

CCA2 L2. Sistemul de suspensie: elemente elastice și de amortizare.

La deplasările automobilului, neregularitățile drumului produc oscilații ale roților care se transmit punctelor. Suspensia automobilului realizează legătura elastică cu amortizare între punctele automobilului și cadrul sau caroserie, micșorând sarcinile dinamice și amortizând vibrațiile apărute la interacțiunea drumului dintre roată și drum.

Suspensiile se clasifică după gradul de intervenție energetică în:

Suspensie pasivă. Sub această denumire putem include toate sistemele de suspensie convenționale/traditionale. Principala caracteristică a acestora este aceea că sunt instalate pe autovehicul, parametrii suspensiei (duriitate, gardă la sol) nu pot fi controlați din exterior.

Suspensie activă. Are capacitatea de a-zi ajusta parametrii de funcționare în mod continuu în funcție de condițiile de drum. Sistemul monitorizează constant diferenții parametrii și îi reglează singur. Sistemul de suspensie activă are un computer care comandă către fiecare roată când, în ce direcție, ce stări și cât de repede să se miște.

Suspensie semiactivă. Are capacitatea de a-zi schimba continuu coeficientul de amortizare, dacă amortizorul mai din sau mai multe, în funcție de starea drumului. Acest lucru se realizează prin conectarea la o unitate electronică de control a 4 amortizoare cu coeficient de amortizare reglabil.

Cu înălțime constantă (sau controlată) a caroseriei. La care se consumă energie pentru modificarea rigidității arcurilor; rigiditatea se adaptează în funcție de încărcarea pe puncte, menținându-se astfel o valoare aproape constantă a frecvenței proprii de oscilație verticală.

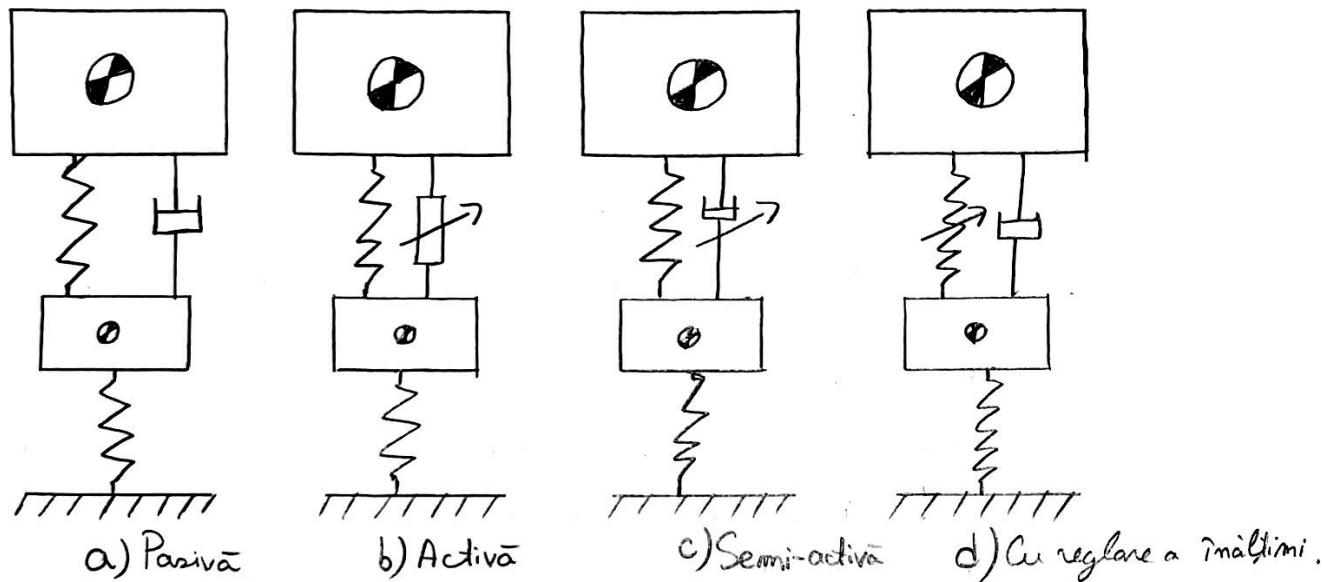


Fig.1 Scheme ale tipurilor de suspensie

Indicii caracteristici ai unei suspensii sunt :

a) Indicele geometric. (definit de cursa suspensiei) definit de mișcarea relativă dintre roata și caroserie. Importanță la patrundere pe drum accidentat.

Este important ca mișcarea să fie atât în sus cât și în jos, adică roata să nu întreacă în caroserie și să aibă o limită în jos care să îi permită să coboare doar o anumită distanță.

La autovehiculele obișnuite cursa suspensiei se realizează în principal prin deformarea arcurilor de exemplu arcurile realizate 77,5% din cursă, pneul 9%, iar parțial 13,5%).

la autovehicule de teren există sarcini flexibile cu profil U desigurării foarte rezistente la încovoiere, anumite realizările 36%, din cursă, pneul 7% iar săriul 57%.

b) Indicele de confort (definit pe baza valoilor masei suspendate).

Permite o apreciere a gradului de confort la oscilații pe care îl realizează suspensia. Valoarea sa se calculează ca o valoare medie ponderată a celor 3 accelerări de translație ale masei suspendate.

- acceleratia de saltare
- acceleratia de saltare a caroseriei față de o axă longitudinală stânga, dreapta (Reuliu)
- acceleratia de rotație a caroseriei față de o axă transversală față, spate (Tangaj).

c) Indicele de rigurozitate (definit pe baza variației sarcinii pe roată).

Se calculează tot ca o valoare medie ponderată a forței cu care roata apasă pe sol. Pentru aderență maximă, forța cu care solul răspunde la încărcarea rotii să rămână constantă.

Cu cât variațiile forțelor de apasare ale roților pe sol vor fi mai mici cu atât vehiculul va fi mai sigur și va avea o rigurozitate activă mai mare.

Principiile de control al suspensiei. ~~există~~ Există două principii de bază pentru reglarea (controlului) comportamentului suspensiei, la care se adaugă unul treilea

1. Principiul maximizării confortului, care urmărește minimizarea accelerării marii suspendație (principiul SKYHOOK).

Indiferent de ce se întâmplă cu drumul, indiferent ce fac roțile, caroseria ar trebui să stea cât mai menajată originând astfel confort.

2. Principiul maximizării performanțelor dinamice și a riguroantei active ale autovehiculului prin maximizarea forței de aderență a roților, care urmărește menținerea cât mai constantă a forței normale cu care roțile acționează asupra căii de rulare (principiul ~~ROAD~~ HOOK).

Roata ar trebui să se miște pe drum urmărind cât mai precis profilul drumului.

Potem schimba principiul de reglaj de control al suspensiei în timpul deplasării. Dacă mergem pe autostradă și vîrsta de deplasare este constantă, rarele sunt mai mici, deci suspensia va circula cu SKYHOOK. În sfîrșit v-a trece treptat la ROADHOOK.

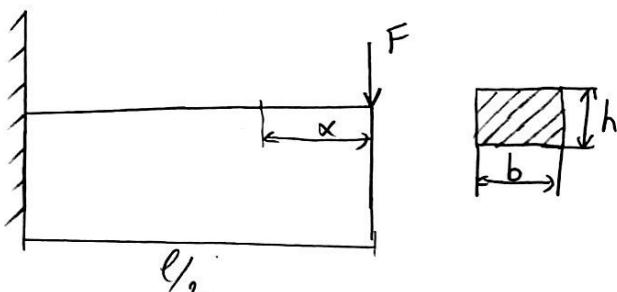
Tipuri de Arcuri - Clasificare.

- După tipul elementului elastic:
 - a) Cu elemente metalice (Arcuri cu fai, arcuri elicoidale și bare de torcione)
 - b) Cu elemente nemetalice (Arcuri din cauciuc, arcuri pneumatice și hidropneumatice).
- După tipul caracteristicilor elementelor elastice:
 - 1- Caracteristica liniară
 - 2- Caracteristica neliniară
 - 3- Caracteristica progresivă

4.

1. Arcul în fai clasic.

Solicitarea principală a arcuilor în fai este încovoierea.



l - lungimea arcului
 h - înălțimea
 b - lățimea.

$$F_i = \frac{M_i}{W_i} = \frac{F \cdot x}{\frac{b \cdot h}{6}} \quad h = c t \Rightarrow b = \frac{G \cdot F \cdot x}{V_i \cdot h} = \frac{G \cdot F \cdot x}{J_{ct}} \Rightarrow b = c t_b \cdot x$$



Arcurile în fai se confectionează din oțel de arc.

Arcurile în fai se montează de către print-o articulație simplă la un capăt și print-o articulație mobilă la celălalt capăt.

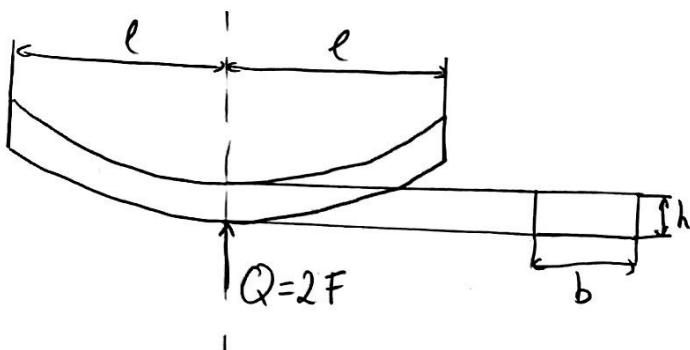
Principalul avantaj al arcuilor în fai constă în faptul că ele pot îndeplini singure funcțiile elementului elastic, dispozitivul de ghidare și al elementului de amortizare.

În arcul cu fai se află montat un tampon elastic suplimentar care limitează amplitudinile oscilațiilor punctii în raport cu caroseria.

Un arc în fai este alcătuit din mai multe fai/lamele de arc asamblate sub forma de "pachet" prin intermediul unei bride.

Dezavantajele arcuilor în fai sunt: greutatea mare, frecare intensă între fețele de arc, fiabilitate redusă.

2. Arcuri în fai parabolic.



$$b = \text{constant}$$

$$h_0 = \sqrt{\frac{G \cdot F \cdot x}{F \cdot b}}$$

$$\Rightarrow h_a = cth \cdot b$$

$$\Gamma = \frac{3l \cdot Q}{b \cdot h_0^2}$$

- Foile arcului având aceazi lungime se imbunătățesc rigiditatea transversală
- Efectul de incovoiere < 10% decât la arcul cu foi obișnuit



La arcurile parabolice ($h = ct$) între foi și ma operează o forță de frecare uscată.

Arcul parabolic este mai ușor decât arcul clasic.

Prinderea arcului de punte se face prin intermediul unor briude.

Principala solicitare este de incovoiere.

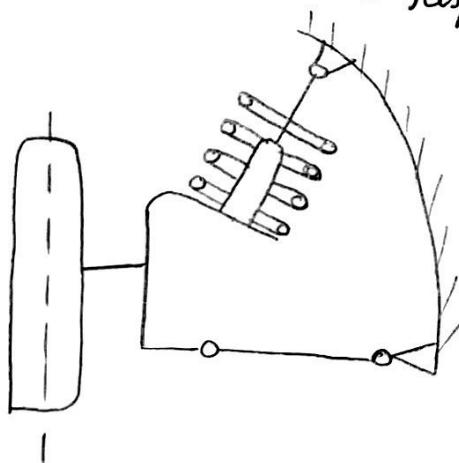
3. Ancuri spinale.

Se execută din bare de oțel înfășurate depă o elice. La acest tip de ancuri nu apare frecarea, ca urmare, suspensia cu astfel de ancuri necesită folosirea unei amortizoare mai puternice. De asemenea, aceste ancuri preiau numai sarcini ce lucrează în lungul axei lor de acesa că a susținut cu astfel de ancuri se prevăd dispozitive de ghidare.

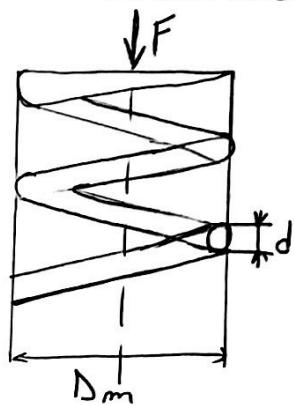
Avantajele acestui tip de ancuri sunt:

- Execuție simplă
- Greutate redusă
- Durabilitate mare

Se folosesc de obicei la suspensia independentă.



Solicitarea principală este de torsionă.



$$Z = \frac{8D_m}{\pi d^3} \cdot F ; C = \frac{F}{S} = \frac{G \cdot d^4}{8m \cdot D_m^3}$$

C = rigiditatea ancului

d = diametrul spinei

G = modulul de rezistență la torsionă

n = numărul de spine.

↪ Arcuri bare de torsiune

Arcul barei de torsiune este format dintr-o bareă de secțiune circulară sau dreptunghulară, mai multe bare cu secțiune circulară, din lamele suprapuse.

Barele de torsiune sunt fixate cu un capăt de brațe, iar cu celalalt capăt de caroserie.

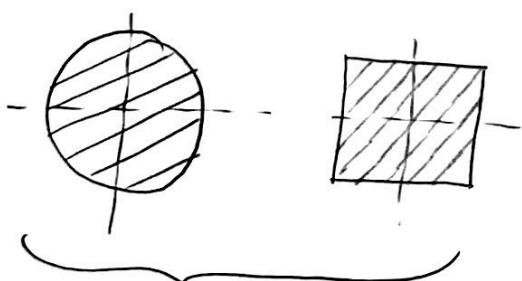
Avantaje:

- Elasticitate ridicată
- Lipsa frecării interne
- Greutate mică

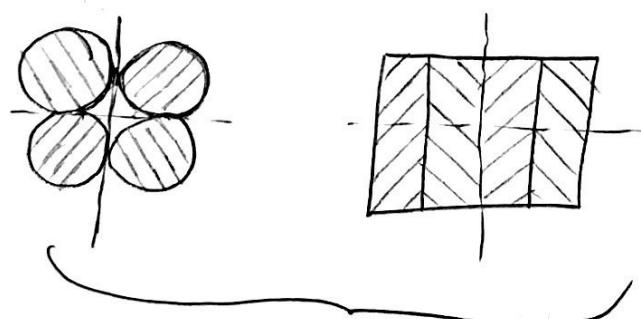
Dezavantaje:

- Nu preia forțe longitudinale și transversale.
- Dispunere incomodă pe autovehicul.
- Lungime mare de lucru.

Forme constructive:



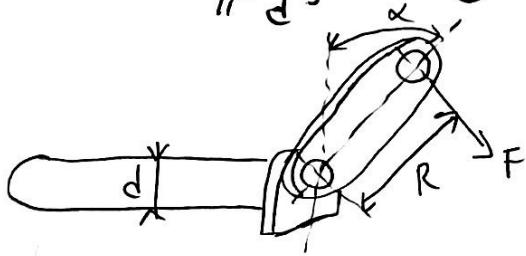
Cu o bareă



Cu mai multe bare.

Solicitarea principală este de torsiune

$$Z = \frac{16 \cdot M}{\pi d^3} ; c = \frac{M}{\alpha} = \frac{G \cdot \pi d^2}{57,3 \cdot 32 \ell}$$



5. Arcuri din cauciuc.

Se utilizează la suspensia automobilului, fie ca tamponare limitatoare, amortizoare de şocuri, fie ca elemente elastice suplimentare.

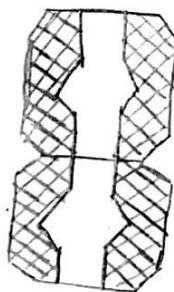
Avantajele acestor arcuri sunt:

- Menține durabilitatea arculei principal
- Se fixează ușor.
- Construcție simplă
- Greutate redusă

Dezavantajele:

- Caracteristica elastică se modifică în timp datorită împătrâinii cauciucului.

Arcul tip butoi este cel mai răspândit și prezintă sarcini verticale mari.



6. Arcuri pneumatice (Perne de aer)

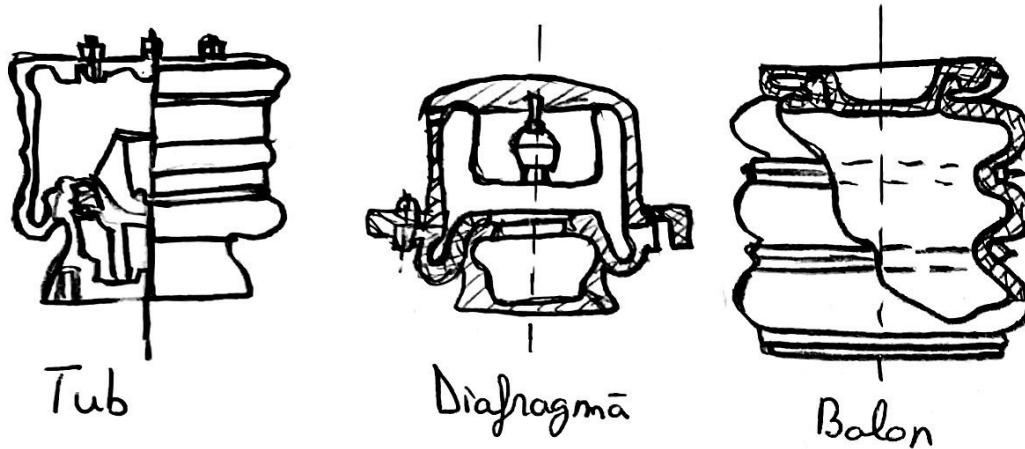
Elementul elastic este un gaz sub presiune (aer) al cărui presiune crește atunci când ii se reduce volumul.

Caracteristica arculei este progresivă prin natura legii comprimării gazelor, dar poate fi modificată și prin modificarea suprafeței instantanee a plungerului pe care acționează presiunea. $P \cdot V^m = mRT$

Construcții pneumatice:

- Deschise (la deschiderea automobilului, aerul comprimatiese în atmosferă).
- Închise (Aerul trece în compresor).

Firmp Tipuri de perne de aer.



7. Ancuri hidropneumatice.

Elementul elastic este tot un gaz sub presiune (sau un gaz inert) care se află închis în volumul delimitat de o sferă metalică și o membrană elastică din cauciuc. Închidul (alei) este folosit ca element elastic, deoarece este practic incompresibil. El este folosit pentru transmiterea forțelor de la gazul sub presiune la brâul de ghidare al suspensiei, pentru transmiterea presiunii de la o sferă la alta și pentru modificarea presiunii inițiale a gazului.

O astfel de suspensie poate fi folosită la cele cu suspensie activă.

Barek antiruley.

Rolul principal al barelor stabilizatoare este acela de a reduce înclinarea caroseriei prin rigiditatea lor adăugată rigidității arcuilor.

O bană centrinului numită și bană stabilizatoare sau bană de balans, este o bană plină care conectează partile stânga și dreapta a unui sistem de suspensie

la sistemele individuale de suspensie, punctele de conexiune sunt de obicei, brațele inferioare.

Misarea de ruliu, inclinarea către exteriorul virajului este mediată din două motive:

1. Modifică centrul de greutate prin rotirea căsătoriei față de axa longitudinală, modificându-se centrul de greutate se pierde aderența.

2. Modifică unghiul de cădere al roților.

Amortizoarele suspensiei.

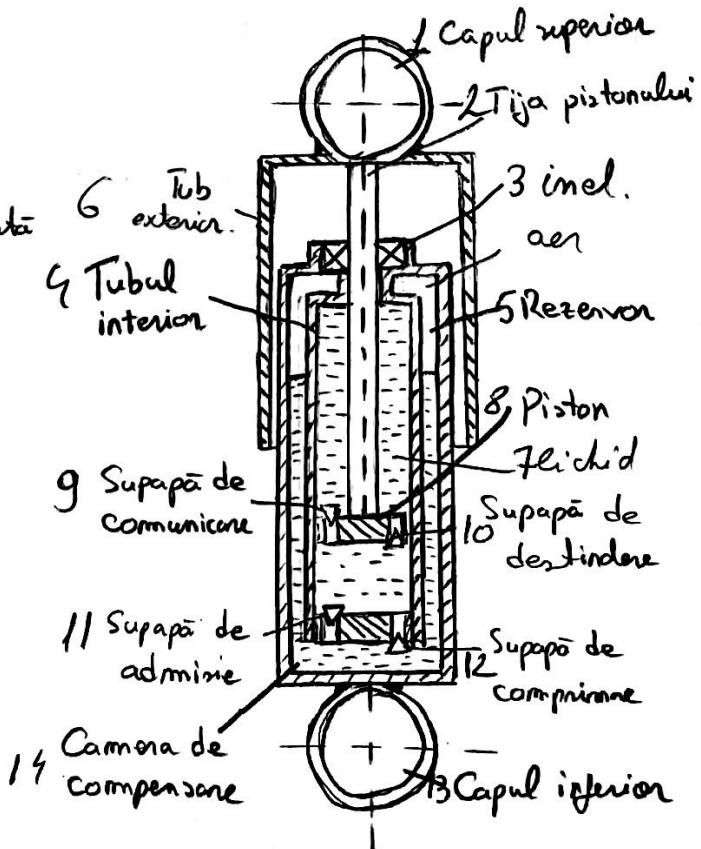
Amortizoarele folosite în suspensia automobilelor disipează rapid energia oscilațiilor verticale ale căsătoriei și ale roților prin transformarea ei în energie calorifică cedată mediului ambient.

Ele se montează în paralel cu elementele elastice principale ale suspensiei și reprezintă un element de bază în asigurarea confortului și a siguranței circulației.

Amortizorul bitubular.

În figura alăturată este prezentată schema de principiu a amortizorului hidraulic telescopic bitubular.

Capul superior 1, de care este fixată tija 2 cu pistonul 8, este prins de partea suspendată a automobilelui, iar capul inferior 13, solidă cu tubul rezervor 5, de partea nosuspendată.

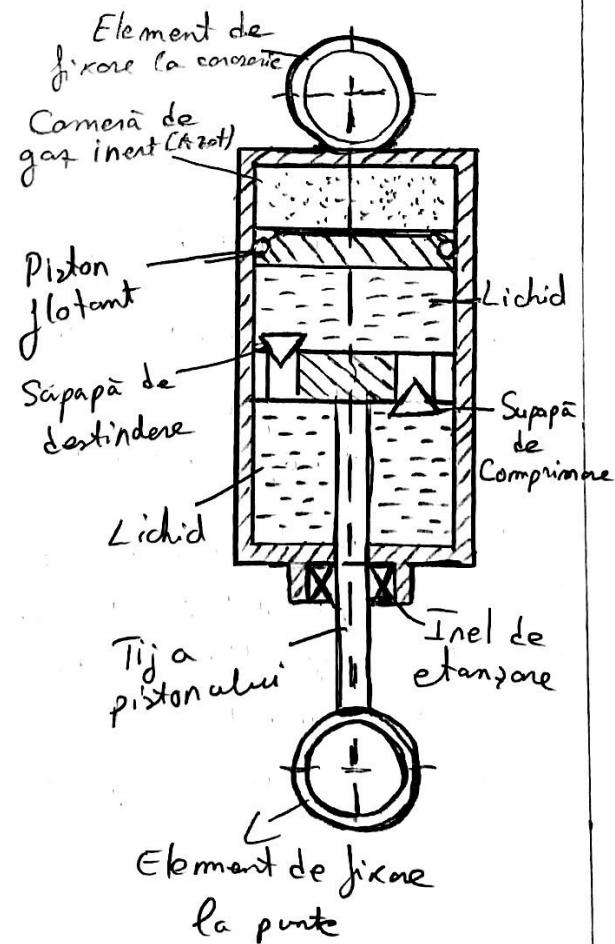


Tubul interior 4 este umplut cu lichid special pentru amortizare. În cursa de destindere, lichidul din partea superioară a pistonului 8 este comprimat și trimis prin supapa de destindere 10 în partea inferioară. Volumul generat de piston la partea inferioară este mai mare decât volumul lichidului impins în jos, cu volumul tigei care ieșe din tubul 4. Diferența se compensează cu lichid din camera de compensare 14 care pătrunde prin supapa de admisie 11 datorită depresiunii create sub piston și a persei de aer comprimat din partea superioară a camerei de compensare. În cursa de comprimare, lichidul de sub piston trece prin supapa de comunicare 9 în partea superioară a tubului 4. O parte din lichid (egală cu volumul tigei), trece prin supapa de comprimare 12 în camera de compensare 14. Tubul 6 servește la protecția tigei pistonului, iar inelul 3 la etansarea amortizoarei.

Amortizor monotubular

În figura alăturată este reprezentată schema constructivă a unui amortizor monotubular cu gaz inert (Azot).

Presiunea normală a gazului la amortizoarele monotubulare este de 2,5...8 bar, dar se pot întâlni și amortizoare cu înaltă presiune (10 ... 30 bar).



Amortizoarele monotubulare plasează rezervorul de ulei și o încarcătură de gaz de înaltă presiune într-o linie în interiorul unei singure carcăse. Un piston plătit împinge lichidul și gazul. Pistonul principal al amortizorului impinge uleiul în mod normal, dar în loc să impingă uleiul într-o cameră separată, lichidul trece prin supapele din piston.

Acest aranjament permite gazului în sine să devină o parte mai mare a acțiunii arcului. Se comprimă lent peste lovitură mai mică și mai repede prin lovituri mai mari, imbunătățind teoretic controlul și răspunsul. Într timp, rezervul de ulei este sigilat și nu poate spuma.

Un alt avantaj potențial pentru proiectele incepute de la baza este că amortizoarele cu monotuburi pot fi montate în orice direcție, spre deosebire de cele cu bituburi.

În comparație cu cele bitubulare

- Diametrul pistonului > 50%
- Greutate mai mică cu 25 - 30%
- Răcire mai bună

Comprimarea necesară a volumului se obține prin comprimarea pernei elastice de gaz și deplasarea pistonului în jos.

La cursa de destindere, volumul care se eliberează este ocupat de gazul care se destinde și deplasată în sus pistonul flotant.

Avantaje:

- Consumă mai puțin material
- Uleiul rănit mai ușor.

Dezavantaj:

- Sunt mai pretențioase din punct de vedere tehnologic.

Amortizoare magnetoreologice.

Amortizoarele magnetoreologice sunt construite ca și amortizoare hidraulice cu diferență că în cilindru de lucru se introduce lichid magnetic.

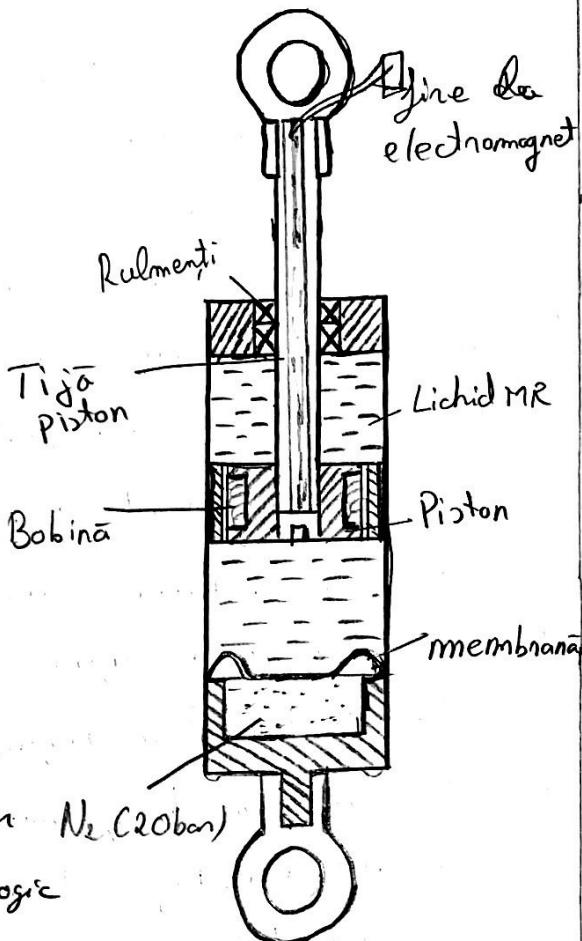
Lichidele magnetice (ferofluide) sunt disperși de particule magnetice.

Fiecare particula coloidală dintr-un fluid magnetic este un mic magnet permanent tind să analizeze în direcția câmpului magnetic.

Amortizorul magnetoreologic monotubular N₂ (20bar) are un rezervor pentru fluid magnetoreologic

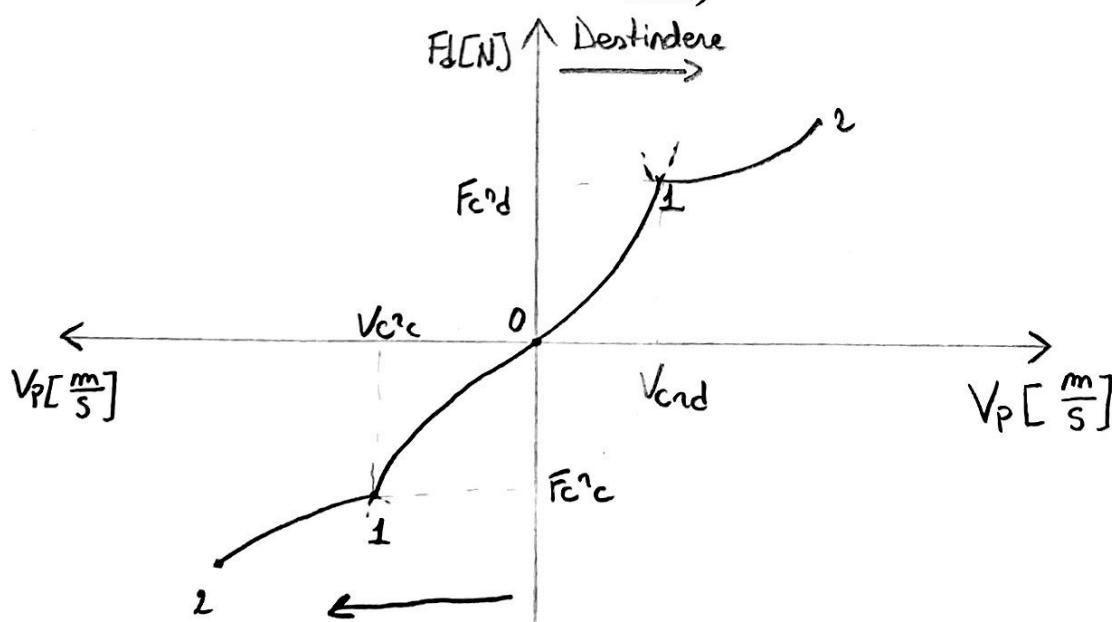
și un rezervor de aer comprimat pentru a acomoda schimbarea de volum care rezultă din mișcarea trupei pistonului. Membrana are o barieră între fluidul magnetoreologic și un gaz comprimat (de obicei arat) care este utilizat pt. accomodarea schimbările de volum ce se petrec atunci când pistonul se mișcă.

La aplicarea unui câmp magnetic, materialele MR au capacitatea de a-zi modifica viscozitatea cu până la 6 ordine de mărime, datorită formării lanțurilor de particule aliniate.



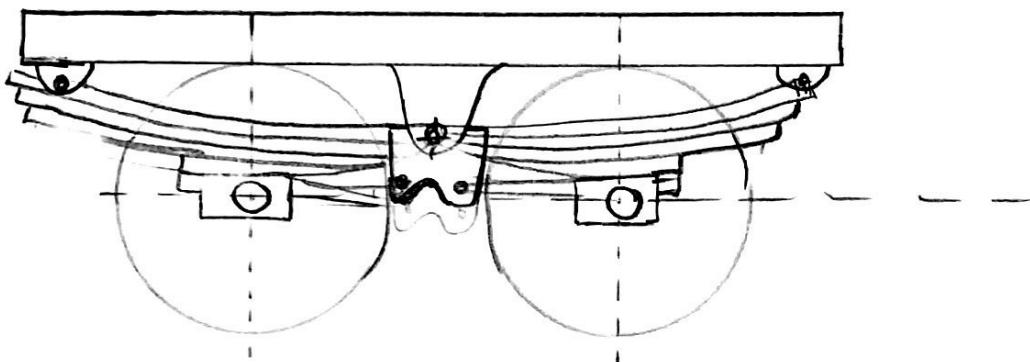
Cerinte pentru amortizoare:

- Tipul lichidului (apă, ulei)
- Compensarea volumului tigei (-> supape, rezervor)
- Împiedicarea spumării prin evitarea contactului ulei-aer
(-> umplere, piston de separare)
- Menținerea caracteristicilor uleiului - trebuie evitate procesele de spumare (emulsione), supraîncălzire, oxidare sau cavitatie -> supape univens, construcție monotubulară.
- Evitarea cavității (limitarea vitezei de curgere, menținerea unei presiuni exterioare mai ridicate);
- Îmbunătățirea răciorii (monotubular, direjarea circulației uleiului)
- Caracteristici de amortizare difrente pentru destindere și comprimare.
- Protecția la suprasarcini (-> supape de descărcare)
- Reducerea masei nesuspendate (-> fixă în partea de jos și rezervor lateral).
- Asigurarea și menținerea extensării
- Reducerea lungimii (-> rezervor lateral)



Caracteristica forță-viteză a unui amortizor bitubular nereglabil

Punte Tandem - se consideră o arie dublă (tandem) combinată de două axe având distanța dintre ele de cel mult 2 m.



Punte tandem cu 2 puncte nemotoare cu portantă egală.

Puntea tridem - Se consideră o arie triplă, combinația de trei axe având distanța dintre ele de cel mult 1,4 m, înci masa pe două axe alăturate făcând parte din tridem nu trebuie să depășească tonajul maxim admis pe aria dublă pentru categoria respectivă.