

## Sisteme de calcul în timp real

– Laboratorul III – Abordarea problemelor de Inginerie Electrică –

### I. Introducere:

Sistemele de reglare automată, se regăsesc în diverse arii disciplinare ale ingineriei. Implementarea acestora, se poate realiza atât cu dispozitive electrice și electronice, cât și cu dispozitive mecanice, pneumatice și hidraulice. În mod preponderent, se dorește implementarea unui sistem hibrid (spre exemplu, atât hidraulic cât și electric), care înglobează și parte electronică. Motivul pentru care se urmărește o astfel de abordare, este cât se poate de simplu și obiectiv, anume, se dorește o implementare care poate fi asistată de calculator cât mai ușor. Digitalizarea sistemelor de reglare, în cele mai multe situații permite re-configurarea strategiei de comandă, modificarea parametrilor de sistem în timp real sau controlul de la distanță al instalației tehnologice. Un alt aspect, ar fi simplitatea procedurii de implementare, deoarece, în cele mai multe cazuri, sistemele de calcul, simplifică radical toată procedura. În trecut, instalațiile de automatizare erau implementate cu dispozitive și componente electronice discrete în mod analogic (ex. cu amplificatoare operaționale). Sistemele de reglare automată actuale, folosesc atât sisteme microprogramabile de calcul cât și circuite cu porți și arii de porți logice programabile (eng. Field Programmable Gate Arrays). Mai mult, sistemele de reglare asistate de calculator (sau de sisteme numerice reprogramabile) pot fi reprogramate permițând astfel re-configurarea strategiei de comandă. Un alt aspect important de menționat ar fi posibilitatea de inter-conectare a echipamentelor constitutive ale unui sistem de reglare cu alte dispozitive și echipamente compatibile. Comunicațiile între echipamente, joacă un rol deosebit de important, mai ales în sistemele industriale de monitorizare, control și achiziții de date (eng. Supervisory Control and Data Acquisition). Astfel, un sistem de reglare automată devine mult mai flexibil odată cu implementarea lui pe bază de logică microprogramabilă.

În automată, rolul unui sistem de calcul în componența instalațiilor de reglare, este de a îndeplini următoarele funcții:

- achiziție de date de la senzori (traductoare);
- generare a semnalului de comandă;
- ajustare de mărimi conform strategiei prescrise;
- realizare de legături între parametrii de intrare și ieșire ai sistemului (prin intermediul strategiei de comandă și control);

În funcție de necesitățile impuse de aplicație, și de complexitatea sistemului de reglare, se optează pentru două variante fundamentale de construcție și implementare:

- sistemele cu comandă și reglare în buclă deschisă;
- sistemele de control în buclă închisă;

Sistemele în buclă deschisă, reprezintă cea mai simplă formă de implementare a unui sistem de reglare automat, deoarece, nu se urmărește menținerea mărimii de ieșire la o anumită valoare. Astfel, se poate afirma faptul că, un sistem în buclă deschisă, nu este un sistem adaptiv la schimbări sau perturbații externe. Componența unui astfel de sistem, constă într-un element de execuție și o mașină de lucru sau instalație / proces tehnologic.

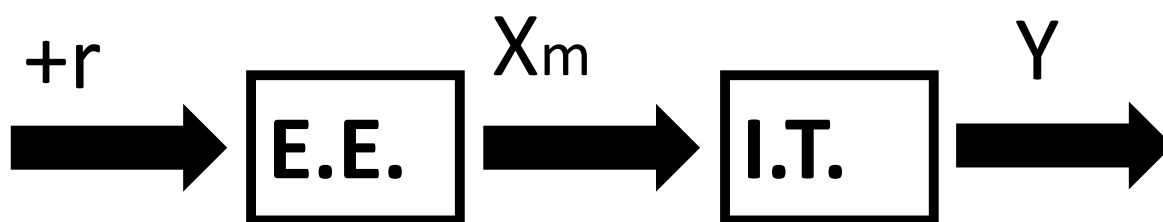


Fig. 1 – Sistem de reglare automată în buclă deschisă

Simbol	Denumire
+r	Referință
$X_m$	Mărimea de intrare a instalației tehnologice
Y	Mărimea de ieșire a sistemului (instalației)
E.E.	Element de execuție
I.T.	Instalație tehnologică

Sistemele în buclă închisă, mențin mărimea de ieșire la valoarea de referință impusă, adaptând mărimea de comandă astfel încât perturbațiile introduse să fie contracarate. Sistemele în buclă închisă sunt auto-adaptive datorită existenței regulatorului în componența sa. Rolul regulatorului în structura de control este de a calcula valoarea potrivită a mărimumi de comandă în funcție de situația care apare în sistem (ex. creșterea tensiunii de ieșire la variația impedanței sarcinii).

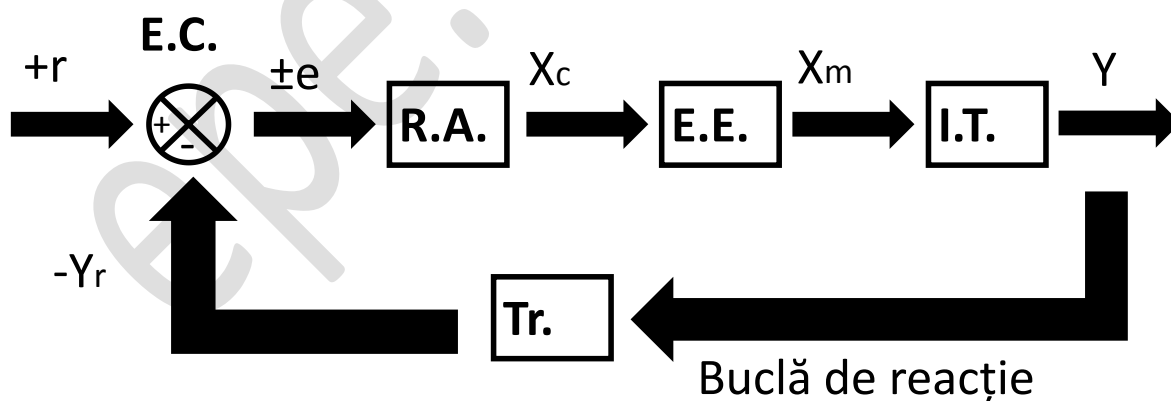


Fig. 2 - Sistem de reglare automată în buclă închisă

Simbol	Denumire
+r	Referință
$\pm e$	Eroare
Xc	Mărima de ieșire a regulatorului
Xm	Mărima de intrare a instalației tehnologice
Y	Mărima de ieșire a sistemului (instalației)
-Yr	Mărima de reacție
E.C.	Element comparator
R.A.	Regulator automat
E.E.	Element de execuție
I.T.	Instalație tehnologică
Tr.	Traductor / senzor

## II. Implementare:

În vederea testării unui sistem de reglare automat în buclă închisă, se va utiliza un convertor coborâtor de tip „Buck” sincron, având două elemente comutatoare comandate în antifază. Convertorul va fi utilizat pentru a stabili tensiunea de la ieșire indiferent de perturbațiile care apar în timpul funcționării (ex. modificarea impedanței de sarcină sau modificarea tensiunii de alimentare a convertorului).

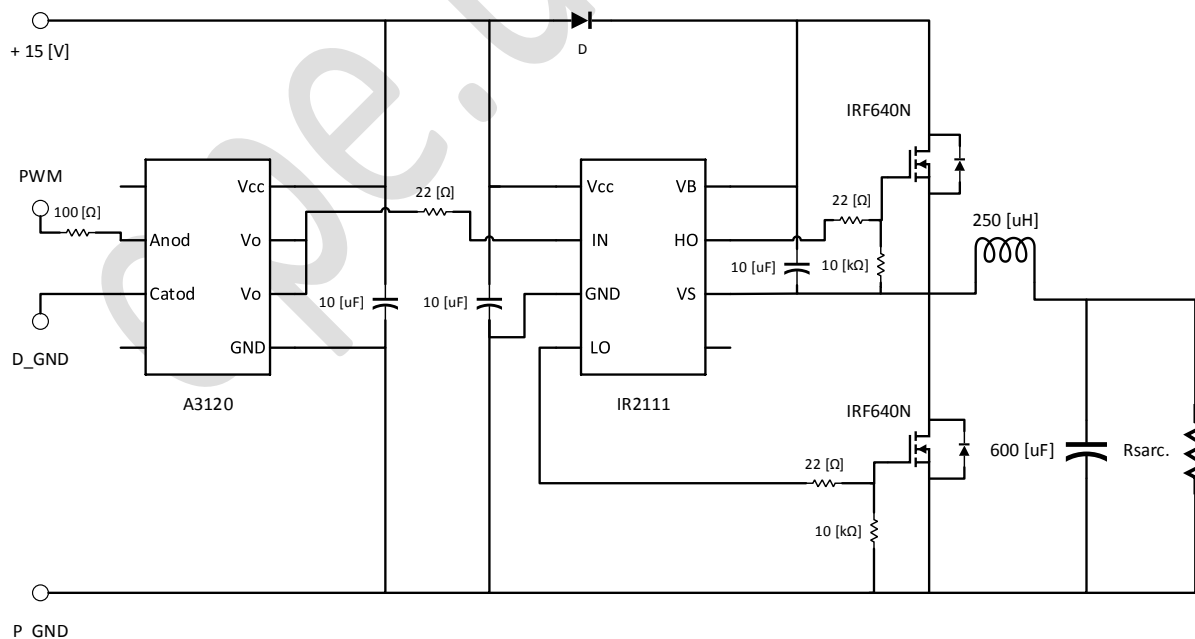


Fig. 3 – Topologia convertorului coborâtor de tensiune „Buck” sincron

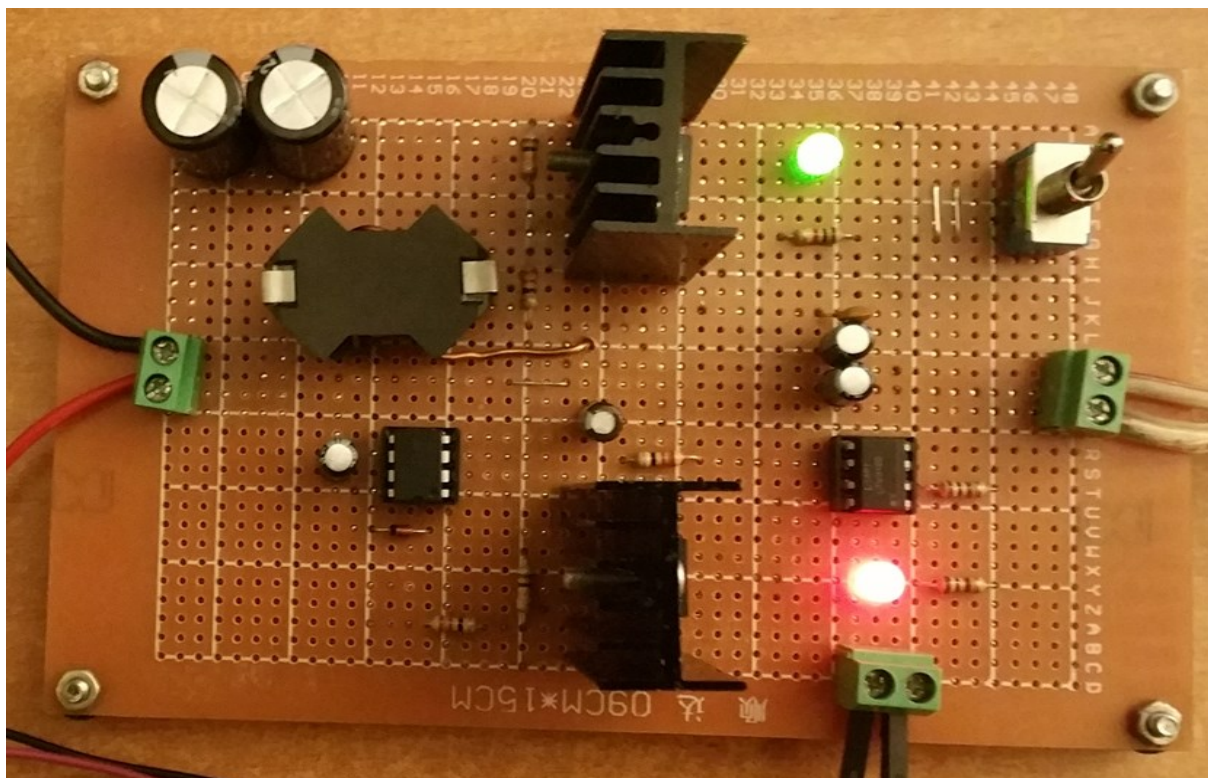


Fig. 4 – Convertorul coborâtor de tensiune

Pentru a observa efectele apărute în urma stabilizării tensiunii de la ieșire, sunt necesari patru traductori, anume, doi pentru măsurarea tensiunii de intrare și de ieșire iar doi pentru măsurarea curentului de intrare și de ieșire. În vederea observării mărimilor de intrare, este necesară, introducerea unui etaj de filtrare de tip „L – C” pentru a elimina zgomotul cauzat de procesul de comutație (convertorul este o sursă în comutație).

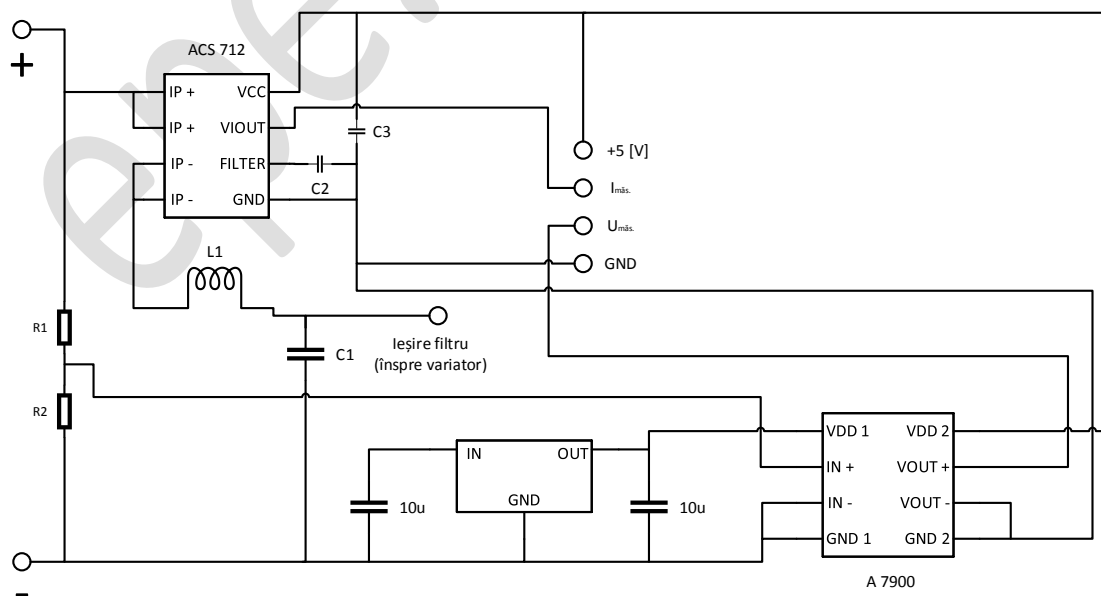


Fig. 5 – Topologia etajului de filtrare „L – C”

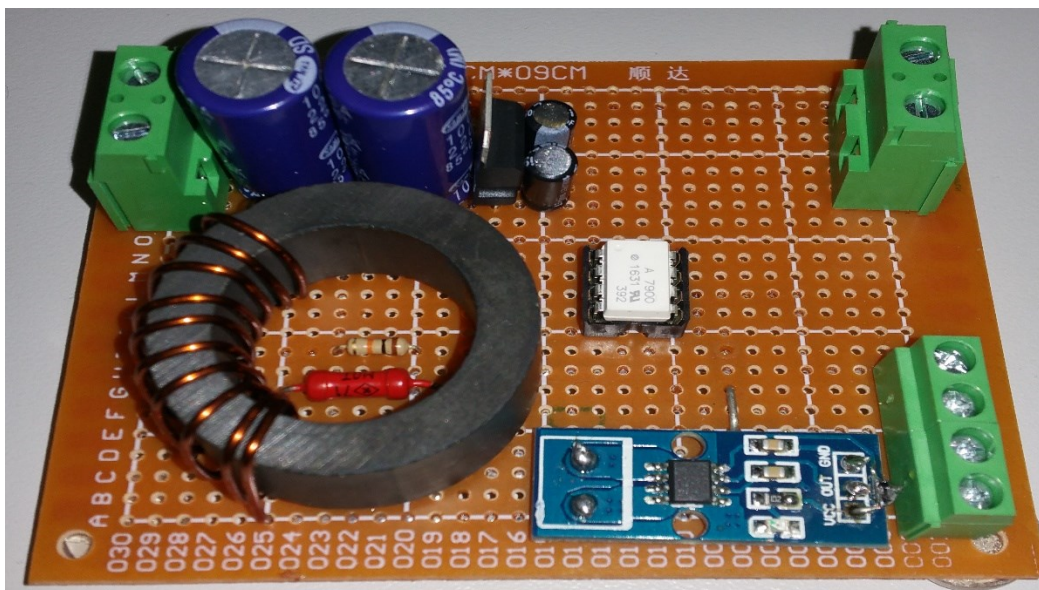


Fig. 6 – Etajul de filtrare „L – C”

Traducătorii de măsură pentru curent funcționează pe baza efectului Hall fiind astfel izolați galvanic, iar traducătorii de măsură pentru tensiune, reprezintă amplificatoare operaționale izolate galvanic, având la intrare un divizor rezistiv cu un raport de divizare cunoscut. Astfel, sistemul de calcul este complet protejat de valorile mari ale tensiunilor și curenților, care ar putea cauza defecțiuni și anomalii în funcționare.

De asemenea, este necesară o gestionare a încărcării convertorului la ieșire (mai precis o gestionare a consumului de curent la ieșire). Pentru a realiza acest lucru, este necesară utilizarea unui dispozitiv de tip „sarcină electronică programabilă”.

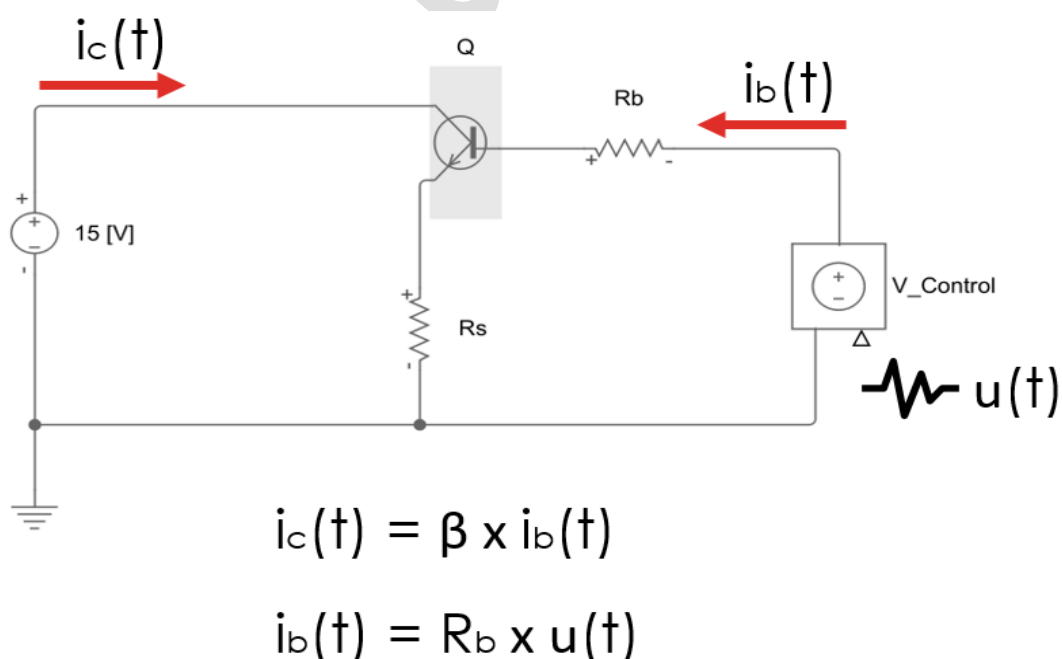


Fig. 7 – Schema de principiu pentru o sarcină electronică programabilă

O sarcină electronică programabilă poate fi realizată în modul cel mai simplu, prin înserierea circuitului „colector – emitor” al unui tranzistor bipolar cu o rezistență de putere. Prin intermediul nivelului curentului furnizat în baza tranzistorului, poate fi controlat curentul total absorbit de către întreg ansamblul tranzistor + rezistor de putere.

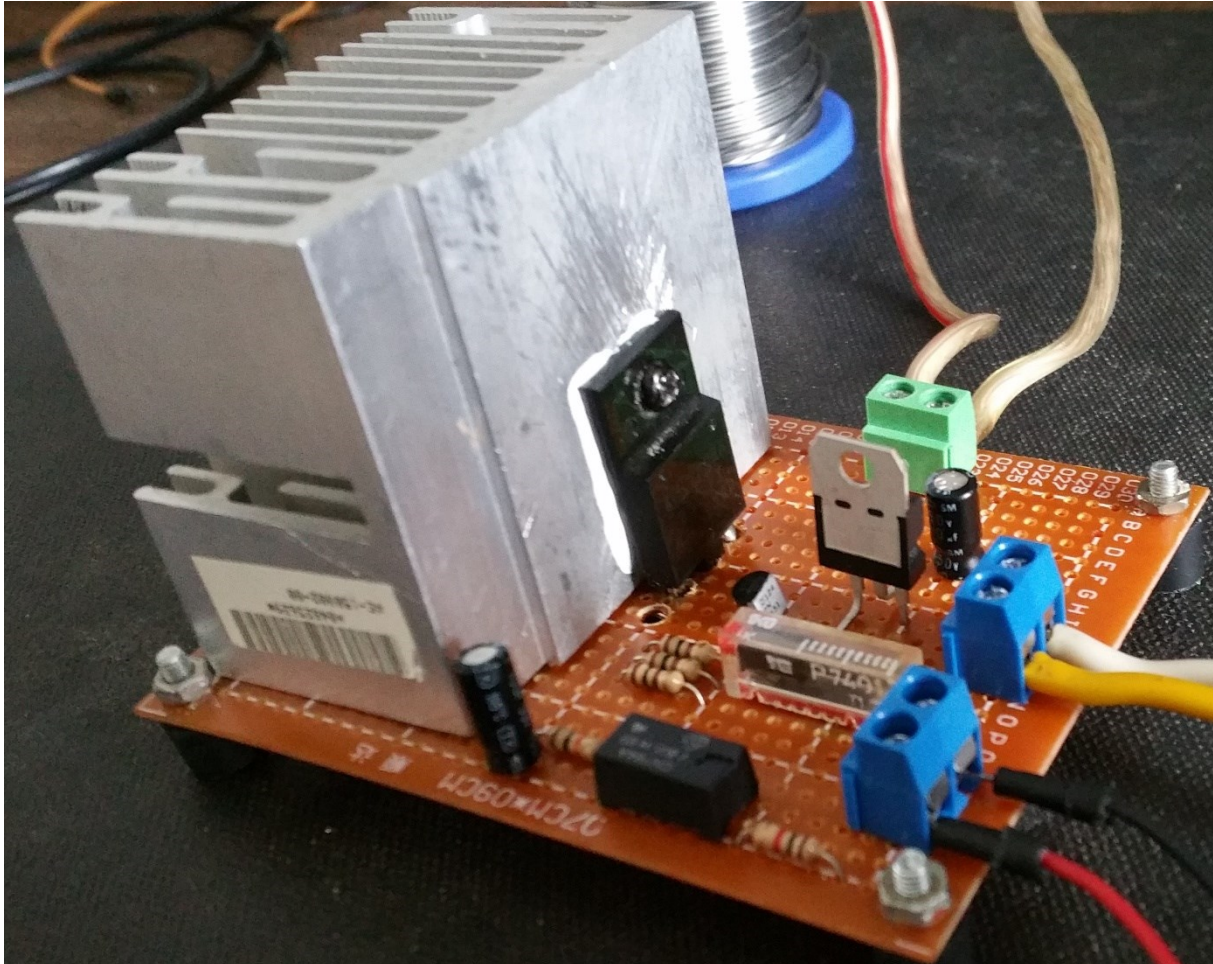


Fig. 8 – Sarcină electronică programabilă

Astfel, pe baza dispozitivelor enumerate, și a unui sistem de calcul cu microcontroller (de tip Arduino) și pe baza unui calculator gazdă care rulează mediul de simulare Matlab – Simulink împreună cu pachetul de comunicare „Arduino IO”, se va concepe strategia de control pentru stabilizarea tensiunii de ieșire. Analiza comportamentului sistemului digital de reglare și stabilizare a tensiunii poate fi realizată prin intermediul modelului Simulink, plasând sistemul de reglare în diverse scenarii, precum:

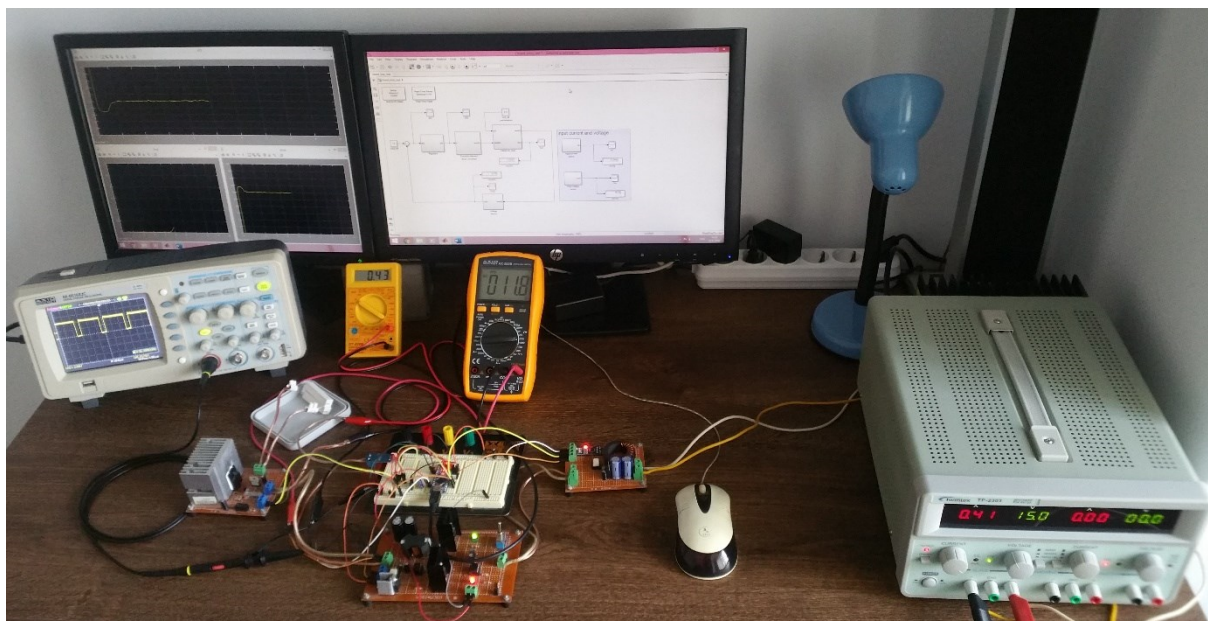
- modificarea nivelului tensiunii de alimentare a aconvertorului;
- modificarea impedanței consumatorului la ieșire;
- modificarea tensiunii de referință;

În acest sens se propune următorul montaj experimental, care conține:

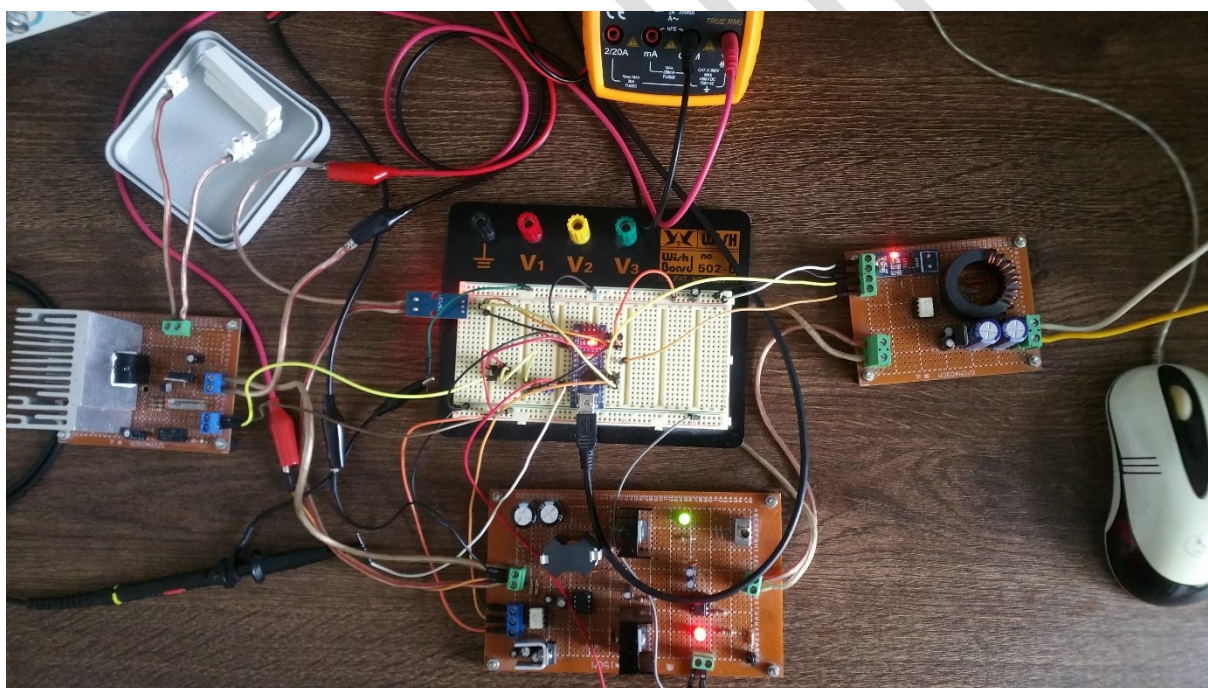
- sursă de alimentare de laborator;
- aparate de măsură (osciloscop, ampermetru, voltmetru);
- sistem de calcul (calculator gazdă + platforma de dezvoltare Arduino);

Realizat de: Asist. drd. Pintilie Lucian - Nicolae  
Pentru disciplina: „Sisteme de calcul în timp real”  
Adresă de e-mail: [Lucian.Pintilie@emd.utcluj.ro](mailto:Lucian.Pintilie@emd.utcluj.ro)





A.



B.

Fig. 9 – Montaj experimental (filtru de intrare + convertor + sarcină electronică)

- În cazul de față, sistemul de reglare automat al tensiunii de ieșire se compune din:
- Filtru „L – C” și convertorul coborâtor de tensiune (care reprezintă elementul de execuție);
  - Sarcina electronică programabilă (care reprezintă instalația tehnologică deservită);
  - Sistemul de calcul (care se compune din calculatorul gazdă + platforma Arduino);
  - Traductorii de curent și tensiune

Realizat de: Asist. drd. Pintilie Lucian - Nicolae  
Pentru disciplina: „Sisteme de calcul în timp real”  
Adresă de e-mail: [Lucian.Pintilie@emd.utcluj.ro](mailto:Lucian.Pintilie@emd.utcluj.ro)



- Regulatorul automat, comparatorul și mărimea de referință constituie elemente de control ale modelului Matlab – Simulink;

Sistemul astfel conceput are următoarea schemă de principiu:

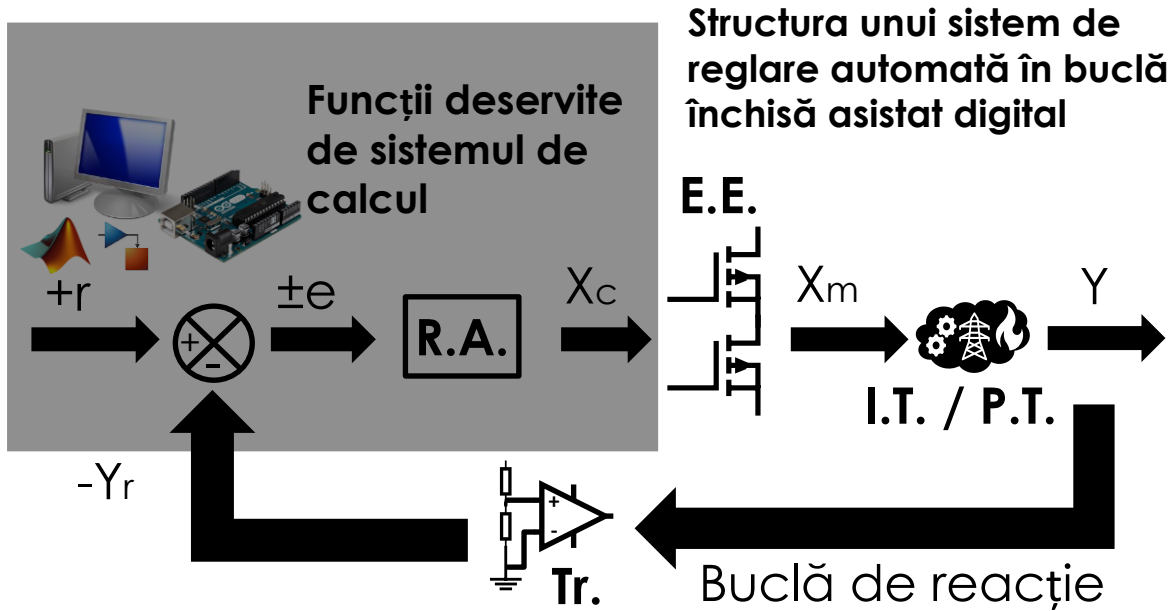


Fig. 10 – Schema de principiu a unei surse stabilizată de tensiune

Pe baza schemei de principiu, se va realiza următorul model Matlab – Simulink:

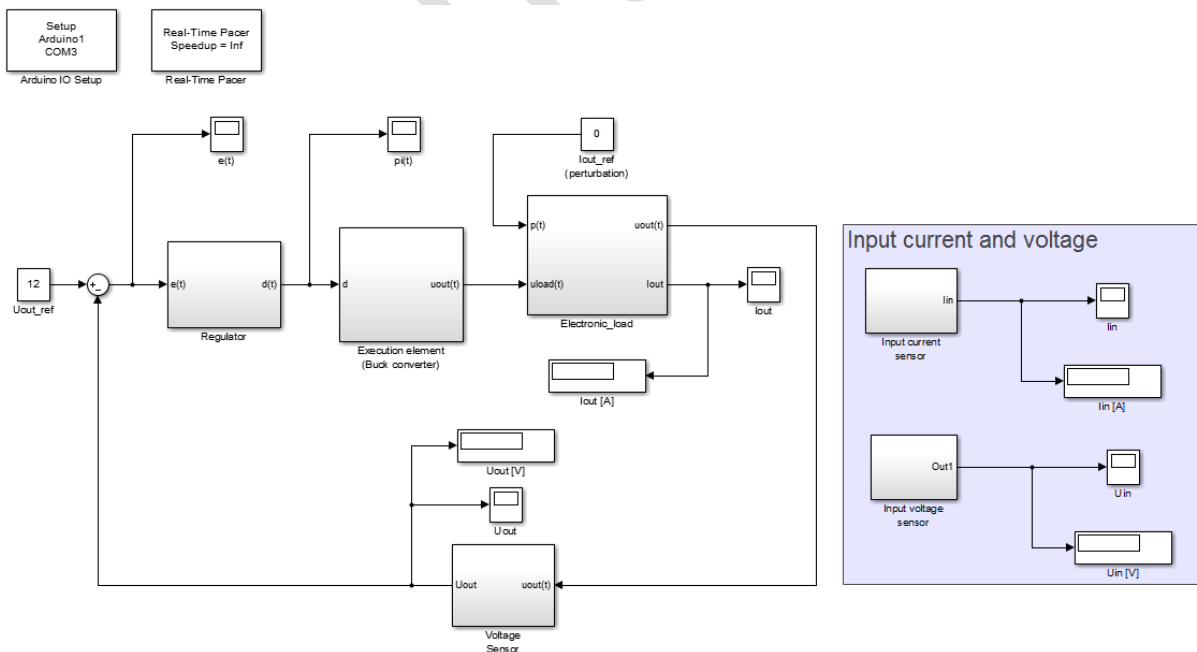


Fig. 11 – Modelul de control Matlab – Simulink având tensiunea de referință 12 [V]



În modelul actual, următorii parametrii pot fi controlați:

- tensiunea de referință;
- curentul absorbit de sarcină;

De asemenea, următoarele mărimi pot fi vizualizate:

- tensiunea de intrare;
- tensiunea de ieșire;
- curentul de intrare;
- curentul de ieșire;
- evoluția în timp a erorii;
- evoluția în timp a factorului de umplere;

Evoluția în timp a tensiunii de ieșire poate fi observată în următorul grafic:

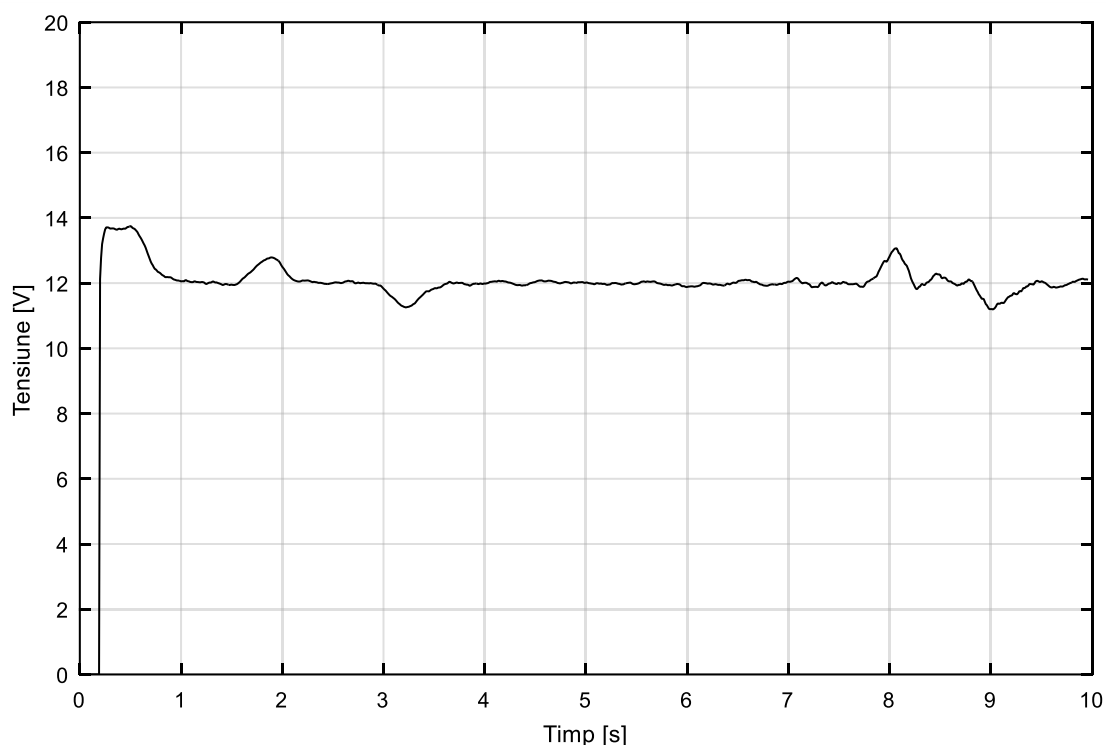


Fig. 12 – Evoluția tensiunii de la ieșire în funcție de:  
- variația tensiunii de intrare (intervalul 0 – 4 secunde)  
- variația sarcinii de la ieșire (intervalul 4 – 10 secunde)

### III. CONCLUZII:

1. Sistemele de calcul pot deservi aplicații complexe și de puteri mari, atâta timp cât intrările și ieșirile acestuia sunt echipate cu circuite de interfațare precum convertoare electronice de putere sau circuite de amplificare / formare (pentru semnalele furnizate de traductoare);
2. Sistemele de reglare automată în buclă închisă sunt sisteme auto – adaptive și asigură astfel prin intermediul regulatorului menținerea mărimii reglate în jurul valorii de referință!

#### IV. BIBLIOGRAFIE:

1. Michigan University – Control Tutorials and Matlab – Simulink – ArduinoIO:

[http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Activities\\_IOPack](http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Activities_IOPack)

2. MathWorks – Legacy MATLAB and Simulink Support for Arduino:

<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/32374-legacy-matlab-and-simulink-support-for-arduino>

3. Biblioteca UTCLUJ – Editura UTPress Cluj-Napoca – „Sisteme Embedded în Inginerie Electrică” – Ioana – Cornelia GROS, Lucian – Nicolae PINTILIE, Teodor Crișan PANĂ; ISBN: 2020

ISBN 978-606-737-431-5; <https://biblioteca.utcluj.ro/files/carti-online-cu-coperta/431-5.pdf>