

Il giunto idraulico

Fra i dispositivi che consentono di trasmettere potenza nel moto rotatorio, con la possibilità di variare la velocità relativa fra movente e cedente, grande importanza ha il giunto idraulico.

Il giunto idraulico fu ideato dall'ingegnere tedesco Hermann Föttinger (1877-1945). La trasmissione di potenza si basa sull'interazione di una pompa e di una turbina, realizzate mediante due rotori muniti di pale, secondo lo schema della figura 4.6.22.

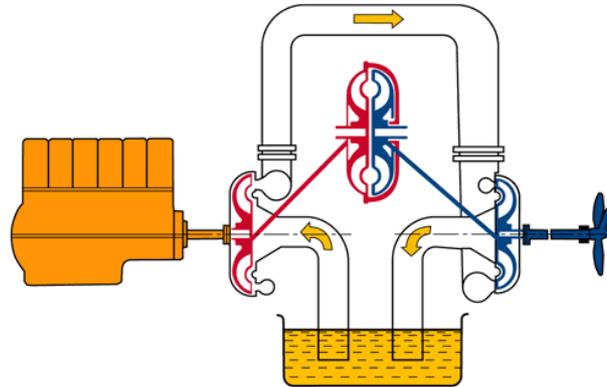


Fig. 4.6.22

Il giunto è composto da una *pompa*, collegata al motore, e da una *turbina*, collegata al cedente, entrambe montate entro una camera a tenuta riempita di fluido idraulico (olio). La pompa ha forma toroidale con camere radiali ricavate nella parte interna del toro. La sua rotazione determina un *flusso radiale centrifugo* del fluido, che va così a colpire i bordi esterni della turbina. Le camere radiali della turbina convertono la direzione del moto del fluido in *senso centripeto*, esercitando su questo un'azione che, reciprocamente, viene ad essere applicata anche alla turbina (v. figura 4.6.23). Nasce quindi un coppia che tende a trascinare la turbina in rotazione nella stessa direzione del moto della pompa. Il fluido che esce dal centro della turbina entra nuovamente nella pompa e ripete il ciclo sopra descritto. Una parte dell'energia cinetica impartita al fluido viene dissipata in attrito e quindi la turbina ruota sempre un po' più lentamente della pompa. Il calore generato per attrito innalza la temperatura dell'olio.

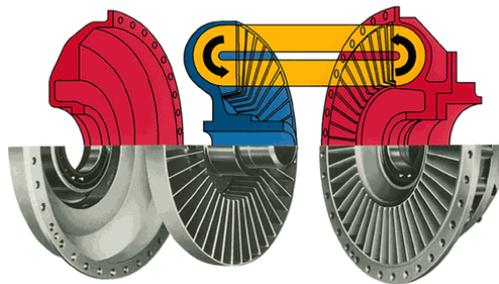


Fig. 4.6.23

Poiché i rotori della pompa e della turbina non si toccano, la trasmissione di potenza avviene senza usura delle parti.

La configurazione del dispositivo a riposo, in fase di avviamento e a regime è mostrata nelle figure 4.6.24, 4.6.25 e 4.6.26. La figura 4.6.27 mostra la sezione di un giunto idraulico.

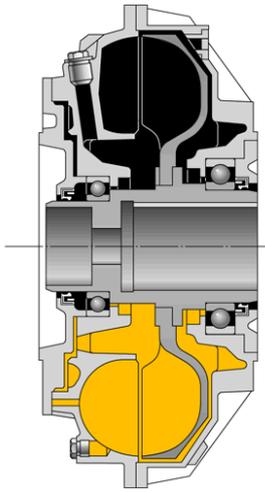


Fig. 4.6.24

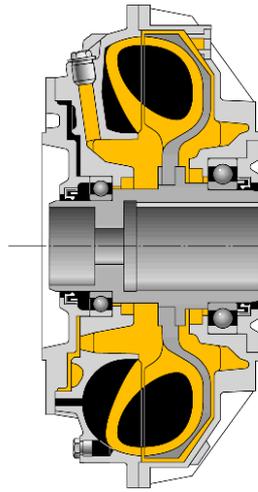


Fig. 4.6.25

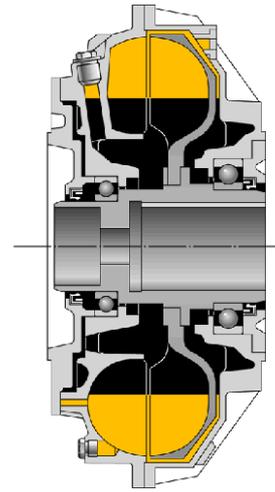


Fig. 4.6.26

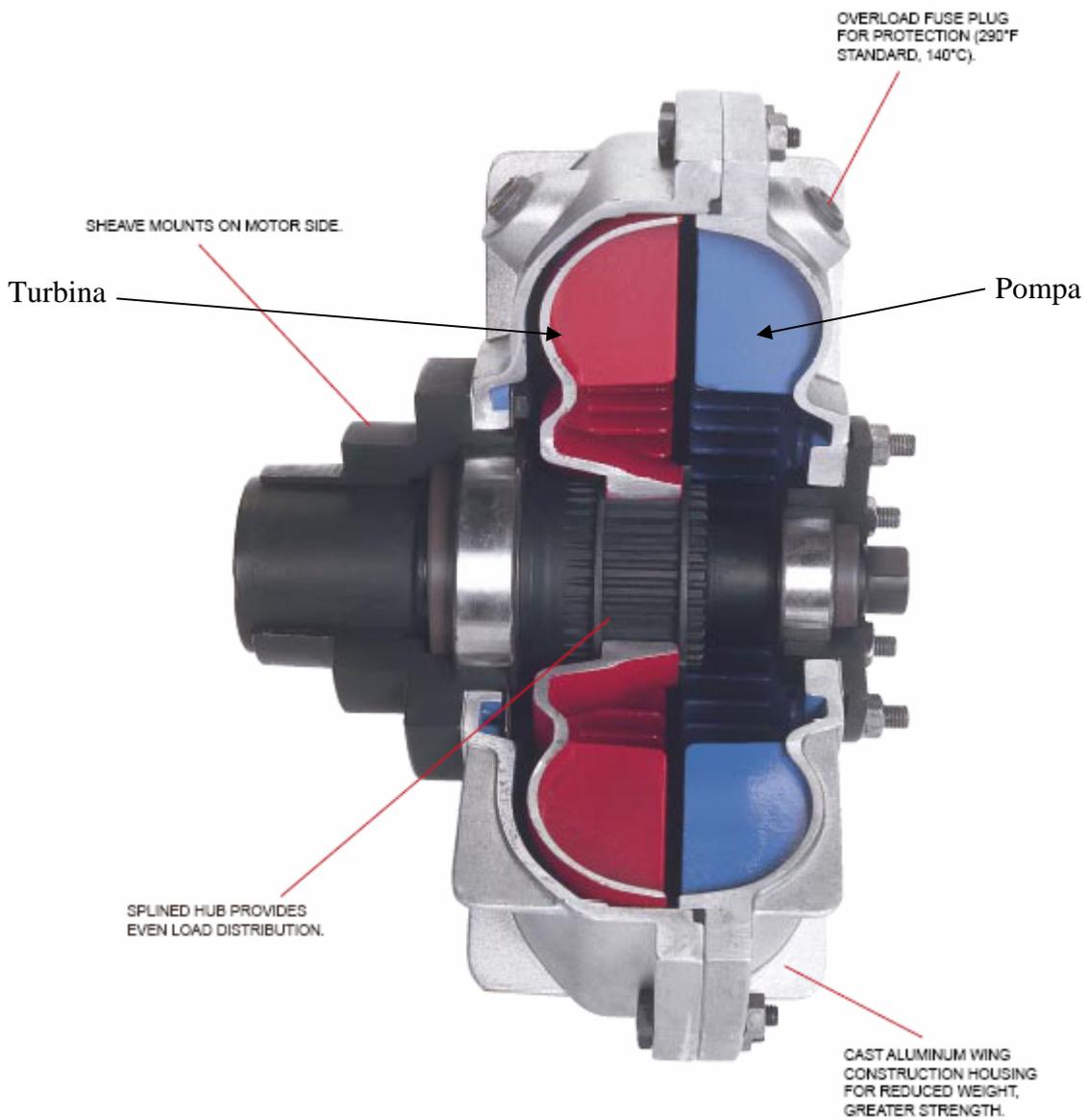


Fig. 4.6.27

Il rendimento di un giunto idraulico dipende dalla differenza di velocità (scorrimento) tra pompa e turbina. Si può osservare che, in condizione di regime, il momento motore M_m esercitato sul giunto è uguale al momento resistente M_r . Il rendimento è quindi dato da:

$$\eta = \frac{M_r \omega_2}{M_m \omega_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

essendo ω_1 e ω_2 le velocità angolari in ingresso e in uscita.

Lo scorrimento è essenziale agli effetti del funzionamento del giunto, in quanto senza di esso non ci sarebbe trasmissione di coppia. La formula che lo esprime è la seguente:

$$s_{\%} = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \times 100$$

avendo indicato con $s_{\%}$ lo scorrimento percentuale.

La potenza perduta N_p , in condizioni di regime, è

$$N_p = M_m \omega_1 - M_r \omega_2 = M_m \omega_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} = \frac{s_{\%}}{100} N_m$$

dove si è indicato con $N_m = M_m \omega_1$ la potenza motrice. Come si vede, quindi, la potenza dissipata è direttamente proporzionale allo scorrimento.

In condizioni di carico normale, lo scorrimento può variare dall'1,5% (grosse potenze) al 6% (piccole potenze).

I giunti idrodinamici seguono, in generale, le leggi di tutte le macchine centrifughe:

- 1 - la coppia trasmessa è proporzionale al quadrato della velocità in entrata
- 2 - la potenza trasmessa è proporzionale al cubo della velocità in entrata e alla quinta potenza del diametro esterno della girante.

Accoppiamento con il motore elettrico asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo. I motori asincroni trifase (con rotore a gabbia di scoiattolo) forniscono la coppia massima vicino alla velocità di regime. Il sistema diretto di avviamento è il più usato. La figura 4.6.28 illustra il rapporto tra coppia e corrente. Come si può notare la corrente assorbita è proporzionale alla coppia solo tra l'85% e 100% della velocità di regime.

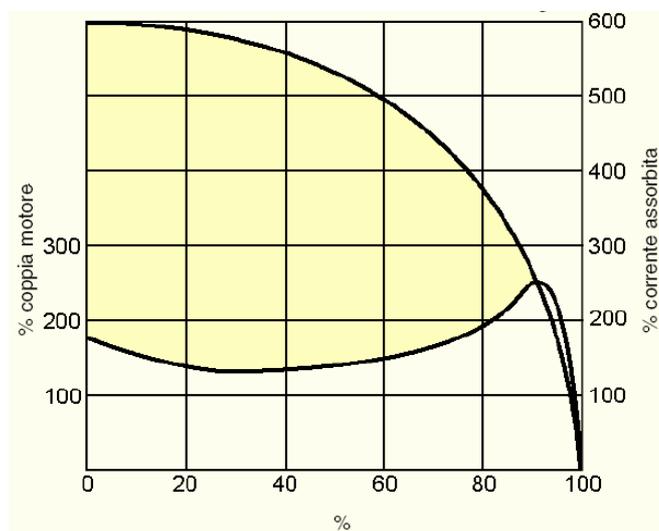


Fig. 4.6.28

L'utilizzo di un giunto idrodinamico permette al motore di partire praticamente senza carico. La figura 4.6.29 mostra come varia l'assorbimento di corrente con un carico direttamente collegato al motore elettrico e con un giunto idrodinamico installato tra motore e carico. L'area colorata mostra l'energia persa in calore durante un avviamento senza il giunto idrodinamico. L'uso di un giunto idrodinamico riduce le punte di corrente assorbita dal motore entro limiti accettabili; la coppia disponibile per accelerare il carico è maggiore di quella di un sistema che non include un giunto idrodinamico.

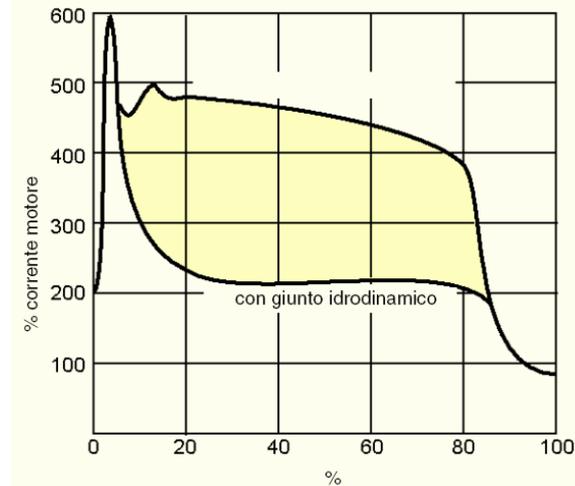


Fig.4.6.29

Con un motore accoppiato direttamente al carico, gli svantaggi sono:

- la differenza tra coppia disponibile e quella richiesta dal carico è molto bassa finché il rotore ha accelerato tra 80 - 85% della velocità di regime.
- la corrente assorbita in avviamento è fino a 6 volte quella nominale causando un aumento della temperatura del motore, sovraccarichi sulle linee elettriche e, nel caso di avviamenti frequenti, aumento dei costi di produzione .
- sovradimensionamento dei motori a causa delle limitazioni sopracitate.

La figura 4.6.30 illustra due curve di avviamento di un giunto idrodinamico e la curva caratteristica di un motore elettrico. Dalla *curva di stallo* del giunto (scorrimento = 100%) e dalla curva di coppia del motore si evidenzia quanta coppia sia necessaria per accelerare il rotore del motore (area colorata). In un secondo circa, il rotore del motore accelera passando dal punto A al punto B. L'accelerazione del carico è comunque fatta gradualmente per mezzo del giunto idraulico, utilizzando il motore in condizioni ottimali, seguendo la parte della curva tra il punto B (100%) e il punto C (2%÷5%). Il punto C è il tipico punto operativo in condizioni di normale utilizzo.

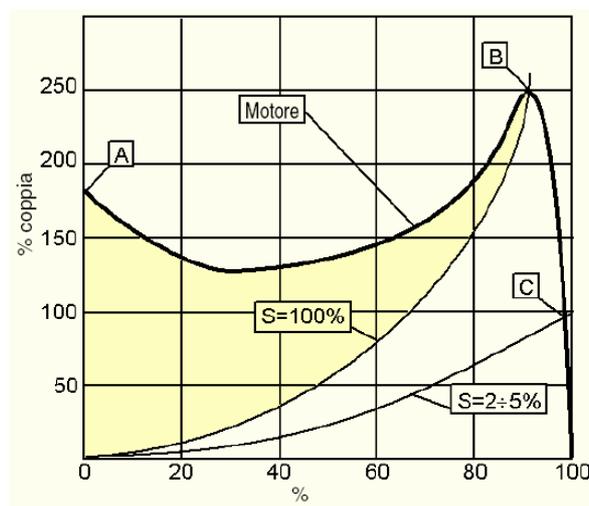
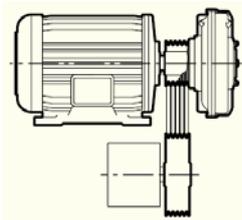


Fig.4.6.30

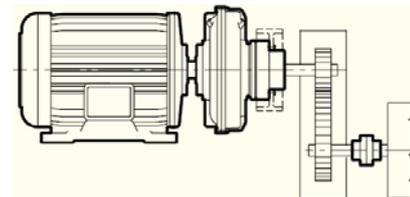
In generale, i vantaggi di un giunto idraulico si possono così riassumere:

- avviamenti molto graduali;
- riduzione degli assorbimenti di corrente durante la fase di avviamento: il motore parte a basso carico;
- protezione del motore e della macchina condotta da blocchi e sovraccarichi;
- utilizzo di motori asincroni a gabbia di scoiattolo, invece di motori speciali con dispositivi di avviamento;
- maggior durata ed economia di funzionamento dell'intera catena cinematica, grazie al ruolo di protezione esplicato dal giunto idrodinamico;
- contenimento dei consumi energetici, grazie alla riduzione delle punte di corrente;
- stessa coppia sia in ingresso sia in uscita: il motore può erogare la massima coppia anche a carico bloccato;
- assorbimento delle vibrazioni torsionali caratteristiche dei motori a combustione interna, grazie alla presenza di fluido come elemento di trasmissione di potenza;
- possibilità di effettuare un elevato numero di avviamenti, anche con inversione del senso di rotazione del moto;
- bilanciamento del carico in caso di doppia motorizzazione: i giunti idrodinamici adeguano automaticamente le velocità del carico alla velocità di sincronismo;
- elevata efficienza;
- manutenzione minima;
- tenute rotanti in Viton;
- componenti in ghisa ed acciaio con trattamento anticorrosione.

Esempi di montaggio



*Collegamento
all'utilizzatore
mediante puleggia
e cinghia*



*Collegamento
all'utilizzatore
mediante rotismi*

Convertitore di coppia

Il convertitore di coppia è un dispositivo simile al giunto idraulico e, come questo, consente di trasferire potenza nel moto rotatorio da un movente (motore a combustione interna, motore elettrico, ecc.) ad un cedente. Diversamente dal giunto idraulico, però, il convertitore di coppia può aumentare la coppia agente sul cedente.

Il convertitore di coppia ha tre elementi principali rotanti (v. fig. 4.6.31): la pompa, collegata meccanicamente al motore, la turbina, che trascina il carico, e lo statore, che è interposto tra la pompa e la turbina in modo tale da deviare il flusso di fluido di ritorno dalla turbina alla pompa. Lo statore è montato su una ruota libera che gli impedisce di ruotare in senso opposto a quello della pompa. Pompa, turbina e statore hanno palettature curve.

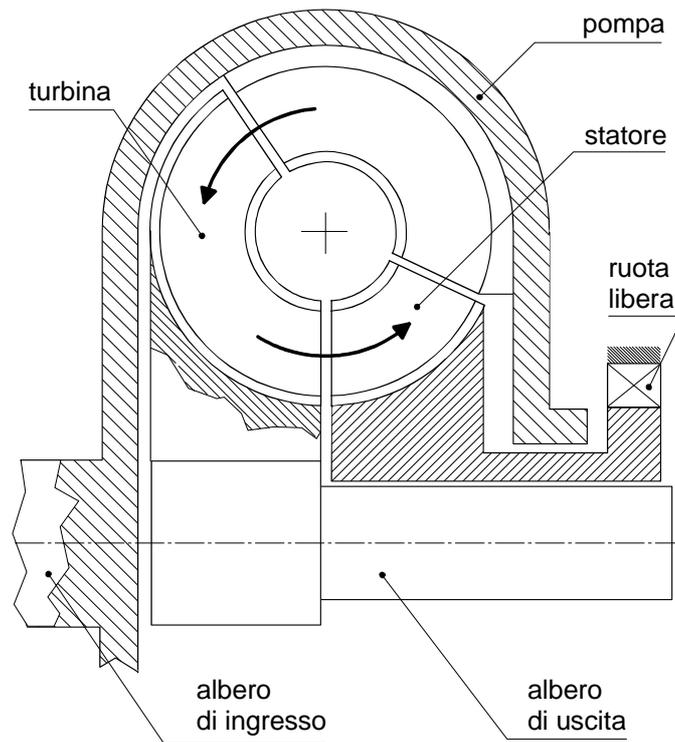


Fig. 4.6.31

La moltiplicazione della coppia è dovuta alla presenza dello statore. Infatti, se consideriamo il giunto idraulico possiamo osservare che il flusso di ritorno dalla turbina colpisce la pompa in modo tale da ostacolarne il movimento.

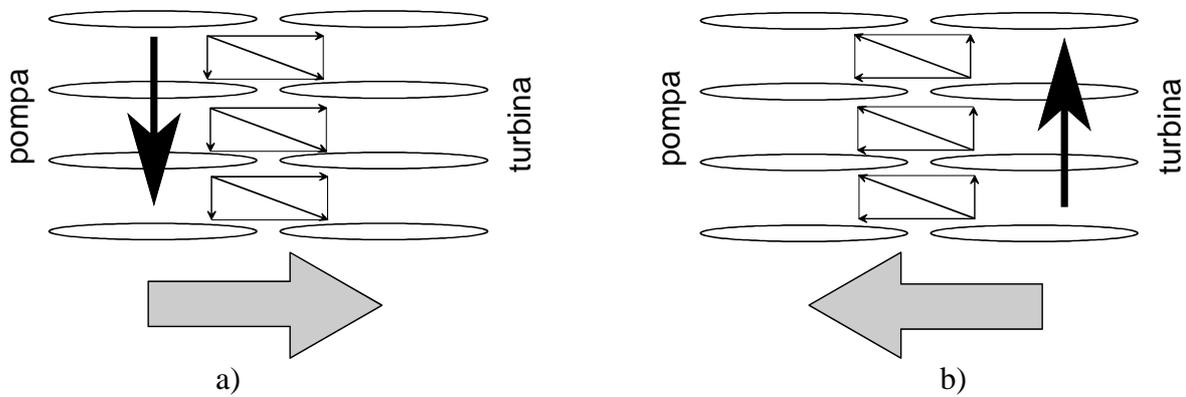


Fig. 4.6.32

Come si può notare osservando la figura 4.6.32 a), quando il flusso passa dalla pompa alla turbina, le particelle di fluido hanno una componente di velocità tangenziale, dovuta alla rotazione della pompa, maggiore di quella corrispondente della paletta della turbina. La variazione della quantità di moto del fluido che colpisce la paletta genera su questa una forza che si oppone alla coppia resistente.

Quando il flusso torna dalla turbina alla pompa (v. fig. 4.6.32 b)), la velocità del fluido ha, rispetto alla pompa, una componente tangenziale tale da opporsi al moto della pompa stessa.

Nel convertitore di coppia lo statore ha lo scopo di deviare il flusso di ritorno in modo che non ostacoli il moto della pompa (v. fig. 4.6.33).

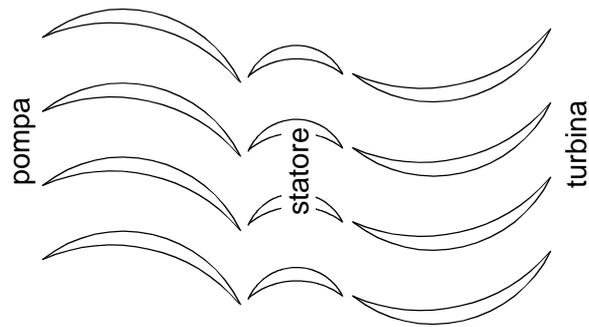


Fig. 4.5.33

Il risultato è che parte dell'energia del flusso di ritorno è recuperata e determina un aumento della massa di fluido diretta contro la turbina, con conseguente aumento della coppia trasmessa. Poiché inizialmente il flusso di ritorno è diretto contro il verso di rotazione della pompa, lo statore tenderebbe a ruotare in senso opposto a quello della pompa, ma ne è impedito dalla presenza della ruota libera. Man mano che la velocità della turbina si avvicina a quella della pompa, il flusso di ritorno tende a diminuire e diminuisce anche la pressione sullo statore, finché, ad accoppiamento completato, anche questo si mette a ruotare insieme alla pompa e alla turbina.

Il massimo fattore di moltiplicazione della coppia si raggiunge quando è massima la differenza tra le velocità della pompa e della turbina, ossia quando la pompa è in movimento e la turbina è fissa (condizione di *stallo*). Nelle applicazioni automobilistiche tale fattore vale circa 3.

La figura 4.6.34 mostra un esempio di convertitore di coppia.



Fig. 4.6.34