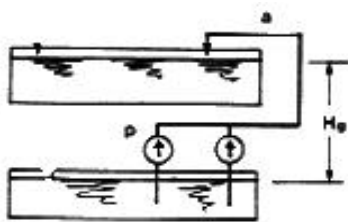


COLLEGAMENTO SERIE PARALLELO DI 2 MACCHINE OPERATRICI

Per quanto riguarda il collegamento di due macchine, per esempio 2 pompe c'è qualcosa da dire per preventivare quale sarà il comportamento di più macchine in serie o in parallelo dal punto di vista della loro caratteristica equivalente.

Può succedere che due pompe vengano collegate tra loro in serie o in parallelo per motivi e modalità che ora andiamo a vedere.

SOLUZIONE IN PARALLELO



In questo tipo di soluzione come si vede in figura, indicando con I ed F le apparecchiature iniziale e finale, con A,B, A',B' le sezioni di ingresso e mandata delle 2 macchine

Il collegamento in parallelo può essere presente anche quando una delle 2 macchine funziona mentre l'altra viene intercettata con valvole opportune.

La soluzione in parallelo è utile in qualsiasi applicazione sia opportuno garantire il funzionamento anche in caso di avaria di una macchina.

E' chiaro che macchine montate in parallelo anche se non attivate ma intercettate con opportune valvole, sono sempre pronte a sostituire la macchina che sta lavorando nel caso che questa vada in avaria, ma questo non altera per nulla il funzionamento del sistema.

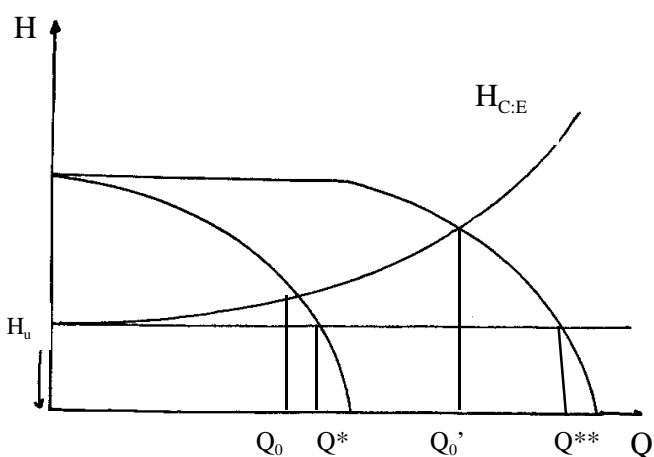
Alcune volte si rende opportuno o necessario inserire in parallelo due macchine ad esempio quando in un impianto già esistente per motivi qualsiasi si renda necessario aumentare la portata del circuito. In tal caso le macchine lavoreranno entrambe, tutte le valvole saranno aperte ed eventualmente in stand by ci sarà una terza macchina.

Supponiamo di avere due macchine per semplicità identiche mosse da un motore alla medesima velocità e quindi ci troviamo in condizioni di simmetria.

Supponiamo di riportare nel piano H-Q la curva caratteristica di una delle macchine.

Se poniamo in parallelo una macchina identica che ruota allo stesso numero di giri, quindi nel piano H-Q con caratteristica identica, come si comporterà la macchina equivalente?

Se il circuito esterno fosse privo di perdite e cioè se la viscosità del fluido fosse nulla, la caratteristica del circuito esterno coinciderebbe con la prevalenza utile, cioè la caratteristica del circuito esterno sarebbe una retta orizzontale di ordinata H_u .



$$H_u = \frac{P_F - P_I}{\rho g} + z_F - z_I$$

In questo caso noi passeremo in sede limite dalla portata Q^* ad una portata doppia e questo succederebbe per qualsiasi valore della portata utile. Quindi in definitiva per costruire la curva caratteristica del parallelo ovvero della macchina equivalente alle due macchine in parallelo basta sommare le ascisse a parità di ordinate. Otteniamo una curva come nella figura precedente che non è altro che la caratteristica delle 2 macchine in parallelo.

Questo corrisponde anche all' intuizione perché se in sede limite le due macchine fossero poste a funzionare con la medesima velocità angolare ciascuna elaborerebbe una portata Q^* e quindi la portata raddoppierebbe rispetto al caso di una macchina singola .

Nella realtà il fluido è viscoso per cui la prevalenza del circuito esterno, che poi è uguale alla prevalenza della macchina ,sarà data dalla somma:

$$H_{c.e} = H = H_u + KQ^2$$

KQ^2 :rappresenta la prevalenza perduta ossia la prevalenza del circuito esterno

A strettissimo rigore quando noi passiamo da una macchina sola a due macchine in parallelo la caratteristica del circuito esterno subirà una piccola variazione , cioè la costante K che tiene conto di tutte le condizioni che definiscono il fattore di perdita nel circuito varierà di poco in quanto ,mettere in parallelo due macchine significa aggiungere qualche ramo nella linea significa aggiungere qualche perdita concentrata , qualche gomito ,per cui in realtà la lunghezza equivalente della tubazione completa della macchina sia pure di poco varierà ,però tale variazione possiamo in linea di massima calcolarla in quanto la lunghezza totale della linea in genere sarà molto più rappresentativa sul piano numerico che non quelle poche resistenze più o meno concentrate che vengono inserite proprio per rendere operabile l' inserimento della seconda macchina , In definitiva non commettiamo un errore, salvo in casi rari. Invece di passare da una portata Q_0 ad una portata $Q_2 = 2Q_0$ noi passeremo da una portata Q_0 che corrisponde ad una sola macchina ad una portata Q_0^* che corrisponde alle due macchine in parallelo.

$$Q_0' < 2Q_0$$

La portata quindi aumenta ma non raddoppia, in misura tanto più vicina al raddoppio quanto minori sono le perdite sul circuito esterno,cioè quanto minore è la costante K

Per diminuire K occorrerà in linea di massima avere tubazioni brevi ,scabrezze delle tubazioni ridotte , viscosità del fluido la meno elevata possibile e così via.

Dal punto di vista fisico il fatto che la portata aumenti senza raddoppiare lo si interpreta molto facilmente se ci mettiamo nei panni della linea , della condotta di aspirazione e della condotta di mandata della macchina.

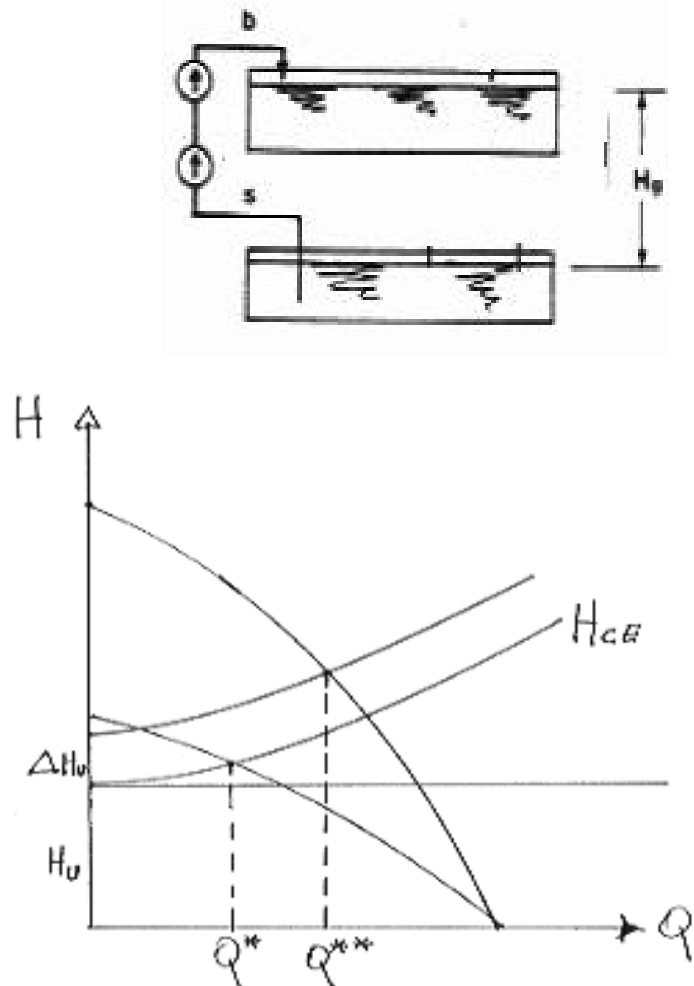
Ad una portata maggiore corrispondono ovviamente perdite maggiori ,perché le perdite sono proporzionali al quadrato della portata , quindi se noi aumentiamo in qualche maniera la portata nella tubazione , amplificando le perdite idrauliche , fluidodinamiche , abbiamo che tutta l' energia per unità di peso che mettiamo a disposizione del circuito esterno cioè la H ,in una percentuale maggiore dovrà servire per superare le perdite di carico del circuito esterno. Tanto è vero che la quota delle perdite , come si vede dalla figura , aumenta nella misura in cui aumenta la portata .

E' chiaro che tutto questo deve essere pagato con una diminuzione del raddoppio come una perturbazione della portata rispetto al raddoppio che corrisponderebbe al caso in cui siano assenti le perdite.

L' inserimento di 2 macchine in parallelo ha comunque lo scopo specifico di aumentare la portata dell' impianto, ferma restando la prevalenza utile H_u che può essere data dal dislivello di 2 serbatoi a pelo libero o anche dalla somma di questo Δz ad un $\Delta p/\rho g$ qualora le due apparecchiature non vivessero alla stessa pressione .

MACCHINE IN SERIE

In modo sostanzialmente analogo si può studiare il comportamento dell'inserimento di due macchine in serie . Lo schema è il seguente anche se non concettualmente corretto. Questa volta se noi riportiamo su di un piano H-Q la caratteristica di una delle due macchine, equivalente delle due poste in serie si otterrà sommando le ordinate a parità di ascissa . Infatti alla prevalenza conferita da una macchina si aggiungerà quella conferita dalla seconda macchina. Quindi nel caso di macchine uguali che ruotano alla stessa velocità angolare basterà per l'appunto in corrispondenza di ogni ascissa raddoppiare le ordinate. E' chiaro che anche in questo caso se noi consideriamo la caratteristica del circuito esterno come in figura inserendo le due pompe in serie avremo come risultato un aumento di portata da Q^* a Q^{**} in linea di massima più contenuto rispetto al caso del parallelo.



Vorremmo dire che il caso in figura è quello in cui non venga variata la caratteristica del circuito esterno ed in particolare rimane invariata la prevalenza utile .

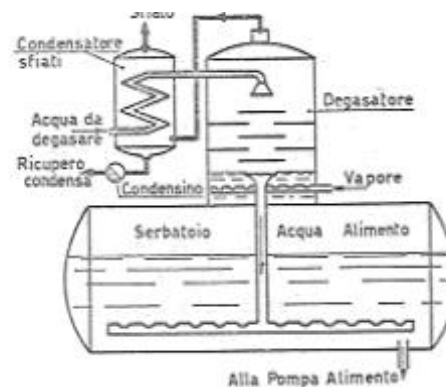
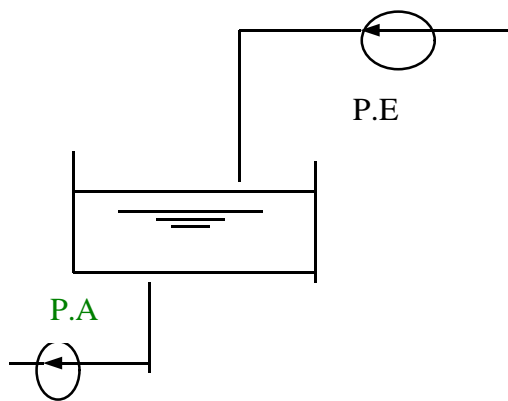
In tal caso volendo aumentare la portata il modo più conveniente è inserire le due macchine in parallelo, in quanto il beneficio in termini di aumento di portata è in linea di massima più contenuto. Con questa soluzione amplifichiamo le perdite di carico del circuito esterno e quindi anche da un punto di vista economico il consumo di energia dell'impianto non ci troviamo in una soluzione brillante . La soluzione dell'accoppiamento in serie delle due macchine si rende molto utile quando si vuol passare da una prevalenza ad una maggiore , se per esempio per motivi di esercizio dell'impianto convenga passare dalla prevalenza H_u di prima a H_u segnato maggiore del precedente . La caratteristica del circuito esterno sarà, se noi non alteriamo le tubazioni di aspirazione e di mandata, identica alla precedente però traslata verso l'alto del ΔH_u in quanto la curva delle perdite di carico rimane la stessa ed è proporzionale al quadrato della portata con la medesima costante e quindi avremo una curva come in figura.

Il punto di funzionamento delle nostre macchine sarà quello in figura , che corrisponderà ad una portata Q (segnato) che può essere uguale , di poco più grande o minore, della portata precedente. Quindi ci rendiamo subito conto , come era anche intuitivo che la disposizione in serie serve essenzialmente per passare da un esercizio in cui sia richiesta una certa prevalenza utile ad un esercizio più esigente che richieda una prevalenza utile più elevata . Dal punto di vista del collegamento circuitale delle 2 macchine diciamo che lo schema delle 2 macchine poste in serie attraverso una tubazione di collegamento intermedia è concettualmente corretto ma non sul piano pratico.

E' sufficiente una sia pur minima variazione della velocità relativa , istantanea tra le 2 macchine che, tale eventualità fortuita, può provocare nella tubazione intermedia una depressione tale da provocare istantaneamente l' effetto di cavitazione ,cioè una parte del fluido potrebbe essere sede di parziale vaporizzazione così che si porrebbe la pompa a valle in condizioni di cavitare .

Per garantire la stabilità di una pressione all ammissione della seconda macchina esente da inconvenienti potenziali di questo genere si rende necessario mantenere in pressione la linea di collegamento tra le due macchine.

Lo si potrà fare ad esempio con un opportuno battente oppure si utilizza un polmone intermedio.



Un esempio che abbiamo già incontrato negli impianti a vapore , la pompa di estrazione e la pompa d' alimento sono poste in serie tra di loro attraverso un polmone intermedio che nell' impianto a circuito elementare è costituito da un serbatoio a pelo libero tra la pompa di estrazione e quella di alimento .

Per gli impianti di grande taglia la funzione di polmone viene egregiamente esercitata da un particolare rigeneratore che è il degasatore , quindi abbiamo lo schema in figura sopra. Questi sono due casi che abbiamo già incontrato .