

## Napájecí stabilizovaný regulovatelný zdroj s obvodem L200

Michal Slánský

Abych dosáhl co nejjednodušší konstrukce napájecího zdroje a zároveň snadného nastavení výstupního napětí a proudového omezení, rozhodl jsem se použít známý integrovaný monolitický stabilizátor řady L200(CV) v pouzdře Pentawat s pěti vývody firmy ST MicroElectronics. Napětí lze nastavit hodnotami dvou externích rezistorů v rozmezí od 2,75V do 36,0V, ovšem za předpokladu že vstupní napájecí napětí bude nejméně o 2,5 V vyšší. Jinak nejvyšší vstupní napětí, které obvod snese, je 60 V.

Proti jiným podobným obvodům je zde navíc ještě možnost nastavit jednoduše i velikost výstupního proudu. Pokud toto nastavení nevyužijeme, je proud omezen interně přibližně na hodnotu 2A (3,6A) při ideálním chlazení. V závislosti na teplotě pouzdra je případně proud, respektive výstupní napětí omezoáno na nižší hodnoty, tak aby nemohlo dojít k poškození obvodu a jeho tepelnému a výkonovému přetížení. Tento obvod je velmi podobný známému stabilizátoru řady LM317T v pouzdře TO220, ale na rozdíl od něj má vyveden vstup snímání proudového omezení (pin2 – limitace), podobně jako UA723CN v pouzdře DIL14. Obvod je v pouzdru PENTAWAT.

Napájecí zdroj patří k základnímu vybavení každé elektronické a elektrotechnické dílny. Každý, kdo se o elektroniku vážně zajímá, by měl mít napájecí zdroj, u kterého je možné regulovat výstupní napětí v rozsahu od 0 až 2 V do 15 až 35 V. Velmi důležité je, aby napájecí zdroj měl proudovou pojistku (automatické omezení výstupního proudu), která by měla být nastavitelná v rozsahu proud od 10 až 50 mA výše. V případě chybného zapojení je oživovaný obvod chráněn proudovou pojistkou před poškozením. To má význam hlavně pro začátečníky. Maximální velikost výstupního proudu zdroje není tak důležitá. Nejčastěji se ze zdroje odebírají proudy menší než 100 mA. Profesionální zdroje většinou dodávají maximální proud 0,5 až 3A. Napájecí zdroj obsahuje vždy síťový transformátor, můstkový usměrňovač, filtrační elektrolytický kondenzátor a výkonový stabilizátor.

Síťové napětí 230V/50Hz se transformuje síťovým transformátorem na požadovanou velikost  $U_0$ . Transformované napětí se usměrňuje nejčastěji můstkovým usměrňovačem a filtruje se filtračním elektrolytickým kondenzátorem. Vrcholové napětí na filtračním kondenzátoru značíme  $U_1$ . Vyfiltrované stejnosměrné napětí se stabilizuje na velikost  $U_2$ . Mezi  $U_0$  a  $U_1$  platí vztah:  $U_1 = (U_0 \times 1,414) - 1,4$  (V). Uvedený vztah vyplývá ze skutečnosti, že  $U_0$  je efektivní napětí, zatímco filtrační kondenzátor se nabíjí na maximální napětí. Menšitel 1,4 V představuje úbytek napětí na můstku, ve kterém pracují vždy dvě diody můstkového usměrňovače v sérii.

Aby bylo napětí na filtračním kondenzátoru co nejméně zvlněné, musí mít filtrační kondenzátor dostatečně velkou kapacitu. Slouží nám totiž jako akumulátor elektrické energie v době, kdy síťové napětí prochází nulou. Potřebná kapacita filtračního kondenzátoru je závislá na proudovém odběru. Čím větší potřebujeme odebírat proud, tím větší filtrační kondenzátor potřebujeme. Doporučená kapacita filtračního kondenzátoru je přibližně 2000  $\mu$ F na každý ampér odebíraného proudu. Použití větší kapacity není na závadu, spíše zlepšuje celkové vlastnosti zdroje (filtrovatelnost). Stabilizátor si můžeme představit jako proměnný výkonový rezistor, který automaticky nastavuje svůj odpor tak, že výstupní napětí je vždy konstantní. Změny odběru proudu a kolísání síťového napětí se automaticky, okamžitě vyrovnávají.

Ke spolehlivé funkci stabilizátoru potřebujeme, aby mezi vstupním  $U_1$  a výstupním  $U_2$  napětím stabilizátoru byl rozdíl minimálně 2V, podle možností raději o něco více (maximálně 5V). Příliš velký úbytek napětí na stabilizátoru však zvětšuje tepelnou ztrátu stabilizátoru a zmenšuje jeho účinnost, zároveň stabilizátor vyžaduje větší chladič s nižším teplotním odporem.

Součástí každého elektrického přístroje (napájecího zdroje) na vstupu, musí být tavná pojistka, která chrání především síťový transformátor před případným poškozením a tepelným přetížením, a kterou proto z bezpečnostních důvodů nesmíme vynechat. Pojistka musí být dimenzována na maximální odběr proudu a měla by být typu T (pomalá), aby se nepřepálila při zapnutí zdroje, kdy se velkým proudem nabíjí filtrační elektrolytický kondenzátor. Tento kondenzátor se totiž krátce po zapnutí chová jako zkrat. Správně má být jistěn primární obvod transformátoru. Každý přístroj by měl dále obsahovat dvoupólový síťový vypínač. Zapnutí a vypnutí zdroje by mělo být indikováno, nejlépe zelenou LED diodou.

Při zapojování obvodu se síťovým napětím 230 V doporučuji maximální pečlivost a dodržování bezpečnosti. Živé části přístroje, což jsou vodiče se síťovým napětím, musí být chráněny (nejlépe izolací), aby nebylo možné se jich náhodně dotknout, a aby tak nemohl být způsoben úraz elektrickým proudem. Má-li skříňka přístroje kovové části, musí být tyto části nulovány (spojeny s ochranným vodičem PE síťového rozvodu, přístroj musí být připojen tří-žilovou síťovou šňůrou, přechodový odpor tohoto propojení může být maximálně 0,1 $\Omega$ ). Síťový transformátor je nejlepší koupit hotový, jako v mém případě, v zalitém provedení s piny do DPS. Ten, kdo by si jej chtěl navinout sám, musí zajistit bezpečné oddělení primárního a sekundárního vinutí (3 vrstvy prokladového papíru, elektrická pevnost 2,5 kV). Nemá-li skříňka přístroje žádné kovové části a přístroj má dvojitou izolaci, můžeme použít pro přívod síťového napětí dvoužilovou síťovou šňůru (plastová krabice).

## Popis zdroje se stabilizátorem L200CV

Následující návod a konstrukční řešení je určeno všem, kteří si chtějí postavit kvalitní jednoduchý napájecí zdroj podle výše uvedených požadavků. Zdroj má plynule regulovatelné výstupní napětí v rozsahu 0V až 30V, nastavitelný maximální výstupní proud 10mA až 1000mA. Zdroj může být vybaven i jemnou regulací výstupního napětí (dvojice potenciometrů – hrubé nastavení 10k $\Omega$  / jemné nastavení 250 $\Omega$ ) a případně měřícím přístrojem pro měření výstupního napětí a proudu.

Základem zdroje je integrovaný monolitický stabilizátor **L200CV**, se kterým je možné v základním zapojení dosáhnout výstupního napětí 2,75V až 36V, a který má nastavenou vnitřní proudovou pojistku přibližně na hodnotu 2A, maximálně 3,6A.

Výstupní napětí je přes odporový dělič vytvořený s dvojice potenciometrů P2 (250 $\Omega$ ) a P3 (10k $\Omega$ ), R3 (1k $\Omega$ ) přivedeno na pin4 (REFERENCE) stabilizátoru IO1 (L200CV), kde je porovnáváno s vnitřním referenčním (porovnávacím) napětím 2,75 V (2,64V až 2,86V). Každá případná odchylka výstupního napětí od požadované velikosti se rychle automaticky vyrovná. Rezistor R3 a dvojice potenciometrů P2, P3 tvoří dělič napětí.

Nastavením odporu potenciometru P2, P3 určujeme výstupní napětí  $U_2$  podle vzorce:  $U_2 = 2,75 \times (1 + k \times P2+P3/R3)$ , kde  $k$ , představuje relativní natočení potenciometru P2, P3. Součinitel  $k$ , se pohybuje v intervalu 0 až 1. Mezi vývodem 3 (zem - GND) a vývodem 4 (REFERENCE) je vždy konstantní napětí 2,75V (2,64V – 2,86V). Aby uvedený vzorec skutečně platil, musí být vstupní napětí  $U_1$  alespoň o 2V a 3V větší než napětí výstupní  $U_2$ .

Keramický kondenzátor C8 (100nF/TK ker.) brání rozkmitání obvodu IO1 (L200CV). Kondenzátor C8, má být keramický a je vhodné ho umístit co nejbližše integrovanému obvodu IO1 (L200CV). Chceme-li regulovat výstupní napětí od nuly, musíme na vývod 3 IO1 (L200CV), který je v základním zapojení spojen přímo se zemí (GND), přivést záporné napětí přibližně -2,75 V. Záporné napětí vytvoříme pomocným usměrňovačem s diodami D5, D6 (1N4007) a kondenzátory C3, C4 (220μF/50V). Kondenzátor C3 se v jedné půlperiodě nabije přes diodu D5 a ve druhé půlperiodě se z něj nabije kondenzátor C4 přes diodu D6. Záporné napětí tak získáme velmi snadno (nepotřebujeme více vinutí na síťovém transformátoru), ale můžeme odebírat jen malý proud (řádově desítky mA). Velikost tohoto proudu je závislá na kapacitě kondenzátor C3 a C4 (220μF/50V). Záporné napětí stabilizujeme diodami D7 (1N4007) a Q1 (L53GD – zelená LED 5mm) na velikost asi -2,4V, což přibližně odpovídá referenčnímu napětí obvodu **L200CV** (úbytek napětí na diodách D7 a Q1 je 0,6V + 1,8V). Kondenzátor C4 se nabíjí na maximální (vrcholové) sekundární napětí, které je poněkud zmenšeno úbytkem napětí na diodách D5 a D6. Při efektivním napětí 24 V na sekundárním vinutí transformátoru je vrcholové sekundární napětí  $U_v = 24 \times 1,414 = 34 \text{ V}$  a na kondenzátoru C4 je tak asi 32,6 V. Aby se popsaným obvodem vytvořilo ve zdroji záporné napětí, musíme zdroj napájet vždy střídavým napětím z transformátoru. Odpor rezistoru R1 (1,5kΩ/R0207), přes který zavádíme záporné napětí na stabilizační diody D7 (1N4007) a Q1 (L53GD – zelená LED 5mm) volíme tak, aby jím tekla proud přibližně 15 mA. Z vývodu 3 IO1 (L200CV) teče proud přibližně 4 mA. Pokud použijeme transformátor s menším sekundárním napětím než 24 V, musíme zmenšit odpor R1 (1,5kΩ).

LED Q1 (L53GD) je použita k indikaci (zapnutí/vypnutí) provozu přístroje (zdroje). Její zhasnutí za provozu by signalizovalo přetížení záporného zdroje napětí. Odběr proudu ze záporné větve usměrňovače, nesmí být větší než odběr proudu z kladné větve, proto musíme mít bezpodmínečně zapojen rezistor R2 (1kΩ). Jinak by se napětí na filtračním kondenzátoru C5, C6 (4700μF) mohlo zvětšit až nad 40 V a mohl by se poškodit IO1 (L200CV). Rezistor R2 (1kΩ/R0207) současně chrání stabilizátor IO1 (L200CV) před napěťovými špičkami, které vznikají při opakovaném zapnutí a vypnutí zdroje vypínačem při malém výstupním odběru proudu.

Výstupní napětí  $U_2$  zdroje (při nastaveném nulovém odporu potenciometru P2/P3) vypočítáme podle vztahu:  $U_2 = 2,75 \times k \times (P2+P3) / R3$  (vztaženo k nule), kde  $k$ , představuje relativní natočení potenciometru P2. Součinitel  $k$  se pohybuje v intervalu 0 až 1. Maximální velikost výstupního proudu zdroje můžeme nastavit potenciometrem P1 (1kΩ) od asi 10mA až do 1A. K omezení výstupního proudu zdroje je využít obvod pro omezení výstupního proudu (proudová pojistka) samotného integrovaného stabilizátoru **L200CV**. Proudová pojistka stabilizátoru **L200CV** začíná pracovat, dosáhne-li napětí na bočnicku **R** (D8, R7), zapojeném mezi vývody 5 IO1 (OUTPUT) a 2 IO1 (LIMITING), velikosti 0,45 V. Výstupní proud  $I_{OUT}$  z výstupu 5 IO1 je možné určit ze vztahu:  $I_{OUT} = 0,45 / R$ , kde R je odpor bočnicku R.

V základním zapojení je možné regulovat maximální velikost výstupního proudu změnou odporu bočnicku R. Zapojit na místo bočnicku přímo potenciometr, však není možné, protože běžné typy potenciometrů nejsou stavěny pro větší výkonové zatížení než 0,25W. Nahradíme-li bočník R zkratem, začne proudová pojistka pracovat při výstupním proudu 2A a zkratový proud je 3,6A.

V tomto zdroji potřebujeme plynule nastavovat maximální výstupní proud od 10mA až do 1000mA. Proto je použita jako bočník místo samotného rezistoru R sériová kombinace rezistoru R7 (1Ω/R0617) a diody D8 (1N5408). Na diodě D8 (1N5708) i při malém výstupním proudu vznikne dostatečně velký úbytek napětí pro to, aby obvod pro omezování výstupního proudu mohl fungovat. Část úbytku napětí z R7 a D8 je přiváděna přes potenciometr P1 (1kΩ) na báze tranzistor T1, T2 (BC547B). Je-li mezi bází a emitorem tranzistoru T1 (BC547B) napětí 0,65V, otevře se tranzistor T1, napětí na vývodu 2 IO1 (L200CV) se zmenší a tím se zmenší výstupní napětí zdroje. Zmenšením výstupního napětí se omezuje výstupní proud. Současně s T1 se otevře i tranzistor T2 (BC547B) a rozsvítí se červená LED Q2 (L53RD). Tím je indikováno omezování výstupního proudu (činnost proudové pojistky). Při omezování proudu je výstupní napětí  $U_2$  menší než je výstupní napětí  $U_2$  nezátíženého zdroje, které jsme nastavili potenciometrem P2, P3. Tranzistory T1 a T2 (BC547B) by měly být stejné a měly by mít větší zesilovací činitel proudu. Rezistor R11 (1,2kΩ) omezuje proud  $I_d$ , který protéká diodou LED Q2 a tranzistorem T2 (BC547B). Doporučuji zvolit proud  $I_d = 20$  mA při výstupním napětí  $U_2 = 5$  V (není kritické). Odpor rezistoru R11 (1,2kΩ) vypočítáme podle vzorce:  $R_{11} = (U - U_2 - U_d)/I_d$ , kde  $U_d$  je asi 2 V a  $I_d$  je 20 mA. Protože proud a jas červené LED Q2 je závislý na výstupním napětí, doporučuji použít LED s velkou svítivostí. Rezistory R8 (1,2kΩ) a R9 (1,2kΩ) od sebe oddělují báze tranzistor T1 a T2 (BC547B). Odpor R8 a R9 nejsou kritické, musí však být stejné. Rovněž odpor R4 (2,7kΩ) můžeme volit v širokých mezích.

Odpor R7 (1Ω/R0617) volíme tak, aby byl na rezistoru R7 při maximálním výstupním proudu úbytek napětí přibližně 1 V. Odpor potenciometru P2 volíme co možná nejmenší, ale takový, aby se nezahřival. Při maximálním výstupním proudu by mělo být na R6 (470Ω) napětí 0,6 V. Proto bude P1/R6 v poměru 1,2/0,6. Úbytek napětí na D8 (1N5408) a R7 (1Ω) se bude podle odebíraného proudu pohybovat v rozmezí od 0,6 do 1,8 V. Rezistor R5 (47Ω) zajišťuje, aby proudová pojistka při krajní poloze potenciometru P1 (1kΩ) pracovala až od proudu většího než 10 mA.

Diody D1 až D4 (1N5408), tvoří můstkový usměrňovač, který přeměňuje střídavé napětí na stejnosměrné. Stejnosměrné napětí z usměrňovače je filtrováno kondenzátorem C5, C6 (4700μF/50V). Plošné spoje pod diodami a pod dalšími součástkami, které se zahřívají, jsou proto širší, aby odváděly teplo. Při větším odběru proudu je lépe použít diody o jmenovitém proudu 3A (1N5408), pro které je na desce místo. Integrovaný obvod IO1 (L200CV) se za provozu zahřívá a je nutné jej přišroubovat k malému chladiči. Ztrátový výkon  $P_z$  vypočítáme podle vzorce:  $P_z = (U - U_2) \times I_2$ . Po dosazení hodnot získáme maximální ztrátový výkon, pro který dimenzujeme chladič IO1 (L200CV). Přibližně platí, že na každý watt ztrátového výkonu potřebujeme plochu 10cm<sup>2</sup> chladiče (platí pro lesklý hliníkový plech nebo profil, černěný má dvojnásobnou účinnost). Protože dlouhodobé využití mezních hodnot (minimální výstupní napětí a současně maximální výstupní proud) je velmi nepravděpodobné, můžeme z konstrukčních důvodů použít chladič s menší plochou.

Obvod IO1 (L200CV) je totiž, tak jako většina podobných integrovaných monolitických obvodů, vybaven tepelnou pojistkou, která v případě přehřátí sama omezí výstupní proud a nedovolí, aby se obvod zničil. Tepelné ztráty můžeme také omezit zmenšením vstupního napětí tím, že přepínáme vinutí transformátoru.

Podle vztahů, které byly uvedeny, je možné stabilizátor navrhnout. Nutné je předem vědět, jaký síťový transformátor je k dispozici. Předpokládejme, že síťový transformátor poskytuje na sekundárním vinutí efektivní napětí  $U_0$ . Nejprve vypočítáme vrcholové napětí  $U_1$  na filtračních elektrolytických kondenzátorech C5, C6:  $U = (U_0 \times 1,414) - 1,4$ . Maximální výstupní napětí  $U_{2M}$  zvolíme o 3 až 5 V menší než je  $U_1$ , vybereme vhodný odpor potenciometru P2 (5 až 10k $\Omega$ ) a vypočítáme odpor R3. Podle výkonu transformátoru zvolíme maximální výstupní proud a odpor R7 (při maximálním výstupním proudu má být na R7 úbytek napětí přibližně 1 V).

Zdroj záporného napětí je případně možné vynechat, pak ovšem nebude možné regulovat výstupní napětí od nulové hodnoty. Náročnější zájemci budou určitě požadovat jemnou regulaci výstupního napětí. V profesionálních zdrojích se k tomu účelu používají víceotáčkové potenciometry (deseti-otáčkové). Nevýhodou je jejich vysoká cena a nemožnost ocejchovat jejich stupnici. Výstupní napětí potom musíme měřit ručkovým nebo digitálním měřicím přístrojem. Levnější je jistě použít dva potenciometry, P2 pro hrubé nastavení napětí (s ocejchovanou stupnicí) a P3 pro jemnou regulaci. Odpor P3 by měl činit asi 5 % odporu P2. Ke zdroji je možné připojit i měřicí přístroj pro měření výstupního napětí a proudu.

## Konstrukce zdroje

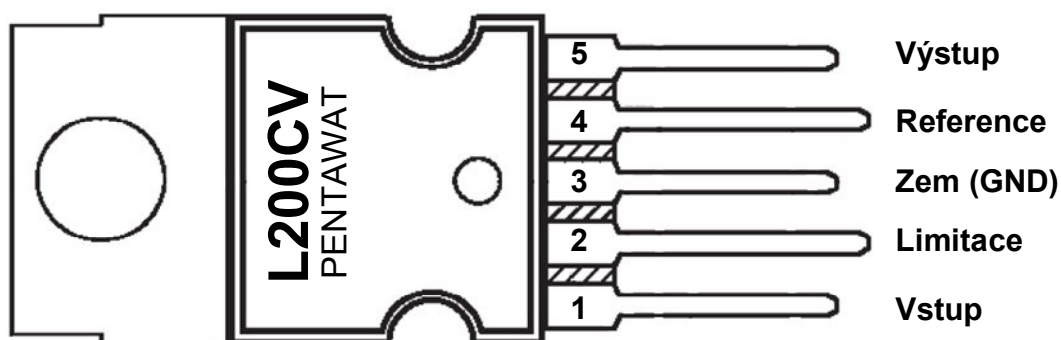
Všechny součástky včetně LED, potenciometrů, transformátoru a chladiče s integrovaným obvodem IO1 jsou umístěny na jediné desce s plošnými spoji. Budou-li použity potenciometry typu TP 160, je nutné pro jejich vývody udělat drážky, tj. vyvrtat po třech dírách vedle sebe a potom díry propilovat. Do desky s plošnými spoji nejprve vyvrtáme všechny díry a osadíme součástky (pozor na polaritu diod a na správné zapojení vývodů tranzistorů). Všechny spoje důkladně přezkontrolujeme, abychom si ušetřili zbytečné problémy při oživování. Zkontrolujeme rovněž mechanickou konstrukci (zda je přístroj možné bez problémů vložit do krabičky a zda jsou všechny otvory správně vyvrtány).

Při osazování desky součástkami doporučuji průběžné oživování. Nejprve zkontrolujeme napětí na C5, C6 (4700 $\mu$ F/50V) a ověříme, že svítí LED Q1 (L53GD), a teprve potom připojíme integrovaný obvod IO1 (L200CV). K desce připájíme dostatečně dlouhé přívodní kablíky, připojíme napájecí napětí a voltmetr. Vyzkoušíme funkci zdroje, umístíme jej do krabičky a ocejchujeme nejprve stupnici potenciometru P2 (P3 bude nastaven na minimum). Potom nastavíme konstantní výstupní napětí (např. 12 V), připojíme ampérmetr a zatěžovací reostat (případně zatěžovací rezistory o různých odporech) a ocejchujeme (podle rozsvícení LED Q2) stupnici potenciometru P1. Potenciometrem P1 můžeme potom orientačně měnit výstupní proud. Ověříme si, že při přetížení se LED Q2 rozsvítí současně s poklesem napájecího napětí. Pokud tomu tak není (když např. LED Q2 svítí i při nulovém odběru), připojíme mezi bázi a emitor T2 (BC547B) rezistor R10 (10k $\Omega$ ).

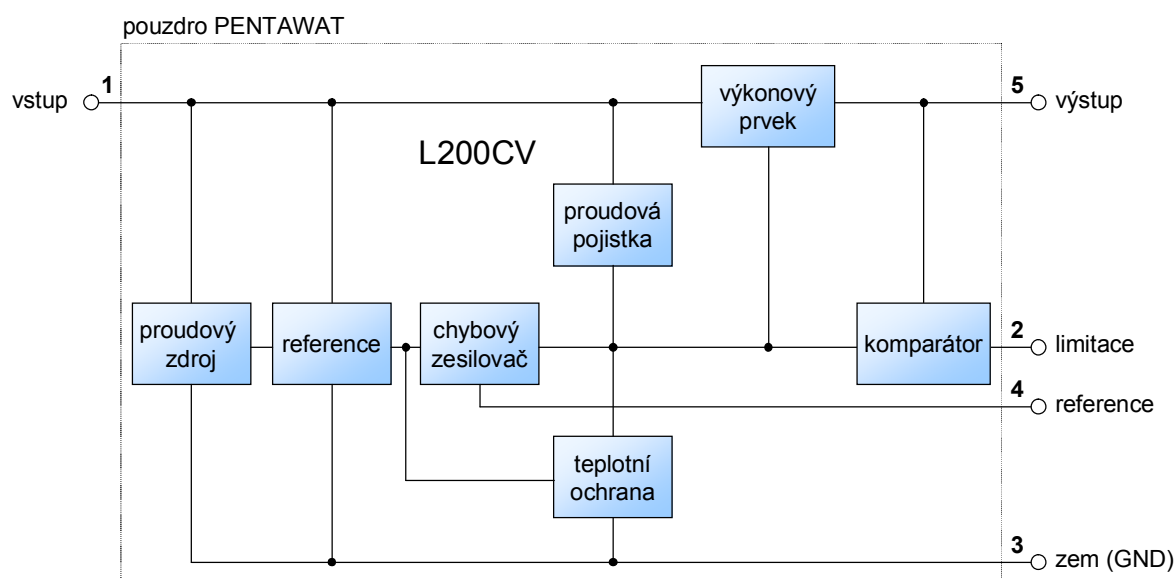
Zdroj doporučuji umístit do univerzální skříňky. Její rozměry budou záviset na velikosti transformátoru, velikosti chladiče a počtu ovládacích a indikačních prvků (zda použijeme navíc potenciometr pro jemné nastavení napětí, přepínač rozsahů transformátoru, měřicí přístroj).

Navrhujeme-li celkové uspořádání přístroje, měli bychom zajistit snadnou montáž, přístupnost součástek z obou stran, minimální množství dlouhých drátových spojů, zejména těch, které patří k síťové části. Celá elektronika tvoří jeden snadno přístupný celek, od kterého vede minimum propojovacích vodičů.

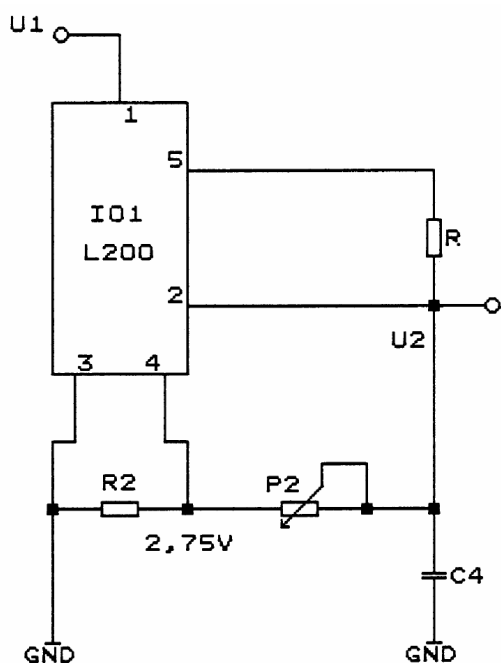
### Zapojení vývodů obvodu L200CV v pouzdru PENTAWAT



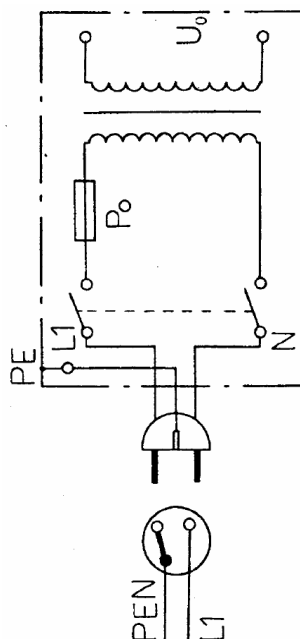
### Blokové zapojení obvodu L200CV



## Základní zapojení obvodu L200



## Zapojení síťové části



## Základní parametry obvodu L200CV

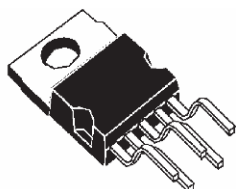
Symbol	Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
$V_i$	vstupní napětí			40	60	V
$R_{th\ j-case}$	teplotní odpor pouzdra	Pentawatt			3	$^{\circ}C/W$
$I_d$	klidový proud	pin3		4,2	9,2	mA
$V_o$	výstupní napětí	$I_o=10mA$	2,85		36	V
$\Delta V_{i-o}$	požadovaný rozdíl napětí mezi piny 1 a 5	$I_o=1,5A$		2	2,5	V
$V_{ref}$	referenční napětí	$V_i=20V/I_o=10mA$	2,64	2,77	2,86	V
$\Delta V_{ref}$	teplotní závislost	$T_j= -25$ až $125^{\circ}C$ $T_j= 125$ až $150^{\circ}C$		-0,25 -1,5		$mV/^{\circ}C$ $mV/^{\circ}C$
$I_4$	proud na pinu4			3	10	$\mu A$
$Z_o$	výstupní impedance	$V_i=10V\ I_o=0,5A$		1,5		$m\Omega$
$V_{sc}$	napěťový úbytek při limitujícím proudu		0,38	0,45	0,52	V
$I_{sc}$	zkratový proud	$V_i-V_o=14V$			3,6	A

## Základní parametry

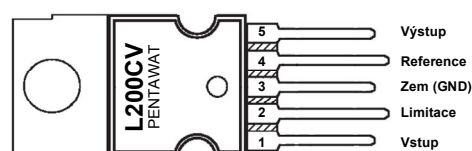
- nastavitelný výstupní proud (max. 2A)
- nastavitelné výstupní napětí v rozsahu 2,85 až ( $U_{in} - 2V$ )
- ochrana proti překročení vstupního napětí (60V, 10ms)
- ochrana proti zkratu na výstupu (Short circuit);  $I_{MAX}=3,6A$
- ochrana proti tepelnému přetížení (Thermal protection); 150°C

**L200CV** je monolitický integrovaný obvod (stabilizátor) s možností nastavení výstupního napětí (2,85V – 36V) a proudu (10mA – 2000mA). Obvod je trvale zkratu-vzdorný, maximální zkratový proud dosahuje hodnoty 3,6A. Obvod je uložen v pouzdře PENTAWAT s pěti vývody. Obvod obsahuje doplňkové funkce, mezi které patří např. proudová limitace, výkonová limitace, teplotní ochrana proti přetížení s funkcí „ShutDown“ a vstupní ochrana proti zvýšení napětí nad povolenou maximální mez (vyšší jak 60V).

## Pouzdro obvodu L200



## Zapojení vývodů L200



## Vzorce pro výpočet parametrů zdroje s obvodem L200

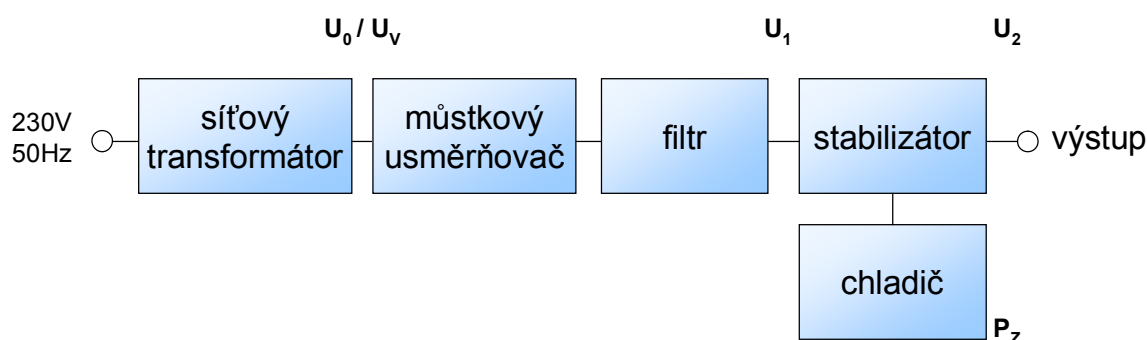
$$U_1 = (U_0 \times 1,414) - 1,4 \text{ (V)} \quad (\text{napětí na filtru / vstupu zdroje})$$

$$U_2 = 2,75 \times (1 + k \times (P_2 + P_3) / R_3) \text{ (V)} \quad (\text{napětí na výstupu zdroje})$$

$$U_v = U_0 \times 1,414 \text{ (V)} \quad (\text{vrcholové napětí na transformátoru})$$

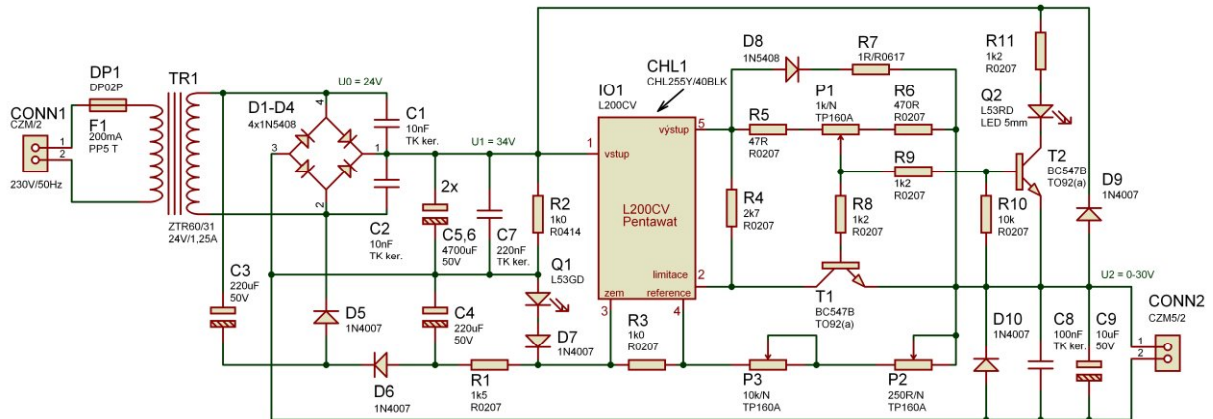
$$P_z = (U_1 - U_2) \times I_2 \text{ (W)} \quad (\text{ztrátový tepelný výkon obvodu IO1})$$

## Napětí na jednotlivých blocích zdroje

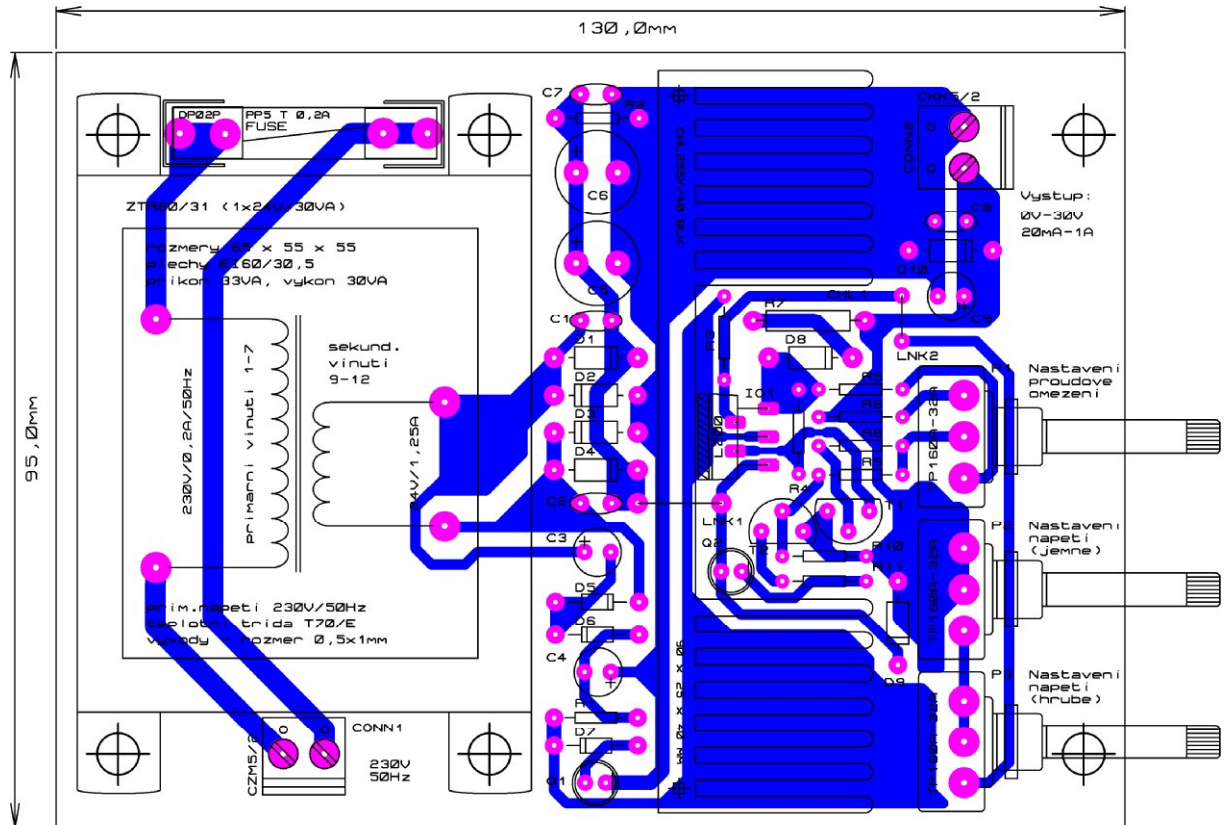




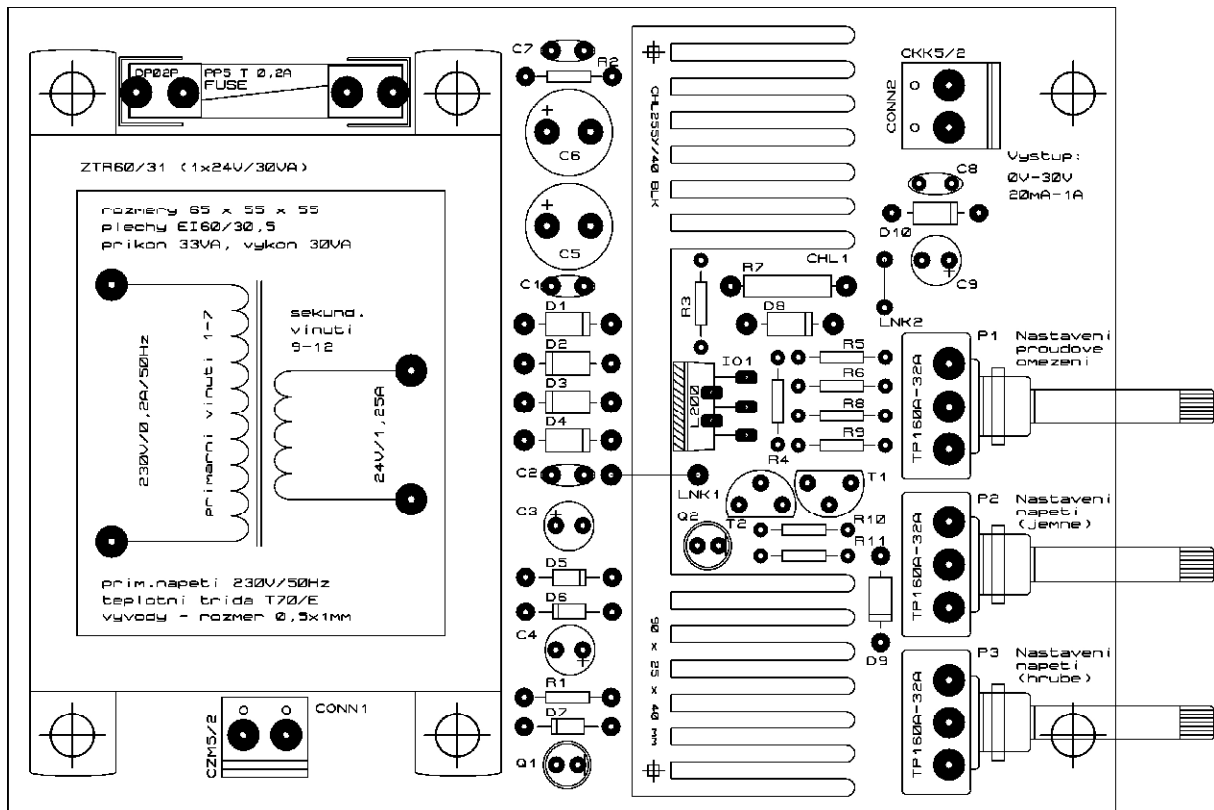
## Schéma zdroje s obvodem L200CV



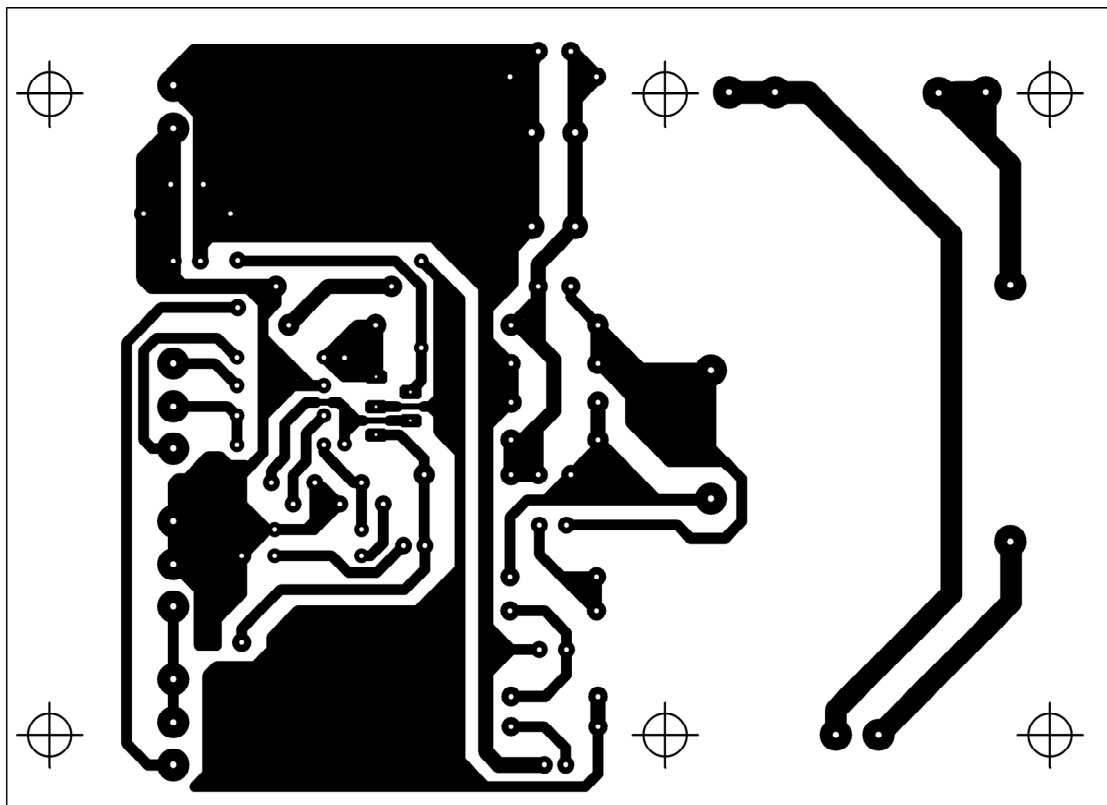
## Návrh DPS (top+bottom) zdroje s obvodem L200CV



## Návrh DPS (top) zdroje s obvodem L200CV



## Návrh DPS (bottom) zdroje s obvodem L200CV



## Seznam součástek zdroje s obvodem L200CV

R1	1k5Ω/R0207
R2,R3	1kΩ/R0207
R4	2k7Ω/R0207
R5	47Ω/R0207
R6	470Ω/R0207
R7	1Ω/R0617
R8,R9,R11	1k2Ω/R0207
R10	10kΩ/R0207
P1	1kΩ/TP160A-32A
P2	250Ω/TP160A-32A
P3	10kΩ/TP160A-32A
C1,C2	10nF/TK ker.
C3,C4	220μF/50V
C5,C6	4700μF/50V
C7	220nF/TK ker.
C8	100nF/TK ker.
C9	10μF/50V
D1,D2,D3,D4,D8	1N5408
D5,D6,D7,D9,D10	1N4007
T1,T2	BC547B
IO1	L200CV (Pentawat)
Q1	L53GD
Q2	L53RD
CHL1	CHL255Y/40BLK
TR1	ZTR60/31 (24V/1,25A)
F1	PP5 T 200mA
DP1	DP02P
CONN1,CONN2	CZM5/2 (ARK500/2SV)
LNK1,LNK2	drátová propojka
DPS	130x95mm jednostranná

Výběr součástek vychází z katalogu firmy EZK 2006/2007 ([www.ezk.cz](http://www.ezk.cz)).

