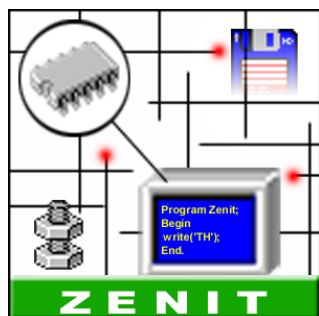


KÓD SÚŤAŽIACEHO : _____

DÁTUM : _____



AKTÍVNA ZÁŤAŽ
10A / 50V / 50W

Úloha:

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

Poznámka: Pre uľahčenie zadania môžete použiť návrh plošného spoja pre dosku s displejom, ktorý je na konci tohto dokumentu.

Úvodom

Aktívna záťaž predstavuje užitočnú pomôcku pri oživovaní a oprave zdrojov, nabíjačiek, alebo pri vybíjaní akumulátorov. Umožňuje nastavenie konštantného prúdového odberu až do 10A, a tiež impulzného odberu s voľbou niekoľkých frekvencií. Maximálne napätie zaťažovaného zariadenia je 50V a celkový trvalý príkon je pri použití vhodného chladiča (napríklad CPU chladič pre Pentium 4 s ventilátorom) až 50W.

Popis zapojenia

Testované zariadenie sa pripája medzi svorky LOAD+ a LOAD-. Výkonovým prvkom zapojenia je MOSFET tranzistor T1 pracujúci v lineárnom režime. Prúd prechádzajúci tranzistorom T1 vytvára na rezistoroch R1 a R2 úbytok napätia, ktorý je priamoúmerný prechádzajúcemu prúdu. Tento úbytok napätia sa zosilňuje približne 6,47-krát pomocou neinvertujúceho zosilňovača IC1B. Pri tomto zosilnení je na jeho výstupe (pin 7) napätie 4,85V pri prúde 10A. Toto napätie, predstavujúce aktuálnu hodnotu pretekajúceho prúdu, sa privádza na invertujúci vstup zosilňovača IC1A. Na jeho neinvertujúci vstup sa privádza nastavená hodnota prúdu vo forme riadiaceho napätia určeného potenciometrami P1 a P2. Zosilňovač IC1A následne riadi veľkosť otvorenia tranzistora T1 tak, aby sa hodnota pretekajúceho prúdu rovnala nastavenej hodnote. Záťaž teda odoberá z pripojeného zdroja konštantný prúd.

Keďže skoro celý odoberaný príkon sa na tranzistore T1 premieňa na teplo, je potrebné sledovať teplotu jeho chladiča, a v prípade prehriatia záťaž odpojiť. Pre snímanie teploty je použitý senzor PT1, ktorého odpor sa mení v závislosti od teploty. Hodnota odporu sa prevádza jednoduchým odporovým deličom (R17 a RT1) na napätie, z ktorého sa procesorom určí teplota. Odpojenie záťaže je riešené úplným uzavretím tranzistora T1 uvedením výstupu IC1A do oblasti zápornej saturácie. To je dosiahnuté privedením plného napájacieho napätia na invertujúci vstup IC1A cez R15 a D1. Záťaž sa „zapne“ pripojením +5V na riadiaci pin EN, čo spôsobí zopnutie

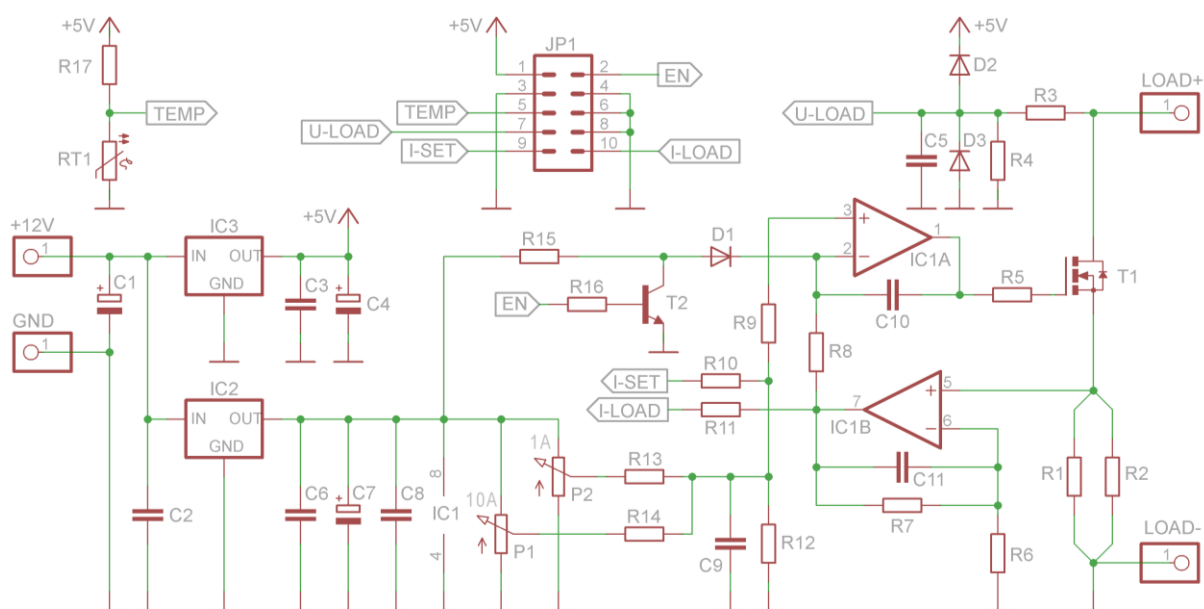
tranzistora T2 a odpojenie plného napájacieho napätia od invertujúceho vstupu IC1A. Tento riadiaci pin je využitý aj pre spínanie v režime spínanej záťaže.

Okrem teploty (pin TEMP) sa procesorom meria aj hodnota pretekajúceho prúdu (pin I-LOAD), hodnota nastaveného prúdu (pin I-SET), a cez delič R3-R4 hodnota napätia na pripojenom zdroji (pin U-LOAD). Tieto napätia spolu s riadiacim signálom EN a napájaním +5V sú prepojené s digitálnou časťou (doska displeja) cez konektor JP1 plochým 10 žilovým káblom.

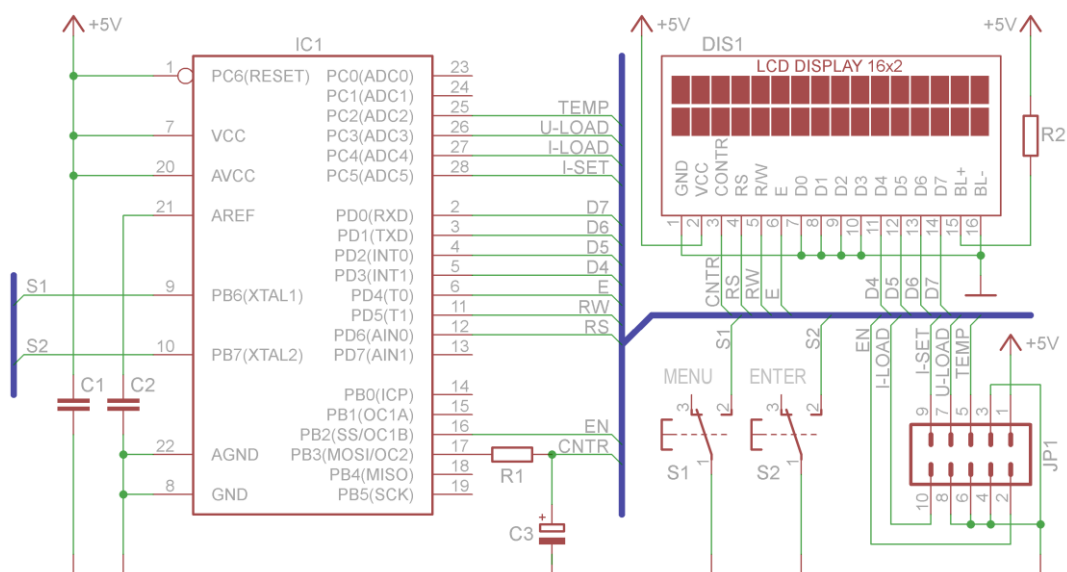
Doska displeja pozostáva z 8 bitového mikrokontroléra ATmega8A, ktorý vykonáva merania požadovaných hodnôt, ich zobrazenie pomocou alfanumerického displeja, spracovanie voľby používateľa pomocou dvoch tlačidiel, a riadenie pripájania / odpájania záťaže. Kontrast displeja sa nastavuje pomocou PWM výstupu a integrátora R1-C3.

Schéma zapojenia

Hlavná doska:



Doska displeja:



Oživenie zapojenia

Doska displeja:

Dosku displeja je možné otestovať samostatne pripojením napájania 5V medzi zodpovedajúce piny konektora JP1. Po zapnutí sa na približne 1 sekundu zobrazí uvítacia správa, ďalej na 2 sekundy hlásenie „Teplotný senzor nieje pripojený“, a potom základná obrazovka s meranými hodnotami. Je možné, že displej bude ťažko čitateľný, prípadne neuvidíme žiadny text. V tom prípade treba nastaviť kontrast displeja. Do menu nastavenia kontrastu sa dostaneme 3x stlačením tlačidla „MENU“ a následne 2x stlačením tlačidla „ENTER“. Následne upravujeme kontrast opakovaným stláčaním tlačidla „MENU“ a finálne nastavenie potvrdíme stlačením „ENTER“. Ak sa nám nezobrazil žiadny text a displej počas nastavovania postupne prešiel od „prázdneho“ do „čierneho“, bude problém s pripojením displeja. Ak displej vôbec nereagoval, tak zmeriame napätie na jeho pine číslo 3. Pre správne nastavenie kontrastu by malo byť približne 0,5V a preto znovu skúsime upraviť hodnotu kontrastu cez menu a sledujeme, či sa toto napätie mení. Ak nie, procesor nefunguje, alebo je problém v zapojení (problém môže byť aj v pripojení tlačidiel!). Ak sa toto napätie mení, a ani pri hodnote okolo 0,5V nieje na displeji nič vidieť, problém je v displeji.

Hlavná doska:

Nepripájame záťaž na testovaný zdroj! Pripojíme napájanie a skontrolujeme stabilizovanie napätí +5V a +9V. Zmeriame napätie na pine I-SET, ktoré sa reguluje potenciometrami v rozsahu 0 – 5,1 V. Napätie na pine 7 zosilňovača IC1B má byť 0V (záťaž je núteno odpojená, pretože cez R15 a D1 je privedené napájacie napätie na invertujúci vstup IC1B). Napätia na pinoch I-LOAD a U-LOAD majú byť taktiež 0V. Napätie na pine TEMP má byť orientačne 1,4 V.

Spojíme piny +5V a EN na konektore JP1 a nastavíme potenciometre mimo nulovú hodnotu. Napätie na pine 7 zosilňovača IC1B má byť približne 7,5 V (zosilňovač je v kladnej saturácii). Odpojíme pin EN od +5V a stiahneme potenciometre na nulu. Pripojíme záťaž na zdroj napätia (cca 5V) s obmedzením prúdu (cca 0,1 A). Napätie na pine U-LOAD má byť 11x menšie ako napätie zdroja (takže cca 0,45 V). Medzi zdroj a záťaž pripojíme ampérmetr. Spojíme piny +5V a EN. Záťažou nemá tiecť žiadny prúd (potenciometre máme na nule). Veľmi pomaly zvyšujeme prúd potenciometrom P2 (jemné nastavenie). Nastavíme približne 50mA. Zmeriame napätie na pine I-LOAD. Má byť približne 24mV. Zvýšime napätie testovaného zdroja o niekoľko voltov. Prúd tečúci záťažou sa nemá zmeniť.

Ak boli počas oživovania všetky parameter správne, môžeme vyskúšať záťaž pri vyššom napätí a vyššom prúde. Samozrejme s tranzistorom osadeným na chladiči.

Hlavná doska + doska displeja:

Po otestovaní oboch dosiek samostatne, ich spojíme prepojavacím káblom. Dávame pozor na jeho otočenie (červený pásik pri pine 1). Po zapnutí budeme vidieť aktuálnu hodnotu pretekajúceho prúdu (bude nula, pretože záťaž je po zapnutí odpojená), nastaveného prúdu, napätia na meranom zariadení a teplotu. Pripojíme testovací zdroj, nastavíme hodnotu prúdu a pripojíme záťaž stlačením tlačidla „ENTER“. Záťaž by mala začať odoberať nastavený prúd. Merania môžu byť mierne nepresné a preto vykonáme kalibráciu nasledovným spôsobom: záťaž vypneme odpojením napájania. Držíme stlačené obidve tlačidlá a pripojíme napájanie. Tlačidlá držíme ešte cca 5 sekúnd. Dostaneme sa do režimu kalibrácie. Na zdroji nastavíme presné napätie 10V (kontrolujeme voltmetrom) a potenciometrami nastavíme pretekajúci prúd presne 1A (kontrolujeme ampérmetrom). Stlačením tlačidla „ENTER“ sa zapíšu kalibračné konštanty do pamäte EEPROM a záťaž nabehne do normálneho režimu.

Poznámky ku konštrukcii

Ešte raz by som rád pripomenul, že pre plnohodnotné používanie záťaže je potrebné použiť dostatočne dimenzovaný chladič. Použitý tranzistor má tepelný odpor od čipu na chladič 0,9 K/W. Pri okolitej teplote 25°C, maximálnej teplote čipu 175°C, a požadovanom príkone 50W, vychádza maximálny tepelný odpor potrebného chladiča 2,1 K/W. Pre predstavu približne takýto tepelný odpor má husto-rebrovaný chladič s rozmermi 10x10 cm s hĺbkou rebrier 3 cm. A to máme tranzistor pri hraničných podmienkach a nezarátali sme tepelnú zotrvačnosť. Pre spoľahlivé používanie treba rátať s chladičom pod 1 K/W, teda napríklad chladič od PC procesora s ventilátorom.

Teplotné čidlo je určené na meranie teploty chladiča. Vhodné riešenie je vyvrtáť do chladiča diery $\varnothing 5\text{mm}$ s hĺbkou 5mm, čiastočne ju vyplniť teplovodivou pastou a do nej vložiť senzor. Teplota, pri ktorej sa záťaž automaticky odpojí sa nastavuje v menu Nastavenia / Teplota vypnutia, a pri jej nastavovaní treba brať ohľad na vzdialenosť čidla od tranzistora.

Zoznam súčiastok

Hlavná doska:

R1, R2	0.15 ohm / 5W	C1	220uF/25V
R3	100k	C2, C3, C5, C6, C8, C9	100nF
R4, R8, R9, R10, R11	10k	C4, C7	22uF/16V
R5	1k	C10, C11	100pF
R6	15k		
R7	82k	D1, D2, D3	1N4148
R13	47k	T1	IRFP150
R14, R16	4k7	T2	BC547B
R15	1k5	IC1	TLC272
R17	2k7	IC2	78L09
RT1	KTY81-120	IC3	L7805CV
P1, P2	pot. 10k/LIN	JP1	kolíková lišta 2x5 pinov

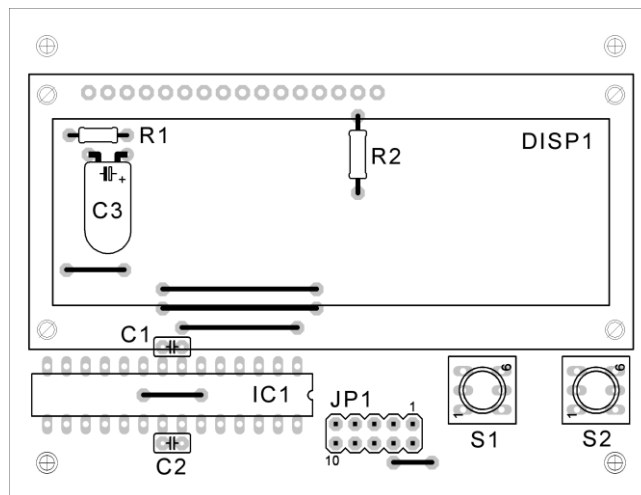
Doska displeja:

R1	1k	IC1	ATmega8A-PU (firmware ActiveLoad-ZENIT)
R2	22 ohm	DISP1	BC1602AYPLCH (displej 2x16 znakov s radičom HD44780 alebo KS0066)
C1, C2	100nF	S1, S2	tlačidlo bez aretácie
C3	0.47uF / 16V	JP1	kolíková lišta 2x5 pinov

Autor: Tomáš Pavlíček, SSE
xpavlicek@gmail.com

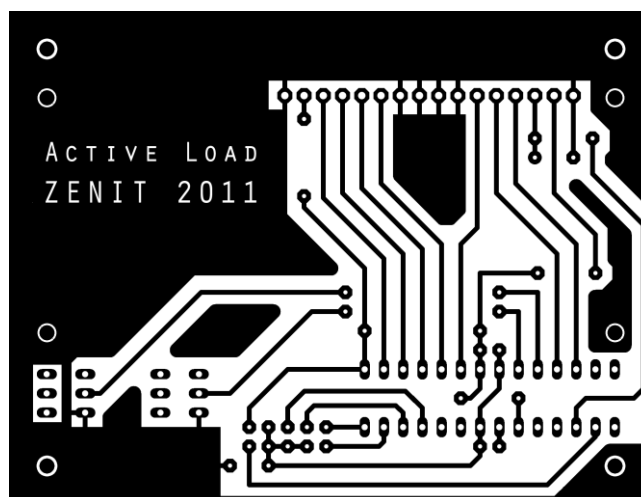
Príloha

Rozloženie súčiastok dosky displeja:



(nezabudnite drôtové prepojky)

Návrh plošného spoja dosky displeja:



(85x65 mm)