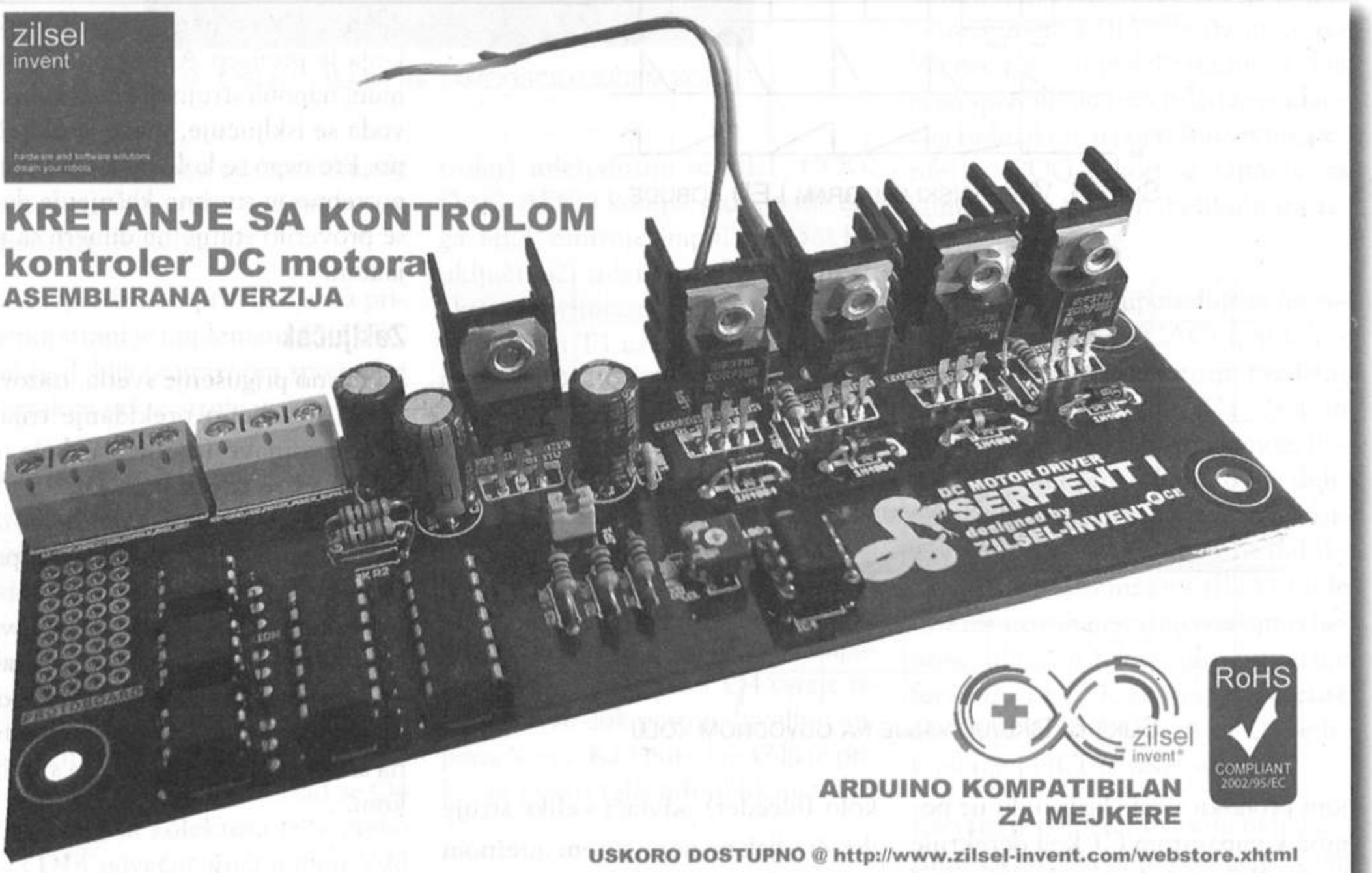
Kontroler DC motora

H-BRIDGE IRF3710

DC MOTOR DRAJVER BAZIRAN JE NA SNAŽNOM MOSFET TRANZISTORU IRF3710 DEKLARISANOM NA 57 AMPERA KONTINUALNE STRUJE. DRAJVER SE MOŽE PODELITI NA DVA DELA, PRVI NAMENJEN SPREZI SA KONTROLNIM JEDINICAMA, KAKVE SU MIKROKONTROLERI I RAZVOJNE PLOČE, I DRUGI ENERGETSKI DEO ČIJI CENTRALNI DEO ČINE MOSFET TRANZISTORI. KOMUNIKACIJA SE ODVIJA PUTEM OPTOIZLOLATORA 4N25 ČIME JE KONTROLNA LOGIKA SIGURNA OD NEKONTROLISANOG CURENJA STRUJA VISOKIH INTEZITETA, KOJA SE MOŽE JAVITI USLED KVARA I/ILI LOŠEG RUKOVANJA/KONFIGURISANJA DRAJVERA NA ENERGETSKOM DELU.

AUTOR: VLADIMIR SAVIĆ; E-MAIL: V.SAVIC@ZILSEL-INVENT.COM

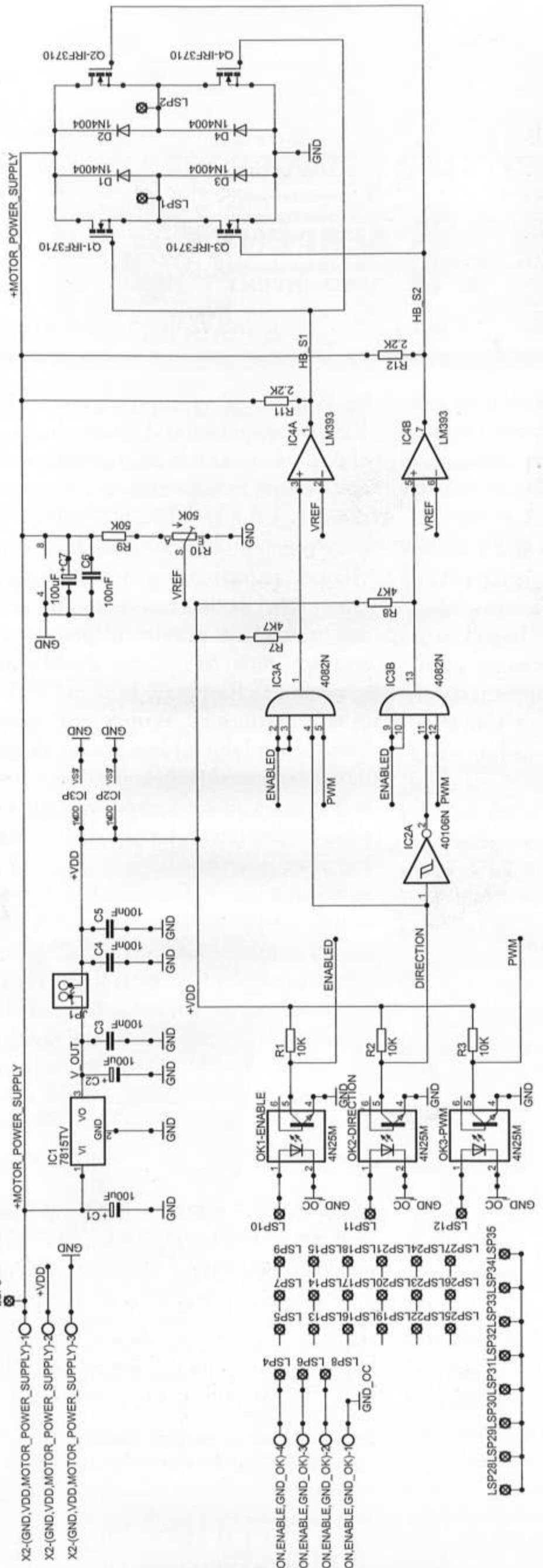


H-Bridge IRF3710

H-Bridge kolo sačinjeno je od četiri mosfet tranzistora IRF3710 deklarisanih na 57 ampera. Gejt izvodi mosfet tranzistora upravljani su komparatorima LM393. Praktično, komparatore smo iskoristili kao gejt drajver mosfet tranzistora. Na ovaj način izbegnuto je korišćenje integrisanih kola čija je specijalizovana namena upravljanje gejtom. Komparatori služe istom. Kako je reč o komparatorima, to znači da je potrebno obezbediti referentnu naponsku tačku koja se dobija naponskim razdelnikom. Sa R10 označen je potenciometar nominalne otpornosti 50K oma, koji je redno vezan za otpornik R9 otpornosti 50K oma, takođe. Samim tim, smanjili smo potrošnju struje kroz istu granu. Otpornik R9 igra i ulogu dodatne zaštite ukoliko se klizač potenciometra R10 postavi u položaj blizu VDD napajanja, u tom slučaju kroz isti može proteći nekontrolisana struja koja može oštetiti kako potenciometar tako i ostatak elektronike.

Ukoliko se na pozitivan ulaz komparatora dovede naponski nivo koji je veći od Vref naponskog praga, na izlazu istog dobijamo približno napon napajanja motora, pri čemu je gejt mosfeta na približno istom potencijalu kao i drejn mosfeta, na taj način omogućavamo protok struje kroz mosfet tranzistor. U istom trenutku između gejta i sorsa postoji određena potencionalna razlika koja mora biti u granici dozvoljenog – V_{GS} maksimalno. Napon gejta takođe zavisi od PWM signala. U suprortnom gejt se dovodi na logičku nulu tj. na približno nula volti. R11 i R12 su pull-up otpornici na izlazu iz komparatora vrednosti 2,2K oma. V_{GS} maximalni napon, između gejta i sorsa u slučaju IRF3710 iznosi ±20V.

Diode 1N4002/1N4004 su flyback diode i igraju ulogu zaštite mosfet tranzistora od pikova generisane elektromotorne sile. Sa druge strane, rad u prekidačkom režimu uz korišćenje dioda omogućava da se generisana elektromotorna sila vrati izvo-



ru napajanja, te shodno tome H-Bridge kolo radi i kao punjač baterije/akumulatora.

LSP1 i LSP2 su priključci za DC motor tj. lemne tačke, lemljenje sa donje strane PCB-a. Nema posebnih konektora namenjenih za priključivanje DC motora.

Napajanje motora

+Motor Power Supply grana namenjena je za napajanje DC motora. Postoje dva načina da se dovede napajanje motora: putem konektora x2-1 (x2-3 GND) i putem povezivanja na PCB direktnim lemljenjem na LSP3 lemnu tačku (lemljenje sa donje strane PCB-a). Grana za napajanje DC motora je prisutna na obe strane PCB-a, što znači da se određene komponente moraju lemiti sa obe strane. Mosfet tranzistori IRF3710 (TO-220 kućište) nalaze se u istoj liniji zajedno sa naponskim regulatorom/stabilizatorom 7815 (TO-220 kućište). U okolini mosfet tranzistora prvo se leme sve niže komponente kao što su otpornici i diode. Nakon toga sledi lemljenje mosfet tranzistora i 7815 naponskog regulatora/stabilizatora. TO-220 hladnjaci se montiraju nakon što se zaleme sve komponente. Predviđen prostor odgovara TO-220 hladnjaku V7237B. Više detalja o hladnjaku na sledećoj adresi: *store.comet.rs/Catalogue/Product/5022199/*. Dodatno hlađenje regulisano je bakarnom površinom na gornjoj i donjoj strani PCB-a.

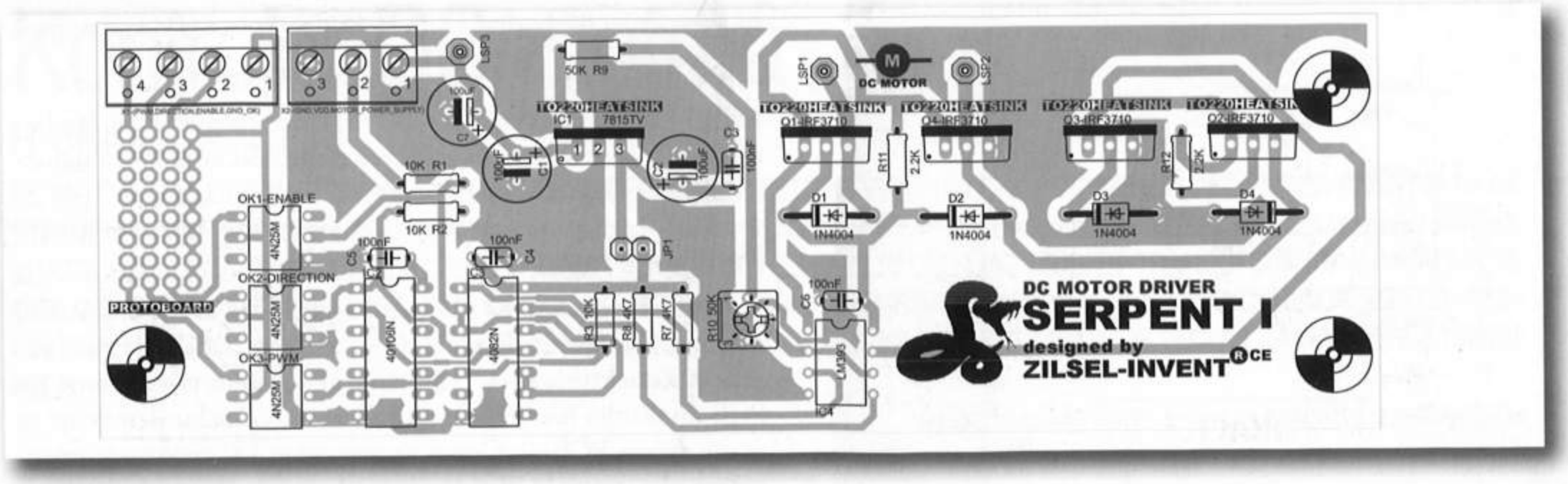
7815 step down naponski regulator

Step down linearno naponsko napajanje sa +15 volti, 1 amper na izlazu sa dropout voltažom 2,5V maksimalno (minimalno napajanje mora biti 17,5V kako bi se na izlazu regulatora dobilo 15V), namenjeno je za napajanje logičkih kapija H-Bridge drajvera. Na ulazno/izlaznoj strani poseduje elektrolitske i blok kondezatore radi dodatne stabilizacije napona, low pass filter. Predviđeno je sledeće napajanje, adresa: http://store.comet.rs /Catalogue/Product/1581/

JP1 je kratkospojnik (džamper) namenjen prevashodno testiranju H-Bridge kola kako bi omogućili testiranje drajvera i na 12V izvorima napajanja. Kada se džamper JP1 kratko spoji, 7815 integrisano kolo napaja logičke kapije, u suprotnom iste su napajane kroz VDD konektor x2-2 (x2-3 je GND). JC2P i JC3P su izvodi logičkih kapija koje služe za napajanje istih. Svaka logička kapija i komparatori imaju zaseban blok kondenzator radi dodatne stabilizacije napona.

Logičke kapije

Postoje ukupno dve logičke kapije (40106 INVERTOR, 4082 AND) koje služe da upravljačke signale: Enabled, Direction i PWM, iskoriste za upravljanje H-Bridge kola. Ukoliko je Enabled signal setovan na logičku nulu H-Bridge kolo ne radi. U tom slučaju izlazi 4082 kola su setovani na logičku nulu a samim tim i izlazi komparatora, čime su IRF3710 mosfet tranzistori neaktivni. Obrnuto, H-Bridge kolo je aktivno. U daljem tekstu podrazumevamo da je Enabled signal setovan na logičku jedinicu. Direction signal određuje smer okretanja DC motora. Ukoliko je Direction signal setovan na logičku jedinicu IC3A na izlazu ima prisutan PWM signal. Na izlazu IC3B kola prisu-



tna je logička nula zbog invertovanja logičke jedinice signala Direction, 40106 integralnim kolom u logičku nulu. PWM signal je konstantno prisutan i dovodi se na oba 4082 kola u isto vreme. R7 i R8 su pull-up otpornici na izlazu 4082 AND logičke kapije. Signal sa 4082 izlaza se prosleđuje na pozitivan ulaz komparatora.

Upravljačka logika i galvansko odvajanje

Upravljanje se vrši računarskom jedinicom putem signala x1-4, x1-3, x1-2 i x1-1, Enable, Direction, PWM i GND respektivno. Galvansko odvajanje se obezbeđuje optoizolatorom 4N25 pri čemu je predajna strana fotodioda, dok je prijemna strana fototranzistor. Primer: fotodioda je redno vezana na otpornik od 30 oma, povezan na signal 0 ili 3.3 volti. Katoda fotodiode je vezana za GND_OC masu koja je sastavni deo sistema upravljanja. Na prijemnoj strani emitter fototranzistora je vezan za GND, masu napajanja H-Bridge kola, na taj način dobijeno je galvansko izolovanje dva sistema, kontrolnog i energetskog. Kolektori fototranzistora vezani su redno na otpornik od 10K oma. U cut-off oblasti između kolektora i emitera prisutna je logička jedinica (tj. VDD voltaža), suprotno, u saturation oblasti logička nula tj. približno nula volti. Optoizolator 4N25 invertuje logiku sa računarskog sistema zbog čega H-Bridge kolo radi u invertovanom logičkom sistemu. Primer: ako je x1-4 logički nivo setovan na 3.3 volti (logička jedinica) između kolektora i emitera imamo logičku nulu, jer fototranzistor provodi.

Protoboard

Ako se pitate zašto je protoboard iskorišćen u dizajnerskom rešenju, prvo ćemo se pozabaviti trenutnom situacijom, onakvom kakva je i prisutna. Svima je jasno čemu služe razvojne ploče, razno razni dodaci koji se mogu prikačiti na iste itd. Međutim možemo primetiti da trenutno nije prisutan ni jedan standard koji definiše kako razvoja ploča zapravo treba i da izgleda, u smislu oblika konektora, njegove pozicije, gde će se koja komponenta nalaziti i slično. Nasuprot tome imamo potpuno drugačiju situaciju. Svaki proizvođač sam za sebe organizuje svoj ekosistem. Tako je ekosistem Arduino LLC kompanije potpupno drugačiji od ekosistema Raspberry Pi kompanije, pa čak i između svih ostalih. Sve kompanije imaju svoje razvojne ploče na koje se mogu prikačiti dodaci. Uzmimo najjednostavniji primer: Arduino UNO R3 prototipska ploča. Gledano sa tehničke strane, ploča spada među jednostavnije. Na njoj se nalazi generalno namenski mikrokontroler Atmega 328 i dodatni manjih mikrokontroler Atmega16U2 koji izvršava firmware USB to serial komunikacije, čime je Arduino uradio dobar posao, jer je vlasnicima iste pločice omogućio da se bave i takozvanim DFU *(Device Firmware Update - LUFA USB library, link: www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php)* programiranjem. Pre samog Atmega 16U2 mikrokontrolera, Arduino UNO je bio baziran na dobro poznatom FTDI USB to serial rešenju. Generalno gledano, Arduino UNO R3 nije zapravo ništa osim razvojne pločice koja ima mikrokontroler pri čemu su izvodi istog dotupni preko konektora na koji se mogu postaviti takozvani Arduino Shield-ovi. Ti konektori su defakto standard ali u okviru Arduino LLC ekosistema i nigde druge, osim ako drugi proizvođači odluče da svoje razvojne sisteme dodatno opreme Arduino standardima. Vrlo jednostavno, ali ta priča je napravila velike pomake. Sada da se vratimo na protoboard. Pazarili smo jedan od Arduino shield-ova koji na sebi ima ULN2803 drajver, to nije bitno zaista, možete umesto toga zamisliti bilo koji shield. ULN2803 je IC, isti se može primeniti i na bilo kom drugom razvojnom sistemu ne samo za Arduino UNO R3. Ukoliko to i želimo da uradimo, moraćemo praviti adapter koji će nam omogućiti da Arduino shield primenjujemo i za Raspberry Pi ili za bilo koju drugu platformu. Protoboard upravo omogućava laku adaptaciju jer sa istim možemo napraviti bilo koji adapter za bilo koji sistem koji koristimo u razvoju, i pri tome štedeti novac, jer istu stvar nećemo kupovati za svaki sistem zasebno, zaista jeftino rešenje uz činjenicu da je kod razvojnih sistema bitno da iste možemo primeniti za razno razne aplikacije na što je moguće više istih. IRF 3710 DC motor drajver je opremljen sa 32 lemne tačke, dostupne sa obe strane. Za svaki kontrolni signal (enable, direction, pwm) dostupno je 8 lemnih tačaka u nizu i dodatnih 8 tačaka za optoizolacionu masu (GND).

Sve prikazane komponente su through-hole komponente i mogu se lemiti standardnom opremom. Lemljenje komponenti se odvija u sledećem redosledu. Prvo se leme sve niže komponente kao što su otpornici, diode i DIP/DIL kućišta integrisanih kola. Zatim sledi lemljenje konektora. Na samom kraju leme se najviše komponente tj. mosfet tranzistori i 7815 naponski regulator/stabilizator. Kada se lemljenje završi sledi montaža hladnjaka. Tokom montaže i lemljenja komponenti obezbediti adekvatno uzemljenje kako bi se izbegla elektrostatička pražnjenja koja nastaju usled nošenja sintetičke odeće. Nakon lemljenja skinuti fluks sa PCB-a i premazati isti sa zaštitnim slojem kako bi se izbegla oksidacija bakra.