

ECHILIBRAREA HIDRAULICA IN LANTURILE CINEMATICE DE AVANS LA MASINI-UNELTE

MAGHER Andrei

Conducator științific: Prof.dr.ing. **Dan PRODAN**

REZUMAT: In cadrul lucrării se vor prezenta sisteme de echilibrare hidraulică pentru sarcinile mari care lucrează pe verticală. Acestea au rolul de a reduce gabaritul și costul elementelor lanțului cinematic de avans/ poziționare la mașini-unelte. Se va realiza o analiză comparativă între echilibrarea mecanică și echilibrarea hidraulică și vor fi prezentate câteva sisteme de echilibrare utilizate la mașini-unelte.

CUVINTE CHEIE: Echilibrare hidraulică, Lanțuri cinematice de avans, Mașini-unelte

1 INTRODUCERE

În cazul mașinilor unelte grele cu deplasări de mase mari pe verticală, cum ar fi mașinile de alezat și frezat cu arborele principal pe orizontală, mașinile de frezat portal și strungurile verticale, este necesară echilibrarea acestora pentru o poziționare corectă și precisă.

2 ELEMENTE GENERALE

Sistemele de echilibrare au rolul de a prelua și descarca greutatea elementelor din lanțul cinematic de avans, de reducere a puterii motorului și implicit reducerea gabaritului și costurilor elementelor lanțului cinematic.

Preluarea se poate face:

- Parțial (cea mai des întâlnită și constă în descarcarea lanțului cinematic de avans cu o proporție de cca 80%)
- Total (această metodă nu este folosită deoarece la schimbarea sensului de avans poate apărea așezare pe flancul piulitei, astfel nu este preluat jocul. Dacă forța de echilibrare este mai mare decât greutatea, pe lângă descarcare se produce o pretensionare cu așezare pe flancul opus așezării în prezenta greutății.

¹ Specializarea Mașini-Unelte și Sisteme de Producție, Facultatea IMST;

E-mail: andrei.magher@yahoo.com;

2.1 Echilibrarea mecanică

În cazul echilibrării mecanice contragreutatea 2 ajută la echilibrarea sarcinii utile 1 dublând masa totală a sistemului, măresc structura de rezistență a mașinii dar micșorează viteza de deplasare a mașinii.

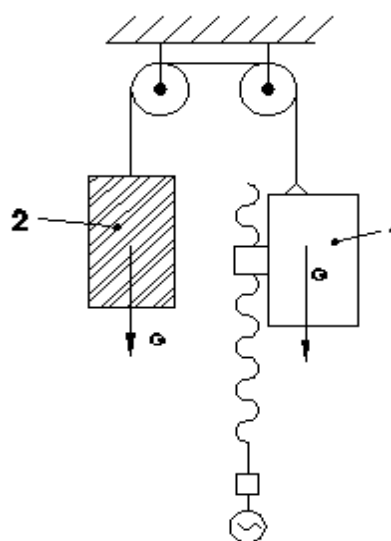


Fig. 1. Echilibrarea mecanică

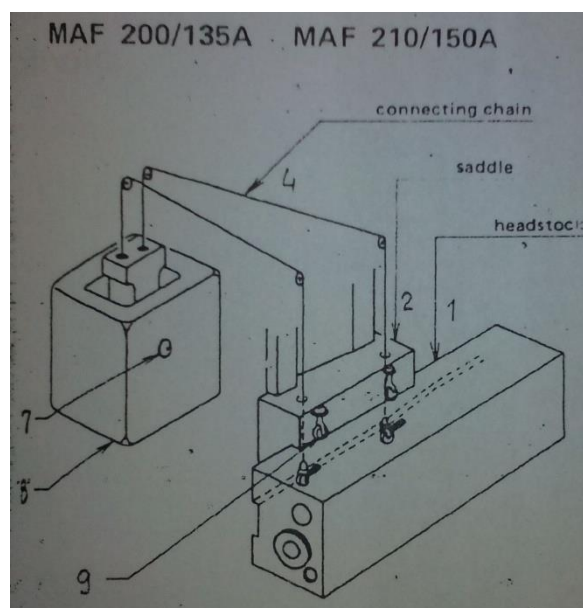


Fig. 2. Echilibrarea mecanică MAF

- 1 - pinola
- 2 - sanie portpinola
- 3 - tija de compensare
- 4 - lanturi
- 5 - contragreutatea pinolei
- 6 - contragreutatea saniei portpinola
- 7 - centru de greutate
- 8 - contragreutate
- 9 - rolele care preseaza pinola

2.2 Echilibrarea hidraulica

La echilibrarea hidraulica sarcina ce trebuie deplasata este echilibrata cu ajutorul unui motor hidraulic liniar in functie de presiunea aplicata acestuia printr-un circuit bine determinat.

Proiectarea acestui sistem este mai dificila din punct de vedere tehnic decat sistemul de echilibrare mecanic, inasa in cazul in care se configureaza un circuit hidraulic potrivit pentru tipul masinii si nevoia operatiilor ce urmeaza a fi executate cu ajutorul acesteia, este mult mai eficient datorita performantelor ulterioare a masinii-unelte, (scade gabaritul si a costul acesteia, creste viteza de deplasare). Aceasta metoda este recomandata de proiectantii si producatorii masinilor unelte si este cel mai des intalnita in cazul masinilor cu comanda numerica si a centrelor de prelucrare unde sunt necesare viteze mari de lucru.

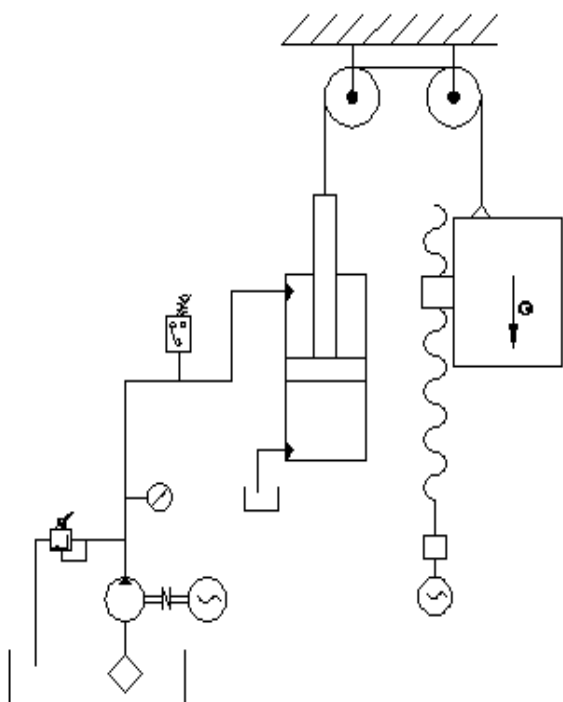


Fig. 3. Echilibrarea hidraulica

3 SISTEME UTILIZATE LA MASINI-UNELTE

3.1 Echilibrare hidraulica strunguri carusel mici (SC17)

Supapa de presiune ce lucreaza la 80 de bari asigura ridicarea sarcinii, iar cea mai reglata la 85 de bari asigura fazele de coborare. Pompa cu roti dintate deverseaza lichidul spre rezervor in momentele in care echilibrarea nu este necesara, prin intermediul distribuitorului, pentru evitarea incalzirii excesive a uleiului. Rolul acumulatorului este de a asigura mentinerea presiunii un timp mai indelungat si de a acoperi necesarul de varfuri de debit.

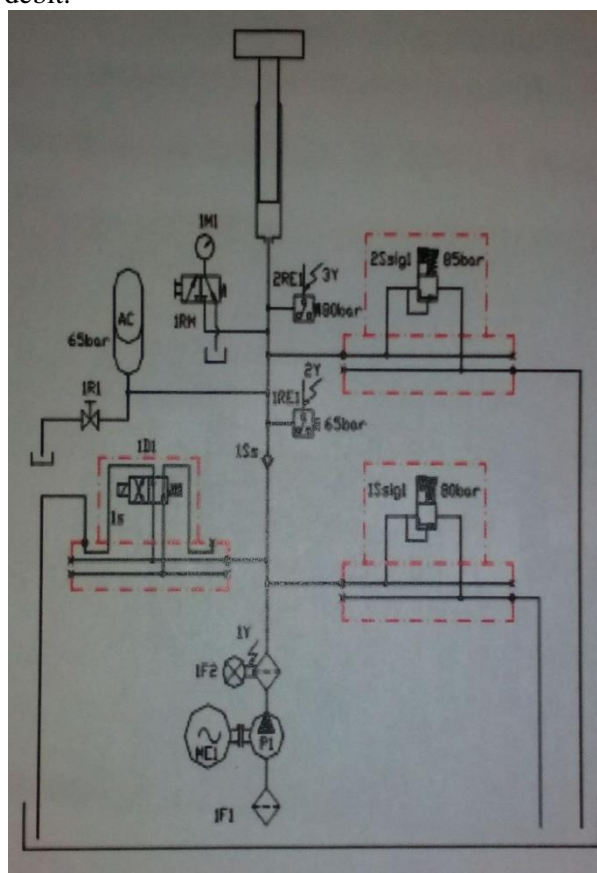


Fig. 4. Echilibrarea hidraulica strunguri carusel SC17

3.2 Echilibrare hidraulica strunguri carusel Gantry (GMX)

In figura de mai jos se prezinta schema hidraulica pentru strunguri carusel (SC14-SC43)si masini tip GMX. In componenta sa se afla o pompa cu palete cu debit reglabil si regulator de presiune cu un timp de raspuns de 0.1s. Regulatorul asigura faza de urcare cu o presiune de 75 bar, iar pentru faza de coborare, supapa de presiune asigura o presiune constanta de 80 bar.

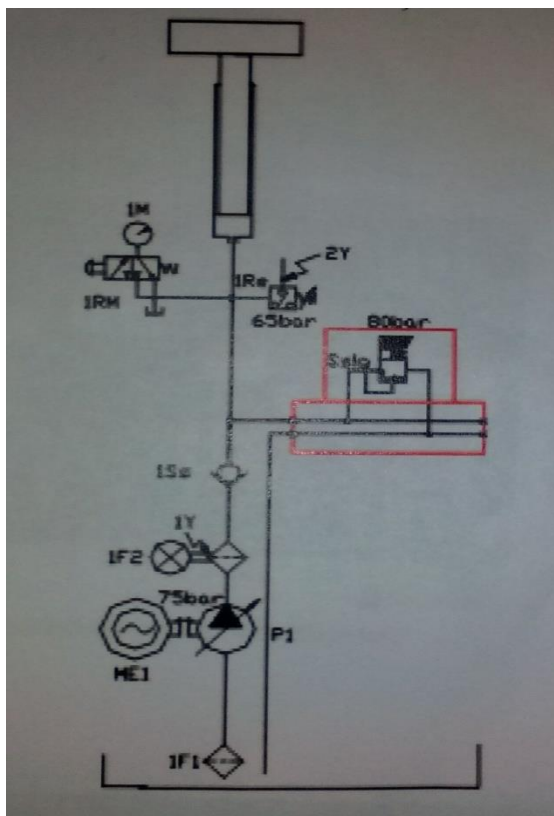


Fig. 5. Echilibrarea hidraulică strunguri carusel Gantry (GMX)

3.3 Echilibrarea hidraulică CPAF

În figurile 6 respectiv 7 se prezintă schema hidraulică a instalației de echilibrare respectiv instalația reală a unei mașini de tip CPAF în urma refabricării acesteia.

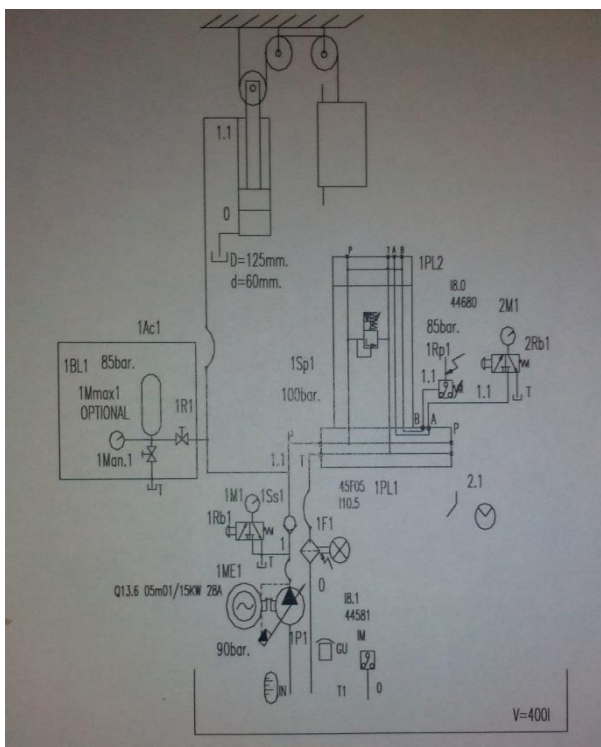


Fig. 6. Schema hidraulică echilibrare CPAF



Fig. 7. Instalație echilibrare CPAF

3.4 Echilibrarea hidraulică WALDRICH COBURG

Schema prezentată în figura 8 reprezintă instalația hidraulică de echilibrare a culiselor respectiv traversei a unei mașini de frezat portal produsă de către firma Waldrich Coburg.

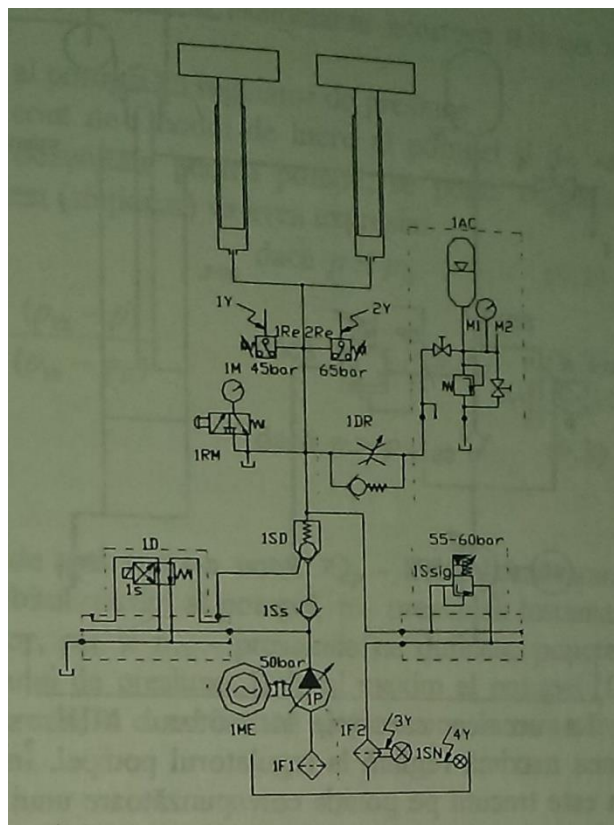


Fig. 8. Echilibrare WALDRICH COBURG

4 MODELE DE CALCUL

4.1 Modele de calcul pentru echilibrare

Se vor prezenta modele matematice pentru calculul instalatiei de echilibrare utilizate la strungurile carusel si la masina de alezat si frezat AFP 210 INNSE.

S-au ales cele doua tipuri de masini datorita faptului ca schema hidraulica de la masina INNSE este una dintre cele mai complexe la masinile de tip AFP. Se ia in considerare masa mare ce trebuie echilibrata si injumatatirea cursei pistonului motorului hidraulic liniar.

Tinand cont de valoarea presiunii pompei si modul de lucru se va calcula debitul acesteia.

$$Q_p = Q_{p \max} \text{ daca } p \leq p_{11} \quad (1)$$

$$Q_p = Q_{p \max} \cdot \frac{(p_{12} - p)}{(p_{12} - p_{11})} \text{ daca } p_{11} < p < p_{12} \quad (2)$$

$$Q_p = 0 \text{ daca } p > p_{12} \quad (3)$$

S-a notat astfel : Q_p = debit instantaneu al pompei; p_{11} si p_{12} = presiunile ce definesc punctele de lucru ale regulatorului de presiune; p = presiune instantanee a pompei cu regulator; $Q_{p \max}$ = debitul maxim al pompei.

Debitul maxim al pompei ($Q_{p \max}$), tinandu-se cont de caracterul sau pulsatoriu are expresia :

$$Q_{p \max} = Q_c + A \sin(\omega t) \quad (4)$$

unde : Q_c = parte constanta a debitului; A = amplitudinea pulsatiilor; ω = pulsatia.

4.2 Modele de calcul pentru motorul hidraulic liniar

$$Q_{MHL} = Sv + ap + \frac{V_M dt}{E dt} \quad (5)$$

$$Mv + bv + G = pS \quad (6)$$

In relatiile (5) si (6) s-a notat : Q_{MHL} = debitul ce intra in motorul hidraulic, S = suprafata activa a motorului hidraulic liniar, v = viteza motor, a = coeficientul linearizat al pierderilor de debit proportionale cu presiunea, V_M = volum mediu de ulei aflat sub presiune, E = modul de elasticitate al lichidului, M = masa deplasata, v = acceleratia, b = coeficientul linearizat al pierderilor de forta proportionale cu viteza, G = greutatea de echilibrat.

5 REALIZARI EXPERIMENTALE

5.1 Echilibrare hidraulica AFP 210 (INNSE)

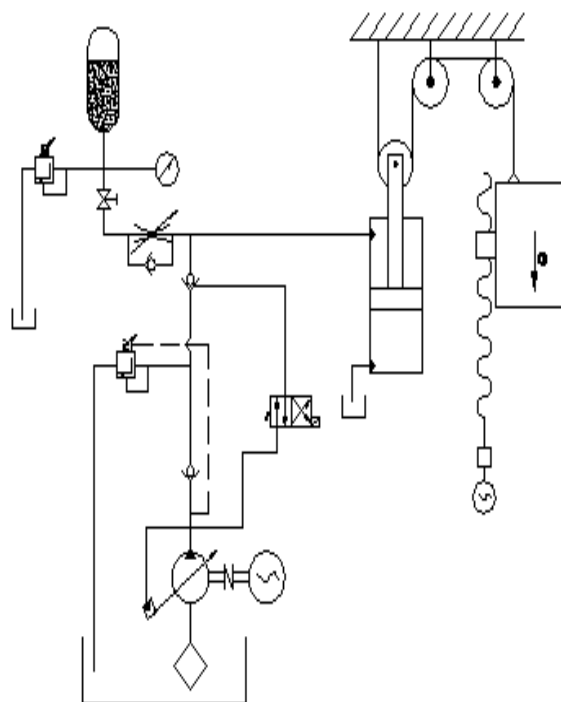


Fig. 9. Echilibrarea hidraulica AFP 210 INNSE

La masinile de tip AFP, pentru echilibrare se utilizeaza un sistem de scripeti datorita faptului ca sunt necesare curse mari de deplasare a sarcinii.

Acesta ajuta la micșorarea curselor motoarelor hidraulice liniare si implicit la costul acestora, dar in compensatie va crește presiunea din instalatie necesara echilibrării. In figura 6 se prezinta instalatia de echilibrare a masinii AFP 210 INNSE. Pompa cu pistoane axiale si disc inclinabil este o pompa cu debit reglabil si este prevazuta cu regulator de presiune. Motorul electric prezinta o putere de 37 kw. In momentul introducerii tensiunii electrice in distribuitor supapa de sens deblocabila se deschide si motorul hidraulic liniar asigura echilibrarea efectiva a carcasei. In momentul cand carcasa coboara, pompa este protejata de o supapa de sens.

In momentul urcării carcasei in motorul hidraulic liniar se dezvoltă presiunea maxima reglata de catre regulatorul pompei. Datorita utilizării sistemului de scripeti valoarea reala a sarcinii ce trebuie echilibrata se reduce la jumătate.

Acumulatorul din instalatie are rolul de a amortiza eventualele oscilatii si de a prelua varfurile de presiune existente in sistem pentru reducerea.



Fig. 10. Acumulator instalatie AFP 210 INNSE

5.2 Echilibrare hidraulica AFP PAMA

In figura de mai jos este prezentata schema hidraulica de echilibrare si de compensare a caderii pinolei de la o masina de alezat si frezat cu ax orizontal de tip PAMA dupa refabricare.

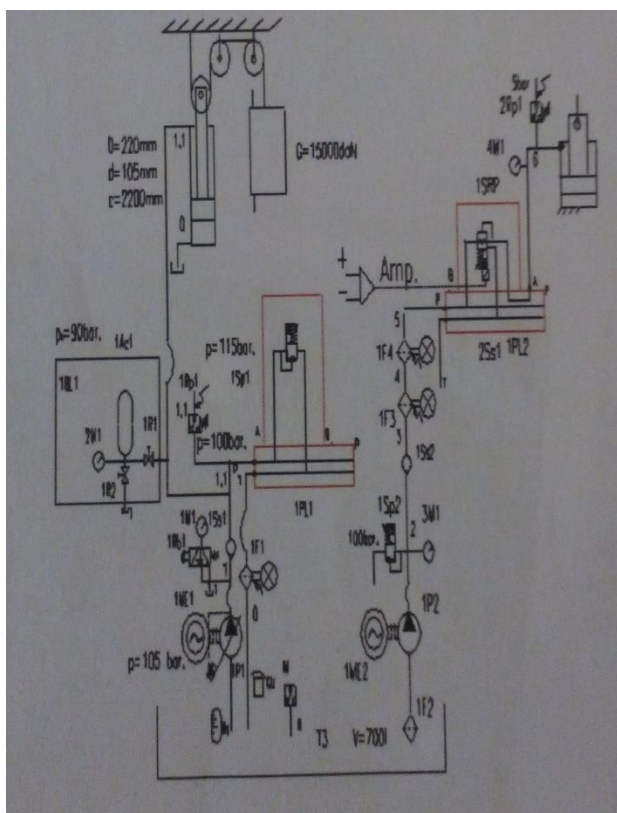


Fig. 11. Echilibrare hidraulica AFP PAMA

6 CONCLUZII

In urma cercetarilor si experimentelor realizate sa dovedit ca echilibrarea hidraulica este mult mai avantajoasa decat echilibrarea mecanica atat din considerente tehnice cat si economice. Principalele elemente care fac diferenta intre cele doua sisteme sunt: sarcina de echilibrat, marimea cursei si viteza de deplasare a acesteia. Pentru curse si sarcini reduse (sub 1000 mm respectiv sub 1000 kg) se alege un sistem de circuit inchis. In acest caz trebuie mentionat ca presiunea de echilibrare variaza in functie de pozitia sarcinii datorita circuitului inchis si trebuie avut in vedere si pretul ridicat al acumuloarelor. Pentru curse si sarcini mai mari de 1000 mm respectiv 1000 kg in componenta instalatiilor hidraulice se folosesc pompele de debit variabil cu regulator de presiune. Cele mai utilizate tipuri de pompe pentru aceste instalatii sunt pompele cu palete pentru o presiune <160 bar si pompele cu pistoane axiale si disc inclinabil pentru presiuni <300 bar.

Se recomanda simularea instalatiilor de echilibrare inca din faza de proiectare cu ajutorul programelor existente, pentru asigurarea unui randament optim.

7 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Prodan, D., Balan, E., Bucuresteanu, A. si Motomancea, A. (2013), „Modeling and Simulation of Closed-Loop Counterbalancing Hydraulic Units for Heavy-Duty Machine-Tools”, Vol. 332, pag 417 – 422, Editura Trans Tech Publication, Elvetia.
- [2]. Prodan, D. (2010), MASINI-UNELTE GRELE Sisteme Mecanice si Hidraulice, Editura Printech, Bucuresti ISBN 978-606-521-474-3.
- [3]. Prodan, D. (2006), Masini-unelte „Modelarea si simularea elementelor hidrostatice”, Editura Printech, Bucuresti, ISBN 973-718-572-474-3.
- [4]. Prodan, D (2001), Masini-unelte, Sisteme hidrostatice, Editura Printech, Bucuresti.
- [5]. Botez E. (1955), Actionarea hidraulica a masinilor-unelte, Editura Tehnica