

5. REGLAREA DISCONTINUĂ A TEMPERATURII

1. Scopul lucrării

Lucrarea are ca scop cunoașterea principiilor de funcționare și determinarea performanțelor unui sistem de reglare discontinuă a temperaturii.

2. Considerații teoretice

Sistemele de reglare cu acțiune discontinuă se caracterizează prin lipsa unei dependențe continue între variațiile parametrului reglat ($e=x$) și variațiile mărimii de execuție (m). În aceste condiții elementul de execuție poate efectua numai deplasări bruște, ocupând doar două poziții stabile – complet închis sau complet deschis.

Sistemele de reglare cu acțiune discontinuă au în componența lor un regulator bipozițional.

La regulatoarele bipoziționale mărimea de comandă are două valori, notate convențional prin 1 și 0 („tot” sau „nimic”). De cele mai multe ori, regulatorul dă comanda prin intermediul unui relee, care poate fi acționat sau eliberat.

Schema unui regulator electronic bipozițional specific reglării temperaturii (blocul încadrat cu linie întreruptă) este prezentată în figura 1.

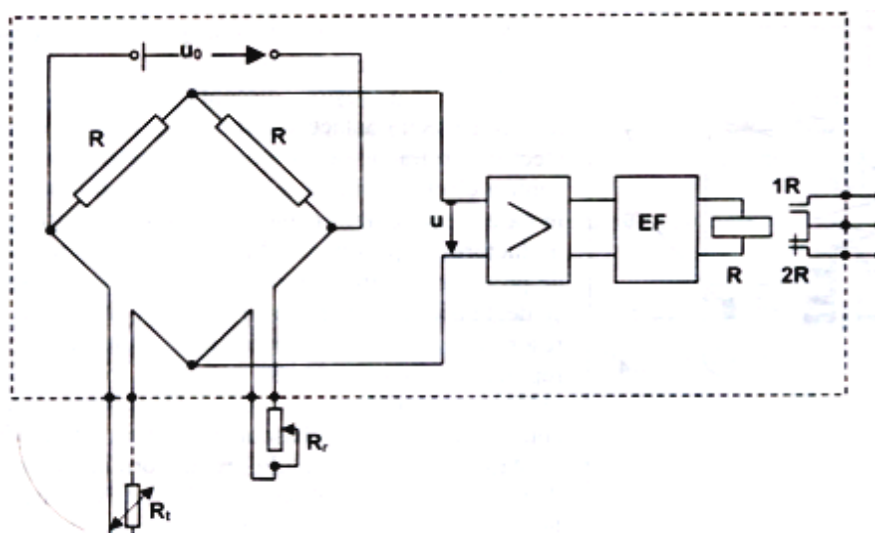


Figura 1. Schema unui regulator electronic bipozițional

La regulator se conectează o termorezistență R_t , reprezentând traductorul sistemului de reglare, și un reostat de referință R_f , reprezentând elementul de referință prin care se impune valoarea prescrisă (mărimea de referință). Foarte frecvent, atât la regulatoarele de aceste tipuri, cât și la alte regulatoare, elementul de referință nu este un dispozitiv separat, ci face parte din regulator. Compararea rezistențelor R_f și R_t este realizată de regulator prin intermediul unei punți Wheatstone.

Tensiunea de dezechilibru U este amplificată și trimisă la un etaj final basculant EF, având ca sarcină un relee R care comută contactele 1R și 2R.

Caracteristica statică a regulatorului bipozițional este redată în figura 2. Ecuațiile care caracterizează caracteristica statică a unui astfel de regulator sunt:

$$U[V] = \begin{cases} 220 & \text{daca } \begin{cases} T \leq T_1 \\ T \in (T_1, T_2) \text{ si } U_{la(t-1)} = 220 [V] \end{cases} \\ 0 & \text{daca } \begin{cases} T \geq T_2 \\ T \in (T_1, T_2) \text{ si } U_{la(t-1)} = 0 [V] \end{cases} \end{cases}$$

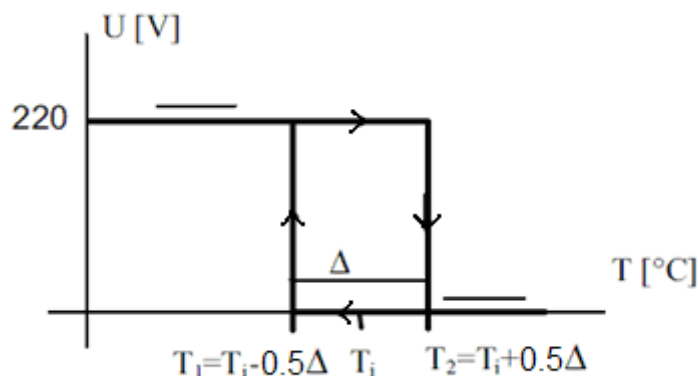


Figura 2. Caracteristica statică a unui regulator bipozițional

În ceea ce privește caracteristica dinamică (figura 3), aceasta este reprezentată de o succesiune de impulsuri cu amplitudinea de 220 V, care determină pentru mărimea reglată efectuarea de oscilații cu amplitudinea $\pm \Delta / 2$ în jurul referinței T_i .

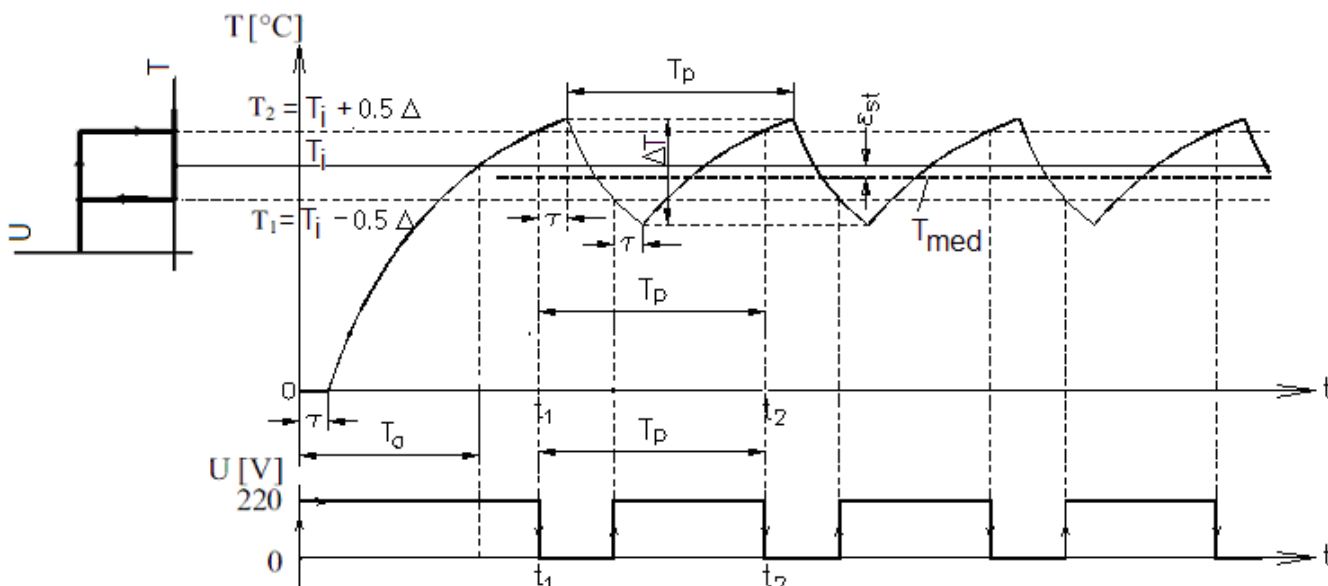


Figura 3. Răspunsul sistemului de reglare cu algoritm bipozițional la un semnal treaptă

În figura 3 este prezentat răspunsul tipic la aplicarea unui semnal treaptă pe referința unui sistem de reglare automată cu regulator bipozițional. Din figură se observă că, deși la momentul t_1 mărimea de comandă U devine nulă și elementul de execuție anulează valoarea mării de execuție a procesului, ieșirea T încă crește și începe să scadă doar la momentul $t = t_1 + \tau$ datorită inerției procesului reglat și a traductorului. Se constată că mărimea reglată T va oscila cu amplitudinea ΔT și perioada T_P .

Perioada de oscilație T_P dintre două cuplări a mării de execuție este un indice de performanță important. O perioadă scurtă de cuplare, care se datorează unei rezerve de putere de execuție mare, corespunde la o frecvență de cuplare mare, cu repercursiuni negative asupra durabilității și fiabilității instalației reglate. O perioadă lungă de oscilație corespunde unei rezerve mici de putere de execuție, ceea ce face ca la o variație accentuată a perturbațiilor sistemul să nu mai poată fi controlat.

3. Descrierea instalației experimentale

Instalația experimentală constă dintr-un stand de reglare discontinuă a temperaturii aerului într-un recipient (figura 4). Elementele componente sunt:

- Recipient (Recipient)
- R_{t1} – termistor având rolul de traductor de temperatură
- R_{t2} – termistor

- Regulator bipozițional de temperatură (TC)
- Element de execuție (E) - bec
- Calculator
- Instr. A/N - Multimetru digital MASTECH – MAS 345 pentru urmărirea variațiilor de rezistență electrică ale termistorului R_{t2}

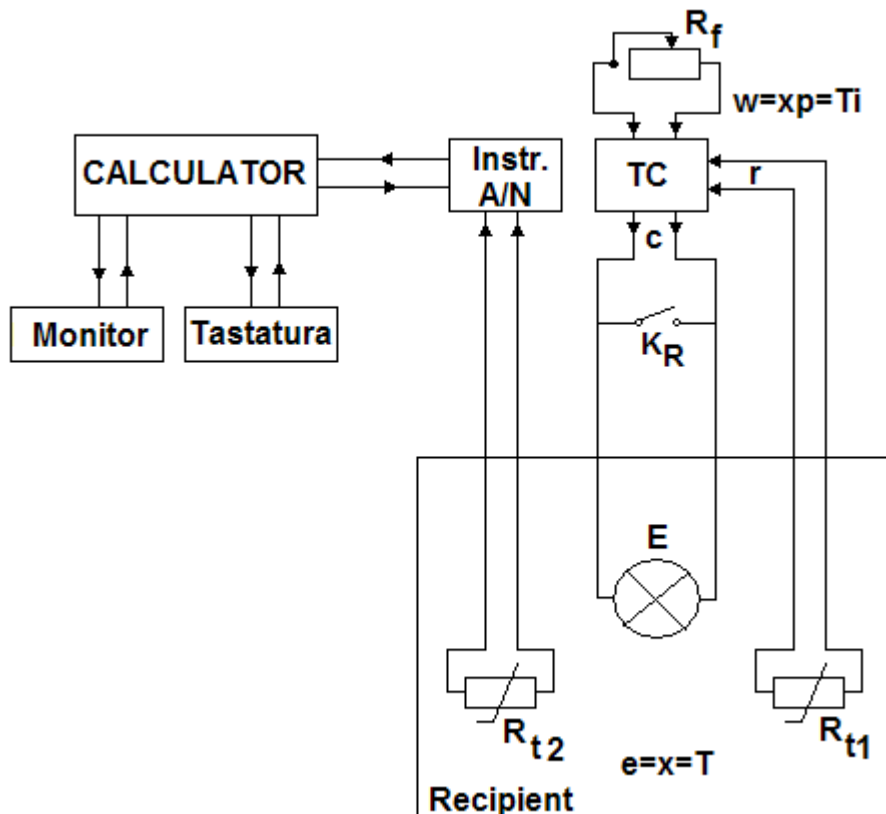


Figura 4. Instalația experimentală

Recipientul constituie procesul reglat (P), acestuia fiindu-i atașat un dispozitiv de conducere alcătuit din traductor de temperatură (R_{t1}), regulator de temperatură (TC) și element de execuție (E). Parametrul reglat (mărimea de ieșire e) este temperatura aerului din recipient (T).

Regulatorul comandă un contact electric K_R prin care se cuplează sau decuplează elementul de execuție E (sursă de încălzire - bec) la un circuit electric. Când temperatura măsurată este $T < T_i - 0,5\Delta$, mărimea de comandă devine $U = 220$ V, contactul K_R este închis, iar elementul de execuție se cuplează (becul se aprinde). În această stare sistemul începe să se încălzească. Când temperatura măsurată $T > T_i + 0,5\Delta$, regulatorul modifică valoarea mării de comanda la $U = 0$ V și contactul K_R este deschis (becul se stinge). În această stare sistemul începe să se răcească.

4. Modul de lucru

În vederea determinării răspunsului la semnal treaptă a unui sistem de reglare discontinuă a temperaturii se parcurg următoarele etape:

1. Se conectează, regulatorul.
2. Se pornește multimetrul și se fixează pe măsurare de rezistență (rezistența generată de termistorul R_{t2}).
3. Se pornește calculatorul. Se pornește softul de achiziție de date MASView.
4. Se intră în opțiunea *Configuration* de pe bara de meniuri și se citește intervalul de măsurare (ex. 1s, 5s, 10s, etc.).
5. Se demarează achiziția prin apăsare pe butonul *Start* (▶).
6. Se așteaptă instalarea regimului staționar.
7. Se șterg datele achiziționate prin apăsare pe butonul *Clear data*.

8. Se așteaptă apariția primului set de date și apoi se modifică temperatura de referință T_i prin intermediul reostatului de referință R_f . Se continuă achiziția de date notându-se momentele de cuplare și decuplare a elementului de execuție.

9. Când se observă apariția unor oscilații cu amplitudine constantă se oprește achiziția de date prin apăsare pe butonul *Stop* (||).

10. Se salvează setul de date prin apăsare pe butonul *Save as Excel* (X).

11. Se închide softul de achiziție de date *MAS_View*.

5. Prelucrarea și interpretarea rezultatelor

1. Pentru prelucrarea și interpretarea rezultatelor, acestea trebuie importate în Excel astfel:

Deschidere Excel \Rightarrow *Data* \Rightarrow *Import external data* \Rightarrow *Import data ...* \Rightarrow Căutare fișier salvat (se setează opțiunea *Files of type* pe *All files*) \Rightarrow *Open* \Rightarrow ^{Pasul 1} *Next* \Rightarrow ^{Pasul 2} (pentru a separa coloanele se alege ca *Delimiters* opțiunea *Comma*) *Next* \Rightarrow ^{Pasul 3} *Finish* \Rightarrow OK.

2. Se salvează fișierul Excel în directorul *Lucrari studenți* (*File* \Rightarrow *Save as ...* \Rightarrow *Save*).

3. În acest fișier se vor realiza următoarele operații:

- Se creează două coloane alăturate: timp t , [s] și temperatură, [$^{\circ}$ C].

- În coloana timp, valorile se incrementează cu valoarea intervalului de măsurare (ex. din 5 în 5s, din 10 în 10 s, etc). Se pornește de la valoarea 0.

- Pentru calculul temperaturii se trasează, în foaia de lucru 2, dreapta de etalonare a termistorului R_{t2} pe intervalul 20–50 $^{\circ}$ C. Se folosesc valorile din tabelul următor:

Rezistența, [Ω]	Temperatura, [$^{\circ}$ C]
33.65	22
29	26
24	31
16	39
8.5	47

Se obține o relație de forma: $T [C] = a \times R[\Omega] + b$

- Se revine în foaia de lucru 1 și se folosește relația de mai sus pentru a transforma valorile de rezistență electrică în valori de temperatură.
- Se reprezintă grafic variația temperaturii în funcție de timp ($T = f(t)$), obținându-se caracteristica de răspuns la semnal treaptă a sistemului de reglare discontinuă a temperaturii.
- Din graficul de variație al temperaturii în timp se calculează următoarele mărimi:

- temperatura medie:

$$T_{med} = 0,5 (T_{max} - T_{min}) \quad (^{\circ} C)$$

- abaterea (eroarea) reglării discontinue:

$$\varepsilon_{st} = |T_i - T_{med}| \quad (^{\circ} C)$$

- perioada de oscilație:

$$T_p = t_2 - t_1 \quad (s)$$

- intervalul de inerție τ (s)

- amplitudinea relativă de oscilație:

$$\Delta T = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_i} \cdot 100 \quad (\%)$$

Observație:

- Avantajele reglării discontinue:
 - simplu, ușor de implementat
 - multe elemente de acționare/execuție au 2 stări
- Dezavantajele reglării discontinue:
 - precizie scăzută
 - semnalul de ieșire variază în plaja de histerezis
 - apare o abatere staționară nenulă