

## Modulul 4

### Sisteme de reglare automată a presiunii

#### Obiective

- Particularități la proiectarea structurii sistemului automat
- Sistem bazat pe introducerea/evacuarea de gaz
- Sistem bazat pe condensarea vaporilor
- Sisteme bazate pe comanda agentului de răcire
- Sisteme bazate pe variația ariei de transfer a condensatorului
- Probleme și întrebări

#### 4.1. Particularități la proiectarea structurii sistemului automat

Sistemul de reglare a presiunii este relativ des utilizat în procesele chimice, mai ales în cazul în care procesele se desfășoară la presiuni diferite de cea atmosferică. Datorită particularităților procesului pot exista cel puțin trei structuri fundamentale de sisteme automate:

- a) Sistem bazat pe introducerea sau evacuarea de gaz în incintă.
- b) Sistem bazat pe condensarea vaporilor și utilizarea agentului de răcire ca și comandă.
- c) Sistem bazat pe condensarea vaporilor și utilizarea variației ariei de transfer a condensatorului ca și comandă.

#### 4.2. Sistem bazat pe introducerea/evacuarea de gaz

Atunci când în vasele de acumulare se introduce sau se extrage gaz, reglarea presiunii este realizată utilizând ca mărime de execuție (agent de reglare) debitul de intrare în vas, respectiv debitul de ieșire din vas.

Sistemul automat de reglare a presiunii este compus din:

- Proces alcătuit din conducte intrare/ieșire, vas de acumulare;
- Traductor de presiune PT;
- Regulator de presiune PIC;
- Element de execuție alcătuit din convertor electro – pneumatic PY și robinetul de reglare PV.

Pentru cazul în care mărimea de execuție este debitul de intrare în vas, schema P&I a sistemului automat este prezentată în figura 4.1.

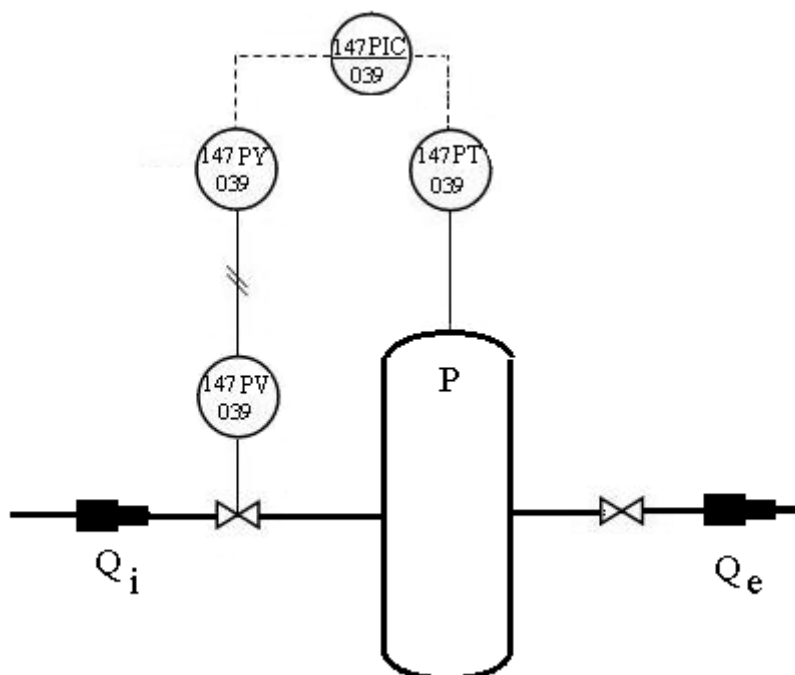


Fig. 4.1. Sistemul de reglare a presiunii, varianta mărimea de execuție - debitul de intrare în vas: PT – traductor de presiune diferențială; PIC – regulator de debit; PY – convertor electro - pneumatic; PV – robinet de reglare.

Pentru cazul în care mărimea de execuție este debitul de ieșire din vas, schema P&I a sistemului automat este prezentată în figura 4.2.

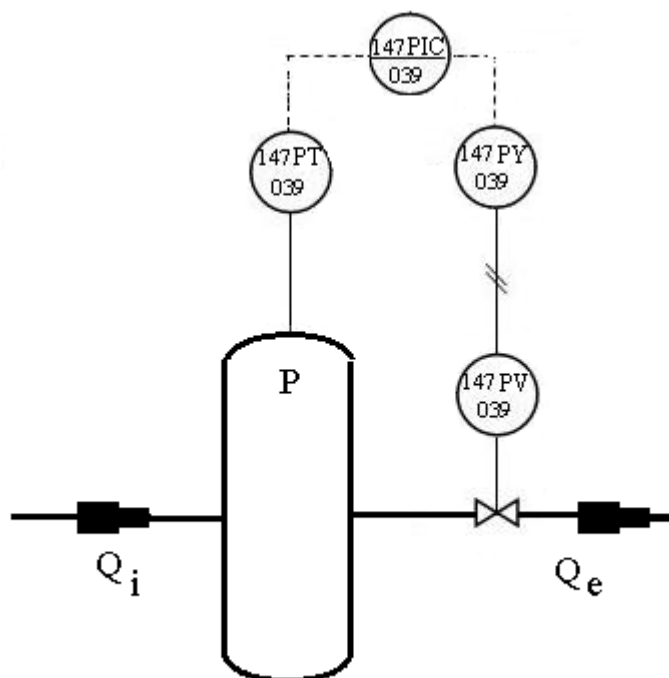


Fig. 4.2. Sistemul de reglare a presiunii, varianta mărimea de execuție - debitul de ieșire din vas: PT – traductor de presiune diferențială; PIC – regulator de debit; PY – convertor electro - pneumatic; PV – robinet de reglare.

### 4.3. Sisteme bazat pe condensarea vaporilor

Factorii care influențează fluxul termic transferat de un condensator sunt modelați prin relația lui Newton

$$Q_T = kA_T \Delta T \quad (4.1)$$

în care  $k$  reprezintă coeficientul de transfer,  $A_T$  – aria de transfer,  $\Delta T$  - diferența medie de temperatură dintre cele două fluide.

În mod curent, mărimile care pot fi direct modificate industrial sunt debitele fluidelor care participă la schimbul termic. Este deosebit de important să se cunoască mecanismul care guvernează transferul termic, deoarece pe această cale se poate evita proiectarea unui sistem de reglare care nu se va comporta satisfăcător în exploatare. Sunt cunoscute două structuri fundamentale de sisteme automate de reglare a presiunii bazate pe condensarea vaporilor:

- a) Sisteme bazate pe modificarea debitului agentului de răcire;
- b) Sisteme bazate pe variația ariei de transfer a condensatorului.

### 4.3.1. Sisteme bazate pe comanda agentului de răcire

Una dintre cele mai simple structuri de reglare a presiunii este bazată pe comanda agentului de răcire. Uzual, agentul de răcire este apa recirculată (apa de turn), structura sistemului automat fiind prezentată în figura 4.3

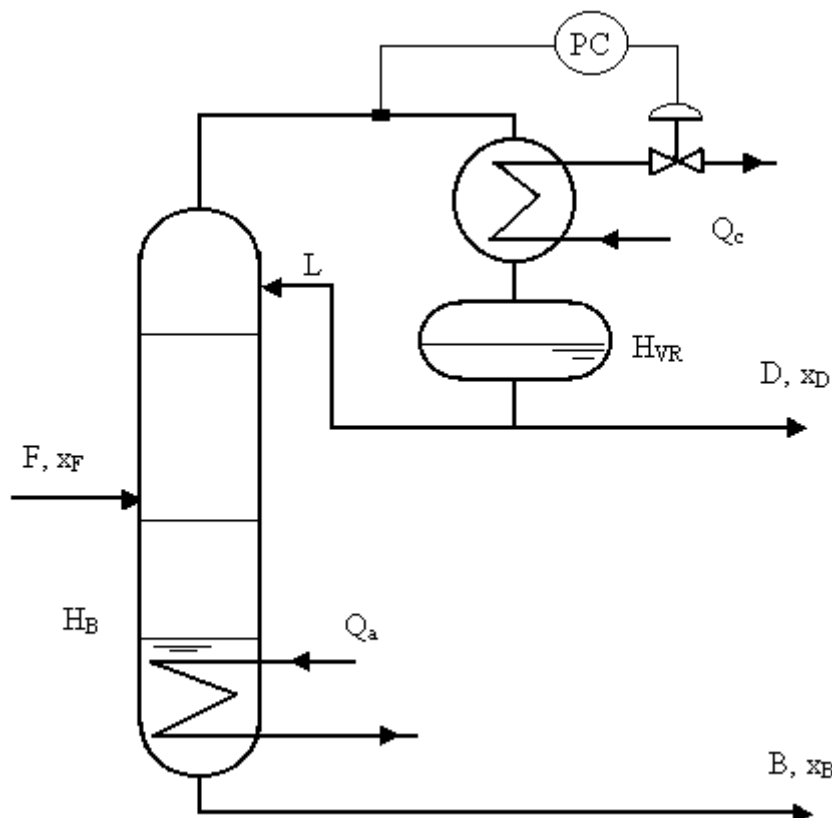


Fig. 4.3. Sistemul de reglare a presiunii bazat pe comanda debitului agentului de răcire.

Condensatorul utilizat este un schimbător de căldură clasic, funcționarea acestuia fiind modelată prin relația (4.1). Relația dintre fluxul termic  $Q_T$  transferat și debitul de agent de răcire,  $Q_a$ , este exprimat prin relația

$$Q_T = \frac{T_v - T_{a1}}{\frac{1}{KA_T} + \frac{1}{2Q_a C_{pa}}}, \quad (4.2)$$

în care  $T_v$  reprezintă temperatura vaporilor, temperatură egală cu a lichidului rezultat prin condensarea vaporilor;  $T_{a1}$  – temperatura de intrare a agentului de răcire;  $Q_a$  – debitul agentului de răcire;  $C_{pm}$  – capacitatea medie a agentului de răcire.

Atunci când debitele celor două fluxuri, vaporii care condensează și agentul de răcire, tind către infinit, temperaturile de ieșire ale celor două fluxuri tind către valorile de intrare ale acestora, respectiv  $T_v$  pentru vapori și  $T_{al}$  pentru agentul de răcire. În aceste condiții, fluxul termic transferat în condensator tinde către valoarea maximă

$$Q_{Tmax} = KA_T(T_v - T_{al}) \quad (4.3)$$

Raportând relația (4.2) la fluxul termic maxim se obține

$$\frac{Q_T}{Q_{Tmax}} = \frac{1}{1 + \frac{kA_T}{2Q_a C_{pa}}} \quad (4.4)$$

Reprezentarea grafică a acestei relații este ilustrată în figura 4.4 [marinoiu]. Analiza caracteristicii statice a condensatorului conduce la următoarele concluzii:

- a) La debite mici ale agentului de răcire sensibilitatea condensatorului este mai mare, rezultând avantaje ale sistemului de reglare. În opoziție cu acest avantaj, vitezele mici ale agentului de răcire facilitează murdărirea suprafeței de schimb de căldură. O altă consecință a debitelor mici ale agentului de răcire o constituie creșterea temperaturii agentului de răcire și favorizarea formării sedimentelor în cazul utilizării apei dure.
- b) La debite mari ale agentului de reglare, condensatorul devine insensibil la variațiile debitului de agent de răcire și în consecință reglarea nu mai poate fi realizată.

Caracteristica statică din figura 4.4 indică faptul că reglarea presiunii nu poate fi făcută pentru o variație mare a agentului de reglare, respectiv debitul de apă. O caracteristică liniară a sarcinii termice transferate și implicit a presiunii este obținută la debite mici ale agentului de reglare. Atunci când debitul crește, caracteristica se aplatizează, sarcina termică transferată și implicit presiunea devin insensibile la modificările agentului de reglare. Astfel, sistemul de reglare a presiunii bazat pe condensarea vaporilor și utilizarea ca agent de reglare a debitului de apă prezintă neajunsuri care îl fac greu de operat în industrie. Practica a demonstrat o legătură directă între aria de transfer termic, debitul de agent de condensare și performanțele sistemului automat de reglare a presiunii.

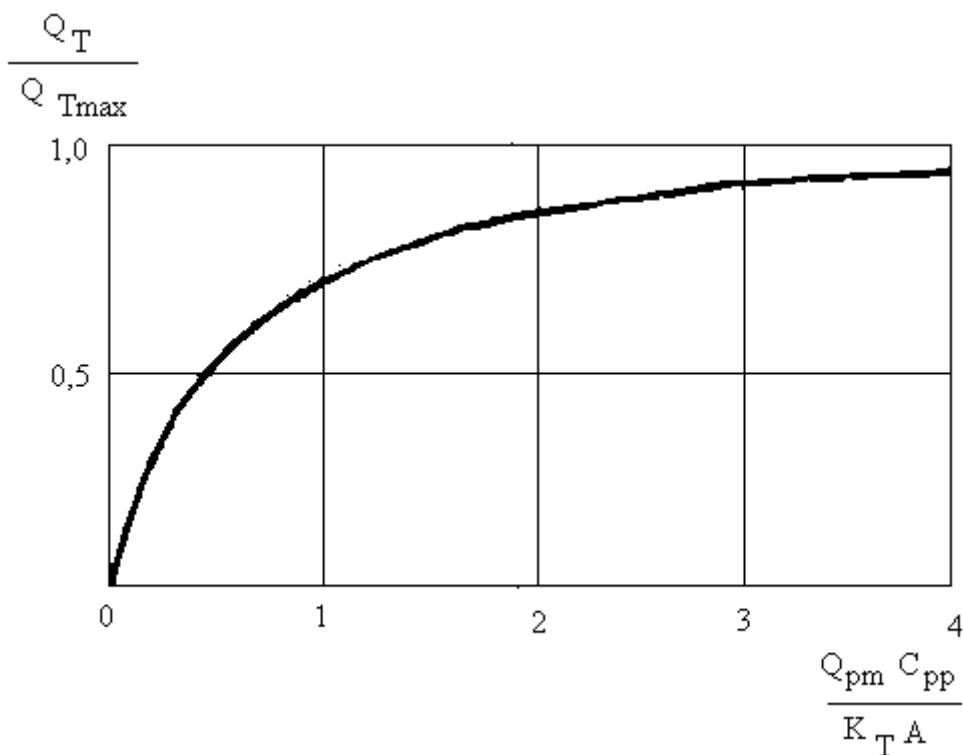


Fig. 4.5. Variația relativă a sarcinii termice transferate în funcție de debitul de agent termic [marinoiu].

Dacă condensatorul este supradimensionat sau dacă coloana este operată la debite mult mai mici de alimentare față de debitul nominal, sistemul automat de reglare a presiunii are caracteristică liniară. În caz contrar sistemul automat nu este funcțional.

#### 4.3.2. Sisteme bazate pe variația ariei de transfer a condensatorului

Având în vedere deficiențele majore ale sistemului automat de reglare a presiunii bazat pe utilizarea ca agent de reglare a debitului agentului de răcire au fost investigate alte structuri de sisteme automate. Punctul de plecare îl constituie relația (4.1). Singura variabilă care poate fi modificată teoretic este aria de transfer termic  $A_T$ . În acest mod, fluxul termic transferat devine direct proporțional cu suprafața de schimb termic și implicit caracteristica statică a sistemului automat de reglare a presiunii poate deveni liniar. În figura 4.6 este prezentat principiul de funcționare al sistemului de reglare a presiunii. Sistemul automat modifică debitul de condens evacuat din condensator, astfel încât condensatorul să fie umplut parțial cu lichid. În acest mod, suprafața de transfer de căldură devine variabilă, fiind dependentă de nivelul de lichid din condensator.

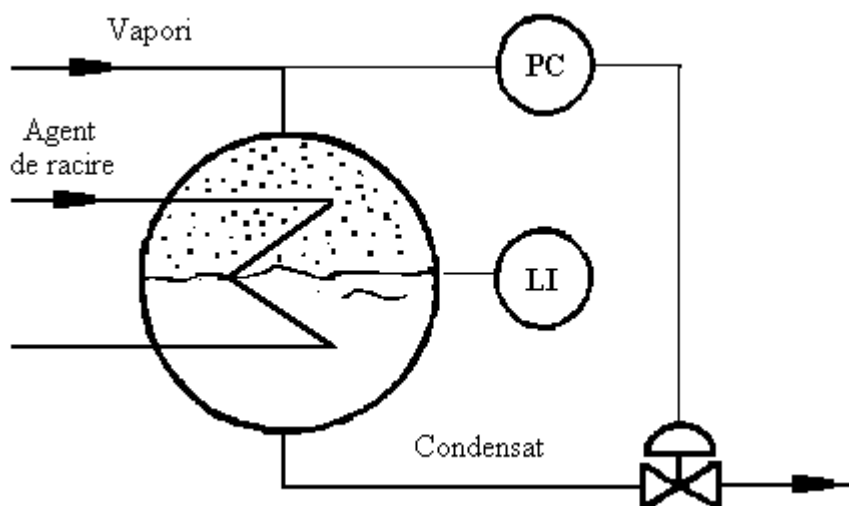


Fig. 4.6. Condensator bazat pe variația ariei de transfer de căldură.

Soluțiile concrete de structuri de reglare a presiunii sunt dependente de particularitățile constructive ale condensatoarelor coloanelor de fracționare. În figura 4.7 este prezentată structura reprezentativă de reglare pentru această clasă de sisteme automate.

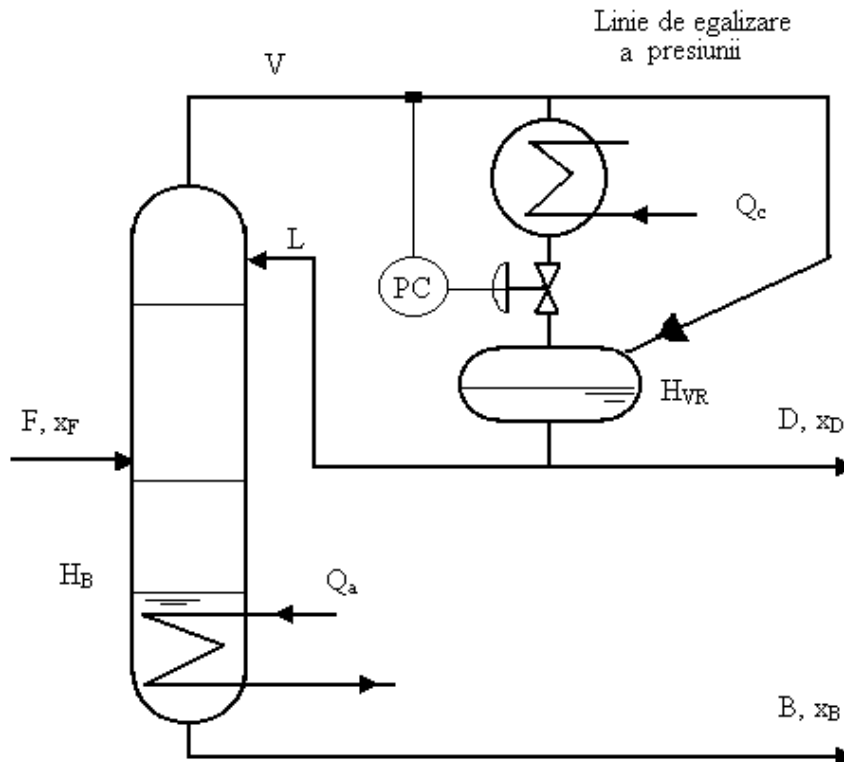


Fig. 4.7. Structura de reglare a presiunii bazată pe variația ariei de transfer termic.

Particularitățile constructive sunt reprezentate de amplasarea condensatorului deasupra vasului de reflux și existența unei linii de egalizare a presiunii între spațiul de vapori al vasului de reflux și zona de vapori a condensatorului. La creșterea presiunii în coloană, regulatorul PC comandă deschiderea robinetului de reglare în mai mare măsură, astfel încât nivelul în condensator scade, procesul de condensare se intensifică și presiunea din coloana va scădea, revenind la valoarea prescrisă. Sistemul de reglare prezintă și unele dezavantaje generate de faptul ca robinetul de reglare și conducta de evacuare a condensului trebuie dimensionate la curgere gravitațională, dificultățile de calcul și de realizare fizică putând crea reale probleme.

#### **4.4. Probleme și întrebări**

- 4.4.1. Care sunt structurile fundamentale de sisteme automate de reglare a presiunii?
- 4.4.2. Desenați sistemul de reglare a presiunii, varianta mărimea de execuție - debitul de intrare în vas.
- 4.4.3. Desenați sistemul de reglare a presiunii, varianta mărimea de execuție - debitul de ieșire din vas.
- 4.4.4. Relația lui Newton pentru fluxul termic transferat de un condensator.
- 4.4.5. Variația relativă a sarcinii termice transferate în funcție de debitul de agent termic.
- 4.4.6. Desenați sistemul de reglare a presiunii bazat pe comanda debitului agentului de răcire.
- 4.4.7. Avantaje și dezavantaje ale sistemului de reglare a presiunii bazat pe comanda debitului agentului de răcire.
- 4.4.8. Principiul sistemelor bazate pe variația ariei de transfer a condensatorului.
- 4.4.9. Desenați structura de reglare a presiunii bazata pe variația ariei de transfer termic.