



Regulovateľný napájací zdroj 0-30V, 0-2A

Úloha

1. Podľa predloženej schémy zapojenia navrhnete plošný spoj.
2. Navrhnutý plošný spoj prekreslite alebo preneste na dosku plošného spoja.
3. Plošný spoj vyleptajte v chloride železitom.
4. Osadíte súčiastky a zariadenie oživíte.

Úvod

Zapojenie predstavuje jednoduchý lineárny regulovateľný napájací zdroj 0-30 V, 0-2 A s obmedzením prúdu, ktorý nájde uplatnenie v laboratóriu alebo dielni každého mladého elektronika. Na súťaži budete realizovať kompletnú elektroniku zdroja, ku ktorej stačí pripojiť už len sieťový transformátor.

Na USB kľúči máte pripravené dva súbory so schémou pre návrhový systém Eagle. Konštrukcia obsahuje 1 integrovaný obvod a 8 rezistorov v SMD prevedení (súbor zenit_zdroj_SMD.sch). V prípade, že chcete pracovať len s klasickými vývodovými súčiastkami, je to možné, bude Vás to ale „stáť“ 5 bodov v hodnotení návrh plošného spoja (súbor zenit_zdroj_vyvodove.sch).

K dispozícii máte materiál o veľkosti 100x160 mm.

Popis zapojenia

Kompletná schéma zapojenia je priložená na konci dokumentu.

Striedavé napätie zo sieťového transformátora je usmernené mostíkom B1 a vyhladené kondenzátormi C1, C2. Pre správnu funkciu zdroja je potrebný minimálny úbytok napätia na regulačnom tranzistore T1 zhruba 2-3 V. Pre dosiahnutie výstupného napätia 30 V teda potrebujeme vstupné neregulované napätie na vyhladzovacích kondenzátoroch cca. 32-33 V.

Obvod zdroja možno rozdeliť na dva nezávislé celky. Reguláciu napätia má na starosti integrovaný obvod IC3. LM317 je monolitický integrovaný trojvývodový stabilizátor kladného napätia. Výstupné napätie sa nastavuje odporovým deličom medzi výstupným pinom, riadiacim pinom a zemou. V našom zapojení túto funkciu plnia pevný rezistor R6 a potenciometre POT1+POT3. Hodnota potenciometra POT1 je približne 10% hodnoty POT3 pre jemnejšiu reguláciu výstupného napätia v prípade, že nepoužijeme kvalitné viacotáčkové potenciometre.

Štandardné katalógové zapojenie LM317 umožňuje riadiť výstupné napätie od minimálnej hodnoty 1.2 V. Vzhľadom na to, že v zapojení už máme negatívne napájacie napätie, môžeme malým trikom dosiahnuť výstupné napätie zdroja aj nižšie ako katalógových 1.2 V. Začiatok dráhy potenciometra POT1 neuzemníme, ale pripojíme na potenciál -1.2 V a obvod LM317 bude regulovať on 0 V. Diódy D3 a D4 slúžia ako veľmi primitívny stabilizátor pomocného napätia -1.2 V. V prípade, že reguláciu od 0 V nevyžadujeme, diódy D3 a D4 sa nahradia skratom a rezistor R3 sa neosadí.

Výstupné napätie stabilizátora je dané pomerom hodnôt R6 a POT1+POT3. V prípade poruchy (prerušenia) potenciometra môže výstupné napätie zdroja dosiahnuť až maximálnu konštrukčnú hodnotu 30 V. Preto je v zapojení použitý kondenzátor C15, ktorý filtruje napätie v uzle potenciometrov POT1+POT3 s časovou konštantou v ráde desiatok milisekúnd. Zdroj preto dokáže bezpečne fungovať aj v prípade keď potenciometer začne „chrstiť“. Na reguláciu napätia preto doporučujeme použiť kvalitné, najlepšie viacotáčkové potenciometre.

Reguláciu výstupného prúdu zabezpečuje druhý blok zdroja – obvody okolo operačného zosilňovača IC4 NE5534. Obvod porovnáva napätie z bočníka tvoreného rezistormi R11 až R15 (t.j. 0.2 Ω) s napätím získaným deličom POT2+R4. V prípade, že výstupný prúd stúpne nad hodnotu nastavenú potenciometrom POT2 zdroj prejde z režimu konštantného napätia do režimu konštantného prúdu, čo je indikované rozsvietením LED diódy D2.

Tranzistor T1 slúži na prúdové posilnenie výstupu obvodu LM317. Keďže ide o lineárny napájací zdroj, všetok výkon primárneho zdroja, ktorý neodoberie záťaž sa „spáli“ na regulačnom prvku. Tranzistor T1 je preto dimenzovaný na výkonovú stratu v ráde desiatok Wattov a vyžaduje účinné chladenie. Príklad – pri vstupnom napätí 33 V na C1+C2, výstupnom napätí 5V a prúde 2 A bude na T1 výkonová strata približne 60 W.

Pre komfort obsluhy musí mať každý laboratórny napájací zdroj meranie výstupného napätia a prúdu. V prípade tejto konštrukcie je meranie zabezpečené externým modulom s malým mikroprocesorom a dvojriadkovým LCD displejom, ktorý dostanete už hotový (obrázok 1). Ku hlavnej doske sa pripája štyrmi vodičmi cez konektor CON1. Vzorka výstupného napätia sa odoberá odporovým deličom R20+R21+R22. Trimrom R21 sa nastaví výstupné napätie deliča tak, aby na pine 1 (Vout) CON1 bolo napätie 1.024 V pre 30 V na výstupe zdroja.

Výstupný prúd zdroja sa meria pomocou bočníka R11-R15. Pri prúde 2 A sa na ňom vytvorí úbytok napätia 0.4 V, tento ale „pláva“ na potenciáli výstupu zdroja. Aby bolo možné úbytok napätia z bočníka merať uzemneným mikroprocesorom je nutné použiť diferenciálny zosilňovač IC5, ktorý prevedie plávajúci signál z bočníka na zemný potenciál a zosilní ho na hodnotu cca. 1.2 V / 2 A. Trimrom R18 sa nastaví výstupné napätie na pine 2 (Iout) CON1 na 1.024 V pre 2 A výstupného prúdu. Napäťový offset IC5 sa nuluje nastavením trimra R9.

Pre dosiahnutie najlepšej presnosti merania je nutné aby rezistory R10 a R16 mali rovnakú hodnotu, takisto R8 a R17. Pre meranie prúdov v ráde jednotiek-desiatok mA je nevyhnutné použitie minimálne 1% rezistorov. Ešte lepšia presnosť sa dá dosiahnuť zmeraním a párovaním rezistorov. V SMD verzii konštrukcie sú pre tento účel pripravené sériové rezistory R8*, R10*, R16*, R17*. Presnejším multimetrom zmerajte rozdiel medzi hodnotou R8 a R10. Do série s menším rezistorom osadíte rezistor so zodpovedajúcou hodnotou. Druhý osadíte rezistorom 0R. Postup opakujte pre R16 a R17.

Napájací zdroj potrebuje pre svoju činnosť pomocné napájacie napätie -5V (pre IC4 a IC5), ktoré sa vyrába usmerňovačom B2 so stabilizátorom IC1. Externý modul merania s mikroprocesorom a LCD displejom vyžaduje napájacie napätie +5V, vyrába ho usmerňovač B3 a stabilizátor IC2.

Zoznam súčiastok

B1	GBU4B	POT1	potenciometer 470R
B2	B40R-DIO	POT2	potenciometer 100K
B3	B40R-DIO	POT3	potenciometer 5K
C1	4700u/50V	R1	33R
C2	4700u/50V	R2	680R
C3	100nF	R3	560R
C4	470u/25V	R4	330k
C5	470u/25V	R5	240R
C6	100nF	R6	220R
C7	100nF	R7	22k
C8	100nF	R8	100k 1%, odmerať!
C9	100nF	R9	100k

C10	100nF	R10	33k 1%, odmerať!
C11	100p	R11	1R 1%
C12	100nF	R12	1R 1%
C13	100nF	R13	1R 1%
C14	100p	R14	1R 1%
C15	10u/50V	R15	1R 1%
C16	100nF	R16	33k 1%, odmerať!
C17	10u/50V	R17	100k 1%, odmerať!
CON1	pin. lišta 4x1	R18	500
D1	1N4148	R19	2.4k
D2	LED červená	R20	75k
D3	1N4148	R21	500
D4	1N4148	R22	2.4k
D5	1N400x	R23	drôtová prepojka
IC1	7905	T1	TIP34C
IC2	7805	R8*, R10*	0R, slúži na kalibráciu
IC3	LM317T	R16*, R17*	0R, slúži na kalibráciu
IC4	NE5534N		
IC5	NE5534N (DIL), NE5534D (SO8)		

Poznámky k návrhu plošného spoja

Plošný spoj, ktorý navrhujete pre napájací zdroj je v niektorých aspektoch špeciálny a hlavne menej skúsení konštruktéri by si mali dať pozor na určité pravidlá.

- Niektoré spoje prenášajú vyšší prúd (2 A), preto musia byť vodiče patrične dimenzované. Doporučujeme použiť šírku vodiča minimálne 1 mm, aby sme sa na doske vyhli problémom s „horiacimi poistkovými drôťmi“. Toto platí aj pre zemné vodiče (označené 0V, GND). Kritické vodiče sú v schéme označené hrubou čiarou.
- Pre správnu funkciu zdroja je nevyhnutné aby boli blokovacie kondenzátory správne umiestnené. T.j. blízko integrovaných obvodov, alebo na výstupe zdroja.
- Stavíme analógový obvod, kvalitné zemnenie je dôležité. Rozvrhnite si dosku tak, aby ste zem mohli natiahnuť aspoň 1 mm vodičom.
- Snažte sa navrhnuť dosku rozumne malú. Ak budú niektoré kritické súčiastky „rozťahané“ po celej doske stabilizátor môže kmitať.
- Výkonový tranzistor musí byť umiestnený na veľkom chladiči. Na dosku ho preto umiestnite buď na okraj, aby sa dal priamo primontovať, alebo ho ku doske pripojíte dostatočne dimenzovanými izolovanými vodičmi.
- Potenciometre slúžia na obsluhu napájacieho zdroja. Rozmiestnite ich na doske tak, aby boli prístupné z kraja dosky (v prípade montáže dosky priamo na panel), alebo ich pripojte ku plošnému spoju izolovanými vodičmi.
- ***V prípade časovej tiesne nemusíte navrhovať spoj pre pomocné stabilizátory IC1 a IC2 (celý obvod v schéme ohraničený prerušovanou čiarou). Výrobok bude možné oživiť aj bez týchto súčiastok. Súťažiacemu sa ale ako kompenzácia strhne 10 bodov v kategórii funkčnosť.***

Oživenie a odovzdanie konštrukcie

Zdroj, ktorý ste zrealizovali je nutné postupne a opatrne oživiť, aby ste sa vyhli problémom so zničenými súčiastkami.

Súťažiaci majú k dispozícii oživovacie pracovisko, kde môžu svoj výrobok pred odovzdaním otestovať. Problémy, ktoré súťažiaci zistia a opravajú pred oficiálnym odovzdaním výrobku sa do hodnotenia nezapočítavajú. Problémy, ktoré sa zistia pri oficiálnom odovzdaní hodnotiacej komisii sa do finálneho hodnotenia započítavajú.

Poznámky ku konštrukcii

Zdroj je veľmi jednoduchý, ale zároveň značne robustný. Jeho parametre sa dajú ľahko upraviť smerom nadol aj nahor.

V prípade nižšieho výstupného napätia ja jednoducho použije sieťový zdroj s nižším napätím, tak aby bola zachovaná podmienka vstupné napätie za usmerňovačom musí byť aspoň o 2-3 V vyššie ako maximálne výstupné napätie.

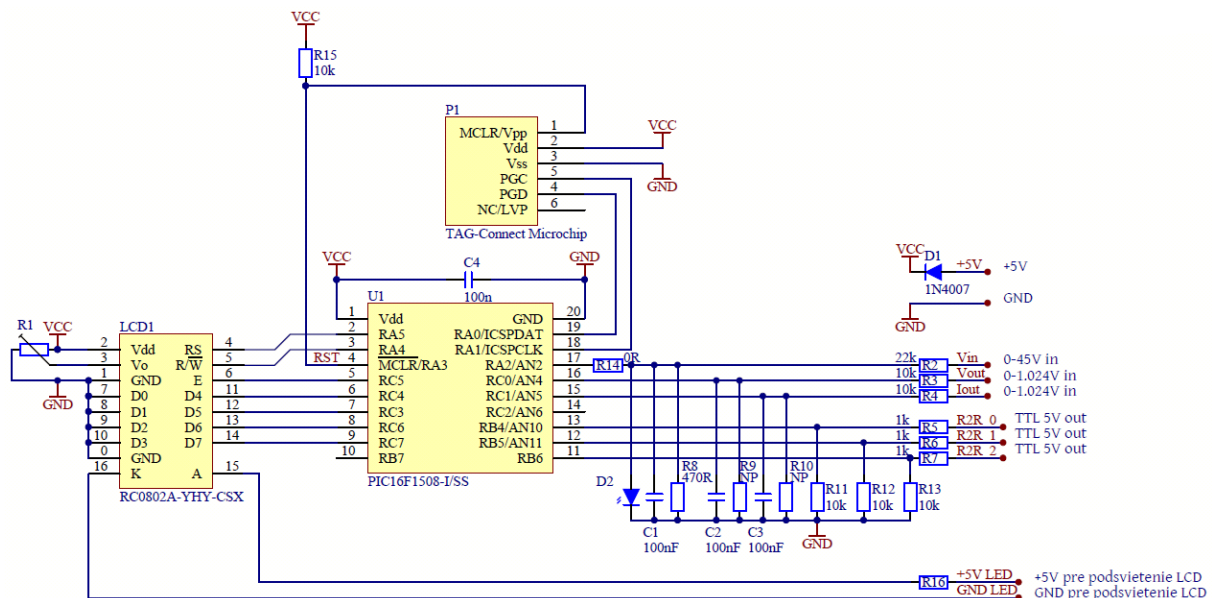
V prípade nižšieho výstupného prúdu treba upraviť odporový delič R4-POT2 tak aby plný rozsah potenciometra obmedzenia prúdu zodpovedal plnému rozsahu výstupného prúdu. Tranzistor T1 môže mať nižší maximálny stratový výkon.

V prípade vyššieho výstupného prúdu je potrebné znížiť hodnotu bočníka R11-R15 z dôvodu výkonovej straty na rezistoroch. Takisto je potrebné upraviť odporový delič R4-POT2 a zabezpečiť lepšie chladenie tranzistora T1.

Pre všetky prípady je potrebné zabezpečiť, aby sa neprekročilo maximálne prípustné napájacie napätie integrovaných obvodov IC4 a IC5, ktoré je podľa katalógového listu 40 V. V prípade vstupného napätia horšej kvality je možné rozpojiť rezistor R23 a operačný zosilňovač napájať cez malý stabilizátor, alebo obmedzovač napätia so zenerovou diódou.

Pomocné striedavé napätia 5 V / 50 mA je možné získať napríklad z malého transformátora. V prípade, že sa ako hlavný sieťový transformátor použije toroid je možné veľmi jednoducho príviniť pár závitov na už hotový transformátor a pomocné napätia dostaneme „zadarmo“.

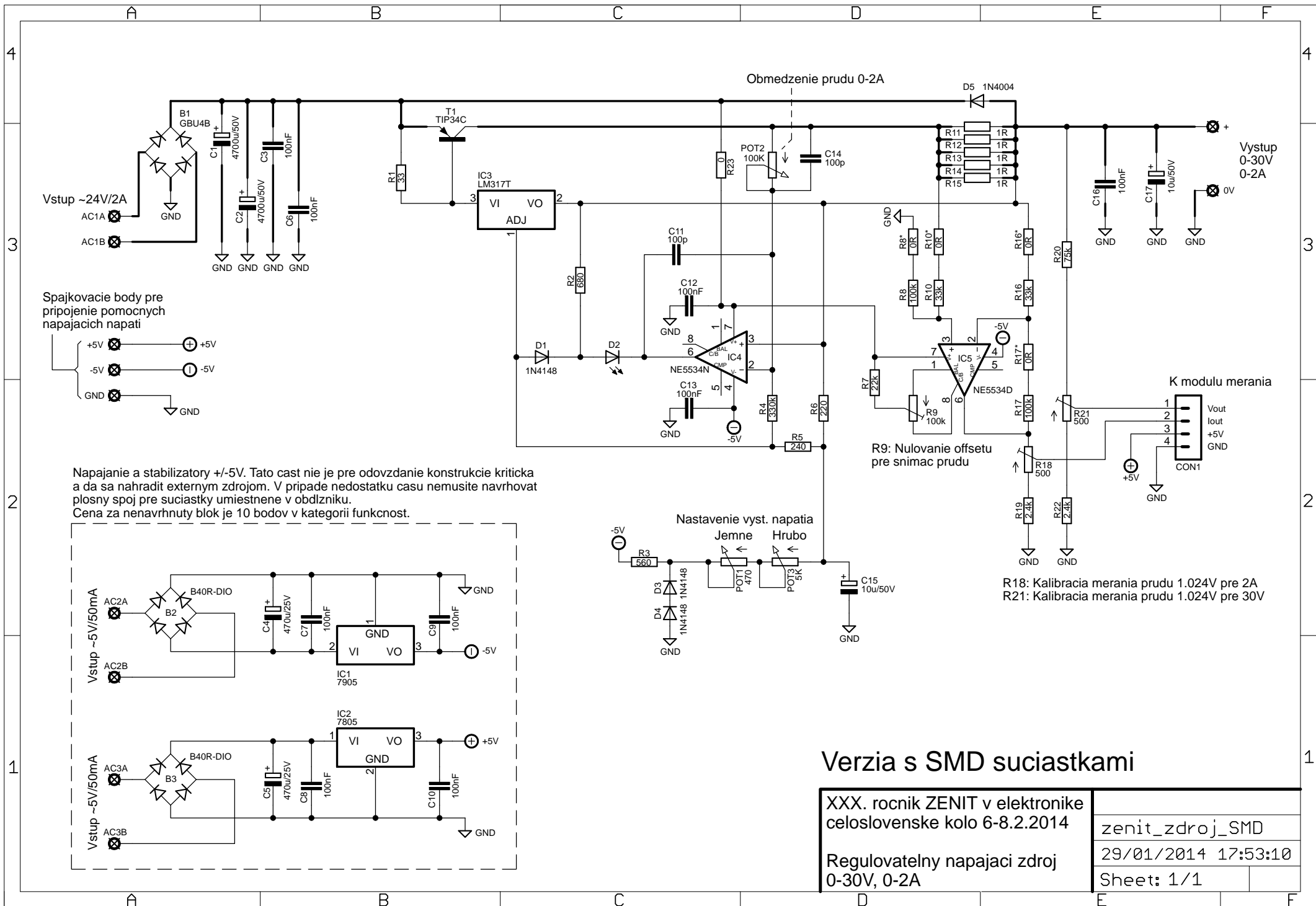
program, modul môže rozšíriť funkcie zdroja, napríklad o predreguláciu vstupného napätia.



Obrázok 1: Schéma zapojenia externého meracieho modulu s displejom

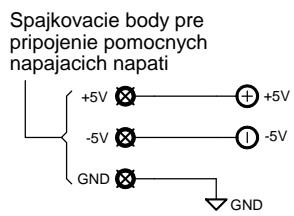
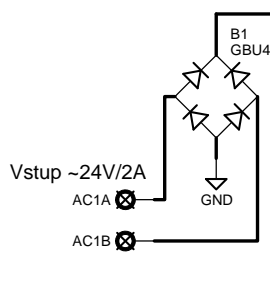
Autor: Ing. Daniel Valúch, PhD.

daniel.valuch@cern.ch

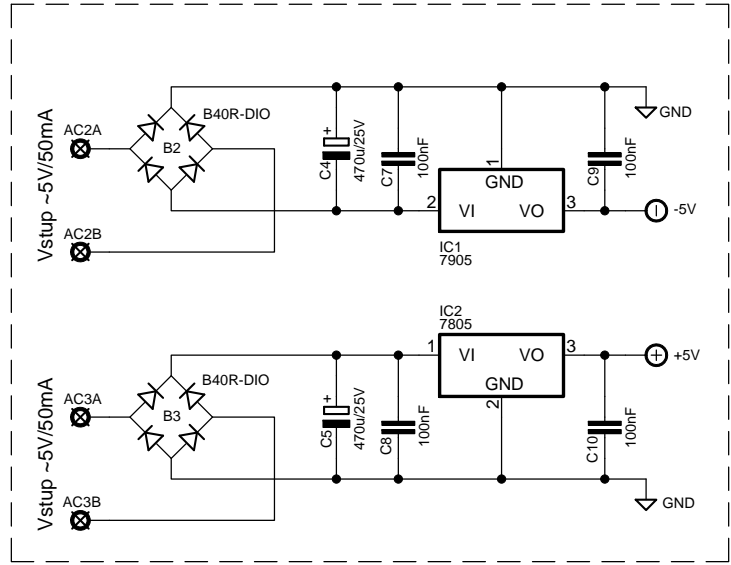


Verzia s SMD súčiastkami

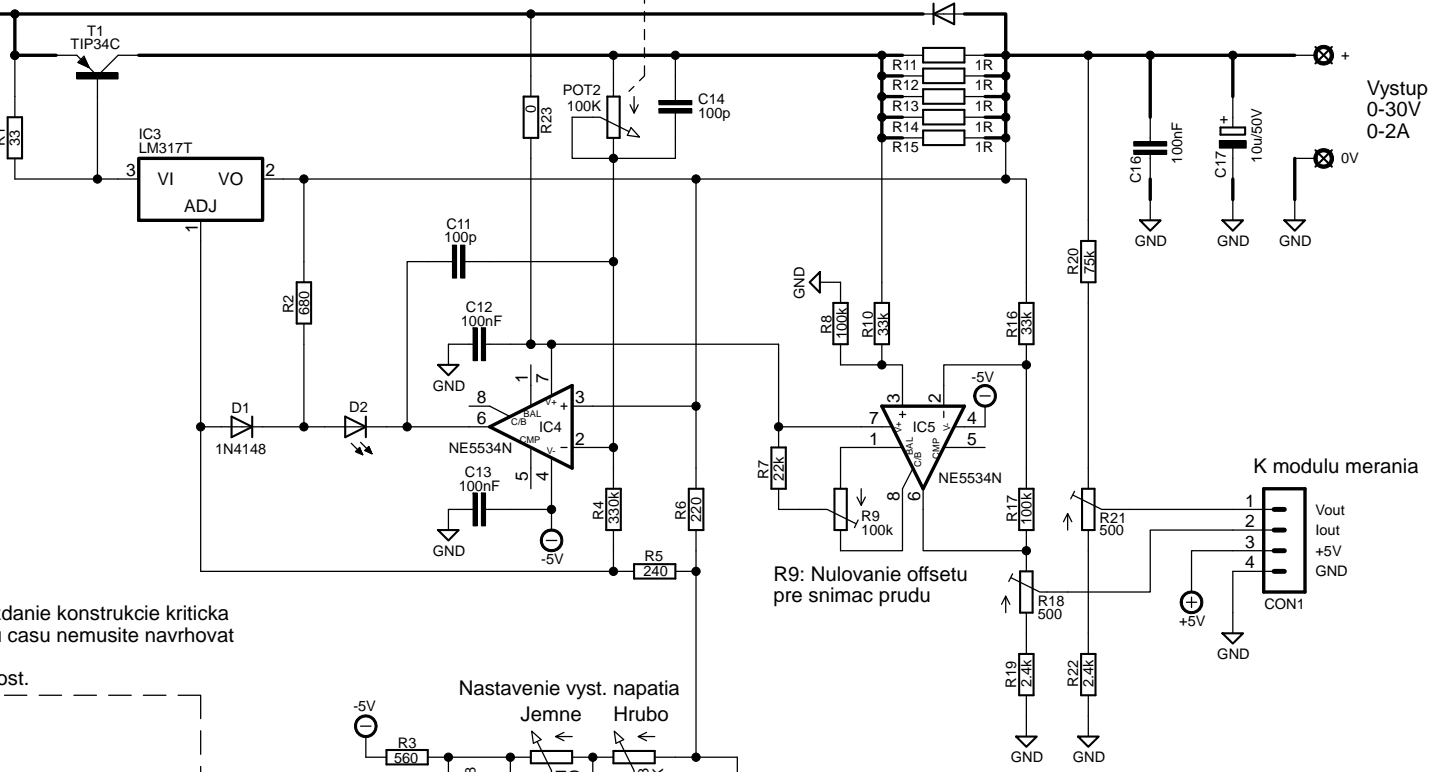
XXX. ročník ZENIT v elektronike celoslovenské kolo 6-8.2.2014 Regulovateľný napájací zdroj 0-30V, 0-2A	zenit_zdroj_SMD
	29/01/2014 17:53:10
	Sheet: 1/1



Napajanie a stabilizatory +/-5V. Tato cast nie je pre odovzdanie konstrukcie kriticka a da sa nahradit externym zdrojom. V pripade nedostatku casu nemusite navrhovat plosny spoj pre suciastky umiestnene v obdlniku. Cena za nenavrhnuty blok je 10 bodov v kategorii funkcnost.



Obmedzenie prudu 0-2A



Vystup 0-30V 0-2A

K modulu merania

R18: Kalibracia merania prudu 1.024V pre 2A
R21: Kalibracia merania prudu 1.024V pre 30V

Verzia so STANDARDNYMI suciastkami

XXX. rocnik ZENIT v elektronike celoslovenske kolo 6-8.2.2014 Regulovatelny napajaci zdroj 0-30V, 0-2A	zenit_zdroj_vyvodove
	29/01/2014 17:51:44
	Sheet: 1/1