

## Easy linear power supply - THT

Úvod - Jedná se vlastně o nastavitelný lineární regulátor s možností nastavení maximálního napětí a proudu pomocí potenciometrů, zdroj obsahuje i nastavitelnou tepelnou ochranu.

Zdroj umí pouze "snižovat" vstupní napětí, nejmenší možné snížení napětí je cca 2V - tudíž pokud vstup zapojíte na 24V zdroj, výstupní napětí bude nastavitelné asi v rozmezí 0-22V. Proud lze nastavit v rozmezí 0A až cca 1,1A. Zdroj by měl bezproblémově pracovat v rozsahu vstupních napětí mezi 12V a 30V - doporučuji 24V.

Při odběru velkých proudů při nízkých napětích se tranzistor zdroje ohřívá NEJVÍCE - proto je potřeba dobře nastavit teplotní ochranu a popřípadě přidat větrák.

Více info o funkci jednotlivých částí obvodu viz dále a na mém githubu (QR kód).

### Princip funkce

Většina funkcí tohoto zdroje je řešena pomocí operačního zesilovače, v našem případě jsou to 4 OZ v jednom dip14 pouzdře - lm324. Operační zesilovač má dva vstupy a jeden výstup. Vstup s označením + je neinvertující vstup, naopak - je invertující (invertovat znamená otáčet, měnit polaritu...). Pokud je napětí na + vyšší, jak na - je výstupní napětí kladné, naopak když je na invertujícím vstupů větší napětí jak na neinvertujícím vstupů je napětí na výstupu záporné.

Pokud je napětí na vstupech podobné (liší se třeba o 10mV) OZ "vezme" rozdíl napětí na vstupu a hodně jej vynásobí (třeba 100 000x). Napětí výstupu ale nikdy nepřekročí napájecí napětí, ale může se "zaseknout" o napětí zdroje.

V tomto zdroji je většina OZ zapojených se zápornou zpětnou vazbou - OP si v tomto zapojení udržuje rozdíl napětí mezi vstupy 0V, protože při detekování rozdílu je tento rozdíl zesílen a poslán do výstupu, ten skrz zbytek obvodu snižuje rozdíl napětí vstupů - obvod se stabilizuje.

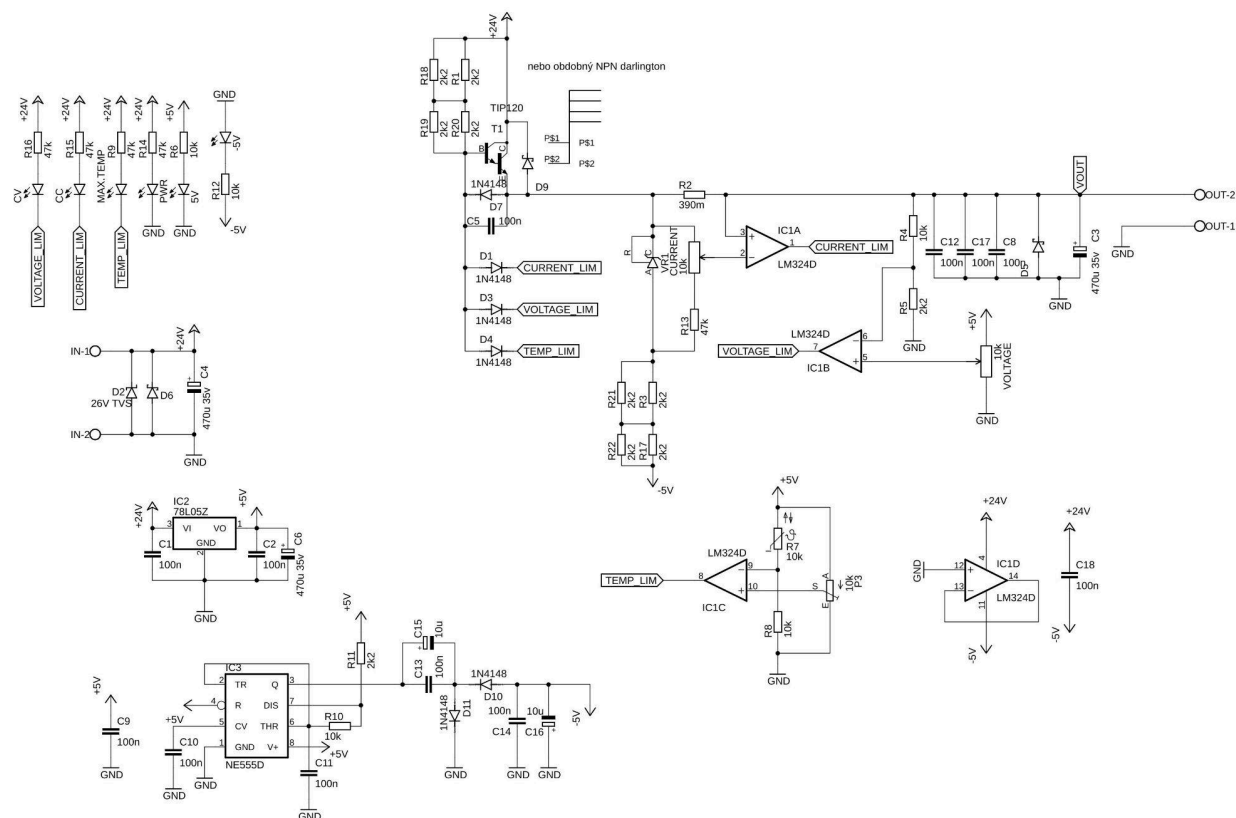
výkonová část zdroje je tvořena emitorovým sledovačem, tvořeným darlingtonovým tranzistorem T1.

Při tomto zapojení napětí na emitoru "sleduje" napětí na bázi tranzistoru, zároveň do báze teče cca 1000x menší proud, než jaký teče z emitoru. V "defaultu" je báze tranzistoru "tahána nahoru" rezistorem R1, pokud se dosáhne nějakého limitu (napětí, proud, teplota), je báze naopak "tahána dolů" skrz nějakou z diod D1,D3,D4 - tím se zdroj drží pod nastavenými limity.

Pro správnou funkci potřebují OZ pro řízení dostatečné napětí, a potřebuje také určitý "headroom" pro vstupy i výstupy - OZ nedokáže "změřit napětí blížící se napájecímu napětí, podobně i výstup se nedostane blíž než 1V k napájecím potenciálům - například pro OZ napájený 12V bude mít výstup v rozsahu cca 1V-11V. Toto přibližně platí pro náš OZ (lm324), jinačí OZ se chovají jinak, existují i tzv. rail to rail OZ, které umí napětí sledovat až k napájecímu napětí, některé i "kousek za" (pouze vstup).

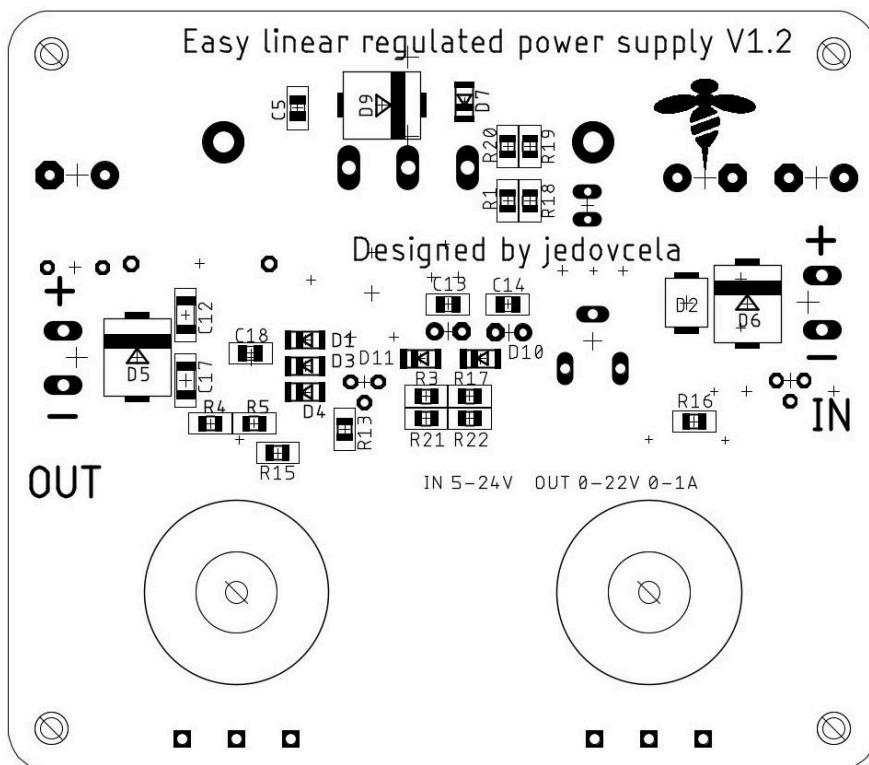
Pro možnost nastavení výstupního napětí až k 0V a proudu 0A je potřeba vytvořit pro OZ headroom k "měření a manévrování" - v našem případě se jedná o zdroj záporného napětí. Zdroj záporného napětí je tvořen oscilátorem (555) a násobičem napětí, který invertuje napětí z 5V na -5V.

## Schéma



4/12/2024 11:57 AM 1:1.90 C:\Users\Kasol\Documents\EAGLE\project\easy linear power supply-new\linear supply3\_smd.sch (Sheet: 1/1)

Spodní strana PCB - bohužel není potisk desky



## Seznam součástek, osazováč

easy power supply SMD BOM	
part	device
CC, CV, MAX.TEMP	LED 0805 červená
-5V, 5V, PWR	LED 0805 zelená
D5, D6, D9	schottky dioda SMC
IN, OUT	svorkovnice
C8	100n folie
C1, C2, C5, C9, C10, C11, C13, C14, C18	100n 0805
C12, C17	100n 1206
R4, R6, R8, R10, R12	10k 0805
CURRENT, VOLTAGE	10k potenciometr
P3	10k trimr
R7	10k NTC termistor
C15, C16	10u elektrolytický kondenzátor
D1, D3, D4, D7, D10, D11	1N4148 diody
D2	26V TVS
R1, R3, R5, R11, R17, R18, R19, R20, R21, R22	2k2 0805
R2	390mΩ
C3, C4, C6	470u 35v
R9, R13, R14, R15, R16	47k 0805
IC2	78L05Z
IC1	LM324D
IC3	NE555D
T1	2STW100
U\$1	chladič RAD-DY-KY/3

## Oživování, pokud zdroj nefunguje

Postupným procházením bodů bys měl dojít k funkčnímu zdroji.

1. Je zdroj správně připojen na napájení - 12-24V na IN a je správná polarita?
2. Svítí LEDky -5V, 5V? pokud ne, zkontroluj zapojení lineárního regulátoru IC2, zkontroluj jestli osciluje 555, není zkrat na výstupu násobiče? - změř odpor na C16.
3. Svítí ledka MAX.TEMP - překročena maximální teplota - nastav pomocí trimru P3, aby při pokojové teplotě nesvítila - ideálně aby spínala při cca 60°C.
4. Na výstupu je napětí, ale nedá se regulovat potenciometrem - zkontroluj, zda není proud nastaven na minimum, pak zkontroluj zapojení potenciometrů a polarity diod D1, D3, D4.
5. Nelze na výstupu omezit proud - zkontrolujte polaritu D2 a zapojení odporu R2.
6. Ve většině případů jediné součástky, které se při špatném zapojení odejdou jsou výkonový tranzistor a výkonové diody. Pro zbytek stačí správně zapojit a zdroj bude funkční.

## Jak používat

Pro používání tohoto laboratorního zdroje doporučuji k němu připojit voltmetr a popřípadě ampérmetr - odkazy na githubu.

### Omezení napětí a proudu

Pro omezení výstupního napětí stačí otáčet potenciometrem VOLTAGE, ve směru hodinových ručiček se hodnota napětí zvětšuje. Napětí je nastavováno oproti vnitřní referenci - není závislé na vstupním napětím (pokud je vstupní napětí alespoň o 2V větší, jak nastavení výstupního napětí). Pro úpravu rozsahu potenciometru stačí změnit hodnoty děliče napětí tvořeného R4 a R5, to použijete například při optimalizaci zdroje pro určité napětí, v základní konfiguraci maximální výchylce potenciometru napětí odpovídá cca 27,7V. Pokud rezistor R5 nahradíte 2k7 bude maximální výstupní napětí cca 23,5V. Maximální napětí zdroje lze vypočítat tak, že propočítáte napěťový dělič tvořený R4 a R5, při maximální výchylce potenciometru je na R5 5V, proud teče stejný skrz oba odpory, tudíž pak jen stačí od požadované max. výst. napětí odečíst 5V a s trochou ohmova zákona máte hodnotu rezistoru R4. Pro jednodušší návrh lze použít internetové kalkulačky, např.

[ohmslawcalculator.com/voltage-divider-calculator](http://ohmslawcalculator.com/voltage-divider-calculator)

Další epický web s elektro kalkulačkami:

[ohmslaw.eu](http://ohmslaw.eu)

### Teplotní ochrana

Pro nastavení teplotní ochrany doporučuji zdroj zatížit malým odporem (např. zkrat) a až se zahřeje chladič tak, že na něm nepůjde udržet ruka, nastav trimr P3 aby byl "na pokraji sepnutí" - aby se jen tak tak rozsvítila LED MAX.TEMP. Teplotní ochrana funguje porovnáním měřené teploty s nastavenou teplotou, pokud je překročena prahová teplota, sníží výstupní napětí zdroje na cca 0V.

V ideálním případě by zdroj neměl pracovat při vysokých teplotách, nejvíce trpí elektrolytické kondenzátory - jejich životnost při 85°C je cca 3000h = 4 měsíce, ale při 40°C cca 67882h = 7,7 let --> patrný malý rozdíl :).

podobné zkrácení životnosti podléhají i polovodičové součástky - nepřehřívejte svoje CPU. Hodně náchylná je například i paměť flash (tedy i tvoje SSD), životnost dat na SSDčce je při 85°C asi 1290x menší jak při 25°C.

Jak fungují jednotlivé části obvodu a další info na mém githubu:



Popřípadě kontakt na mě: [l.tisnovsky@seznam.cz](mailto:l.tisnovsky@seznam.cz)