



FEDERPERITI aderente a  **FITA - Confindustria**

FEDERAZIONE ITALIANA TRA LE ASSOCIAZIONI DEI PERITI ASSICURATIVI E DANNI

ASSOCIAZIONE DI CATEGORIA - SINDACATO AUTONOMO

Via Paolo Diacono n° 3 - 27100 PAVIA PV - Tel. e Fax 0382 32200 - E-Mail : INFO@federperiti.com

C. F. n° 96017030188 - P. I.V.A. n° 01683240186



TECNICA AUTOMOBILISTICA

LA SOVRALIMENTAZIONE

a cura di MAURO MANAZZA



0 - INDICE

1 - PREMESSE.

2 - CENNI STORICI.....

3 -e NECESSITA' DI SOVRALIMENTARE.

4 - PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO.

5 - CENNI DI TERMODINAMICA.

6 - PRINCIPI COSTRUTTIVI: IL VOLUMEX E IL TURBOCOMPRESSORE.

7 - APPLICAZIONE NELLE COMPETIZIONI.

8 - APPLICAZIONE NELLA PRODUZIONE DI SERIE.

9 - INNOVAZIONI.

10 - BIBLIOGRAFIA.



1. PREMESSA.

La sovralimentazione è un argomento sempre più di attualità in campo motoristico e ormai da una decina d'anni non è più relegato nel settore delle competizioni, ma è entrato a far parte della normale propulsione di serie.

Studiata per la prima volta durante la prima guerra mondiale è applicabile in ogni settore: dal campo aeronautico a quello marino, dalle prestigiose fuoriserie ai veicoli industriali.

Ho cercato di esaminare l'argomento dai diversi punti di vista a partire dai molteplici motivi che hanno spinto i progettisti, dediti al miglioramento dei sistemi propulsivi, ai principi che lo regolano termodinamicamente, dai principi costruttivi alle più recenti realizzazioni ed alla loro applicazione nelle competizioni e nella produzione di serie.

2. CENNI STORICI

Il motore a combustione interna è un'evoluzione della macchina a vapore: in ambedue infatti si brucia un combustibile ricavandone, sotto forma di calore, energia per compiere un lavoro utile.

Il motore a vapore, però, è a combustione esterna o esotermico, perchè il combustibile viene bruciato esternamente al cilindro contenente lo stantuffo o pistone, ed inoltre può essere alimentato con un combustibile qualsiasi come legna, carbone o derivati del petrolio.

L'energia ricavata viene utilizzata per riscaldare un liquido, di solito acqua, che trasformato in vapore si espande nel cilindro spingendo lo stantuffo.

Nel motore a combustione interna o endotermico, il combustibile viene invece bruciato in una camera di combustione ricavata nella parte alta del cilindro; la combustione avviene perciò assai rapidamente provocando, con l'espansione della stessa miscela combustibile, il movimento del pistone.

Sin dai primi studi compiuti dal fisico francese Carnot (1796-1832) e dalle realizzazioni degli ingegneri tedeschi Otto (1832-1895) e Langen (1833-1895), padri dei moderni motori, la ricerca spasmodica del miglioramento del rendimento dei motori endotermici si è spinta attraverso fasi successive volte al raggiungimento di una combustione più completa, di un miglioramento delle caratteristiche costruttive del motore, infine di una forzatura delle condizioni limite del ciclo base cioè: la SOVRALIMENTAZIONE del motore.

3.....E NECESSITA' DI SOVRALIMENTARE.

Come molte apparecchiature di uso comune sono derivate dalla ricerca bellica, così la sovralimentazione dei motopropulsori nacque dall'esigenza di dotare la macchina militare di armi sempre più potenti e veloci.

L'esigenza di sovralimentare si sentì inizialmente in campo aeronautico dove i motori convenzionali, che ottimizzano il loro funzionamento al suolo, incontravano gravi inconvenienti man mano che salivano in quota dove l'aria è più rarefatta.



Si pensi soltanto che la densità dell'aria a livello del mare ed in condizioni tipo è di 1,2250 Kg/cm³, mentre scende al di sotto dell'unità, 0,9569 Kg/cm³, a soli 2500 m. di quota.

Si consideri inoltre il calo della stessa pressione atmosferica, che segue un andamento del tutto simile a quello della densità in funzione della quota, allo scopo di comprendere gli sforzi tecnologici compiuti durante la prima guerra mondiale per migliorare i rendimenti dei motori aeronautici.

Tuttavia non solo queste sono le ragioni di tanta affannosa ricerca; anche il vantaggio di avere motori costruttivamente "*superleggeri*" e sovralesati, al fine di migliorare il rapporto peso/potenza, non permetteva perciò loro di sfruttarli a pieno in fase di decollo, perciò vennero dotati di impianti di sovralimentazione.

Dopo esperienze di parecchi anni, la sovralimentazioni assunse particolare importanza durante la seconda guerra mondiale, dato l'evidente interesse dei belligeranti di possedere aerei capaci di ottenere, anche se per brevissimo tempo o in condizioni di emergenza, prestazioni elevate di velocità e di quota superiori a quelle dei velivoli avversari.

Anche nel contesto automobilistico la sovralimentazione venne sfruttata, sotto certi aspetti, a scopi egemonici.

Proprio negli anni che dividono i due conflitti mondiali trova applicazione nel campo delle corse; infatti le grandi marche vicine ai regimi totalitari dell'epoca, non esitarono ad adottare motori sovralimentati e a dominare i circuiti.

È infatti del 1923 la Fiat 805 da corsa, la Mercedes 10/40/65 da gran turismo del 1922 fino alle celebri Auto Union (tipo A) del 1934, tutte dotate di compressori volumetrici.

Oggi la sovralimentazione è una soluzione interessante anche sotto altri aspetti come quello economico.

Infatti pur dando luogo a sostanziosi incrementi di potenza mantiene pressoché inalterati l'ingombro, il peso e la cilindrata del motore.

Non sono necessari perciò grossi investimenti da parte delle case costruttrici e consente all'utenza di accedere a segmenti commerciali più elevati senza incorrere ad aggravii fiscali.

Infine, ma non ultimo per importanza, vi è l'aspetto ecologico che, grazie ad una migliore combustione degli idrocarburi che compongono la miscela, vede ridotta l'emissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera.

4. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO.

La sovralimentazione consiste nell'alimentazione di un motore a combustione interna con una quantità di miscela aria-combustibile maggiore di quello che potrebbe aspirare; infatti in ogni motore l'incremento di potenza si ottiene fondamentalmente bruciando più combustibile.

Una legge basilare della chimica stabilisce che per bruciare completamente una data quantità di combustibile è necessaria una esatta quantità di ossigeno.

La composizione ottenuta è una miscela in cui l'ossigeno ed il combustibile sono presenti in proporzioni univocamente stabilite; tale proporzione prende il nome di "*Rapporto stechiometrico*" della miscela.

Il funzionamento ottimale quindi si ottiene alimentando il motore con una miscela stechiometrica o quasi; ne consegue che per bruciare più combustibile, cioè per ottenere una potenza maggiore, è necessario anche insufflare più aria nella camera di scoppio.



La quantità di cavalli per litro di cilindrata che si può ottenere da un normale propulsore aspirato non può essere aumentata oltre un certo limite senza ricorrere ad altissimi regimi di funzionamento o ad accorgimenti costruttivi spesso incompatibili con un uso normale dell'automobile.

Mediante la sovralimentazione, invece, un motore di cilindrata anche limitata può offrire prestazioni paragonabili a quelle di un altro di cilindrata superiore.

Esistono, in teoria, diversi sistemi per costringere il motore ad aspirare nei cilindri una quantità d'aria superiore a quella che entrerebbe in modo naturale e sono basati su dispositivi chiamati genericamente compressori, cioè macchine che prelevano aria a pressione atmosferica e la pompano all'interno della camera di scoppio a pressione maggiore.

Tuttavia un motore non aspira sempre la stessa quantità d'aria in ogni circostanza, ma essa deve variare proporzionalmente al regime di rotazione.

Per far sì di mantenere quindi la stessa pressione di alimentazione è necessario legare il dispositivo di sovralimentazione alle variazioni di regime del motore stesso.

In tal caso l'effetto di sovralimentazione sarà omogeneo lungo tutto l'arco di funzionamento e quindi, sempre teoricamente, gli andamenti delle curve di coppia e di potenza saranno del tutto simili a quelle di un normale propulsore aspirato.

I sistemi maggiormente in uso si differenziano perciò nel modo in cui sono abbinati alla rotazione del motore ed in particolare si adottano sovralimentatori a comando meccanico, trascinati da opportuni rinvii dal motore stesso, oppure sovralimentatori che sfruttano la pressione dei gas di scarico per ricavare il movimento necessario a comprimere la miscela comburente.

5. CENNI DI TERMODINAMICA.

Per meglio comprendere quali traguardi sono stati prefissati dai progettisti è però necessario riferirsi alla termodinamica fondamentale relativa ai principi di funzionamento del motore.

Con la sovralimentazione si tende perciò ad ottenere da motore, a parità di cilindrata, una potenza saltuariamente o permanentemente più elevata.

Essa viene realizzata introducendo nei cilindri un peso combustibile e di conseguenza un peso di comburente notevolmente superiori ai valori normali ossia, una maggiore quantità di calore equivale ad un maggiore lavoro meccanico disponibile.

Consideriamo quindi il diagramma di un ciclo teorico di un motore diesel; ma il ragionamento non è dissimile anche per un ciclo otto, ove si realizzano i valori di pressione indicati.

Se allo stesso propulsore si riesce a fornire una pressione di carico o di alimentazione maggiore, ad esempio $1,8 \text{ Kg/cm}^2$, anziché la pressione atmosferica, si osserva che il diagramma ottenuto a parità di rapporto di compressione, ha una pressione all'apice del ciclo quasi doppia ed una superficie totale del ciclo di gran lunga maggiore di quella realizzata dal ciclo cosiddetto atmosferico.

L'immediata considerazione che emerge è che a parità di cilindrata l'energia utile ottenuta dal ciclo sovralimentato, che è proporzionale all'area del ciclo stesso, è di gran lunga maggiore di quella ottenuta dal ciclo atmosferico.

Da questo punto di vista sembrerebbe di poter perciò ottenere potenze enormi senza pagare troppo in termini costruttivi ed in termini di consumo, tuttavia è presto raggiungibile la soglia estrema della stabilità della miscela.



Palesi inconvenienti sono dovuti a preaccensioni e detonazioni della miscela stessa; ne consegue che le pressioni massime raggiungibili sono in funzione delle caratteristiche dei carburanti.

Si ovvia a questi inconvenienti aggiungendo la miscela con sostanze cosiddette antidetonanti che ne ritardano l'accensione, consentendo di avvicinarsi a valori di pressione discretamente elevati; oppure si è costretti a diminuire il rapporto di compressione.

Si deve ancora osservare che, all'aumentare delle pressioni del ciclo per effetto dell'introduzione della successiva carica fresca a pressione maggiore di quella atmosferica, aumenta la perdita di quella parte del ciclo dovuta alla incompleta espansione dei gas combusti.

In compenso la sovralimentazione consente una sorta di lavaggio della camera di combustione a beneficio del rendimento volumetrico e della refrigerazione delle pareti interne del cilindro e delle valvole di scarico.

6. PRINCIPI COSTRUTTIVI.

I sistemi di sovralimentazione più diffusi in campo automobilistico sono soprattutto due: con compressore volumetrico comandato meccanicamente dal motore, e con turbocompressore mosso dai gas di scarico.

Dal punto di vista funzionale essi differiscono tra loro non solo dalla fonte del loro movimento, ma anche per il loro comportamento.

Il primo sistema consente di disporre di una forte coppia sin dai bassi regimi, rendendo la marcia del veicolo elastica e progressiva; il secondo si attiva a regimi di funzionamento più- alti ricavando per un'azione brusca e considerevolmente potente.

Nelle attuali applicazioni, specie nelle cilindrata ridotte, il turbocompressore, che è appunto trascinato dai gas di scarico, non è in grado di creare la massima sovrappressione prima che il motore abbia raggiunto i 2500/3000 giri al minuto.

Sostanzialmente in condizioni di impiego normali, cioè con regimi compresi tra i 1500 e i 4000 giri al min. (ad esempio in percorsi urbani), la sovralimentazione entra raramente in funzione e tutto procede come si trattasse di un normale motore aspirato.

Quando invece si supera la soglia dei regimi medio-bassi, il turbocompressore determina un radicale mutamento delle prestazioni; infatti il flusso crescente dei gas di scarico lo fa entrare bruscamente in piena efficienza, imprimendo all'andatura una spinta nella maggior parte delle volte violenta e facilmente percepibile.

Questo caratteristico comportamento si spiega con il fatto che il turbocompressore, che in campo automobilistico è una "*macchina centrifuga*", ha un ottimo rendimento solo a partire da certi regimi perchè la portata del fluido aumenta proporzionalmente al quadrato della velocità di rotazione della girante del compressore stesso.

Se ne deduce immediatamente che il principale inconveniente è che si ottengono pressioni tali da risultare controproducenti ai fini di stabilità della miscela combustibile e quindi si debbono adottare sistemi di regolazione della pressione di sovralimentazione.

Il compressore volumetrico invece è paragonabile ad una pompa d'aria che ad ogni mandata eroga una quantità d'aria pari al proprio volume utile.

Il volumetrico, a differenza del turbo, riceve il movimento dai manovellismi del motore con cui rimane permanentemente collegato.

La sua portata è pertanto proporzionale al regime di rotazione e la pressione di sovralimentazione si mantiene praticamente costante nell'intero arco di utilizzazione del



motore, senza brusche variazioni e non necessita di particolari accorgimenti per la regolazione della stessa.

6.1. IL VOLUMETRICO.

Il sistema di sovralimentazione cosiddetto "*volumetrico*" è il metodo più datato ma anche quello che ha subito più perfezionamenti alla ricerca di soluzioni costruttive sempre più vantaggiose.

Il termine volumetrico viene usato per definire dispositivi in grado di "*pompare*" una certa porzione di fluido prelevandone in cicli successivi quantità ben definite.

I tipi solitamente più usati sono tre:

- compressore a lobi o tipo Roots,
- tipo Bendix o detto anche a palette,
- tipo Lisholn o a viti;

e si differiscono perciò dalla forma del meccanismo di pompaggio.

Il tipo Lisholn, in grado di fornire grandi portate, viene utilizzato come pompa di lavaggio soprattutto nei grossi motori diesel marini mentre in campo automobilistico trova applicazione ormai solo nei "*dragsters*" americani.

Il tipo Bendix, invece, è quello dei tre sistemi ad avere il miglior rendimento volumetrico ma presenta l'inconveniente di essere costruttivamente complesso, meccanicamente delicato e soggetto ad usura precoce; attualmente viene usato come sistema anti-inquinamento per l'immissione di aria nei collettori di scarico dei grossi motori industriali.

Il tipo Roots è costruttivamente semplice ed affidabile, ed anche se non ottengono rendimenti volumetrici elevati, è quello che è stato maggiormente applicato in campo automobilistico sin dagli anni venti.

Questo compressore, a differenza dei casi sopra accennati, non comprime l'aria al suo interno ma il meccanismo si limita ad "*intrappolarne*" una certa quantità e a spingerla successivamente attraverso il condotto di uscita.

In pratica si comporta come un contatore d'aria che ad ogni giro invia una certa quantità di fluido al collettore d'aspirazione; l'effetto di compressione sarà quindi dovuto all'accumulo d'aria nel condotto stesso.

6.2 IL TURBO.

E' sicuramente il sistema attualmente più in voga in campo motoristico, costruttivamente abbastanza semplice e robusto, rispetto al concorrente volumetrico, abbina alla propria capacità di sovralimentare soluzioni tecniche all'avanguardia tecnologica quali l'intercooler e l'iniezione d'acqua nei cilindri.

Costruttivamente è composto da una turbina, azionata dal flusso dei gas di scarico, solidale ad un compressore centrifugo, al quale cede il proprio movimento, che comprime la miscela nei cilindri; i regimi di rotazione di questo apparato sono compresi tra gli 80.000 e i 100.000 giri al minuto.

Dimensionalmente compatto, il gruppo turbina-compressore è posizionato ovviamente tra i collettori di scarico e di aspirazione ai quali è collegato tramite appositi condotti, perciò non vi è "*consumo di energia*" usurpata al motore.

I gas di scarico del motore sono convogliati, prima di essere dispersi nell'atmosfera, nella voluta della turbina, facendola ruotare assieme al compressore che forza l'aria nel motore.

Il primo inconveniente che si riscontra, già accennato in precedenza, è che si ottiene una sovrappressione solo quando il motore raggiunge un regime di rotazione



intorno ai 2500/3000 giri e da qui il problema della spinta improvvisa e del ritardo in ripresa dopo una fase di rilascio dei gas.

Tale effetto, talvolta sgradevole ai fini di una guida confortevole, viene ridotto grazie all'adozione di sofisticati sistemi di alimentazione.

Ad esempio il CHT, messo a punto dalla Yamaha e montato sulla Fiat Croma, consiste nello sdoppiamento di ciascun condotto d'ammissione di ogni cilindro in due canali di diametro differente.

A bassi carichi il condotto maggiore viene chiuso da una farfalla supplementare e la miscela deve forzatamente passare attraverso il condotto minore e ad alta velocità, in modo da mantenere una turbolenza sufficiente a conservare la migliore omogeneità della miscela senza che questa si disperda in un grande collettore.

Quando invece viene richiesta dal motore molta potenza, si apre anche il condotto di diametro maggiore, assicurando perciò la massima portata per un miglior riempimento dei cilindri.

Nel propulsore della Porsche 959, invece, l'innovazione più interessante è senza dubbio l'adozione di due turbo-compressori ad intervento differenziato, che ovviano egregiamente all'inconveniente dei bassi regimi.

In linea di principio, si tratta di un sistema in cui, al di sotto dei 4000 giri, i gas di scarico dei sei cilindri, convergono verso il solo turbocompressore di sinistra, mentre al di sopra di questo regime, i gas di scarico delle due bancate affluiscono direttamente al rispettivo turbo.

Dirigendo perciò l'energia dei gas di tutti i cilindri verso un solo turbocompressore di dimensioni relativamente piccole, fintanto che il motore gira a regimi relativamente bassi, si ottiene un rapido aumento della pressione di sovralimentazione e quindi una rapida risposta del turbo.

A partire da circa 4200 giri, invece, il flusso dei gas viene progressivamente deviato anche all'altro turbo, che entra così in azione producendo il massimo della sovralimentazione.

Un altro inconveniente a cui si è già accennato è quello generato dall'eccesso di pressione che viene rapidamente raggiunto quando la portata, che aumenta col quadrato della velocità della girante del compressore, è tale da provocare detonazioni anticipate della miscela.

Si è costretti allora ad interporre tra turbina e cilindri, una valvola limitatrice della pressione che scarica parte del flusso dei gas prima che intervengano sulla turbina stessa: tale valvola prende nome di "*Waste-gate*".

Per mettersi al riparo dalle detonazioni, i motori turbo più moderni sono dotati di sensori che rilevano il fenomeno con sufficiente prontezza, in modo da poterlo stroncare sul nascere e agiscono direttamente sull'anticipo dell'accensione o proprio sull'apertura della "*Waste-gate*" e quindi sul valore della sovrappressione.

Un'altra strada seguita dai progettisti, che in un primo momento si videro costretti a mantenere bassi i rapporti di compressione per non incorrere nei fenomeni appena citati, è quello che i tecnici della Saab hanno chiamato APC "*Automatic Performance Control*".

La caratteristica saliente di questo sistema è perciò il controllo sistematico della pressione di sovralimentazione, che pur mantenendo elevato il rapporto di compressione, circa 8,5-9 a 1, mantiene bassa la pressione del turbo (0,27 bar fino a 4000 giri), che poi viene incrementata gradualmente (fino a 0,53 bar) da una "*Waste-gate*" sensibile al numero dei giri del motore.

Ultimo, ma non in ordine di importanza, è l'inconveniente delle alte temperature che si raggiungono in camera di combustione e di conseguenza nello scarico, tale valore di



temperatura va comunque contenuto nei limiti dei 900-950° C per il deteriorarsi dei materiali costruttivi.

Ci• va evidentemente a scapito delle prestazioni e della durata dei materiali interessati a tali temperature.

Si ovvia perciò a tale inconveniente, con vistosi vantaggi anche sui rendimenti, raffreddando per mezzo di scambiatori di calore, in gergo "*intercooler*", l'aria di sovralimentazione prima dell'ingresso nei cilindri.

Non è tuttavia corretto pensare che l'energia al movimento del turbocompressore sia completamente gratuita.

In effetti la turbina che utilizza l'energia ancora contenuta nei gas combusti aumenta la cosiddetta "contropressione allo scarico", cioè la difficoltà che incontra il pistone a vuotare la camera di scoppio dai gas combusti, il che riduce la potenza del motore ed il relativo rendimento termico.

6.3. IL VOLUMEX.

La caratteristica fondamentale del sistema volumetrico di sovralimentazione sta nel fatto che il compressore, essendo collegato attraverso una trasmissione all'albero motore, invia una certa quantità costante d'aria nel collettore di aspirazione; ciclo dopo ciclo, a qualsiasi velocità di rotazione la sovralimentazione sarà egualmente efficace in ogni condizione di funzionamento.

Come già accennato in precedenza, le curve di coppia e di potenza del motore seguiranno un andamento regolare e progressivo, senza quelle brusche impennate tipiche del turbo.

L'affinamento delle tecniche costruttive ha portato a consistenti miglioramenti dei compressori a lobi o tipo Roots, consentendone l'applicazione anche a propulsori di serie, come il motore Lancia che, adottando il sistema "*Volumex*", ha ottenuto una discreta diffusione.

Il "*Volumex*" è un compressore volumetrico compatto (più piccolo del 50% di un Roots tradizionale) ed affidabile; è costituito da un carter in lega leggera entro cui ruotano due rotori in ghisa sferoidale in perfetta sincronia e senza mai entrare in contatto fra di loro.

La pressione reale di funzionamento che si realizza si aggira intorno a valori compresi tra 1,45 e 1,50 bar, per regimi prossimi ai 3000 giri; a regimi inferiori il rendimento è leggermente più basso ma comunque soddisfacente.

Rispetto ai tradizionali Roots, il "*Volumex*" presenta interessanti soluzioni tecniche quali il collegamento meccanico al motore, limitato ad una cinghia dentata, e la lubrificazione indipendente, assicurata da una piccola quantità di olio contenuta nel compressore stesso.

Il volume d'aria trasferito ad ogni giro è di circa un litro e, poichè il rapporto di trasmissione tra albero motore e compressore è vantaggioso (1:1,32), per ogni ciclo si realizza una "*pompata*" di circa 3000 cc.

In questa applicazione Lancia, il carburatore è stato collocato prima del compressore per due validi motivi.

Innanzitutto il carburatore "*lavora*" a pressione atmosferica e non pressurizzato, infine, il fatto che venga compressa miscela anziché solo aria, fa sì che l'evaporazione della benzina limiti il surriscaldamento dell'aria (70/80° C), migliorando il rendimento della compressione ed allontanando il pericolo delle detonazioni.

Per questo motivo e per il mediocre valore di pressione istantanea d'alimentazione che viene raggiunto, il "*Volumex*" non necessita di regolatori di sovrappressione quali la waste-gate.



6.4 IMMISSIONE D'ACQUA NEI CILINDRI.

A prima vista l'idea così congegnata potrebbe sembrare addirittura blasfema ma, anche se poco conosciuta dal grande pubblico, tale innovazione, studiata e messa a punto già mezzo secolo fa, ha conseguito notevoli risultati in tema di sovralimentazione.

Anche in questo caso l'idea è stata subito sfruttata in campo aeronautico; infatti per spingere oltre la sovralimentazione ed ottenere forti incrementi di potenza, seppure per brevi periodi, i tecnici della Messerschmitt e della Daimler-Benz approntarono un sistema d'iniezione d'acqua e metanolo applicandolo ai loro aerei da caccia più prestigiosi.

Come già accennato, vi sono condizioni di funzionamento, corrispondenti a basse pressioni interne al cilindro, nelle quali non vi è alcun pericolo di detonazioni, tuttavia all'aumentare della pressione di sovralimentazione, tale pericolo sussiste con maggiore frequenza.

Gli studi compiuti hanno dimostrato che si può arricchire la miscela fino ad un massimo del 60% dopodiché un ulteriore aumento della quantità di carburante non produce nessun miglioramento.

Quando l'arricchimento non è più sufficiente ad ostacolare la detonazione, si può ricorrere all'iniezione d'acqua che, vaporizzando, produce un efficace raffreddamento e dimostra un buon potere antidetonante.

In campo agonistico il metodo non comportava grosse difficoltà perchè il carburante, in uso fino al 1958, era composto da una miscela di metanolo, benzolo e benzina avio in cui l'acqua era facilmente miscibile; tuttavia con la comune benzina, che ha una composizione parzialmente oleosa, ciò è particolarmente difficoltoso.

Si ovvia all'inconveniente con un sistema di iniezione supplementare indipendente oppure, come avviene nel motore 6 V turbo della Ferrari in formula uno, emulsionando il carburante solo poco prima che venga iniettato nei cilindri e facendo in modo che la quantità in eccesso non rifluisca nel serbatoio. (*Sistema Emulsystem AGIP*).

7. APPLICAZIONE NELLE COMPETIZIONI.

MONZA: Grand Prix 1923.

La prima vittoria in una competizione così importante di una vettura dotata di un motore sovralimentato ha il tricolore dipinto sulla coda.

La FIAT 805 infatti era mossa da un motore 8 cilindri in linea di 2600 cc. e sviluppava una potenza di 150 cavalli: un compressore Roots lo sovralimentava.

Non è comunque un caso sporadico in quegli anni; infatti gli annuali delle più prestigiose corse automobilistiche riportano i nomi dei più famosi piloti al volante di vetture sovralimentate.

I modelli Roots hanno equipaggiato la maggior parte di esse: la tipo A della Auto Union (1934) con un motore 16 cilindri di ben 4358 cc., alimentato da un carburatore doppio corpo Solex orizzontale, sviluppava già 295 cavalli.

Sempre della Auto Union la tipo D (1938/39) raddoppiava i compressori, questa volta anche a doppio stadio ma sempre in posizione verticale, portando la potenza a 485 cavalli ma con soli 2984 cc. di cilindrata.

Con questa vettura Tazio Nuvolari vinse il Gran Premio di Gran Bretagna a Donington (22 Ottobre) ed il Gran Premio della Montagna in Austria (28 Agosto).

Negli anni trenta si sperimentò anche in campo motociclistico la sovralimentazione; infatti la Guzzi 250 gareggiò nel '39 nella Milano-Taranto ed era dotata di compressore e di un sistema di iniezione diretta.



Dopo la pausa della Seconda Guerra Mondiale, le competizioni ripresero e le gare specialistiche si moltiplicarono e la sovralimentazione intervenne in gare di durata, granturismo, gare in salita e così via.

Ancora una volta sono le marche tedesche a farla da padrone, nonostante ogni casa automobilistica abbia compiuto diversi tentativi con alterne fortune, è comunque il turbocompressore che ha soppiantato il volumetrico nella maggioranza dei casi.

Alla fine del 1970 la Porsche derivò dall'ormai collaudato Coupè 917, destinandola alle corse CanAm, la 917/10 Turbo-spyder.

Nel 1972 la 917/10, propulsa da un 12 cilindri boxer di 4494 cc. con due turbocompressori, vinse il suo primo campionato CanAm.

In formula 1 fu invece introdotta la sovralimentazione solo nel 1977 con rapporti potenza/cilindrata dell'ordine di 347 CV/litro; ma solo nel 1983/84 vennero messi a punto motori come il TAG - Porsche, il Ferrari ed il Renault con rapporti dell'ordine di 440/480 CV/litro.

La tecnologia vincente della sovralimentazione è infine adottata anche nelle vetture da Rallye che, abbinata alla trazione integrale, nel 1982 e poi nel 1984 ha portato l'Audi Quattro alla conquista del titolo mondiale marche.

Ormai diffusa in ogni ambiente motoristico, la sovralimentazione ha fornito grosse prestazioni anche in campo nautico con i recenti motori Isotta - Fraschini che nostalgicamente ricordano gli anni ruggenti quando solo pochi possedevano un'automobile e pochissime potevano competere.

8. APPLICAZIONE NELLA PRODUZIONE DI SERIE.

Negli anni Sessanta e Settanta ed in tema di crisi energetica, la sovralimentazione nella produzione di serie, ha fatto solo qualche sporadica apparizione come, ad esempio, la Chevrolet Corvair Monza del 1962.

A partire dall'inizio degli anni Ottanta non più solo nelle berline di alto segmento ma anche in vetture di media cilindrata vennero montati propulsori sovralimentati.

In una prima grande parentesi, si possono raccogliere le vetture che lo adottano per incrementare prestazioni non proprio brillanti come i diesel di piccola cilindrata.

Infatti per contenere dimensioni, cilindrata e costi fiscali, le case costruttrici hanno fornito al mercato vetture dotate di turbocompressori dell'ultima generazione (*Garrett e KKK*), che consentono di contenere consumi senza penalizzare le prestazioni, anzi procurando combustioni meno inquinanti.

Nella seconda parentesi si possono raggruppare tutti i propulsori a benzina e non, che hanno equipaggiato vetture già prestigiose e versioni potenziate delle più diffuse "*medie*" in commercio.

Anche in questi ambiti, la concorrenza ha portato a soluzioni qualitativamente superiori sia in merito ai materiali, alla durata dei motori ed alla loro affidabilità.

L'esigenza di immettere sul mercato un prodotto sempre più appetibile e rispondente alle crescenti esigenze, ha spinto ogni casa costruttrice a dotare la propria gamma di uno o più modelli sovralimentati sia nelle versioni diesel che a benzina.

9. INNOVAZIONI.



Fatta eccezione del "Volumex" della Lancia, nell'ultimo ventennio i compressori meccanici sono stati relegati in settori la cui applicazione non pregiudicava dimensioni e costi.

Con un brevetto di alcuni anni fà, i tecnici della Volkswagen, hanno invece messo a punto un nuovo tipo di sovralimentatore volumetrico detto "a spirale" o compressore "G".

Quello che a prima vista può sembrare un sistema costruttivamente complesso, è invece risultato un efficace compromesso tra rendimento volumetrico e costo in termini di potenza e di durata.

Il compressore G 60 che equipaggia la VW GOLF ed il più piccolo G 40 montato sulle VW POLO, consistono in un guscio ottenuto, per fusione, a forma di spirale.

Nelle intercapedini ottenute in tale guscio viene mosso, da un eccentrico al quale non è rigidamente connesso, un rotore sempre spiraliforme che comprime l'aria che successivamente viene inviata ad un termoscambiatore e quindi ai cilindri.

Il movimento di tale rotore viene trasmesso, tramite cinghie, direttamente dall'albero motore e pertanto il motore risulta sovralimentato anche a bassi regimi.

La pressione massima realizzata a regime è di 0,65 bar, mentre il rapporto di compressione in camera di combustione è di 8:1.

Un interessante confronto è quindi possibile tra due propulsori dalle caratteristiche simili, cioè quello sovralimentato con G 60 ed il 16 valvole, montati sullo stesso tipo di vettura (GOLF).

	G 60	16 V
motore	ciclo Otto 4 cilindri	idem
cilindrata	1781 cc	idem
alesaggio	81,0	idem
corsa	86,4	idem
potenza max	118 Kw-160 Cv a 5600 g	102 Kw-139 Cv a 6300 g
coppia max	225 Nm a 3800/4000 g	162 Nm a 4800 g
rapporto compressio	8:1	10:1
alimentazione	iniezione elettronica	iniezione meccanica
	integrata (Digifant)	(K - Jetronic)

Anche in materia di turbocompressori, la tecnica evolve utilizzando giranti sempre più perfezionate, anche con palettature a geometria o meglio ad incidenza variabile, a secondo delle condizioni di marcia.

Infine i tecnici della Mazda hanno messo a punto un motore di tipo Wankel sovralimentato da un adeguato turbocompressore che unisce alla tipica elasticità ed equilibratura del "pistone rotante", un notevole incremento di potenza a scapito, tuttavia, della semplicità costruttiva.

10. BIBLIOGRAFIA.

- Dott. Ing. Mario Ribaldone: " AERONAUTICA GENERALE ".
- Lausetti e F. Filippi: " MECCANICA DEL VOLO ".
- G. Corbetta: " TERMODINAMICA E MACCHINE TERMICHE ".
- Paul Frere: " PORSCHE 911. IL MITO DI STOCARDA ".
- Peter Schneider: " PORSCHE MUSEUM ".
- Autori vari e Riviste: " GENTE E MOTORI, AUTOSPRINT, QUATTORRUOTE ".
- G.Cancellieri e C. De Agostini: " LE LEGGENDARIE AUTO UNION ".
- e per gentile concessione della Volkswagen Werke A.G.: " DATI TECNICI: CORRADO G 60 E 16 V, GOLF GTI E POLO G 40 ".