

STUDIUL AMPLIFICATOARELOR PNEUMATICE

2.1 OBIECTUL LUCRĂRII

Se studiază principiul constructiv și funcțional al amplificatorului pneumatic de tip ajutor – paletă și de putere și se vor ridica, în condiții de laborator, caracteristicile statice ale acestora.

2.2 CONSIDERAȚII TEORETICE

Amplificatoarele pneumatice, ca elemente active de circuit, au rolul de a modela un semnal de intrare (mecanic sau pneumatic) și a furniza un semnal de ieșire (pneumatic) după o anumită lege de variație în raport cu intrarea. Conform construcției lor, amplificatoarele pneumatice sunt elemente de comandă ale energiei, în care informația transmisă de intrare, “comandă” un flux de energie debitat de o sursă auxiliară sub formă de aer comprimat (furnizează puterea de ieșire – presiune și/sau debit – pe seama sursei de energie auxiliare sub comanda semnalului de intrare).

2.2.1 AMPLIFICATORUL PNEUMATIC DE TIP AJUTAJ-PALETĂ

În figura 2.1 este prezentat principiul constructiv al amplificatorului pneumatic de tip ajutor-paletă. El se compune din rezistența pneumatică fixă R_1 și rezistența pneumatică variabilă R_2 , legate prin incinta (1). La rândul său, rezistența R_2 are o parte fixă R_2' (ajutaj) și o parte variabilă R_2'' (distanța h variabilă între ajutor și paletă).

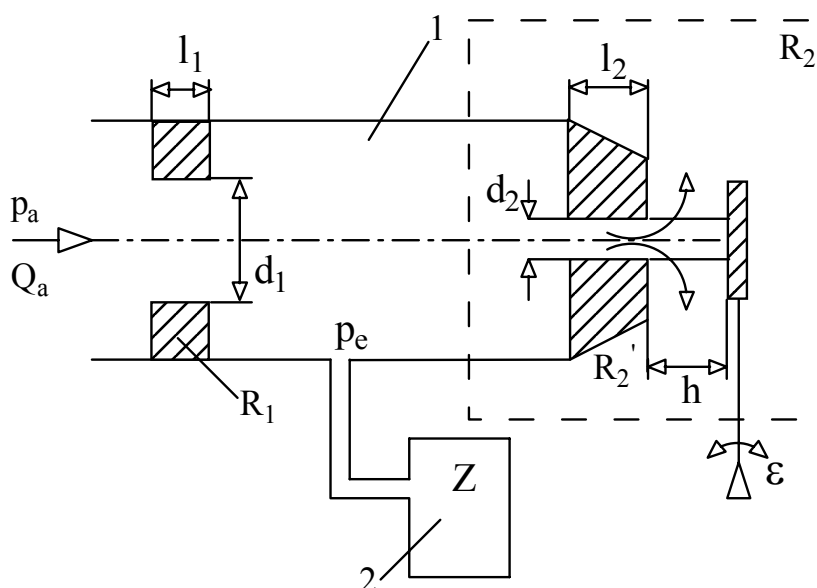


Figura 2.1 Amplificatorul pneumatic de tip ajutor-paletă

Între semnalul de ieșire p_e și cel de intrare h (sau ε) se poate stabili o legătură pe baza schemei din figura 2.2. Se reține faptul că modificarea distanței h duce la modificarea secțiunii de curgere a rezistenței R''_2 (respectiv R_2), de tip suprafață laterală a unui cilindru ($S''_2 = \pi \cdot d_2 \cdot h$), ceea ce este echivalent cu modificarea rezistenței R_2 .

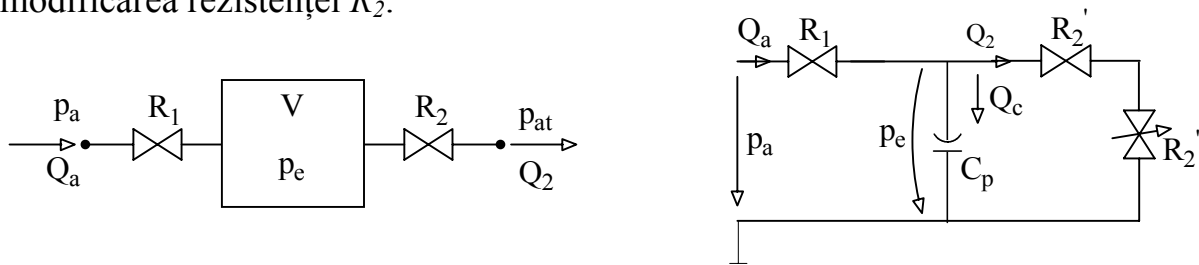


Figura 2.2 Principiul funcțional al amplificatorului ajutaj-paletă

Circuitul din figura 2.2 (stânga) este un circuit pneumatic de întârziere de ordinul I : dacă curgerea gazului prin rezistențe este laminară și se lucrează cu variații mici ale semnalelor în jurul unor puncte de funcționare medii pe caracteristicile statice (zone liniare) se poate aplica analogia electro-pneumatică, respectiv, se poate întocmi schema echivalentă din figura 2.2 (dreapta).

Ecuția care caracterizează circuitul de întârziere este :

$$\frac{V}{R \cdot T} \cdot \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2} \cdot \frac{dp_e}{dt} + p_e = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \cdot p_a \quad (2.1)$$

relația (2.1) a fost scrisă pentru $p_{atm} \cong 0$, ca presiune de referință.

Cu relațiile :

$$\frac{V}{R \cdot T(\alpha_1 + \alpha_2)} = \sigma ; \quad k = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (2.2)$$

se obține :

$$\sigma \cdot \frac{dp_e}{dt} + p_e = k \cdot p_a \quad (2.3)$$

unde σ este constanta de timp a circuitului (V -volumul incintei; R -constanta aerului; T -temperatura absolută; α_1 și α_2 -coeficienții de debit pentru rezistențele R_1 și R_2 - α_2 este variabil), iar k este un coeficient de divizare a presiunii p_a în funcție de raportul rezistențelor R_1 și R_2 .

Constructiv, camera de legătură are volumul V foarte mic, încât σ se poate neglija și ecuația amplificatorului devine :

$$p_e = k \cdot p_a \quad (2.4)$$

Pe baza schemei echivalente din figura 2.2 (dreapta), ecuația de funcționare se reduce, considerând că în regim staționar $Q_c = 0$ (camera lucrează pe o incintă închisă) :

$$Q_a = Q_2 \quad (2.5)$$

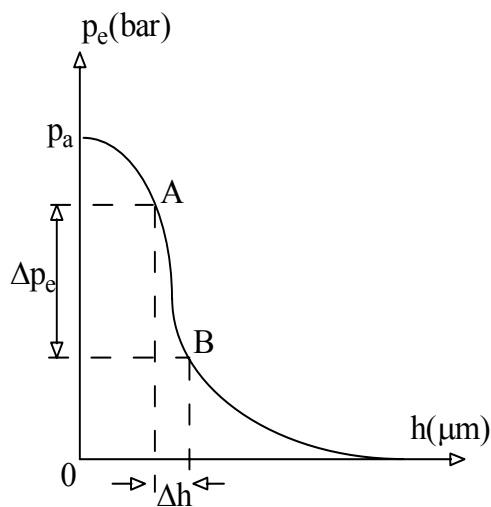
Se poate scrie succesiv :

$$Q_a = \frac{p_a}{R_1 + R_2' + R_2''} \quad (2.6)$$

$$p_e = p_a - R_1 \cdot Q_a$$

$$p_e = p_a - R_1 \cdot \frac{P_a}{R_1 + R_2} \quad (2.7)$$

Caracteristica statică a amplificatorului $p_e=f(h)$, în condițiile neglijării capacităților și considerării presiunilor atmosferice ca referință (figura 2.3) este puternic căzătoare, neliniară. Alimentarea amplificatoarelor din construcția aparatelor pneumatice de automatizare se face la presiunea de 1,4 bar. Când paleta este lipită de ajutoraj ($h=0$), rezistența de curgere în atmosferă este foarte mare ($R \cong \infty$), iar presiunea în camera ajutorajului este maximă și aproximativ egală cu presiunea de alimentare (minus căderea de presiune pe R_1).



Pe măsură ce paleta se depărtează de ajutoraj, rezistența R_2 scade, și odată cu ea scade și presiunea p_e . La o depărtare de $h \geq d_2/4$, rezistența $R_2 \approx R_2'$ ($R_2'' \cong 0$) și în ajutoraj se ajunge la o presiune reziduală mai mare decât presiunea atmosferică (există o cădere de presiune pe R_2'). În practică se delimitează o zonă liniară AB pe caracteristica statică a amplificatorului ajutoraj-paletă, unde se va stabili punctul optim de funcționare.

Figura 2.3 Caracteristica statică a amplificatorului ajutoraj-paletă

2.2.2 AMPLIFICATORUL PNEUMATIC DE PUTERE

În figura 2.4 este prezentat amplificatorul pneumatic de putere (final) al convertorului electro-pneumatic ELA 104.

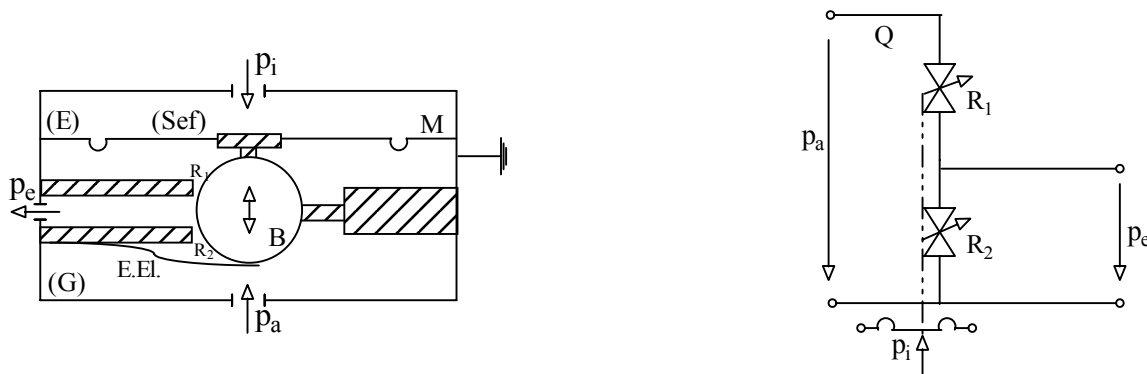


Figura 2.4 Principiul constructiv și funcțional al amplificatorului pneumatic de putere

Principiul constructiv este cel al divizorului de presiune format din rezistențele R_1 și R_2 de tip bilă-cilindru. Modificarea divizorului se face prin deplasarea sus-jos a bilei (B) sub acțiunea mecanică a membranei elastice (M) pe care lucrează presiunea de intrare p_i . Schema principială a divizorului realizat, în figura 2.4 (dreapta), conduce la relația :

$$p_e = p_a \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.8)$$

ceea ce înseamnă că p_e , ia orice valoare între valorile extreme : 0 bar ($R_2 = 0$), sau p_a ($R_1 = 0$).

Pe baza caracteristicii statice $p_e=f(p_i)$ se poate pune în evidență coeficientul de amplificare în presiune :

$$k_p = \frac{\Delta p_e}{\Delta p_i} \quad (2.9)$$

2.3 MERSUL LUCRĂRII

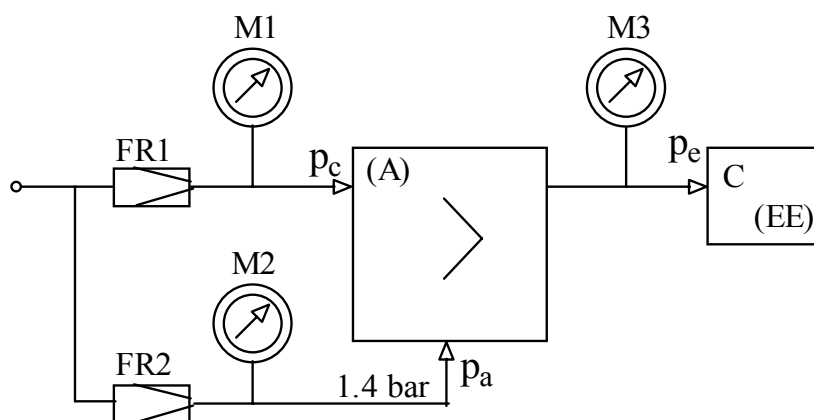


Figura 2.5 Montaj experimental pentru amplificatorul pneumatic de putere

2.3.1 Caracteristica statică $p_e=f(p_i)$ a amplificatorului de putere ELA 140 se ridică pe baza măsurătorilor obținute din montajul din figura 2.5, unde s-au notat:

$FR1, FR2$ – filtre reductoare;

$M1, M2, M3$ – manometre;

A – amplificatorul de putere;

$C(EE)$ – cameră închisă (element de execuție).

Pentru efectuarea măsurătorilor se ridică p_i la circa 0,3 bar ($p_e=0$) și apoi se scade în trepte cât mai mici până la 0 bar (se ține cont de panta negativă a caracteristicii).

Se reprezintă grafic și se calculează amplificarea în presiune (relația (2.9)) pentru zona liniară a caracteristicii.

2.3.2 Caracteristicile statice ale amplificatorului ajutoraj-paletă și ale combinației amplificator ajutoraj-paletă cu amplificator de putere.

Se execută montajul din figura 2.6 :

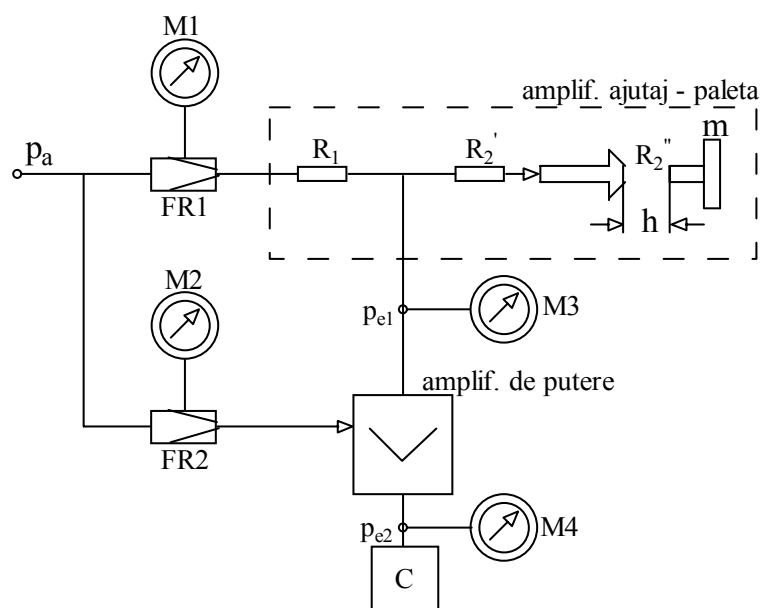


Figura 2.6 Montaj experimental pentru combinația amplificator ajutoraj-paletă cu amplificator de putere

Pentru presiunea de alimentare $p_a=1,4 \text{ bar}$ se fac citirile manometrelor, modificând distanța h cu ajutorul micrometrului m .

Se reprezintă grafic $p_{e1}=f(h)$; $p_{e2}=f(h)$; $p_{e2}=f(p_{e1})$. Se prezintă concluzii privind rezultatele obținute, și eventuale observații.

Bibliografie :

- [1] Gh. Lazea – Echipamente de automatizare pneumatice și hidraulice – îndumător de laborator; Lito IPCN – 1982.
- [2] Gh. Lazea – Echipamente de automatizare pneumatice și hidraulice – note de curs; Lito IPCN – 1986.
- [3] L. Bivolaru – Montarea instalațiilor de automatizare, vol. 3 și 4; Ed. T. București – 1978.