

INDICE

6	IDRAULICA APPLICATA AGLI IMPIANTI	2
6.1	Generalità	2
6.1.1	Definizioni e unità di misura	2
6.1.2	Introduzione ai sistemi idraulici	5
6.1.3	Principali funzioni svolte dal fluido.....	7
6.1.4	Vantaggi e svantaggi dei sistemi idraulici	7
6.1.5	Principale componentistica di interesse applicativo per gli impianti a fune.....	8
6.1.6	Cenni di teoria	9
6.2	Componentistica dei circuiti idraulici	10
6.2.1	Pompe	10
6.2.2	Motori idraulici	14
6.2.3	Attuatori	18
6.2.4	Valvole, regolatori e distributori	19
6.2.5	Olii idraulici	23
6.2.6	Altri elementi dei circuiti idraulici	23
6.3	Simboli.....	26
6.4	Applicazioni idrauliche agli impianti a fune.....	31
6.4.1	Cancelletto idraulico	31
6.4.2	Freni idraulici	32
6.4.3	Tenditori idraulici	38
6.4.4	Circuiti per azionamento di recupero.....	45
6.4.5	freni sulla portante.....	47
6.4.6	Altre applicazioni funiviarie.....	50

6 IDRAULICA APPLICATA AGLI IMPIANTI

6.1 Generalità

L'energia idraulica dei fluidi è stata da secoli utilizzata dall'uomo per svolgere le più disparate funzioni: spingere i battelli, far ruotare i mulini e, nel nostro settore, ad esempio, per muovere le funicolari terrestri (utilizzando dei serbatoi riempiti nella stazione di monte e svuotati nella stazione di valle). In questi esempi l'acqua è quindi utilizzata alla pressione ambiente e sfruttata per la sua possibilità di immagazzinare l'energia cinetica o potenziale.

Nella figura, una funicolare ad acqua di inizio secolo.

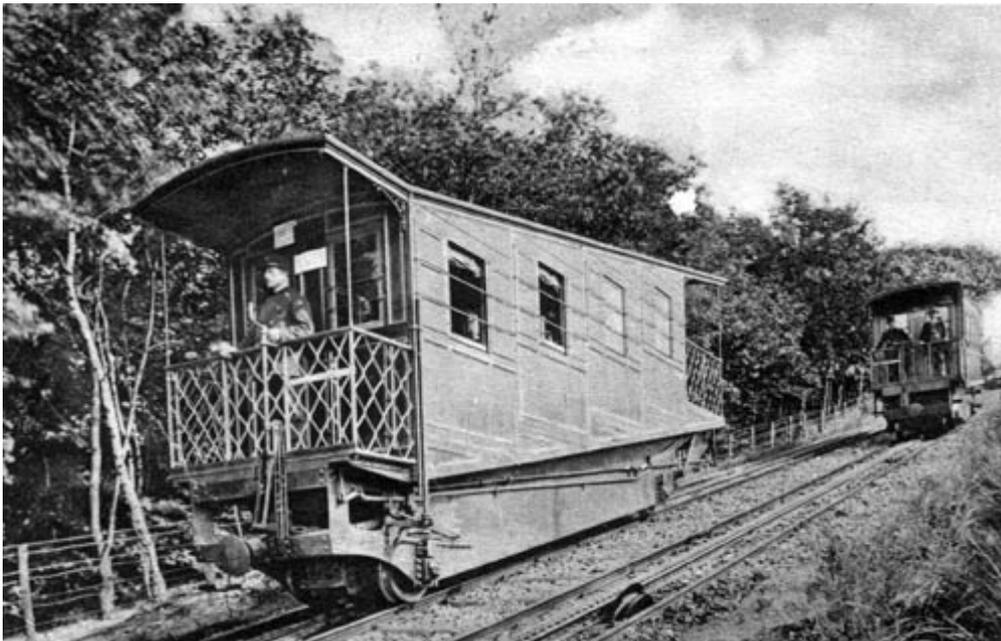


Figura 1 – funicolare ad acqua “Nerobergbahn”

Ma l'utilizzo che interessa il presente capitolo riguarda la capacità dei fluidi, se posti in pressione, di compiere un lavoro e quindi trasmettere potenza. L'energia è cioè immagazzinata nel fluido come energia potenziale “di pressione” anziché sotto forma di energia cinetica o come energia potenziale legata ad un dislivello. Nel seguito verrà spiegato meglio questo concetto

6.1.1 Definizioni e unità di misura

Preliminarmente, è bene dare alcune definizioni utili per la comprensione del capitolo.

Aspirazione e Mandata: Sono così denominati gli attacchi di una pompa idraulica da cui rispettivamente il fluido entra e esce. I termini utilizzati fanno percepire che la pressione dell'aspirazione sarà più bassa di quella della mandata, nel caso tipico in cui al termine del tubo di mandata vi sia un carico.

Pressione: la pressione è definita come il rapporto tra una forza e la superficie sulla quale si applica. È infatti misurata in N/m^2 anche se l'unità di misura più utilizzata sugli impianti a fune è il bar (che è uguale a $10.000 N/m^2$). L'esperienza pratica più semplice che aiuta a comprendere il concetto di pressione è quella di schiacciare una superficie piana con il palmo della mano e poi, applicando la medesima forza, schiacciare con un solo dito: la forza applicata è la stessa ma la pressione (intuibile al tatto) è ben diversa, poiché le superfici di applicazione sono cambiate (il palmo della mano prima, il dito poi). Schiacciare con un dito il tavolo o la testa di un chiodo con la medesima forza forse chiarisce ancor meglio il concetto.

Portata: la portata o flusso idraulico è la quantità di fluido che attraversa una sezione di area A nell'unità di tempo. È misurata in m^3/s o, più spesso, in l/s . Può essere più facilmente immaginata come l'area di un tubo (in m^2) moltiplicata per la velocità del fluido che lo attraversa (in m/s). Un esempio pratico è quello del rubinetto di casa: aprendo poco il rubinetto la velocità delle particelle d'acqua è bassa, e quindi la portata è bassa. Aprendo maggiormente il rubinetto la velocità delle particelle sale e così sale pure la portata. Ovviamente nei due casi la sezione del rubinetto non cambia.

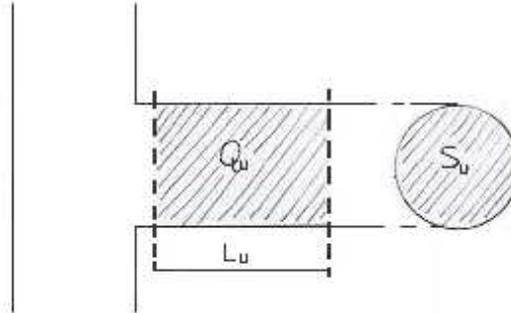


Figura 2 – Portata attraverso un tubo

La figura precedente chiarisce meglio il concetto: nell'unità di tempo s (1 secondo), in un tubo di sezione S_u , le particelle compiono uno spostamento pari a L_u (cioè possiedono una velocità pari a L_u/s): la portata è dunque $S_u * L_u/s$.

Potenza idraulica: per definire la potenza idraulica conviene partire dalla definizione generale della potenza, che non è altro che il prodotto di una forza per la sua velocità di applicazione. Un esempio è quindi quello di due ciclisti di egual peso (che rappresenta la forza) che percorrono lo stesso tratto in salita; uno però viaggia al doppio della velocità: la sua potenza sviluppata è quindi il doppio di quella dell'altro ciclista.

Se vogliamo vedere lo stesso esempio in un altro modo, il dislivello percorso dai due ciclisti è lo stesso, e quindi l'energia spesa è la stessa, ma il ciclista più veloce ha impiegato un tempo minore, e quindi ha sviluppato una potenza superiore.

In termini matematici:

$$P = F * v$$

Dove P è la potenza, F è la forza e v è la velocità di applicazione della forza.

Applicando le formule sopra esposte all'idraulica possiamo allora scrivere:

$$P = F * v = p * S * v = p * Q$$

Dove p è la pressione e Q è la portata.

Immaginiamo ora un impianto a fune con carico in salita mosso da un azionamento di recupero di tipo idraulico, la cui pompa ha una portata Q . La differenza di tensione tra i due rami di fune è $F = T - t$. La coppia impianto è dunque $F * r$, dove r è il raggio della puleggia, che gira ad una velocità angolare pari a $w = v/r$, dove v è la velocità della fune e r è il raggio della puleggia.

La potenza sviluppata in un dato istante dal sistema può quindi essere espressa in termini idraulici, come visto poco sopra, oppure in termini meccanici, sia come prodotto tra F e v o come prodotto tra C e w .

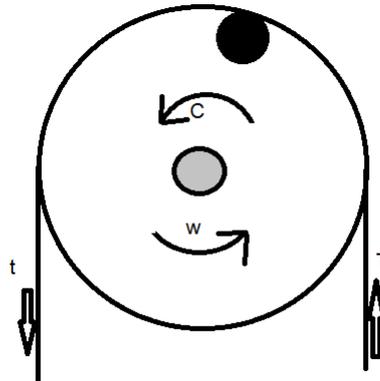


Figura 3 – Potenza idraulica e “funiviaria”

Allora possiamo scrivere le seguenti utili eguaglianze:

$$P = p * Q = C * w = F * r * v / r = F * v \Rightarrow p * Q = F * v$$

Dove, come ricordato sopra, F è la forza alla fune che fa ruotare la puleggia, r è il raggio della puleggia e v è la velocità di impianto.

Poiché la velocità dell'impianto è legata indissolubilmente ai giri del motore idraulico (più il motore idraulico gira veloce, più la fune va veloce), i quali sono a loro volta legati alla portata della pompa (se la pompa immette alla mandata più particelle di fluido, il motore girerà più veloce), possiamo dire che:

$$\frac{Q}{v} = K$$

dove K è un valore costante. Quindi, utilizzando anche la formula precedente, si ottiene:

$$\frac{Q}{v} = \frac{F}{p} = K$$

Questa è una relazione fondamentale da ricordare che tornerà utile in seguito per capire il funzionamento delle macchine idrauliche.

Tornando all'esempio, nella pratica, se vogliamo aumentare la velocità dell'impianto (avendo un carico costante, cioè una F costante e, di conseguenza, una pressione p anch'essa costante), dobbiamo aumentare la portata Q (utilizzando il potenziometro, che varia la cilindrata della pompa e, quindi, la sua portata), mentre se immaginiamo che scendano dei passeggeri, a velocità costante, e quindi che il carico dell'impianto diminuisca, ecco che anche la pressione, senza nessuna regolazione da parte dell'agente, diminuirà.

In condizioni limite, quando la coppia impianto C è pressoché nulla (ovvero quando un piccolo carico in discesa pareggia gli attriti che si sviluppano lungo la linea), anche la pressione è bassissima, tendente a zero. Se invece è il motore che, ad impianto fermo, trattiene il carico, la portata sarà nulla (il potenziometro è infatti a 0) e la pressione sarà legata al carico in linea.

Ma speriamo di non dover utilizzare tale azionamento sui nostri impianti!

In conclusione, la potenza di una pompa idraulica può quindi essere espressa come il prodotto della sua portata (o cilindrata) Q per la pressione p che essa genera tra l'aspirazione e la mandata.

6.1.2 Introduzione ai sistemi idraulici

I sistemi idraulici possono essere utilizzati in condizioni statiche (idrostatica) o dinamiche (idrodinamica).

Trasmissione per via idrostatica dell'energia. L'idrostatica (anche detta fluidostatica o statica dei fluidi) è una branca della meccanica dei fluidi che studia i fluidi in stato di quiete. Le applicazioni più note sono le paratie a cassoni delle dighe, le spinte su strutture di dighe, e i giunti idrostatici nelle trasmissioni dei motori. In ambito funiviario le applicazioni più comuni sono, con le dovute precisazioni, i cilindri di mantenimento in apertura dei freni, il cilindro del tenditore idraulico, che lavorano, in esercizio, in condizioni statiche.

Senza entrare troppo nel dettaglio, per far capire quali siano i principi fisici alla base dell'idrostatica, è sufficiente esaminare il seguente esempio, relativo al cosiddetto torchio idraulico, che si ritrova in diverse applicazioni pratiche per la manutenzione degli impianti a fune.

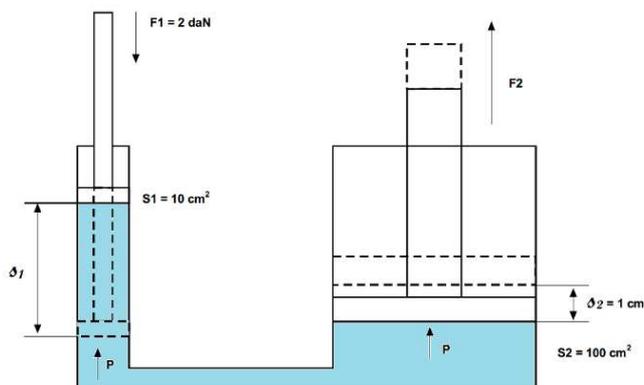


Figura 4 – Esempio del torchio idraulico

Esso è composto da due recipienti cilindrici, tra loro comunicanti, di sezione diversa. I due cilindri possono contenere un liquido (acqua, olio, etc...) che in condizioni di equilibrio raggiunge lo stesso livello (principio dei vasi comunicanti). Sulla superficie libera del liquido sono posti due stantuffi aventi una sezione S_1 ed S_2 .

Se sullo stantuffo di sezione minore S_1 si esercita una forza costante F_1 (forza motrice), si trasmette al liquido una pressione $p = F_1/S_1$ che si propaga egualmente in tutti i punti del liquido e quindi anche sullo stantuffo di sezione S_2 .

Esso, quindi, tende a salire esercitando verso l'alto una forza F_2 (forza resistente) tale che $p = F_2/S_2$. Ne consegue che $F_1/S_1 = F_2/S_2$ da cui risulta che $F_2/F_1 = S_2/S_1$ cioè le due forze, F_1 e F_2 , sono proporzionali alle superfici dei rispettivi stantuffi.

Il torchio è quindi una macchina molto vantaggiosa ed il suo guadagno è pari a $G = S_2/S_1 > 1$. Ad esempio, se S_1 è di 10 cm^2 , S_2 di 100 cm^2 e F_1 di 2 daN , si avrà il sollevamento di un peso $F_2 = 20 \text{ daN}$.

L'applicazione pratica in ambito funiviario è il martinetto idraulico utilizzato ad esempio per sollevare le funi, per aprire le morse per gli scorrimenti.

Lo schema semplificato è il seguente:

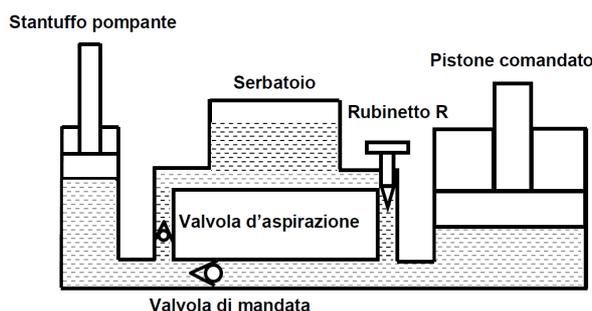


Figura 5 – il martinetto idraulico

Il cilindro piccolo funziona da pompa quando viene premuto (nel caso pratico mediante una leva con fulcro vicino allo stantuffo, per rendere meno oneroso lo sforzo umano) l'olio passa attraverso la valvola di mandata e riempie la camera del pistone comandato.

Quando lo stantuffo risale, l'olio è prelevato dal serbatoio attraverso la valvola di aspirazione, mentre la valvola di mandata impedisce all'olio di ritornare indietro.

Al termine dell'attività lavorativa (ad esempio dopo aver fatto manutenzione sui rulli di linea), agendo sul rubinetto R si scarica l'olio pompato nella camera del pistone comandato verso il serbatoio.

In pratica dell'energia meccanica (l'energia dell'operatore) è trasformata in energia idraulica e quindi di nuovo in energia meccanica, a meno di perdite nella trasformazione, che, in alcune applicazioni, sono davvero consistenti.

Le **funzioni idrodinamiche** (cioè con fluido in movimento e quindi dotato anche di energia cinetica) sono invece utilizzate ad esempio per il motore di recupero. L'olio cioè oltre ad una pressione è inviato nelle macchine all'interno di un flusso, trasmettendo quindi un movimento.

L'oleodinamica è una branca della fluidodinamica che si occupa dello studio della trasmissione dell'energia tramite fluidi in pressione e in movimento, in particolare l'olio idraulico.

Le applicazioni funiviarie di oleodinamica sono davvero semplici rispetto a quanto è presente in altri ambiti industriali.

Negli impianti a fune vi sono però degli interessanti esempi di applicazioni che coinvolgono diverse parti, alcune di estrema importanza per la sicurezza, quali i freni, altre con forze in gioco davvero notevoli, quali i tenditori idraulici.

Un impianto oleodinamico ha la funzione di trasmettere la forza mediante un fluido. Semplificando il più possibile si può immaginare che, contenuto in un serbatoio, il fluido venga aspirato da una pompa e mandato, con una determinata velocità, attraverso organi di intercettazione o di regolazione, ad azionare un attuatore (cioè un elemento che trasforma l'energia idraulica in meccanica, compiendo uno spostamento o una rotazione: ad esempio il pistone idraulico è un attuatore di tipo lineare) cui trasmette la forza richiesta.

Ad esempio, in una pompa, la differenza di pressione (Δp) tra aspirazione e mandata che si instaura durante il funzionamento, dipende dalla resistenza che la pompa incontra inviando il fluido (Δp imposta dall'esterno). Per comprendere facciamo due esempi limite. La pompa aspira da un serbatoio alla pressione atmosferica e alla mandata della pompa è connesso un tubo in cui la parte terminale è:

1. libera all'atmosfera; idealmente si ha $\Delta p = 0$;
2. tappata; la via chiusa (il tappo) determina una resistenza infinita, la pressione cresce sino a che qualcosa non si rompe (motore, pompa, tubo o tappo), si ha pertanto Δp virtualmente infinita ($\Delta p = \infty$).

Quindi le pompe volumetriche **non creano una pressione**, ma la "subiscono" da ciò che gli è connesso a valle. Riprendendo l'esempio funiviario del paragrafo precedente, la coppia impianto è il classico carico che la pompa del motore di recupero deve contrastare. Nel caso in cui la linea sia a coppia zero (ad esempio gli attriti di linea sono pareggiati da un piccolo carico in discesa) ci troviamo nel caso 1. Quando il freno lamellare si chiude di colpo si va verso il caso 2, che ovviamente non è mai raggiunto perché intervengono le protezioni di macchina (valvole di sovrappressione ad esempio) e di impianto (protezione di massima pressione).

La pressione che si crea per vincere le resistenze è in sostanza quella che si crea tra mandata e aspirazione della pompa.

La pompa oleodinamica è quindi un generatore di portata, non di pressione.

In altre parole, il carico gravante sull'attuatore determina la resistenza incontrata dall'attuatore stesso nel suo movimento. Tale resistenza richiede al fluido oleodinamico una pressione proporzionale al carico, pressione regolata in genere da apposite valvole inserite nel circuito. La velocità di movimento dell'attuatore dipende invece da quanto olio viene inviato in pressione all'attuatore: più olio manda nell'unità di tempo e più l'attuatore si muove velocemente. Certe applicazioni non richiedono grandi velocità di spostamento (ad esempio il martinetto idraulico di cui sopra), altre, come certe macchine industriali, invece richiedono elevate

velocità. L'entità e la direzione della mandata della pompa possono essere inoltre regolate mediante valvole supplementari.

6.1.3 Principali funzioni svolte dal fluido

I fluidi sono utilizzati per svolgere anche altre funzioni, oltre a quella idrodinamica, ed è opportuno citare le principali, prima di affrontare le applicazioni funiviarie.

Lubrificazione delle coppie cinematiche presenti nel sistema. Per la lubrificazione delle coppie (negli impianti a fune si pensi al riduttore dell'argano principale) sono utilizzati olii che vengono letteralmente versati o spruzzati sulle coppie cinematiche allo scopo di creare un film protettivo che contrasta l'usura delle dentature.



Figura 6 – lubrificazione

Trasporto di calore. L'olio lubrificante del riduttore serve anche per trasportare il calore generato durante le fasi di riduzione della velocità. Spesso l'olio viene fatto passare attraverso uno scambiatore di calore per diminuirne la temperatura.

Trasporto di particelle solide generate per usura. Sempre rimanendo sull'esempio del riduttore, l'olio trasporta le particelle solide generate per usura in modo da raccoglierle nei filtri. Ciò permette di evitare che le particelle, se presenti sugli ingranaggi, accelerino il processo di disgregazione delle dentature, usurando ancor più il componente. Nel caso delle centraline l'olio è filtrato per impedire che particelle possano rendere inefficienti le valvole.

6.1.4 Vantaggi e svantaggi dei sistemi idraulici

La capacità di sviluppare forze notevoli attrae i progettisti: a parità di potenza sviluppata una pompa idraulica è notevolmente più compatta di un motore elettrico (ad esempio l'azione di un magnete di pari dimensioni rispetto ad un sistema idraulico, ha capacità 20 volte inferiore e peso insostenibile nella pratica).

Inoltre si possono avere pompe di 50 mm o di più di un metro. La capacità di movimentare a bassissima velocità è un altro vantaggio, come la versatilità degli attuatori e la elasticità nelle applicazioni (immaginiamo in ambito sciistico quante applicazioni vi sono: mezzi battipista, impianti...).

Vedremo nel seguito vantaggi e svantaggi dei sistemi idraulici rispetto alle altre macchine attuatrici, in particolare quelle elettriche, nelle diverse applicazioni funiviarie.

La trasmissione oleodinamica svincola il punto di utilizzazione dal punto di produzione dell'energia. Nel caso degli impianti a fune, ad esempio è tipico avere il generatore diesel e la pompa idraulica del recupero in un locale chiuso e riscaldato e il motore idraulico posto in prossimità della puleggia.

Consente di regolare la velocità e la forza in modo progressivo e continuo (Idoneità al funzionamento a bassa o bassissima velocità e possibilità di arresto anche sotto carico in un punto intermedio della corsa di lavoro). Si immagini la differenza tra l'accostamento del veicolo di soccorso al veicolo principale effettuato utilizzando un motore asincrono con resistenze reostatiche e la stessa operazione con un motore idraulico regolato con potenziometro!

Elevata potenza specifica degli attuatori. Come accennato, gli attuatori idraulici permettono di sviluppare potenze elevate in poco spazio: è sufficiente osservare le dimensioni di un argano principale rispetto a quelle di un argano di recupero per percepirne la differenza.

Elevatissimi valori assoluti di coppia o forza resi agli attuatori. Come evidenziato nel caso del martinetto idraulico, per sviluppare elevate forze, è sufficiente aumentare la pressione e l'area di spinta. Applicazioni note sono le presse, i sollevatori idraulici.

Possibilità di generare direttamente moto con parametri già idonei alla utilizzazione (direct drive). Diversamente dai sistemi elettrici, la regolazione delle velocità e coppie può essere effettuata semplicemente utilizzando valvole regolatrici in centralina, in modo diretto.

Semplicità ed affidabilità di molti attuatori. La tecnologia delle macchine oleodinamiche è semplice e collaudata.

A queste caratteristiche positive si affiancano alcuni aspetti negativi che limitano gli usi dei motori idraulici.

Rendimenti modesti nella trasmissione di potenza. Soprattutto nel caso di pompe e motori ad ingranaggi i rendimenti sono molto modesti.

Elevato calore generato. La dissipazione del calore limita fortemente le applicazioni ad alta velocità e potenza.

Decadimento delle capacità del fluido idraulico. Il fluido idraulico decade se utilizzato lungamente e ad alte temperature. Ciò limita la sua applicabilità.

Difficoltà di utilizzo alle basse temperature. Per applicazioni a bassa temperatura servono olii ad alto indice di viscosità, che però tendono ad essere più corrosivi, soprattutto per i materiali plastici quali guarnizioni, tenute... sono note agli addetti del settore le perdite di olio dalle centraline per corrosione delle parti plastiche dei componenti.

Moderata comprimibilità del fluido Tale caratteristica comporta la riduzione della precisione del movimento, ma questo svantaggio non è influente in ambito funiviario.

Possibilità di trafilamenti. In realtà tale caratteristica è accettata e mitigata. Talvolta però, in ambito funiviario, ciò comporta frequenti inserimenti delle pompe con usure e costi gestionali notevoli.

6.1.5 Principale componentistica di interesse applicativo per gli impianti a fune

Un impianto oleodinamico si può dividere in tre gruppi fondamentali:

- gruppo di trasformazione dell'energia elettrica o meccanica (serbatoi ed accessori, pompa);
- gruppo di regolazione e distribuzione (regolatori di pressione, regolatori di portata e valvole direzionali);

- gruppo di trasformazione in energia meccanica (motori e attuatori).

Un sistema di tubazioni collega tali gruppi e si dirama tra i componenti dei gruppi stessi.

La disposizione dei gruppi può essere molto diversa, ma in genere i primi due gruppi sono riuniti in “centralina” e l'attuatore viene ubicato nel punto di lavoro. Come detto la separazione fisica tra centralina e attuatore è uno dei vantaggi dell'oleodinamica rispetto ai motori elettrici o a combustione.

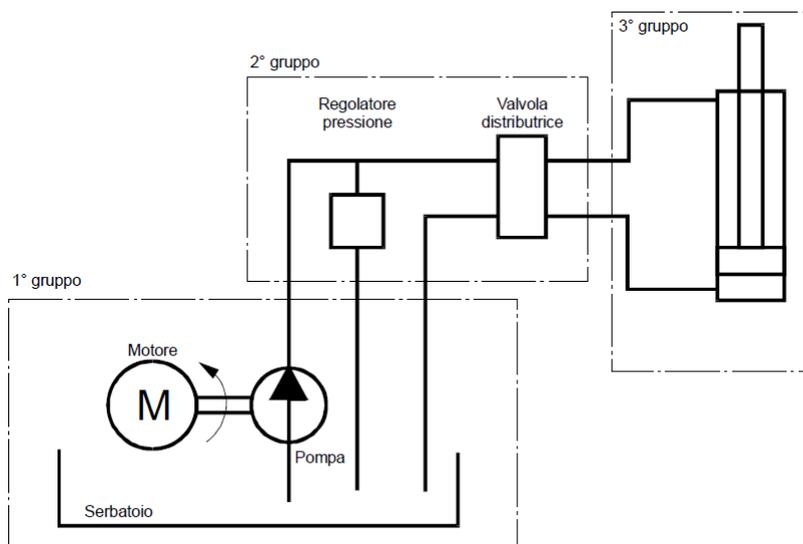


Figura 7 – gruppi funzionali di un circuito oleodinamico

6.1.6 Cenni di teoria

Nei paragrafi precedenti abbiamo visto che la forza in gioco è proporzionale all'area interessata e alla pressione:

$$F = p \times S$$

Ma questa formula si limita alle funzioni idrostatiche, perché non vi sono elementi legati al movimento dell'attuatore: la formula cioè fotografa una situazione in cui l'attuatore è fermo.

Nel momento in cui il martinetto si muove, viene compiuto un lavoro e viene sviluppata una potenza per spostare l'attuatore: più l'operatore pompa velocemente, più egli sviluppa potenza.

In termini matematici:

$$P = F \times v = p \times S \times v = p \times Q$$

Dove:

- P è la potenza
- v è la velocità dell'attuatore
- Q è la portata dello stantuffo che dipende da quanto pompa velocemente l'operatore.

Come abbiamo visto nell'esempio del § 6.1.1, vi è in genere un legame di proporzionalità tra la velocità dell'attuatore e la portata. Cioè $Q/v = \text{costante}$ e quindi $F/p = \text{costante}$.

Ciò spiega in modo diverso perché, in caso di forze all'attuatore molto basse, le pressioni sono proporzionalmente molto basse.

Le formule sopra riportate modellizzano situazioni ideali, cioè in assenza di perdite. In realtà le perdite sono molteplici. Le perdite sono dovute:

- ai rendimenti degli attuatori e delle macchine;

- alle perdite di carico (pressione) che si verificano con continuità lungo le tubazioni, causate dagli attriti interni tra particelle di fluido e con le asperità delle superfici interne dei tubi;
- perdite legate al moto turbolento del fluido (la viscosità dell'olio in particolare influenza questo tipo di perdite);
- perdite di carico concentrate in corrispondenza di curve, restringimenti o allargamenti, valvole.

Cioè la pressione letta in centralina non sarà mai, in condizioni dinamiche, quella letta all'attuatore. Nel caso di fluido fermo invece molte perdite non rilevano.

6.2 Componentistica dei circuiti idraulici

Nella seguente sezione sono presentati i principali componenti dei circuiti idraulici che si possono incontrare sugli impianti a fune.

Accanto ai componenti viene riportato il simbolo idraulico oggi in uso secondo la norma ISO 1219-1:2012

6.2.1 Pompe

6.2.1.1 Generalità

L'utilizzo di pompe è noto sin dall'antichità. Archimede inventò la vite, una coclea concepita per sollevare i fluidi ed utilizzata ancora oggi per le acque contenenti detriti.

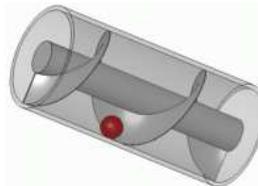


Figura 8 – vite di Archimede

Nel XVII secolo fu inventata la pompa centrifuga a pale radiali:



Figura 9 – pompa centrifuga a pale radiali

ma queste pompe non modificano le pressioni del fluido mentre imprimono solamente energia cinetica ed eventualmente energia potenziale per superamento di piccoli dislivelli.

Le pompe che invece riescono a generare una pressione di una certa rilevanza senza rompersi o perdere di efficienza sono chiamate volumetriche in ragione del fatto che il liquido è contenuto in uno o più volumi che si modificano nel tempo in modo preciso, passando da una zona all'altra e viceversa.

Un esempio è la pompa di Ramelli, illustrata nella figura seguente, che sfrutta la rotazione di un eccentrico per modificare il volume ove è contenuto il fluido (allora era acqua).

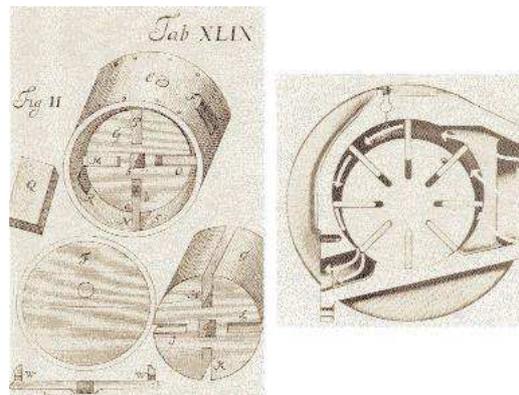


Figura 10 – pompa di Ramelli

Questi esempi sono serviti per introdurre i concetti base del funzionamento delle pompe attuali.

Si può cioè affermare, sulla base degli esempi riportati, che la pompa oleodinamica è una macchina operatrice che trasporta un liquido secondo leggi volumetriche, generando un flusso detto portata (Q), che in presenza di una o più resistenze idrauliche entra in pressione (p).

6.2.1.2 Montaggio

L'albero del motore primo (nei casi funiviari si tratta di motori termici o elettrici) e l'albero della pompa sono di norma accoppiati mediante un giunto. Spesso le pompe sono provviste di albero d'uscita posteriore (presa di moto passante) per consentire l'accoppiamento in linea di una seconda e talvolta di una terza pompa. È il caso dell'albero delle pompe del motore di recupero, su cui sono calettate anche le pompe del circuito oleodinamico secondario e la pompa per l'alimentazione del freno di emergenza.

La pompa possiede almeno due attacchi idraulici (aspirazione e mandata).

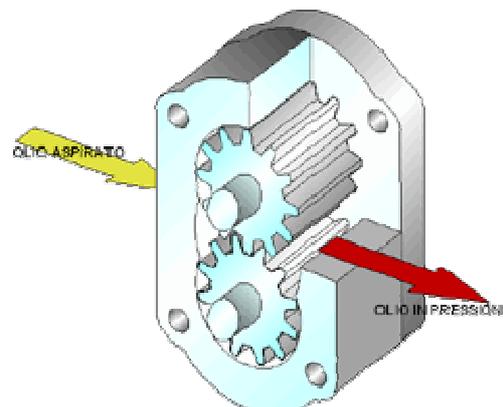


Figura 11 – Pompa ad ingranaggi

Essa preleva il liquido dal serbatoio o da un ramo del circuito attraverso l'attacco di aspirazione e lo immette nel sistema attraverso l'attacco di mandata. In alcune esecuzioni i due attacchi sono invertibili e possono svolgere funzioni simmetriche (due sensi di flusso).

Solitamente il drenaggio è interno e non vi è un attacco dedicato. I trafilamenti si raccolgono nel corpo pompa e ritornano all'aspirazione.



Figura 12 – simboli della pompa

L'attacco D di drenaggio è necessario in due casi: quando la pompa ha mandata reversibile o quando può svolgere anche la funzione di motore.

Attacchi della pompa: a sinistra è raffigurata una pompa a un senso di flusso (attacchi S e P), a destra una pompa a cilindrata variabile con due sensi di flusso (P e S si scambiano ed è presente l'attacco D per il drenaggio).

Un sistema oleodinamico si definisce in circuito chiuso (CC) quando il fluido che ritorna dall'attuatore viene rimandato direttamente alla pompa.

Un sistema oleodinamico si definisce in circuito aperto (CA) quando tra lo scarico del motore e l'aspirazione della pompa è interposto un serbatoio.

Negli impianti a fune in genere i circuiti dei freni sono aperti, mentre il circuito del motore del recupero è un circuito chiuso (a meno degli spillamenti per il raffreddamento).

6.2.1.3 Grandezze caratteristiche

La cilindrata geometrica è un parametro fondamentale della pompa; dipende dal principio costruttivo e dalle caratteristiche geometriche.

La cilindrata geometrica della pompa è il volume teorico di liquido erogato dalla pompa in un giro completo dell'albero.

La cilindrata geometrica è quindi un volume e si esprime in m^3 (o m^3/rad , metri cubi su radiante, uguale al primo diviso 2π) tuttavia si esprime comunemente per le pompe oleodinamiche in cm^3 .

Per ragioni costruttive la cilindrata geometrica può essere:

- soltanto fissa (pompe ad ingranaggi, pompe a viti),
- sia fissa che variabile (pompe a pistoncini assiali, a pistoncini radiali, a palette).

I tipi di pompe saranno trattati nel prossimo paragrafo.

Rendimento. Si è detto che la macchina operatrice scambia la potenza meccanica fornita all'albero della pompa (ingresso) con la potenza idraulica del fluido resa alla mandata (uscita). Indicando con P_i la potenza all'ingresso e con P_u la potenza all'uscita, abbiamo che il rendimento totale η_t in un sistema è il rapporto tra potenza restituita (utile) P_u diviso la potenza che ho dovuto fornire P_i , quindi:

$$\eta_t = \frac{P_u}{P_i}$$

P_u è sempre inferiore a P_i perché si verificano perdite di potenza legate sia a perdite di portata (fughe di fluido per trafilamento) sia a perdite di pressione (attriti tra le parti meccaniche e interni al fluido).

Per questo motivo il rendimento totale è generato da altri due tipi di rendimenti, uno volumetrico e uno idromeccanico.

I rendimenti totali delle pompe sono dell'ordine di 0,8 - 0,9 per le pompe a pistoncini e 0,5 - 0,7 per le pompe ad ingranaggi.

Portata volumetrica. È il volume teorico trasferito dalla bocca di aspirazione a quella di mandata nell'unità di tempo. Non è altro che il prodotto della cilindrata per la velocità di rotazione. La portata volumetrica effettiva ovviamente tiene conto delle perdite volumetriche e quindi sarà inferiore a quella teorica. Come

detto nel rendimento volumetrico sono comprese le perdite dovute agli imperfetti riempimento dei volumi da comprimere, dalla comprimibilità del fluido, trafileamenti ecc...

6.2.1.4 Tipi di pompe

Senza entrare troppo nel dettaglio, si presentano le principali tipologie di pompe, le loro caratteristiche ed il loro utilizzo negli impianti a fune.

Pompe ad ingranaggi

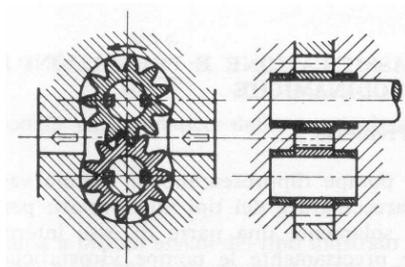


Figura 13 – Pompa ad ingranaggi, principio di funzionamento

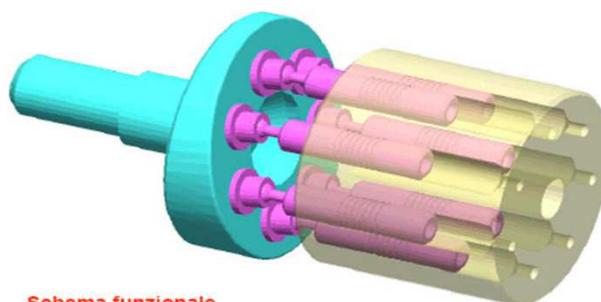
In queste pompe si sfrutta la variazione di volume causata dall'ingranamento dei denti di due ruote dentate. Sono ampiamente usate per pompare l'olio lubrificante nei motori degli autoveicoli, per pompare l'olio nel circuito idraulico di macchine per movimento terra. La potenza assorbita dipende dalla pressione richiesta all'attuatore mentre la portata è costante, una volta fissati il numero di giri delle ruote e la geometria del dente. In ambito funiviario sono utilizzate in tutte le centraline (freni, tenditori, circuiti accessori). Infatti in queste applicazioni non si necessita di una regolazione della portata, in quanto la mandata è richiesta nelle fasi di ricarica che non riguardano la sicurezza.

Caratteristiche:

La cilindrata è dell'ordine di $1-35 \text{ cm}^3/\text{rad}$, 3000 rpm come velocità massima, pressioni sino a 150 bar, elevata semplicità costruttiva, basso costo, rendimenti bassi (0,55 – 0,75) e discreta rumorosità.

Sono impiegate anche per l'alimentazione della centralina del freno di emergenza con il motore di recupero, calettate sullo stesso albero della pompa principale dell'azionamento di recupero.

6.2.1.5 Pompe a pistoncini assiali



Schema funzionale

Figura 14 – pompa a pistoncini assiali

In questo tipo di macchina il movimento rotatorio dell'albero si trasforma in un moto alternativo dei pistoncini. Trovano notevole diffusione grazie a elevate pressioni raggiungibili (250÷280 bar continuativi), ottimi rendimenti, facilità di regolazione (della cilindrata), elevati regimi e buone proprietà in fatto di durata e rumorosità.

È una pompa reversibile che può funzionare in entrambe le direzioni di flusso.

Se l'inclinazione del piatto può essere variata (con servocomandi elettrici o elettroidraulici) allora si parla di pompa a cilindrata variabile. In questo modo è possibile variare anche la portata della pompa.

Un tipico impiego è la pompa del motore di recupero, che necessita di questo tipo di pompe per il suo funzionamento, sia per le alte pressioni in gioco che per la possibilità di modificare la cilindrata e quindi il flusso e la velocità dell'attuatore finale (pignone sulla puleggia).

6.2.1.6 Pompe a pistoni radiali

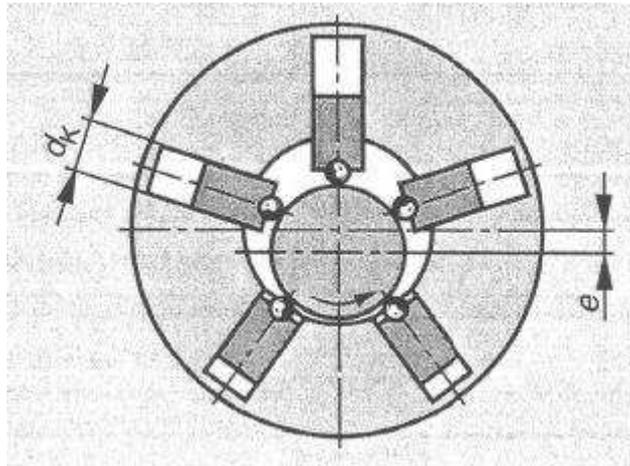


Figura 15 – pompa a pistoni radiali

Le pompe a pistoni radiali si impiegano nell'oleodinamica ad alta pressione (oltre 400 bar). Sono le uniche in grado di funzionare in esercizio continuo a pressioni così elevate. Una pompa a pistoni radiali con blocco cilindri eccentrico è costituita da:

- un rotore contenente una stella di cilindri;
- un anello di reazione, esterno al rotore ed eccentrico rispetto ad esso, al quale sono ancorati, mediante nodi sferici e pattini, le estremità dei pistoni. Durante la sua rotazione, il rotore trascina i pistoni che, per effetto dell'eccentricità tra rotore e pista esterna, spazzano un volume variabile. Nelle pompe a pistoni radiali con albero eccentrico, l'albero rotante eccentrico genera movimenti radiali dei pistoni inseriti nel corpo esterno fisso. La cilindrata è variabile similmente a come avviene per le pompe a palette (un sistema modifica l'eccentricità).

6.2.2 Motori idraulici

6.2.2.1 Generalità

Poiché i meccanismi utilizzati nelle pompe sono tutti reversibili e con rendimento accettabile, è possibile utilizzare le medesime architetture cinematiche già viste per le pompe ed ottenere altrettante famiglie di motori oleodinamici.

In modo del tutto speculare alla macchina operatrice (pompa), nell'ambito delle macchine a fluido, si definisce macchina motrice (motore) una macchina che fornisce energia meccanica in uscita all'albero della macchina a spese dell'energia idraulica posseduta dal fluido.

Come la pompa, il motore è una macchina volumetrica (il liquido viene trasportato in volumi interni alla macchina che cambiano con modalità precise) ma, diversamente dalla prima, non genera il trasporto del fluido ma lo subisce.

Il liquido, all'ammissione, agisce sulle pareti degli elementi attivi del motore (ingranaggio pistoni) e poiché a questi è connesso un carico attraverso l'albero, essi costituiscono una resistenza idraulica da superare. Ciò determina un rapido aumento della pressione e al raggiungimento di un determinato valore la resistenza è vinta ed il fluido attraversa ed espande i volumi, dalla bocca d'ammissione alla bocca di uscita. Gli elementi

attivi compiono lavoro resistente che preleva energia dal fluido. Vi è quindi, grazie agli elementi attivi, uno scambio fra l'energia che possiede il fluido in ingresso e l'energia meccanica a favore di quest'ultima.

Teoricamente un motore usato al contrario potrebbe comportarsi come pompa. In realtà in molti casi piccoli accorgimenti tecnici non permettono tale utilizzo, a meno che non sia previsto dalla pratica.

6.2.2.2 Montaggio

Il motore è accoppiato agli organi meccanici attraverso i rispettivi alberi.

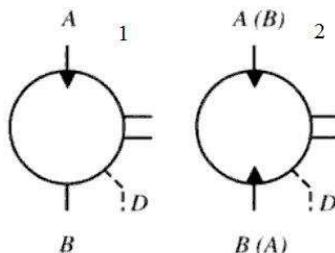
Sia negli impianti stazionari che mobili è montato con la massima libertà dove necessita (a differenza di una trasmissione meccanica dove servono elementi meccanici rigidi, la potenza idraulica si porta con tubi flessibili, uno dei grandi motivi di successo dell'oleodinamica).

Vi sono però casi in cui è necessaria la presenza di un riduttore: quando è richiesta bassissima velocità e grande coppia. È proprio il caso degli azionamenti di recupero degli impianti a fune.

Il motore ha due attacchi idraulici spesso invertibili (due sensi di flusso, come nel caso del motore di recupero di una funivia).

La portata alimenta il motore attraverso l'attacco d'ingresso (A o B) e passa all'attacco di uscita (B o A).

Salvo esecuzioni molto particolari, una pompa possiede sempre un attacco di drenaggio D, collegato con lo scarico, perché il trafilamento raccolto nel corpo motore non può essere connesso all'attacco di uscita dato che anch'esso può entrare in pressione (o perché A e B si sono invertiti). Infatti nel motore l'ingresso non sempre ha una pressione maggiore rispetto all'uscita, poiché quest'ultima può registrare pressioni importanti se gli vengono connesse altre resistenze (ad esempio nel caso del motore di recupero può accadere una frenatura improvvisa, la caduta del freno di emergenza).



1 Motore ad un senso di rotazione

2 Motore a due sensi di rotazione A = ingresso, B = uscita, D = drenaggio.

Figura 16 – simbolo del motore

6.2.2.3 Grandezze caratteristiche

La cilindrata geometrica è un parametro fondamentale del motore; dipende dal principio costruttivo e da caratteristiche geometriche.

La cilindrata geometrica è un volume e si misura in m^3 (o m^3/rad), tuttavia è comune esprimerla in cm^3 . Per ragioni costruttive la cilindrata geometrica può essere:

- soltanto fissa (motori ad ingranaggi);
- sia fissa che variabile (motori a pistoni assiali, a pistoni radiali, a palette).

Nei motori a cilindrata variabile la cilindrata può variare da un minimo ad un massimo con continuità oppure esistono soluzioni (dette a cilindrata commutabile) che prevedono di saltare alternativamente da una cilindrata minima ad una massima e viceversa (solitamente la minima è circa la metà della massima).

Rendimenti. Nel motore ideale entra una portata ideale Q_i proporzionale al prodotto del numero di giri al minuto n e della cilindrata geometrica V_g ($Q_i = k \times n \times V_g$); a causa delle perdite volumetriche, per avere la stessa velocità di rotazione, dovrà tuttavia alimentare il motore con una portata $Q_r > Q_i$. Il rendimento volumetrico è quindi il rapporto tra portata ideale e reale:

$$\eta_i = \frac{Q_i}{Q_r}$$

Il motore determina un Δp tra le bocche di ammissione e uscita proporzionale alla coppia connessa all'albero ($\Delta p = k \cdot M$). Idealmente avremmo Δp_i tra le bocche, nel caso reale si ha invece $\Delta p_r > \Delta p_i$ (maggiore a causa delle inefficienze idro-meccaniche). Il rendimento idro-meccanico è rapporto tra pressione ideale e reale:

$$\eta_{hm} = \frac{\Delta p_i}{\Delta p_r}$$

I due rendimenti determinano insieme il rendimento totale del motore.

6.2.2.4 Tipi di motori

Senza entrare nel dettaglio si presentano alcuni tipi di motori idraulici.

Come si è detto, alcune tipologie di pompe sono disponibili anche come motore, ad esempio, le macchine volumetriche ad ingranaggi, a pistoni (radiali ed assiali).

Non tutte le tipologie costruttive consentono di operare a frequenze di rotazione sia basse (tra 1 e 1000 giri al minuto) che alte (superiori a 1000 giri al minuto).

Una importante distinzione è data quindi dalla velocità dei motori:

- veloci: regimi superiori a 500 giri al minuto. Ottenuti da pompe (mediante trasformazione) oppure pompe che si comportano da motore quando vi si indirizza portata.
- lenti o Low Speed High Torque: regimi minori di 500 giri al minuto. Per ottenere basse velocità e grandi coppie si fondano su cinematismi differenti, qui non trattati.

6.2.2.5 Motori ad ingranaggi

La struttura del motore ad ingranaggi è simile a quella delle pompe.

Le differenze visibili sono le dimensioni dei due attacchi idraulici (di norma identici per i motori) e dalla presenza dell'attacco di drenaggio D.

Il trafilamento viene raccolto e convogliato nel foro di drenaggio D che viene connesso allo scarico.

6.2.2.6 Motori a pistoni assiali

Ciascun pistone, compiuto il ciclo d'espansione del volume (mezzo giro del blocco pompanti), nel quale è connesso con l'alimentazione, passa ad un ciclo in cui vede ridurre il proprio volume (seconda metà del giro del blocco pompanti) ed in questa fase il fluido è accompagnato alla bocca d'uscita. La piastra distributrice (o distributore) funziona come una valvola: connette i pistoni con l'ingresso quando il volume si allarga e con l'uscita quando il volume si contrae. Dall'inclinazione della piastra inclinata rispetto al blocco pompanti dipende la corsa che i pistoni compiono e quindi la cilindrata del motore.

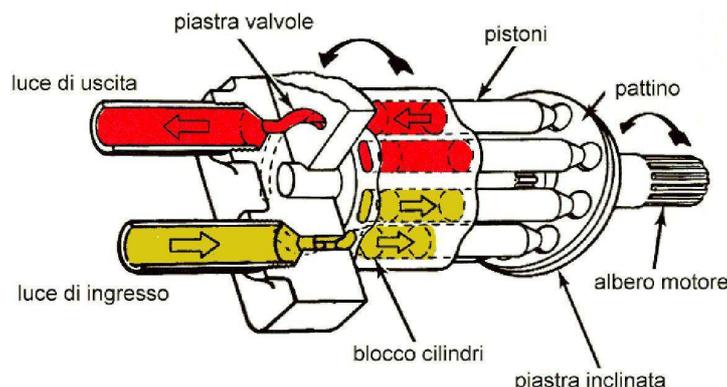


Figura 17 – motore a pistoni assiali

I motori a pistoni assiali (derivati direttamente dalle pompe) hanno cilindrata fissa o variabile.

La gamma di cilindrata per queste versioni arriva indicativamente fino a 500 cm^3 , pressioni massime di 350 bar e regimi di giri 500-3500 giri al minuto (quindi sono motori veloci).

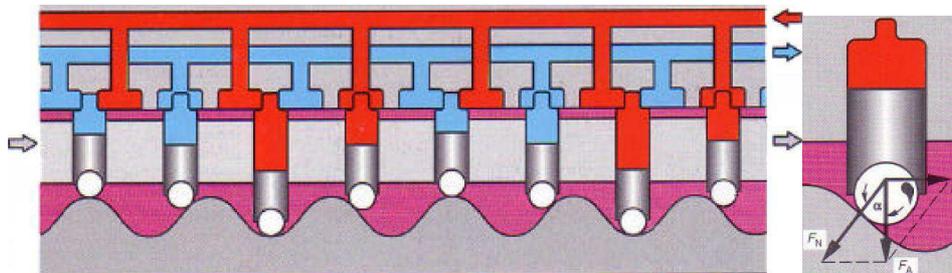


Figura 18 – motore a pistoni assiali multicorsa

Nei motori è possibile applicare il concetto “multicorsa” (o multiple-stroke), che aumenta notevolmente il range delle applicazioni, conferendo cilindrata più elevate e coppie maggiori.

Presentano, al posto della piastra inclinata, un disco, a profilo ondulato radialmente, perpendicolare all'asse di rotazione del motore. Il moto dei pistoni segue il profilo ondulato e risulta così alternato. Ad ogni giro completo dell'albero infatti ciascun pistone compie più cicli di riempimento e scarico, quindi, si ha una maggiore cilindrata, che risulta moltiplicata rispetto alla precedente soluzione.

Lo schema concettuale di funzionamento è mostrato in figura dove è riportato lo sviluppo di una sezione cilindrica: il distributore, solidale con il disco che porta le camme, contiene molti condotti di alta e bassa pressione, mentre il corpo mobile (blocco pompanti) nel suo movimento mette in contatto i pistoni con l'alta o la bassa pressione a seconda che il pistone stia scendendo o risalendo. La scomposizione delle forze sul disco ondulato per ciascun pistone determina la forza tangenziale F_T che è il contributo di ciascun pistone alla coppia erogata da parte del motore idraulico. Per contro questi motori non avendo la piastra oscillante sono a cilindrata fissa.

I motori a pistoni assiali multicorsa hanno ottima regolarità a bassi regimi e sono quindi adatti per moltissime applicazioni per motori lenti.

L'esecuzione molto compatta consente a questi motori di essere impiegati in motori ruota (ancora più favorevolmente delle versioni derivate dalle pompe, anch'essi utilizzati per questa applicazione) o di essere impiegati direttamente senza alcun riduttore meccanico in molte funzioni.

Hanno cilindrata che vanno da 200 a 1000 cm^3 , pressioni d'esercizio fino a 250 bar, regimi di rotazione da 5 a 300 giri al minuto e coppia massima di 3800 Nm.

6.2.2.7 Motori a pistoni radiali

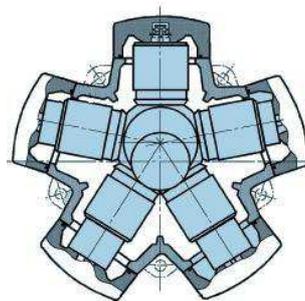


Figura 19 – motore a pistoni radiali

Per i motori a pistoni radiali che derivano dalle pompe, valgono le stesse considerazioni fatte per le pompe. Sono motori sia veloci che lenti, lentissimi, a seconda delle esecuzioni.

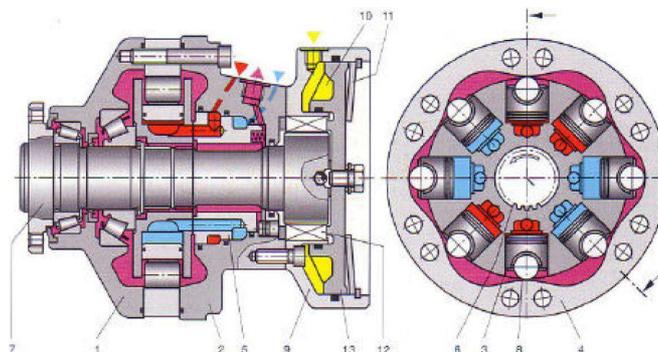


Figura 20 – motore a pistoni radiali multicorsa

Anche i motori a pistoni radiali possono essere multicorsa.

6.2.3 Attuatori

In ambito funiviario, gli attuatori gli unici attuatori di interesse sono costituiti dai **pistoni assiali**, che trasformano la potenza fluida in potenza meccanica attraverso un moto lineare.

L'utilizzo dei cilindri offre una serie di vantaggi:

- semplicità di montaggio e vantaggi topologici;
- facile conversione al moto lineare senza interposizione di altri organi meccanici (bielle/manovelle, viti/madreviti, cremagliere);
- forza costante lungo tutta la corsa, a parità di attriti e carico;
- velocità costante lungo tutta la corsa, dipendente (idealmente) soltanto dalla portata;
- possibilità di generare forze di spinta od di trazione con lo stesso attuatore invertendo semplicemente il senso di alimentazione;
- realizzazione di azionamenti di grande potenza con ingombri contenuti.



Figura 21 – attuatore lineare (pistone)

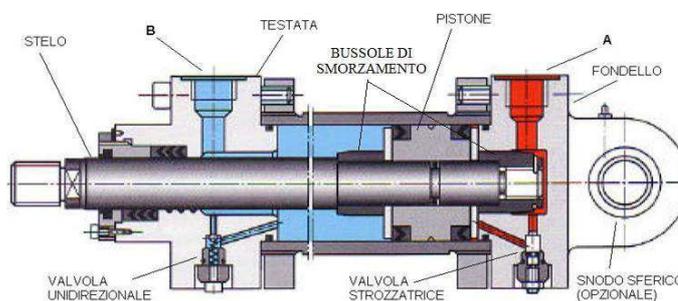


Figura 22 – spaccato di un attuatore lineare

In figura è riportata la sezione di un cilindro completamente ritratto. La portata può giungere alternativamente alla camera A o B e la pressione spinge il pistone dalla parte opposta; poiché le sezioni utili sono generalmente diverse, la portata che entra nel cilindro da una bocca è generalmente diversa da quella che esce dall'altra. Un sistema di guarnizioni evita il trafilamento di fluido verso l'esterno e di fatto, anche tra le due camere, così da ottenere un rendimento volumetrico praticamente unitario.

Il classico esempio di attuatore lineare sugli impianti a fune è il cilindro del tenditore idraulico.

6.2.4 Valvole, regolatori e distributori

Nell'oleodinamica applicata agli impianti a fune si impiegano principalmente quattro tipi di valvole:

- valvole di bloccaggio;
- valvole di controllo della pressione;
- valvole di controllo di direzione;
- valvole proporzionali.

6.2.4.1 Valvole di bloccaggio

Le valvole di bloccaggio (chiamate anche di non ritorno o unidirezionali o di ritegno) bloccano il passaggio del liquido in un senso ma lo consentono nell'altro.

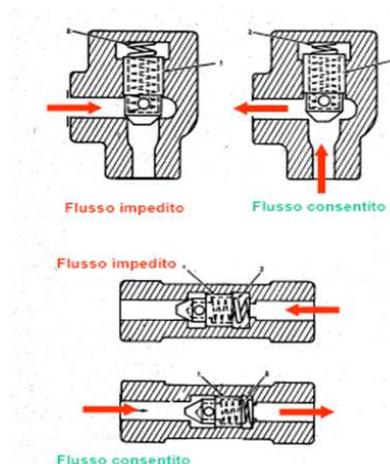


Figura 23 – spaccato di una valvola di bloccaggio

Il flusso da A verso B è consentito perché la pressione solleva il cono (2) dalla sede ricavata sul corpo valvola (1). Nel senso opposto (da B ad A) il flusso è bloccato perché la pressione determina una forza risultante che preme il cono sulla sede, in aggiunta alla forza della molla (3), impedendo il passaggio di liquido.

Il cono sulla sede a spigolo (o una sfera, in altre esecuzioni) garantisce una tenuta meccanica non assoluta ma molto valida (dell'ordine di poche gocce al minuto).

La pressione di apertura nel senso consentito dipende dal precarico della molla (3), essa varia comunemente da 0,5 a 5-6 bar.

La tenuta si realizza con una sfera su una sede a spigolo vivo o conica oppure con un cono su una sede a spigolo vivo. La prima offre maggiore sicurezza d'esercizio e tenuta migliore, però se non viene perfettamente guidata rischia di perdere efficienza nel tempo. La seconda dopo un breve periodo d'esercizio si adatta alla sede chiudendo anch'essa a perfetta tenuta.

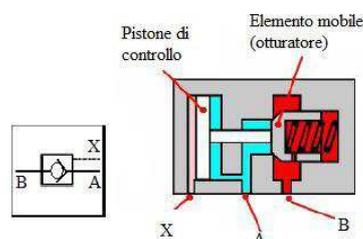


Figura 24 – schema di principio di una valvola di bloccaggio

Una importante variante è la valvola di non ritorno a sblocco idraulico: a differenza della precedente può essere aperta anche nel senso interdetto attraverso un segnale di pilotaggio X. In alcuni circuiti idraulici di funivia sono presenti queste valvole, anche se oggi sono preferibili delle valvole di controllo della direzione.

Il funzionamento è simile a quella della valvola di non ritorno semplice ma un segnale di pressione adeguato applicato alla porta X provoca lo sblocco dell'elemento mobile qualunque sia la direzione del flusso. In pratica, si apre a comando.

Un'altra realizzazione presente sugli impianti a fune è la valvola "flip flop" o seletttrice.

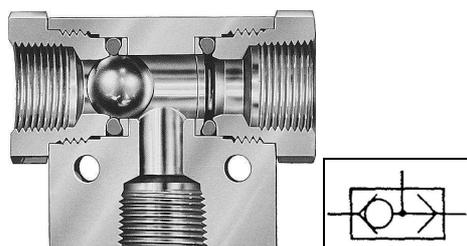


Figura 25 – spaccato e simbolo di una valvola flip flop

La valvola seletttrice (shuttle valve), di cui vediamo una sezione, seleziona il ramo con la pressione più alta tra A e B e lo connette con l'uscita R. Viene utilizzata ad esempio nei circuiti del motore di recupero per misurare la massima pressione con un unico strumento o per scaricare la pressione massima con una sola valvola per i due rami in pressione del recupero, anche quando la coppia può avere segno diverso (nel caso in cui l'impianto fa trasporto sia in salita che in discesa).

Si realizza in pratica con una doppia valvola unidirezionale in cui l'elemento mobile (qui si vede una sfera) è condiviso tra due sedi contrapposte.

Esiste infine una valvola detta strozzatrice che non blocca il flusso ma lo limita, diminuendo nel contempo anche la pressione, per attrito, almeno sino a quando il fluido è in movimento.

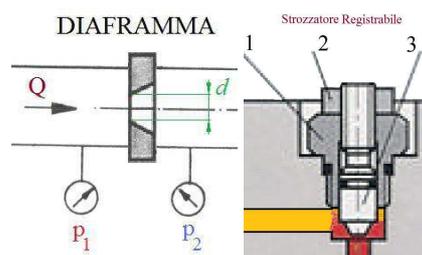


Figura 26 – spaccato di una valvola strozzatrice

Lo strozzatore registrabile consente di effettuare la regolazione fine della sezione di strozzamento grazie ad un registro e di fissarla, bloccando quest'ultimo nell'ultima posizione raggiunta. In figura vi è un esempio di tale dispositivo. Per la registrazione si sblocca il dado (2) quindi si svita il registro (3) per aumentare la sezione e si avvita per diminuirla.

Una volta raggiunta la posizione ottimale si blocca il dado che fissa tra se e il corpo valvola (1) il registro che non potrà più muoversi senza una ulteriore registrazione.

6.2.4.2 Valvole di controllo della pressione

Limitatrice di pressione. Se la pompa immette più portata di quanta le utenze necessitano si registra un aumento di pressione. La soluzione è la valvola limitatrice di pressione. Limita la pressione in modo che non superi mai (idealmente) un determinato valore tarato. Al raggiungimento della pressione di taratura, entra in regolazione, scaricando dal sistema al serbatoio il fluido eccedente (dato dalla differenza tra la portata della pompa ed il fabbisogno istantaneo delle utenze). E' anche chiamata valvola di sicurezza o valvola di sovrappressione o valvola di massima pressione.

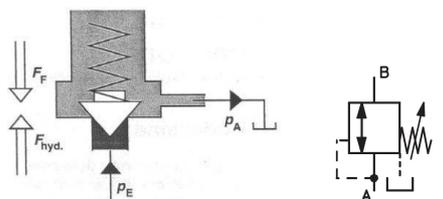


Figura 27 – spaccato e simbolo di una valvola limitatrice

Il principio di funzionamento si basa sul fatto che la pressione in entrata P_E agisce su un elemento mobile di chiusura, di sezione A , caricato da una forza resistente. Nella versione di principio in figura, tale forza è fornita dalla molla pre-caricata. Fin tanto che la forza della molla F_F è maggiore di $F_{hyd} (= P_E \cdot A)$ l'elemento mobile rimane contro la sede e la valvola rimane chiusa, altrimenti si stacca e consente lo smaltimento della portata eccedente.

La valvola di inserzione, chiamata secondo l'impiego, di sequenza, d'esclusione, di contropressione, di frenatura, è simile alla valvola limitatrice. La camera della molla tuttavia è sempre alla pressione del serbatoio. Montate in linea sul flusso principale di un impianto oleodinamico, al raggiungimento della pressione di taratura provocano l'inserzione o la disinserzione di un ulteriore ramo di circuito.

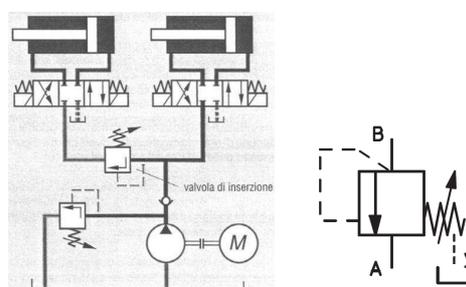


Figura 28 – spaccato e simbolo di una valvola di inserzione

Nella figura precedente, il ramo di destra è alimentato soltanto se la pressione alla mandata della pompa è almeno il valore di taratura della valvola d'inserzione. Queste valvole sono utilizzate per corto circuitare il flusso quando la pompa viene avviata, per smorzare i carichi sino a quando il motore elettrico che aziona la pompa non è a pieno regime.

La valvola riduttrice ad azione diretta riduce una pressione primaria (in entrata, a monte della valvola) e restituisce una pressione secondaria costante, inferiore alla prima ed indipendente da essa. In pratica, crea un ramo di circuito ad una pressione più bassa rispetto a quella dell'impianto. Sono molte le applicazioni funiviarie.

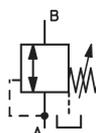


Figura 29 – simbolo di una valvola riduttrice

6.2.4.3 Valvole direzionali (di controllo direzione)

Le valvole direzionali sono valvole che permettono di realizzare e modificare il collegamento tra due o più rami del circuito per mezzo di un segnale di controllo esterno (elettrico, meccanico, idraulico, pneumatico).

Comandi per distributori			
Detent	A pulsante	A leva	Limitatore di corsa
A molla	A camma	Elettrico (solenioide)	Elettrico-idraulico
Pneumatico	Idraulico	Elettrico (proporzionale)	Elettrico-idraulico (proporzionale)

Figura 30 – simbolo dei comandi delle valvole direzionali

Le valvole direzionali (o distributori) comandano l'avvio, l'arresto e le variazioni del senso del flusso in un impianto oleodinamico.

4 vie - 3 posizioni



Figura 31 – simbolo di una valvola direzionale

Escludendo gli attacchi di pilotaggio, che non vengono contati, il numero di vie di un distributore è definito dal numero di connessioni, o porte idrauliche che la valvola direzionale contempla.

La connessione tra le vie si indica con una linea orientata (freccia, anche bidirezionale) o interrotta.

Le connessioni tra le vie possono essere modificate, scegliendo le posizioni d'inserzione attive; ogni posizione avrà un proprio schema di connessione delle vie. Si indicano raggruppando più quadratini, che rappresentano le posizioni (che incorporano vie e connessioni).

6.2.4.4 Valvole proporzionali

Le valvole proporzionali sono valvole di regolazione della portata o della pressione. La regolazione è effettuata mediante un segnale di tensione in ingresso che permette di controllare i movimenti dei cursori interni alle valvole deputati alla regolazione.

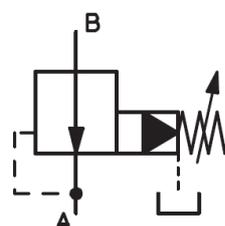


Figura 32 – simbolo di una valvola proporzionale con comando idraulico

L'impiego principale nel campo funiviario è nelle centraline dei freni modulati idraulici, dove la finezza della regolazione permette di modulare l'azione frenante delle molle del freno e rendere pressoché costante la decelerazione dell'impianto.

Le valvole distributrici proporzionali sono valvole utilizzate per la distribuzione del fluido in modo proporzionale. Si differenziano quindi dalle semplici distributrici perché permettono una regolazione del flusso secondo un segnale in tensione.

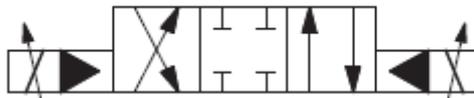


Figura 33 – simbolo di una valvola distributtrice proporzionale a comando elettroidraulico

L'utilizzo funiviario più noto è il comando del variatore di cilindrata per la distribuzione del flusso nel motore di recupero sui due rami in alta pressione, in modo da modificare in modo proporzionale la velocità dell'impianto (si ricorda infatti che il flusso idraulico è proporzionale alla velocità dell'impianto, mentre la pressione è proporzionale alla coppia dell'impianto).

6.2.5 Olii idraulici

Il mezzo utilizzato per la conversione dell'energia e l'amplificazione delle forze è di norma costituito da olio minerale. L'olio idraulico deve mantenere elevati rendimenti e permettere un funzionamento regolare esente da disturbi e preservare l'usura dei componenti. Gli oli idraulici utilizzati in oleodinamica presentano una viscosità superiore a quella dell'acqua ma di contro associano un'elevata azione protettiva (anticorrosione) con un alto potere lubrificante che agevola il moto relativo delle parti striscianti e crea una pellicola protettiva sugli ingranaggi. L'olio idraulico ha poi la capacità di smorzare le oscillazioni di pressione generate dalle pompe e dagli attuatori, mitigando gli effetti dei colpi di ariete determinati dalla chiusura delle valvole (si pensi all'arresto on/off di un azionamento idraulico di recupero).

Per certe applicazioni funiviarie (in ambiente a bassa temperatura quali i freni sulle vetture delle funivie bifune) sono però necessari oli particolari che anche a bassa temperatura mantengono una bassa viscosità, i quali però tendono ad essere più corrosivi soprattutto per le parti in plastica (guarnizioni e tenute) e hanno un basso punto di infiammabilità.

Altre caratteristiche degli oli idraulici sono la comprimibilità, l'infiammabilità, la dilatazione termica, la tossicità, ma non saranno trattate in questa dispensa.

6.2.6 Altri elementi dei circuiti idraulici

Serbatoi

I serbatoi sono in genere dei recipienti di capacità opportuna, tipicamente negli impianti a fune di materiale metallico a causa delle proprietà corrosive degli oli impiegati (specifici per basse temperature). Devono essere in grado di dissipare il calore generatosi durante il funzionamento dell'impianto (nel caso in cui ciò non sia possibile è affiancato da un radiatore, uno scambiatore). È importante monitorare costantemente il livello dell'olio e la temperatura, quindi il serbatoio è spesso dotato di un termometro o di un sensore di temperatura, e di un indicatore di livello dell'olio, che può essere una fessura trasparente, o un'asta, o un galleggiante.

Simbolo grafico	Componente	Descrizione
	Serbatoio	Tubazioni sopra livello
		Tubazioni sotto livello
		Serbatoio pressurizzato
	Accumulatore idraulico	

Figura 34 – simbolo del serbatoio

Nei circuiti oleodinamici aperti, dove il fluido nel serbatoio non è sotto pressione, è importante anche la presenza di un foro di sfiato per permettere all'aria di entrare ed uscire nel serbatoio al fine di compensare gli spostamenti del fluido all'interno del circuito. In genere lo sfiato è integrato nel tappo.

Essenziale è il corretto dimensionamento, esso deve avere un volume pari a 15-90 volte la portata della pompa, a seconda che si tratti di impieghi intermittenti o molto gravosi.

Filtri

È l'unico componente del circuito in grado di controllare il grado di contaminazione solida del liquido, mantenendo il livello di particelle solide ad un grado compatibile con la sensibilità dei componenti.

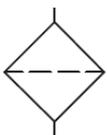
	Filtro
---	--------

Figura 35 – simbolo del filtro

Può essere messo all'aspirazione, alla mandata o in scarico a seconda delle esigenze che si hanno.

Se il filtro viene posto all'aspirazione, con pompe volumetriche si ha un flusso costante che determina un miglioramento del potere filtrante; inoltre tutto il fluido viene filtrato. Tuttavia, il filtro in aspirazione non può avere un potere filtrante troppo spinto, per evitare, nel suo attraversamento, una eccessiva caduta di pressione, che potrebbe portare a fenomeni di cavitazione. Tale fenomeno è dannoso in quanto le bolle di gas presenti nel fluido non vengono trascinate uniformemente, ma determinano dei moti vorticosi; si hanno di conseguenza una notevole rumorosità e vibrazioni della pompa; quest'ultima viene erosa e corrosa a causa del formarsi e riassorbirsi di bolle gassose che generano delle forze pulsanti che ne vaiolano le pareti, sia a causa dell'ossigeno disciolto che innesca fenomeni corrosivi.

Il filtro può essere inserito anche in mandata, cioè immediatamente dopo la pompa (è il caso tipico dei circuiti utilizzati sugli impianti a fune). In questo caso possono usarsi filtri con un potere filtrante molto spinto; questa soluzione viene quindi utilizzata nei casi in cui la presenza di contaminante nel circuito deve essere molto ridotta o quando non esiste la possibilità di montare il filtro altrove.

Il filtro può essere posto allo scarico; si pone al suo fianco una valvola unidirezionale in parallelo al filtro per evitare che la differenza di pressione raggiunga valori troppo elevati provocandone la rottura e per evitare che un blocco del filtro impedisca lo scarico dell'olio. A valle delle valvole di sicurezza dei freni degli impianti a fune non sono mai posti filtri.

A seconda della caduta di pressione che si rileva sul filtro, si può stabilire quando questo è eccessivamente intasato ed è quindi richiesta una sostituzione.

Manometri

Il manometro è uno strumento di misura della pressione dei fluidi.

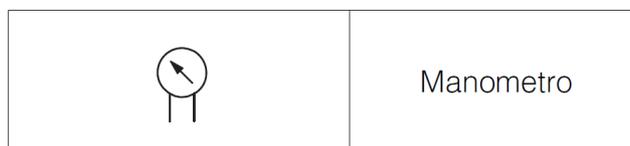


Figura 36 – simbolo del manometro

Trasduttori e pressostati

Sono elementi di circuito utilizzati per la misurazione di grandezze e di soglie, in genere di pressione.

Sono utilizzati per la regolazione ed il controllo del circuito, e sono elementi fondamentali per la corretta gestione degli impianti oleodinamici.

Il pressostato invia un segnale elettrico (0 oppure 24 V) in funzione di una soglia di pressione impostata, mentre il trasduttore invia un segnale in tensione (o, nei casi più moderni, un segnale digitale) che indica la pressione attuale. Tale valore verrà poi elaborato dal sistema di sorveglianza per la regolazione od il controllo.

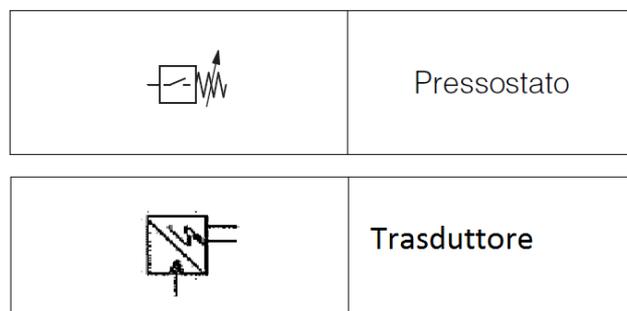


Figura 37 – simboli del pressostato e del trasduttore

Rubinetti

Il rubinetto è un dispositivo di regolazione del flusso installato all'estremità (quindi regolazione dei flussi in uscita) o nel mezzo (quindi regolazione del flusso di passaggio) di un condotto, di una tubatura o di un serbatoio. Nel primo e terzo caso si parla più propriamente di rubinetto, nel secondo di valvola.



Figura 38 – simbolo del rubinetto (o valvola a sfera) aperto

Scambiatori di calore

Gli scambiatori di calore (o radiatori) sono elementi utilizzati per il raffreddamento degli olii. In ambito funiviario in genere sono utilizzati per i riduttori e per il motore di recupero o soccorso.

Termometri, termostati

Sono strumenti atti alla misurazione della temperatura. Il termometro restituisce il valore di temperatura attuale mentre il termostato indica il superamento di una soglia (in genere mediante un segnale elettrico (0 o 24 V)).

Flussostati

Sono strumenti che indicano il superamento di una soglia (in genere mediante un segnale elettrico (0 o 24 V) di flusso. Servono per individuare tempestivamente il blocco del flusso per intasamenti o altri guasti (tipicamente sono installati nei circuiti di lubrificazione dei riduttori).

Accumulatori

L'accumulatore idraulico è un dispositivo, collegato in parallelo, atto ad immagazzinare energia in un impianto idraulico mettendo a disposizione una riserva di fluido sotto pressione per regolare l'erogazione o la pressione di alimentazione dell'impianto stesso e delle macchine idrauliche ad esso connesso.



Figura 39 – simbolo dell'accumulatore

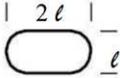
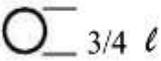
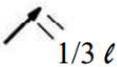
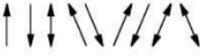
Sono utilizzati in installazioni in cui vi è solo una necessità periodica di pressione o nei transitori in cui si determina un picco di pressione istantaneo. Il compito di questa macchina è, oltre l'accumulo di energia, l'attenuazione della sovrappressione dell'impianto, riducendo l'onda d'urto nei circuiti idraulici, detta colpo d'ariete, ed impedendo la cavitazione.

Tipicamente sono utilizzati, in ambito funiviario, nei circuiti dei freni, ove la riserva di energia e pressione permette di evitare il continuo inserimento delle pompe, in particolare durante il processo di frenatura.

6.3 Simboli

Per comprendere appieno il significato dei simboli utilizzati nei circuiti idraulici è bene apprendere il significato dei segni che, combinati, generano la simbologia utilizzata negli schemi idraulici.

Si riportano i principali segni (la lettera l indica la dimensione unitaria dell'elemento, in modo che possano essere confrontati tra loro).

	indica un trasformatore di energia		indica un serbatoio
	indica uno strumento di misura		indica la direzione del flusso (se il triangolo è pieno si tratta di un fluido, se è vuoto di aria)
	indica un componente (valvola)		indica una molla di contrasto
	indica un elemento di condizionamento (filtro ad esempio)		indica una regolazione (ad es. in una valvola)
	indica cilindri o valvole		indicano il percorso del flusso e la direzione, utilizzate nelle valvole
	indica blocco del flusso nelle valvole		indica un restringimento, una strozzatura
	indica un senso rotatorio di un albero		indica un incrocio senza collegamento



indica una giunzione

Sulla base di questi e di altri segni convenzionali di base, sono realizzati i simboli dei componenti idraulici. Nel seguito si riportano i principali.

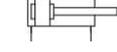
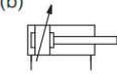
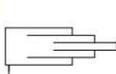
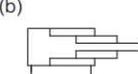
Pompe

Simbolo grafico		Componente	Descrizione
(a) 	(b) 	Pompa a cilindrata fissa	A un senso di flusso (a)
			A due sensi di flusso (b)
(a) 	(b) 	Pompa a cilindrata variabile	A un senso di flusso (a)
			A due sensi di flusso (b)
		Pompa a mano	Pompaggio a leva

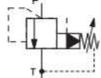
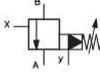
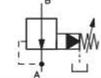
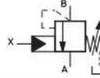
Motori

Simbolo grafico		Componente	Descrizione
(a) 	(b) 	Motore a cilindrata fissa	A un senso di rotazione (a)
			A due sensi di rotazione (b)
(a) 	(b) 	Motore a cilindrata variabile	A un senso di rotazione (a)
			A due sensi di rotazione (b)
		Attuatore rotante	Motore idraulico nel quale l'angolo di rotazione è limitato

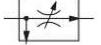
Cilindri attuatori

Simbolo grafico	Componente	Descrizione
(a)  (b) 	Cilindro a semplice effetto	Corsa di ritorno attuata da una forza esterna (a)
		Corsa di ritorno mediante molla (b)
(a)  (b) 	Cilindro a doppio effetto	A singolo stelo (a)
		A doppio stelo (b)
(a)  (b) 	Cilindro con frenature di fine corsa non regolabili	Frenatura su un solo lato (a)
		Frenatura su entrambi i lati (b)
(a)  (b) 	Cilindro con frenature di fine corsa regolabili	Frenatura regolabile su un solo lato (a)
		Frenatura regolabile su entrambi i lati (b)
(a)  (b) 	Cilindro telescopico	A semplice effetto (a)
		A doppio effetto (b)

Valvole di controllo di pressione

	Valvola di massima pressione Diretta Pilotata		Valvola di sequenza Diretta Pilotata	
	Valvola di riduzione pressione Diretta Pilotata		Valvola di contropressione 	

Valvole di controllo della portata

	Strozzatore variabile A due vie Con ritegno		Regolatore di flusso compensato A due vie A tre vie	
---	---	---	---	---

Valvole di controllo della direzione

Valvole di ritegno			
Senza molla 	Con molla normalmente chiusa 	Pilotata in apertura 	Pilotata con drenaggio 
Distributori			
2 vie - 2 posizioni 	3 vie - 2 posizioni 	4 vie - 2 posizioni 	4 vie - 3 posizioni 
Comandi per distributori			
Detent 	A pulsante 	A leva 	Limitatore di corsa 
A molla 	A camma 	Elettrico (solenoide) 	Elettrico-idraulico 
Pneumatico 	Idraulico 	Elettrico (proporzionale) 	Elettrico-idraulico (proporzionale) 

Trasmissione dell'energia ed accessori

Simbolo grafico	Componente	Descrizione
	Motore	Elettrico
		A combustione
	Tubazioni e raccordi	Linea principale
		Pilotaggio
		Drenaggio
		Tubo flessibile
		Punto di connessione
		Incrocio
		Diramazione
	Con tubazione allacciata	
	Innesti	Innesto rapido
		Con valvole di ritegno

Simbolo grafico	Componente	Descrizione
	Serbatoio	Tubazioni sopra livello
		Tubazioni sotto livello
		Serbatoio pressurizzato
(a)  (b) 	Sensore di posizione on-off	Microinterruttore meccanico Sensore induttivo
	Accumulatore idraulico	
	Filtro	
	Scambiatore di calore	Riscaldatore
		Refrigeratore
		Refrigeratore a liquido
	Manometro	
	Pressostato	
	Albero rotante	1 senso
		2 sensi

Figura 40 – simboli dei componenti

6.4 Applicazioni idrauliche agli impianti a fune

6.4.1 Cannelletto idraulico

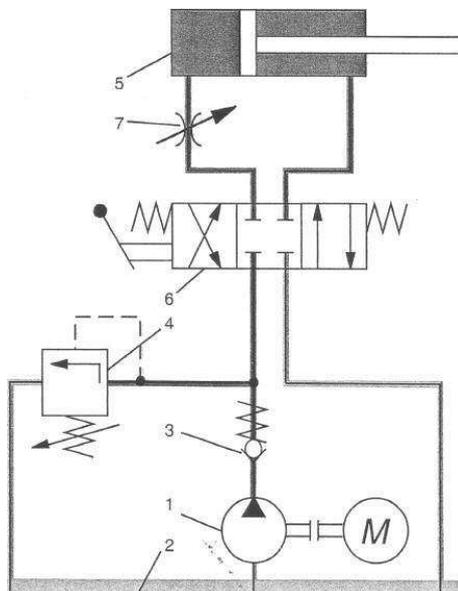


Figura 41 – esemplificazione di un cannelletto idraulico

Uno dei più semplici circuiti presenti sugli impianti a fune è quello del cannelletto idraulico.

La pompa (1), azionata da un motore (M) che può essere elettrico o termico, aspira olio dal serbatoio (2) e lo convoglia nel tubo di mandata; se la valvola (6) lo consente, il liquido può fluire al cilindro (5) e questo inizia ad avanzare incontrando una forza resistente (carico applicato dall'esterno, ad esempio la forza necessaria per movimentare la barra del cannelletto). Da questo momento la pressione spinge la barra del cannelletto finché il blocco meccanico della barra del cannelletto giunta a finecorsa fa sì che il cilindro (5) non sia in grado di superare il blocco. Il senso del movimento è determinato (comandato) dalla valvola direzionale (6), la quale si sposta di posizione e va ad alimentare l'altra camera del cilindro, in modo che la barra cominci a richiudersi. Una volta giunta a chiusura, la valvola si sposta nella posizione intermedia: il cannelletto è chiuso e bloccato. In questo caso la portata è scaricata attraverso la valvola (4) e il cannelletto non può essere azionato. In caso di arresto accidentale o voluto dall'alimentazione (pompa) la valvola unidirezionale (3) evita lo scarico del circuito attraverso la pompa (1).

Per proteggere l'impianto oleodinamico da un eccessivo aumento di pressione viene installata la valvola limitatrice di pressione (4).

Per variare la velocità del cilindro (5) è necessario agire sulla portata. Viene installata una valvola di controllo della portata (7) che riduce la sezione di passaggio e quindi la portata inviata al cilindro (5). Questo si muove più lentamente perché una parte della portata erogata dalla pompa (1) si scarica al serbatoio (2) attraverso la valvola limitatrice di pressione (4). Tale valvola è posta sul lato di chiusura per impedire urti con gli sciatori che dovessero interessare, in modo errato, il cannelletto in fase di chiusura.

Con la valvola direzionale (6) spostata ad esempio a sinistra (apertura), si instaurano le seguenti pressioni:

- tra pompa (1) e valvola di controllo della portata (7): la pressione massima tarata sulla valvola limitatrice (4);
- tra valvola di controllo portata (7) e cilindro (5): la pressione corrispondente al carico resistente.

Se spostato la valvola direzionale (6) verso destra (chiusura del cannelletto), la valvola di controllo portata (7) agisce sul ritorno, ma la limitatrice (4) è ancora in regolazione e limita la velocità allo stesso modo. La riduzione di velocità funziona ugualmente perché sia che la valvola di controllo portata (7) incontri l'olio entrante nel cilindro (distributore traslato a sinistra), sia che incontri l'olio uscente (distributore traslato a destra), la pompa vede comunque le due resistenze (il carico ed il restringimento di sezione). La pressione

sale per vincere ambedue ed è qui che la valvola limitatrice di pressione (4) entra in regolazione, sottraendo una frazione di portata e riducendo di fatto la velocità dell'attuatore.

Se la forza di spinta della barra è troppo alta, ad esempio in chiusura quando potrebbe rimanere schiacciato un utente tra barra e montante, è sufficiente regolare la valvola di massima (4).

In questo modo è possibile regolare il cancelletto sia come forza che come velocità di spostamento. I momenti di apertura e di chiusura sono ovviamente gestiti da una scheda o da relé che governano la valvola direzionale (6).

6.4.2 Freni idraulici

Storicamente i freni di servizio ed emergenza sono stati progettati sfruttando, come forza di contrasto per le molle, la spinta idraulica di oli in pressione.

L'utilizzo di valvole proporzionali, controllate da schede elettroniche, ha poi permesso di far evolvere le azioni dei freni da scatto o differenziata alla azione modulata.

Si presentano nella seguente sezione due schemi idraulici di freni, largamente utilizzati sugli impianti a fune presenti in valle d'Aosta.

Freno di emergenza ditta Leitner

Si tratta del circuito per un freno a scatto di semplice realizzazione. È presente in moltissimi impianti valdostani ed ha il pregio di essere semplice e richiede poca manutenzione.

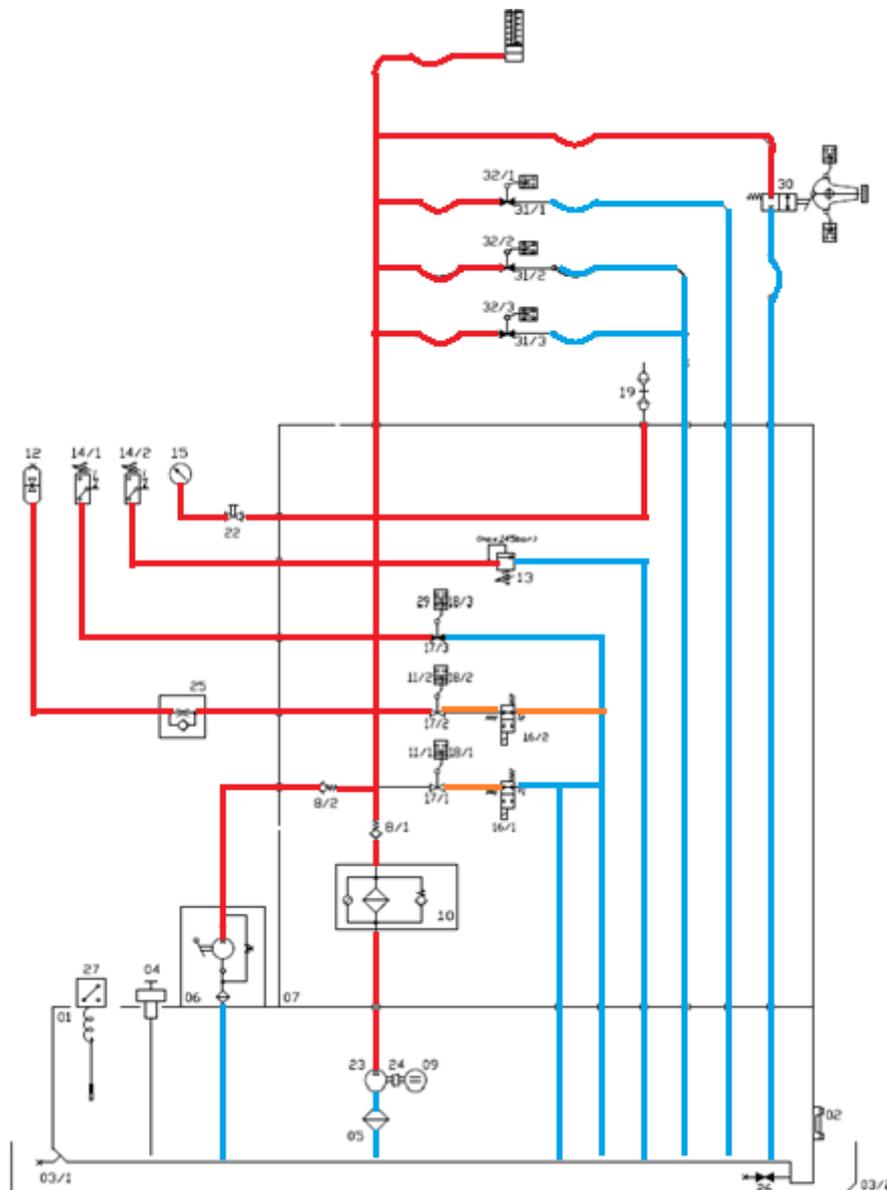


Figura 42 – circuito freno di emergenza Leitner

Descrizione del funzionamento

Il motore elettrico (9) aziona la pompa idraulica ad ingranaggi (23), che dal serbatoio (1), attraverso il filtro in aspirazione (5) e il filtro in mandata (10), che è dotato di un indicatore di sporcizia dell'olio (nel caso di filtro otturato compare un segnale d'allarme), spinge l'olio idraulico nella rete di tubazioni.

Quando il motore elettrico (9) viene messo in funzione, la pompa idraulica (23) gira per qualche secondo a vuoto, poiché attraverso le elettrovalvole (16/1, 16/2) aperte brevemente, l'olio idraulico viene riportato transitoriamente dentro il serbatoio (1). Ciò al fine di limitare il carico iniziale sulla pompa quando essa è in fase di avviamento e richiede già per il solo avviamento, dei picchi di corrente notevoli.

Il serbatoio (1) è dotato di un oblò d'ispezione (2), un termostato (27), un rubinetto di scarico (26) e un tappo di riempimento-sfiato (4).

Quando entrambe le elettrovalvole (16/1, 16/2) vengono alimentate, esse impediscono lo scarico dell'olio nel serbatoio (1). In questo modo la pressione comincia a salire e il cilindro idraulico delle pinze inizia ad aprire il freno. Contemporaneamente viene riempito l'accumulatore (12) che compensa eventuali oscillazioni del sistema.

Quando al pressostato (14/2) arriva la pressione di soglia impostata, il motore viene spento. Viene inoltre controllato che il freno sia aperto completamente mediante finecorsa posizionati sulle pinze.

Se la pressione scende oltre ad un valore medio impostato sul pressostato (14/1), chiamato "pressostato di consenso", l'impianto viene fermato.

Le pressioni dell'olio prestabilite vengono indicate sul manometro (15).

In caso di sovrappressione l'olio scarica nel serbatoio attraverso la valvola limitatrice di pressione (13).

La chiusura del freno si ottiene scaricando l'olio nel serbatoio (1). Per ottenere questo entrambe le elettrovalvole (16/1, 16/2) vengono disalimentate. La duplicazione delle valvole è richiesta per il principio di ridondanza degli attuatori finali di sicurezza degli impianti a fune.

In caso di sovravelocità dell'impianto, attraverso un pendolo centrifugo presente sulla puleggia, viene azionato una valvola direzionale (30), che permette lo scarico diretto dell'olio nel serbatoio (1).

Manualmente il freno può essere chiuso azionando uno dei rubinetti (31/1, 31/2, 31/3 a secondo del tipo), che si possono trovare sull'azionamento di emergenza, sul pilastro della stazione o nella cabina di comando. Oppure direttamente dalla centralina, aprendo la valvola a sfera (17/3).

Centralina freno di servizio ditta Poma

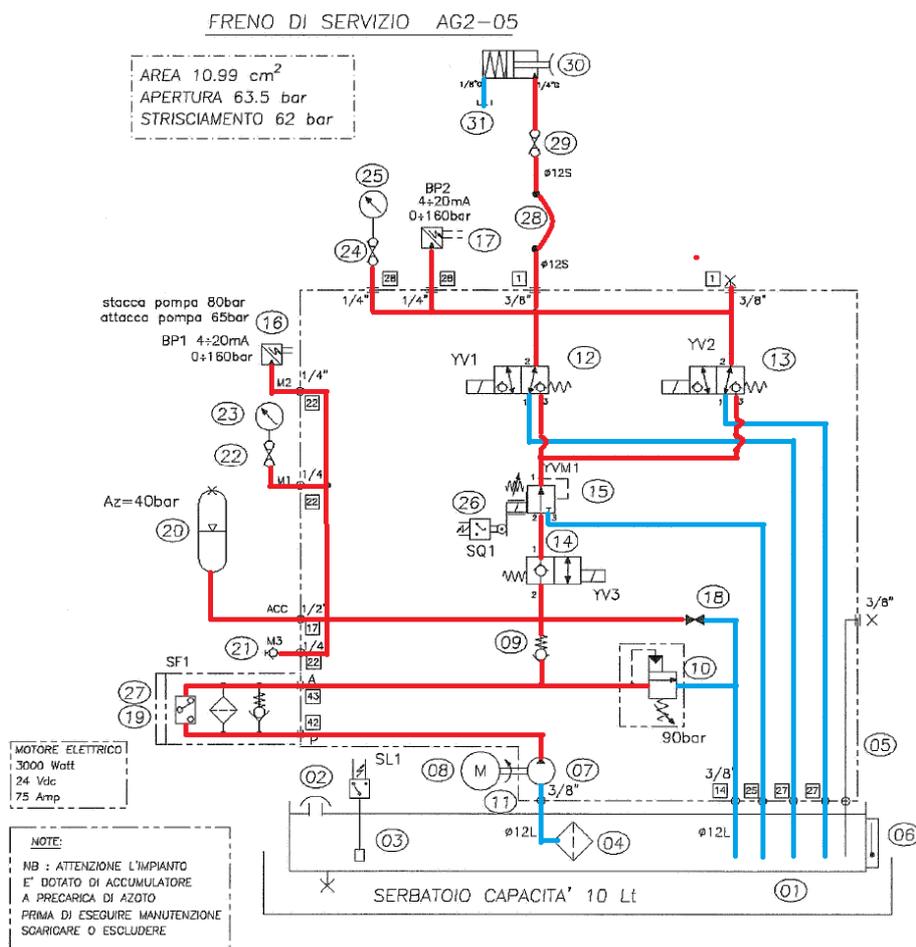


Figura 43 – circuito freno di servizio Poma

Descrizione del funzionamento

La centralina oleodinamica di figura ha la funzione di azionare il freno di servizio, modulandone la forza di serraggio, in maniera da ottenere in fase di rilascio e soprattutto in fase di frenata, degli andamenti prestabiliti governati dalle schede di modulazione. Essa è costituita dai seguenti componenti:

- il serbatoio (01), dotato di livello visivo (06);
- il blocco (05) che ha la funzione di coperchio del serbatoio, con tappo di carico (02), livello elettrico (03) e filtro in mandata (19), all'interno del quale sono incorporati i componenti della centralina;
- il gruppo motore elettrico (08) e pompa ad ingranaggi (07), con relativo filtro di aspirazione (04);
- la valvola di non ritorno (09), che, quando il gruppo motore è disattivo, impedisce all'olio presente nell'impianto di scaricarsi a serbatoio attraverso la pompa;
- la valvola di massima pressione (10) posta a protezione della pompa;
- il rubinetto (18) utilizzato per scaricare l'accumulatore e per la manutenzione della centralina;
- l'elettrovalvola YV3 (14) la quale, in caso di inattività, impedisce che l'accumulatore (20) si scarichi attraverso i trafilamenti della valvola riduttrice proporzionale YVM1 (15). Ciò al fine di limitare le inserzioni frequenti del motore elettrico in caso di diminuzione della pressione di centralina. Quando è attiva permette l'alimentazione dell'olio alla valvola riduttrice YVM1 (15), alle valvole direzionali YV1 (12) e YV2 (13), chiamate per la funzione che svolgono sull'impianto, valvole di urgenza o valvole per la frenatura a scatto;

- l'accumulatore a precarica di azoto (20) che garantisce una riserva di fluido in pressione e smorza i picchi di pressione generati dalla pompa e dal circuito;
- la valvola riduttrice di pressione proporzionale (15) che, utilizzando i segnali del sistema di regolazione, varia la pressione del circuito frenante, modulandola in maniera da ottenere le curve di decelerazione previste. Un comando manuale posizionato sulla sommità del solenoide e monitorato da un microinterruttore (26), permette, se avvitato, di escludere meccanicamente la valvola. Il freno si trasforma così da modulato a freno a scatto. Tale operazione comporta conseguentemente una penalizzazione di velocità;
- le elettrovalvole YV1 (12) e YV2 (13) servono per scaricare in modo estremamente rapido il cilindro del freno. Sono due per il principio di ridondanza, utilizzato per migliorare la affidabilità e disponibilità dell'intervento.
- il trasduttore di pressione BP1 (16), che invia all'impianto elettrico il valore istantaneo della pressione, necessario per l'accensione e spegnimento della pompa a valori predefiniti, tali da permettere il regolare funzionamento del freno. Il valore di arresto della pompa è circa il 20% in più del valore nominale di freno aperto, mentre l'accensione avviene circa 5% in più della pressione di freno aperto;
- il trasduttore BP2 (17), monitorizza ed invia ad un visualizzatore posto in sala macchine il valore attuale della pressione in cui si trova il freno;
- il manometro (23) misura la pressione di centralina (lato accumulatore) mentre il manometro (25) la pressione del freno;

Centralina freno di emergenza ditta Poma

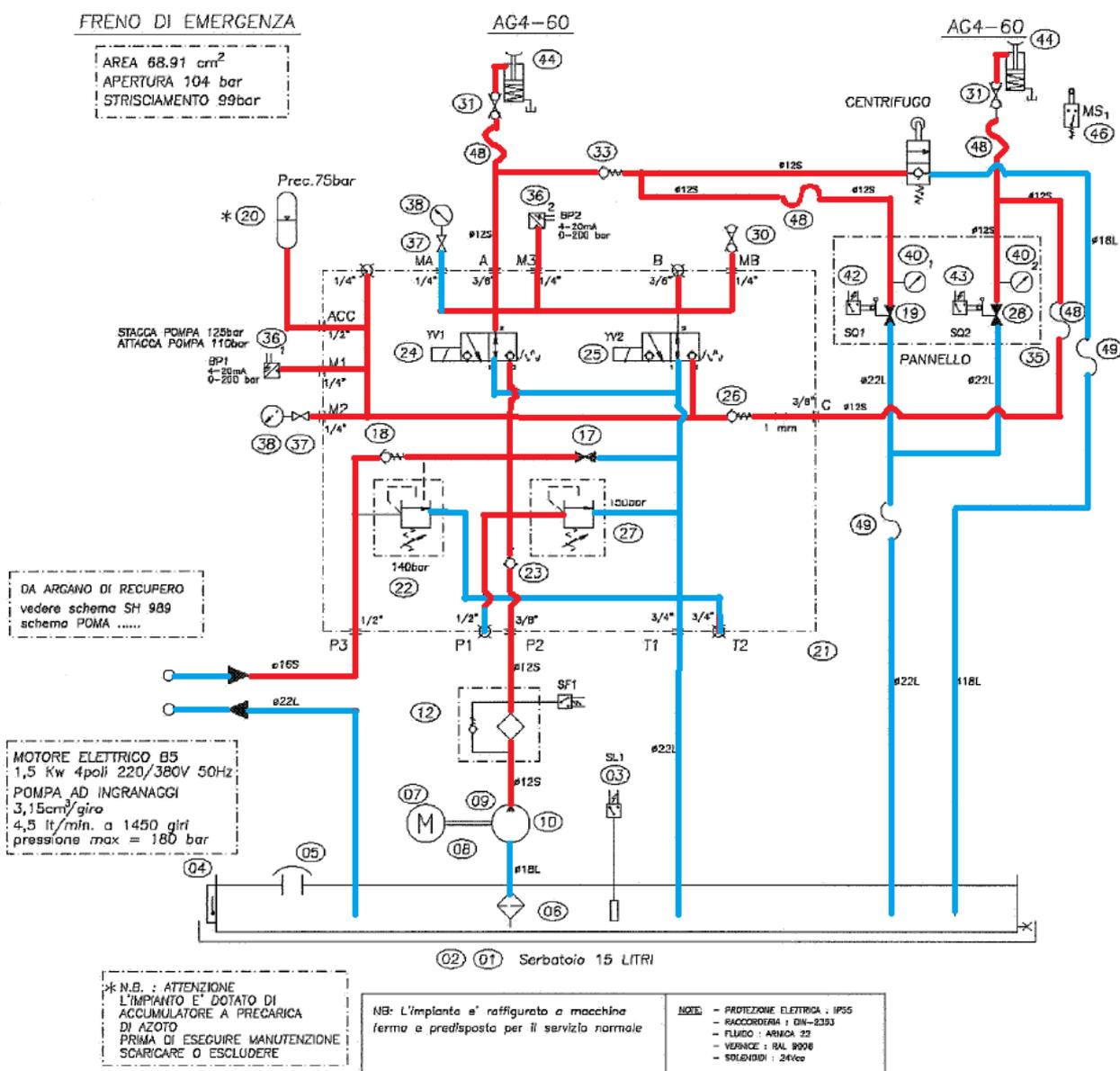


Figura 44 – circuito freno di emergenza Poma

Descrizione del funzionamento

La centralina oleodinamica di figura ha la funzione di mantenere pressurizzato il circuito ad un valore di pressione tale che permetta di mantenere aperti il freno di emergenza e supplementare. Essa è costituita dai seguenti elementi:

- il serbatoio (01), dotato di livello visivo (06);
- il blocco (05) che ha la funzione di coperchio del serbatoio, con tappo di carico (02), livello elettrico (03) e filtro in mandata (19), all'interno del quale sono incorporati i componenti della centralina;
- il gruppo motore elettrico (08) e pompa ad ingranaggi (07), con relativo filtro di aspirazione (04);
- sulla tubazione di mandata è montato il filtro alta pressione (12), corredato di segnalatore elettrico e visivo per monitorare l'intasamento della cartuccia filtrante;

- all'uscita del filtro di alta pressione il fluido entra nel blocco (21) che incorpora tutte le valvole e le elettrovalvole;
- la valvola di non ritorno (23), che, quando il gruppo motore è disattivo, impedisce all'olio presente nell'impianto di scaricarsi a serbatoio attraverso la pompa e permette la sostituzione del filtro semplicemente fermando il solo motore elettrico;
- la valvola di massima pressione (27) posta a protezione della pompa;
- la valvola di sicurezza e scarico (22), con la valvola di non ritorno (18), permette di regolare i livelli di pressione massima e minima nel caso in cui, in seguito ad una avaria del gruppo motore si renda necessario utilizzare la mandata della pompa ausiliaria, trascinata in rotazione dal motore termico della centralina dell'organo di recupero. Questo sistema assicura che il circuito raggiunga la pressione nominale di esercizio, evitando che l'olio si surriscaldi troppo, poiché la portata di olio generata in eccesso viene deviata nel serbatoio;
- le elettrovalvole YV1 (24) e YV2 (25) servono per scaricare in modo estremamente rapido il cilindro del freno. Sono due per il principio di ridondanza, utilizzato per migliorare la affidabilità e disponibilità dell'intervento. Sono chiamate in gergo valvole di urgenza.
- il rubinetto (17), utilizzato per scaricare l'accumulatore e per la manutenzione della centralina;
- l'accumulatore a precarica di azoto (20), che garantisce una riserva di fluido in pressione e smorza i picchi di pressione generati dalla pompa e dal circuito;
- la valvola di non ritorno (26), che mantiene il freno supplementare (44) sempre aperto, a meno che l'agente di stazione o il macchinista non agiscano sulla leva di comando (28);
- le elettrovalvole YV1 (12) e YV2 (13) servono per scaricare in modo estremamente rapido il cilindro del freno. Sono due per il principio di ridondanza, utilizzato per migliorare la affidabilità e disponibilità dell'intervento.
- il trasduttore di pressione BP1 (36-1), che invia all'impianto elettrico il valore istantaneo della pressione, necessario per l'accensione e spegnimento della pompa a valori predefiniti, tali da permettere il regolare funzionamento del freno. Il valore di arresto della pompa è circa il 20% in più del valore nominale di freno aperto, mentre l'accensione avviene circa 5% in più della pressione di freno aperto;
- il trasduttore BP2 (36-2), che monitorizza ed invia ad un visualizzatore posto in sala macchine il valore attuale della pressione in cui si trova il freno;
- il manometro (38) misura la pressione a monte delle elettrovalvole.

Nell'impianto è poi montata in prossimità della puleggia, una valvola a camma (comando centrifugo) che, se azionata per sovravelocità meccanica, scarica il freno di emergenza per via diretta.

Esternamente alla centralina sono presenti due rubinetti (19) e (28) con relativi manometri (40-1) e (40-2), che rilevano la pressione sulle linee dei freni, e due microinterruttori per l'arresto impianto.

6.4.3 Tenditori idraulici

Come già indicato nei precedenti capitoli, il controllo della tensione della fune, necessario per la sicurezza dei trasportati, è passato dai contrappesi a gravità alla tensione idraulica, per i vantaggi di spazio ed economicità già trattati in altri capitoli.

La circuitistica idraulica per queste applicazioni presenta una complessità superiore a quella dei freni in quanto si aggiunge anche la funzione di regolazione della pressione nell'intorno del valore nominale, mentre per i freni l'attività di centralina si limita a caricare il circuito.

Si presentano nel seguito alcuni esempi.

Tensionamento Leitner (a camera semplice e camera di sicurezza)

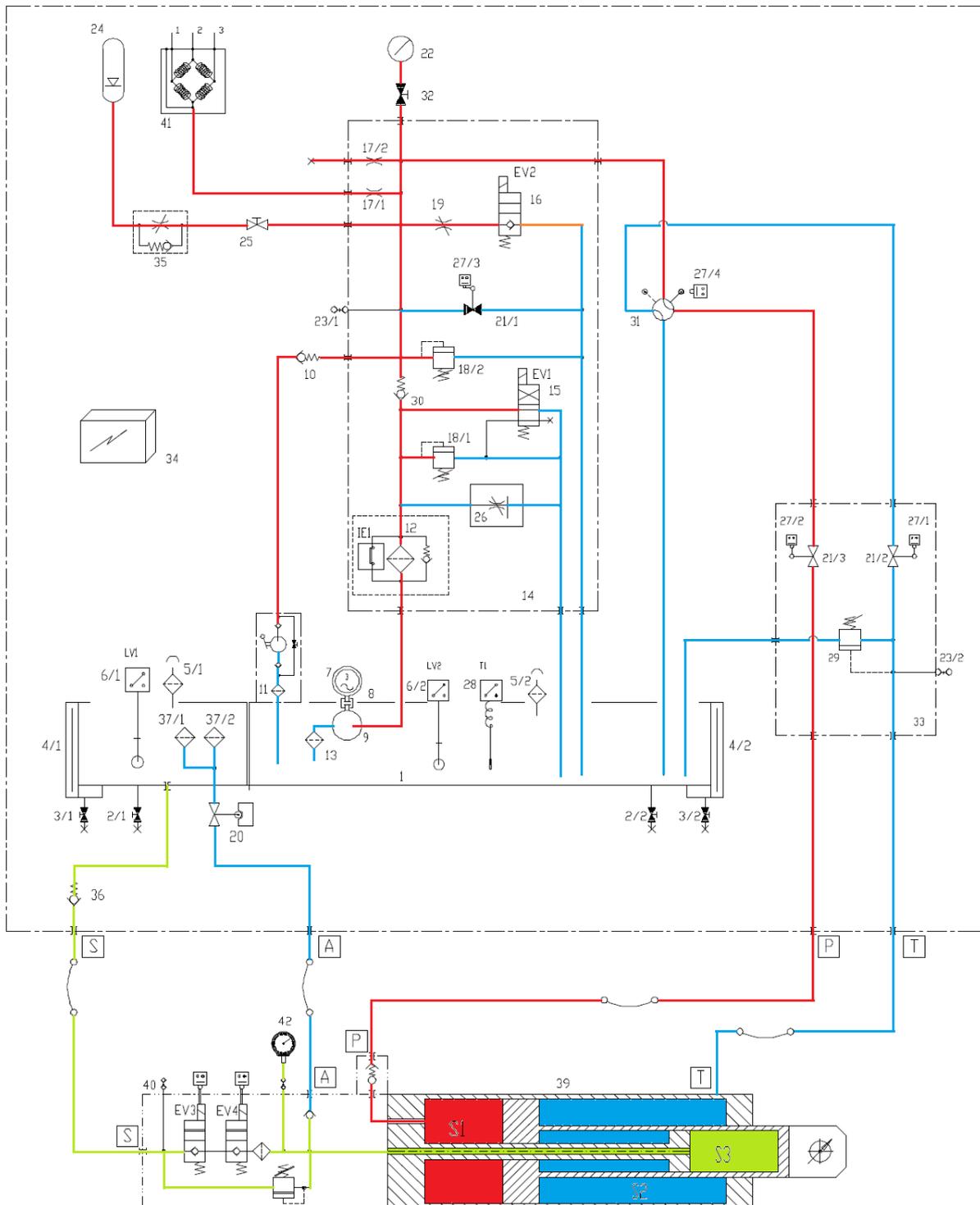


Figura 45 – circuito tenditore Leitner a camera semplice

Descrizione del funzionamento

Il motore elettrico (7) aziona la pompa idraulica (9), che dal serbatoio (1), attraverso il filtro in aspirazione (13) e il filtro in mandata (12), che è dotato di un indicatore di sporcizia dell'olio (nel caso di filtro otturato viene fermato la pompa idraulica), spinge l'olio idraulico nella rete di tubazioni.

Il serbatoio (1) è dotato di un oblò d'ispezione (4), un indicatore elettrico di livello dell'olio (6), un termostato (28), due rubinetti di scarico (3, 2) e un tappo di riempimento/sfiato(5).

Quando il motore elettrico (7) viene messo in funzione, la pompa idraulica (9) gira a vuoto, poiché attraverso l'elettrovalvola EV1 (15) aperta brevemente, l'olio idraulico viene riportato transitoriamente dentro il serbatoio (1). Successivamente l'elettrovalvola EV1(15) viene alimentata e la pompa idraulica (9) spinge l'olio, attraverso la valvola di non ritorno (30), la valvola a sfera a quattro vie (31), la valvola a due vie (21/3) e la valvola di sicurezza per rottura tubi (valvola di non ritorno nei pressi della camera di compressione S1), nella camera di compressione (S1) del cilindro idraulico.

La pressione comincia a salire. La pompa idraulica (9) viene attivata finché il perno dinamometrico ovvero un trasduttore di pressione indica la forza che è stata impostata per il disinserimento della pompa idraulica (pompa spenta). Notoriamente il valore di distacco della pompa è pari al valore nominale (indicato rispettivamente in newton o bar).

Attraverso la valvola a due vie (21/2) e la valvola a sfera a quattro vie (31), l'olio della camera di contropressione (S2) del cilindro può scaricare nel serbatoio (1) o da esso essere aspirato, assecondando i movimenti del cilindro dovuti principalmente alle variazioni del carico e alla dilatazione termica della fune.

Sovrappressione

Se il valore di pressione supera una soglia (in genere il 4% del valore nominale), l'elettrovalvola EV2 (16) viene aperta. In questo modo l'olio può defluire lentamente nel serbatoio (1) attraverso il regolatore di portata (19). Raggiunta la pressione nominale, l'elettrovalvola (16) viene nuovamente chiusa.

Se la pressione continua a salire sino ad un valore in genere impostato al +10% del valore nominale, l'impianto viene fermato.

In caso di ulteriore aumento, la pressione viene limitata attraverso la valvola limitatrice di pressione (18/2).

Caduta di pressione

Se la pressione scende al di sotto del valore nominale (ad esempio per una variazione di carico in linea), viene inserita la pompa (9). Raggiunta la pressione di disinserimento pompa (in genere posta al valore nominale) la pompa (9) viene disinserita. Se la pressione continua a scendere, in genere sino al -10% del valore nominale, l'impianto viene fermato e contemporaneamente le elettrovalvole (EV3, EV4) vengono disaccettate e impediscono così il proseguimento della corsa dello stelo. Le elettrovalvole EV3 e EV4 sono concepite per far transitare la pressione nella camera S2, invertendo quindi le funzioni delle due camere. La camera S2 diventa quella di tenuta, presumendo che non abbia guasti, quando la camera S1 o il circuito idraulico ad essa afferente, non sono più in grado di svolgere le loro funzioni. Queste valvole hanno sostanzialmente sostituito la funzione di sicurezza dei blocchi meccanici del carrello tenditore ed hanno permesso di ipotizzare, ai fini del calcolo della configurazione della fune in linea, delle tensioni minime non inferiori al 90% del nominale. In passato, ipotizzando che il carrello andasse a finire sui blocchi, le tensioni della fune sarebbero scese molto di più e quindi si doveva progettare la linea per evitare che, in queste condizioni eccezionali, la fune si staccasse dai rulli di ritenuta. Oggi la tecnica ha quindi migliorato la progettazione rendendo le linee più filanti e meno tormentate.

Caduta di pressione improvvisa

Sul raccordo in mandata del cilindro è montata una valvola di sicurezza mediante la quale viene impedito il rientro spontaneo del cilindro, nel caso di una caduta improvvisa di pressione (ad es. rottura del tubo flessibile). Nel funzionamento normale la valvola di sicurezza è aperta e l'olio può fluire liberamente in entrambe le direzioni. A seguito di una caduta di pressione improvvisa la valvola si chiude, non appena raggiunta una portata d'olio poco sotto al triplo di quella della pompa (come richiesto dalla normativa funiviaria).

Dopo aver riparato i danni, è sufficiente ripristinare la pressione nominale per poter riaprire la valvola.

Ulteriori sicurezze

La pompa idraulica viene inoltre fermata non appena viene raggiunto il livello minimo dell'olio e non appena la temperatura dell'olio supera il livello massimo.

Il valore fornito dal perno dinamometrico è confrontato con il valore del trasduttore di pressione (41). Se il valore del pressostato devia di $\pm 25\%$ del valore del perno dinamometrico, l'impianto a fune viene fermato.

La valvola limitatrice di pressione (18/1) protegge la pompa (9) da sovrappressioni.

Tensionamento Leitner (a doppia camera)

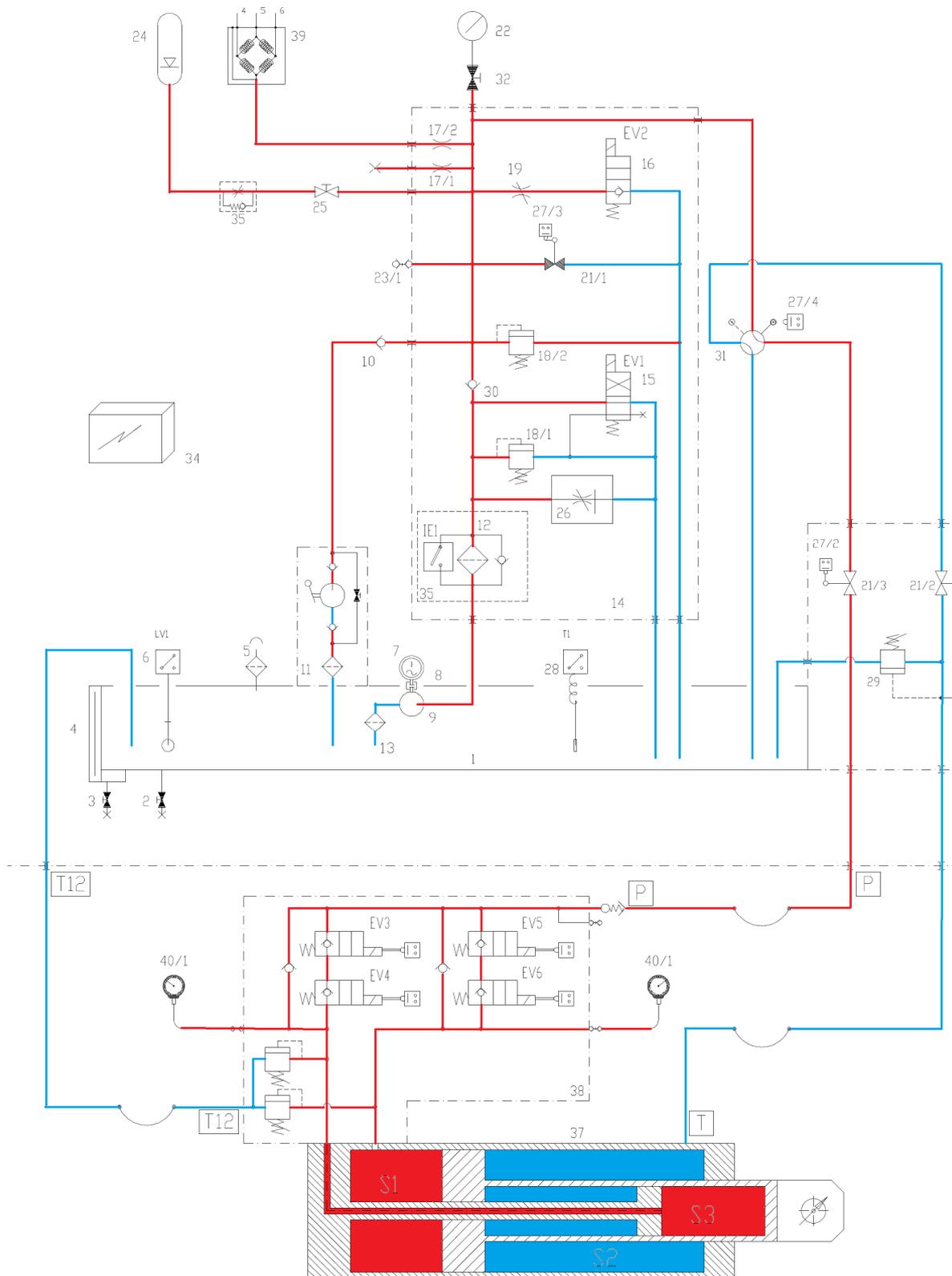


Figura 46 – circuito tenditore Leitner a doppia camera

Descrizione del funzionamento

Il motore elettrico (7) aziona la pompa idraulica (9), che dal serbatoio (1), attraverso il filtro in aspirazione (13) e il filtro in mandata (12), che è dotato di un indicatore di sporczia dell'olio (nel caso di filtro otturato viene fermato la pompa idraulica), spinge l'olio idraulico nella rete di tubazioni.

Il serbatoio (1) è dotato di un oblò d'ispezione (4), un indicatore elettrico di livello dell'olio (6), un termostato (28), due rubinetti di scarico (3, 2) e un bocchettone di riempimento/sfiato(5).

Quando il motore elettrico (7) viene messo in funzione, la pompa idraulica (9) gira a vuoto, poiché attraverso l'elettrovalvola EV1 (15) aperta brevemente, l'olio idraulico viene riportato transitoriamente dentro il serbatoio (1). Successivamente l'elettrovalvola EV1 (15) viene alimentata e la pompa idraulica (9) spinge l'olio, attraverso la valvola di non ritorno (30), la valvola a sfera a quattro vie (31), la valvola a due vie (21/3), la valvola di sicurezza per rottura tubi e il gruppo delle valvole di blocco (38), nelle camere di compressione e di sicurezza (S1+S3) del cilindro idraulico.

La pressione comincia a salire. La pompa idraulica (9) viene attivata finché il perno dinamometrico indica la forza, che è stata impostata per il disinserimento della pompa idraulica (pompa spenta).

Attraverso la valvola a due vie (21/2) e la valvola a sfera a quattro vie (31) l'olio della camera di contropressione (S2) del cilindro può scaricare nel serbatoio (1) o da esso essere aspirato.

Sovrappressione

Se il valore di pressione supera il 104% del nominale, l'elettrovalvola (16) viene aperta. In questo modo l'olio può defluire lentamente nel serbatoio (1) attraverso il regolatore di portata (19). Raggiunta la pressione nominale l'elettrovalvola (16) viene nuovamente chiusa.

Se la pressione continua a salire, da 104% al 110%, l'impianto viene fermato.

In caso di ulteriore aumento, la pressione viene limitata attraverso la valvola limitatrice di pressione (18/2).

Caduta di pressione

Se la pressione scende al 96% del valore nominale, viene inserita la pompa (9). Raggiunta la pressione nominale la pompa (9) viene disinserita. Se la pressione continua a scendere, al 90% del nominale, l'impianto viene fermato e contemporaneamente le elettrovalvole (EV3, EV4, EV5, EV6) vengono diseccitate e impediscono così il proseguimento della corsa dello stelo.

Caduta di pressione improvvisa

Sul raccordo in mandata del cilindro, prima del blocco di sicurezza (38), è montata una valvola di sicurezza (di non ritorno) mediante la quale viene impedito il rientro spontaneo del cilindro, nel caso di una caduta improvvisa di pressione (ad es. rottura del tubo flessibile). Nel funzionamento normale la valvola di sicurezza è aperta e l'olio può fluire liberamente in entrambe le direzioni. A seguito di una caduta di pressione improvvisa la valvola si chiude, non appena raggiunta una portata d'olio tripla. Dopo aver riparato i danni, è sufficiente ripristinare la pressione nominale per poter riaprire la valvola.

Ulteriori sicurezze

La pompa idraulica viene inoltre fermata non appena viene raggiunto il livello minimo dell'olio e non appena la temperatura dell'olio supera il livello massimo.

Il valore fornito dal perno dinamometrico è confrontato con il valore del trasduttore di pressione (41). Se il valore del pressostato devia di $\pm 25\%$ del valore del perno dinamometrico, l'impianto a fune viene fermato.

La valvola limitatrice di pressione (18/1) protegge la pompa (9) da sovrappressioni.

Tensionamento Poma

TENSIONAMENTO IN TIRO

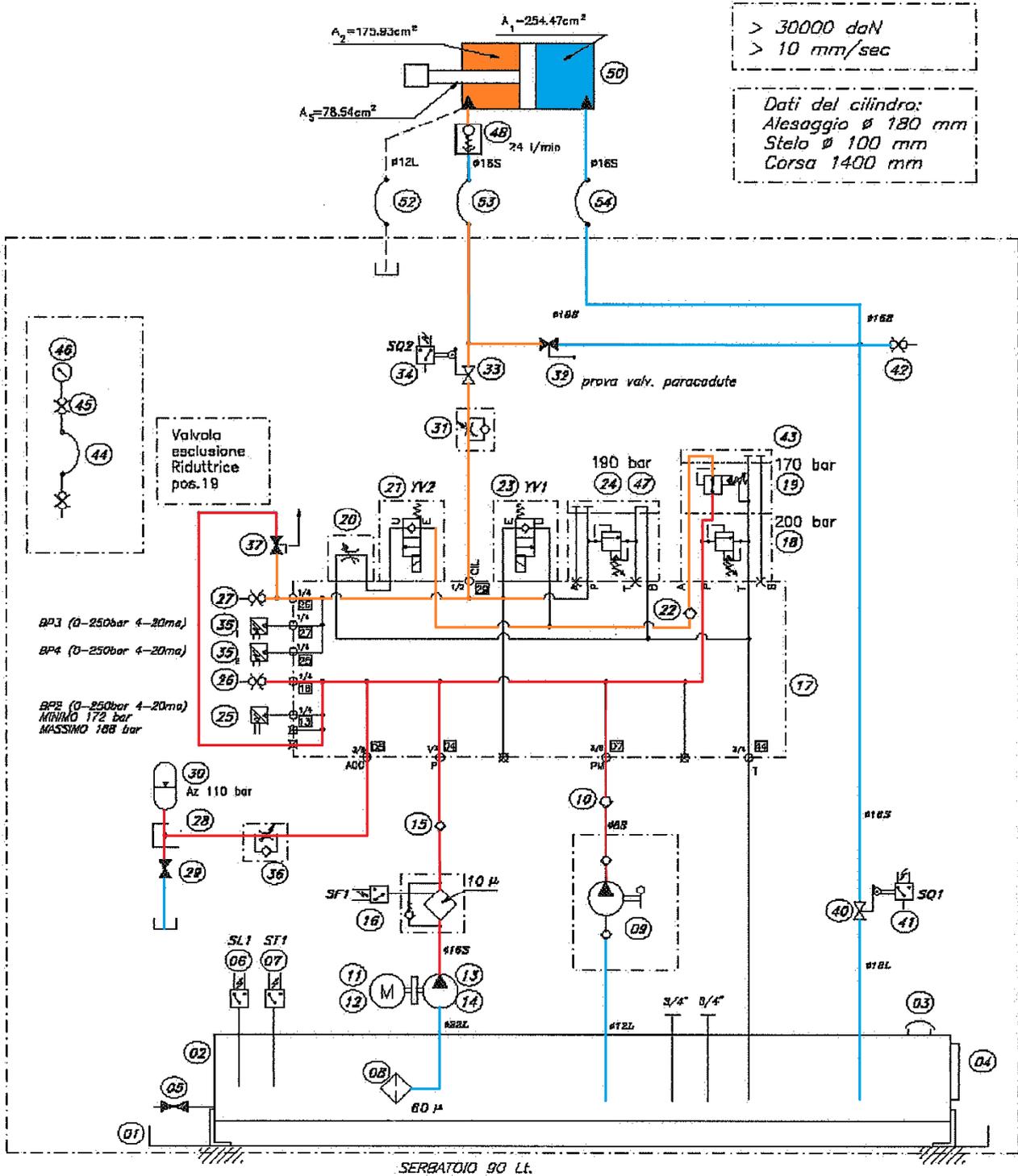


Figura 47 – circuito tenditore Poma a camere semplice

Descrizione del funzionamento

La centralina idraulica per il tensionamento, ha il compito di mantenere la pressione dell'olio nel cilindro tenditore entro un campo di tolleranza pari al $\pm 10\%$ del valore nominale.

Essa è costituita dai seguenti componenti:

- un coperchio su cui trova alloggiamento il motore elettrico (11) e la pompa ad ingranaggi (13);
- il filtro di alta pressione, sulla mandata, corredato di segnalatore elettrico e visivo per monitorare l'intasamento della cartuccia filtrante (16). All'uscita del filtro è montata una valvola unidirezionale (15) per escludere l'impianto dal gruppo pompa e permettere quindi la sostituzione della cartuccia senza fermare l'impianto;
- la valvola di massima pressione (18), a protezione della pompa (nell'esempio tarata a 200 bar);
- la valvola riduttrice di pressione (19), che regola la pressione del tensionamento e garantisce una pressione costante a valle della stessa, qualunque sia la pressione lato pompa (nell'esempio tarata a 170 bar);
- le elettrovalvole YV1 (23) e YV2 (21) che servono rispettivamente per alimentare e scaricare la pressione al cilindro, mantenendola entro i valori nominali;
- la valvola di regolazione del flusso (36), che permette di regolare la velocità di rilascio dell'accumulatore (30), mentre con la valvola di regolazione del flusso (31) è possibile regolare la velocità di movimento dello stelo del cilindro di tensionamento e quindi la velocità di tensionamento;
- la valvola limitatrice di pressione (24), che limita la pressione massima del cilindro, in genere sino al +15 - 20% del nominale;
- l'accumulatore a precarica di azoto (30), che garantisce una quantità aggiuntiva di fluido, limitando le accensioni della pompa e smorza i picchi di pressione;
- la pompa ad azionamento manuale (09) che è utilizzata solo in caso di emergenza o per prove;
- il rubinetto (33) che esclude la centralina, monitorato con microinterruttore (34);
- la valvola a sfera (32) con bloccaggio meccanico di sicurezza sulla leva, che si utilizza per effettuare la prova della valvola paracadute (48) e del gruppo di bloccaggio posto sul cilindro;
- la valvola a sfera/rubinetto (05) posta sulla parte inferiore del serbatoio, che serve ad effettuare lo svuotamento periodico della condensa e lo svuotamento totale quando si effettua il cambio d'olio;
- il trasduttore di pressione BP2 (25), che invia all'impianto elettrico il valore istantaneo della pressione, necessario per l'accensione e spegnimento della pompa a valori predefiniti, tali da evitare che la pompa sia sempre in funzione. Il valore di arresto della pompa è circa il 20% in più del valore nominale, mentre l'accensione avviene circa 5% in più della pressione nominale;
- i trasduttori di pressione BP3 (35-1) e BP4 (35-2), che servono al controllo delle soglie normative di pressione (ad esempio per azionare la YV2, quando la pressione cresce oltre il 104% del nominale, ad esempio a seguito di un aumento di carico in linea o una diminuzione della temperatura della fune);
- la valvola paracadute (48) che garantisce l'esclusione meccanica del cilindro in caso di rottura del tubo flessibile di collegamento verso la centralina;
- la valvola a sfera (37), con bloccaggio meccanico di sicurezza sulla leva, che esclude la riduttrice, per effettuare la prova della valvola di massima pressione (24).

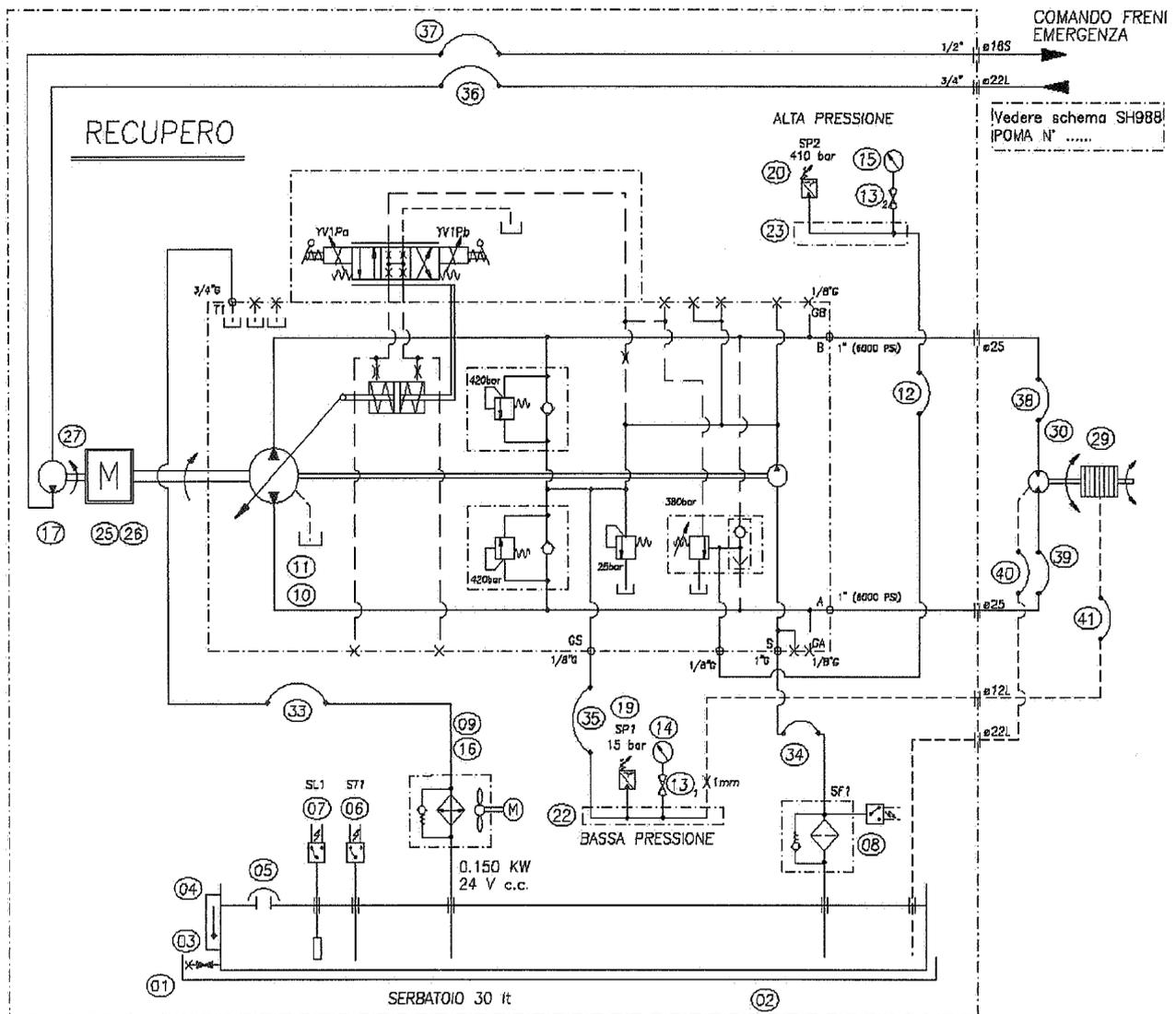
6.4.4 Circuiti per azionamento di recupero

I circuiti per gli azionamenti di recupero sono probabilmente l'applicazione oleodinamica più interessante in ambito funiviario.

Di derivazione industriale, i circuiti degli azionamenti di recupero permettono di effettuare il recupero dei veicoli a bassa velocità ma con ampia affidabilità e precisione di regolazione.

Viene qui presentato un circuito esemplificativo.

Circuiti per azionamento di recupero Poma



MOTORE IDRAULICO POCLAIN MS 35-2			POMPA IDRAULICA SAMHYDRAULIC HCV-70.S.D.HE			MOTORE TERMICO IVECO AIFO 8045 E 00		
	BASSA p	ALTA p		BASSA p	ALTA p	NUMERO DI GIRI MAX.		
Pr. a regime	25 bar	224 bar	Pr. a regime	25 bar	230 bar	POTENZA FORNITA IN CURVA "B"		1800 1/min
Pr. in avviamento	25 bar	354 bar	Pr. in avviamento	25 bar	364 bar	POTENZA FORNITA in curva "B" rend. quota ⁴ rend. mecc.		48 kW
								4.3 kW

NB: L'impianto e' raffigurato a macchina ferma e predisposto per il servizio normale

NOTE: - PROTEZIONE ELETTRICA: IP55
 - RACCORDERIA: DIN-2363
 - FLUIDO: AGIP ROTRA ATF
 - VERVACE: RNL 800S
 - SOLENOIDI: 24Vcc

Figura 48 – circuito motore recupero Poma

Descrizione del circuito

Il sistema oleodinamico di figura oltre a fungere da azionamento di recupero, utilizza una pompa ausiliaria ad ingranaggi per alimentare la centralina del freno di emergenza in caso di avaria del motore o della pompa di quest'ultima. Segue una breve descrizione del circuito.

Il sistema è composto da una struttura portante su cui sono alloggiati i componenti. La struttura deve essere di robustezza tale da non risentire delle sollecitazioni e vibrazioni derivanti dal funzionamento del motore (in genere termico, ma in alcune realizzazioni anche elettrico). In questo esempio è termico (25).

Il motore termico aziona sia la pompa (17) dedicata ad alimentare la centralina del freno di emergenza in caso di avaria della stessa che l'unità idrostatica (11) (è una pompa a pistoni a cilindrata variabile), la quale a sua volta alimenta il motore oleodinamico a pistoni (30) dotato di freno lamellare di stazionamento (29) che blocca l'azionamento del sistema nel caso di fermo del motore termico.

L'unità idrostatica ha anche due valvole di sicurezza (nell'esempio tarata a 420 bar) che limitano la pressione massima del carico e una valvola di massima (nell'esempio tarata a 25 bar) che limita la pressione nel ramo di bassa pressione. Va notato che, essendo possibile avere il ramo carico indifferentemente su un ramo o sull'altro, almeno negli impianti che fanno anche trasporto in discesa) un sistema "flip flop" permette di far giungere alle valvole di massima sempre il ramo con il carico, cioè quello a pressione più alta.

È inoltre presente una valvola di "cut-off" (nell'esempio tarata a 380 bar) cioè una valvola che, attraverso il dispositivo di comando elettroidraulico, una volta superata la pressione di taratura, annulla la cilindrata della pompa mantenendo la pressione di esercizio massima.

Nell'unità sono poi presenti due elettrovalvole YV1Pa e YV1Pb (una per ogni senso di marcia) che comandano la variazione della cilindrata della pompa, sulle quali è presente un comando manuale, che permette di azionare manualmente la cilindrata della pompa e di conseguenza la velocità di rotazione della puleggia.

Il circuito ha inoltre i seguenti componenti:

- un serbatoio (02) munito di indicatore di livello visivo (04), indicatore elettrico di livello minimo (07), termostato per la temperatura (06), rubinetto per lo svuotamento dell'olio (03), tappo di carico (05) e filtro in aspirazione (08) a servizio della pompa di sovralimentazione (non numerata), la quale, una volta avviata, provvede anche allo sbloccaggio del freno lamellare;
- uno scambiatore aria – olio (09) inserito sugli scarichi del motore idraulico e della pompa, che riceve l'olio dal circuito di sovralimentazione.

Il circuito di bassa pressione (ausiliario) è dotato di manometro (14) e di pressostato (19), come quello di alta: manometro (15) e pressostato (20).

6.4.5 freni sulla portante

In genere i freni sulla portante possiedono circuiti idraulici molto semplici. Alcune realizzazioni però sono state fatte con circuiti raffinati, tali da avere alcune caratteristiche importanti che migliorano la qualità del circuito stesso.

Circuito Agudio

Si riporta un esempio di un circuito esemplificativo. Si tratta di uno schema idraulico risalente agli anni '80, quando alcune funzioni oggi demandate all'elettronica, erano svolte attraverso componenti idraulici.

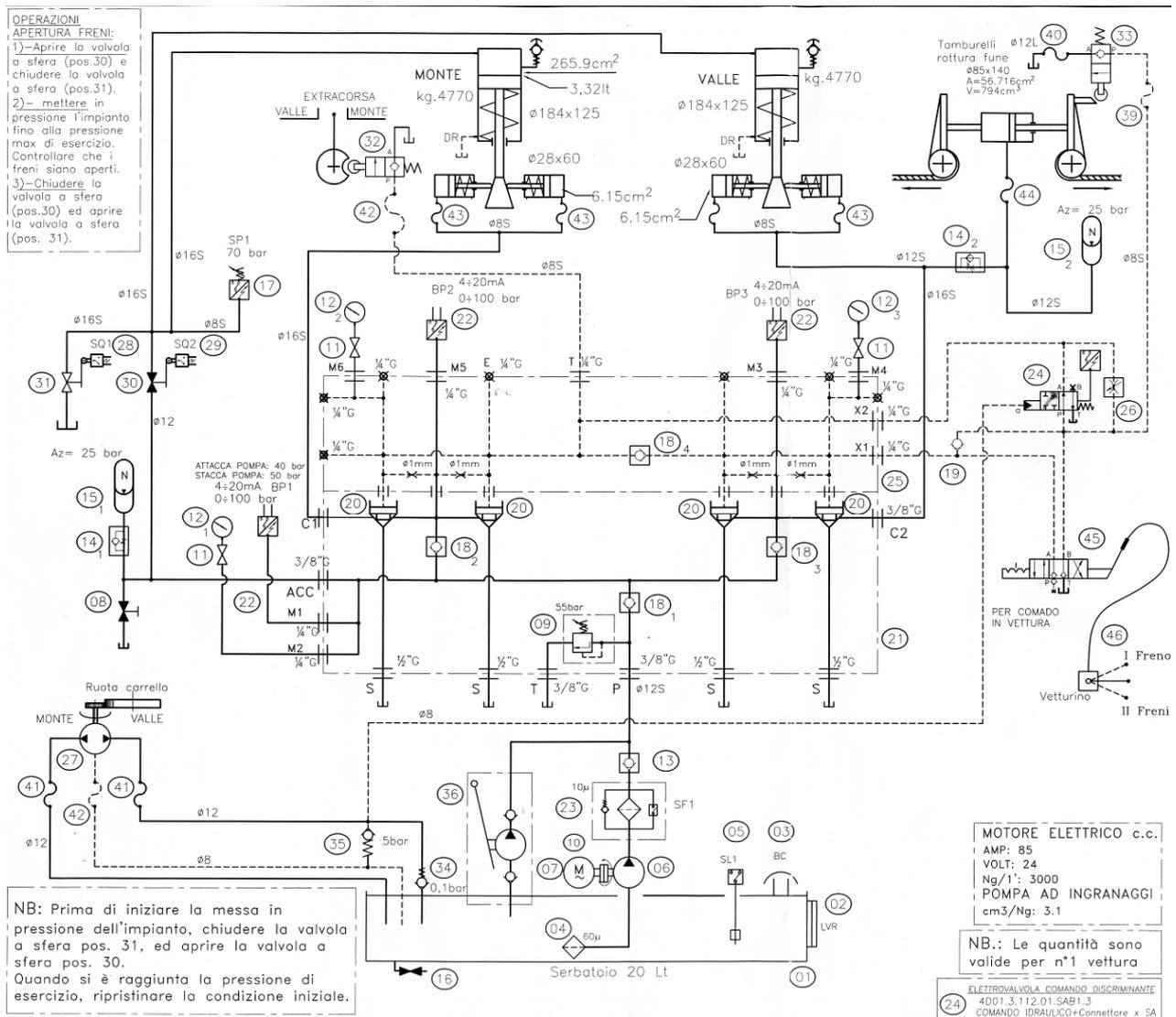


Figura 49 – circuito freno sulla portante Agudio

Descrizione del sistema

I principali componenti lato pompa sono:

- un serbatoio (01) munito di indicatore di livello visivo (02), indicatore elettrico di livello minimo (05), un tappo di carico e sfiato (03); un rubinetto (16) normalmente chiuso che serve per lo svuotamento del serbatoio e per il cambio olio;

- un motore elettrico (07) e la pompa ad ingranaggi (06); alla pompa ad ingranaggi è affiancata una pompa manuale (36);
- sulla mandata è montato il filtro di alta pressione, corredato di segnalatore elettrico e visivo per monitorare l'intasamento della cartuccia filtrante (23). All'uscita del filtro è montata una valvola unidirezionale (13) che impedisce lo svuotamento del circuito. Un filtro sull'aspirazione provvede ad una prima grossolana pulitura dell'olio (04).
- la valvola di massima pressione (09), a protezione della pompa;
- alcune valvole di non ritorno (18-1, 18-2 e 18-3), che impediscono lo svuotamento del circuito;
- sulla mandata, un manometro (12) e un trasduttore di pressione (22) utilizzato per l'accensione e spegnimento automatici della pompa per il mantenimento della pressione nel circuito; un accumulatore a precarica di azoto (15) dotato di regolatore di flusso (14);

Il circuito si divide in alcune sotto sezioni: una parte è dedicata alla apertura dei freni attraverso stantuffi alimentati attraverso il rubinetto (30); una parte, attraverso le valvole a cartuccia (20) alimenta o svuota repentinamente i cilindretti di tenuta (43) e i cilindri di contrasto del tamburello fune (44); infine una parte di circuito (tratteggiata) alimenta il pilotaggio delle valvole a cartuccia. Un ulteriore circuito è utilizzato per la discriminazione tra salita/discesa della vettura (componenti 27, 35, 41 e 42).

Funzionamento

Per l'apertura dei freni, prima del servizio, occorre aprire la valvola a sfera (30) e chiudere la valvola a sfera (31) e pompare. La pressione è inviata agli stantuffi che contrastano la spinta delle molle all'interno del freno. Quando le molle sono compresse si ha l'inserimento dei cilindretti di contrasto (43). Terminata l'operazione si ripristinano le valvole (30) e (31), l'olio fuoriesce dagli stantuffi lasciando la camera libera di svuotarsi in caso di intervento del freno, quando i cilindretti di contrasto si svuotano anch'essi dall'olio. Ovviamente la posizione dei rubinetti (30) e (31) è controllata da microinterruttori (28) e (29) che impediscono la marcia in caso di posizione errata. Questa apparente complicazione del meccanismo ha lo scopo di ottenere la chiusura del freno scaricando una ridotta quantità di olio (0.04 litri per ciascun cilindretto), riducendo al minimo il ritardo di intervento.

Per la discriminazione del senso di marcia (i freni intervengono tutti assieme solo in discesa, mentre in salita interviene solo il freno ubicato sul lato destro dello schema) si utilizza una pompa (27) che mette in pressione un circuito, sino a 5 bar, grazie ad un limitatore di pressione (35). La pompa (27), azionata dalle ruote del carrello, nel caso di marcia in salita, aziona la valvola a cassetto (24) rendendola unidirezionale; provoca in tal modo la chiusura del circuito di pilotaggio del freno di sinistra che non potrà chiudersi se non in caso di extracorsa (32). Negli altri casi (comando diretto (45) o allentamento funi (33) la chiusura avverrà con un ritardo, determinato dal regolatore di flusso (26). Nel caso di marcia in discesa, non viene mandata pressione alla valvola (24), dunque l'olio può transitarvi liberamente e quindi scaricare tutte le pinze se ciò è richiesto (infatti il comando manuale che discrimina se far cadere 1 o 2 freni rimane comunque attivo).

Quindi nelle normali situazioni di funzionamento, in caso di richiesta di intervento, l'olio del circuito di pilotaggio apre le valvole a cassetto (20) le quali liberano la pressione dai cilindretti permettendo alle molle di erogare sulle pinze del freno tutta la loro forza, a meno della discriminazione salita/discesa di cui sopra.

Circuito Doppelmayr

In tempi più recenti la Doppelmayr sulla base delle tavole progettuali della ditta Holz di Lana (BZ) ha progettato una centralina dei freni più compatta e semplificata, ma non di minor efficacia.

Il comando avviene mediante una camma comandabile da più punti che può far agire le coppie di freni (I, II e III) singolarmente o contemporaneamente. I comandi di norma presenti, descritti in dettaglio in altro capitolo, sono: da cabina, extracorsa in stazione, allentamento fune.

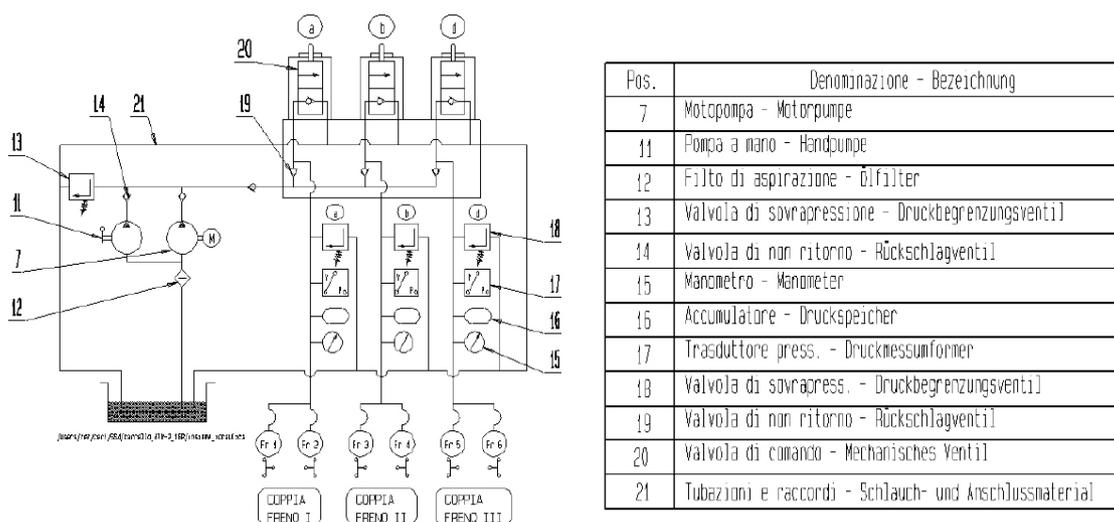


Figura 50 – Schema idraulico del circuito dei freni sulla portante

L'impianto idraulico del freno è costituito da un serbatoio con motopompa (7) alimentata dalla batteria della vettura e da un'ulteriore pompa a mano di riserva (11). Ogni coppia di freni è dotata di valvola di scarico (20). Inoltre il circuito è dotato di una valvola di sovrappressione (13) contro i sovraccarichi di mandata sulla pompa e di una valvola di sovrappressione (18) contro i sovraccarichi per ogni singolo circuito di freni.

Appositi manometri (15) segnano la pressione su ciascuna coppia di freni. Degli accumulatori di compensazione (16) mantengono costante nel tempo la pressione nei cilindri dei freni, anche in presenza di variazioni di temperatura o piccoli trafileamenti. Per la segnalazione della pressione e di freno aperto sia in cabina che sul pulpito di comando sono previsti degli appositi trasduttori (17), mentre gli interruttori per l'arresto dell'impianto, in caso di chiusura dei freni, sono posti direttamente sui ceppi dei freni (non indicati in figura).

Segue una descrizione del funzionamento: la pompa si avvia quando uno dei trasduttori di pressione rileva una pressione minore al valore minimo consentito ed è arrestata quando viene raggiunta la pressione massima prevista.

6.4.6 Altre applicazioni funiviarie

Le altre applicazioni oleodinamiche in campo funiviario non presentano circuiti complessi come quelli sopra riportati. Pertanto vengono qui riportate in termini descrittivi, senza allegare gli schemi idraulici.

Tappeti sollevabili

Si tratta dei tappeti rialzabili di ausilio all'imbarco sulle seggiovie ad ammortamento automatico al fine di facilitare l'imbarco dei bambini. I circuiti sono sostanzialmente simili a quelli del cancelletto, dove però gli attuatori finali (in genere 4 o 6) sono in parallelo per distribuire lo sforzo di sollevamento in modo equilibrato.

Eliche per cupole / blocco porte

Si tratta dei circuiti idraulici che attraverso un attuatore lineare modificano la posizione dell'elica dedicata alla chiusura delle cupole delle seggiovie o del blocco delle porte di telecabina.

Scambi magazzino

Gli scambi di magazzino presentano spesso cilindri di movimentazione degli scambi, anche se quelli più moderni sono dotati di attuatori lineari elettrici.

Portelloni di fossa

Sebbene attualmente i portelloni di fossa siano sempre più realizzati attraverso cancelli a scorrimento orizzontale elettrici (di derivazione industriale), sono ancora presenti alcuni portelloni a movimento verticale, eventualmente associato a pedane di imbarco / sbarco rotanti, movimentati con circuiti pneumatici o idraulici.