

La situazione attuale del turbomotore nel campo automobilistico

Esame delle possibilità dei turbomotori nel campo automobilistico basato sui risultati sperimentali ottenuti con i tipi di piccola potenza finora costruiti.

Al termine della seconda guerra mondiale, mentre le applicazioni della turbina a gas come propulsore a getto nell'aviazione e come motore nel campo dei grandi impianti fissi per generazione di elettricità iniziavano il loro vertiginoso sviluppo che doveva portare alle grandi realizzazioni odierne, anche l'industria privata non interessata direttamente a questo problema affrontava in molti paesi, con programmi a lunga scadenza, le difficoltà della costruzione del turbomotore di piccola potenza (campo di potenze compreso tra 50 e 300 Cv).

Oggi, alla distanza di circa otto anni, questi programmi stanno dando i primi risultati concreti che permettono di ricavare dati di orientamento e previsioni sui prossimi futuri sviluppi; un esame in tale campo fatto con l'occhio specializzato del costruttore di automobili è quindi interessante per poter giudicare che cosa la trazione su strada e su rotaia può sperare di ottenere dai motori a turbina oggi e nel prossimo futuro.

I piccoli turbomotori, nati in alcuni casi con dichiarati intendimenti automobilistici ed in altri senza programma di utilizzazione ben definito, sono caratterizzati tutti da alcune caratteristiche comuni e cioè:

— ciclo termico molto semplice e praticamente

- unificato (compressione senza raffreddamento — combustione a pressione costante ed in una sola fase — espansione senza riscaldamento)
- mancanza di recupero del calore dei gas di scarico
- semplicità costruttiva, intesa come riduzione al minimo degli organi fondamentali, portata agli estremi (un compressore centrifugo — una od al massimo tre giranti di turbina — una od al massimo tre camere di combustione)
- applicazione sul motore di tutti gli organi ausiliari atti a renderlo completamente autonomo
- applicazione di un riduttore del numero di giri per permettere l'utilizzazione della potenza a regimi compresi tra 1500 e 6000 giri/min.
- regime di rotazione massimo assai elevato (compreso tra 30.000 e 45.000 giri/min.)
- peso ridotto
- ingombri relativamente piccoli
- consumi specifici assai elevati (consumo minimo maggiore di 500-600 gr/Cvh).

Essi, agli effetti di come viene prodotta la potenza utile, si dividono in due grandi categorie:

A) motori con due assi o motori con turbina motrice (fig. 1),

B) motori con un solo asse (fig. 2).

Nel motore del tipo (A) esistono due alberi atti a trasmettere potenza: uno che collega il compressore ad una o più turbine ed attraverso un gruppo di riduzione comanda tutti gli organi ausiliari; un secondo che riceve la potenza generata da una o più turbine lavoranti sotto la corrente di gas uscente dal primo gruppo, detto gruppo generatore, e la trasmette agli organi utilizzatori attraverso un secondo riduttore.

A meno di soluzioni speciali, i due alberi non sono legati tra di loro che dal fluido attivo, veicolo del calore. La regolazione del motore agli effetti di potenza si ottiene variando unicamente la quantità di combustibile introdotta nelle camere di combustione.

A quantità di combustibile introdotto costante, il gruppo generatore funziona con temperatura di combustione e velocità costanti, mentre all'asse della turbina motrice si può ottenere una curva di potenza nel campo di giri compreso tra zero ed i giri massimi ammissibili.

Come è noto nel campo della trazione più che di potenza in funzione dei giri si parla di coppia in funzione dei giri; ora le curve di coppia ottenibili all'albero della turbina motrice per i vari regimi di rotazione del gruppo generatore sono tutte caratterizzate da un andamento decrescente al ere-

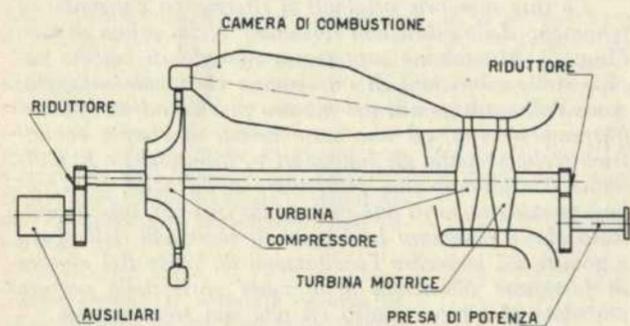


Fig. 1 - Schema turbomotore con turbina motrice - Tipo A.

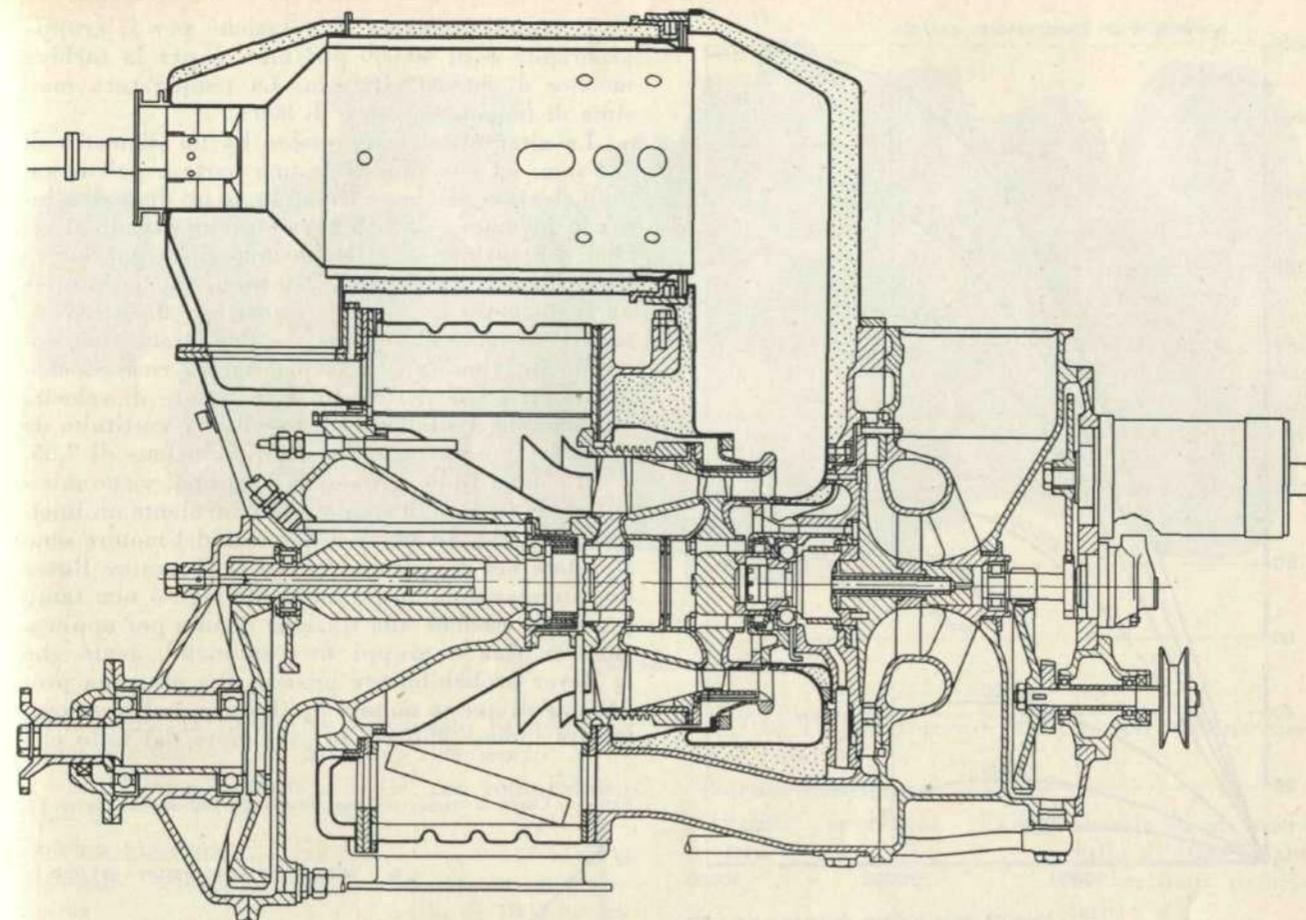
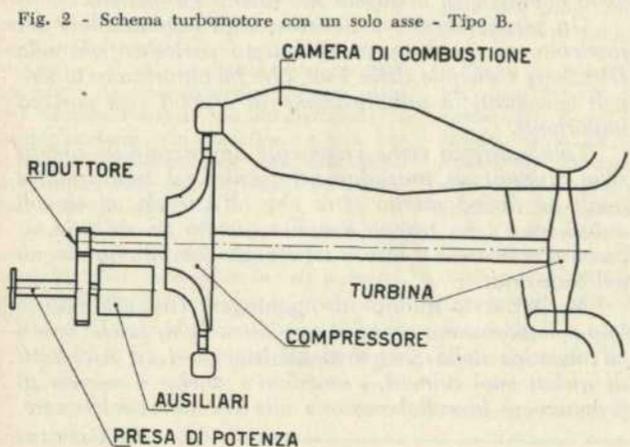


Fig. 3 - Sezione del turbomotore Rover T8.

scere dei giri, con valori a punto fisso (velocità nulla) che sono circa 2-3 volte maggiori di quelli che corrispondono al punto di potenza massima (fig. 5).

Altra caratteristica notevole di questo tipo di motore è che la potenza massima fornita dalla turbina motrice cresce molto rapidamente in funzione dei giri del gruppo generatore; come conseguenza, anche con impieghi di potenza relativamente ridotta, il gruppo generatore deve ruotare a regimi sempre assai elevati (figg. 4-8-14).

Il motore del tipo (B) è costruttivamente più semplice in quanto l'unico albero collega il compressore e la turbina (o più turbine) ed attraverso un unico riduttore comanda gli organi ausiliari e l'albero di presa di potenza. La regolazione del motore è più complessa perchè la temperatura di combustione, oltre che dalla quantità di combustibile introdotta, dipende anche dalle condizioni di utilizzazione. Ammettendo una regolazione di carburante tale da mantenere le temperature dei gas all'ingresso della prima turbina costanti a qualsiasi regime, l'andamento della coppia risulta notevolmente crescente col numero di giri del motore (fig. 13). Può darsi che con particolari accorgimenti si possano ottenere curve della coppia motrice con andamento più piatto e quindi più favorevoli alla trazione, ma dai dati che si conoscono attualmente pare che sia assai difficile avvicinarsi alla curva di

coppia dei motori a stantuffi attualmente impiegati sugli autoveicoli.

Se si adottasse un giudizio discriminatore basato sulle esigenze di coppia motrice i motori del tipo (B) dovrebbero essere esclusi da questo esame, però essendo tale motore interessante dal lato economico, nella descrizione che segue considereremo tutti i tipi attualmente noti, tratti a far ciò anche dal fatto che se si applicasse un secondo giudizio di esclusione basato sul consumo specifico, nessun turbomotore potrebbe essere preso in considerazione. Vengono invece esclusi da questa rassegna quei turbomotori di piccola potenza che, essendo destinati ad impieghi speciali, hanno caratteristiche assolutamente inadatte alla propulsione automobilistica.

Poichè alcuni dei motori descritti appresso sono già stati provati o sono in prova su veicoli stradali divideremo l'argomento in due parti, una descrizione sommaria dei motori ed una dei veicoli, con alcune indicazioni dei risultati ottenuti durante le prove su strada.

Tipi di motori.

Rover. — La ditta Rover, molto nota nel campo delle costruzioni automobilistiche, alla fine della guerra approfittando dell'esperienza acquisita da alcuni dei suoi tecnici nel campo dei reattori e sfruttando la collaborazione di ditte specializzate, ha iniziato lo studio di un turbomotore destinato in

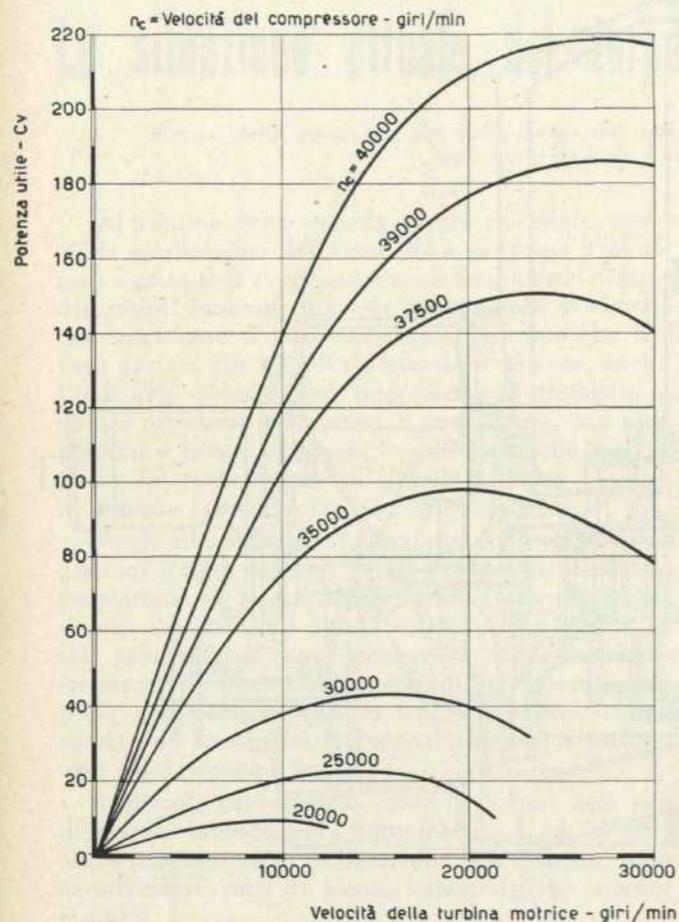


Fig. 4 - Curve di potenza del turbomotore Rover T8.

modo esplicito all'impiego su autovetture. Nel 1948 fu annunciato il primo motore da 100 Cv che con successive modifiche è stato portato ad una potenza massima di 200 Cv. Nel 1950 questo motore fu presentato per la prima volta alla stampa tecnica su una vettura con la quale le dimostrazioni furono limitate ad alcuni giri su pista. Circa due anni dopo, e precisamente nel 1952, fu presentata una versione migliorata e con una nuova vettura furono stabiliti alcuni record di velocità. Di questo ultimo motore denominato T8 diamo una sommaria descrizione (fig. 3). Esso appartiene al tipo (A). Il gruppo generatore è costituito da un compressore centrifugo e da una turbina assiale entrambi monostadio, il gruppo motore da una unica turbina assiale con relativo riduttore. Una sola camera di combustione di dimensioni notevoli fornisce l'energia termica alla corrente d'aria uscente dal compressore. Caratteristica è la disposizione del circuito che l'aria percorre attraverso il motore. Il motore è munito di dispositivo d'avviamento con motorino elettrico e apparato per l'accensione, di regolatore e di tutti gli altri apparecchi ausiliari necessari per il funzionamento del motore. Su alcuni disegni del motore è apparso uno scambiatore di calore che però non è mai stato utilizzato nelle prove pratiche. È noto comunque che la Rover sta studiando attentamente la risoluzione di questo problema, come appare dai vari brevetti depositati.

Il regime massimo di rotazione per il gruppo generatore è di 40.000 giri/min, e per la turbina motrice di 30.000 giri/min. La temperatura massima di funzionamento è di 800°C.

La girante del compressore ha un diametro di 222 mm. ed è composta da una parte a palette radiali ricavata mediante fresatura da un disco di alluminio fucinato e da una pregirante di acciaio al nichel. La turbina per il comando del compressore ha il diametro esterno di 220 mm., quella motrice ha il diametro di 236 mm. mentre il diametro interno è costante di 160 mm. Le due giranti sono costruite di Nimonic con la palettatura ricavata mediante fresatura dei dischi. Il riduttore di velocità è a ingranaggi cilindrici elicoidali ed è costituito da una sola coppia con rapporto di riduzione di 7,55.

Il combustibile, cherosene o gasolio, viene iniettato nella camera di combustione mediante un iniettore a riflusso. Le curve di potenza del motore sono riportate nel diagramma in fig. 4. Il motore Rover ha interessato molto gli ambienti inglesi non tanto per l'applicazione alla trazione quanto per applicazioni marine e gruppi fissi autonomi, tanto che la Rover probabilmente inizierà una prossima produzione di questo motore per l'uso su imbarcazioni. Questa ipotesi può essere avvalorata dal fatto che

Fig. 5 - Curve di coppia sull'asse turbina del turbomotore Rover T8.

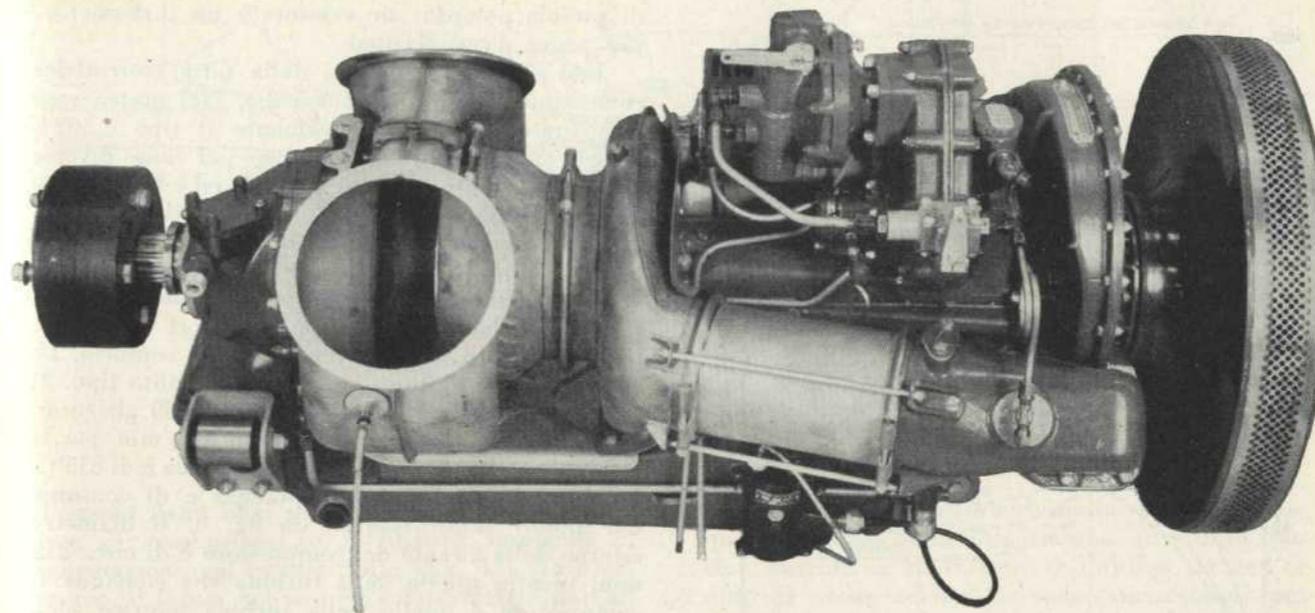
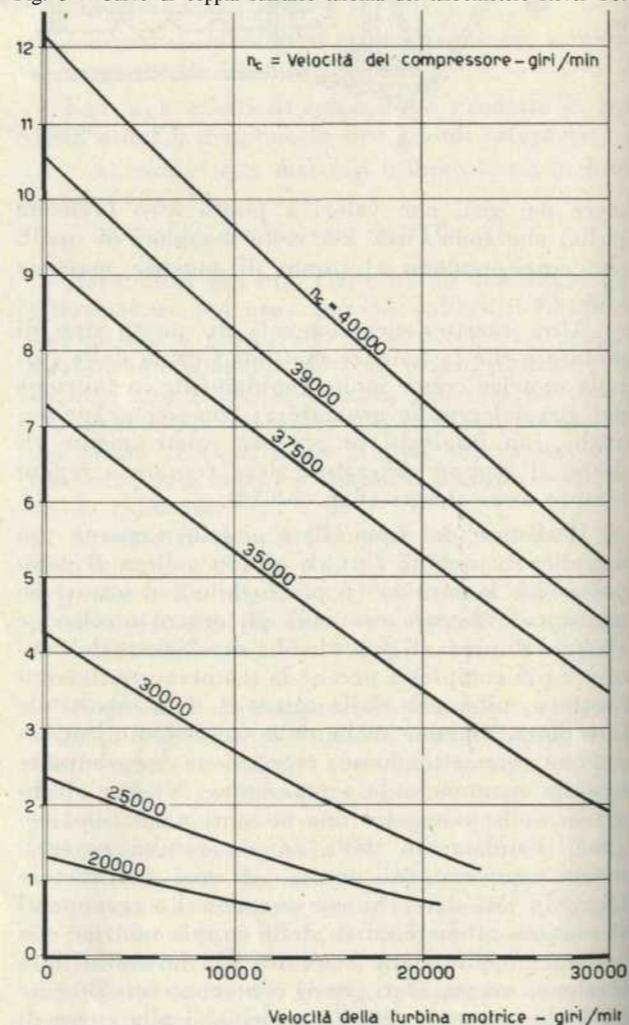


Fig. 6 - Turbomotore Boeing 502.

ufficialmente la Rover ha annunciato di avere in studio due motori i cui dati sono i seguenti:

a) Tipo « Neptune » 75 Cv. con rotore unico (tipo B)	Potenza massima	75 Cv.
	Potenza continua	60 Cv. (basata su un intervallo di 1000 h. tra le revisioni principali)
	Consumo specifico di combustibile	580 g/Cvh. a 75 Cv. 650 g/Cvh. a 60 Cv.
	Dimensioni	610 x 410 x 560 mm.
	Peso	45 kg. circa

6) Tipo « Aurora » 100 Cv. con turbina motrice (tipo A)

	Potenza massima	100 Cv.
	Potenza continua	75 Cv. (basata su un intervallo di 1000 h. tra le revisioni principali)
	Consumo di combustibile	580 g/Cvh. a 100 Cv. 650 g/Cvh. a 75 Cv.
	Dimensioni	860 x 410 x 560 mm.
	Peso	68 kg. circa

I consumi specifici alti, la mancanza di scambiatore di calore, l'impostazione fatta sia sul tipo

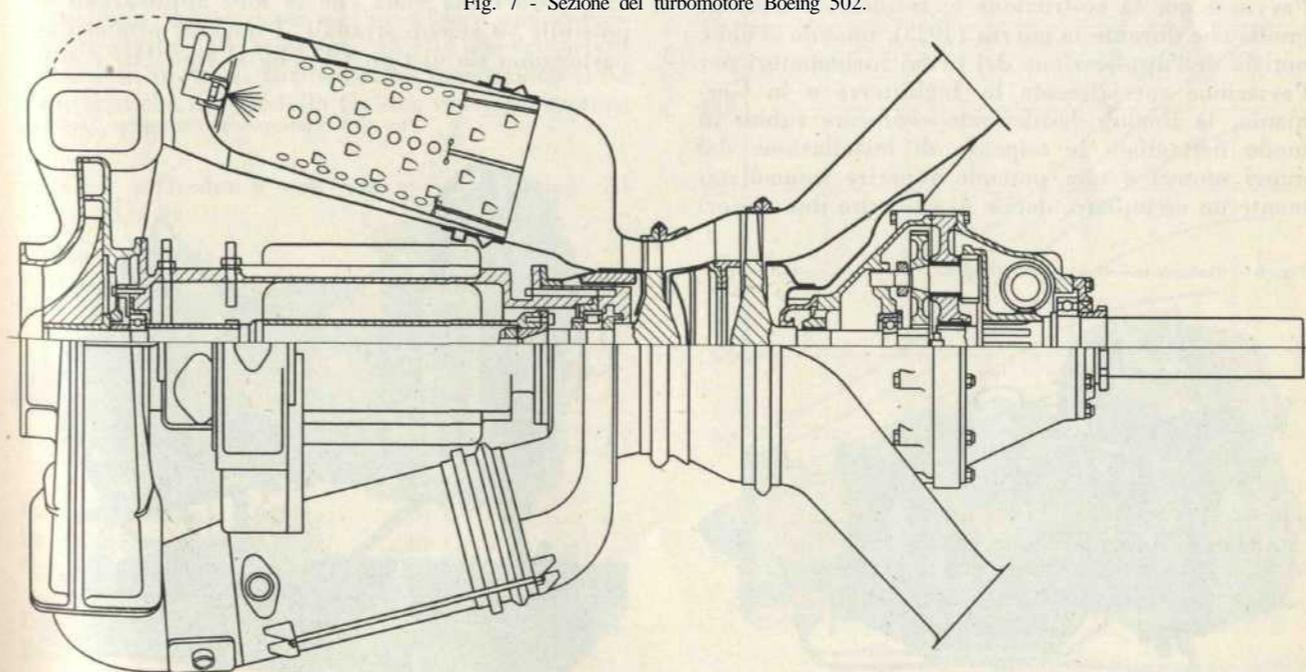


Fig. 7 - Sezione del turbomotore Boeing 502.

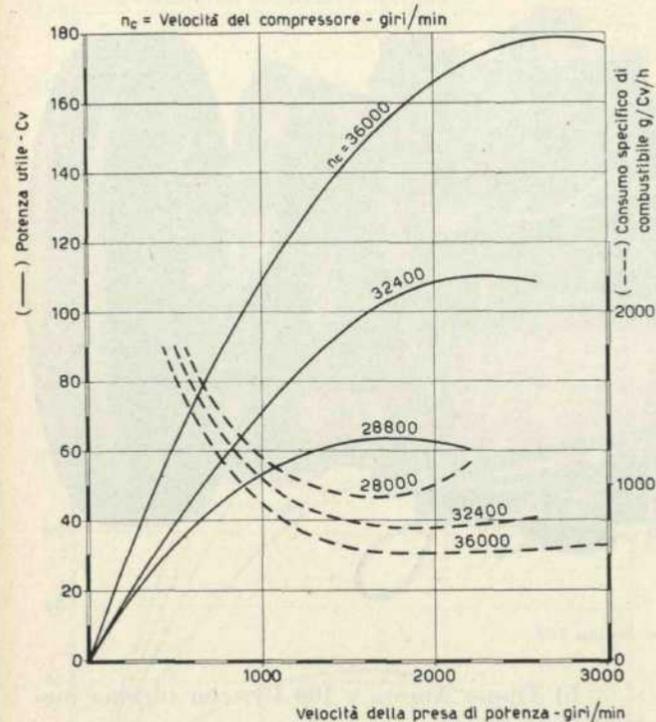
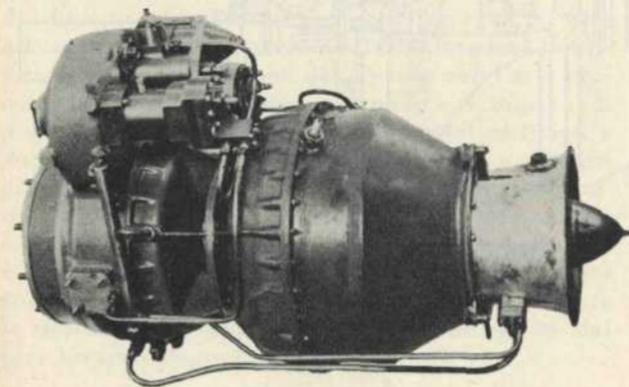


Fig. 8 - Curve di potenza e di consumo del turbomotore Boeing 502.

(A) che sul tipo (B) fanno appunto pensare che il programma di applicazione non sia chiaramente definito e che in ogni caso gli sviluppi nel campo automobilistico siano ancora considerati come una pura possibilità fondata più sulle speranze che il progresso sempre alimenta, che non su reali basi tecniche.

Boeing. — A prima vista può apparire strano che una ditta costruttrice di velivoli abbia progettato, costruito, e stia ora provando su strada un motore a turbina. La ragione ufficiale che ha dato l'avvio a questa costruzione è, secondo la Boeing, quella che durante la guerra (1943), quando si ebbe notizia dell'applicazione dei primi turbomotori per l'aviazione specialmente in Inghilterra e in Germania, la Boeing desiderando conoscere subito in modo dettagliato le esigenze di installazione dei nuovi motori e non potendo reperire immediatamente un esemplare, decise di costruire due motori

Fig. 9 - Turbomotore Turbomeca Orédon.



di piccola potenza: un reattore e un turbomotore per prove d'installazione.

Essi sono stati indicati dalla ditta costruttrice come tipo « 500 » e tipo « 502 ». Nel nostro caso sarà preso in esame unicamente il tipo « 502 » (fig. 6) anche per il fatto che esso per cause diverse è stato sviluppato in modo notevole ed è l'unico motore a turbina per trazione del quale si conosca la maggior quantità di dati riguardanti il comportamento su strada. Anche questo motore è del tipo (A) (fig. 7). La sistemazione è diversa da quella del motore Rover, benché il numero dei rotori sia uguale, perché il flusso della corrente è meno contorto. Le camere di combustione sono due del solito tipo. Il regime massimo di rotazione è di 36.000 giri/min, per il gruppo generatore e di 27.000 giri/min, per la turbina motrice. La temperatura massima è di 815°C. Le curve caratteristiche di potenza e di consumo del motore sono riportate in fig. 8. Il diametro esterno della girante del compressore è di circa 212 mm. mentre quello della turbina che comanda il compressore e quello della turbina motrice sono rispettivamente di 178 e 222 mm. Le palette delle turbine sono lavorate a parte e sono applicate ai dischi mediante saldatura. Il combustibile usato è il normale gasolio per autocarri. Il sistema di regolazione del combustibile comprende un regolatore di giri e un dispositivo di limitazione dell'accelerazione del motore che ha la funzione di impedire che nella fase di accelerazione venga introdotta una quantità eccessiva di combustibile che potrebbe provocare colpi di temperatura troppo elevate per le turbine.

Turbomeca. — Questa ditta francese che ha ormai una notevole esperienza nel campo delle macchine a fluido, è praticamente l'unica ditta che produce in serie limitate diversi turbomotori di piccola potenza. I motori sono normalmente offerti come generatori di potenza con impieghi non ben definiti, però nulla vieta che la loro applicazione sia possibile su veicoli stradali. I modelli prodotti appartengono sia al tipo (A) che al tipo (B) e si di-

Fig. 10 - Turbomotore Turbomeca Turmo I.

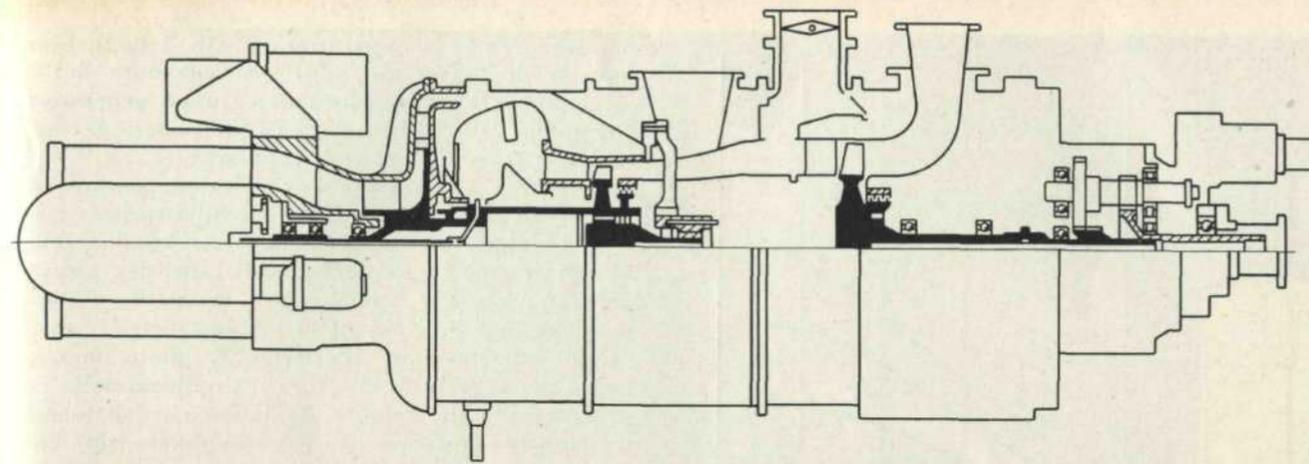
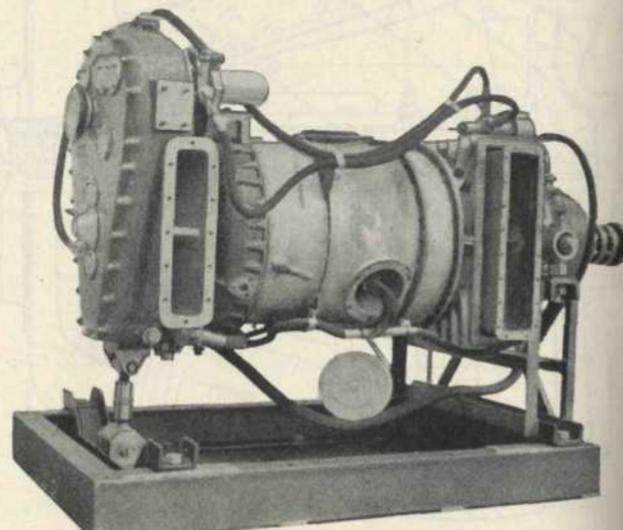


Fig. 11 - Sezione del turbomotore Turbomeca Turmo I.

stinguono dagli altri motori conosciuti per la camera di combustione e il relativo impianto di alimentazione del combustibile (fig. 11). Tale camera è di forma anulare ed è attraversata dall'albero che trasmette la potenza dalla turbina al compressore. Il combustibile attraverso l'albero che è cavo, e quindi attraverso condotti radiali raggiunge diversi ugelli periferici portati in rotazione dall'albero stesso e da questi esce polverizzato nella zona della camera in cui avviene la combustione. L'alimentazione del combustibile all'imbocco dell'albero viene fatta a bassissima pressione in quanto la pressione necessaria per ottenere la polverizzazione viene ottenuta dal forte campo centrifugo generato dalla rotazione dell'albero. Con questa soluzione è stata eliminata la pompa d'iniezione ad alta pressione ed il sistema di regolazione risulta più semplice e più sicuro in quanto esso agisce sulla bassa pressione di alimentazione. Il compressore è diviso in due parti, una pregirante ed una girante radiale. I dischi e le palette delle turbine formano un elemento unico e le palette sono ottenute mediante fresatura. Diamo appresso le caratteristiche di due motori uno appartenente al tipo (A) ed uno appartenente al tipo (B); nelle figg. 12 e 14 sono riportate le curve di potenza. Richiamiamo l'attenzione sulle caratteristiche del modello Orédon che è un motore del tipo (B)

a) Tipo « Orédon » con rotore unico (tipo B) (fig. 9)

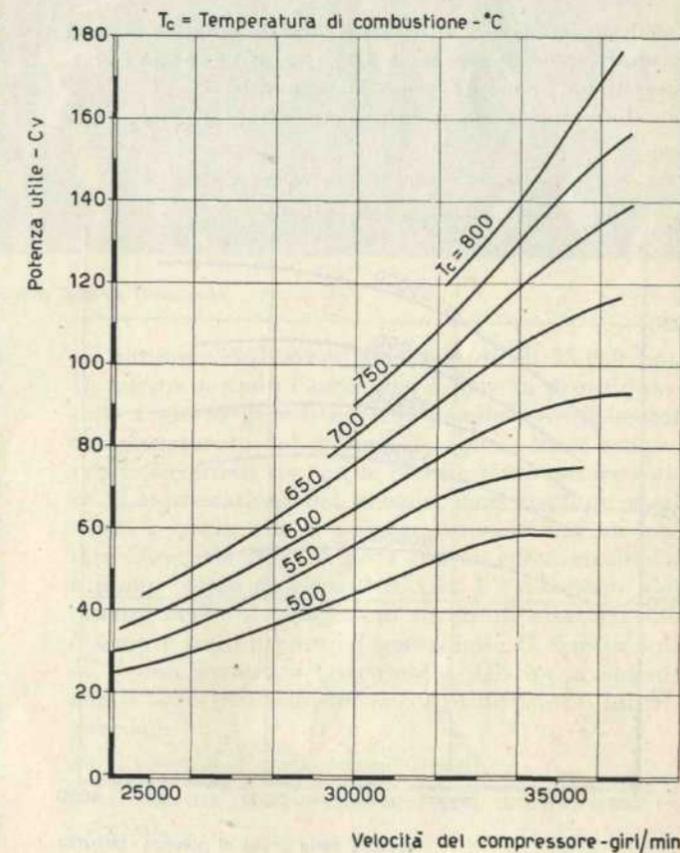
Potenza massima	170 CV
Potenza continuativa	140 Cv
Consumo specifico di combustibile	450 g/Cvh a 140 Cv
	480 g/Cvh a 140 Cv
Dimensioni	980 x 35 x 520 mm
Peso	81 kg

b) Tipo « Turmo I » con turbina motrice (tipo A) (fig. 10)

Potenza massima	270 Cv
Potenza continuativa	230 Cv
Consumo specifico di combustibile	450 g/Cvh a 270 Cv
	490 g/Cvh a 230 Cv
Dimensioni	1150 x 590 x 440 mm
Peso	120 kg

Socema. — Nella serie di motori presi in esame, quello prodotto dalla ditta Socema, altra ditta francese costruttrice di reattori, è l'ultimo sia nell'ordine di presentazione sia come anzianità di progetto. Esso dovrebbe essere destinato secondo il costruttore all'applicazione su un'automobile banco prova. Il motore (fig. 15) è stato impostato per una potenza di 100 Cv (potenza minima tra tutti i motori presi in esame). La scelta di una potenza così bassa è stata fatta dai costruttori in base al criterio che se i problemi di messa a punto che si incontrano su questo motore possono essere risolti, sarà più facile costruirne un altro della potenza di 200 Cv previsto appunto dalla Socema per l'appli-

Fig. 12 - Curve di potenza del turbomotore Turbomeca Orédon.



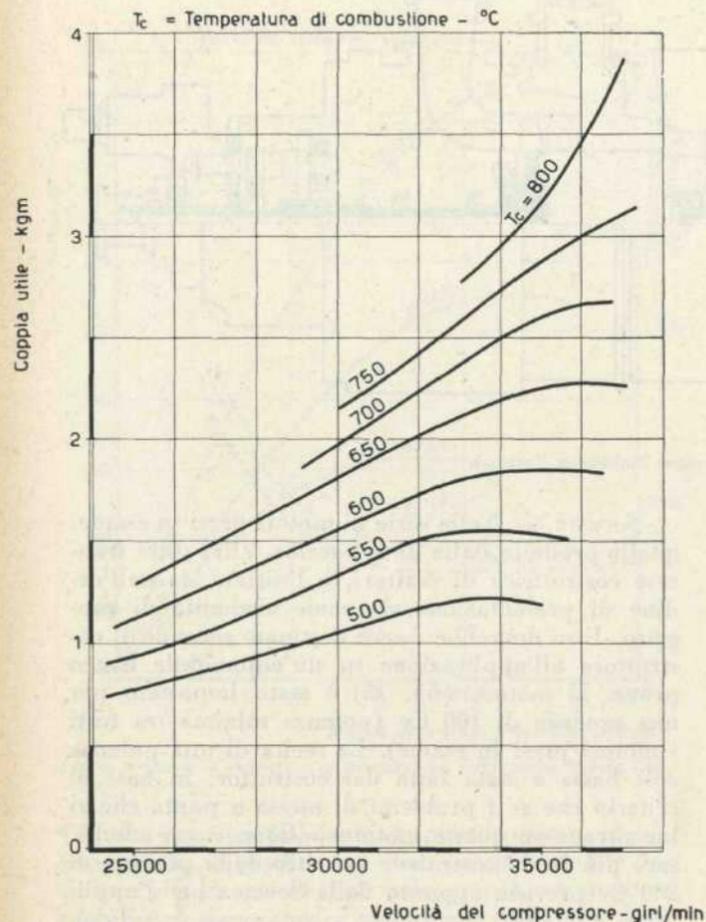


Fig. 13 - Curve di coppia sull'asse turbina del turbomotore Turbomeca Oredon.

cazione su di un autocarro. Anche questo motore appartiene alla categoria (A) (fig. 16) e le sue caratteristiche principali sono le seguenti:

La velocità massima di rotazione del gruppo ge-

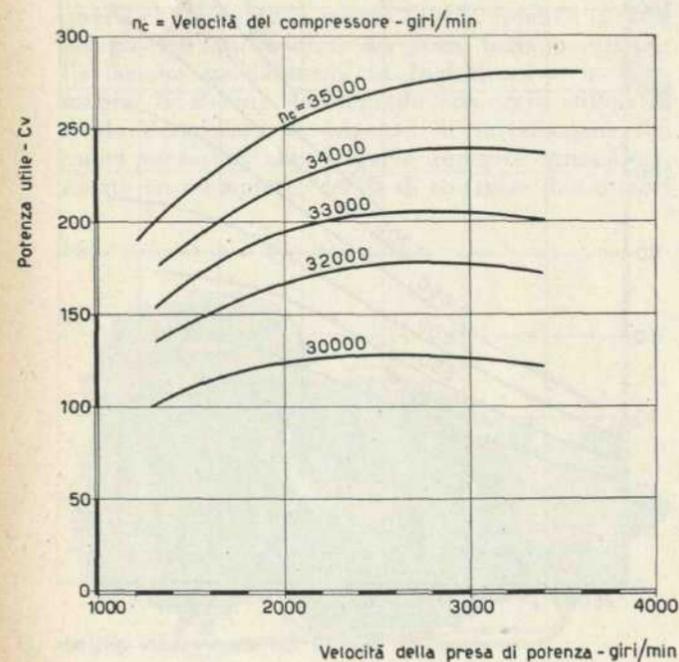


Fig. 14 - Curve di potenza del turbomotore Socema Cematurbo.

neratore è di 42.500 giri/min, e quella della turbina motrice di 25.000 giri/min. Un regolatore limita sia la velocità di rotazione del gruppo generatore che quella della turbina motrice. Le camere di combustione sono tre del tipo tubolare.

Notevole è il sistema di regolazione secondario che permette di ridurre il carico sulla turbina motrice istantaneamente senza togliere il combustibile al motore cioè lasciando invariati i giri del gruppo generatore: ciò è ottenuto per mezzo di un bypass che esclude i gas dalla turbina motrice scaricandoli direttamente all'esterno. È questo un tentativo per cercare di risolvere il problema della ripresa rapida del motore, tentativo che riteniamo difficilmente destinato a successo in quanto complica la condotta del motore.

Risultati di prove su strada.

Rover. — Per poter eseguire rapidamente le prove è stata utilizzata una vettura Rover 75 opportunamente modificata (fig. 17). Il motore è stato sistemato nella parte posteriore tra il sedile del pilota e il ponte posteriore. Un cambio a due marce (una marcia avanti e una all'indietro) con una trasmissione normale collega il motore al ponte posteriore. Dettagli della sistemazione sono indicati sulla sezione della vettura (fig. 18). I comandi a disposizione del pilota sono:

- il pedale dell'acceleratore,
- il pedale del freno,
- il comando del cambio,
- il comando per l'avviamento.

Benchè il problema dell'isolamento acustico non fosse d'importanza capitale dato il genere della vettura, sia il condotto d'aspirazione che quello di scarico sono stati costruiti in modo da realizzare due silenziatori tipo Burgess. Le prestazioni del primo motore Rover montato su vettura risultano da un documento ufficiale rilasciato l'8-3-50 dalla Royal Automobile Club. L'avviamento del motore avveniva in 13,2 secondi e dopo altri 3,4 secondi la vettura si metteva in movimento. Pur non avendo tentato di raggiungere le prestazioni massime la vettura ha superato i 135 km/h raggiungendo la velocità di 100 km/h in 14 secondi circa con partenza da fermo.

Nelle ultime prove ufficiali di velocità eseguite in Olanda con la vettura dotata di motore T8 sono state ottenute le seguenti velocità sulla base di un km:

- con vettura lanciata 244,565 km/h
- con partenza da fermo 132,596 km/h.

La vettura non è munita di apparati atti a sostituire l'azione frenante del motore a stantuffo ed è stata quindi dotata di freni meccanici sulle ruote assai abbondanti. Non si conoscono dati sul consumo orario e chilometrico, ma si ha ragione di ritenere che essi siano notevolmente alti. Nella fig. 19 è riportata la curva di accelerazione in funzione delle velocità. A titolo di confronto nella stessa figura sono pure riportate le curve di accelerazione ottenibili con due vetture dotate di motori a stan-

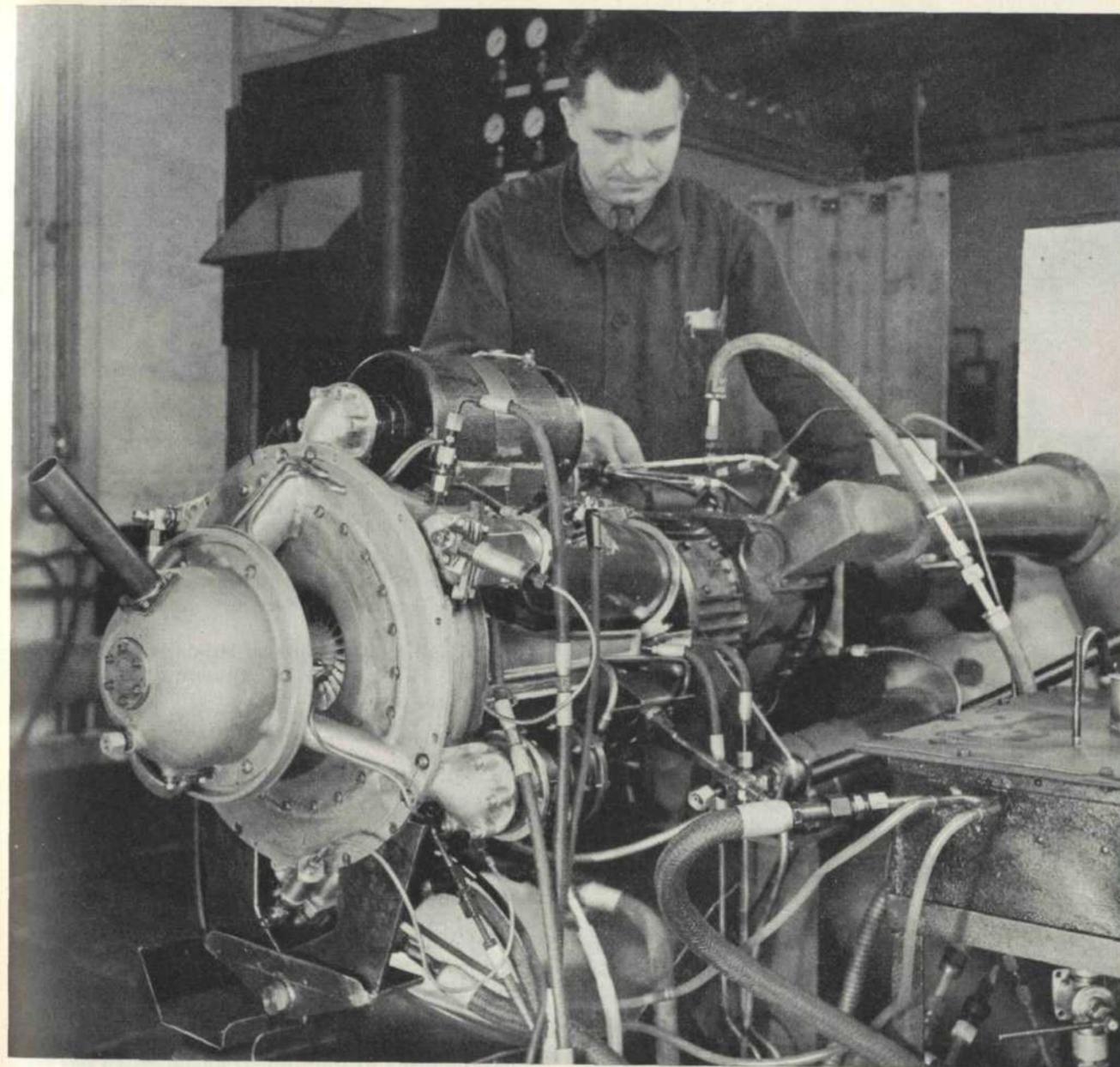


Fig. 15. - Turbomotore Socema Cematurbo.

tuffi: una si riferisce ad una vettura Americana con convertitore di coppia, l'altra ad una vettura Italiana con cambio classico e motore di circa 1900 cm³ di cilindrata.

Boeing. — Dopo le prove di messa a punto al banco il motore è stato applicato ad un autocarro previsto per la trazione dei semi-rimorchi (fig. 20). Per montarlo nel normale vano motore sono state necessarie alcune sistemazioni di fortuna che hanno portato ad una perdita notevole di potenza (fig. 21). Il normale cambio a 12 velocità è stato sostituito con un cambio a 7 velocità e retromarcia. Il peso totale del veicolo è di 30 tonn. di cui 19 di carico utile. I comandi a disposizione del guidatore sono analoghi a quelli descritti per la vettura Rover; anche su questo veicolo il silenziamento è ottenuto con silenziatori tipo Burgess. Il veicolo tra la primavera 1950

e l'autunno 1951 aveva percorso più di 25.000 km. In questo periodo l'autocarro è stato in prova quasi tutti i giorni quindi è stato possibile verificare il comportamento del motore sia con le basse temperature invernali sia con le elevate temperature estive. Le prestazioni del veicolo sono risultate assai simili a quelle che si possono ottenere con un motore Diesel da 200 Cv, però con un consumo medio a pieno carico di circa 2 lt/km. L'avviamento del motore anche in condizioni invernali assai gravose è sempre stato pronto ed immediato. Il consumo di olio completamente trascurabile. Gli inconvenienti che si sono verificati durante i primi 25.000 km riguardano:

- il sistema d'avviamento (2 casi),
- il sistema di alimentazione del combustibile (4 casi),

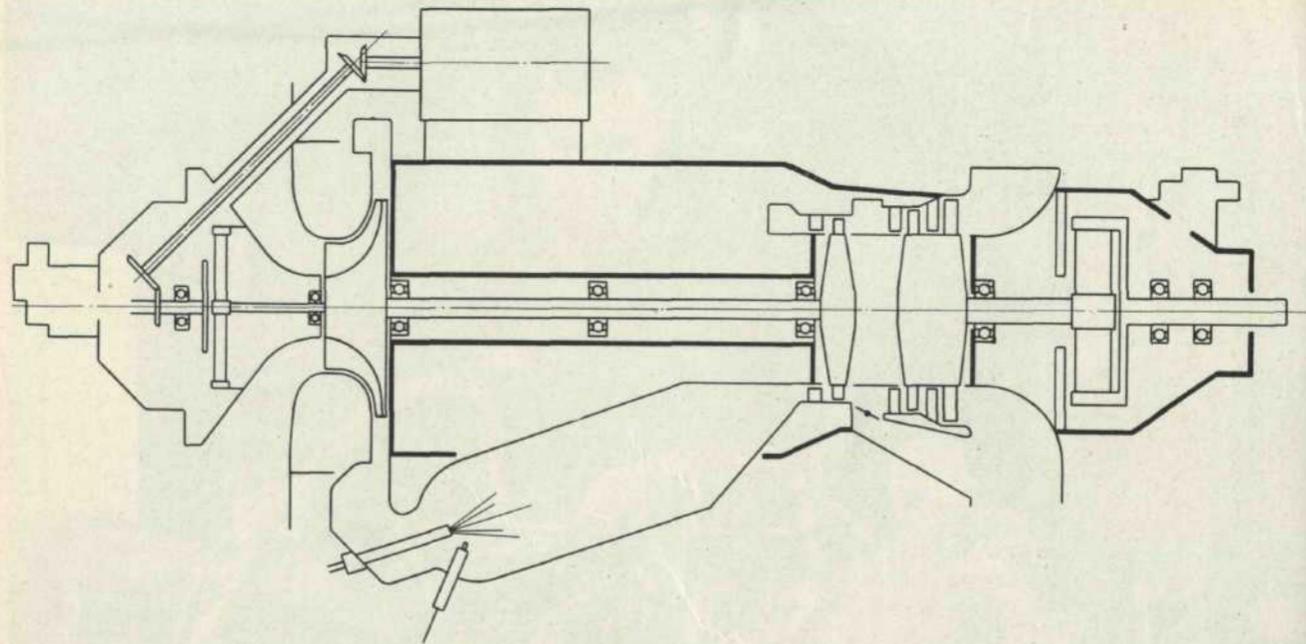


Fig. 16 - Sezione del turbomotore Cematurbo.

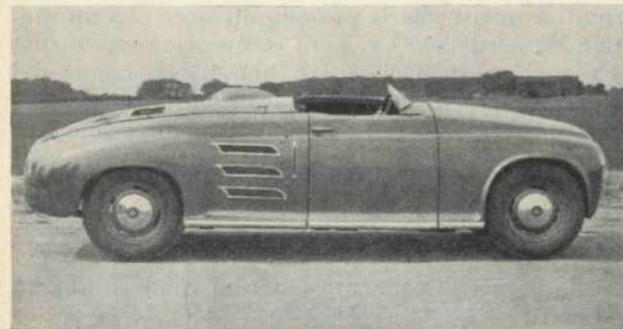
- il sistema di lubrificazione (4 casi),
- le camere di combustione (6 casi),
- le giranti delle turbine (5 casi per strisciamento delle palette mobili contro le parti fisse e 8 casi per rotture di palette) e infine
- la trasmissione (8 casi).

A causa di questi incidenti sono state eseguite le seguenti sostituzioni: 1 regolatore di combustibile, 6 focolai interni della camera di combustione, e 4 giranti di turbine.

Socema. — Per la prova del motore è stata costruita apposta una vettura su progetto dell'Ingegnere Grégoire (fig. 22). Questa vettura, contrariamente alla Rover, si ispira alla sistemazione classica dei gruppi meccanici attualmente in uso e quindi il motore è sistemato nella parte anteriore (figura 23). Un cambio Cotal del tipo a preselezione è previsto unitamente ad un freno elettromagnetico per ottenere l'effetto frenante che il motore non può fornire.

Attualmente non si possiede nessun dato di prova in quanto risulta che la vettura è stata messa

Fig. 17 - Vettura Rover.



a punto agli effetti **tenuta di strada con un motore normale** e che le prove **con motore a turbina** sono state appena iniziate.

Conclusioni.

L'esame della situazione ci porta a concludere che nel campo dei turbomotori di piccola potenza tra 50 e 300 Cv molto è già stato fatto e che i frutti del lavoro svolto stanno per essere raccolti in particolari applicazioni. Fra queste la prima è sicuramente quella degli impianti fissi e dei gruppi ausiliari per servizi civili e militari.

Nel campo automobilistico i pochi dati ricavati dalle prove su strada, fra i quali gli elevati consumi, ci inducono a considerare le possibilità d'applicazione con un certo pessimismo sebbene si debba riconoscere che il motore a turbina attuale abbia innegabilmente alcuni numeri al suo attivo per tentare di entrare con qualche probabilità di successo nel campo pratico.

Agli effetti della potenza, i motori attualmente in prova sviluppano potenze eccessive per una vettura di tipo medio europea; il motore della potenza inferiore ai 100 Cv necessario per questa vettura è probabilmente allo studio in qualche parte del mondo, ma riteniamo che non sia ancora giunto alla fase sperimentale. È evidente che per questo motore le difficoltà da superare per ottenere consumi accettabili e un basso costo di produzione sono ancora maggiori.

Tutti i motori finora provati su veicoli appartengono al tipo (A) cioè sono con turbina motrice. È logico che così sia stato perché questo tipo di motore offre al progettista di autoveicoli la possibilità di eliminare o ridurre al minimo le esigenze del cambio di velocità e di realizzare un legame tra motore e ruote assai simile, come caratteristiche di impiego, a quello noto attualmente come fluid-drive

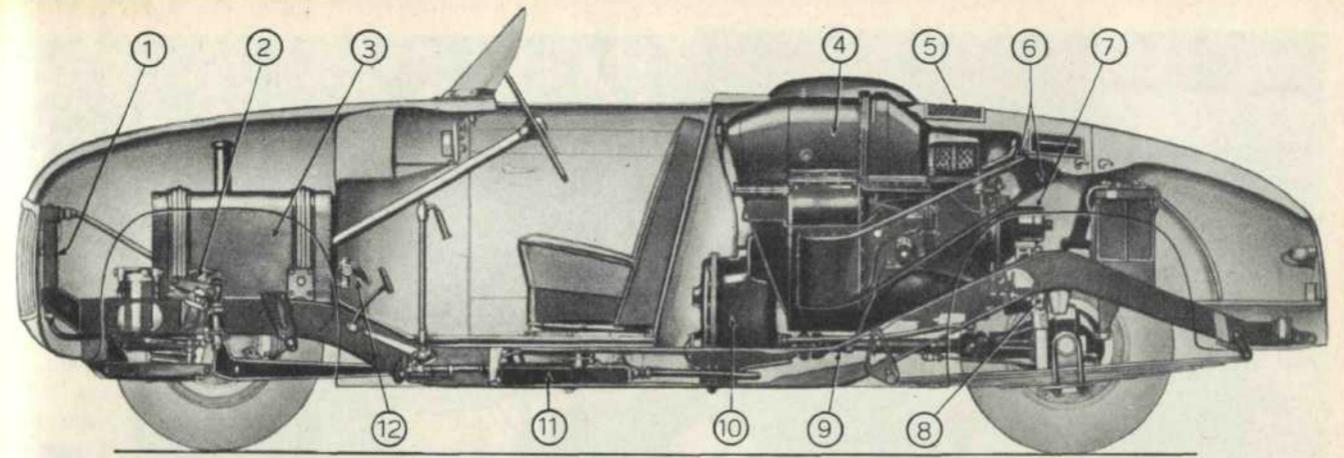


Fig. 18 - Sezione della vettura Rover.

1. Radiatore olio — 2. Pompa elettrica d'avviamento — 3. Serbatoio combustibile — 4. Turbomotore T8 — 5. Presa d'aria — 6. Condotto di scarico — 7. Motore d'avviamento — 8. Comando tachimetro — 9. Albero di trasmissione — 10. Cambio di velocità — 11. Serbatoio olio — 12. Pedale acceleratore

(cioè ottenere dal solo turbomotore quello che normalmente si ottiene con motore a stantuffi e convertitore).

Questa innegabile brillante caratteristica ha certamente servito a mettere in ombra alcuni punti negativi quali:

- l'impossibilità di impiegare il motore come freno, a meno di ricorrere a soluzioni complicate;
- la maggior complicazione costruttiva derivante dalla necessità di sopportare due alberi ruotanti ad alta velocità e di realizzare due gruppi di ruotismi per ridurre i numeri di giri.

D'altra parte il motore senza turbina motrice, pur avendo a suo favore il vantaggio di una maggior semplicità costruttiva e la capacità di frenatura, trova per il momento la strada chiusa dalla cattiva caratteristica di coppia.

È certo però che se con tale motore si riuscirà ad ottenere una curva di coppia avente andamento simile a quella degli attuali motori a stantuffi, esso avrà delle possibilità per competere con il motore a turbina motrice. E la decisione a favore di una piuttosto che dell'altra soluzione dipenderà allora dal costo del completo gruppo propulsore comprendente tutto il complesso da cui viene trasmessa la

Fig. 19 - Curve di accelerazione di tre tipi di vettura.

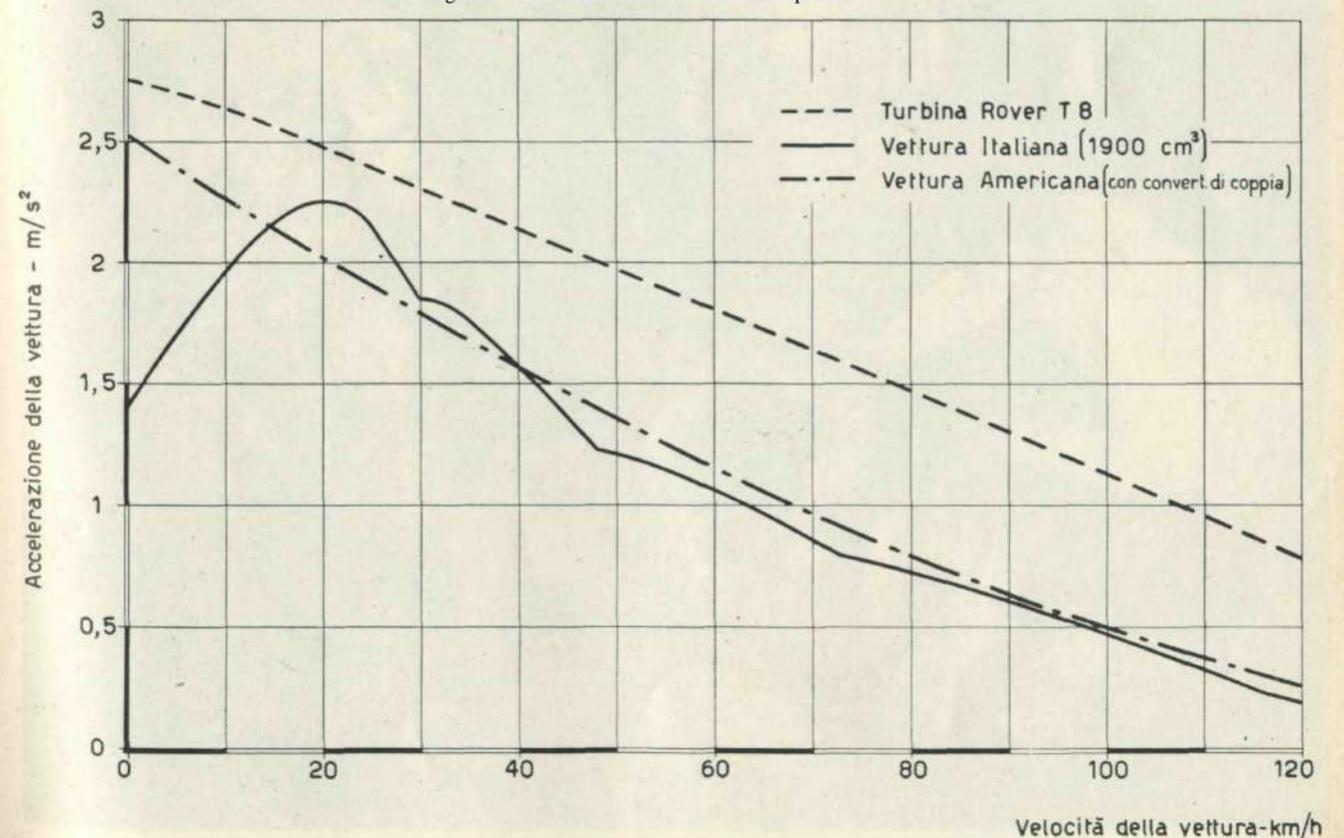




Fig. 20 - Autocarro Kenworth azionato da un turbomotore Boeing 502.

potenza incluso, per il tipo (B), il cambio di velocità.

Possiamo ora riassumere in un breve elenco quali sono i punti principali positivi e negativi rivelati durante le prove svolte su strada.

I vantaggi sono:

1) Grande facilità di avviamento in qualsiasi condizione e messa in carico immediata, qualità

questa veramente importante sotto tutti i punti di vista.

2) Assenza di impianti di raffreddamento (necessari per i motori a stantuffi).

3) Peso ed ingombro ridotti. Questo vantaggio è attualmente forte perchè i motori non sono muniti di scambiatore di calore: resta a vedere se la soluzione tecnica e costruttiva che permetterà l'aggiunta

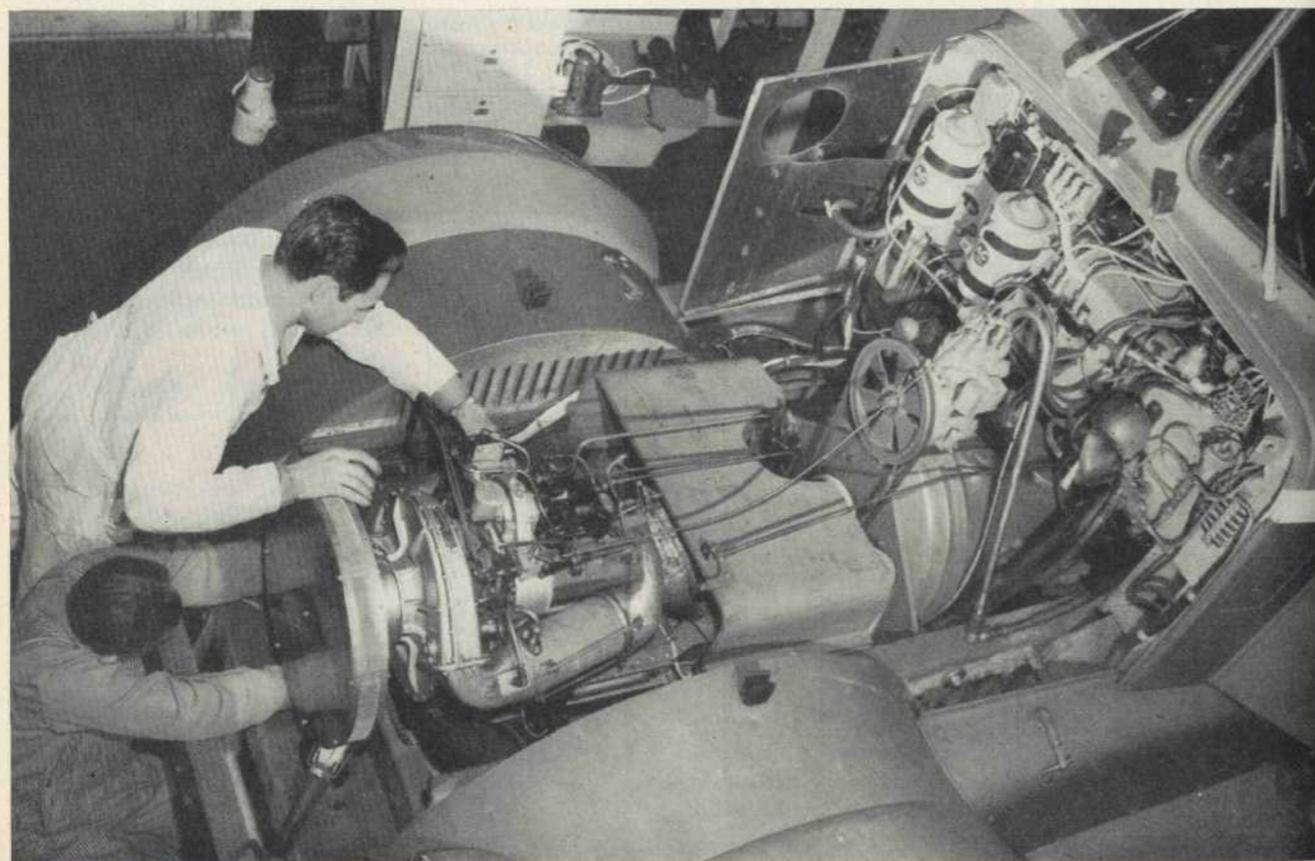


Fig. 21 - Turbomotore Boeing 502 installato su autocarro Kenworth.

di questo apparecchio manterrà ancora al turbomotore questo vantaggio rispetto al motore a stantuffi: perderà in ogni caso quello della semplicità.

4) Possibilità di usare combustibili meno pregiati della benzina.

5) Relativa facilità di manutenzione, intesa sia come semplicità di montaggio e smontaggio delle varie parti, sia come effettiva riduzione del lavoro di manutenzione. Le riparazioni eseguite sul motore Boeing a prima vista possono impressionare se vengono paragonate a quelle che normalmente si devono eseguire su un motore Diesel da autocarro su una percorrenza di 25.000 km; occorre però tener presente che gli inconvenienti incontrati sono quelli inevitabili che si verificano nei periodi sperimentali.

Veniamo ora ai punti negativi:

1) Consumi assolutamente proibitivi siano essi considerati dal punto di vista economico come da quello dell'ingombro e peso dei serbatoi di combustibile necessari per assicurare sufficiente autonomia.

2) Mancanza di risposta immediata al comando del guidatore, per l'impossibilità di introdurre improvvisamente la massima quantità di combustibile sopportabile dal motore nelle condizioni di potenza massima, per non incorrere nei noti inconvenienti di eccessivo innalzamento di temperatura. Ciò è certamente grave specie nel campo delle vetture.

3) Difficoltà di silenziamento che però paiono superabili, benchè occorra tener presente che le esigenze di una vettura sono notevolmente diverse da quelle dei veicoli sperimentati finora.

Basta riflettere su questa rapida enunciazione per rendersi conto che le difficoltà da superare sono ancora molte anche senza tener conto di tutti i problemi che si riferiscono ai materiali e ai procedimenti tecnologici da adottarsi per ottenere dei costi di produzione che possano competere con quelli degli autoveicoli muniti di motori a stantuffi.

In definitiva, la soluzione del problema nel campo di potenze comprese tra 50 e 300 Cv è ancora legata alla soluzione dei seguenti problemi:

1) Realizzazione di macchine aerodinamiche (compressori e turbine) aventi rendimenti molto



Fig. 22 - Vettura Socema-Grégoire.

prossimi a quelli dei corrispondenti elementi di grandi dimensioni.

2) Ottenimento di prestazioni ai vari carichi del motore equivalenti a quelle degli attuali motori a stantuffo (ciò vale in particolare per i motori del tipo B).

3) Realizzazione di attrezzature e procedimenti tecnologici atti a portare i costi allo stesso livello di quelli degli attuali motori a stantuffo.

Questi tre punti sono tra di loro strettamente connessi, ma preponderante importanza hanno le voci 1) e 2) in quanto da esse dipende la possibilità di costruire un motore accettabile agli effetti impiego. Quando questo motore esisterà, il lavoro di affinamento e gli studi che saranno sviluppati in collaborazione con i tecnici della produzione in serie porteranno certamente a soluzioni costruttive e ad attrezzature tali da permettere una produzione poco costosa. Evidentemente prima di raggiungere questa meta si dovrà ancora svolgere un lavoro di ricerca, di prove, e di messa a punto non indifferente.

Si può quindi prevedere che prima di giungere alla soluzione definitiva l'evoluzione del motore a turbina di piccola potenza passerà con molta verosimiglianza attraverso i seguenti stadi:

1) immediata diffusione di turbomotori per installazioni fisse essenzialmente destinati agli impieghi militari con campi di potenza anche inferiori ai 100 Cv;

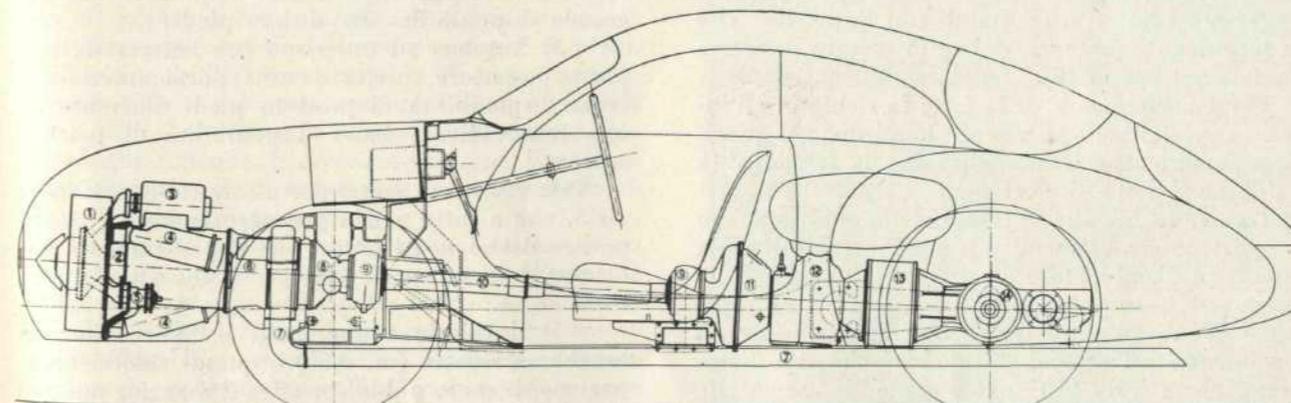


Fig. 23 - Sezione della vettura Socema-Grégoire.

1. Silenziatore filtro aria del compressore — 2. Compressore centrifugo — 3. Dinamotore — 4. Camere di combustione — 5. Pompa combustibile — 6. Turbina a gas — 7. Scarico gas — 8. Riduttore — 9. Giunti snodati — 10. Albero di trasmissione — 11. Freno Ferodo tipo 11L — 12. Cambio elettromagnetico Cotal tipo Mk — 13. Rallentatore elettromagnetico Telma tipo FP45 — 14. Ponte posteriore (rapporto 32/10).

2) applicazione successiva in ferrovia di turbomotori da 300 ÷ 500 Cv dove le esigenze di funzionamento e d'impiego in questo particolare campo dell'autotrazione e le possibilità d'installazione permetteranno la prima applicazione di scambiatori di calore ancora in fase embrionale;

3) applicazione di motori a turbina di 1004 ÷ 200 Cv nel campo degli autoveicoli industriali;

4) applicazione degli stessi motori su vetture da gran turismo.

Il preconizzare una ulteriore diffusione del pic-

colo turbomotore anche su vetture di grande produzione ci pare eccessivamente ardito poichè pensiamo che il motore a stantuffi non abbia ancora raggiunto un limite alla sua graduale semplificazione e quindi esso si batterà ancora per lungo tempo e vittoriosamente nel campo delle costruzioni economiche.

Dante Giacosa

Le Ditte citate nell'articolo, la « Society of Automotive Engineers » e la rivista « The Autocar » hanno gentilmente messo a disposizione tutto il materiale che compare nella documentazione.

Funzionalità degli autobus urbani: Soluzioni e tendenze

Dopo presentazione e discussione degli autobus urbani che più si sono affermati negli esercizi delle grandi città del continente europeo ed americano, si esaminano gli elementi che influiscono sulla loro funzionalità.

I resoconti della stampa specializzata, come pure molte memorie presentate all'ultimo Congresso dell'Unione Internazionale dei Trasporti Pubblici che si è svolto a Madrid nello scorso mese di Giugno, portano l'accento sulla difficile situazione del traffico urbano: tale fatto non è nuovo, esso è di tutti i tempi, in quanto fenomeno strettamente collegato all'inurbanamento delle città e ora, più che nel passato, esaltato dal continuo aumento della circolazione automobilistica (1).

Ovunque e in misura più o meno accentuata, le imprese che gestiscono i servizi di trasporto collettivo invocano soluzioni di varia natura, legate come sono alle condizioni locali: nuovi piani regolatori atti a dare alle città strade più ampie capaci di contenere la circolazione di un maggior numero di veicoli pubblici o privati, decentramento dei luoghi sede di affari e di svago, limitazione della circolazione delle automobili private nelle zone più congestionate o, in via subordinata, limitazioni di parcheggio a fianco dei marciapiedi, specie nelle strade ove più intenso è il passaggio di veicoli adibiti al trasporto pubblico.

Provvedimenti quindi di natura urbanistica: alcuni di costosa e comunque lenta realizzazione, altri capaci di determinare notevoli conflitti di interessi e pertanto adottati o adottabili con limitazioni che ne infirmano i vantaggi, del resto sempre di scarsa efficacia nel tempo (2).

Conseguentemente, si fa forte la richiesta all'industria specializzata di veicoli dotati di tutti quegli accorgimenti capaci di migliorarne la funzionalità e ridurre il costo di esercizio.

Lasciando ad altri l'esame delle soluzioni che comportano cambiamenti più o meno radicali nella situazione d'ambiente e di organizzazione, considereremo nel seguito quali debbono essere i requisiti funzionali di un autobus urbano impiegato in città con intenso traffico, del veicolo cioè che si è dimostrato, come è da tutti riconosciuto, il mezzo che meglio di qualunque altro può adattarsi alle esigenze dei grandi centri (3).

Se si considera che questa qualità è apprezzata

e sfruttata anche laddove esistono sistemi di trasporto sotterranei di massa, in quanto la sede naturale delle attività umane è la strada, si può essere certi che, anche in futuro e per lungo tempo, l'autobus manterrà la sua posizione di predominio nei servizi di trasporto collettivo.

Nel citato congresso dell'Unione Internazionale dei Trasporti Pubblici, molto si è discusso sull'insieme delle caratteristiche che si richiedono ad un autobus, sulle quali vari relatori hanno espresso il proprio punto di vista come maturato dalla personale esperienza in ambienti necessariamente diversi per abitudini di vita dei cittadini, capacità di strade e, perchè no, di mentalità.

È logico quindi che le conclusioni su quello che deve essere l'aspetto funzionale del veicolo non potevano essere le stesse, tanto che si è affermata di volta in volta la superiorità di:

1) Autobus a due piani con entrata e uscita da un solo vano e grande disponibilità di soli posti a sedere, oltre ai quali è tollerato un ridottissimo numero di viaggiatori in piedi;

2) Autobus ad un solo piano di grande lunghezza con entrata anteriore e uscita da una porta posteriore, situata poco oltre la metà lunghezza del veicolo, con larga disponibilità di posti a sedere e grande disponibilità di posti in piedi;

3) Autobus ad un piano con entrata da una porta posteriore, uscita da una porta anteriore e larga disponibilità di posti in piedi di fronte ad una relativamente bassa disponibilità di posti a sedere.

Tale varietà di mezzi per assolvere lo stesso servizio, che a tutta prima può sorprendere, è conseguenza dei seguenti fattori che rispettivamente per ognuna delle categorie indicate si possono elencare come segue:

1) Il veicolo a due piani è l'unico che con lunghezza ridotta (m. 8,50) e quindi ridotta occupazione di suolo pubblico, offre il maggior numero di posti a sedere; è l'autobus necessario alle città con intenso affollamento delle strade relativamente strette e spesso tortuose, ove i cittadini non rinun-