

STUDIUL INDICATOARELOR ȘI ÎNREGISTRATOARELOR
PNEUMATICE

3.1. INDICATOARE PNEUMATICE

3.1.1 OBIECTUL LUCRĂRII

- Studierea principiului constructiv și funcțional al elementelor pneumatice de afișare a informației.
- Determinarea erorilor de indicare și etalonarea indicatoarelor F-DB.

3.1.2 CONSIDERAȚII TEORETICE

Indicatoarele pneumatice, după cum arată și denumirea lor, au rolul de a indica o mărime, convertită în semnal pneumatic unificat ($0.2 \div 1$ bar), sau abaterea (diferența) față de mărimea prescrisă.

În România, IEPAM Bârlad produce indicatoare pneumatice de tip F-DA pentru abatere și F-DB cu 1-3 elemente indicatoare.

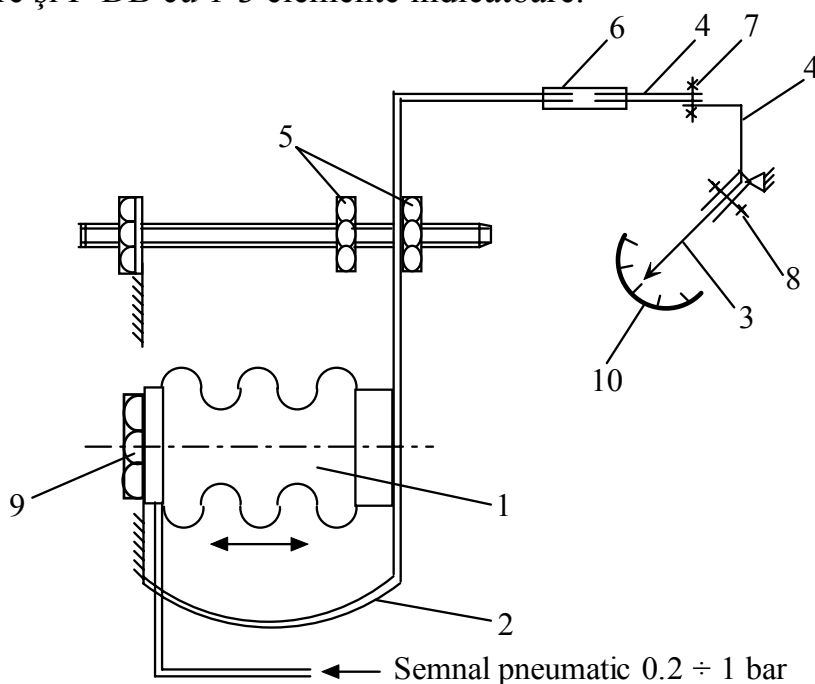


Figura 4.1 Schema blocului de indicare

Funcția de indicare a unui asemenea dispozitiv este realizată de un așa numit “bloc de indicare“ (vezi figura 4.1), care este compus din : burduf receptor (1), arc (2), ac indicator (3), scala (10). Cu (5) sunt notate piulițele pentru limitarea domeniului, iar cu (6), (7), (8) și (9) șuruburi pentru reglaj la etalonare.

Semnalul care urmează să fie indicat, convertit în presiune ($0.2 \div 1$ bar), se transmite burdufului (1). Deplasarea acestuia este amplificată și transmisă acului indicator (3) prin intermediul elementelor (2) și (4). Scala (10) este etalonată în procente (proporțional), sau pătratic ($0 \div 10$).

Cele mai simple indicatoare conțin 1-3 asemenea blocuri, asigurând funcția de indicare pentru diferite mărimi măsurate. Variantele mai complexe sunt prevăzute cu funcții suplimentare : lămpi de semnalizare, contacte electrice de limită, etc. În acest scop, pentru fiecare mărime măsurată, aparatul poate fi prevăzut cu :

- 1-2 contacte fără lampă,
- 1 contact de maxim cu lampă,
- 1 contact de minim cu lampă,
- 2 contacte, unul de maxim și unul de minim, cu lămpi.

În situația aparatului cu 3 elemente indicatoare și semnalizare de maxim, respectiv minim, întâlnim 3 lămpi galbene de minim și 3 lămpi roșii de maxim, situate pe panoul frontal. Comanda acestor lămpi se face prin microcontacte acționate de presostate (câte unul pentru fiecare lampă). (vezi figura 4.2).

Pentru pregătirea punerii în funcțiune trebuie realizată operația de fixare a limitelor dorite (minim și maxim). Acest lucru este realizat prin intermediul șurubului de reglaj al acului de domeniu de la presostat, și urmărind poziția acului roșu în fața scalei gradate de pe fața laterală a presostatului.

Alimentarea aparatului se face prin racord pliant FLA-030 prevăzut cu conexiuni pneumatice și electrice :

- a) Conexiuni pneumatice :
- S – alimentare cu aer instrumental,
 - 1 – prima mărime de intare,
 - 2 – a doua mărime de intare,
 - 3 – a treia mărime de intare,
 - 4, 5, P – intrări nefolosite (libere).
- b) Conexiuni electrice :
- 1÷12 – contacte (A÷F) de semnalizare,
 - 13 – faza comună,
 - 14 – faza comună pentru lămpi.

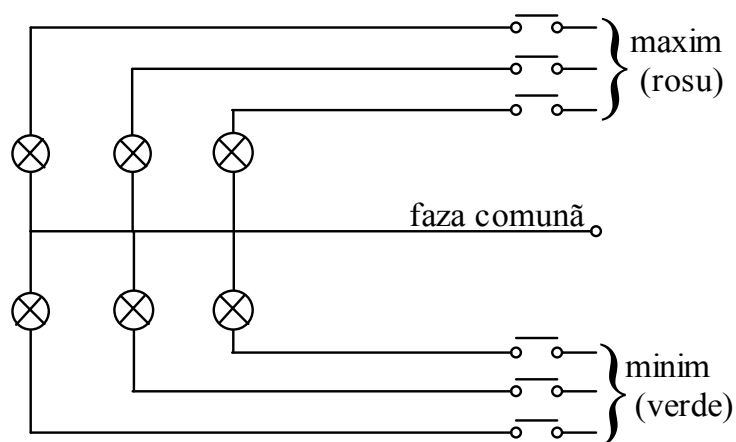


Figura 4.2 Dispunerea lămpilor la indicatorul cu semnalizare

Contactele 1 ÷ 12 joacă rolul de contacte de limită și se utilizează după cum urmează : contactele (1-2), (5-6), (9-10) sunt pentru maxim și oferă o tensiune de comandă în exterior la închidere, în momentul depășirii valorii reglate prin presostat. Contactele (3-4), (7-8), (11-12) sunt pentru minim.

Caracteristicile tehnice pentru indicatoarele pneumatice unificate fabricate la IEPAM Bârlad sunt :

- alimentare pneumatică : 1.4 ± 0.14 bar,
- mărime de intrare : $0.2 \div 1$ bar,
- consum de aer pentru un element indicator : 30 NI/h,
- contacte electrice ale elementului de semnalizare : 3A, 250V, neinductiv.

3.1.3 MERSUL LUCRĂRII

- a) Se identifică la un aparat *F-DB* elementele blocului de indicare și elementele pentru blocul de contacte și semnalizare;
- b) Se identifică legăturile pneumatice și electrice la racordul pliant *FLA-030* în vederea punerii în funcțiune a aparatului;

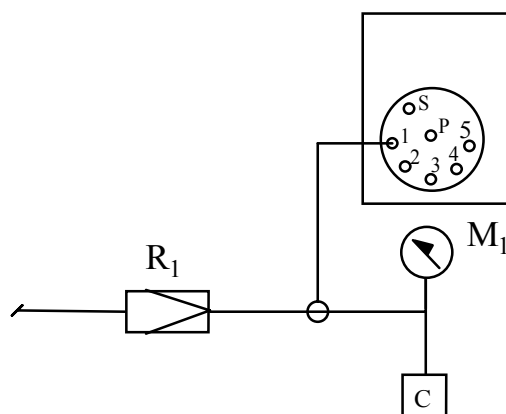


Figura 4.3 Montaj experimental

Se execută montajul din figura 4.3 pentru indicatorul fără semnalizare, respectiv montajul din figura 4.4 pentru indicatorul cu semnalizare.

În aceste figuri s-au simbolizat :

- R_0, R_1 – filtre reductoare FR-100;
- M_0, M_1 – manometre $0 \div 2.5$ kgf/cm²;
- V – voltmetru, c.a. $0 \div 100$ V;
- AT – autotransformator ATR-8;
- C – capacitate pneumatică.

Pentru montajul din figura 4.4, înainte de a face măsurătorile, se introduce la borna S alimentarea de 1.4 bar cu ajutorul reductorului R_0 .

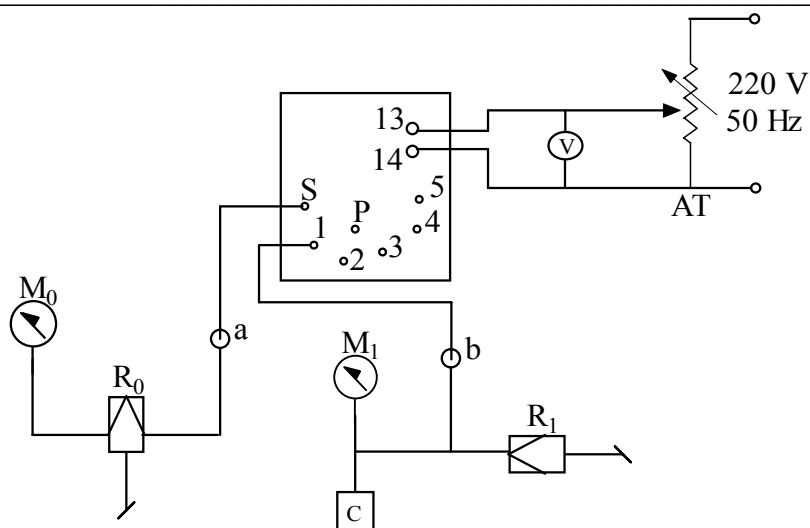


Figura 4.4 Montaj experimental

Se execută o etalonare a aparatelor după cum urmează :

- se introduce presiunea de 0.6 kgf/cm^2 , citită la M_1 și reglată prin R_1 , pe canalul de indicare 1. Acul indicator va trebui să arate 50%, în cazul în care scala este proporțională și etalonată în procente. În cazul în care scala este pătratică ($0 \div 10$), dacă se aplică presiunea de 0.592 kgf/cm^2 , acul indicator trebuie să indice 7. Dacă indicația nu este corectă, se ajustează piulița (9) din capul burdufului de măsură (vezi figura 4.1).
- se aplică presiunea 0.2 kgf/cm^2 , respectiv 1 kgf/cm^2 și se verifică dacă acul indicator indică diviziunile capului de scală. Se calculează eroarea de indicare și dacă aceasta este mai mare decât 0.5% se corectează din șurubul (7).

Dacă mișcarea acului indicator este diferită în domeniul ($0.2 \div 0.6$) kgf/cm^2 față de domeniul ($0.6 \div 1$) kgf/cm^2 se va ajusta liniaritatea din (6).

Cu datele citite și calculate se completează tabelul 4.1 :

Indicator fără semnalizare	$P_{1r} [\text{kgf/cm}^2]$	0.2	0.6	1
	Valoare citită			
	Eroarea			
Indicator cu semnalizare	Alimentare	0.2	0.6	1
	Valoare indicată			
	Eroarea			

Tabelul 1.1 Centralizarea datelor

La indicatorul cu semnalizare de minim și maxim se vor face observații asupra concordanței aprinderii becurilor cu indicațiile aparatului și limitele fixate la presostate.

3.2 ÎNREGISTRATOARE PNEUMATICE

3.2.1 OBIECTUL LUCRĂRII

- a) Se va studia construcția și funcționarea înregistratoarelor pneumatice de tip FRB și FSB, fabricate la IEPAM Bârlad.
- b) Se va face etalonarea unui înregistrator FRB și punerea lui în funcțiune.

3.2.2 CONSIDERAȚII TEORETICE

Înregistratoarele pneumatice de tip FRB sunt aparate de panou tipizate, destinate să înregistreze pe hârtie (diagramă) 1 ÷ 3 semnale în domeniu unificat 0.2 ÷ 1 bar. Înregistratorul FSB (cu selector) înregistrează un singur semnal, cu posibilitatea de a-l selecta din 5.

Din punct de vedere constructiv, cele două variante se aseamănă, aparatul FSB având în plus dispozitivul de selectare. În construcția lor vom întâlni : *subansamblul frontal* (tamburii diagramei, motorul de antrenare a diagramei, comutatorul motorului), *subansamblul de înregistrare* (grupul comparator-servomotor cu piston, poziționar pentru acționarea peniței de înregistrare, scara frontală), *subansamblul șasiu* (blocul de conexiuni, microîntrerupătorul cu mercur) și *subansamblul de selectare* (numai la FSB).

Funcționarea înregistratoarelor poate fi analizată prin descompunerea în trei operații de bază :

- a) antrenarea diagramei;
 - b) urmărirea mărimii de înregistrat;
 - c) înregistrarea pe bandă.
-
- a) antrenarea diagramei

Antrenarea diagramei-bandă este realizată, prin intermediul unei roți dințate care pătrunde în orificiile dreptunghiulare de pe partea inferioară a diagramei, cu ajutorul unui motor sincron (220 V; 13 mA), sau motor pneumatic cu impulsuri (4 implsuri/minut). Motorul sincron poate fi livrat cu una sau două viteze de antrenare. Acest lucru face ca viteza diagramei să poată fi fixată la diverse valori : 20 mm/h, 60 mm/h, 1200 mm/h, 3600 mm/h.

Pe circuitul de alimentare al motorului electric se află plasat un microîntrerupător cu mercur, cu rolul de a deconecta alimentarea motorului la scoaterea aparatului din carcasă.

b) urmărirea mărimii de înregistrat

Elementul de bază pentru realizarea operației este grupul servomotor-comparator, prezentat în figura 4.5.

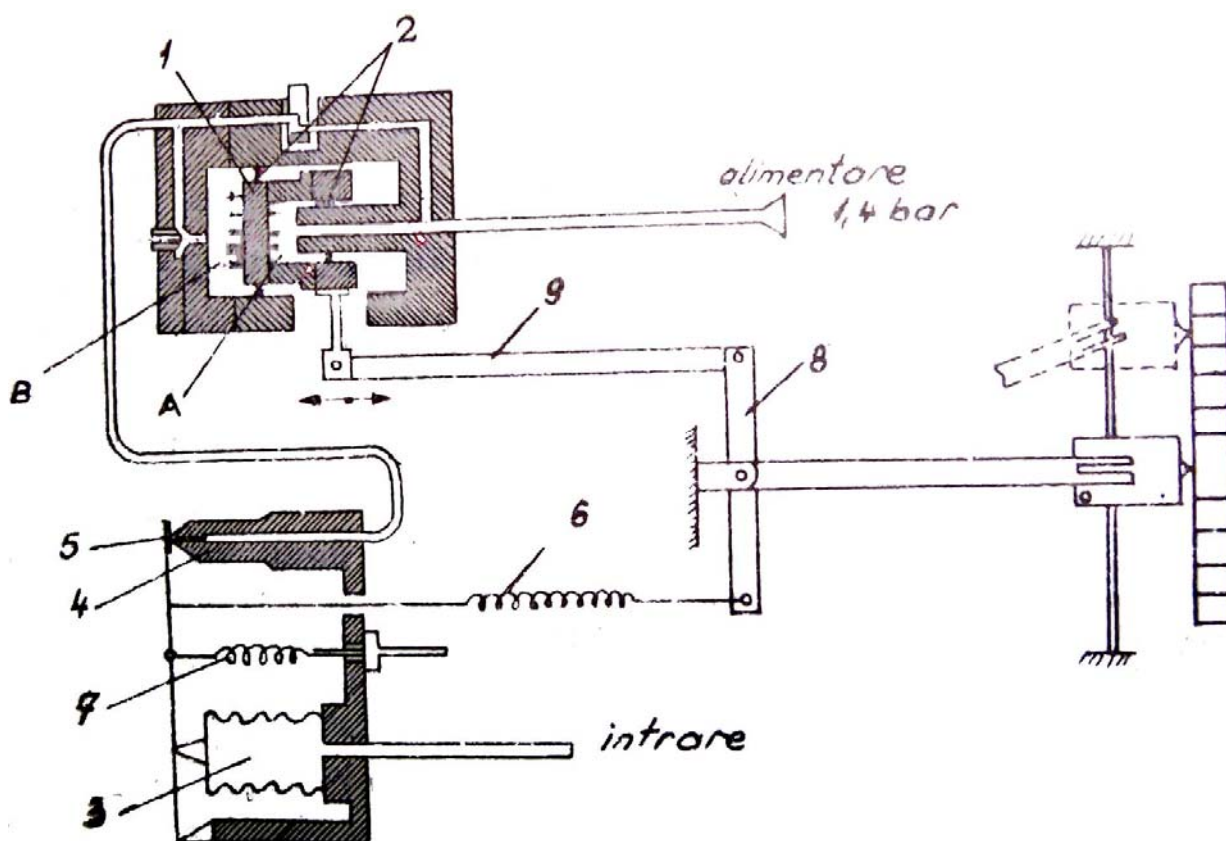


Figura 4.5 Grup comparator - servomotor

Elementul prezentat în figura anterioară are rolul de a recepționa presiunea proporțională cu mărimea de înregistrat în comparator și a o transforma într-o deplasare a brațului peniței de înregistrare. Această deplasare este la rândul ei proporțională cu presiunea recepționată și este obținută cu ajutorul unui servomotor cu piston și poziționar.

Servomotorul este un mecanism de transmisie cu piston, în care pistonul (1) este montat în interiorul cilindric al unui bloc paralelipipedic, amplasat la partea superioară din spate a plăcii suport metalice. Pistonul împarte cilindrul în două camere A și B; două diafragme (2) care au o formă specială, din material flexibil cauciucat, etanșează cele două camere atât între ele cât și față de atmosferă, când pistonul se deplasează de-a lungul axei sale.

Comparatorul amplificator lucrează împreună cu servomotorul și cuprinde: un burduf (3), duza (4), clapeta (5), un arc de reacție (6) și un arc de reglaj al punctului de zero (7), toate montate într-un cadru metalic dreptunghiular. Comparatorul este montat în spatele plăcii suport, lângă servomotorul cu care este cuplat mecanic printr-un sistem de pârghii și arcul de reacție (6,8,9). Comparatorul este cuplat pneumatic la conducta de alimentare cu aer instrumental (1.4 bar). Aerul este introdus în camera A a servomotorului și de asemenea printr-un capilar în camera B și la duza comparatorului amplificator.

Rezistența capilară este astfel calibrată încât căderea pe ea să nu fie mai mare decât cea pe duză. Astfel, după eșaparea din duză nu este restricționată, adică aerul poate ieși din duză într-o cantitate mai mare decât cea care intră, atunci presiunea pe linia pneumatică între rezistența capilară și duză va fi cu un ordin de mărime mai mică. Pe măsură ce clapeta se apropie de duză și restricționează progresiv eșaparea, presiunea din sistem va crește până când se va atinge un punct în care clapeta obturează complet eșaparea din duză și presiunea din sistem va fi egală cu cea de alimentare. Astfel, presiunea din sistem poate fi reglată de la o valoare apropiată de zero până la o valoare maximă, variind distanța dintre duză și clapetă.

Camera A a servomotorului primește presiunea de alimentare direct, iar camera B presiunea sistemului duză clapetă. Cele două fețe ale pistonului diferă pentru a compensa pe această cale faptul că presiunea în sistemul duză clapetă (0.5 ÷ 0.65 bar) este totdeauna mai mică decât cea a rețelei de alimentare. Această diferență este necesară pentru stabilirea punctului de lucru al aparatului prin tensionarea arcului cu ajutorul căruia se echilibrează forța exercitată de burduful receptor de intrare.

Pistonul este cuplat direct cu brațul peniței și prin intermediul arcului de reacție (6) cu clapeta amplificatorului comparator.

Mecanismul de înregistrare funcționează pe principiul echilibrului forțelor, în care forța exercitată de burduful receptor al semnalului de înregistrare este echilibrată de forța arcului de pe paleta amplificatorului comparator. O creștere a măririi de intrare duce la o creștere a forței exercitate de burduf și astfel clapeta se va depărta de duză, reducându-se presiunea în aceasta. Această variație de presiune este sesizată de pistonul servomotorului, care se va deplasa spre stânga, fapt ce va determina o creștere a tensiunii arcului de reacție. Tensiunea arcului de reacție va continua să crească, odată cu deplasarea pistonului până ce

momentul datorat forței exercitate de clapetă se echilibreazăcu momentul forțelor burdufului de intrare și s-a obținut din nou un punct de echilibru.

c) înregistrarea pe bandă

Scrierea pe diagrama-bandă se realizează cu cerneală colorată conținută în rezervorul care se introduce în ghidajul aflat sub șasiu. Această scriere se bazează pe efectul de capilaritate, cunoscut din fizică.

În figura 4.6 este prezentat blocul de selectare. El constă, în principal dintr-un bloc de comutare (1) cu 5 căi, acționat printr-un sistem de pârghii și articulații fixe de la 5 butoane interblocate (3). Rolul dispozitivului este de a permite trecerea și înregistrarea numai a unui semnal de presiune, din cele 5 recepționate, către blocul comparator-servomotor.

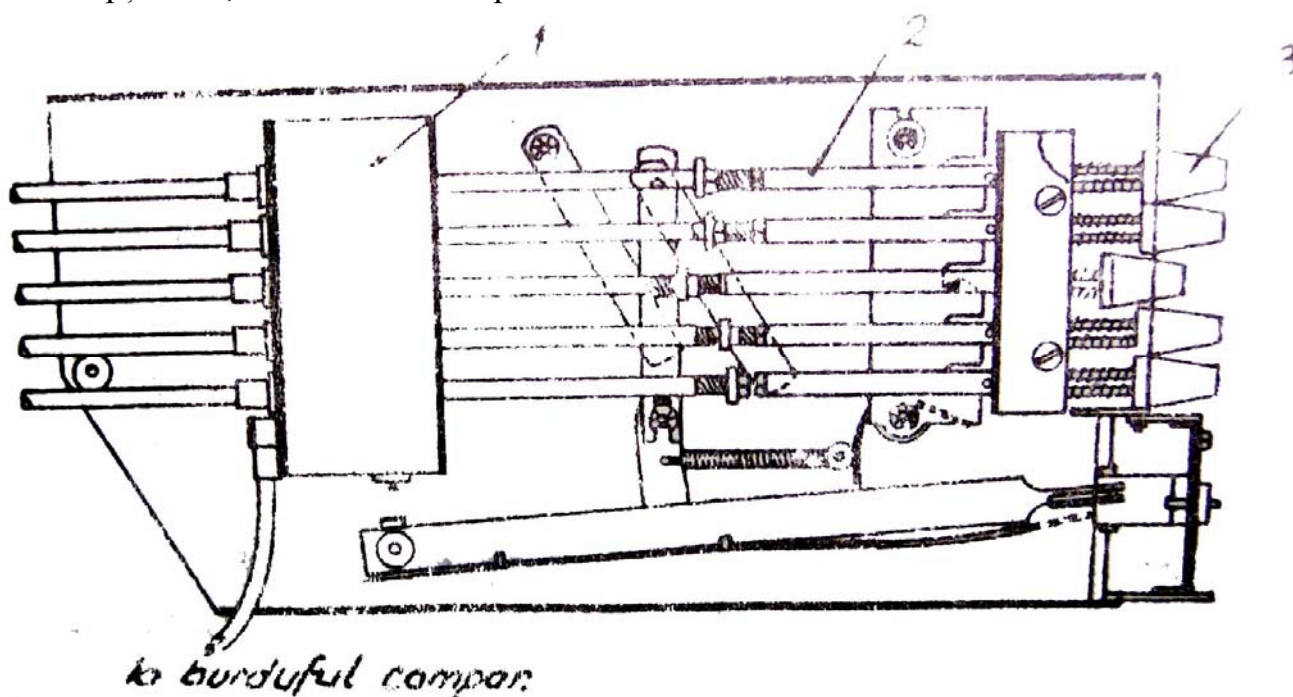


Figura 4.6 Blocul de selectare

În figura 4.7 este prezentat sistemul de conexiuni pneumatice și electrice la înregistratorul FSB. La înregistratorul FRB avem legătură directă între priza pneumatică și burduful comparatorului. În figură s-au notat :

- 3 – motor pneumatic cu impulsuri;
- 2,1 – motor electric sincron cu o viteză, respectiv 2 viteze;
- 4 – blocul de comutare al selectorului;
- 5 – fișa legăturii electrice;
- 6 – comparator-servomotor;
- 7 – sistemul de comutare electric.

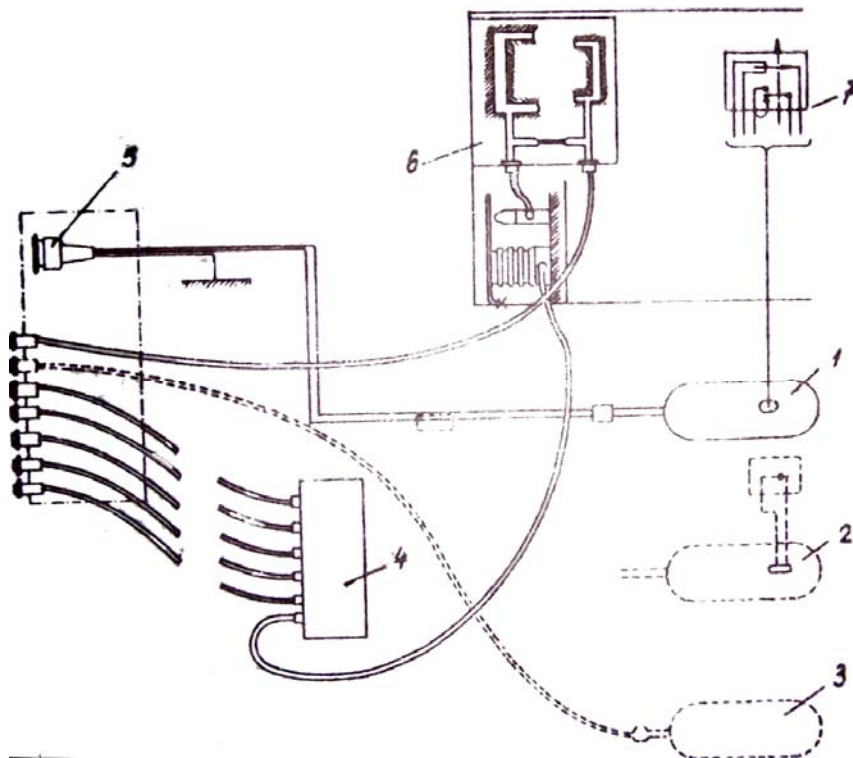


Figura 4.7 Sistemul de conexiuni pneumatice și electrice

3.2.3 MERSUL LUCRĂRII

a) Se execută montajul din figura 4.8, în care avem :

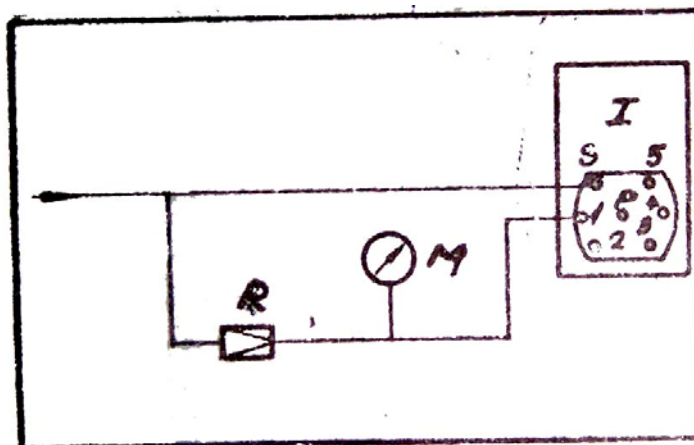


Figura 4.8 Montaj experimental

- I, înregistrator FRB cu o peniță, motor sincron de antrenare (220 V), 20 mm/h;
- R, filtru reductor FR100;
- M, manometru (0 ÷ 2 bar).

Semnificația bornelor pneumatice este :

- S, alimentarea cu aer instrumental (1.4 bar);
- 1,2,3, intrări pentru mărimile măsurate;
- P, alimentarea aparatului la varianta cu motor pneumatic;
- 4,5, borne libere (nefolosite).

b) Se alimentează înregistratorul cu aer filtrat și uscat la 1.4 bar și se închide comutatorul pentru alimentarea motorului sincron (atenție la microîntrerupătorul cu mercur privind poziția de lucru).

c) Se fixează presiunea de intrare la 0.2 bar și se urmărește penița înregistratoare, care trebuie să indice 0. La fel pentru presiunea de 1 bar, penița trebuie să înregistreze la partea superioară a diagramei.

Ajustarea punctului de zero se face din șurubul (1) de fixare a arcului (vezi figura 4.9), iar domeniul (0.2 ÷ 1 bar) se reglează prin deplasarea burdufului (2) în piulițele de fixare (3) mai aproape sau mai departe de punctul de pivotare a clapetei.

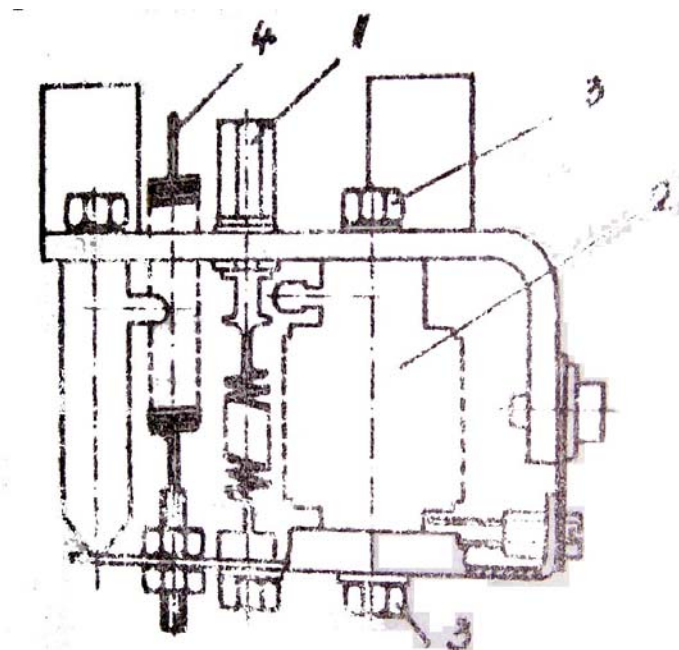


Figura 4.9 Elemente de ajustare a domeniului

d) Se verifică liniaritatea la indicațiile 1/4, 1/2, și 3/4 din scală. Liniaritatea se ajustează din articulațiile 8 și 9 (vezi figura 4.5) care fac legătura comparator-servomotor cu piston.

e) Se calculează erorile la înregistrare și se fac observații privind funcționarea înregistratorului.

Bibliografie :

- [1] Gh. Lazea – Echipamente de automatizare pneumatice și hidraulice – îndumator 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.