení jako jsou notebooky. Pomocí měniče lze i vyrobit vyšší napájecí napětí, potřebné pro 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. Vzhledem k těmto vlastnostem lze měnič použít i jako nabíječ baterie 12 nebo i 24 V, napájený ze slunečních článků.

Měnič z principu své činnosti nemůže mít na výstupu menší napětí než je na vstupu.

Základní technické údaje

Vstupní napětí: 12 V.
Výstupní napětí: 12 až 24 V.
Maximální výstupní výkon: 120 W.
Účinnost přeměny napětí: 92 %.

Popis zapojení

Měniče 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 až C7) čerpadlem (T1) nasáta voda a setrvačností vytlačena (L1, L2) do horní nádrže (C8 až C13), 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 12 V (K1). Jmenovité napětí měniče je 12 V, ale vstupní napětí může být v rozmezí od 3 do 16 V. Při nižším napětí pouze klesá jeho maximální výstupní výkon, při vyšším napájecím napětí než 16 V může dojít ke zničení řídicího integrovaného obvodu IO1. Výstupní napětí je k dispozici na svorkách VYSTUP (K2).

Integrovaný obvod IO1A 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 P1, R1 a R2 přiváděno výstupní napětí měniče. Je-li napětí na vstupu FB menší než 1,5 V, je tranzistor T1 střídavě otevírán a zavírán. Je-li otevřen, začne tlumivkami L1 a L2 protékat proud. Jednou z vlastností tlumivky je to, že se brání změnám protékajícího proudu indukci 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 energií tlumivky nabíjí kondenzátory na napětí vyšší, než je napájecí. Dosáhne-li napětí na výstupu měniče takové velikosti, aby na vstupu FB bylo 1,5 V, tranzistor T1 přestane spínat a výstupní kondenzátory nebudou dále nabíjeny. Jakmile zátěž, zapojená na výstupu měniče, odebere proud, napětí na kondenzátorech klesne a spínání tranzistoru se obnoví.

Celý děj se může opakovat až třístokrát 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 je vyšší než 92 %.

Protože spínání tranzistoru T1 je velmi rychlé, jsou rychlé i změny proudu protékajícího kondenzátory na výstupu měniče. Rychlé změny proudu způsobují na kondenzátorech s velkou kapacitou (a tudíž i větší 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 sice zanedbatelnou kapacitou, 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 o 4 %. Kondenzátor C16, zapojený paralelně k tranzistoru T1 zpomaluje nárůst napětí a potlačuje jeho zářivý při rychlém spínání.

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) změníme 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 běžné prodávanou řadu, tak je složíme s více hodnot nebo se smíříme s tím, že napětí nebude nastavitelné úplně 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 C8 až C13.

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. Tranzistor T1 musí být vodič oddělen od chladiče pomocí izolační průchodky a slídové podložky. Stykovou plochu diody D1 a chladiče natřeme silikonovou vazelinou, aby přechodový tepelný odpor byl co nejmenší. Všechny širší spoje by měly být vyztuženy měděným vodičem o průřezu 1 mm² a pocínovány

tlustší vrstvou cínu, protože jimi tečou poměrně velké proudy (až 11 A). Pozor! Pod chladičem je propojka, která je také zhotovena z měděného vodičem o průřezu 1 mm². Kondenzátory C15 a C16 se pájejí ze strany spojů (C15 je na obr. 2 zakryt propojkou pod chladičem).

Abý pájení bylo co nejkalitnější, je vhodné zvolit tento osvědčený postup. Po vyvrtání všech otvorů (průměr 0,8 mm nebo 1 mm) odstraníme z povrchu ochranný lak. Pomocí čistícího přípravku obsahující vápenec (např. Cif apod.) a kartáče odstraníme oxidy z povrchu desky a ihned jej natřeme roztokem kalafuny v perchloretyleny nebo lihu. Takové spoje lze pájet obyčejným trubičkovým cinem s kalafunou. K pájení je vhodné použít pistolovou páječku s očkem z měděného drátu o průměru asi 0,7 mm nebo mikropáječku. Po zapájení 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. Připojíme napájecí napětí 12 V. Odebraný proud má být do 10 mA. Mělo by také být slyšet slabé luštění. 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.

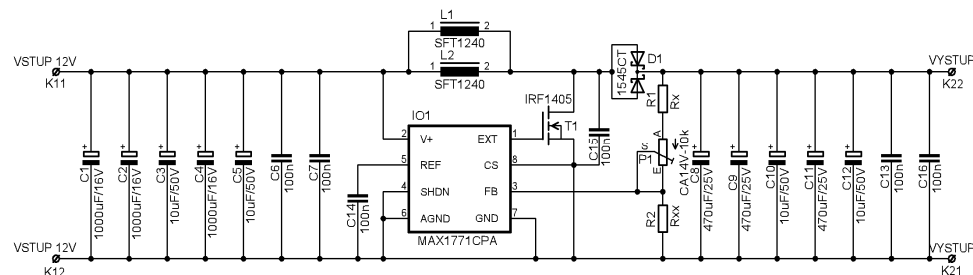
Tím je celé zapojení oživeno a desku s plošnými spoji lze opět natřít ochranným roztokem kalafuny v perchloretyleny.

Seznam součástek

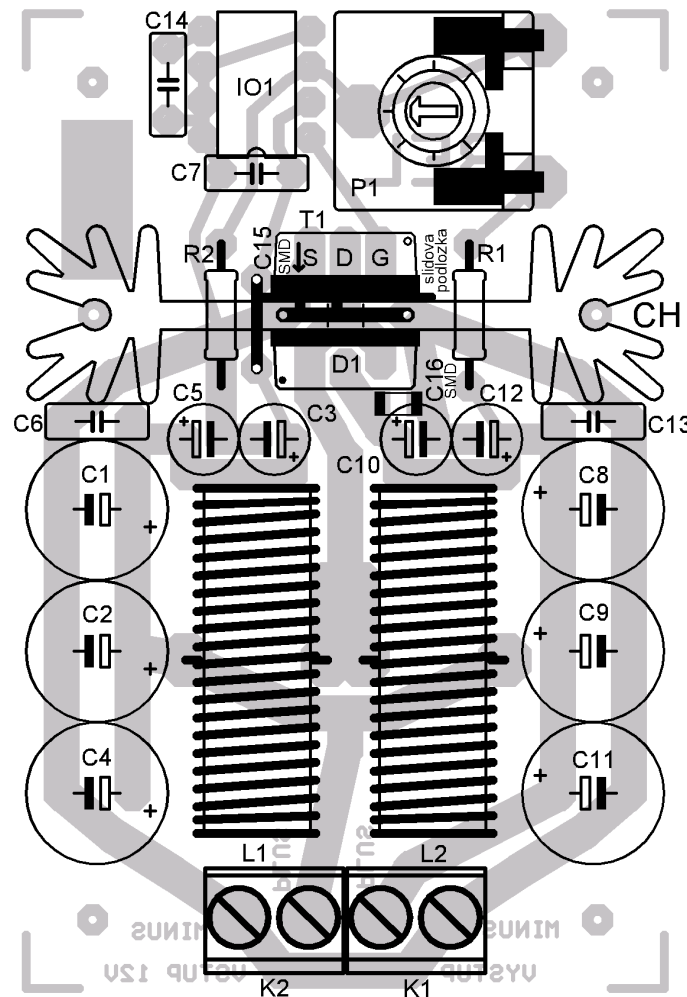
IO1	MAX1771CPA
T1	IRF1405
D1	1545CT
L1,L2	SFT1240, 64 µH
C1,C2,C4	1000 µF/16 V
C3,C5,C10,C12	10 µF/50 V
C6,C7,C13,C14	100 nF/50V
C8,C9,C11	470 µF/25 V
C15,C16	100 nF/50V, SMD
P1	CA14V, 10 kΩ/N
R1	Rx, viz text
R2	Rxx, viz text
K1,K2	svorkovnice C2M 2/5, 2 ks
	chladič T46/25 R, 8,2 °C/W, 1 ks
	slídová podložka pro TO220, GL530
	izolační průchodka pro TO220, IB2
	deska s plošnými spoji

Závěr

Měnič je jednoduchý a nemá ochranu proti přepólování baterie ani ochranu proti zkratu na výstupu. Proto by měl být na vstupu jistič pojistkou 12 A, která by se přerušila a ochránila měnič před zničením. Zhotovení měniče je poměrně snadné a jeho stavbu by měl zvládnout i pečlivě pracující začátečník.



Obr. 1. Schéma zapojení



Obr. 2. Rozmístění součástek