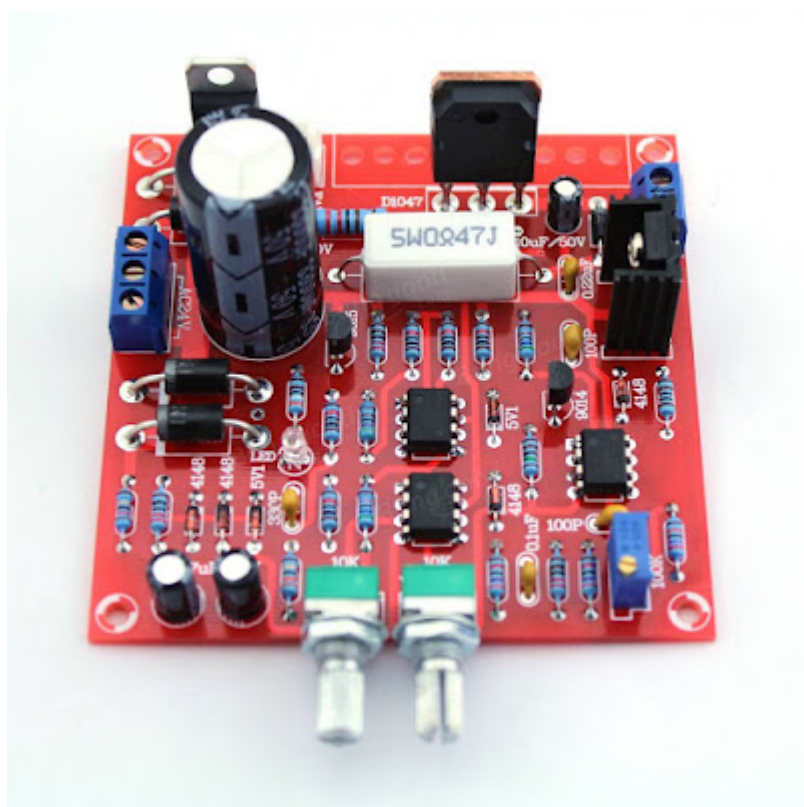


Considerations about the Hiland Adjustable DC Regulated Power Supply Kit

Моје „лабораторијско“ напајање је било домаће које сам направио/надоградио пре неколико година. Конструисано је око LM350K TO-3 регулатора и радило је веома добро. Али ми је заиста недостајала једна функција: подесиво ограничење струје.

LM350K регулатор има фиксно ограничење струје од око 2-3 ампера, али то је обично превише струје за прототип. Много пута, када би нешто пошло по злу, једна или више компоненти би изгореле.

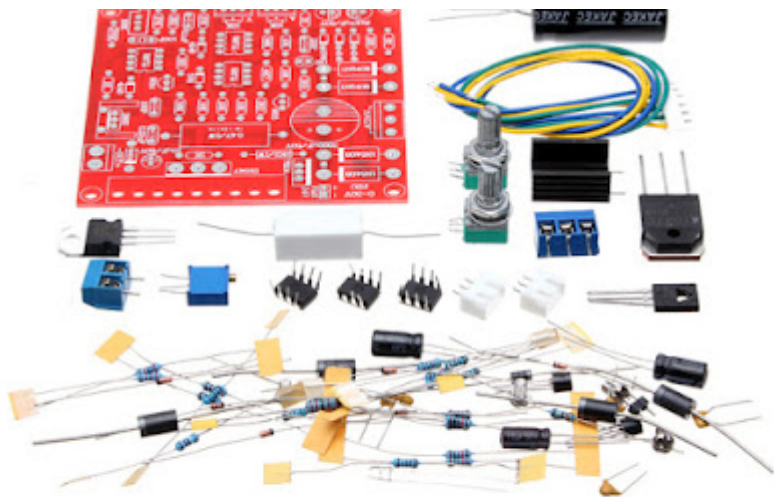


Комплет за самостално креирање подесивог једносмерног регулисаног напајања компаније Hiland

Пријатељ ми је послао линк до једног регулативног напајања са ограничењем струје у облику комплета. Мало сам гуглао и пронашао шему и много информација о комплету. Савршено се уклапа у оно што сам тражио и био је заиста јефтин (око 6 евра са укљученом доставом), па сам наручио један. Комплет је познат као [Hiland Adjustable DC Regulated Power Supply DIY Kit](#). Постоји неколико верзија комплета, једна 100% аналогна, а друга коју контролише микроконтролер. Одабрао сам 100% аналогни начин.

Комплет

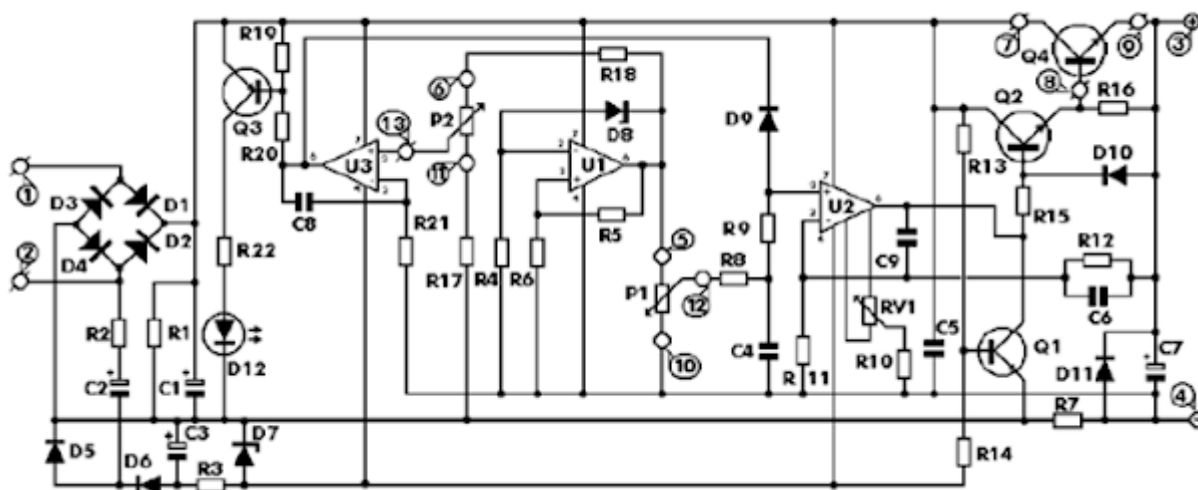




Ово је оно што ћете добити

Напајање долази у заиста лепом (али непотпуном) облику комплета. Ту је лепа црвена двострана штампана плоча, гомила отпорника, неколико кондензатора, три интегрисана кола, неки транзистори и диоде, два потенциометра, неколико завртњих терминала... Не долази са хладњаком за транзисторе снаге нити обавезним вентилатором: ови делови се морају набавити засебно.

Како функционише



Шема напајања Хиланда

Срце напајања су U1 и D8. D8 је зенер диода од 5,1 волта и U1 у тој конфигурацији ствара референтни напон од 10,2 волта на свом излазном пину (пин 6). Овај референтни напон се користи и за подешавање излазног напона и за ограничење струје.

Референтни напон од 10,2 волта се примењује на P1 који ради као делилац напона. Његов излаз се примењује на U2, који је конфигурисан као x3 појачавач напона ($1 + R12 / R11$). То значи да је теоретски максимални излазни напон овог напајања $10,2 \times 3 = 30,6$ волти. Q2 и Q4 раде као струјни

бафер за U2.

Референтни напон од 10,2 волта се примењује и на делилац напона који формирају R18, P2 и R17. Излаз из делиоца се упоређује са напонам на шант отпорнику (R7). Ако је напон на шанту већи од оног који подешава P2, излаз U3 пада на низак ниво, а захваљујући D9, улаз U2 се такође смањује, што ствара ограничење струје. Када је излаз U3 низак, Q3 пали ЛЕД диоду за ограничавање струје. Са испорученим вредностима R17, R18 и P2, ограничење струје пада на 2mA и на 3A.

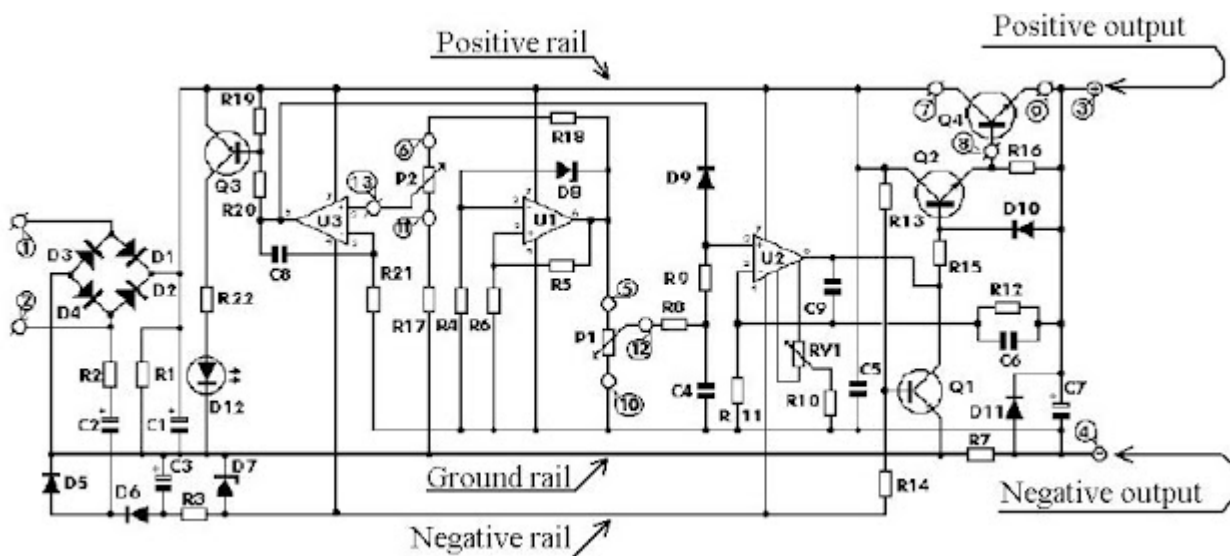
Група компоненти у доњем левом углу (R2, R3, C2, C3, D5, D6 и D7) ствара изоловани исправљач од -5 волти за правилан рад операционих појачавача. Q1 је сигурносни транзистор: ако напон од -5 волти није присутан, он искључује излаз напајања. То је разлог зашто се напајање мора напајати наизменичном струјом из трансформатора. Неће радити са једносмерном струјом.

Као што видите, то је веома класичан дизајн и веома га је лако модификовати како би задовољио ваше потребе.

Проблеми

Ако брзо претражите информације о овом напајању, видећете да се рекламира са различитим спецификацијама. На неким местима је то напајање од 30V, 3A, на другим местима се рекламира као напајање од 28V 2A... у пракси обе тврдње делују веома оптимистично.

Хајде да направимо неке бројеве, али пре тога, хајде да наведемо неке тачке у шеми напајања, само за референцу:



Номенклатура коришћена у овом чланку

Ова имена ће се користити у остатку чланка, зато их имајте на уму.

Упутство за напајање каже да ће вам бити потребан трансформатор од 24 V, 3 A. Трансформатор од 24 волта ће произвести око 33 волта између позитивне шине и шине за уземљење: $24 \text{ пута } \sqrt{2} \text{ минус } 1,2$ волта за обе проводне диоде. Између шине за уземљење и негативне шине има 5 волти. То значи да постоји 38 волти између позитивне и негативне шине.

Сада погледајте како су U2 и U3 повезани са шинама за напајање. Не заборавите да су U2 и U3 операциони појачавачи TL081 и да њихов [технички лист](#) каже да је апсолутни максимални напон напајања +/-18 V, што је 36 волти. Они нису у складу са спецификацијама, тако да ће отказати пре него касније.

Излазна струја од 3 ампера је такође веома оптимистична. Са излазом од 3,3 волта на 3 ампера, Q4 ће морати да расипа 89 вати као топлоту. Мали хладњак, чак и са вентилатором, неће бити довољан да одржи овај транзистор на разумној температури. Такође, не заборавите да на вишим излазним напонима напајање неће моћи да произведе 3 ампера због таласања на C1.

У мојој имплементацији користио сам стару кутију од напајања, са трансформатором од 18 волти и великим хладњакром за ТО3 транзисторе, па сам заменио Q4 правилно монтираним 2N3055 транзистором. На овај начин добијам пуне спецификације напајања до 15 или 16 волти излаза са свим компонентама у безбедној зони. Таман довољно за мене.

Додавање волт/амперметра

Ниједно лабораторијско напајање не може се назвати лабораторијским напајањем без волтметра и амперметра, тако да ћете их инсталирати. Ваше опције су у основи две: аналогни или дигитални мерачи. Ако изаберете аналогне мераче, проблем се своди готово на нулу: Поставите волтметар паралелно са излазом, а амперметар серијски. То је све.

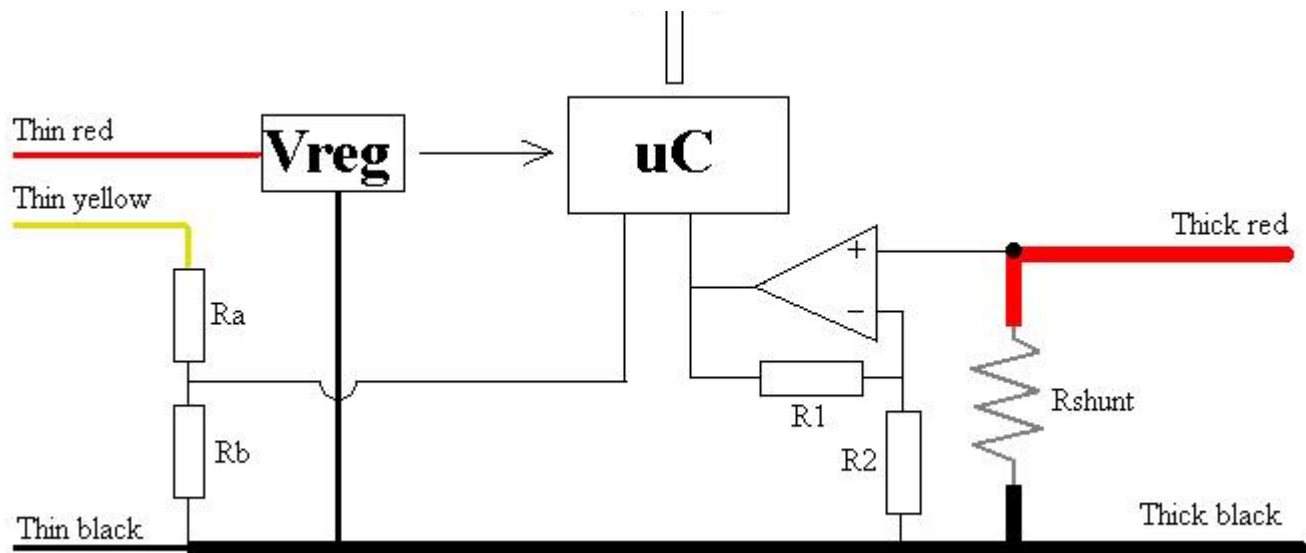
Али ако изаберете дигитални мерач, ствари могу бити компликоване. Вероватно ћете бити у искушењу због мноштва јефтиних волтметара/амперметара на еБају, Алиекспресу и многим другим местима на интернету. Јефтине су, а *понекад* су и прилично прецизни.

Али да бисте инсталирали један од ових мерача у ово напајање, прво морате разумети шта су они и како раде.

Јефтине волтметри / амперметри

Ови уређаји су базирани на микроконтролерима. Постоји много различитих верзија са различитим спецификацијама, опсезима итд., али у основи су сви исти. Микроконтролер са два аналогна улаза читава напон помоћу отпорничког делиоца, а струју помоћу шанта и једносмерног појачавача конструисаног око операционог појачавача. Све што вам је потребно да повежете је пет жица. Груба шема може бити оваква:

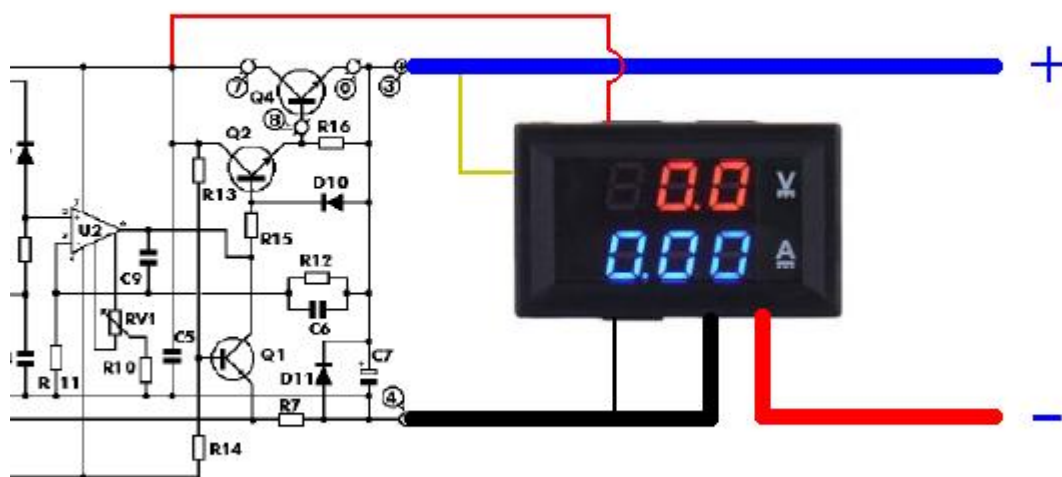




Поједностављени дијаграм јефтиног волтметра / амперметра

Ако пажљиво погледате цртеж, можете уочити главни проблем са овим мерачима: Обе црне жице су исте и представљају негативни вод из напајања микроконтролера. Како се овај мерач може повезати са Хиланд напајањем? Делује лако, али није.

У првом покушају ћете вероватно урадити ово:



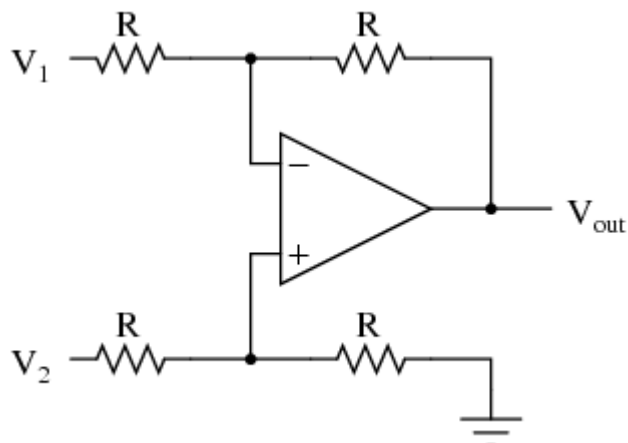
Први предложени дијаграм ожичења

Ово ће радити добро, али има мали недостатак: струја коју мерач повлачи пролази кроз R7, шант напајања. То значи да ће варијације струје, због укључивања и искључивања сегмената, модулирати функцију ограничавања струје напајања. То није баш пожељан споредни ефекат.

Могао би постојати још један проблем са овом конфигурацијом. Сећате се напона на позитивној шини напајања? Он може премашити максимални напон напајања мерача, а ако се то деси, прегореће.

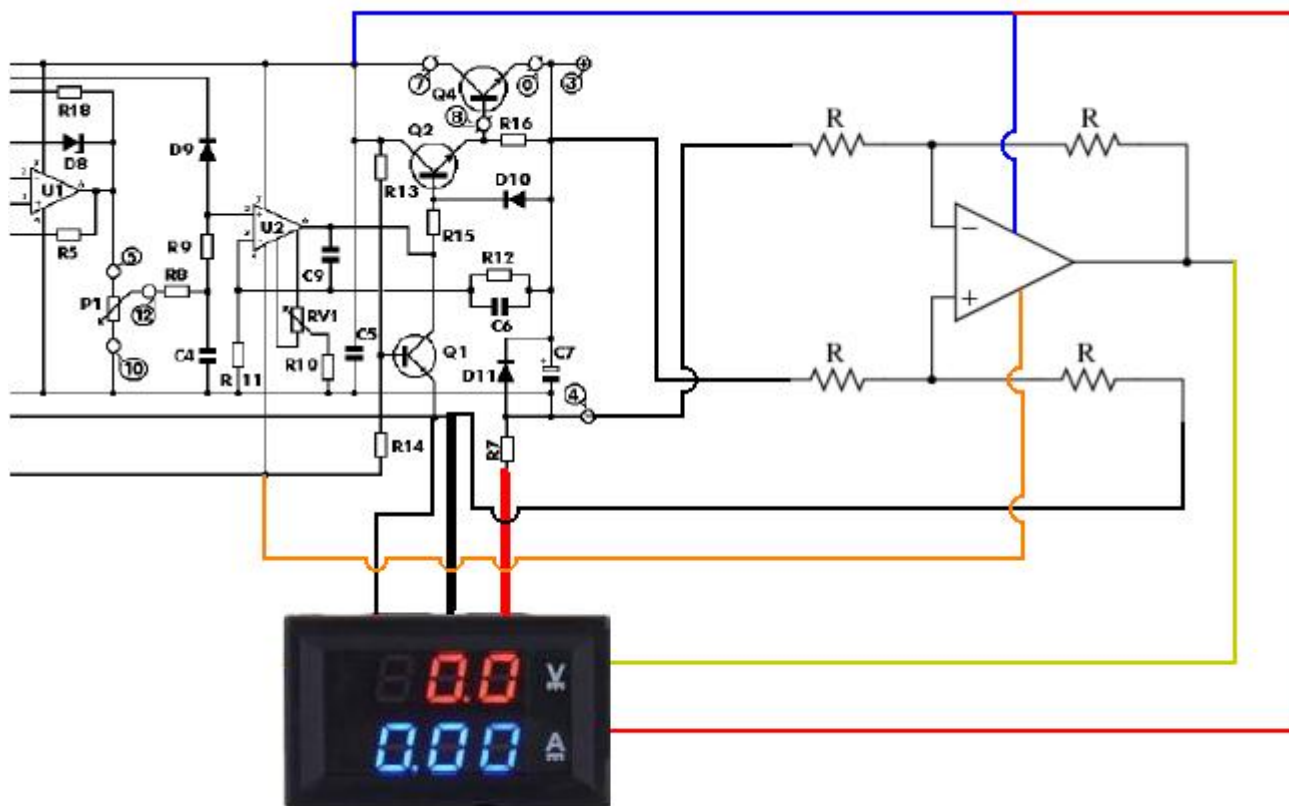
напајање.

Срећом, постоји решење за ово. Потребно је да од позитивног излазног напона (видљиво са уземљења) одузмете напон који се развија на шанту. Како? Коришћењем диференцијалног појачавача:



Диференцијални појачавач

Са операционим појачавачем и четири идентична отпорника можете направити диференцијални појачавач са јединичним појачањем. У овом случају, V_{out} је једнак V_2 минус V_1 . Дакле, нека V_2 буде излазни напон напајања, V_1 пад напона на R_7 , а V_{out} ће имати стварни излазни напон напајања референциран на уземљење напајања, што је спремно за мерење помоћу мерача:



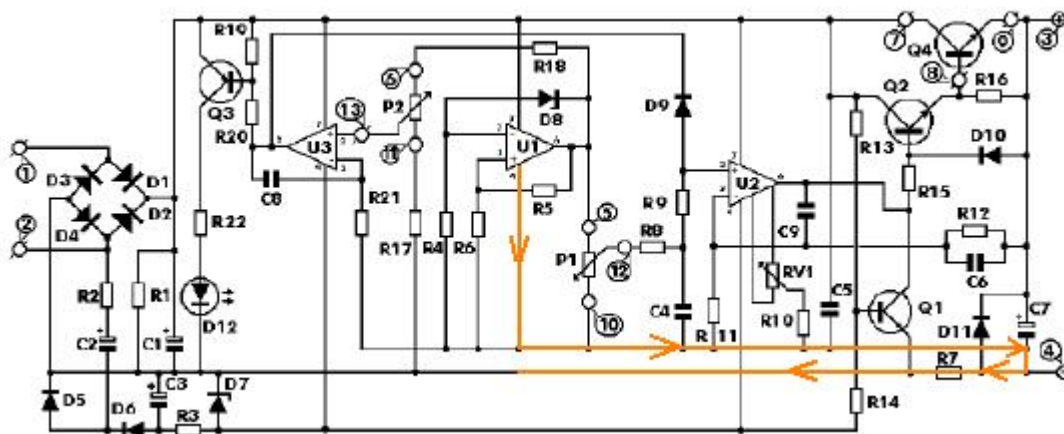
Трећи предложени дијаграм ожичења

Мало неуредно, али ради! Имајте на уму да морате користити прецизне отпорнике за диференцијално појачало. Немојте користити ништа преко 1%. И још боље, изаберите четири отпорника са најсличнијим вредностима из велике количине. Које вредности? Било шта од 10 до 100k ће радити

добро.

Такође можете користити готова диференцијална појачала. Користио сам [INA105](#) са одличним резултатима. Такође можете користити [AMP03](#), или [AD8276](#), или било које друго диференцијално појачало са јединичним појачањем. Само имајте на уму да диференцијално појачало мора бити напајано између позитивне и негативне шине напајања, зато пазите на максимални напон напајања!

Ово решење ради све док ваше мерало има мерач струје „ниске резолуције“. Зашто? Ако пажљиво погледате шему напајања, видећете да се струја U1 (и повезане компоненте) враћају на уземљење преко шанта напајања, R7.



U1 се напаја преко шантног отпорника

То значи да кроз R7 увек циркулише минимална струја. Колика струја? 5 милиампера. Дакле, ако мерач не може да види ту малу струју, све ће радити исправно. Ако може, имаћете досадан проблем.

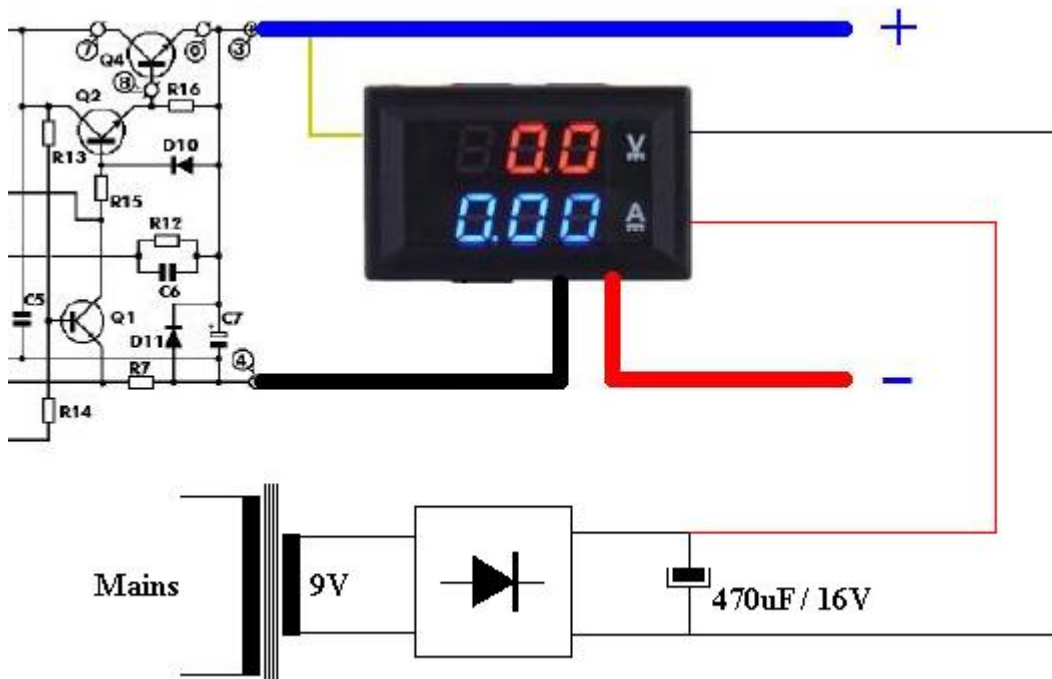


Струја празног хода кроз R7

Дакле, ако користите један од оних јефтиних волт/амперметара са ниском резолуцијом струје, предложена шема ожичења са диференцијалним појачавачем ће радити сасвим добро. Али ако ваш мерач има довољну резолуцију (и лабораторијско напајање је заиста заслужује), и даље имате проблем.

У овом тренутку нема превише опција. Вероватно је могуће развити још једно коло за компензацију тих додатних 5 mA, али повећана сложеност заиста захтева једноставније решење. Много

једноставније: Прва предложена шема ожичења, али са мерачем који се испоручује са сопственим и независним напајањем. За овај задатак сам користио мали трансформатор на ПЦБ-у од 9 волти и 1,2 ВА, мали исправљачки мост и кондензатор од 470 uF од 16 волти. Ово производи око 12 нерегулисаних волти, више него довољно да са сигурношћу напаја регулатор мерача. На овај начин све ради како се очекује.



Четврто предложено решење у случају да треће не ради како се очекује због струје празног хода кроз R7

На овај начин, мали трансформатор је повезан паралелно са главним, а оба трансформатора се укључују и пребацују истим прекидачем. Занимљиво је напоменути да ово решење може бити јефтиније од диференцијалног појачавача са јединичним појачањем као што је INA105, тако да ће у неким случајевима бити прихватљиво решење чак и за мераче ниске резолуције.

Побољшања

На интернету постоји много побољшања овог напајања. Пошто не користим напајање какво јесте, само мали подскуп ми је користан, на пример:

- Користите диоде од 5 ампера: Исправљачке диоде у комплекту су 1N5408 са максималном струјом од 3 ампера. Вероватно је добра идеја да их замените са диодама од 5 ампера, као што су SR5100 или сличне.
- Референтни напон напајања је D8, ценер диода од 5,1 волта. Ако вам је потребна апсолутна прецизност и минимизирање температурног дрифта, можете га заменити са [LM431 плус пар отпорника](#) .
- Користите кондензатор од 4700 или чак 6800 uF 50V за C1. Ово ће побољшати излазну струју при вишим напонима.

- Користите вишеокретне потенциометре, посебно за подешавање струје.

Закључак

У овом чланку откривам Хиланд регулисано напајање и како ти јефтине волт/амперметри раде, тако да их можете користити заједно или са другим врстама напајања.

Овај комплет не видим као регулисано напајање, већ као градивни блок за ваше регулисано напајање. Ради сасвим добро, а функција ограничења струје (функција која ми је заиста недостајала) ради беспрекорно. Сада могу да користим напајање за пуњење свих врста батерија са великим успехом. Ограничавање количине струје коју прототип може да повуче је заиста неопходно. Такође, да ли сам поменуо да напајање иде до нуле волти? Није свакодневна потреба, али је дефинитивно добра карактеристика.

Дефинитивно није лоше за 6 евра са укљученом доставом.

Мигел А. Ваљехо, EA4EOZ