Aerodinamica

esame: prime domande scritte (con materiale consentito)

poi esame orale

giovanni.lombardi@unipi.it

master copy COPISTERIA

master copy COPISTERIA

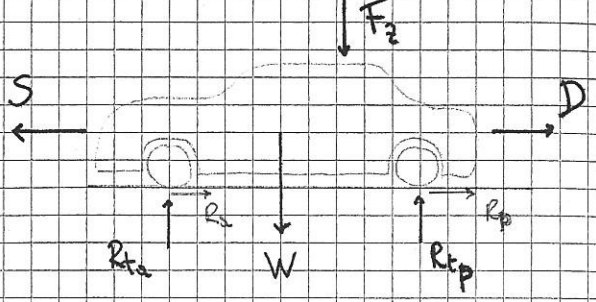
1. Aspetti del progetto in cui è coinvolta l'aerodinamica

Forze sulla vettura :

W: peso ; R_t : reazione terreno

R: reazione mote ; D: Drag

F_z : Forza verticale ; S: spinta



$$W + F_z = R_{ta} + R_{tp} \quad ; \quad S = D + R_a + R_p$$

Su cosa influisce l'aerodinamica :

- PRESTAZIONI : Consumo, velocità massima, accelerazione
- SICUREZZA : spazio di frenata, tenuta in curva
- RAFFREDDAMENTO : radiatori, freni
- CONFORT : flusso in abitacolo, rumore (aeroacustica).

CONSUMI

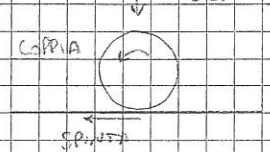
Equilibrio orizzontale $S = D + R_a + R_p$

Resistenza maggiore → maggiore spinta necessaria, e quindi consumo

$D \propto v^2 \Rightarrow$ Consumo $\propto v^2$

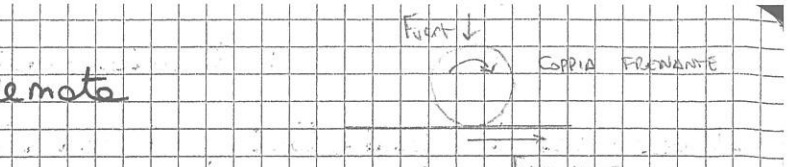
CARICO VERTICALE

Un maggior carico verticale aiuta a:



- Scaricare la coppia sull'asfalto

Spinta max = F_{vert} × Coeff. di attrito



· riduce lo spazio di frenata

In fase di accelerazione $F = S - (D + R_a + R_p)$

$$a = \frac{S - (R_a + R_p)}{m} - \frac{D}{m}$$

Equilibrio verticale $W + F_z = R_{ta} + R_{tp}$

Il vantaggio della forza aerodinamica è che non richiede una massa quindi il peso della vettura da frenare non aumenta però c'è più potenza frenante. In curva una maggior forza verticale sulle ruote permette di aumentare la forza laterale che fa curvare l'auto, senta aumentare la massa da far curvare.

Esempio

Dati: $C_x = 0,35$; Potenza = 250 kW ($\simeq$ 335 HP); $V_{max} = 235 \frac{km}{h}$

Target: 300 km/h

Attraverso due strade:

· + potenza: 270 kW ($\simeq$ 360 HP), +25 HP (7,5%)

· - drag: $C_x = 0,332$, $-0,018$ (-5,5%)

FLUSSO NEI RADIATORI: l'aria non ha voglia di passare attraverso i radiatori, i condotti per i radiatori influiscono anche sull'aerodinamica esterna.
Splittare una bocca d'aria non serve a molto perché l'aria passa dove incontra meno resistenza.
FLUSSI RAFFREDDAMENTO FRENI: servono per raffreddare i dischi → problema di analisi termofluidodinamica.
CONFORT TERMICO: omogeneità del campo di temperatura all'interno dell'abitacolo.
CONFORT AEROACUSTICO: i vortici d'aria che si staccano dallo specchietto sono non stazionari e possono dar luogo a rumori.

2. Elementi base - Richiami

Lo stato di una massa fluida in equilibrio è definito univocamente dai valori delle variabili di stato:

- densità, ρ;
- pressione, p;
- temperatura, T;

Le tre variabili non sono indipendenti ma sono legate tra loro da una equazione di stato $f(p, \rho, T) = 0$.

Tutte le grandezze che descrivono lo stato del fluido sono funzioni di due qualsiasi delle variabili di stato.

Cambio del sistema di riferimento

Con una trasformazione galileiana ci possiamo mettere in un sistema di riferimento più comodo:

CORPO FERMO → FLUIDO CHE SI MUOVE

Questo approccio risulta molto più semplice ed è normalmente seguito.