

Introducere

Amplificatoarele de putere cu LDMOS sunt alimentate la tensiuni cuprinse între 48V și 54V. Curentul necesar depinde de puterea efectivă a amplificatorului. Variaza între 20A și 40A

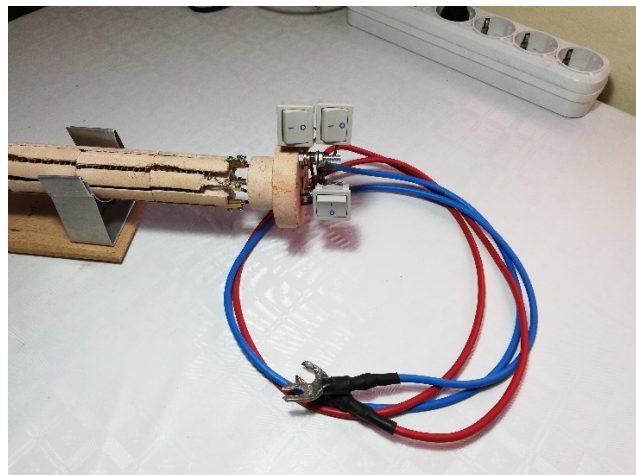
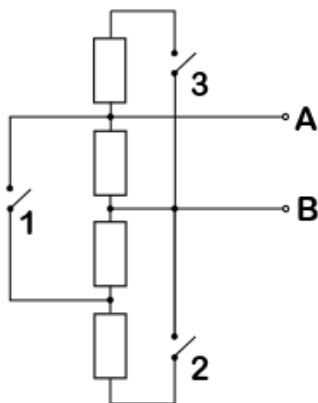
Cum astfel de alimentatoare sunt destul de rare și scumpe am început căutarea unor documentații credibile și realizabile în regim de radioamator. Datorită curentului foarte mare o sursă liniară ar necesita un transformator atipic de mare și greu precum și un filtraj greu de realizat.

Soluția în această situație este un alimentator în comutație. După un studiu amănunțit a acestui domeniu, am găsit două soluții ale aceleiași scheme realizate de doi radioamatori. Bazat pe exemplul lor am adaptat schema la posibilitățile mele de realizare și procurare a componentelor necesare. Vezi aici articolele despre care se face vorbire : 1. https://danyk.cz/reg60v_en.html
2. <https://www.homemade-circuits.com/adjustable-0-100v-50-amp-smps-circuit/>

Realizare practică

De la început am înțeles că pentru testarea unui astfel de alimentator este necesar un rezistor de sarcină care să suporte această putere electrică. Am pornit de la un rezistor de încălzire a apei, utilizat la boilerele electrice cu putere de 2000W. Am împărțit rezistorul în 4 secțiuni. Cu ajutorul a 3 comutatoari on/off am realizat posibilitatea utilizării sarcinii pe 4 nivele de putere. Toate comutatoarele pe poziția off 8-9A, 1 comutator on și 2 off 16-17A, 2 comutatoare on și 1 off 25-26A, 3 comutatoare on 33-40A asta pentru o tensiune de 50V. Aceste valori sunt relative deoarece cele 4 secțiuni nu au exact aceeași rezistență. Nici nu este important deoarece ansamblul trebuie să permită testarea sursei, a protecției de curent, măsurării tensiunii în sarcină etc.

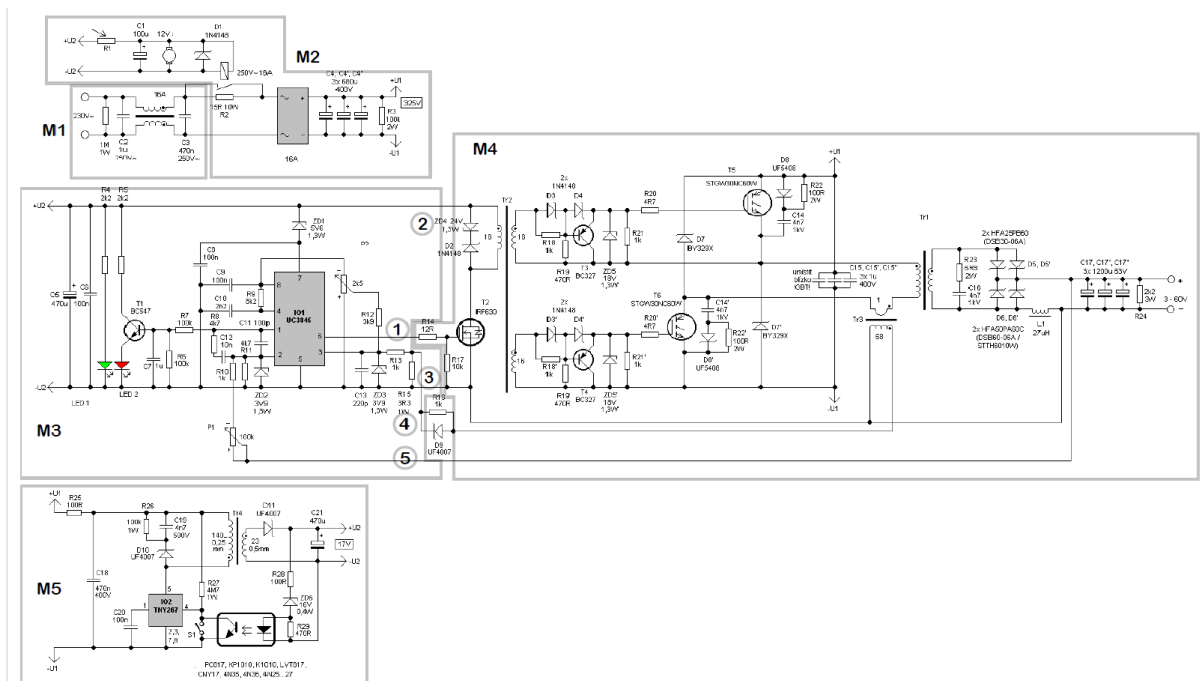
Schema electrică este prezentată în figura de mai jos:



Mai multe fotografii aici : <http://www.yo2bof.ro/Sursa50V/Sarcina/index.html>

Pentru realizarea sursei am recuperat carcasa unui convertor 24V-220V defect, considerând că radiatoarele, elementele de fixare, ventilatoarele, bornele etc. sunt utile. Am constatat că pot înlocui cu ușurință panoul frontal. După achiziționarea componentelor, am evaluat spațiul oferit de carcasă pentru a decide realizarea practică a schemei. Am împărțit schema electrică în 5 module, astfel încât să asigure o izolare a părții de înaltă tensiune de zona de control și respectiv de comutație. A urmat apoi

proiectarea cablajelor pentru modulele 3, 4 și 5 respectiv parțial pentru modulul 2. Modulul 1 fiind doar un filtru dublu de interferențe l-am păstrat pe cel original.



Schema electrică în format pdf se poate descărca de aici : http://www.yo2bof.ro/Sursa50V/Schema_electrica.pdf

Înainte de a trece la explicarea funcționării schemei vă recomand să acordați puțin timp articolului de aici : <https://www.homemade-circuits.com/how-to-design-and-calculate-ferrite-core-transformers-for-inverters/> pentru a vă introduce în teoria surselor în comutație și a termenilor utilizați în domeniu.

Topologia sursei este de tip push-pull. Două tranzistoare IGBT de putere închid și deschid, alternativ, circuitul primar al transformatorului TR1. Tensiunea din secundar este redresată și filtrată devenind astfel tensiune de ieșire. În teorie lucrurile par simple. Un astfel de proces trebuie controlat și condus în același timp de circuite specializate. Modulul M3 bazat pe circuitul specializat UC3845 este în cazul de față modulul de generare și control a semnalelor necesare comutării tranzistoarelor IGBT de putere. T2 amplifică semnalul generat de UC3845, iar T3 și T4 asigură formatarea semnalelor pentru tranzistoarele de putere.

Curenți din circuitele de intrare și mai ales din circuitele de ieșire fiind mari sau foarte mari utilizarea unor întrerupătoare adecvate ar spori nejustificat costul și gabaritul surselor în comutație. Din acest motiv se apelează la un truc. Generatorul de semnal M3 este alimentat de la o sursă auxiliară de mică putere, de 17V în cazul de față, modulul M5. Tot modulul M3 asigură alimentarea ventilatoarelor și a releului care scurtcircuitază rezistorul de limitare a curentului în modulul M2 pe durata funcționării sursei. Sursa M5 este pornită și oprită din întrerupătorul S1 de mică putere.

Modulele M1 și M2 sunt plasate pe partea dreaptă (privind din față), modulul M4 este plasat pe partea stângă (privind din față), Modulele M3 și M5 sunt plasate în spatele panoului frontal. Ventilatoarele, conectorul de rețea precum și bornele de ieșire sunt plasate pe panoul din spate. Elementele care necesită răcire sunt plasate pe radiatoarele laterale. Puntea redresoare de înaltă tensiune pe partea dreaptă, respectiv tranzistoarele de putere și diodele de putere pe partea stângă. Unele elemente necesită izolare cu folie termoconductoare din silicon (<https://www.tme.eu/ro/details/smica-to220/radiatoare-echipamente/ninigi/smica-to220/>). La toate se utilizează pastă termoconductoare.

Proiectarea cablajelor s-a realizat cu Sprint-Layout 6.0. Realizarea cablajelor s-a făcut prin frezare și găurire cu CNC-ul din dotare (Home made – 2018).



După un timp de utilizare am simțit nevoia vizualizării tensiunii și curentului. În acest scop am achiziționat un panel Voltmetru / Ampermetru cu shunt. Punerea în funcție a necesitat re-proiectarea și înlocuirea panoului frontal. La final sursa arată așa:



Mai multe fotografii aici : http://www.yo2bof.ro/Sursa50V/Foto_sursa/index.html

Și acum câteva cuvinte despre componentele mai speciale.

Tranzistoarele T5 și T6 sunt de tip IGBT (https://ro.wikipedia.org/wiki/Tranzistor_IGBT). Am utilizat două tranzistoare, de curent mai mare decât cele din documentație pentru siguranță, de tip **STGWT60H65DFB**. Le găsiți aici : <https://www.tme.eu/ro/details/stgwt60h65dfb/tranzistori-igbt-tht/stmicroelectronics/>.

Diodele D5, D5', D6, D6' sunt diode ultrarapide. D5, D5' de 20A iar D6, D6' de 40A. Eu am utilizat patru diode de curent mai mare de tip **RURG8060** de 80A pe care le găsiți aici: <https://electronilight.ro/rurg8060-diada-comutatie-tht-600v-80a-to247-2-800a/9180.htm>

Puntea redresoare din modulul 2 trebuie să reziste la 16A, eu am utilizat **D25XB80** de 25A la 800V. Se fixează pe radiator.

Condensatoarele C17, C17', C17'' le-am înlocuit cu unul singur 6800uF / 63V.

TR1 este realizat pe un miez de ferită EE cu secțiunea de 6-7cm². Eu am utilizat 2 buc E71/33/32-3C94 pentru care am realizat o carcasă din sticloteolit de 1,5mm grosime. Părțile laterale au fost prevăzute cu insule de Cu care au permis fixarea terminalelor, respectiv lipirea transformatorului pe cablaj. Miezul de ferită se poate comanda aici : https://www.tme.eu/ro/details/e71_33_32-3c94/miezuri-de-ferita/ferroxcube/



Datorită efectului de suprafață (skin effect) la intensitatea necesară a curenților, bobinajele se execută multifilar. Pentru primar sunt necesare 20 spire din 20 fire CuEm cu diametrul de 0,5mm. Pentru secundar sunt necesare 14 spire din 28 de fire CuEm cu diametrul de 0,5mm. Trebuie marcat începutul bobinajului și respectată schema de conectare. Pe schema electrică începutul bobinelor este marcat cu un punct. Aceeași regulă este valabilă și pentru celelalte transformatoare

TR2 este realizat pe un miez de ferită EI, recuperat din modulele de alimentare de calculator. Secțiunea poate fi cuprinsă între 80 și 120 mm². Recupeat cu atenție se poate utiliza carcasa. Bobinajul acestui transformator are 16 spire din 3 fire CuEm cu diametrul de 0,5mm. Atenție, trebuie respectată conectarea începutului bobinajelor ca în schemă.

TR3 se execută pe un miez toroidal RT-180-100-100. Primarul are 1 spirală CuEm cu diametrul de 1mm, Secundarul are 68 spire CuEm cu diametrul de 0,5mm. Miezul toroidal îl găsiți aici : <https://www.tme.eu/ro/details/rt-180-100-100/inel-de-ferita/richco/>.

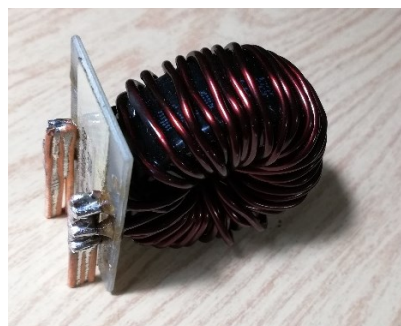
TR4 este realizat pe un miez de ferită EI, recuperat din modulele de alimentare de calculator. Secțiunea poate fi cuprinsă între 16 și 25 mm². Recupeat cu atenție se poate utiliza carcasa. Bobinajul acestui transformator are în primar 140 spire CuEm cu diametrul de 0,25mm, iar în secundar 23 spire CuEm cu diametrul 0,5mm. Atenție, trebuie respectată conectarea începutului bobinajelor ca în schemă.

L1 – din schemă rezultă că trebuie să aibă 27uH. Autorii schemei au folosit 2 bobine de 56 uH legate în paralel. Nu trebuie uitat că aceste bobine sunt străbătute de un curent maxim de circa 40A, prin urmare nu sunt bobine obișnuite. Pentru a realiza această bobină, am procedat astfel :

1. Am ales un tor cu pulbere de fier din dotare cu următoarele cote : diametrul exterior 45mm, diametrul interior 25mm, grosime 10mm. Aria secțiunii miezului fiind aproximativ 100mm².
2. Am bobinat pe el 10 spire CuEm cu diametrul de 2mm.
3. Am măsurat inductanța bobinei și am obținut aproximativ 60uH.
4. Am prelungit firul și am adăugat 3 spire , inductanța a devenit 74uH.
5. Am eliberat torul și am bobinat 13 spire CuEm cu diametrul de 2mm și 3 fire simultan.

6. Inductanța măsurată a devenit 29uH, exact ce aveam nevoie. Teoretic ar fi trebuit să obțin o valoare mai mică $74 / 3 = 24,66$ (3 inductanțe în paralel) dar s-a adăugat inductanța mutuală între spire.

Am montat bobina L1 ca în figură pentru a o putea fixa pe cablaj.



Restul componentelor sunt conform schemei. O listă de componente în format excel se poate descărca de aici : http://www.yo2bof.ro/Sursa50V/Lista_componente.xlsx

Rezistorul R1 de pe modulul M2 se alege astfel încât tensiunea pe ventilatoare să fie 12V. Rezistorul R2 se montează în așa fel încât să fie răcit de partea inferioară a sursei sau chiar pe radiator.

Schema funcționează foarte bine. Utilizez sursa de peste 4 ani.

Două videoclipuri de test pot fi urmărite aici:

<http://www.yo2bof.ro/Sursa50V/VideoS/index.html>

Scheme, cablaje și sfaturi puteți obține de la autor scriind un email la profdragan@yahoo.com

73 ! de la YO2BOF op. Adi