

DISPENSA CORSO CONDUCENTI CARRELLI

Modulo 1- Richiami di Fisica

Grandezze fondamentali e relative unità di misura:

Le grandezze fondamentali in fisica sono :

- Spazio : è la porzione di spazio interessato dal fenomeno. unità di misura: metro (m)
- Tempo : è il tempo in cui avviene il fenomeno . unità di misura: secondo (s)
- Massa è la quantità di materia . unità di misura: Chilogrammo (K)

Richiami di cinematica e dinamica

Dalla combinazione delle grandezze fondamentali derivano altre grandezze :

- Velocità : è lo spazio percorso nell'unità di tempo. $V = S/t$ unità di misura m/s
- Accelerazione è la variazione di velocità nell'unità di tempo. $a = d/dT$ Unità di misura m/s^2
- Forza : Applicata ad una massa le imprime un'accelerazione $F = ma$ Unità di misura Newton (N) corrisponde ad una forza che applicata ad una massa le imprime un'accelerazione pari a 1m al secondo per ogni secondo
- Lavoro – Energia prodotto della forza per lo spostamento $L = FS$. unità di misura joule (j) che corrisponde allo spostamento della forza di un Newton per un metro. Usati anche grandezze multiple - Wattora ($Wh = 3600j$)
- Potenza è data dal lavoro compiuto nell'unità di tempo $P = L/T$ unità di misura Watt –($W = j/s$); ancora in uso il Cavallo ($V = 736W$)
- Pressione è data dalla forza sull'unità di superficie $p = F/S$. unità di misura Pascal = $1N/m^2$ Non usata in meccanica perché troppo piccola. Si usa il BAR (BAR 0 100000 Pascal. Può ancora essere usato il Kg/cm^2 pressochè uguale al BAR $-1 Kg/cm^2 = 0.981 BAR$
- Momento di una forza – Coppia motrice E' data dal prodotto della forza per il braccio rispetto al centro di rotazione. In pratica rappresenta l'efficacia della forza rispetto alla rotazione. Si misura in $N*m$ o $Kg*m$.

Quanto descritto è raggruppato nelle tabelle seguenti

GRANDEZZE FONDAMENTALI			
Grandezza	Definizione	Unità di misura	Note
Spazio		Metro (m)	
Tempo		Secondo (s)	
Massa	Quantità di materia	Chilogrammo (K)	

Grandezze Derivate			
Grandezza	Definizione	Formula e unità di misura	Note
Velocità	Spazio percorso nell'unità di tempo	$V=S/t$ (m/s)	
Accelerazione	Variazione di velocità nell'unità di tempo	$A= (V_2-V_1)/t$ (m/sec ²)	
Forza	Prodotto di massa per accelerazione	$F=ma$ _Newton (N)	
Lavoro	Prodotto di forza per spostamento.	$L= F*s$ -joule (j)	
Energia	Possibilità di compiere un lavoro	$E= F*s$ -joule (j)	
Potenza	Lavoro nell'unità di tempo	L/t Watt (W)	Usata anche cavallo (CV = 736W)
Pressione	Forza sull'unità di superficie	$P = F/A$ (PASCAL)	BAR = 100000 pascal; Kg/cm ² =0,98 BAR
Coppia motrice	Prodotto Forza * braccio	$C= Fb$	N*m-Kg*m

Modulo 2

Modulo 2

Mezzi di trazione-Motocarrelli.

Richiami di termodinamica

Energia = capacità di compiere lavoro

Energia termica = energia sotto forma di calore che può essere trasformata in lavoro meccanico, nei motori termici è data dal carburante che viene trasformato in calore

L'energia termica può essere misurata in :

Joule = N*m, W* sec (Newton * metro, Watt* sec)

Wh = W*h (Watt*ora)

Calorie = quantità di calore necessaria a riscaldare di un grado centigrado la temperatura di un litro d'acqua.

Relazioni : 1joule = 0.00024 Cal

1 Wh= 860 Cal

La temperatura rappresenta il livello termico dell'energia termica.

Il calore passa sempre dal corpo a temperatura più alta a quello a temperatura meno alta.

Motocarrelli in uso nei cantieri

Motorizzazione

In genere i motocarrelli usati nei cantieri sono a trazione diesel 4 tempi con trasmissione meccanica o idraulica.

Principio di funzionamento del motore diesel 4 tempi.

Il motore diesel

Principio di funzionamento

Il ciclo di funzionamento del motore diesel rappresentato schematicamente in figura nelle parti essenziali è il seguente :

1. Aspirazione – la valvola di aspirazione è aperta con anticipo rispetto al pms, il pistone inizia la corsa di discesa dal pms (punto morto superiore) al pmi (punto morto inferiore) aspirando aria dall'esterno.
2. Compressione – il pistone risale al pms e comprime l'aria che si riscalda a 600 -700° La valvola di aspirazione si chiude con notevole ritardo rispetto al pmi.
3. Iniezione, combustione, espansione dei gas – attraverso l'iniettore montato sulla testa del motore il gasolio viene iniettato nella camera di combustione e si incendia con produzione di calore e conseguente espansione della dell'aria presente nel cilindro, il pistone scende dal pms al pmi
4. Scarico –La valvola di scarico si apre in anticipo rispetto al pmi ed il gas esce dal condotto di scarico.

Il ciclo a quattro tempi, così chiamato perché viene realizzato durante quattro corse del pistone, viene ottenuto dall'insieme dei seguenti fenomeni, ognuno dei quali prende il nome di *fase*

- 1° aspirazione o immissione dell'aria;
- 2° compressione dell'aria;
- 3° iniezione del combustibile, combustione ed espansione;
- 4° scarico od espulsione dei gas combusti.

Ogni fase del ciclo teorico, come già è stato detto, corrisponde ad

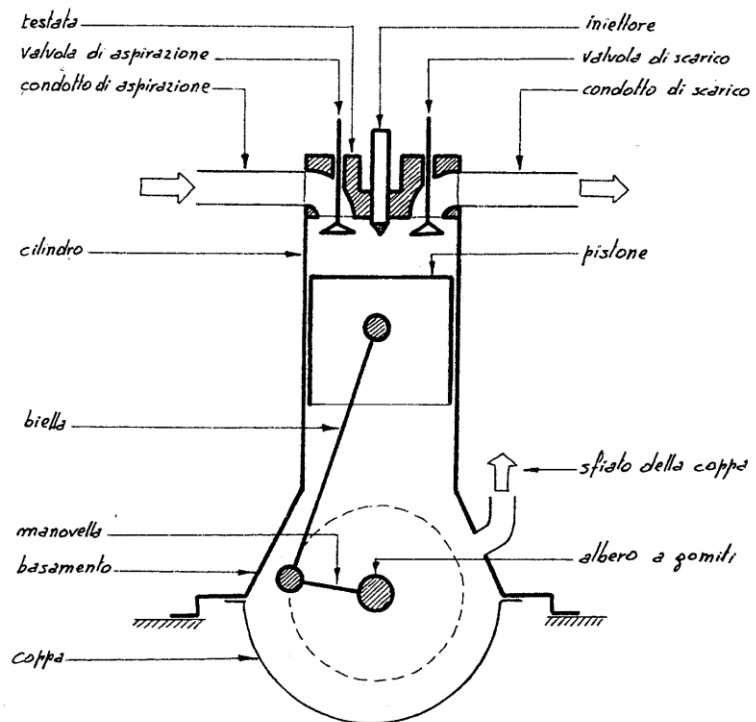


Figura 257

Organi principali necessari per realizzare il ciclo termico in un motore diesel.

Sovralimentazione : I motori sovralimentati sono, in genere dotati di turbocompressore a gas di scarico (v figure) costituito da una turbina collocata sul condotto dei gas di scarico e da una soffiante coassiale alla turbina collocata sul condotto di aspirazione.

I gas di scarico fanno ruotare turbina e soffiante che immettono nel cilindro aria a pressione maggiore rispetto alla pressione atmosferica ed in maggiore quantità rendendo possibile iniettare una maggior quantità di combustibile ed un aumento della potenza.

500

re all'interno del cilindro una maggiore quantità di aria e di combustibile.

Poiché l'aria che si introduce spontaneamente all'interno del cilindro è limitata dal rendimento volumetrico, si ricorre all'azione di un compressore che sia in grado di spingere nel cilindro una opportuna quantità di aria. Il compressore che viene impiegato al suddetto scopo è generalmente del tipo rotante (centrifugo oppure assiale), ma può essere anche del tipo volumetrico a pistoni. Quando il compressore è rotante (come nella trazione ferroviaria), esso viene azionato da una turbina che a sua volta viene posta in rotazione dagli stessi gas di scarico del motore. In questo caso le due macchine (turbina e compressore) formano un corpo unico che prende il nome di *turbocompressore* (fig. 268).

I condotti di aspirazione vengono così alimentati da aria ad una pressione di 1,3 ÷ 2,5 bar assoluti.

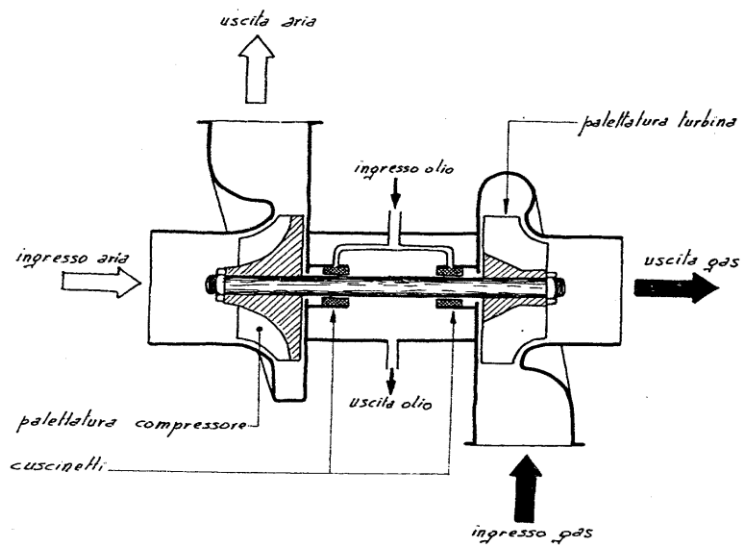


Figura 268

Principio di funzionamento della turbosoffiante o turbocompressore.

primario, quello di raffreddamento dell'aria *circuito secondario*. Questo circuito è anche detto *intercooling*.

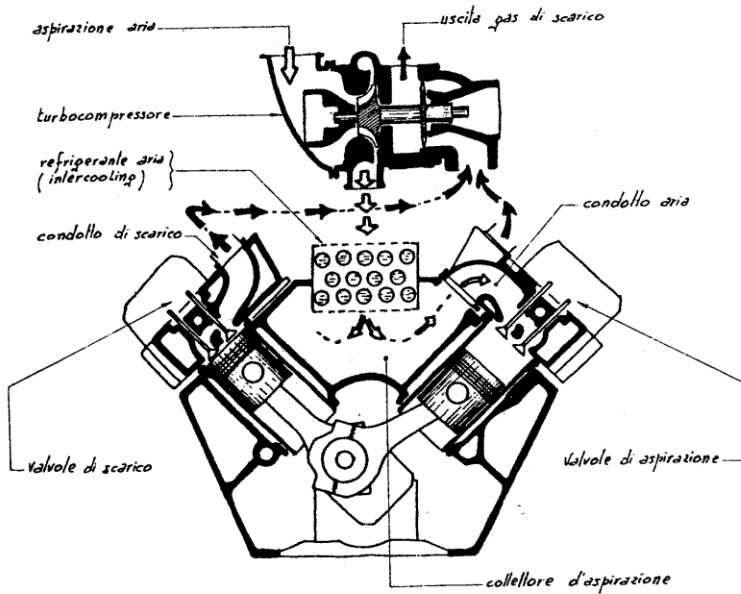


Figura 270

Il raffreddamento intermedio dell'aria consente di migliorare il riempimento dei cilindri e quindi di aumentare la potenza del motore.

17. Potenza e coppia del motore diesel a quattro tempi

Il lavoro meccanico prodotto da uno stantuffo che si muove all'interno di un cilindro è espresso dal prodotto:

$$L = p \cdot \Delta V$$

(si veda la trasformazione calore-lavoro); dove p rappresenta la pressione e ΔV la variazione di volume generata dal pistone.

Trasmissione del moto

La trasmissione del moto avviene generalmente in due modi :

- Trasmissione meccanica tramite cambio meccanico
- Trasmissione idraulica tramite cambio idraulico

Cambio meccanico

Nel cambio meccanico il moto viene trasmesso, attraverso un disco frizione all'albero secondario e da questo tramite ingranaggio all'albero ausiliario che ha una serie di ingranaggi (tanti quante le velocità) calettati e sempre in presa con gli ingranaggi che dirano folli sull'albero secondario. Ogni ingranaggio sull'albero secondario può essere reso solidale all'albero con un manicotto. Il moto dall'albero secondario passapoi all'albero di trasmissione e quindi alla coppia conca del ponte ed alla sala motrice.

Cambio idraulico:

Nel cambio idraulico il moto passa, attraverso il disco frizione alla girante di una pompa la quale mette in pressione un fluido operante (olio fluido o miscela di olio e petrolio) il che va ad agire su una turbina che trasmette poi il moto ad albero di trasmissione e sala motrice.

una per parte, idonee per l'innesto con analoghe dentature ricavate sugli ingranaggi.

Nei manicotti è ricavata una sede a gola adatta per ricevere la forcella di comando dei manicotti stessi; le forcelle, a loro volta, vengono azionate da servomotori a comando elettropneumatico (fig. 319). Le marce vengono innestate eccitando l'elettrovalvola relativa al cilindretto interessato, e lasciando diseccitate le altre elettrovalvole. Un apposito dispositivo meccanico impedisce l'innesto di una marcia qualora non si sia disinserita la marcia precedentemente innestata, e questo per impedi-

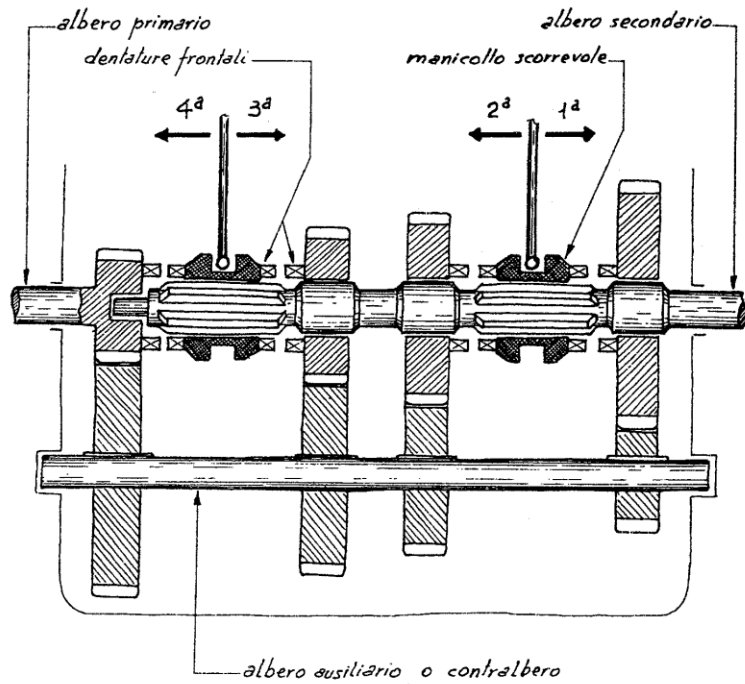


Figura 318

Cambio tipo FIAT a quattro velocità ad ingranaggi sempre in presa e manicotti scorrevoli, in opera su automotrici di vecchio tipo

mento delle turbine; la macchina che realizza la trasmissione prende il nome di *convertitore di coppia idraulico* o più semplicemente *cambio idraulico*. Il convertitore può essere ad un solo stadio oppure a più stadi; quello ad un solo stadio è costituito da tre ruote palettate (fig. 335): una pompa centrifuga, una turbina, ed una ruota di reazione chiamata anche distributore. Quest'ultima ruota è fissa e serve per convogliare il liquido dall'uscita della turbina all'ingresso della pompa. L'olio entra in direzione assiale nella pompa ed esce in direzione radiale dopo avere acquistato velocità (e quindi energia cinetica); entra poi nella palettatura della turbina con una certa velocità e direzione, e ne esce con velocità ridotta dopo aver ceduto una parte di energia cinetica alla turbina stessa; successivamente entra nella palettatura del distributore con una certa direzione ed esce dallo stesso con direzione diversa per poi rientrare nella pompa.

Si consideri un generico regime di funzionamento di un convertitore (ad es. quello descritto nella figura precedente), caratterizzato da una velocità ω_p della pompa e ω_T della turbina (fig. 336). Si ricorda intanto che la velocità risultante del fluido in uscita da una paletta è data dalla somma vettoriale di due velocità: quella periferica o tangenzia-

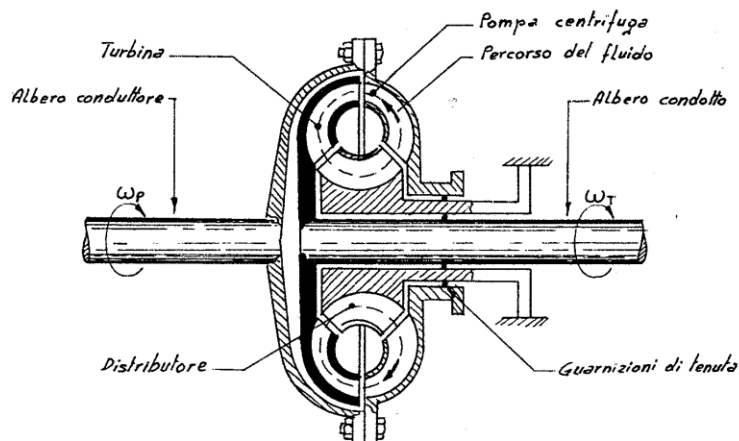


Figura 335

Convertitore idraulico monostadio.

Note importanti per il conduttore

Il motore diesel funziona con temperature molto elevate e sono pertanto necessari :

- La lubrificazione effettuata con oli specifici. Caratteristica importante dell'olio di lubrificazione è la **viscosità** vale a dire la difficoltà dell'olio a circolare ovvero l'inverso della fluidità.

La viscosità è indicata dal numero SAE ed aumenta con il diminuire della temperatura, e quindi a basse temperature del motore la lubrificazione è meno efficace. Con i recenti oli **multigrade** il fenomeno è meno importante ma sempre presente, quindi è molto importante **non operare a potenze elevate a motore freddo.**

Poiché l'olio, oltre alla lubrificazione svolge anche un'importante funzione di raffreddamento delle parti non bagnate dal liquido refrigerante (pistoni, bielle, ...) alcuni mezzi sono dotati di caldaia di preriscaldamento al fine di evitare grippaggi a freddo.

- Il raffreddamento a mezzo liquido refrigerante.

E' molto importante verificare il livelli di olio e liquido refrigerante e controllare il corretto funzionamento dei relativi circuiti con il controllo assiduo degli appositi strumenti (termometro liquido e manometro olio.

Nei motori sovralimentati è molto importante controllare l'efficienza del turbocompressore. Un semplice modo di verifica consiste nel verificarne la scorrevolezza operando nel modo seguente :

Si arresta il motore quando è ben caldo e, ad orecchio si controlla la rotazione residua del turbocompressore che deve continuare a ruotare per almeno 120 secondi.

L'aumento della quantità di olio in coppa indica un cattivo funzionamento degli iniettori e deve essere interessata la manutenzione.

La presenza di liquido refrigerante in quantità significativa nell'olio indica avarie al circuito liquido refrigerante e di lubrificazione. La presenza di poche goccioline d'acqua nell'olio può indicare un prolungato funzionamento a freddo del motore.

In ogni caso la presenza di acqua nell'olio non è mai accettabile e richiede l'intervento della manutenzione e la sostituzione dell'olio.

Rodiggio

Per rodiggio si intende l'insieme degli organi compresi fra le rotaie e la sospensione elastica del rotabile. In pratica : ruote, assi, boccole

La sala montata è costituita dall'asse e dalle ruote.

Le ruote possono essere :

- Con cerchione calettato: la parte profilata adatta al rotolamento sulla rotaia è calettata a caldo sulla ruota
- monoblocco : la ruota è in unico pezzo e sagomata nella parte a contatto con la rotaia.

Il conduttore del motocarrello deve prestare molta attenzione allo stato di usura delle ruote, in particolare occorre controllare :

- **L'usura del bordino. Occorre controllare il profilo del bordino che non deve presentare profili anomali e spessore molto ridotto e/o spigolo vivo**
- **Presenza di sfaccettature (si avvertono durante il moto).**

Nei casi sopraindicati occorre interessare la manutenzione.

Modulo 3

Utilizzo del mezzo : trazione e frenatura

RESISTENZA AL MOTO. ATTRITO. APPLICAZIONI ALLA FRENATURA DEI VEICOLI.

Due corpi a contatto fra loro, sottoposti a movimento relativo, sono soggetti a forza d'attrito che si oppone al moto.

Tale forza viene definita :

- attrito radente quando i corpi strisciano uno sull'altro senza rotolamento. Es la slitta.
- Attrito volvente o di rotolamento, quando un corpo rotola sull'altro . Es Un veicolo con ruote.

Nel primo caso si ha $R_a = f \cdot P$

Dove : R_a = resistenza d'attrito

f = coefficiente d'attrito radente che dipende dalle condizioni delle superfici a contatto (levigate o ruvide, lubrificate, etc.) Un caso particolare è costituito da situazioni di lubrificazione idrodinamica in cui il velo di lubrificante provoca il sollevamento del perno rispetto alle boccola, per cui viene a mancare il contatto fra perno e boccola e l'attrito è solo dato dai moti relativi della particelle di lubrificante. Tale situazione si verifica, ad esempio nella rotazione dell'albero motore nei motori endotermici dove raggiunta una certa velocità i perni di manovella e/o di banco non sono più a contatto con i relativi cuscinetti e quindi sviluppano un attrito molto ridotto con conseguente riduzione dell'usura a livelli minimi.

P = peso del corpo in movimento.

Nel secondo caso si ha: $R_{av} = c/r \cdot P$

Dove :

R_{av} = resistenza d'attrito volvente

c = coefficiente d'attrito volvente

r = raggio dell'elemento volvente (in genere ruota)

L'attrito volvente è in generale molto minore rispetto a quello radente e diminuisce con l'aumentare del diametro degli elementi volventi (ruote, rulli cuscinetti, etc).

Per i rotabili ferroviari la resistenza al moto dovuta all'attrito volvente è pari a circa 2Kg per ogni tonnellata di peso del rotabile.

Aderenza : l'aderenza è data dall'attrito radente fra ruota e rotaia.

E' calcolata con la formula : $F_a = f_a \cdot P$

Dove F_a = Aderenza

f_a = coefficiente di aderenza

P = Peso aderente – gravante sulle ruote motrici . Non viene considerato il peso sulle ruote portanti.

Sui mezzi di trazione, nella fase di partenza, consente l'avvio del mezzo.

Lo sforzo di trazione deve sempre essere inferiore al valore dell'aderenza, diversamente le ruote slittano.

In frenatura la forza frenante non deve mai superare l'aderenza, diversamente si ha il pattinamento delle ruote, lo spazio di frenatura aumenta e si può provocare la sfaccettatura delle ruote.

Il coefficiente di aderenza varia con le condizioni delle rotaie (pulite, asiutte, bagnate, ricoperte di foglie) e prudenzialmente viene calcolato $f = 0,25$.

Utilizzo del Motocarrello

Prestazione del Motocarrello

Gradi di prestazione della linea.

Per ogni tratto di linea ferroviaria sono indicati nella PGOS gradi di prestazione in funzione della pendenza e andamento più o meno curvilineo della linea stessa.

I gradi di prestazione sono 31. Il grado di prestazione 1 corrisponde a linea con pendenza Max 3‰.

.Il grado di prestazione 31 corrisponde ad un tratto di linea con pendenza 35‰

Per pendenza si intende il rapporto fra il dislivello del tratto di linea e la lunghezza del tratto stesso.

In funzione del grado di prestazione per ogni mezzo di trazione sono stabilite da apposite tabelle carico Max trainabile e velocità possibile.

Frenatura di un convoglio