

# SISTEME DE CALCUL ÎN TIMP REAL

Laboratorul II – Abordarea problemelor de Inginerie Electrică

Drd. Ing. Pintilie Lucian – Nicolae  
e-mail: [Lucian.Pintilie@emd.utcluj.ro](mailto:Lucian.Pintilie@emd.utcluj.ro)



# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN REGLAREA AUTOMATĂ

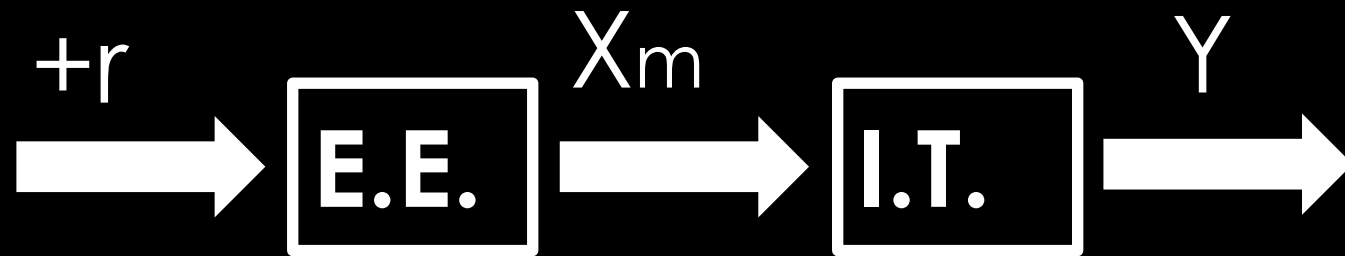
# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN REGLAREA AUTOMATĂ

- Sistemele de calcul în electronica de putere și în instalațiile de acționare electrică îndeplinesc următoarele funcții:
  - ✓ Achiziționează informația de la cel puțin un traductor;
  - ✓ Furnizează mărimea de comandă elementului de execuție;
  - ✓ Adjustează mărimea de control conform strategiei prescrise;
  - ✓ Realizează legătura între mărimile de intrare și ieșire;

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN REGLAREA AUTOMATĂ

- Conform noțiunilor elementare de automatică, există două mari categorii ale sistemelor de reglare:
  - ✓ Sistem cu comandă și reglare în buclă deschisă;
  - ✓ Sistem de control în buclă închisă;

# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ DESCHISĂ



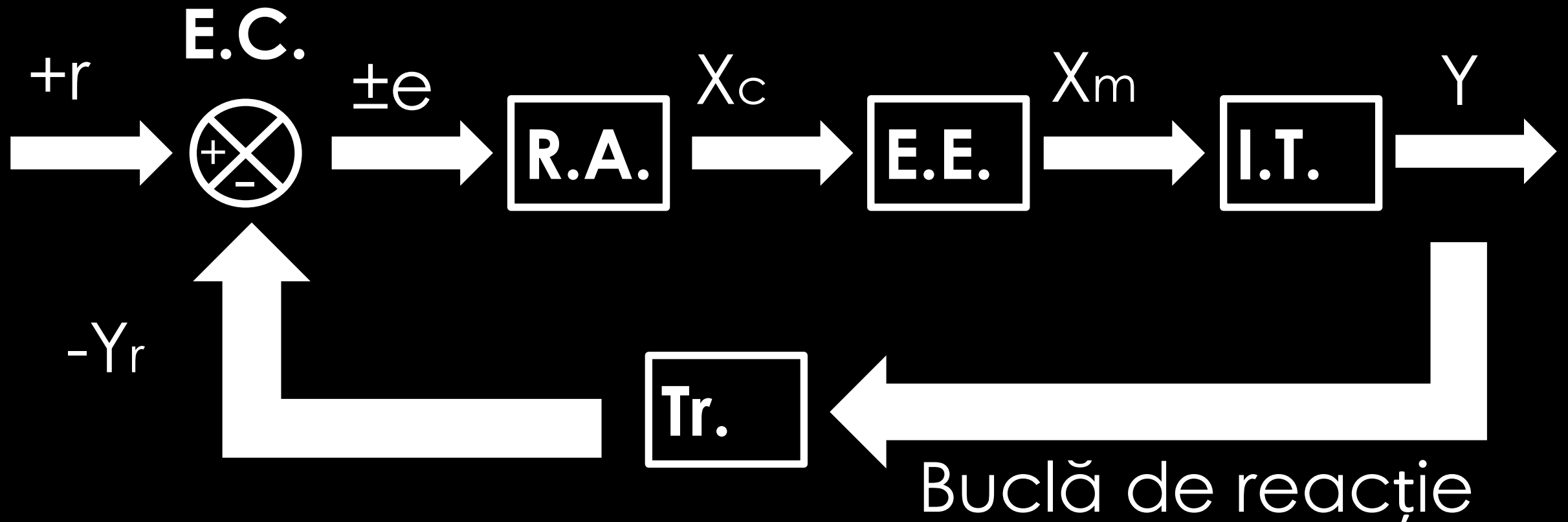
# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ DESCHISĂ

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

# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ DESCHISĂ

- Câteva caracteristici definitorii ale sistemelor cu comandă în buclă deschisă:
  - ✓ Mărimea de ieșire poate fi influențată de perturbații, iar sistemul nu se adaptează la schimbare (ex. tensiunea de la ieșirea unei surse ne-stabilizată poate scădea dacă rezistența sarcinii scade și apare o cerere de curent mai mare);
  - ✓ Mărimea de ieșire este controlată indirect, de un alt parametru (ex. factorul de umplere al unui semnal modulat în lățime controlează valoarea medie a tensiunii – principiul VTC);

# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ ÎNCHISĂ





# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ ÎNCHISĂ

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

# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ ÎNCHISĂ

- Câteva caracteristici definitorii ale sistemelor cu control în buclă închisă:
  - ✓ Mărimea de ieșire **NU** poate fi influențată de perturbații, iar sistemul **SE ADAPTEAZĂ** la schimbare (ex. tensiunea de la ieșirea unei surse stabilizată **NU poate scădea** indiferent de variația sarcinii. În cazul unei surse în comutație sistemul va crește factorul de umplere al semnalului de comandă astfel încât tensiunea să rămână aceeași iar consumul de curent să fie compensat – principiul stabilizatoarelor de tensiune). Regulatorul automat (ex. proporțional – integrator) calculează în mod dinamic factorul de umplere necesar pentru a deservi fiecare situație;
  - ✓ Mărimea de ieșire este impusă prin intermediul referinței în unitatea de măsură a mărimii reglată (ex. impunerea tensiunii de referință).



# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

- În cadrul sistemelor de acționare și a convertoarelor electronice de putere, avem următoarea semnificație a elementelor din schema de reglare automată:
  - ✓ Regulatorul automat – este sistemul de calcul + strategia;
  - ✓ Elementul de execuție – este convertorul + sarcina;
  - ✓ Instalația / procesul tehnologic(ă) – este întreg aparatul;
  - ✓ Traductorul – este orice senzor atașat la sistemul de calcul;
  - ✓ Elementul de comparație – se regăsește în strategia de control;

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

- Astfel, un sistem de calcul, poate rezolva o problemă de control asistat de calculator în timp - real, fie că sistemul funcționează în buclă deschisă, fie că sistemul funcționează în buclă închisă. Câteva exemple de aplicații ar fi:
  - ✓ Comanda stării unui bec incandescent;
  - ✓ Variația turației / intensității luminoase;
  - ✓ Controlul în buclă închisă auto-adaptiv al intensității luminoase;

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

- Pentru ca un sistem de calcul să poată deservi aplicațiile de control enumerate, este absolut necesară echiparea acestuia cu traductoare și etaje de forță în vederea furnizării mărimilor de comandă și control. Astfel se delimitează două circuite:
  - ✓ Etajul / circuitul de comandă;
  - ✓ Etajul / circuitul de forță;

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

- Circuitul de forță, reprezintă un etaj dintr-o topologie complexă, în care se vehiculează semnale de putere mare (ex. cureți, tensiuni);
- Circuitul de comandă, reprezintă un etaj dintr-o topologie complexă, care are ca scop, furnizarea / vehicularea unor semnale de curent sau tensine de valori semnificativ reduse. Rolul semnalelor vehiculate sau produse de / în aceste circuite este de a asigura „Legea de variație” pentru parametrii semnalului de putere mare / vehiculat în etajul de forță.

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

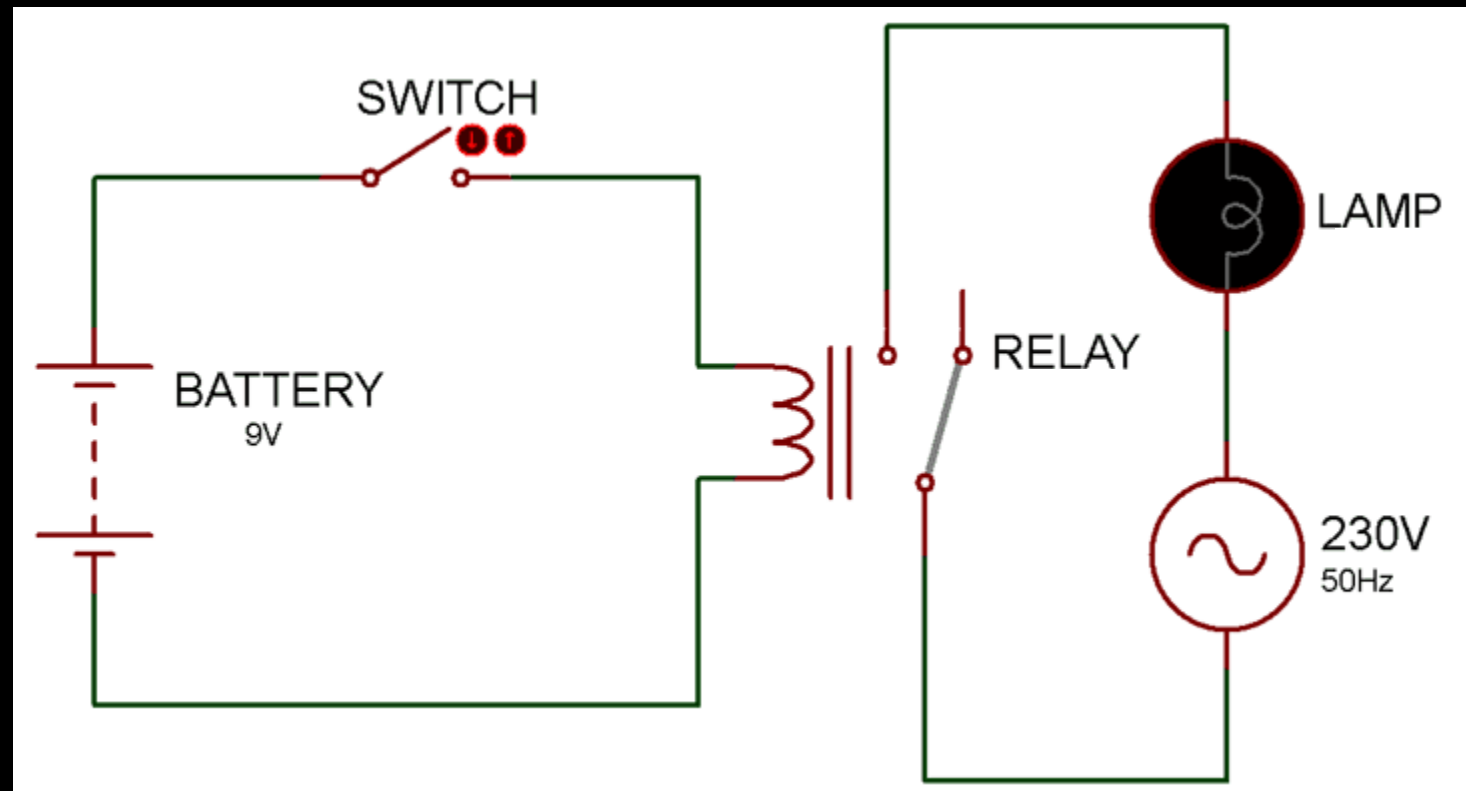
- Cu ajutorul etajelor de comandă și de forță, un sistem de calcul, poate deservi reglajul digital asistat de calculator al unei mărimi fizice (ex. reglajul digital al intensității luminoase);
- Astfel, intrările și ieșirile de semnal ale unui sistem de calcul, pot fi utilizate în scopul deservirii unei aplicații complexe;
- În acest sens, în practică, se apelează la „soluții de interfațare” a aplicației / procesului fizic, cu sistemul digital de calcul;
- Soluțiile de interfațare, sunt reprezentate de CONVERTOARE ELECTRONICE DE PUTERE;



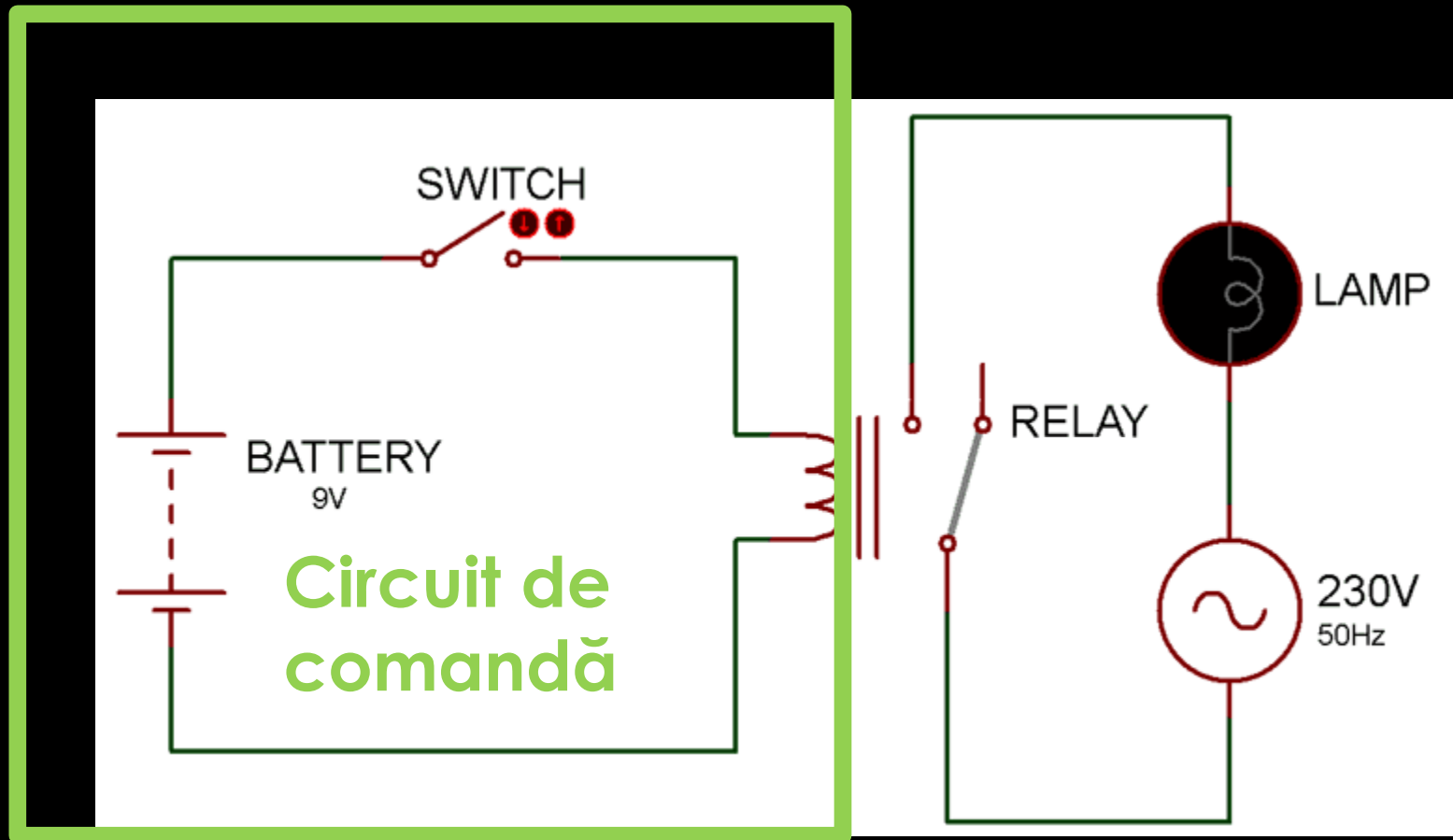
# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

- Două dintre cele mai des utilizate soluții pentru interfațarea aplicației cu sistemul de calcul, pe partea de comandă sunt:
  1. Circuitele pe bază de relee;
  2. Circuitele pe bază de tranzistoare (ex. variatorul de tensiune);
- ✓ Releul este cel mai simplu comutator comandat electric;
- ✓ Variatorul de tensiune continuă este cel mai simplu convertor electronic comandat, având un singur element comutator;

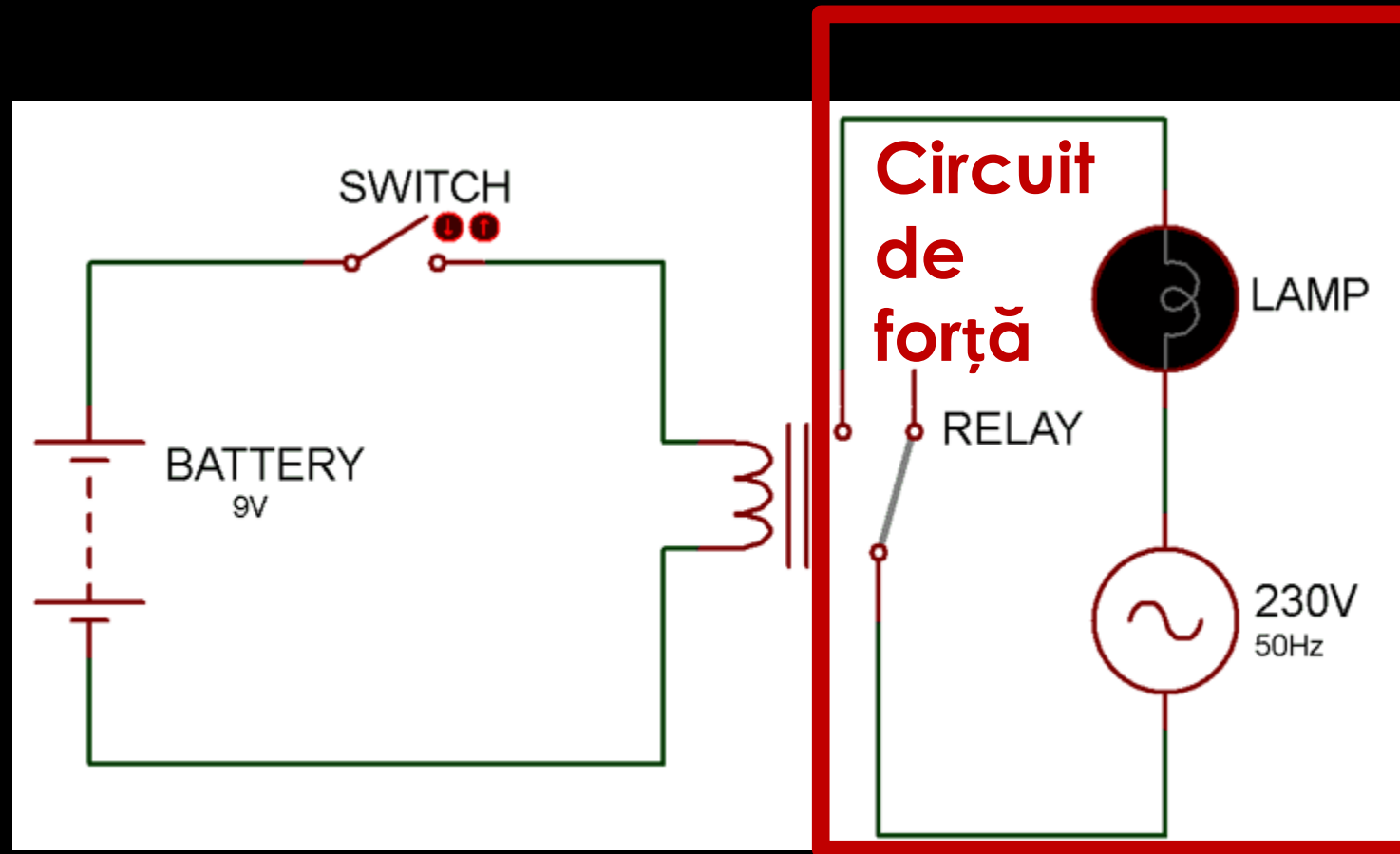
# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - CIRCUITE PE BAZĂ DE RELEE -



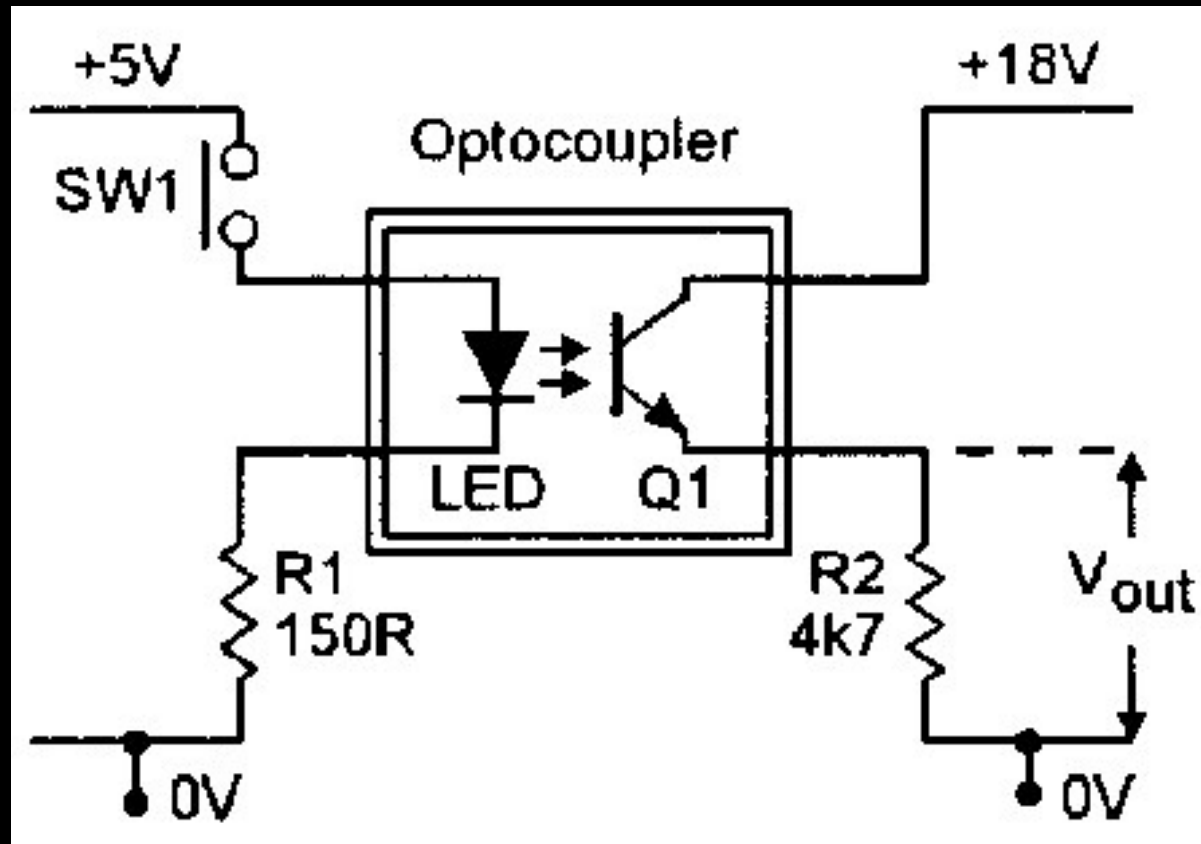
# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - CIRCUITE PE BAZĂ DE RELEE -



# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - CIRCUITE PE BAZĂ DE RELEE -

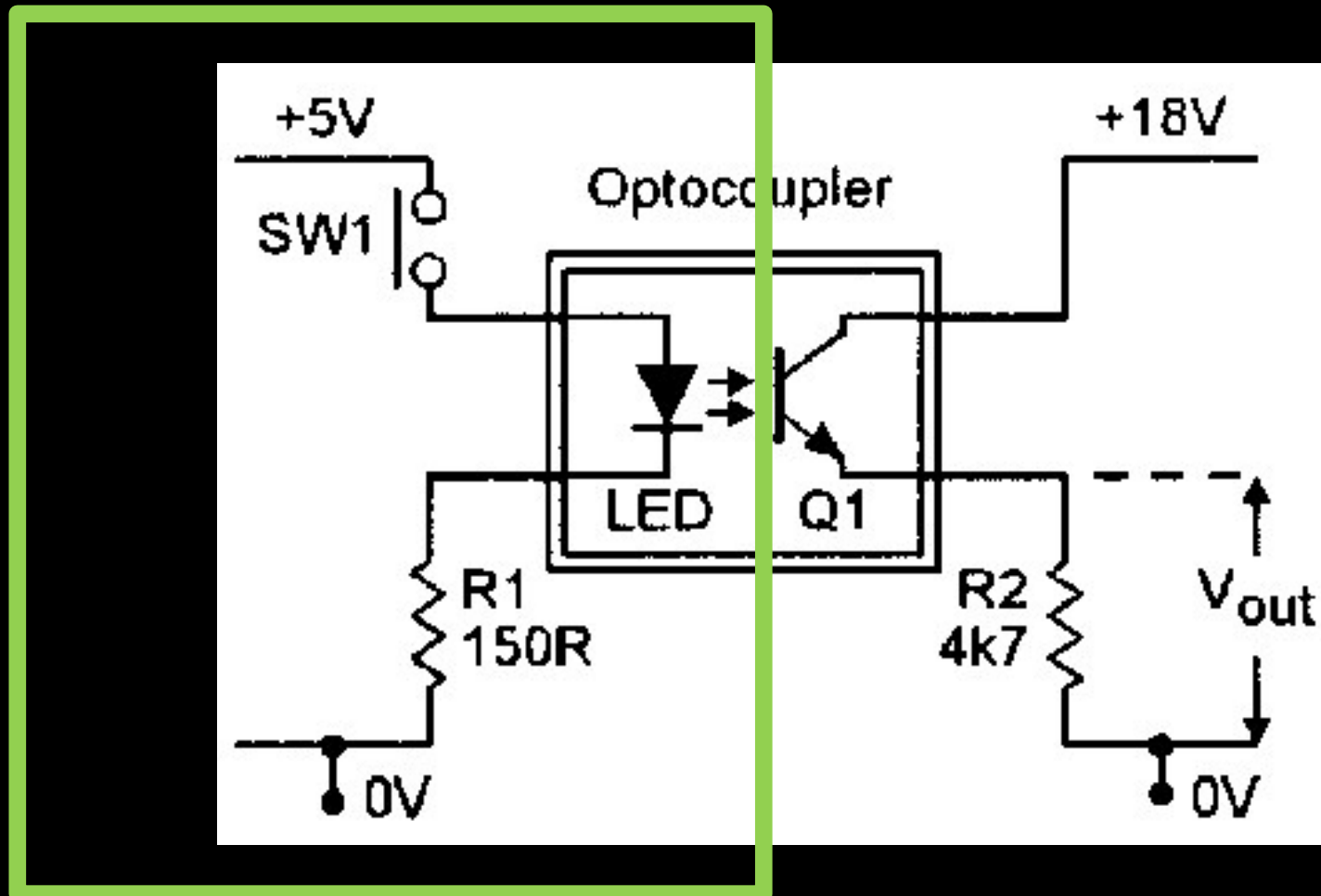


# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - CIRCUITE CU OPTOCUPLOARE -

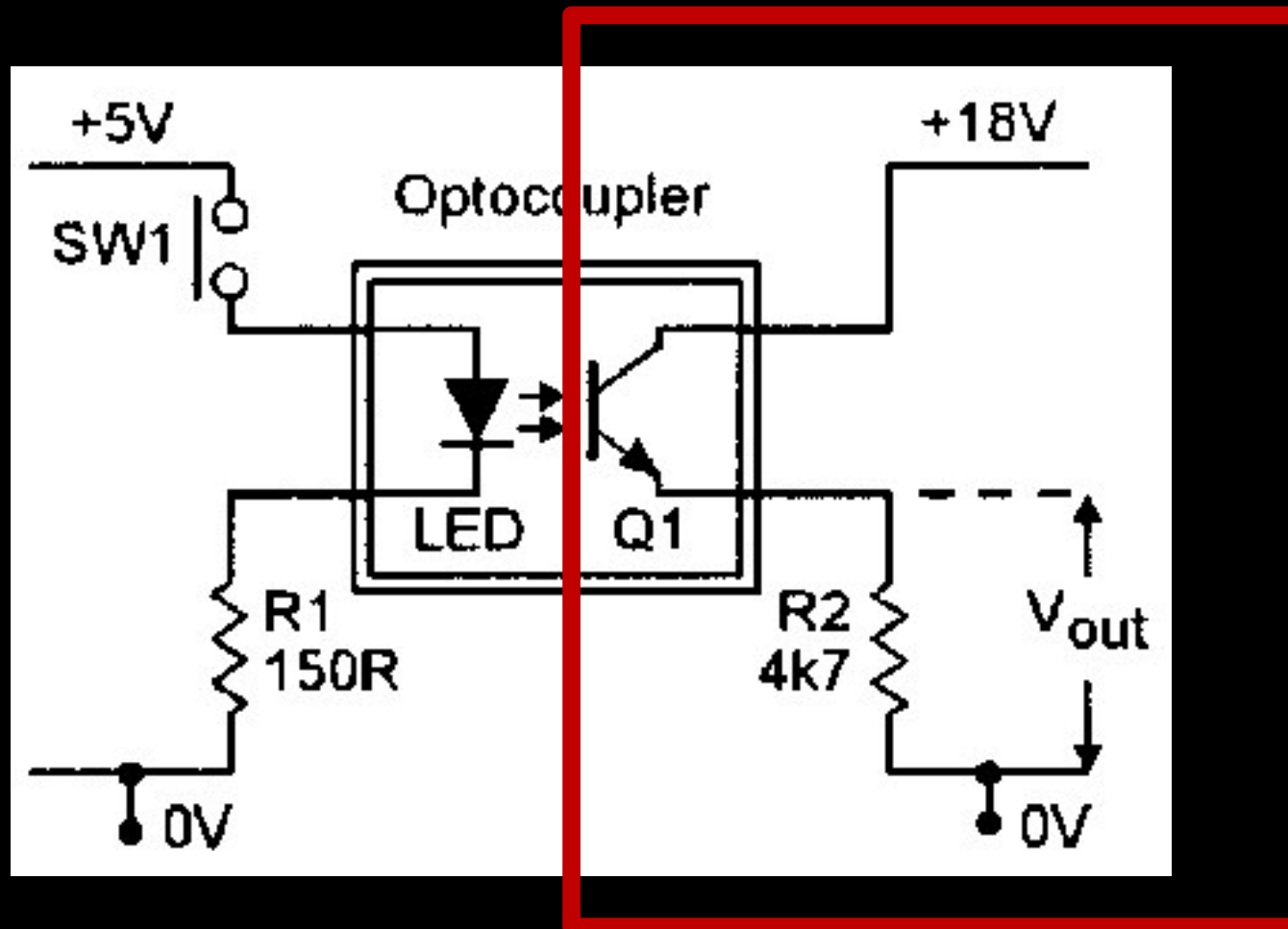


# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - CIRCUITE CU OPTOCUPLOARE -

Circuit de  
comandă

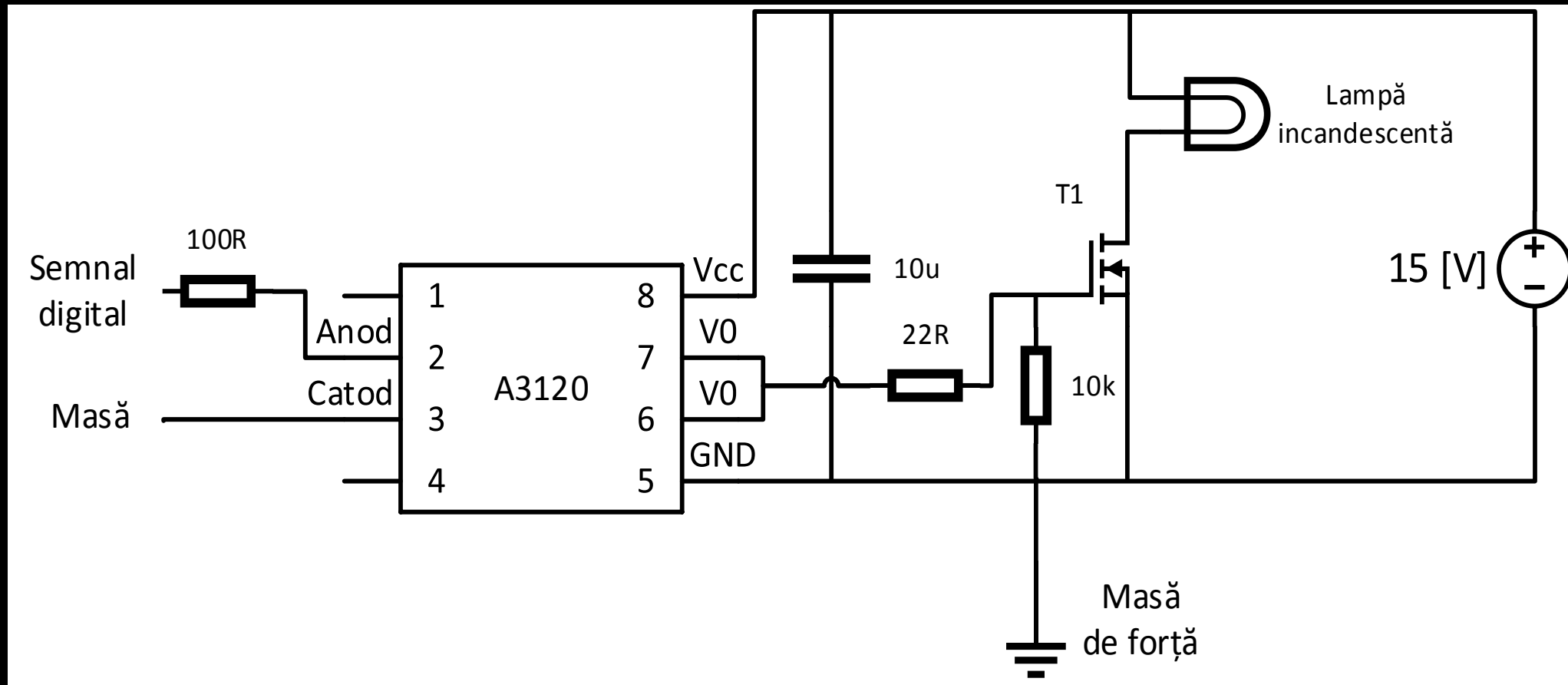


# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - CIRCUITE CU OPTOCUPLOARE -



**Circuit de  
forță**

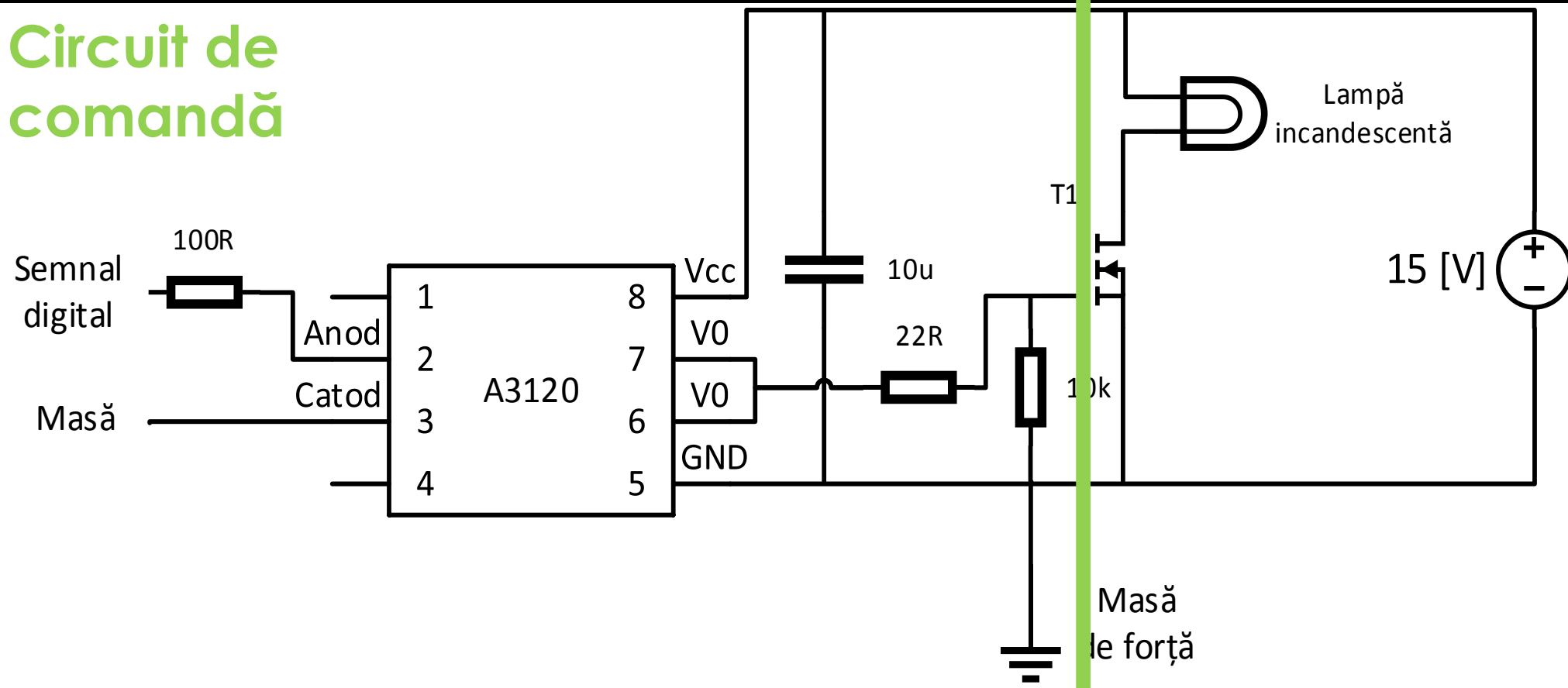
# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - VARIATORUL DE TENSIUNE CONTINUĂ -



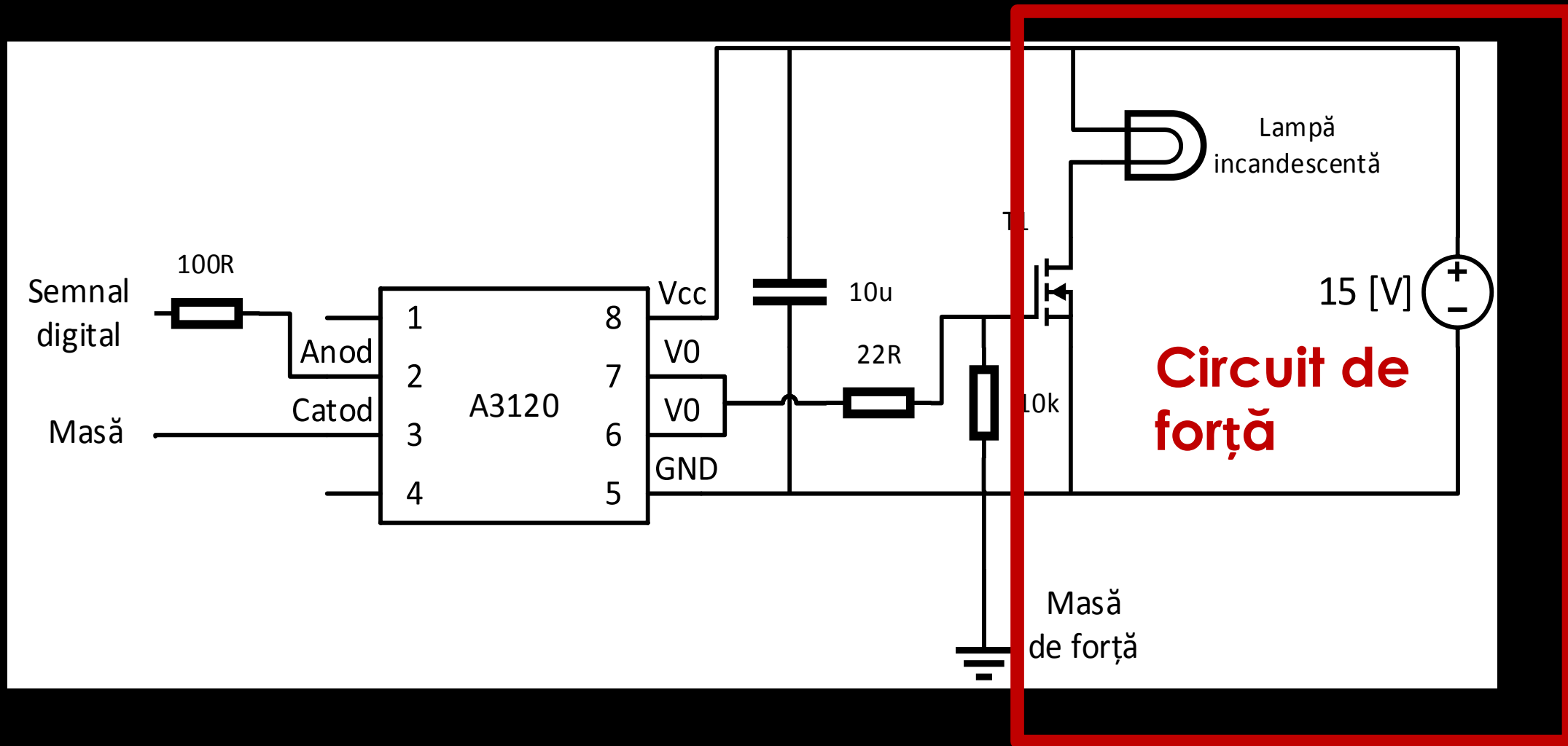


# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - VARIATORUL DE TENSIUNE CONTINUĂ -

## Circuit de comandă



# CIRCUIT DE FORȚĂ ȘI CIRCUIT DE COMANDĂ - VARIATORUL DE TENSIUNE CONTINUĂ -

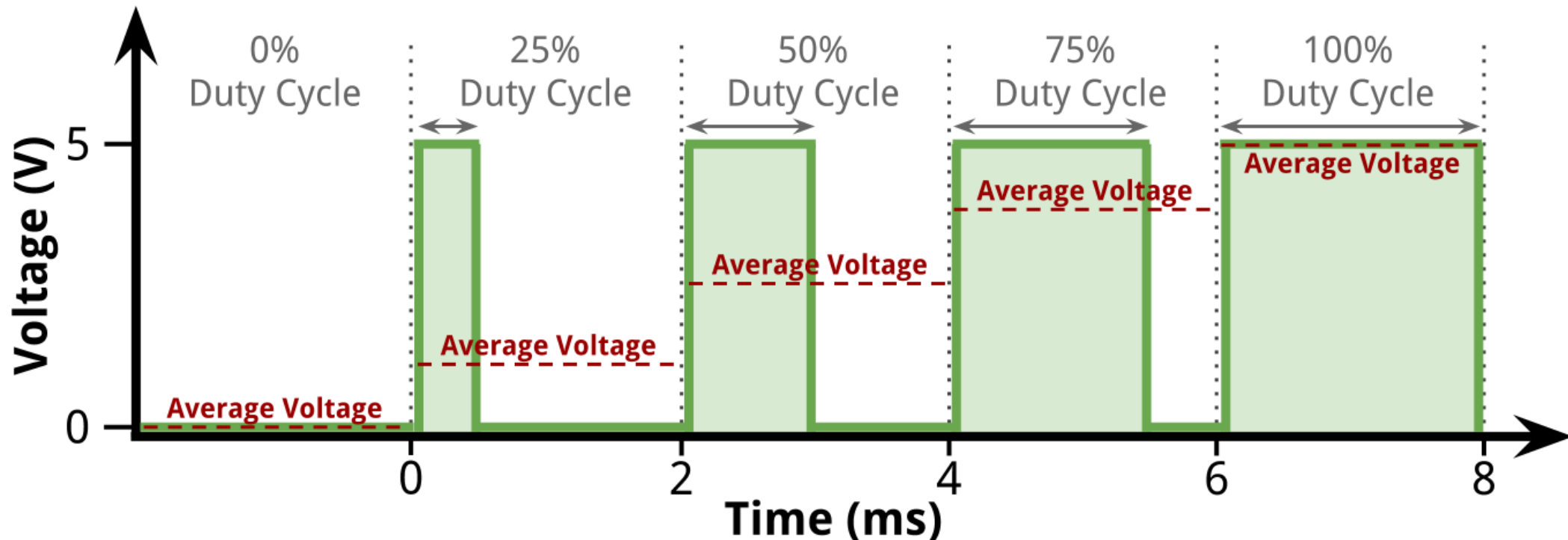


# MODULAREA ÎN LĂȚIME A IMPULSURILOR

- ✓ Presupune generarea unui tren de impulsuri **dreptunghiulare**;
- ✓ Frecvența și amplitudinea semnalului sunt **constante**;
- ✓ Durata impulsului (sau lățimea) **variază**;
- ✓ **Frecvența fiind destul de mare, NU** provoacă senzația **discontinuității**;
- ✓ **Tensiunea medie** variază **proporțional** cu **factorul de umplere**;
- ✓ Efectul constă în **variația mărimii reglate** (ex. intensitate luminoasă sau turație);
- ✓ Astfel se poate realiza un **reglaj fin în mod DIGITAL / NUMERIC!**

# MODULAREA ÎN LĂȚIME A IMPULSURILOR

## Pulse Width Modulation Duty Cycles



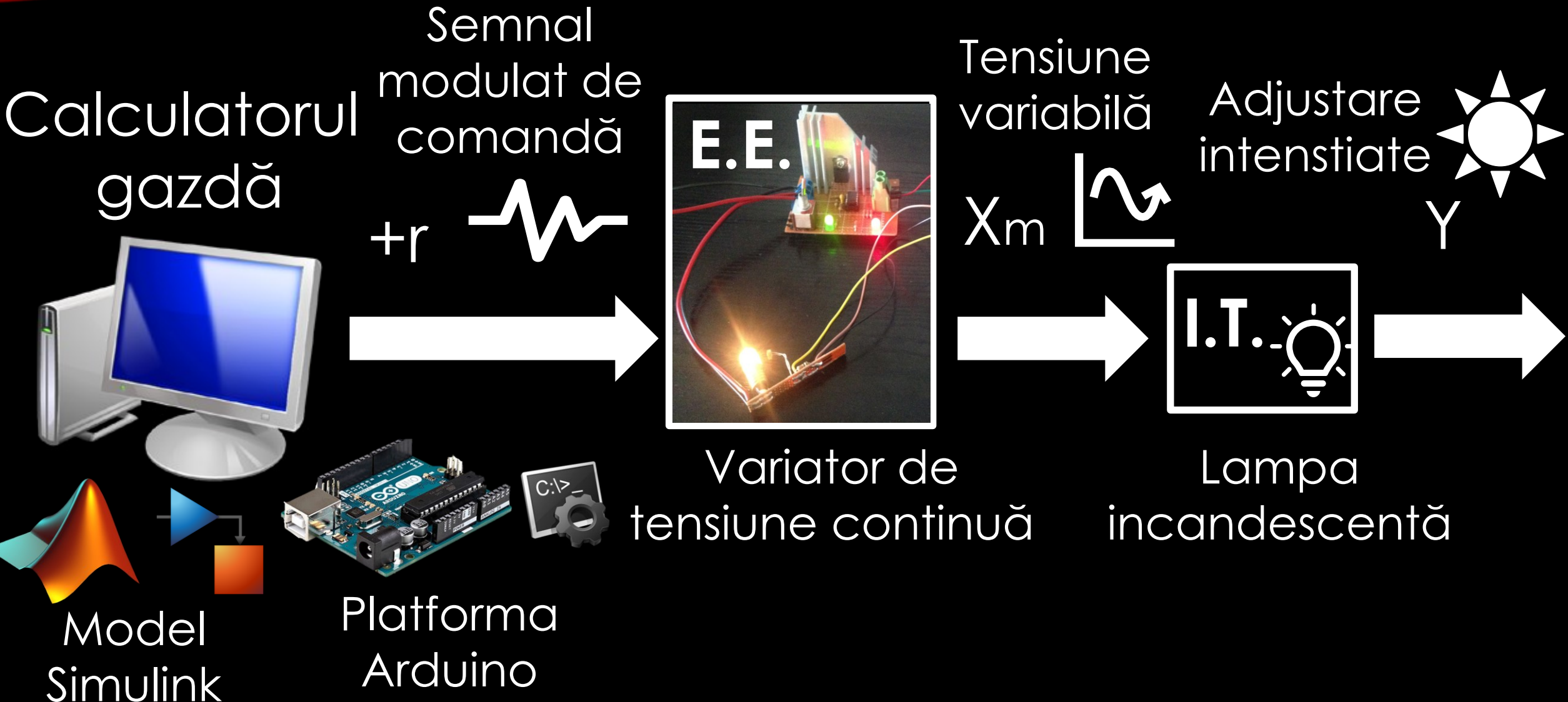
Note: 1 cycle = 2ms @ 500 Hz

# PROBLEMATICA SISTEMELOR DE CALCUL ÎN ELECTRONICA DE PUTERE

- Pe baza tuturor etajelor de circuit, poate fi conceput, un sistem de reglare automată asistată de calculator a unei mărimi. Spre exemplu, pe baza unui releu și a unui variator de tensiune continuă, se va implementa un sistem de control al intensității luminoase în buclă deschisă:

Simbol	Denumire	Corespondent
+r	Referință (comandă)	Semnal modulată în lățime
Xm	Mărimea de intrare a instalației tehnologice	Tensiune variabilă
Y	Mărimea de ieșire a sistemului (instalației)	Intensitate luminoasă
E.E.	Element de execuție	Variatorul de tensiune
I.T.	Instalație tehnologică	Lampa incandescentă

# SCHEMA UNUI SISTEM DE REGLARE AUTOMATĂ ÎN BUCLĂ DESCHISĂ - ASISTAT DE CALCULATOR





DEMONSTRAȚIE

# TEMĂ

- În cadrul mediului Matlab – Simulink să se studieze:
  1. Generarea undei purtătoare (semnal triunghiular unitar);
  2. Generarea semnalului modulat în lăţime (eng. PWM);
  3. Procedura de implementare a variatorului de tensiune continuă utilizând modulul Simulink – SimScape.



# BIBLIOGRAFIE

1. Wikidot – Sisteme de automatizare – Modelul structural al unui sistem de reglare automată;
2. Universitatea Petrol – Gaze Ploiești – Sisteme de reglare automată;