

SURSA STATICA PENTRU ALIMENTAREA SERVICIILOR AUXILIARE ALE TRAMVAIELOR

Dr. ing. Cătălin GOIA, *Cercetător CPIII, ICPE-SAERP SA* (catalin.goia@saerp.ro)



User Driven Stimulation of Radical New
Technological Steps in Surface Transport

Workshop
Inovare în transportul de suprafață

București, 18.06.2010



ICPE SAERP S.A.
www.saerp.ro





Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



**SOCIETATE DE ACȚIONĂRI
ECHIPAMENTE ȘI
REDRESOARE DE PUTERE**

ICPE SAERP S.A.
www.saerp.ro

**Certificare AFER pentru sistemul
de management al
calitatii conform standardului
ISO 9001 : 2008
Certificat AFER Seria
SMC,NR.104**



User Driven Stimulation of Radical New
Technological Steps in Surface Transport

Workshop

Inovare în transportul de suprafață
București, 18.06.2010



ICPE SAERP S.A.
www.saerp.ro





Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



Obiectiv

Realizarea unei surse statice pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale vagoanelor de tramvai care să asigure necesarul de putere cerut de consumatorii vagonului, având fiabilitate ridicată, randament ridicat pentru a minimiza puterea consumat de la rețeaua de alimentare, precum și reducerea masei și a prețului de fabricație.

Aceste cerințe de proiectare sunt optime atât pentru utilizator cât și pentru producător.





Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



Criteriile de evaluare

considerate pentru invertorului de tensiune studiat și realizat sunt:

- prețul de cost;
- costurile de întreținere;
- fiabilitatea;
- consumul de energie, randamentul electric, masa echipamentului;
- nivelul de zgomot;
- costurile depănării - diagnoză, interschimbabilitatea componentelor, folosirea de componente uzuale, durată, etc.

Influența frecvenței de comutare asupra prețului de cost este dedusă prin determinarea costurilor componentelor acționării electrice considerând 4 frecvențe de comutare ale semiconductoarelor.

Frecvența optimă de funcționare calculată este de 15kHz.



Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



Frecvențe joase		Frecvențe ridicate	
Avantaje	Dezavantaje	Avantaje	Dezavantaje
- costuri componente scăzut - pierderi termice mici - nu necesită metode de răcire speciale	- Gabarit mare - Greutate mare - Zgomot ridicat - Consum de Cu ridicat - Componente cu gabarit mare - Influențe EMI importante	- Gabarit redus - Greutate redusă - Zgomot, EMI reduse - Consum de Cu scăzut - Miezuri magnetice ușor de realizat - Componente cu gabarit mic - Randamente $\geq 80\%$ - Fiabilitate ridicată	- componente semiconductoare speciale - pierderi termice crescute - sisteme de răcire speciale

Întotdeauna trebuie ales un optim între gabarit, parametrii funcționali și costuri, fără a afecta fiabilitatea echipamentului.



Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



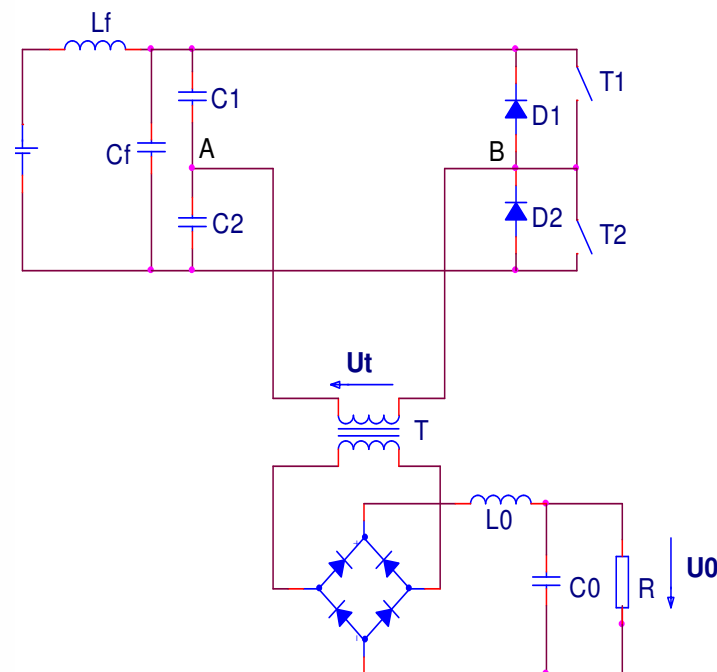
Execuția și încercările experimentale ale unui invertor pentru un vehicul urban alimentat de la rețeaua de 750Vcc

Caracteristici tehnice.

- tensiunea nominală de alimentare $U_{in} = 750V_{cc}$;
- variația maximă a tensiunii de alimentare $(-30 \div +40) \% \cdot U_{in}$;
- curentul maxim absorbit de la linia de contact $\approx 15 Acc$;
- tensiunea de ieșire nominală $U_{en} = 28 V_{cc}$;
- curentul de ieșire nominal $220 Acc$;
- curentul de scurtă durată DA 5% / 60min $280Acc$;
- precizia de menținere a tensiunii nominale de ieșire $U_{en} \pm 2\%$;
- domeniul de reglare al tensiunii de ieșire $25,5V_{cc} \div 29,5 V_{cc}$;
- ondulația maximă a tensiunii de ieșire, $\frac{U_{emax} - U_{emin}}{U_{emax} + U_{emin}} \times 100 \leq 5\%$;
- domeniul de reglaj al curentului de încărcare al bateriei $10Acc \dots 40Acc) \pm 10\%$;
- curentul de ieșire este limitat la I_{emax} $280Acc \pm 10 \%$;
- tensiunea de ieșire minimă, la bornele bateriei, la care sursa se blochează automat $16,8 V_{cc} - 3 \%$;
- tensiunea de ieșire maximă, la bornele bateriei, la care sursa se blochează automat $30 V_{cc} + 3 \%$;
- sursa limitează curentul de suprasarcină sau scurtcircuit la valoarea de $280 Acc \pm 10\%$;
- durata după care sursa se blochează în caz de scurtcircuit sau suprasarcină externă $4sec \div 8sec$;
- sursa este protejată la alimentarea cu polaritate inversă a înaltei tensiunii;
- randamentul la tensiunea de alimentare nominală și curent de ieșire nominal $\geq 85\%$.

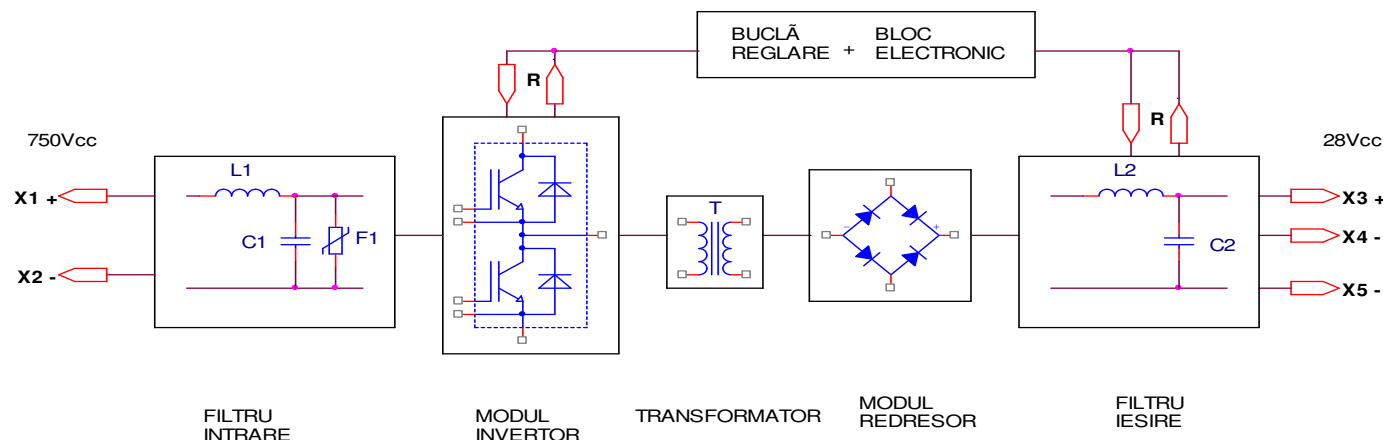
Caracteristici constructive.

- Masa produsului este $150 kg \pm 10\%$.
- Gradul normal de protecție este IP65.
- Cadrul metalic este executat din oțel inox și este vopsit electrostatic.
- Radiatoarele sursei sunt eloxate negru.





Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



Componența sursei este următoarea:

- Filtru de intrare format din inductanța L1, condensatorul C1.
- Modulul inverter în semipunte, care cuprinde:
 - brațul format din tranzistoarele bipolare IGBT, care constituie elementele principale de comutație ale sursei;
 - circuitele de protecție ale tranzistoarelor IGBT constând din: dioda, condensator, rezistor snubber;
 - brațul format din condensatoarele serie, care comută cu tranzistoarele IGBT;
- Transformatorul T. Acesta asigură separarea galvanică între circuitul primar de înaltă tensiune și circuitul de ieșire, precum și adaptarea tensiunii de alimentare la nevoile sarcinii.
- Modulul redresor este un redresor bialternanță, care este alimentat prin intermediul transformatorului cu tensiunea furnizată de modulul inverter.
- Filtrul de ieșire format din inductanța L2, condensatorul C2.
- Blocul electronic primește informațiile de tensiune de intrare și ieșire, precum și informațiile de curent măsurat în circuitul de baterii și în circuitul consumatorilor, furnizând pe baza buclei de reglaj interne impulsurile de comandă pentru tranzistoarele IGBT.

Bucula de reglare asigură limitarea curentului de încărcare al bateriei și limitarea curentului cerut de consumatori. De asemenea, asigură reglarea tensiunii de ieșire și protecția la tensiune maximă și minimă de ieșire.

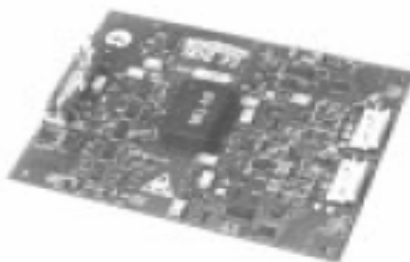


Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



- Convertorul static asigura alimentarea serviciilor auxiliare si încărcarea bateriilor de acumuloare cu tensiunea nominala de 24 Vcc, de pe vagonul de tramvai. Este realizata in tehnologie IGBT cu functionare la inalta frecventa pe principiu PWM si asigura tensiune tampon constanta la bornele bateriei de acumulatori, compensand caderea de tensiune din instalatie.
- Principiul de reglaj ai parametrilor de iesire este realizat cu ajutorul unui sistem cu microprocesor(μP). Microprocesorul realizeaza comanda PWM a tranzistoarelor IGBT pentru a asigura parametrii de iesire ai sursei , prin intermediul traductoarelor de joasa si inalta tensiune , precum si a traductoarelor de curent de sarcina si incarcare a bateriei.
- Valorile tensiunii de alimentare si a tensiunii de iesire, precum si a curentului de sarcina si a celui de incarcare al bateriei sunt cititi permanent si supravegheati de μP .
- Driverul de comandă pe poartă a tranzistoarelor IGBT este un driver performant ce poate funcționa până la frecvențe de 100 kHz și vehicula o sarcină de maxim 9,6 μC pe poartă.
- Pulsurile eliberate de μP și trimise circuitului driver au un interval de gardă între ele, necesar blocării tranzistorului ce a condus. Circuitul driver permite suplimentar setarea acestui parametru.

Driver



μP





Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



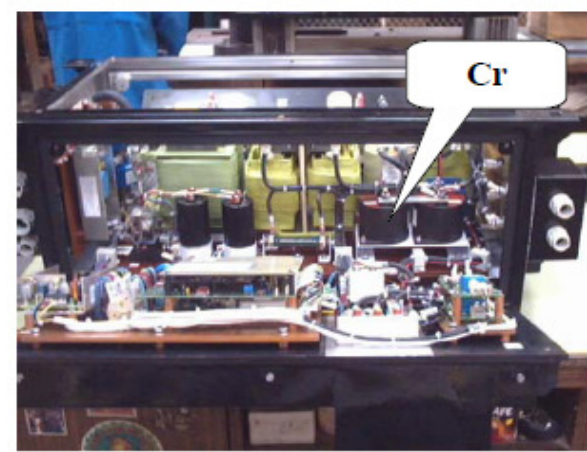
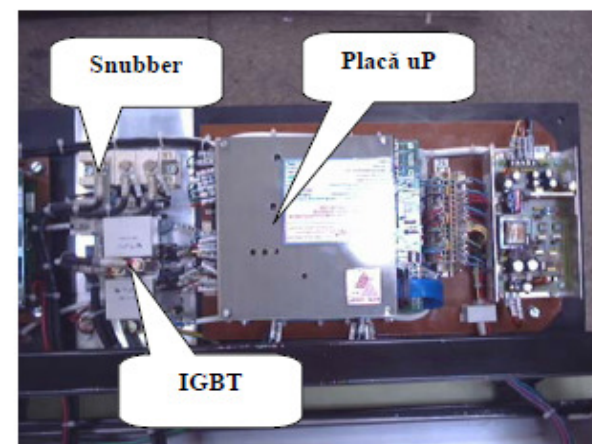
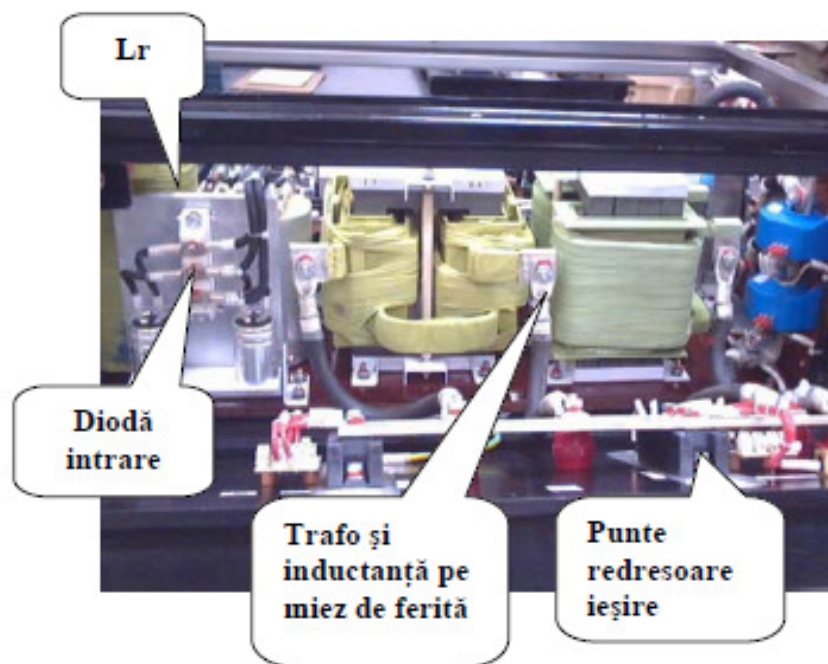
- Tranzistoarele IGBT sunt de ultimă generație, în tehnologie ”*trench*”, având căderea de tensiune la conducția directă și pierderile în comutație foarte mici.
- Tensiunea V_{CEsat} este $\leq 2V$, iar energia disipată la comutație este $\leq 20mJ$.
- Acest lucru permite folosirea modului IGBT la frecvențe ridicate și curenți de sarcină importanți.



Trench IGBT Modules

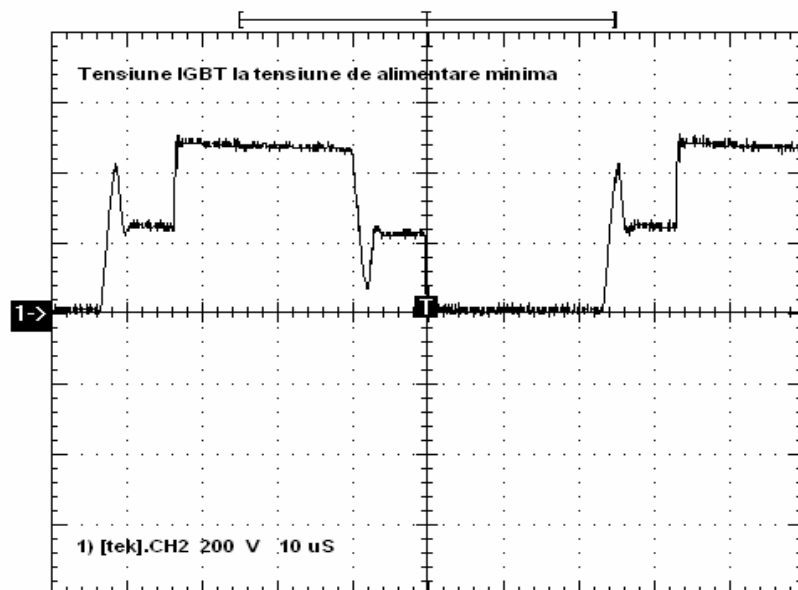


Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor

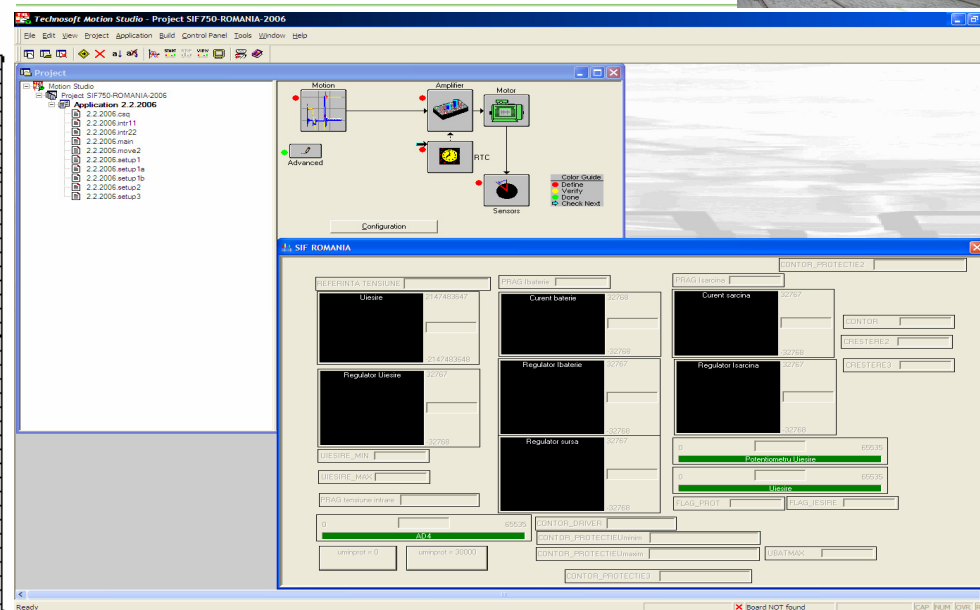




Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



Tensiunea la bornele IGBT-ului



Interfața grafică a softului de programare

Convertizorul funcționează aproape permanent la un curent de sarcină de 160Acc peste care se suprapune curentul de încărcare al bateriilor de 20Acc.

- μP este programat soft, cu un limbaj de nivel înalt, care este foarte prietenos cu utilizatorul. El conține o interfață grafică cu ajutorul căreia se pot vizualiza și înregistra mărimile monitorizate ale sistemului.
- Mărimile impuse se pot modifica în timp real și se pot face și reglaje.
- O programare ulterioară a μP implementează noile mărimi.
- Toate aceste operații durează câteva minute și nu implică imobilizarea vehiculului pe care este montată sursa statică.



Sursă statică pentru alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaielor



👉 Concluzii.

- ⇒ Funcționarea la 15kHz asigură nivelul de zgomot, greutatea și performanțe electrice cerute de beneficiar.
- ⇒ Filtru EMI și interferențe scăzute.
- ⇒ Greutate scăzută.
- ⇒ Fiabilitate ridicată, MTBF > 24.000 ore.
- ⇒ Diagnoză.
- ⇒ Intreținere ușoară și cu costuri reduse.
- ⇒ Miezurile magnetice sunt realizate din ferită.
- ⇒ În condiții de funcționare la temperaturi ambiante de 40°C, simulate în camera climatică, radiatoarele nu depășesc temperatura de 70°C.
- ⇒ Ventilația convertizorului este atât naturală cât și forțată, ca protecție având montate termocontacte de 90°C pe radiatoarele de răcire ale componentelor.
- ⇒ Randament ridicat, la parametri nominali de funcționare este de peste 85%.

Mulțumesc pentru atenție ,Dr.ing. Cătălin GOIA