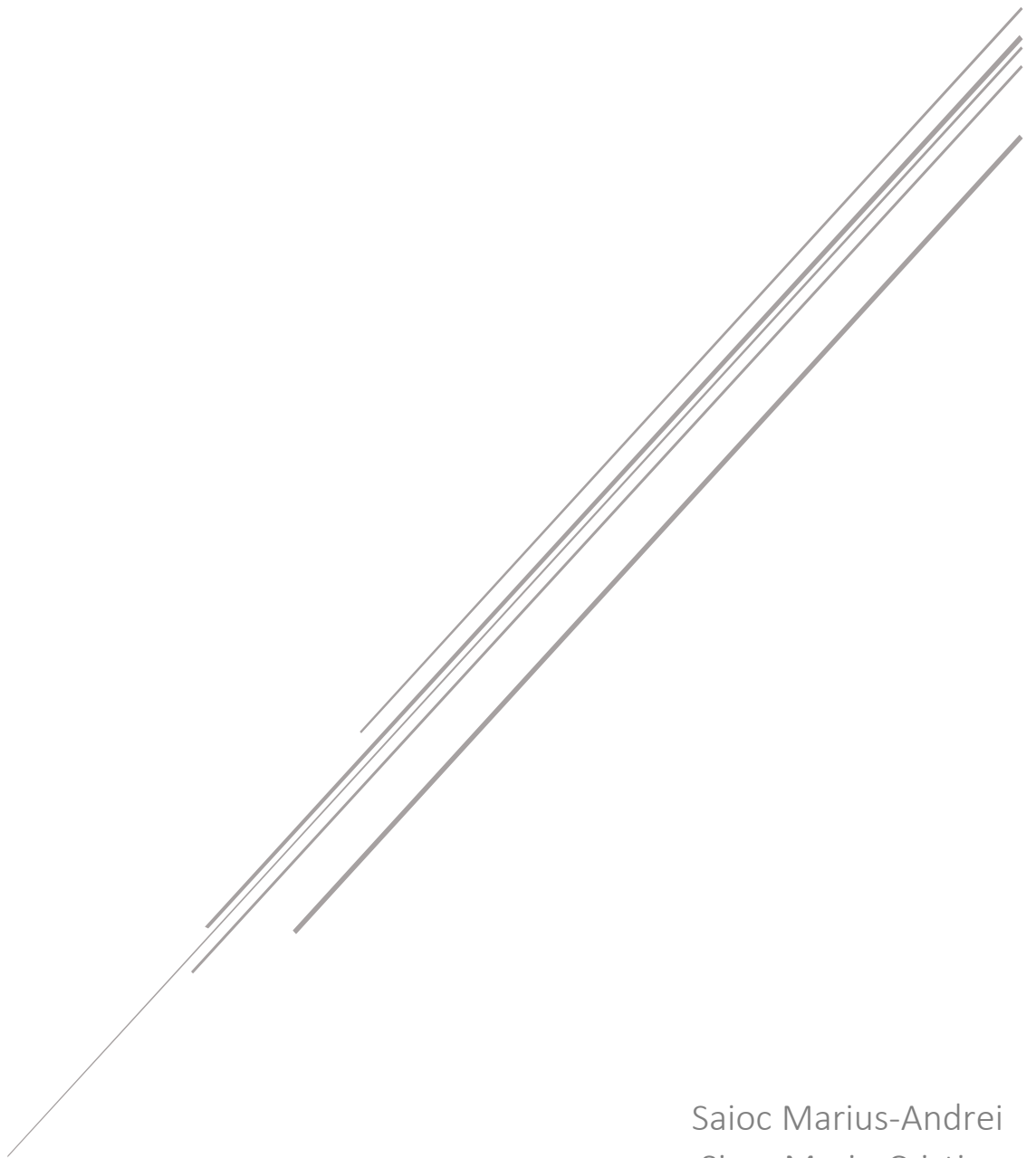


# PROIECT SCPI

Reglarea automata a presiunii



Saioc Marius-Andrei  
Sima Maria-Cristina  
Grupa 343A3

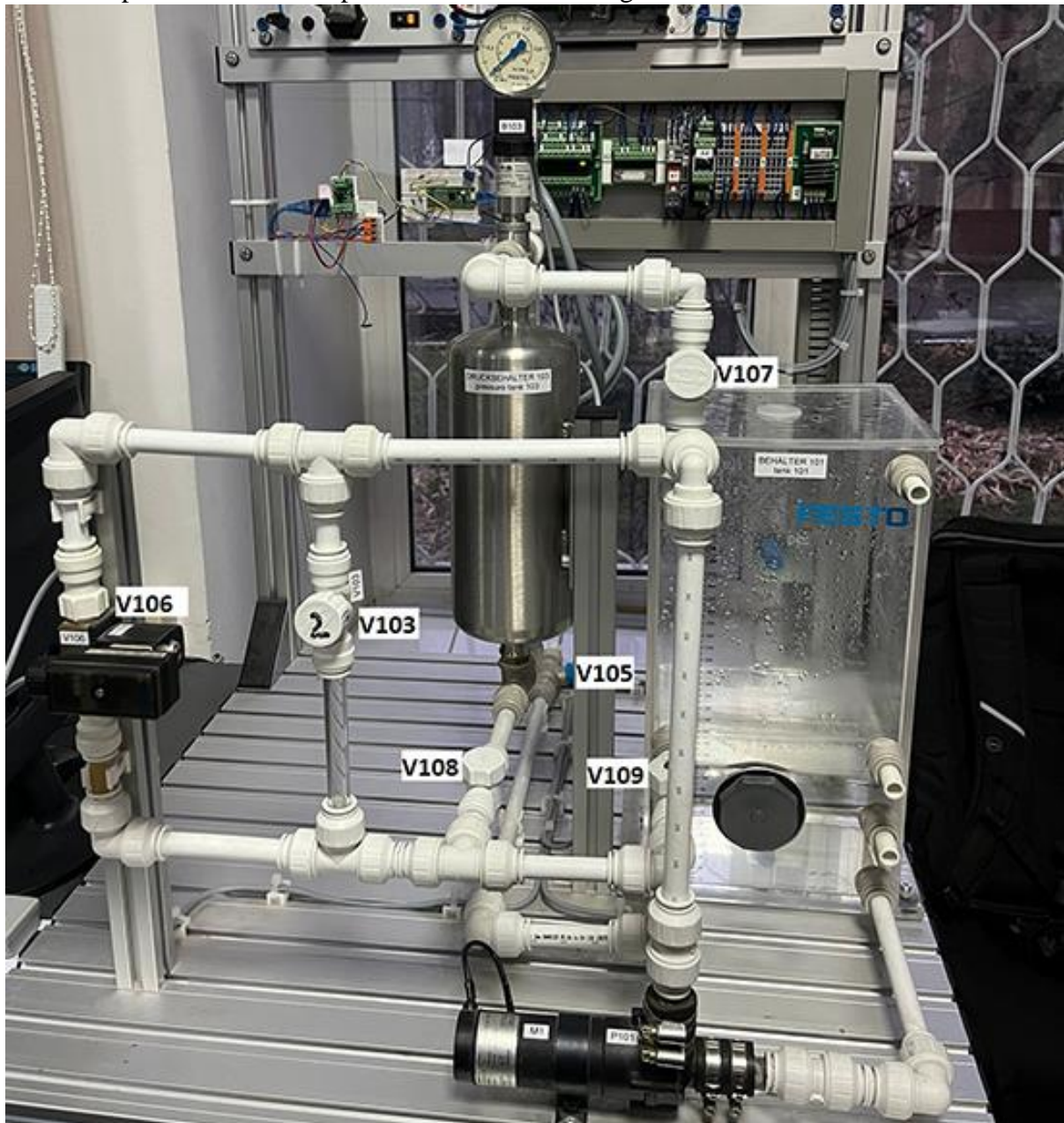
## Cuprins

1. Introducere .....	2
2. Identificare .....	3
3. Regulator PID .....	6
4. Regulator RST .....	9
5. Concluzie .....	12

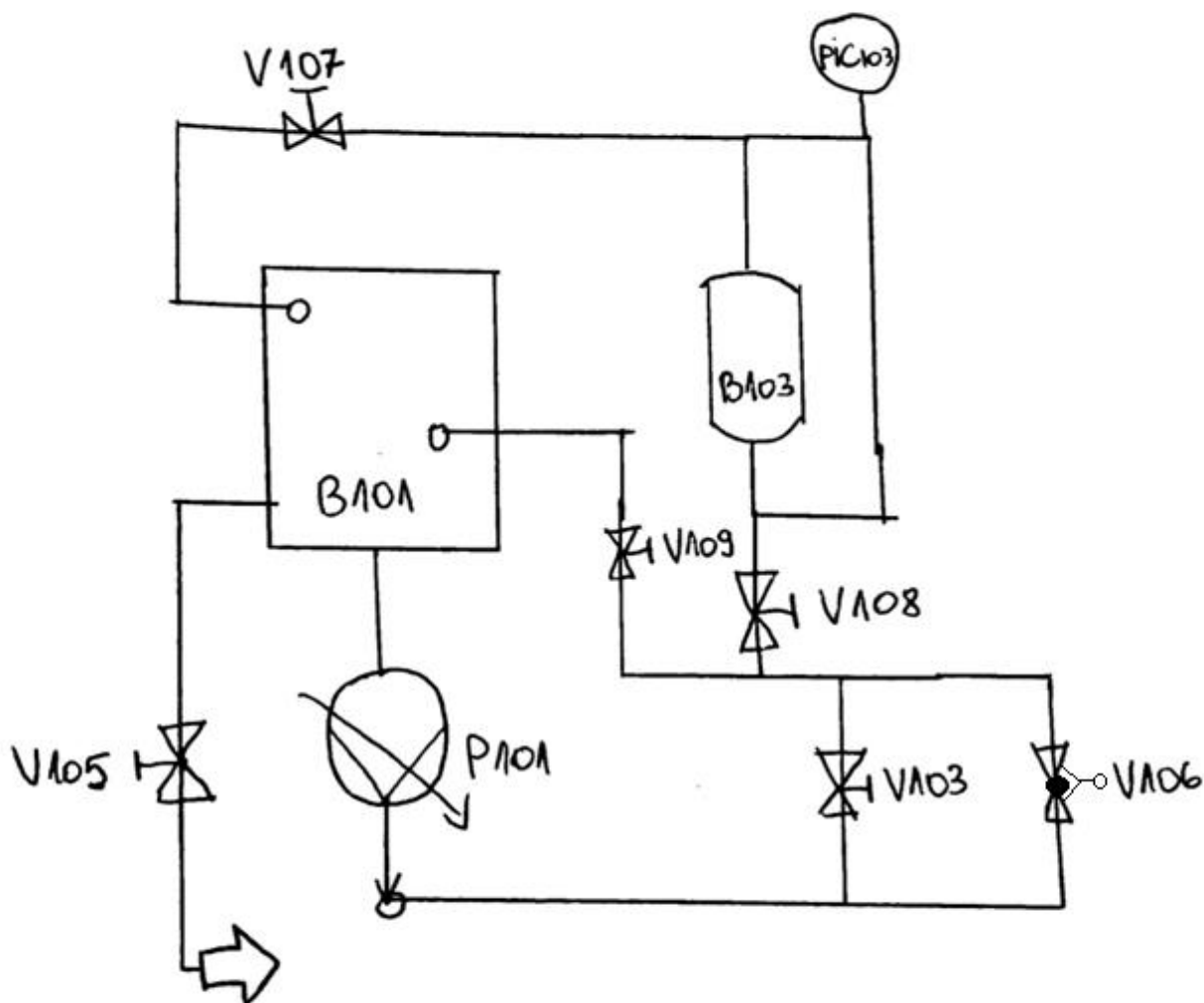
# 1. Introducere

Scopul proiectului este reglarea automata a presiunii, in urma caruia vor fi obtinute doua reglatoare (un regulator de tip PID si un regulator RST).

Instalatia pe care se lucreaza poate fi observata in imaginea urmatoare:



Schema functională a instalației poate fi observată în imaginea de mai jos:

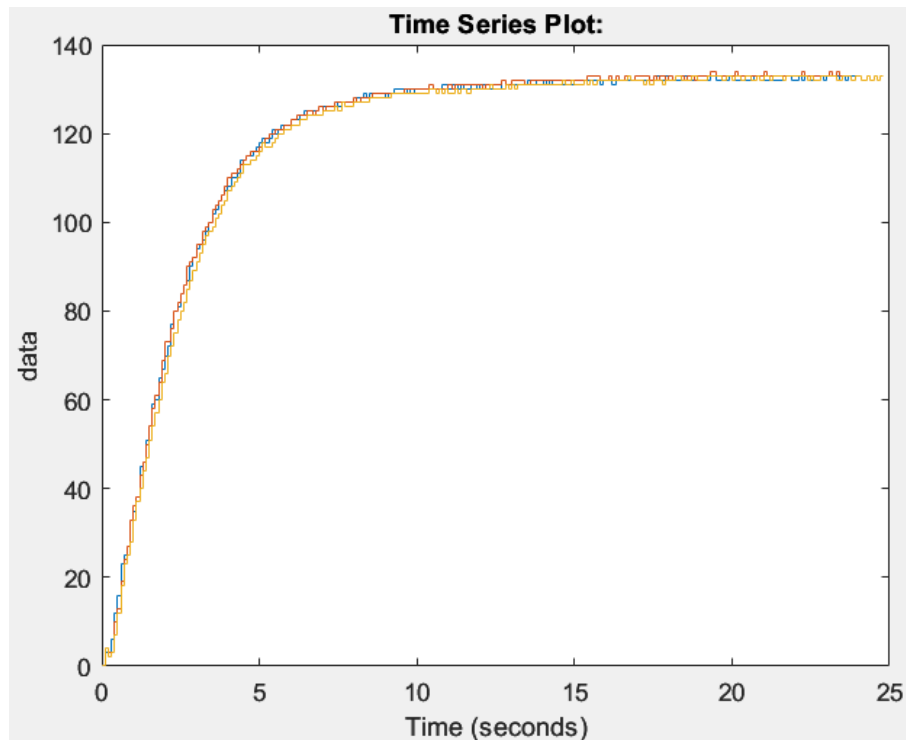


Se lucrează în următorul regim:

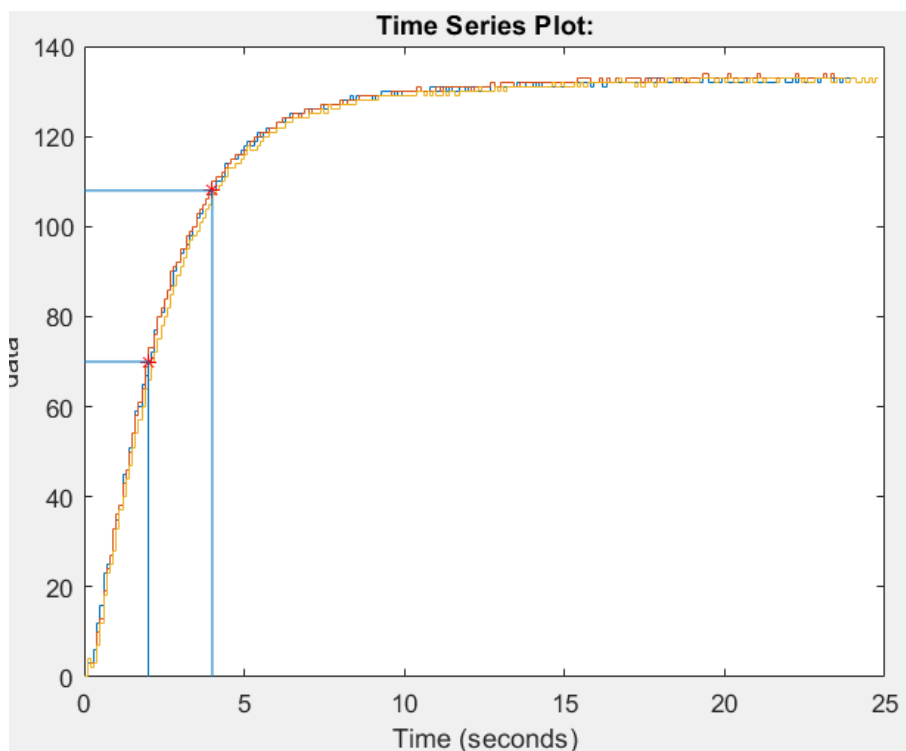
- Valvele V105, V107, V108 sunt închise.
- Valva V103 este complet deschisă.
- Valva V109 este deschisă 60-70%.
- Valva pneumatică V106 controlată automat nu este folosită în cadrul proiectului, rămânând în permanentă deschisă.

## 2. Identificare

Prima etapă în cadrul proiectului este preluarea datelor experimentale. După conectarea la platformă, se observă comportamentul sistemului la o intrare treaptă  $u = 150$  și se salvează ieșirea din sistem. Această achiziție de date se repetă de trei ori, iar rezultatele pot fi observate în graficul următor:



Pentru a identifica functia de transfer a procesului se iau doua puncte de pe grafic si se noteaza rezultatele care sunt prelucrate:

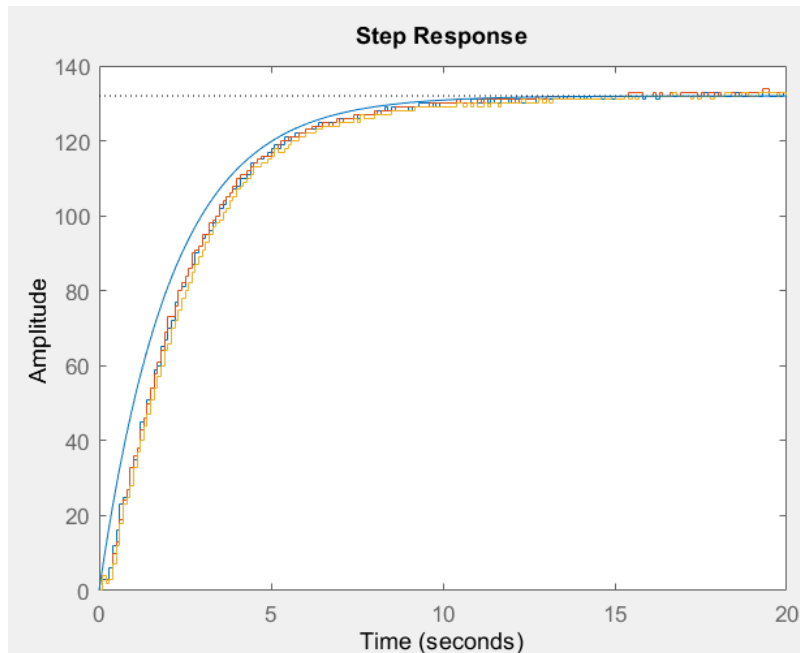


La  $t_1 = 2$  s se inregistreaza un  $y_1 = 70$ , la  $t_2 = 4$  s un  $y_2 = 108$ , iar valoarea la care se stabilizeaza sistemul este  $K = 132$ .

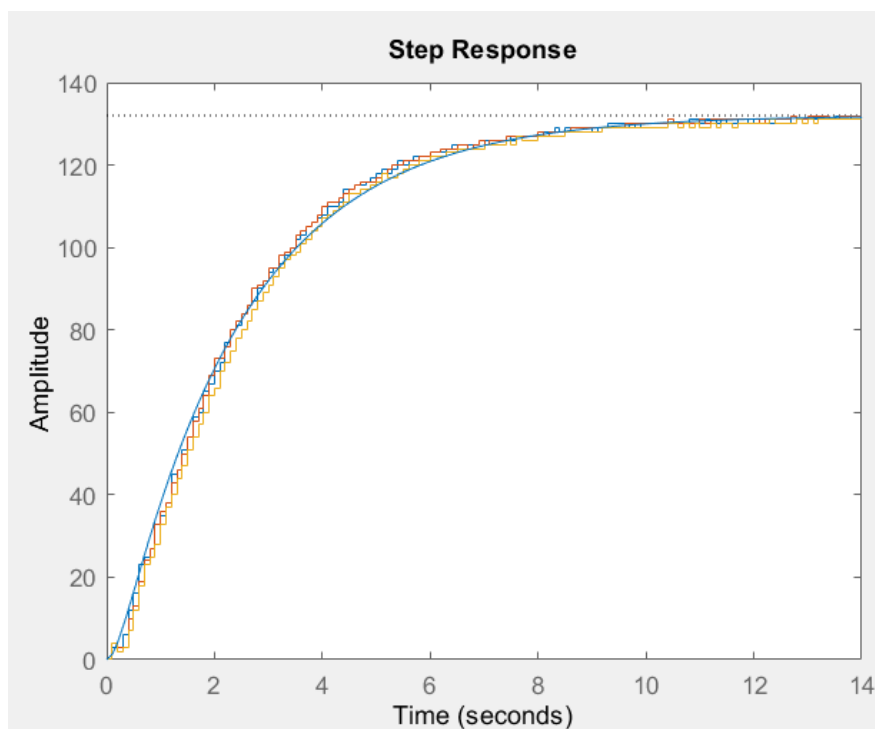
Avand in vedere ca atat pompa, cat si senzorul lucreaza cu valori intre 0 si 255, se convertesc toate datele obtinute in procente in vederea efectuarii calculelor.

Astfel, dupa aplicarea formulei:  $Tf = \frac{(t_2 - t_1)}{\ln(\frac{y_1 - K}{y_2 - K})}$

Se obtine un  $Tf = 2.1$ , functia de transfer obtinuta fiind  $Hf = \frac{0.88}{2.1 s + 1}$



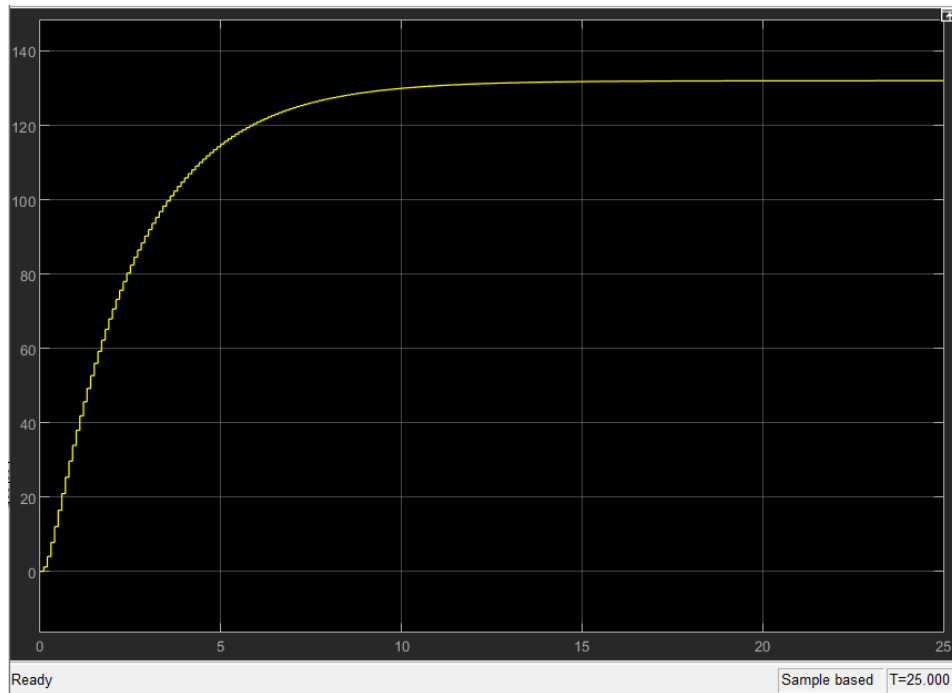
Se observa ca raspunsul functiei de transfer obtinuta din calcul nu reprezinta o aproximare buna a raspunsului real. Astfel, dupa o ajustare a lui  $Tf$  si adaugarea unui pol cu o constanta de timp mult mai mica decat cea a procesului care sa simuleze timpul mort foarte mic care apare in raspunsul procesului real, s-a obtinut o functie de transfer:  $Hf = \frac{Kf}{(2.34 * s + 1) * (0.2 * s + 1)}$



Se observa ca raspunsul functiei de transfer obtinute aproximeaza suficient de bine raspunsul procesului real.

Se discretizeaza functia de transfer obtinuta si se simuleaza raspunsul acesteia la treapta:

$$H_{fd} = \frac{0.007895 z + 0.00659}{z^2 - 1.565 z + 0.5812}$$



### 3. Regulator PID

Pentru obtinerea regulatorului PID se foloseste metoda poli-zerouri.

Se alege o functie de ordinul 2 dorita pentru bucla inchisa  $H_0 = \frac{\omega n^2}{s^2 + 2 * \varepsilon * \omega n * s + \omega n^2}$

Pentru calculul indicilor de calitate se au in vedere urmatoarele performante dorite:

- Suprareglaj < 10 %
- Timp tranzitoriu < 5s
- Eroare stationara 0

Astfel se aleg un epsilon mai mare decat  $\varepsilon = \frac{\ln(0.1)}{\sqrt{\Pi^2 + (\ln(0.1))^2}}$  si un omega mai

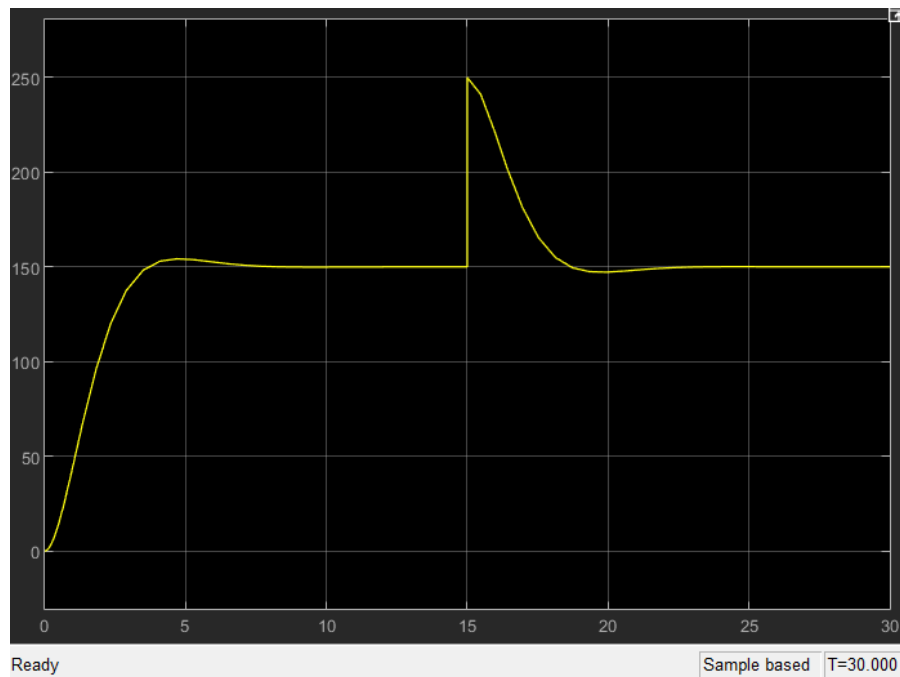
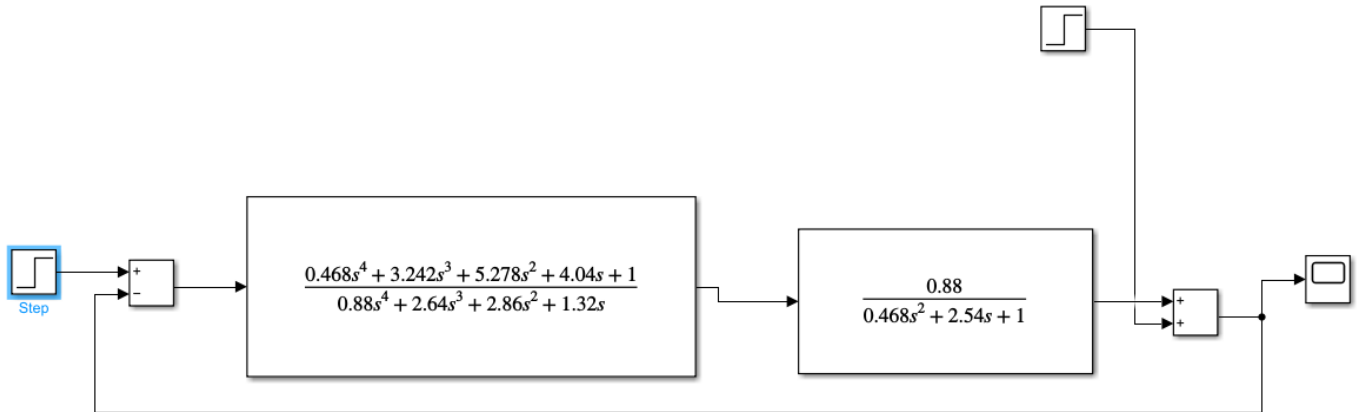
mare decat  $\omega n = -\frac{\ln(0.05 * \sqrt{1 - \varepsilon^2})}{5 * \varepsilon}$

Cu epsilon=0.75 si wn=1 alesi, functia de gradul 2 obtinuta arata astfel:  $H_0 = \frac{1}{s^2 + 1.5 s + 1}$

Stiind functia de transfer pe calea directa  $H_d = \frac{H_0}{1 - H_0}$ ,  
putem afla regulatorul  $H_r = H_d / H_f$ .

Se obtine Hr = 
$$\frac{0.468 s^4 + 3.242 s^3 + 5.278 s^2 + 4.04 s + 1}{0.88 s^4 + 2.64 s^3 + 2.86 s^2 + 1.32 s}$$

Simularea comportamentului sistemului in timp continuu la intreprerea treapta u=150, cu o perturbatie de e=100 la secunda 15:

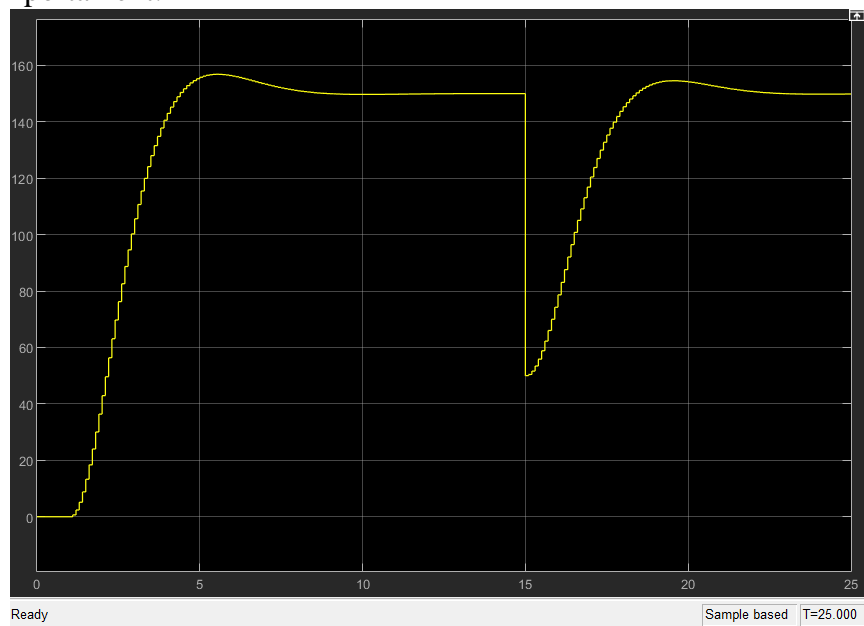


Se poate observa ca regulatorul asigura performantele dorite. Acesta se discretizeaza, obtinand

Hrdiscret = 
$$\frac{0.5318 z^4 - 1.775 z^3 + 2.19 z^2 - 1.178 z + 0.2315}{z^4 - 3.712 z^3 + 5.166 z^2 - 3.195 z + 0.7408}$$

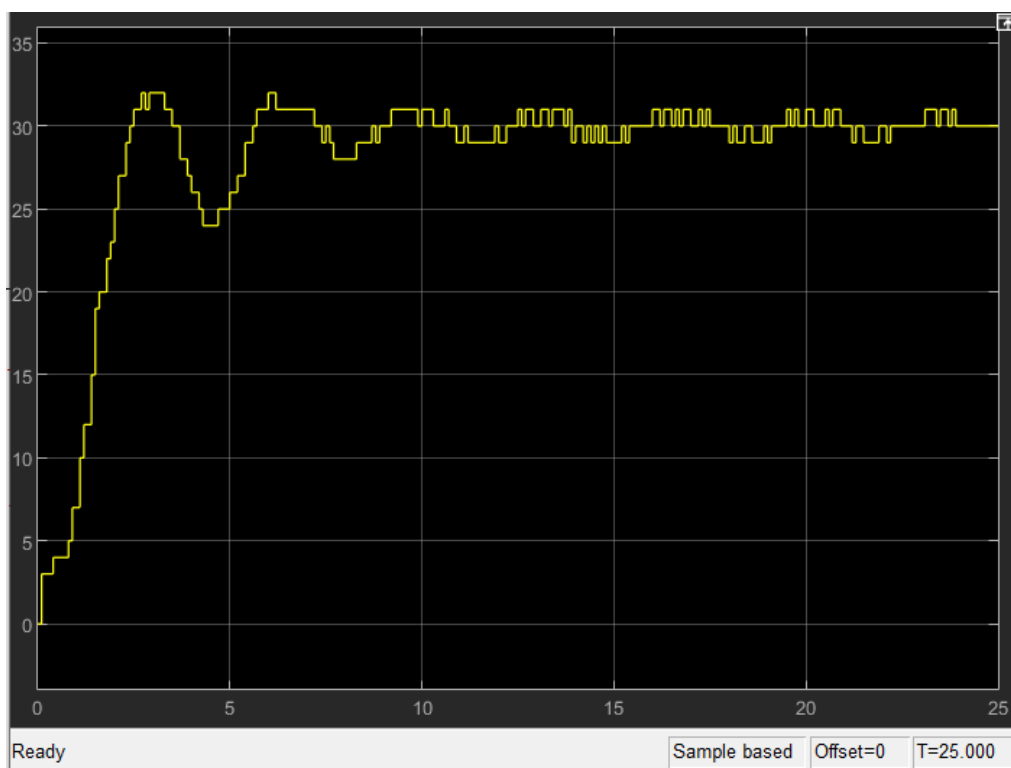


In urma simularii sistemului in discret (de data aceasta cu o perturbatie  $e=-100$ ) obtinem urmatorul comportament:

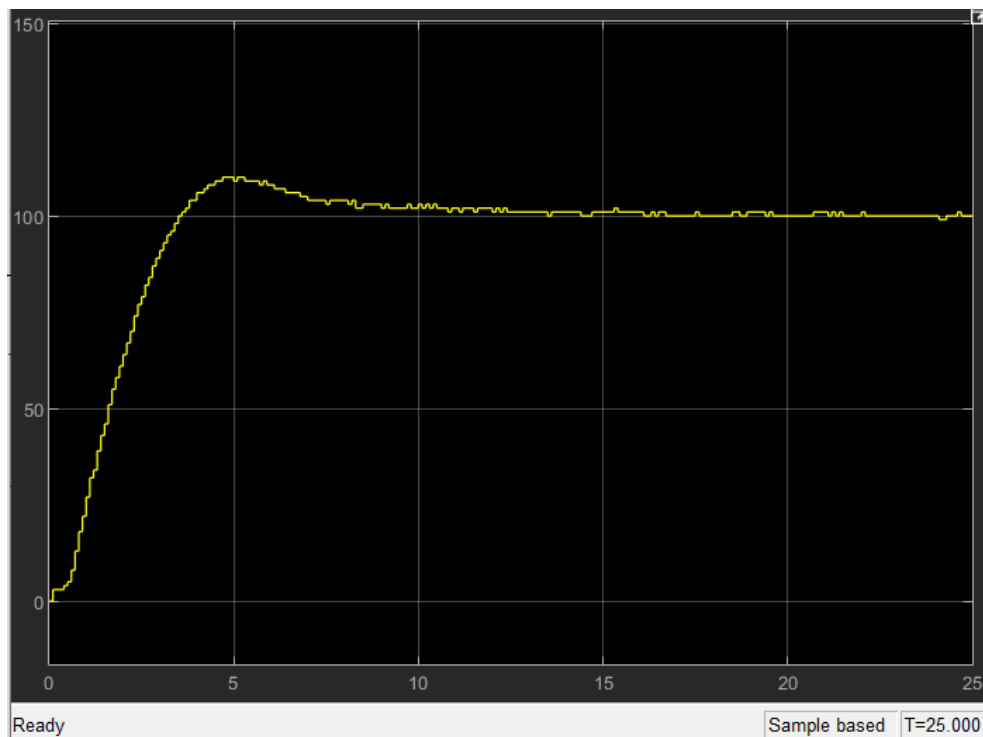


Observand ca regulatorul indeplineste performantele dorite si in discret, se testeaza regulatorul obtinut pe platforma.

Comportamentul regulatorului testat pe platforma pentru o referinta  $u=30$ :



Comportamentul regulatorului testat pe platforma pentru o referinta  $u=100$ :



Se observa ca regulatorul reuseste sa atinga performantele dorite si pe platforma de lucru.

In cazul sistemului nostru, regulatorul cu care s-a lucrat este un regulator PI, componenta derivativa D lipsind. Motivul lipsei acestei componente este viteza de raspuns foarte mare, aproape instantanee a sistemului la semnalele de intrare, astfel nu este nevoie sa se faca predictia comportamentului.

## 4. Regulator RST

Pentru obtinerea regulatorului RST se urmareste algoritmul specific de calcul.

Functia de transfer obtinuta la identificare se discretizeaza (de data aceasta de mana, folosind metoda dreptunghiului înapoi), obtinandu-se

$$H_{disc} = \frac{0.66}{1 - 1.286 * z^{-1} + 0.354 * z^{-2}}$$

Se identifica  $A = [1 \ -1.286 \ 0.354]$  si  $B = [0.06]$ .

Pentru a asigura problema urmaririi referintei, in A se adauga un integrator, astfel  $A1 = [1.0000 \ -2.2860 \ 1.6400 \ -0.3540]$ .

Pentru anumite performanțe dorite ( $w=0.9$  si  $\xi=0.75$ ), am obținut polinomul P din discretizarea unei functii de transfer de ordin 2.

$$P = [1.0000 \ -1.6085 \ 0.6682 \ 0]$$

Se calculeaza gradele polinoamelor care satisfac ecuația lui Bezout si se obtin  $ns=0$  si  $nr=2$ . Se obtin polinoamele S si R utilizand matricea Sylvester

$M = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0 & 0 & 0 \\ -2.2860 & 0.0600 & 0 & 0 \\ 1.6400 & 0 & 0.0600 & 0 \\ -0.3540 & 0 & 0 & 0.0600 \end{bmatrix}$ 
 in ecuatia  $NS = \text{inv}(M) * P$ .

T se afla utilizand  $T = P / \text{sum}(B)$ . Astfel se obtin:

$R = [11.2915 \quad -16.1962 \quad 5.9000]$

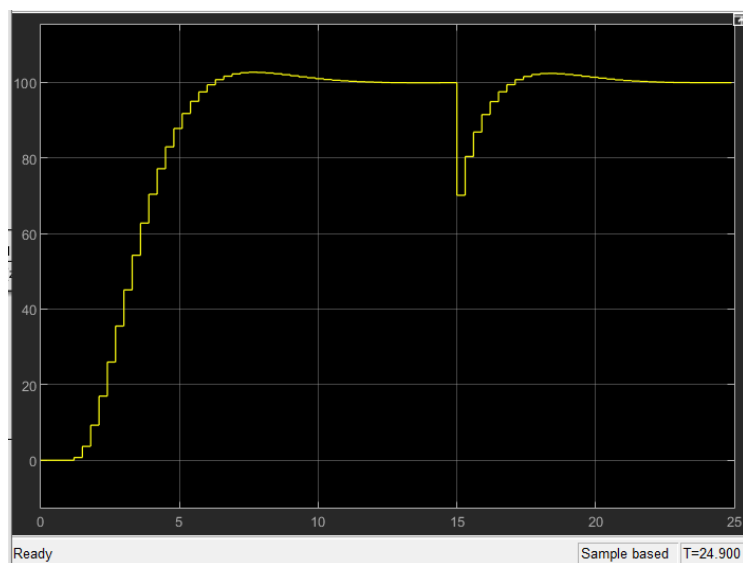
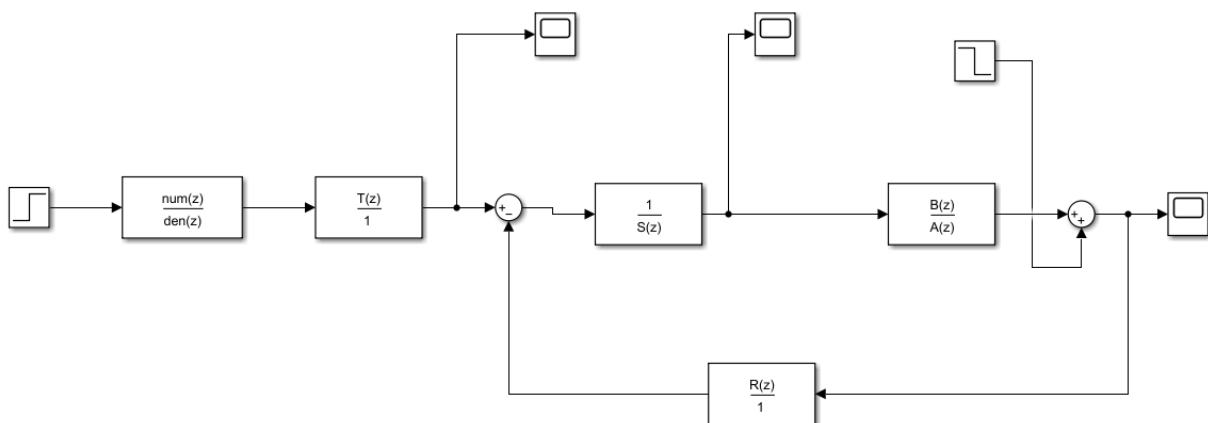
$S = [1 \quad -1]$

$T = [16.6667 \quad -26.8085 \quad 11.1372]$

Pentru comportamentul urmaririi referintei dorit se va adauga si un generator de traiectorie. Generatorul de traiectorie se obtine alegand un alt omega,  $\omega' = \omega * tt$ , (tt reprezinta timpul tranzitoriu) si pastrand epsilon folosit anterior. Astfel se obtine o noua functie de gradul 2 impusa care, dupa discretizare, va fi folosita ca si generator de traiectorie:

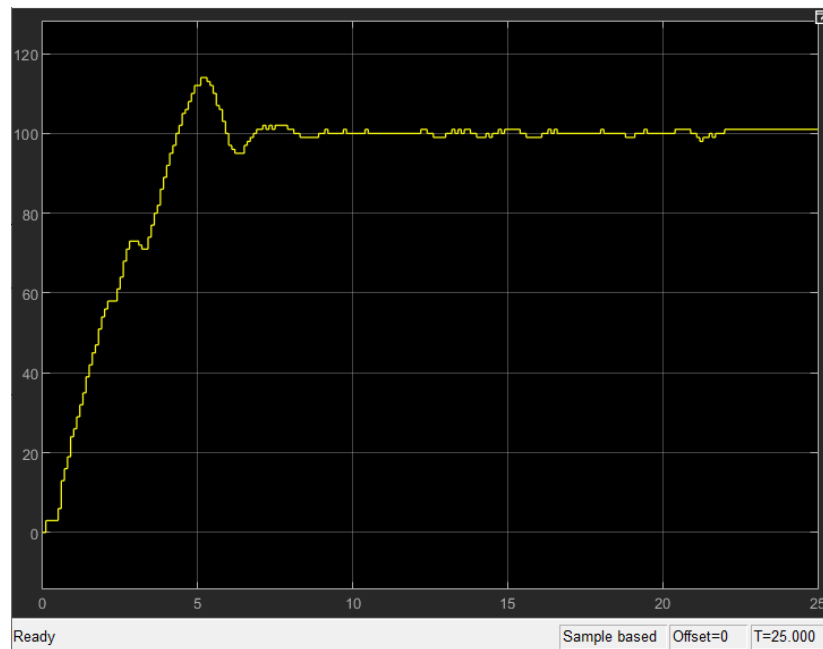
$$Hd\_traiectorie = \frac{0.01233 z^2 + 0.02467 z + 0.01233}{z^2 - 1.646 z + 0.6955}$$

Simularea comportamentului sistemului la intrarea treapta  $u=100$ , cu o perturbatie de  $e=-50$  la secunda 15:

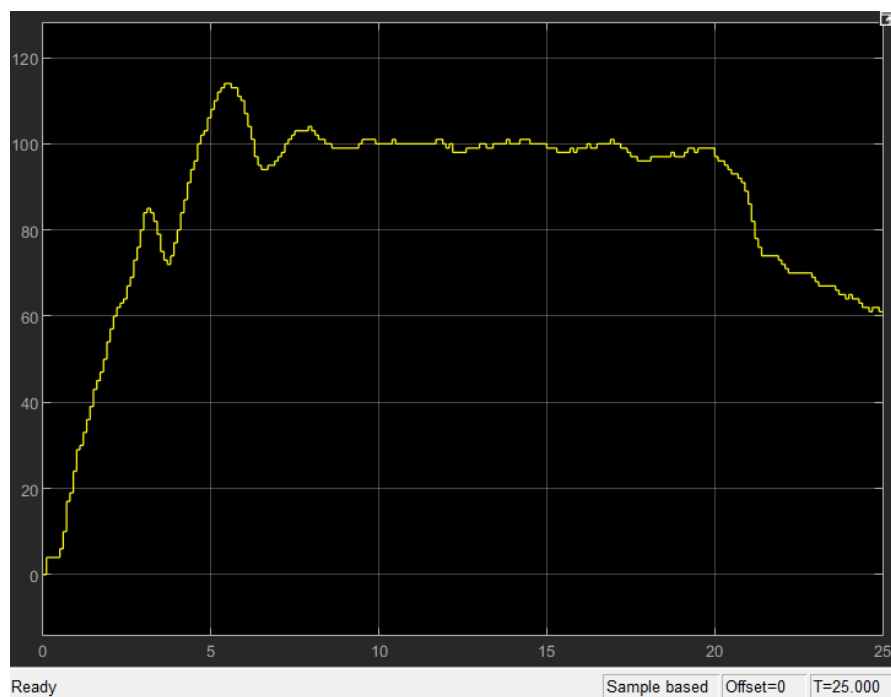


Observand ca regulatorul indeplineste performantele dorite si in discret, se testeaza regulatorul obtinut pe platforma.

Comportamentul regulatorului testat pe platforma pentru o referinta  $u=100$ :

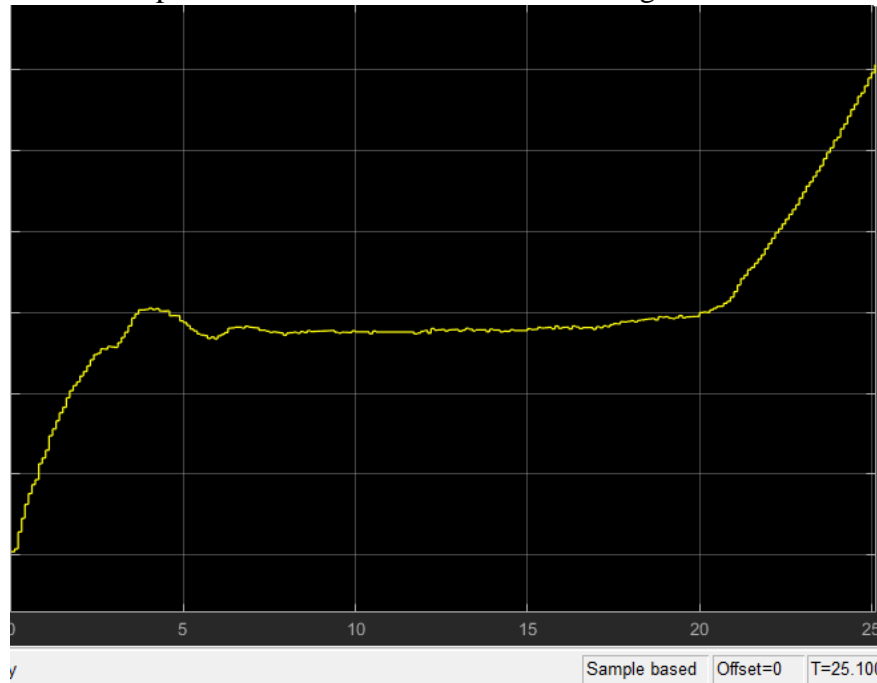


Comportamentul regulatorului testat pe platforma pentru o referinta  $u=100$  si comportamentul la eroare adaugata manual:



Se mentioneaza faptul ca eroarea a fost adaugata in sistem prin miscarea robinetului V103 (initial complet deschis) incepand cu secunda 9, ajundand ca spre finalul simularii (secunda 20) robinetul sa se afle in pozitia 1 (60-70% deschis).

Se poate observa si comportamentul comenzii la iesirea din regulator:



## 5. Concluzie

In concluzie, in cadrul proiectului de reglare automata a presiunii, au fost realizati mai multi pasi: s-a realizat identificarea experimentală a datelor pe platforma si s-au calculat si testat, cu succes, regulatoarele de tip PI si RST. Ambele asigura atat o performanta inalta, cat si robustețe si stabilitate in ceea ce priveste perturbatiile si variatiile din sistem.