

# RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

DA PAGINA 223 A PAGINA 258 SONO RACCOLTE MEMORIE ATTINENTI ALLE **FRENATURE** PRESENTATE ALLA «GIORNATA DI STUDIO SUI PROBLEMI DELLA FRENATURA» (Torino maggio 1961)

Altre memorie verranno pubblicate sul fascicolo di agosto (da pag. 259 a pag. 290)

## SISTEMI FRENANTI

VITTORIO ZIGNOLI esamina, tra i diversi sistemi frenanti, quelli che più si attagliano all'autoveicolo: i vari tipi di freni d'arresto, di freni regolatori della velocità, fino al caso limite dei freni d'urto.

La frenatura ha il compito di introdurre nel complesso delle forze cui è soggetto un veicolo una forza ritardatrice.

Si distinguono freni d'arresto e freni regolatori della velocità.

In realtà il freno regolatore di velocità, al limite, diventa un freno d'arresto.

Fra i freni d'arresto, al limite, si possono comprendere anche i freni d'urto.

Caratteristiche funzionali diverse distinguono in pratica questi vari tipi di freni.

Per limitare questo rapido esame sui sistemi frenanti a quelli che più si attagliano all'autoveicolo, si può ricordare che la legge fondamentale della meccanica, applicata al caso più generale di un veicolo in moto su di un percorso non orizzontale, per le proiezioni delle forze in gioco sulla tangente istantanea della traiettoria, detti:

$F$  la forza frenante in kg;

$P$  il peso del veicolo in kg;

$f$  il coefficiente totale d'attrito su strada comprendente la resistenza di rotolamento e quella dipendente dai cuscinetti;

$a$  l'angolo della tangente istantanea alla traiettoria rispetto all'orizzontale;

$k$  un coefficiente aerodinamico;

$S$  la sezione maestra del veicolo in  $m^2$ ;

$v$  la velocità variabile in  $m/sec$ ;

$v_0$  la velocità iniziale.

$$m = b \frac{P}{g}$$

la massa del veicolo ivi compresa l'influenza delle masse rotanti me-

diante il coefficiente  $b > 1$  e, di solito, attorno a  $b \approx 1,08$  offre la

$$F + f P \cos a + k S v^2 \pm P \sin a = m \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

Ma

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \frac{dv^2}{dx}$$

e, separando le variabili,

$$dx = \frac{m}{2} \frac{dv^2}{F + f P \cos a \pm P \sin a + k S v^2}$$

e integrando

$$\frac{m}{2 k S} \text{Log} (F + f P \cos a \pm P \sin a + k S v^2) = x + C \quad (2)$$

per  $v = v_0$ , velocità iniziale,  $x = 0$  e  $C$  resta fissato;

per  $v = 0$ , velocità finale, d'arresto  $x = s$  percorso di frenatura.

*Freni d'arresto.*

Qui si ammette in prima approssimazione che  $F$ ,  $f$ ,  $a$  e  $k$  siano indipendenti da  $v$ , il che non è, ma le leggi di variazione sono così complesse e imperfettamente note che conviene introdurre valori medi di caso in caso accettabili, salvo approfondire la ricerca in casi particolari.

Però la relazione (2) ci permette già di fissare alcune caratteristiche fondamentali del problema.

È possibile ridurre la distanza  $x$  necessaria per passare dalla velocità  $v_0$ , iniziale, a quella  $v_1$  finale, inferiore, agendo:

— su  $F$ . Abbiamo però qui una prima limitazione;  $F$  non deve

superare il valore  $f_a P_f \cos a$  corrispondente all'aderenza limite delle ruote frenate, cui corrisponde il peso frenato  $P_f$ , sotto pena di passare dallo scivolamento differenziale a quello totale, con pericolo di notevole diminuzione del coefficiente d'attrito fra ruota bloccata e terreno e ancor più di perdere il dominio della guida.

In questo caso quindi un aumento di  $F$  è possibile soltanto se si può aumentare il coefficiente di aderenza limite  $f_a$ , il che cercano di fare i costruttori di pneumatici studiando appositamente il battistrada.

Ma un'altra limitazione subito appare e dipende dalla durata della frenatura, dalle caratteristiche del freno e dal valore di  $F$ , ed è data dalla possibilità che ha il freno di assorbire e dissipare la energia suscitata dalla frenatura e che per un percorso  $s$  vale

$$\int_0^s F dx$$

Questa energia è generalmente trasformata in calore, in parte assorbito dal freno e dalle masse circoscriventi, in parte ceduto all'aria attraverso opportune aletture.

Le calorie equivalenti sono

$$Q = \frac{1}{425} \int_0^s F dx$$

— su motore. Il motore può, con la chiusura dell'ammissione del carburante, essere trascinato, allora non soltanto il suo funzionamento come pompa, in parte aspirante e in parte premente, può agire da freno, ma a tale resistenza si sommano tutte quelle

che si oppongono a trasmettere l'azione motrice, ora partente dalle ruote, all'albero motore, cioè le resistenze passive del differenziale e del cambio. È noto che questa azione, utilizzata soprattutto per regolare la velocità di discesa, può essere aumentata in vari modi.

— *sulla  $fP \cos a$* . Però la resistenza al moto di questo tipo non può essere aumentata con dispositivi meccanici, salvo applicare anche alle auto le sabbie utilizzate per le locomotive. L'aumento è però spesso ottenuto agendo dall'esterno, cioè spargendo sabbia sulle strade scivolose, come si opera di solito nelle autostrade sui tratti gelati.

Sarebbe però possibile aumentare notevolmente, in caso d'urgenza, la resistenza al moto fra veicolo e strada facendo cadere di colpo dal veicolo sulla strada una spazzola spinta da molla e capace di costituire una resistenza strisciante addizionale.

L'opportuna inclinazione della leva portaspazzola potrebbe aumentare notevolmente, mediante la componente verticale, la pressione della spazzola sul terreno, valendosi della stessa forza d'inerzia per comandare la frenatura.

Un sistema del genere è stato sperimentato con buoni risultati su veicoli speciali destinati a muoversi su terreno ghiacciato.

— *sulla resistenza dell'aria*. È possibile aumentare l'efficacia frenante aumentando il prodotto  $kS$ .

Questo sistema, molto usato in aviazione, non ha avuto finora applicazioni notevoli all'automobile, salvo in qualche caso alle auto da competizione, ad esempio alle ultime Mercedes da corsa.

La frenatura di questo tipo ha il grande vantaggio di agire su di un elemento esterno al veicolo che non influenza l'aderenza, anzi può aumentarla se le superficie addizionali retrattili  $dS$  sono disposte in modo da fornire una componente attiva contro il terreno.

Altro vantaggio non trascurabile è dovuto al raffreddamento automatico di questo freno pneumatico a mezzo della stessa corrente d'aria che lo investe.

Disgraziatamente questa resistenza è proporzionale a  $v^2$  ed è

quindi molto attiva soltanto alle alte velocità.

Però aggiungendo all'azione delle superficie addizionali  $dS$ , quella dipendente dall'aumento del coefficiente  $k$ , l'azione totale può risultare molto energica, come si ottiene in aviazione mediante il paracadute orizzontale per ridurre la  $s$  degli aerei supersonici che atterrano su di una portaerei.

La via di frenatura  $s$  per le vetture veloci potrebbe essere notevolmente ridotta in caso d'urgenza con questo sistema, senza compromettere l'aderenza e la stabilità della guida.

È facile però dimostrare che il freno ad aria dovrà sempre essere completato da un freno di arresto perché, almeno in teoria, la sola resistenza dell'aria porterebbe a percorsi di frenatura infiniti.

Infatti dalla (1) ponendo le altre resistenze

$$F + fP \cos a \pm P \sin a = 0$$

si ottiene

$$k S v^2 dx = \frac{m}{2} dv^2$$

e poichè

$$dv^2 = 2 v dv$$

risulta

$$dx = \frac{m}{k S} \frac{dv}{v}$$

che integrata fra  $v_0$  e  $v_1$  fornisce

$$x = \frac{m}{k S} \text{Log} \frac{v_0}{v_1}$$

e per l'arresto, tenendo  $v_1$  a zero,  $\text{Log} \frac{v_0}{v_1}$  tende, come  $s$ , all'infinito.

*Freni regolatori della velocità.*

Per i freni regolatori della velocità dovrebbe essere  $v = \text{costante}$  per cui  $dv/dt = 0$ .

In tal caso la  $F + fP \cos a + k S v^2 \pm P \sin a = 0$  ci dice che

$$F = \pm P \sin a - fP \cos a - k S v^2$$

La  $F$  diventa positiva soltanto se  $P \sin a > fP \cos a + k S v^2$  in caso contrario, essendo negativa, corrisponde ad una fornitura di energia non ad una frenatura.

Il freno più correntemente usato per regolare la velocità nelle lunghe discese è lo stesso motore, la cui azione largamente sufficiente di solito per le autovetture, risulta troppo esigua talvolta per gli autocarri pesanti su forti pendenze.

È infatti noto che la potenza assorbita dal motore trascinato a vuoto è attorno a 1/3 di quella massima che egli può dare alla stessa velocità. È ben vero che alla resistenza del motore si sommano, come già detto, tutte quelle dovute alle catene cinematiche interposte fra ruote e albero a gomito, ma siccome appunto per questo nei casi più difficili si ricorre alle velocità più basse del cambio, il motore, dalla componente attiva della gravità, può essere trascinato a velocità troppo superiori a quella massima normale con pericolo di rotture per l'aggravarsi delle forze d'inerzia e di quelle centrifughe degli organi in moto.

L'azione frenante del motore può essere aumentata con discreta facilità, per i Diesel degli autocarri, chiudendo semplicemente lo scappamento, come si usa in Svizzera adottando, ad esempio, il dispositivo Westinghouse, meno semplicemente trasformando il motore in compressore agendo sulle camme delle valvole di scarico come operavano, ad esempio la Sauerer e la Krupp-Südwerke per gli autocarri pesanti.

Quest'ultimo sistema non ha ancora forse sfruttato tutte le possibilità che gli si offrono e che possono diventare interessanti data la tendenza ad utilizzare i trafori montani, che implicano sempre lunghi percorsi in discesa, per i traffici internazionali di merci.

Gli stessi freni di arresto si possono utilizzare anche come regolatori di velocità entro i limiti permessi dal loro riscaldamento, per limitare il quale si è proposto di usare l'acqua del radiatore per raffreddarli, però, quasi sempre in tal caso si utilizza un freno a dischi speciale in più, montato sulla trasmissione come, ad esempio, il Westral. L'acqua di circolazione in questi casi è sufficiente per dissipare il calore prodotto fino a pendenze del 17 % e, in inverno, anche fino al 20 %.

Più recentemente freni analoghi, ma senza consumo di guarnizioni, sono stati utilizzati, sempre sfruttando l'acqua di circolazione entro un freno del tipo Froude.

In altri dispositivi, invece che alla frenatura idraulica, si ricorre a quella elettrica basata sulle correnti di Foucauld.

Questi freni che funzionano soddisfacentemente, hanno però tutti un certo peso, per cui, adottandoli, è necessario ridurre il carico utile degli autocarri o il numero dei passeggeri degli autobus. Poichè essi servono per le strade montane ove il motore è già sottoposto a dura prova per le notevoli pendenze, malgrado gli innegabili vantaggi soprattutto per la riduzione dei costi della manutenzione e dei ricambi, l'aggiunta di un peso morto non trascurabile è spesso poco apprezzato dagli utenti.

Con l'estensione dei trasporti merci montani sarebbe forse consigliabile studiare già nel progetto del veicolo la possibilità di utilizzare meglio la circolazione d'acqua e i freni esistenti, compreso quello costituito dal motore funzionante come compressore, per risolvere il problema della regolazione della velocità in discesa senza appesantire sensibilmente il veicolo.

*Freni d'urto.*

Quando la frenatura normale non è più sufficientemente energica per fermare il veicolo prima dell'impatto, e non è possibile usare dispositivi speciali d'urgenza come quelli rapidamente descritti, l'arresto avviene esclusivamente per l'urto del veicolo contro l'ostacolo.

Con l'aumento continuo della circolazione che intasa le strade, e con la velocità sempre crescente dei mezzi gommati, il problema, dell'urto e dei suoi effetti diventa sempre più importante.

Già si sono studiati dispositivi laterali di guardia (guard rails) capaci di arrestare un veicolo che esce di strada, reagendo elasticamente. Tali studi inizialmente limitati alla facoltà dell'ostacolo di sostenere l'urto elasticamente senza rompersi, hanno avuto recentemente lodevoli sviluppi intesi a determinare la forma più conveniente per ottenere che il veicolo venga respinto verso la corsia dal sistema di guardia.

Però, almeno per ora, i dispositivi del genere sono limitati a piccoli tratti delle vie più importanti mentre continuano a sussistere per la maggior parte delle strade ostacoli fissi contro i quali il veicolo che sbanda può cozzare.

Vi sono poi gli ostacoli mobili nella stessa direzione o nella direzione opposta, costituiti dagli stessi veicoli, che non si possono eliminare.

È quindi il caso di studiare le carrozzerie in modo da renderle sempre più adatte a ricevere urti, senza pericolo per le persone in esse racchiuse.

Il problema, notevolmente difficile, è già stato studiato ampiamente anche con ricerche speri-

mentali soprattutto in America, ma i costruttori americani hanno a disposizione pesi dei veicoli e robustezza di carrozzerie che più facilmente consentono di rendere il complesso meno sensibile all'urto.

Invece per le rapide e leggere costruzioni europee, specialmente per le piccole auto da turismo aventi carrozzerie con lamiere di piccolo spessore, il problema appare più complesso ma certo non insolubile, in quanto molte esperienze nel campo ferroviario e navale hanno dimostrato che non sempre la facoltà di resistere bene agli urti è caratteristica esclusiva delle strutture più rigide.

Anzi la tendenza attuale, in questo campo, è quella di creare nei punti più facilmente soggetti agli urti pericolosi, delle zone molto cedevoli che possano assorbire plasticamente il lavoro corrispondente alla forza viva da annullare.

Uno studio accurato di nuovi tipi di gusci per vetture leggere adatti per sopportare meglio gli urti contro altri veicoli sia per scontro che per investimento e contro ostacoli fissi come muri, scarpate, alberi, è in programma nell'Istituto dei Trasporti del Politecnico di Torino che ha già in costruzione un banco di prova adatto allo scopo.

Vittorio Zignoli

## Trasmissione per dispositivo di frenatura continuo ed automatico a tre sezioni conforme alle nuove disposizioni di legge

GIUSEPPE ALFIERI illustra un impianto di trasmissione per dispositivo di frenatura continuo ed automatico a tre sezioni.

Nella presente trattazione è illustrata la trasmissione per dispositivo di frenatura continuo ed automatico a tre sezioni in relazione alle leggi vigenti.

Il « Testo Unico delle norme sulla circolazione stradale » 15-6-1959 n. 393 e relativo « Regolamento di esecuzione » 30-6-1959 n. 420, stabiliscono i tipi e le caratteristiche dei dispositivi di freno continuo ed automatico degli autotreni e degli autoarticolati. Alcune prescrizioni erano già con-

template dalle leggi precedenti, e precisamente:

— organo di comando unico azionabile con manovra graduabile dal conducente dal proprio posto di guida (art. 273 Reg.);

— energia utilizzata diversa da quella propria del conducente, ma fornita da sorgente installata sulla motrice e collegata ad accumulatori posti nei singoli veicoli del complesso (art. 273 Reg.);

— frenatura automatica del veicolo rimorchiato distaccatosi dalla

motrice, senza annullare l'efficienza della frenatura della motrice stessa (art. 273 Reg.).

Le nuove disposizioni riguardanti i dispositivi di frenatura in generale ed il freno continuo in particolare, prescrivono inoltre:

1) tre dispositivi di frenatura: di servizio, di soccorso, di stazionamento (art. 42 T.U.), con possibilità di conglobamento di due di essi (art. 185 e art. 273 Reg.);

2) lo sdoppiamento del freno di servizio negli autoveicoli e filo-

veicoli di peso complessivo uguale o superiore ad 80 quintali (articolo 273 Reg.);

3) la rapidità d'azione frenante (art. 278 Reg.), per cui il tem-

**Freno continuo ed automatico a tre sezioni.**

Il freno continuo ed automatico a tre sezioni risponde pienamente alle prescrizioni di legge.

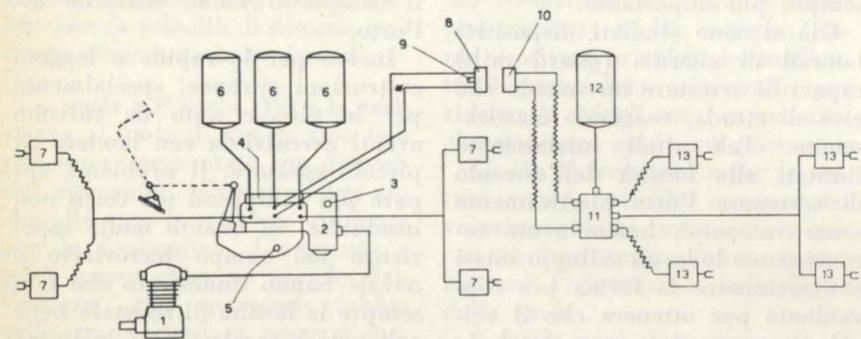


Fig. 1

po intercorrente tra l'inizio dell'azionamento del comando del dispositivo ed il raggiungimento del 90 % del valore della pressione nominale di esercizio nell'elemento operatore più ritardato dell'autoveicolo o del complesso di veicoli non deve superare 0,6 secondi;

4) la concomitanza dell'azione frenante di tutti i veicoli del complesso (art. 278 Reg.), per cui il raggiungimento del 90 % del valore della pressione nominale d'esercizio nell'elemento operatore più ritardato del veicolo rimorchiato deve avvenire in un tempo compreso tra 0,2 secondi di anticipo e 0,1 secondi di ritardo nei confronti dell'elemento operatore più ritardato del veicolo trattore;

5) la rispondenza alle prescrizioni di particolari tabelle di unificazione (art. 278 Reg. - norme CUNA NC 144-01, NC 040-10), e precisamente:

- regolazione della pressione entro 6 e 7,5 kg/cm<sup>2</sup>;
- autolimitazione della pressione massima di erogazione a 6 ± 0,25 kg/cm<sup>2</sup>;
- segnalazione al conducente dell'abbassamento della pressione di serbatoio al disotto di 4 ± 0,2 kg/cm<sup>2</sup>;
- segnalazione luminosa della lampada stop prima che negli elementi frenanti venga raggiunta la pressione di 0,5 kg/cm<sup>2</sup>;
- curve di incremento delle pressioni comprese entro campi definiti.

Il dispositivo nel suo complesso — vedi schema fig. 1 — risulta costituito da:

- a) sulla motrice:
  - il compressore 1;
  - il gruppo regolatore-depuratore 2 a scarico automatico della condensa con segnalatore 3 di bassa pressione;
  - il distributore triplo 4 con interruttore 5 per comando lampada stop ed eventuale dispositivo freno motore;
  - tre serbatoi d'aria compressa 6;
  - gli elementi operatori 7;

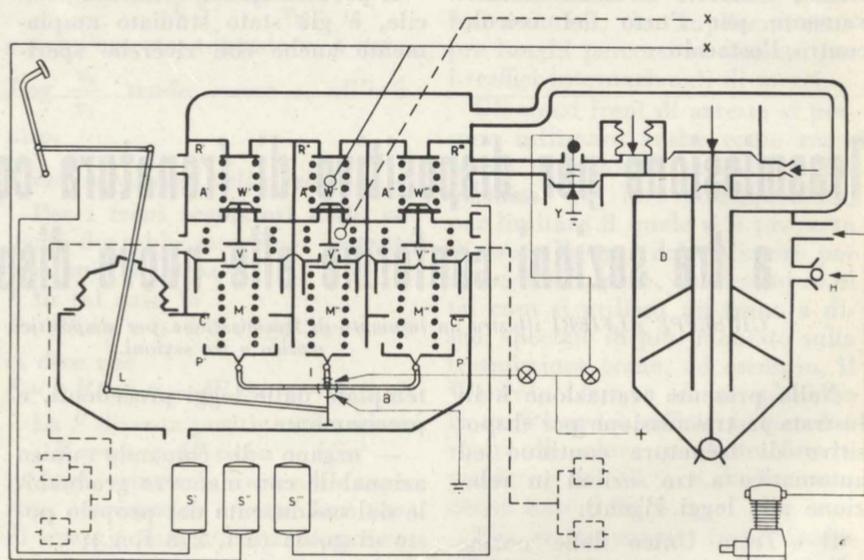


Fig. 2

— il semigiunto fisso d'accoppiamento 8 con interruttore 9 segnalazione distacco rimorchio.

b) sul rimorchio o semirimorchio:

- il semigiunto mobile d'accoppiamento 10;
- il servoautodistributore 11;
- il serbatoio d'aria compressa 12;
- gli elementi operatori 13.

Gli elementi operatori della motrice possono essere cilindri pneumatici — come schematizzato — oppure convertitori pneidraulici. Gli apparecchi fondamentali del dispositivo sono: sulla motrice, il distributore triplo e, sul rimorchio, il servoautodistributore.

Il distributore triplo, fig. 2, è costituito essenzialmente da tre distributori affiancati azionati da un unico comando meccanico. Lo sforzo esercitato sul comando si distribuisce sui tre distributori: direttamente sul distributore centrale, in modo geometricamente equilibrato, tramite un bilanciante, sui due distributori laterali.

Dei distributori laterali uno provvede a modulare la pressione negli elementi frenanti dell'asse anteriore — ed eventualmente anche del terzo asse — della motrice; l'altro negli elementi frenanti dell'asse posteriore; il distributore centrale modula la pressione nel servoautodistributore del rimorchio, tramite il giunto di accoppiamento.

Il circuito pneumatico è suddiviso in tre sezioni completamente indipendenti; ogni sezione è infatti dotata di valvola di ritenuta R e l'aria proveniente dal com-

pressore, depurata e regolata dal regolatore-depuratore D, entra nelle camere di alimentazione A dei distributori, collegate ciascuna ad un serbatoio S.

La leva L, azionata ad una estremità dal comando, porta all'altra estremità un alloggiamento per il puntale della molla M'' di regolazione del distributore centrale, ed un perno a rullini sul quale è montato il bilanciante B sulle due estremità del quale sono alloggiati i puntali delle molle M' e M''' di regolazione dei distributori laterali. Con questa disposizione si ottiene la perfetta equilibratura della pressione dell'aria negli elementi operatori della motrice e la possibilità di definire le caratteristiche di funzionamento del distributore centrale, che alimenta il servoautodistributore del rimorchio, in modo da assicurare la concomitanza, con l'anticipo o il ritardo ammesso dalle prescrizioni di legge, dell'azione frenante del rimorchio rispetto a quella della motrice. In particolare può essere ottenuto un anticipo della chiusura della valvola di scarico V'' e dell'apertura della valvola di immissione W'' del distributore centrale rispetto ai distributori laterali; tale anticipo consente di attivare il servoautodistri-

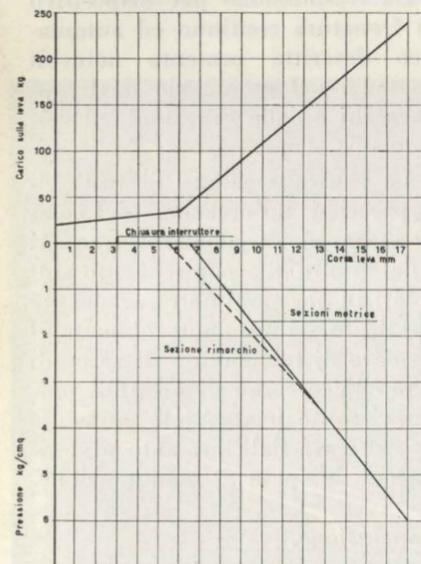


Fig. 3

butore del rimorchio, vincendone l'insensibilità iniziale dovuta agli attriti delle guarnizioni degli stantuffi e alla contropressione dell'aria sulla valvola di immissione,

contemporaneamente o con lieve anticipo rispetto ai distributori delle due sezioni della motrice. La molla di regolazione M'' ha caratteristica tale che, procedendo

gazione dell'aria compressa agli elementi operatori.

Il regolatore-depuratore D, che è parte integrante del distributore triplo, provvede a mantenere la

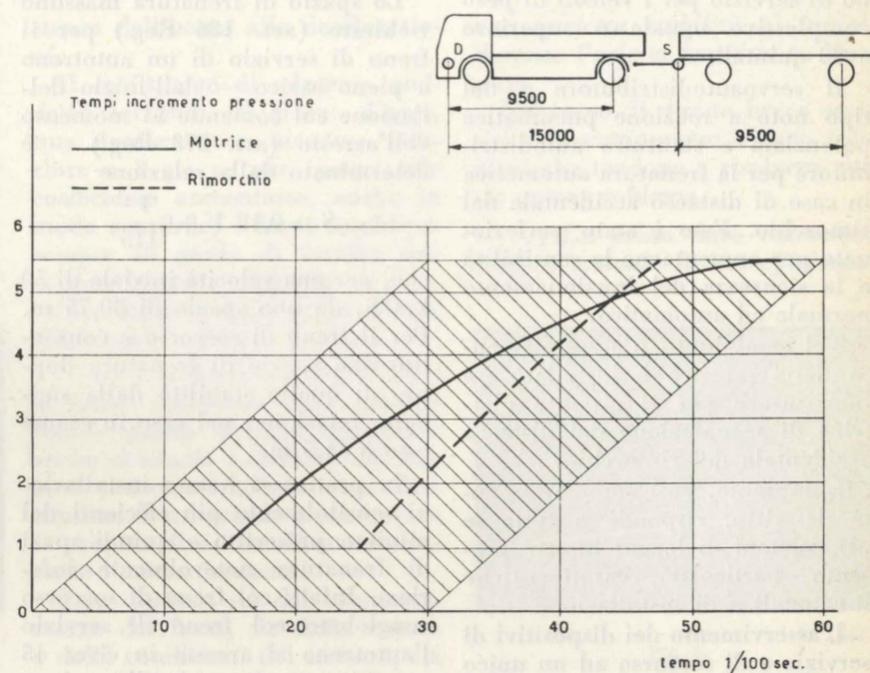


Fig. 4

nell'azione di frenatura, l'anticipo iniziale viene gradualmente ridotto in modo da avere una completa equilibratura delle tre sezioni per le pressioni più elevate.

L'erogazione massima nelle tre sezioni è autolimitata a 6 kg/cm<sup>2</sup> perchè la corsa dei piattelli P è limitata dai contrasti C ricavati sul corpo dell'apparecchio in modo che, indipendentemente dallo sforzo esercitato sulla leva L, il carico delle molle di regolazione M' e M''' dei distributori laterali ed M'' del distributore centrale viene limitato al valore corrispondente alla pressione di autolimitazione.

Nella fig. 3 è riportato il diagramma corsa-carichi-pressioni relativo al distributore a tre sezioni.

Nell'apparecchio è incorporato l'interruttore I per il circuito elettrico della lampada stop e per l'eventuale comando del dispositivo freno motore.

Esso è azionato meccanicamente dal bilanciante B in modo da risultare chiuso subito all'inizio dello spostamento della leva L segnalando l'azione frenante con anticipo rispetto all'inizio dell'ero-

pressione di alimentazione del distributore tra 6 e 7,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Inoltre è provvisto di dispositivi atti a separare la condensa e le impurità trascinate dall'aria proveniente dal compressore, depositandole sul fondo di una seconda camera di raccolta munita di valvola di scarico. Lo scarico della condensa avviene automaticamente ogni volta che il compressore viene messo in marcia a vuoto, assicurando così un costante ed efficace spurgo del circuito pneumatico.

Sull'apparecchio è montato l'interruttore Y per il circuito elettrico della lampada di segnalazione di bassa pressione. L'interruttore risulta chiuso quando la pressione è al disotto di 4 kg/cm<sup>2</sup>. Inoltre vi è la valvola di sicurezza H.

La caratteristica fondamentale dell'apparecchio — e dell'impianto — è quella di disporre di tre circuiti pneumatici del tutto indipendenti per cui qualsiasi rottura delle tubazioni o avaria degli elementi di un circuito consente sempre di avere gli altri due circuiti in piena efficienza.

In tal modo è possibile, ai sensi

dell'art. 273 del Reg., conglobare i dispositivi di frenatura di servizio e di soccorso e viene contemporaneamente rispettata la norma relativa allo sdoppiamento del freno di servizio per i veicoli di peso complessivo uguale o superiore a 80 quintali.

Il servoautodistributore è del tipo noto a reazione pneumatica potenziata e stantuffo autodistributore per la frenatura automatica in caso di distacco accidentale del rimorchio. Esso è stato perfezionato per aumentarne la sensibilità e la sicurezza del funzionamento normale ed automatico.

Nel semigiunto d'accoppiamento della motrice è installato un interruttore per il circuito elettrico di segnalazione del distacco accidentale del rimorchio.

L'impianto, così sommariamente descritto, risponde a tutte le disposizioni di legge; inoltre presenta particolari caratteristiche funzionali e di installazione.

L'asservimento dei dispositivi di servizio e di soccorso ad un unico comando offre le maggiori garanzie di sicurezza in quanto, in caso di avaria in uno dei dispositivi, l'altro entra immediatamente in azione, anzi è già in azione, senza sottoporre il conducente a un lavoro mentale e ad ulteriori manovre richiedenti l'impiego di un tempo che, anche se limitato, permette al veicolo di percorrere uno spazio il cui valore può essere determinante in caso di imminente pericolo.

Il conducente, nel caso di un dispositivo di freno di soccorso a comando separato, può azionare tale dispositivo soltanto dopo aver avuto la percezione dell'inefficienza del freno di servizio, dopo aver coordinato stimoli e riflessi e dopo aver fatto i movimenti necessari per raggiungere ed azionare il comando del freno di soccorso.

Tenendo conto che deve essere azionato un comando di impiego eccezionale e perciò non abituale, la percezione (0,6 sec.), il coordinamento (0,4 ÷ 0,6 sec.), i movimenti e l'azionamento del dispositivo di soccorso (0,8 ÷ 1 sec.) richiedono un tempo che può facilmente raggiungere il valore di due secondi, durante i quali un autotreno che abbia ad esempio una velocità di 50 km/h percorre cir-

ca 28 m; spazio che in pratica risulta pressochè sufficiente ad arrestare il veicolo anche se una parte del dispositivo di frenatura è inefficiente.

Lo spazio di frenatura massimo richiesto (art. 186 Reg.) per il freno di servizio di un autotreno a pieno carico — dall'inizio dell'azione sul comando al momento dell'arresto (art. 273 Reg.) — è determinato dalla relazione

$$S = 0,18 V + \frac{V^2}{115}$$

che, per una velocità iniziale di 50 km/h, dà uno spazio di 30,75 m. Per il freno di soccorso è consentito uno spazio di frenatura doppio di quello stabilito dalla suddetta relazione; nel caso in esame esso è 61,5 m.

In pratica si hanno installazioni sensibilmente più efficienti del minimo prescritto e quindi spazi di frenatura notevolmente inferiori. Infatti col freno di soccorso conglobato col freno di servizio l'autotreno si arresta in circa 45 metri in caso di avaria alla sezione del rimorchio, e in 30 ÷ 32 m qualora l'avaria interessi una delle sezioni della motrice.

Come si vede questo spazio è di poco superiore a quello che percorrerebbe il veicolo a due comandi separati prima dell'attivazione del freno di soccorso.

La suddivisione dell'impianto in tre sezioni consente una maggior rapidità d'azione nei singoli elementi operatori, in particolare di quelli del rimorchio perchè la sezione del distributore triplo che aziona il servo-autodistributore del rimorchio deve alimentare unicamente il volume molto piccolo del cilindro del servodistributore, e ciò richiede un tempo brevissimo, anche se si tiene conto della sensibile lunghezza delle tubazioni. Viene così recuperato ampiamente il tempo morto dovuto alla insensibilità del servoautodistributore del rimorchio ed è assicurata la prescritta concomitanza del raggiungimento di pressioni analoghe in tutti gli elementi operatori dell'autotreno.

Il distributore triplo consente ulteriore possibilità di controllo e regolazione dell'entità della rapidità dell'azione frenante su uno o più assi rispetto agli altri, in

modo da ottenere gli anticipi desiderati con accorgimenti costruttivi della massima semplicità: opportuno proporzionamento delle sedi valvole di immissione e di scarico dei singoli distributori, opportuna scelta della flessibilità delle molle di regolazione, installazione di molle addizionali. Con accorgimenti altrettanto semplici si può graduare l'anticipo di una o più sezioni in modo che, dopo il raggiungimento di determinate pressioni, le pressioni nelle varie sezioni risultino uguali e aumentino quindi contemporaneamente.

Nella fig. 4 sono riportati i grafici della rapidità d'azione negli elementi frenanti più ritardati della motrice e del rimorchio di un autotreno.

I rilievi sono stati effettuati in laboratorio impiegando un oscillografo al centesimo di secondo, con possibilità di registrazione del tempo di manovra del distributore e dei tempi di incremento delle pressioni nei vari elementi operatori.

L'impianto di prova risulta costituito da: l'oscillografo registratore, gli interruttori manometrici, l'elemento operatore per l'azionamento del distributore dell'installazione, il rubinetto di comando.

La trasmissione per dispositivo di frenatura continuo ed automatico descritta presenta notevoli vantaggi nel montaggio degli apparecchi e delle tubazioni sul veicolo.

La centralizzazione di tutti gli apparecchi, ad eccezione del compressore, degli elementi frenanti e del giunto di accoppiamento vincolati in posizioni necessariamente obbligate, riduce notevolmente il numero di tubazioni e di raccordi e perciò le cause di possibili perdite; conseguentemente aumenta la sicurezza dell'impianto e si riducono le spese di manutenzione.

#### Conclusione.

L'impianto descritto rappresenta effettivamente un valido contributo alla sicurezza della circolazione da tutti auspicata, nonché un risparmio delle spese di installazione e d'esercizio.

Giuseppe Alfieri

# La frenatura degli automezzi

A. FURIA e P. BELTRAMO-CEPPI, illustrata la teoria relativa alle guarnizioni dei freni, descrivono i vari tipi di sistemi frenanti attualmente in uso per autoveicoli, nonché alcuni apparecchi di correzione e regolazione della frenatura.

## GENERALITÀ

La ricerca della sicurezza di marcia costituisce, al giorno d'oggi, la maggior preoccupazione di un Progettista di automobili: le doti del freno sono evidentemente gli elementi principali di tale sicurezza.

Analizziamo quindi le più im-

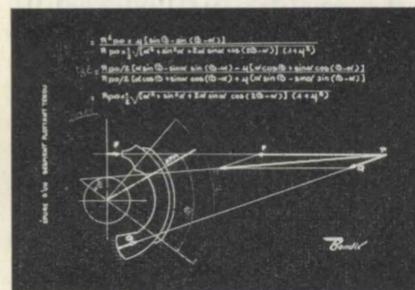


Fig. 1.

portanti caratteristiche di un freno:

a) Un freno deve innanzi tutto essere efficace; questa qualità è funzione dell'aderenza dei pneumatici al terreno ed è limitata, teoricamente, soltanto dalla resi-

stenza dell'uomo alle decelerazioni.

Il coefficiente di aderenza suddetto consente, al giorno d'oggi, una decelerazione massima inferiore a 1 g.; se per ipotesi tale coefficiente aumentasse, anche in modo sensibile, i freni sarebbero sempre in grado di fornire una coppia frenante adeguata.

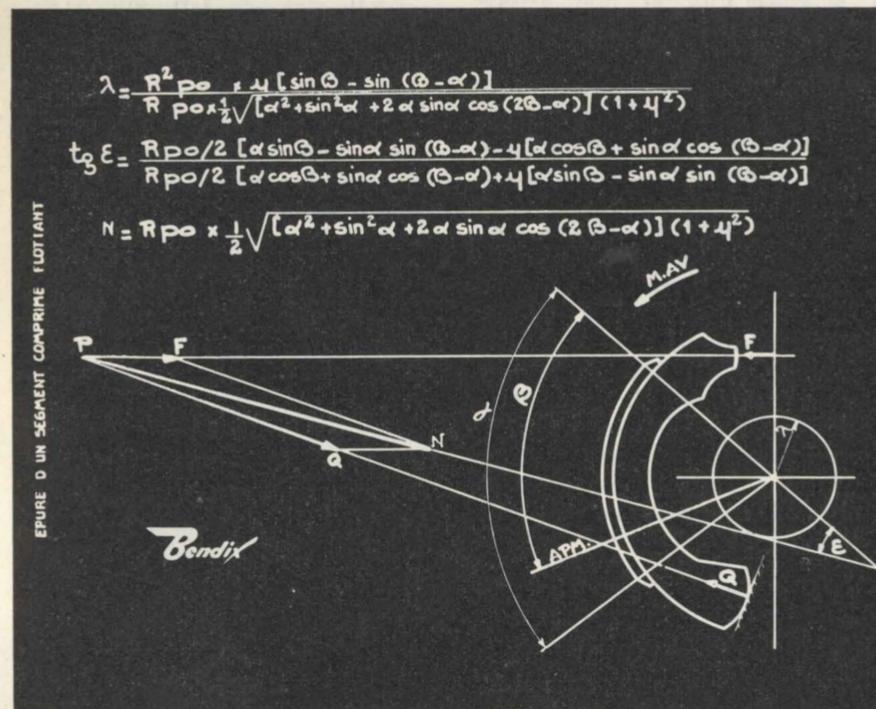
Non esiste quindi un problema relativo alla efficacia dei freni.

b) Un freno deve sempre avere la stessa efficienza sulle quattro ruote; questa qualità, che viene anche chiamata « stabilità del freno », può essere definita come l'attitudine di un veicolo a conservare la propria direzione di marcia durante l'azione frenante.

Essa dipende sia dal comportamento dei freni, sia dalla natura e dalle condizioni del terreno, sia infine dalla struttura e dalle caratteristiche di funzionalità del veicolo.

In questo campo c'è ancora molto da fare e si può affermare, senza timore di smentita, che il primo traguardo da raggiungere in futuro sarà quello di assicurare

Fig. 2.



una perfetta stabilità al veicolo durante l'azione frenante in linea retta.

Nel corso di questa breve esposizione esamineremo alcune soluzioni che tendono a risolvere questo grave problema.

c) Un freno deve mantenere sempre costante la sua efficienza:

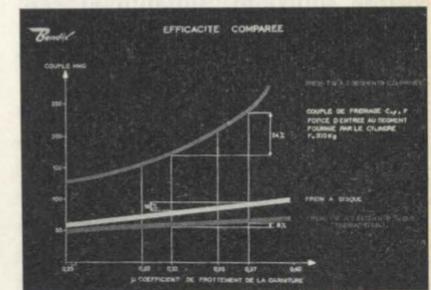


Fig. 3.

deve consentire cioè la stessa decelerazione, per uno sforzo frenante determinato, qualunque sia il peso e la natura del carico sul veicolo.

Molti fattori influiscono negativamente in questo campo, come per esempio la temperatura, gli agenti esterni (pioggia, neve, gelo, polvere, ecc.) il logorio degli organi frenanti ecc.; tale influenza negativa si traduce generalmente in una riduzione sensibile del coefficiente di attrito delle guarnizioni del freno.

È quindi della massima importanza studiare l'influenza delle variazioni del coefficiente di attrito sul comportamento dei freni.

d) Un freno deve essere infine poco stancante: ciò contribuisce a diminuire la fatica e la tensione nervosa del guidatore.

La progressività o moderabilità del freno, il non eccessivo sforzo sul pedale, una giusta corsa del pedale, la mancanza di rumori e di vibrazioni, sono tutti fattori che rendono il freno confortevole, ossia poco stancante.

Se si facesse astrazione dal fattore « costo », non sarebbe difficile trovare, per i precedenti paragrafi a), b), c) e d), delle solu-

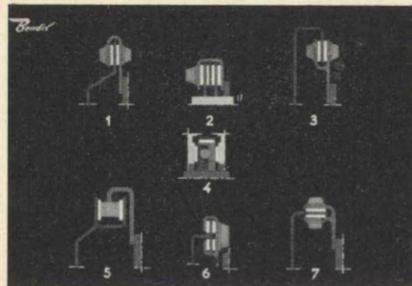


Fig. 4.

zioni che rappresenterebbero un reale progresso.

Se poi, si applicassero quelle costose soluzioni, soltanto ai veicoli di gran classe e di prezzo elevato, il miglioramento sarebbe relativo, perchè quegli stessi veicoli potrebbero essere coinvolti in incidenti provocati da altri veicoli meno pregiati.

Si è quindi portati a trovare delle soluzioni che possano essere applicate a qualunque veicolo; ciò determina la necessità di trovare delle soluzioni poco costose, adatte a produzioni di grande serie, senza che ne venga peggiorata la qualità.

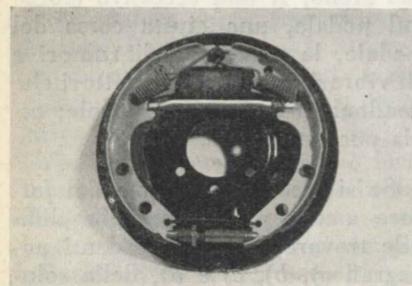
Per quanto possa sembrare discutibile e criticabile, si può asserire che i fattori « costo » e « sicurezza » sono strettamente legati tra di loro.

Abbiamo visto quanta importanza ha, per il Progettista dell'Automobile, la ricerca della sicurezza; ciò nonostante è facile che gli sfuggano molti elementi relativi al problema dei freni.

È tuttavia possibile, migliorare sensibilmente, le prestazioni attuali dei freni, mediante uno studio approfondito di tutto il sistema frenante e delle diverse realizzazioni.

Per ragioni di tempo e di spazio l'esame viene limitato a:

Fig. 5.



Freni propriamente detti;  
Apparecchi ausiliari ai freni (servofreni);

Apparecchi di correzione dei freni.

## I. - FRENI

Negli autoveicoli sono generalmente usati dei freni ad attrito, costituiti da una superficie che gira con le ruote, alle quali essa è fissata, e da uno o più segmenti di materiale di attrito che possono essere applicati in maniera diversa alla parte fissa del telaio.

Lo studio del comportamento dinamico della suddetta ganaschia, in funzione del coefficiente di attrito della guarnizione del freno, dà un'idea esatta del funzionamento del freno.

A) Breve richiamo della teoria relativa alle guarnizioni dei freni.

a) Ganaschia di freno a disco:

L'equilibrio del segmento di un freno a disco, è in prima approssimazione, sottoposto a leggi molto semplici: la coppia è una funzione lineare del coefficiente di attrito.

$C = \text{Coppia} = P \times R$  dove:

$P$  = Risultante normale delle forze applicate sul disco contro il segmento.

$R$  = Raggio di azione medio efficace della risultante  $P$ .

$\mu$  = Coefficiente di attrito tra la guarnizione frenante e il disco.

Da uno studio più approfondito, risulta che l'efficienza e l'efficacia di un freno a disco sono influenzate da diversi altri fattori, quali per esempio la velocità, la diversa consistenza della guarnizione frenante, la posizione ed il sistema di fissaggio dei segmenti frenanti, l'elasticità dei particolari che costituiscono tutto il sistema, ecc.

Esistono molti tipi di freni a disco ed è quindi difficile stabilire una regola generale che precisi il comportamento dei segmenti frenanti; ciò comporta la necessità di studiare più in dettaglio ogni tipo di freno a disco.

b) Ganaschia di freno a tamburo: (fig. 1).

Lo studio dinamico del funzionamento dei freni a tamburo si fa partendo dall'ipotesi che il tam-

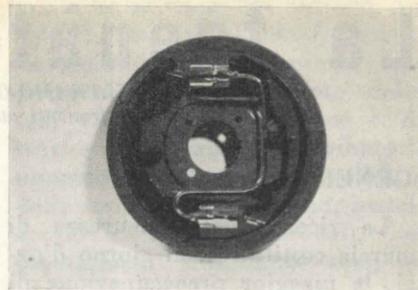


Fig. 6.

buro e le ganasce siano rigidi, non subiscano cioè nè cedimenti nè deformazioni.

La ganaschia sotto l'azione della forza  $F$  è portata a ruotare con il tamburo e genera sul punto di appoggio una reazione  $Q$ .

Queste due forze  $F$  e  $Q$  danno una risultante che è equilibrata dalla forza  $N$  tangente ad un cerchio concentrico al tamburo ed avente il raggio  $\lambda$ .

Affinché sia rispettato l'equilibrio del sistema, occorre non solo che la somma vettoriale delle forze sia nulla, ma che sia nulla anche la somma dei momenti.

Se si considerano i momenti delle forze  $F$ ,  $Q$  e  $N$  in rapporto al punto di appoggio della ganaschia, si ottiene la seguente formula:

$$N = F \times \frac{a}{b}$$

dove con  $(a)$  e  $(b)$  sono indicate le distanze delle forze  $N$  e  $F$  dal punto di appoggio della ganaschia.

Occorre notare che la distanza della forza  $F$  dal punto di appoggio è praticamente una costante di costruzione.

Per studiare il funzionamento della maggior parte dei freni a tamburo attuali, è sufficiente considerare due casi principali. È noto che quando, sotto l'azione della forza  $F$ , la ganaschia tende

Fig. 7.

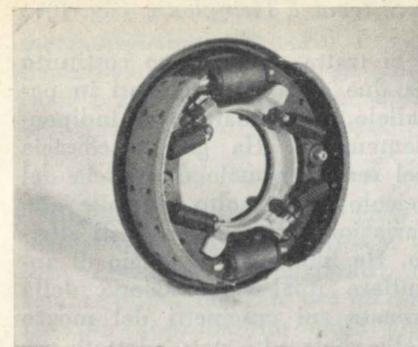
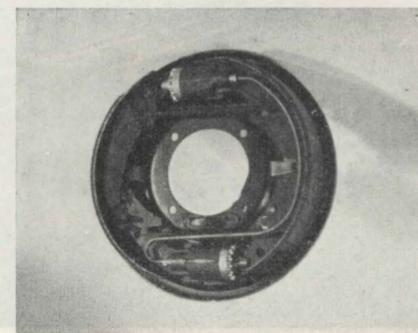


Fig. 8.

a spostarsi nel senso di rotazione del tamburo, la si definisce « ganaschia avvolgente »; al contrario se, sotto l'azione della forza  $F$ , la ganaschia tende a spostarsi nel senso contrario alla rotazione del tamburo, la si definisce « ganaschia svolgente ».

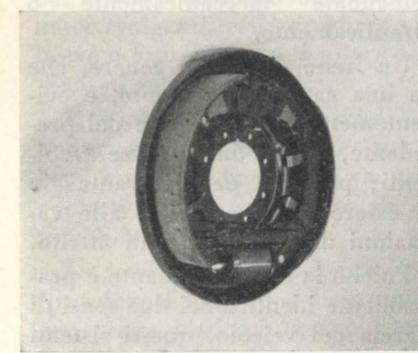
Ganaschia avvolgente (fig. 1):

Come già detto il valore della risultante  $N$  è direttamente proporzionale alla forza  $F$  ed inversamente proporzionale alla distanza tra  $N$  ed il punto di appoggio; si vede quindi che l'aumento del raggio  $\lambda$  (raggio del cerchio, concentrico al tamburo, di tangenza della forza  $N$ ) determina un aumento del valore di  $N$ .

La prima delle tre formule indicate nella fig. 1, che dà il valore di  $\lambda$ , dimostra che tale raggio è una funzione crescente del coefficiente di attrito  $\mu$  della guarnizione.

Poiché la coppia frenante è data dal prodotto di  $N \times \lambda$  è evidente che un piccolo aumento del coefficiente di attrito  $\mu$  determina un rilevante aumento non lineare della coppia.

Fig. 9.



Ganaschia svolgente (fig. 2):

Lo stesso ragionamento applicato ad una ganaschia svolgente; dimostra che anche un rilevante aumento del coefficiente di attrito determina soltanto un lieve aumento della coppia.

Infatti, poichè il valore della risultante  $N$  è inversamente proporzionale alla distanza che la separa dal punto di appoggio della ganaschia, qualunque aumento del coefficiente di attrito  $\mu$ , che provoca a sua volta un aumento del raggio  $\lambda$ , determina una diminuzione del valore di  $N$ .

La coppia, che è data dal prodotto di  $N \times \lambda$ , è praticamente una costante nell'intervallo dei valori normali del coefficiente di attrito delle guarnizioni del freno.

Curve caratteristiche dei segmenti di freno (fig. 3):

Indicando sull'asse delle ascisse i diversi valori del coefficiente di attrito delle guarnizioni per freno e su quello delle ordinate i valori della coppia frenante, ottenuti con i diversi tipi di ganaschia, è facile fare un raffronto tra le caratteristiche di ciascuna.

Queste curve sono state ottenute considerando dei freni aventi le stesse caratteristiche e le stesse dimensioni.

La curva più in alto si riferisce alle ganasce avvolgenti: essa dimostra che la loro efficacia è molto elevata, ma che esse sono grandemente influenzate da qualunque variazione del coefficiente di attrito (per esempio, per un aumento del coefficiente di attrito da 0,32 a 0,37, la coppia frenante aumenta del 34 %).

La curva intermedia si riferisce ad un segmento di freno a disco di un qualunque dei tipi che vengono considerati in seguito.

L'efficacia è indubbiamente minore del precedente, ma in compenso esso è molto meno sensibile alle variazioni del coefficiente di attrito (per esempio, per un aumento del coefficiente di attrito da 0,32 a 0,37, la coppia frenante aumenta soltanto del 16 %).

La curva in basso rappresenta infine il comportamento di una ganaschia svolgente; essa è leggermente meno efficace del segmento di freno a disco, ma è ancor meno sensibile alle variazioni del

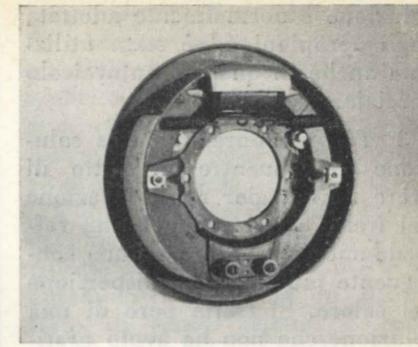


Fig. 10.

coefficiente di attrito (per la stessa variazione considerata in precedenza, da 0,32 a 0,37, la coppia cresce soltanto dell'8 %).

Come noto il coefficiente di attrito varia principalmente con la temperatura; per questa ragione il freno costituito da due ganasce svolgenti (il cui comportamento è rappresentato dalla curva più in basso del diagramma considerato in precedenza) è stato definito « termostabile », ossia poco influenzato dalla temperatura.

B) Principi schematici dei freni.

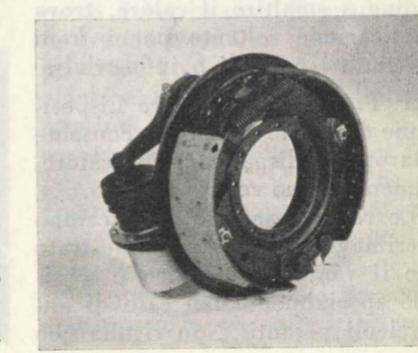
a) Freni a Disco (fig. 4):

I diversi tipi di freni a disco conosciuti, possono essere classificati in base alla forma e alla disposizione del disco stesso.

1° Tipo: il disco è unico ed è frenato da ambedue le parti con dei segmenti di materiale d'attrito. Questo è il tipo di freno che è stato adottato per quasi tutte le automobili munite di freni a disco, perchè rappresenta la soluzione di più facile realizzazione.

2° Tipo: allo scopo di aumentare l'efficacia del freno, quando si è vincolati nel diametro complessivo dello stesso, si ricorre all'impiego di diversi dischi. Questa

Fig. 11.



soluzione è normalmente adottata sugli aeroplani ed è stata utilizzata anche in qualche autoveicolo speciale.

3° *Tipo*: rappresenta una soluzione che, mentre permette di avere un maggior raggio d'azione del freno, consente anche un raffreddamento migliore ed una conseguente più completa dispersione del calore. Si tratta però di una soluzione che non ha avuto pratica attuazione, se non in campo sperimentale, a causa del suo elevato costo.

4° *Tipo*: si tratta di un freno combinato a nastro ed a disco. Esso è costituito da due superfici fisse e da due dischi di forma speciale, sui quali sono fissati i segmenti di attrito; uno di questi dischi è calettato all'albero delle ruote, mentre l'altro, per la sua speciale forma, può essere sotto-

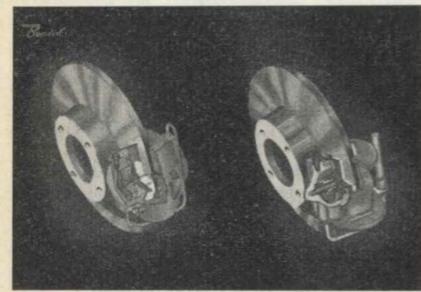


Fig. 12.

posto all'azione di un freno a nastro esterno.

L'intervento del freno a nastro, provoca uno spostamento angolare dei due dischi i quali si adagiano contro le superfici fisse sui quali agisce il materiale frenante. Il suddetto spostamento è favorito da alcune sfere in acciaio che scorrono in gole inclinate ricavate sulle facce interne dei due dischi.

Questo tipo di freno è molto efficace, ma per la sua scarsa attitudine a smaltire il calore, trova applicazione soltanto per i freni di trattori agricoli e industriali.

5° *Tipo*: la particolare disposizione di questo freno, che consente una ottima dispersione del calore, aumenta il suo volano termico.

Le realizzazioni fatte in campo sperimentale, hanno dimostrato che il vantaggio termico è sensibile specialmente nel caso di autoveicoli pesanti. Non risulta che

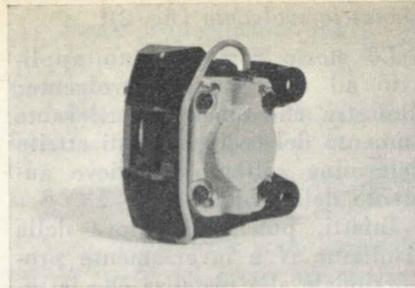


Fig. 13.

siano state fatte applicazioni in serie.

6° *Tipo*: la concezione di questo freno è molto interessante perchè esso permette di avere un grande raggio di azione con una pinza (caliper) di piccole dimensioni. Nonostante i buoni risultati ottenuti in qualche prova, sembra che questo freno non sia mai stato adottato per una produzione di serie.

7° *Tipo*: in questo caso le velocità di sfregamento sono le stesse per tutti i punti della guarnizione frenante.

Anche in questo caso non risulta che siano state fatte delle applicazioni in serie.

#### b) Freni a ganasce e tamburo.

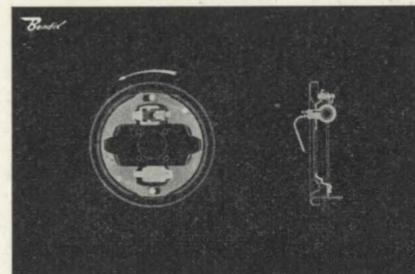
Attualmente questi freni sono costituiti dall'abbinamento di ganasce avvolgenti e di ganasce svolgenti.

#### Sistema « duo-servo » (fig. 5):

Questo tipo di freno è costituito da due ganasce avvolgenti messe in serie, in modo che sulla seconda ganascia agisce la forza di reazione della prima.

È un freno molto efficace ma troppo sensibile alle variazioni del coefficiente di attrito. Per il suo basso costo, esso è adottato su quasi tutte le macchine americane ed anche su qualche automobile europea.

Fig. 14.



#### Sistema « Twinplex » (fig. 6):

Si tratta di un freno costituito da due ganasce avvolgenti in parallelo, comandate cioè indipendentemente. Ha grande efficacia nel senso normale di marcia del veicolo ed è molto sensibile alle variazioni del coefficiente di attrito. Ha inoltre il vantaggio di annullare qualsiasi reazione della frenata sui cuscinetti del mozzo della ruota ed è stato adottato per i freni anteriori di quasi tutte le vetture europee di media cilindrata.

Con un dispositivo particolare (fig. 7) si può ottenere la stessa efficacia anche durante la retromarcia.

Una originale realizzazione (fi-

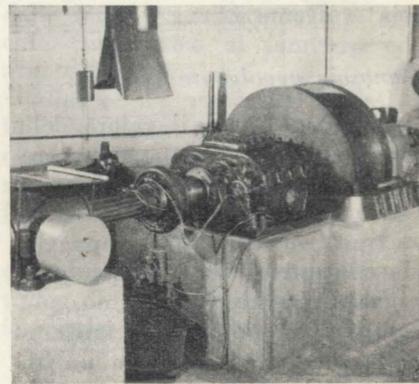


Fig. 15.

gura 8), adottata per delle camionette a trazione anteriore, permette di ottenere una frenatura meccanica efficace e di uguale intensità nei due sensi di marcia del veicolo.

#### Sistemi HC SF - HC e BF (figure 9 - 10 e 11):

Un freno può essere costituito da una ganascia avvolgente e da una svolgente libere o articolate, comandate meccanicamente o idraulicamente.

Un freno di questo genere, che ha una ganascia svolgente, è evidentemente meno efficace del precedente, che ha due ganasce avvolgenti; presenta però il vantaggio di essere meno sensibile alle variazioni del coefficiente di attrito.

Poichè la coppia frenante è praticamente identica nei due sensi di marcia del veicolo, questi sistemi

sono più economici. La versione meccanica, detta freno BF, è particolarmente indicata per gli autocarri e rimorchi, anche in considerazione del suo basso costo.

#### C) Esame dei freni a disco.

Abbiamo visto in precedenza i diversi tipi di freni a disco e le loro caratteristiche generali; ci sembra opportuno fare ora un esame più approfondito delle loro caratteristiche di funzionamento, di rendimento e di efficienza, specie per quanto riguarda l'influenza che ha su di essi il coefficiente di attrito del materiale frenante.

Esaminando nuovamente lo schema della fig. 3, si nota il vantaggio del freno a disco in confronto al freno a tamburo con due ganasce avvolgenti: si nota pure però che il freno a tamburo con due gana-

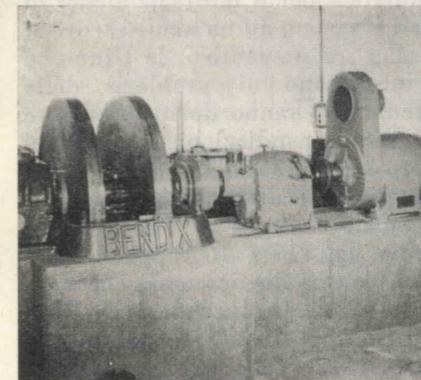


Fig. 16.

sce svolgenti rappresenterà in futuro un nuovo progresso anche in confronto ai freni a disco.

Oggi come oggi, i freni a disco sono divenuti « di moda », anche perchè troppa stampa, non qualificata o male informata, ha scritto molte inesattezze a proposito dei freni a disco.

Se i freni a disco costassero più dei freni a tamburo con due ganasce svolgenti, essi avrebbero vita breve e finirebbero per essere soppiantati da questi ultimi.

Il prezzo di costo ha quindi una importanza fondamentale per i freni a disco, affinché essi vengano adottati per la produzione di automobili di grande serie.

La tendenza attuale è per l'utilizzazione del freno a disco unico, con pinza (caliper) fissa o libera.



Fig. 17.

Il freno a pinza fissa (fig. 12/a e fig. 13).

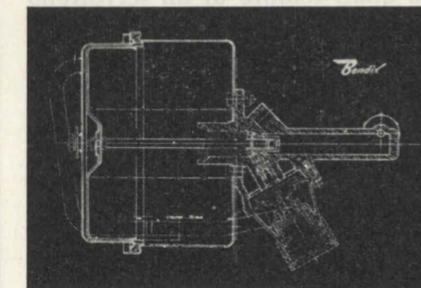
È quello generalmente più usato fino ad ora; esso può essere chiamato « di tipo inglese » perchè in Inghilterra è stato studiato e realizzato prima che altrove.

Questo freno è costituito da un supporto fisso, nel quale sono alloggiati due cilindretti idraulici, che comandano i segmenti di attrito. Uno speciale dispositivo serve a compensare automaticamente l'usura delle guarnizioni.

Uno dei difetti di questo freno è rappresentato dalla difficoltà di applicare un comando meccanico, tanto che è stato necessario applicare un altro freno a mano per lo stazionamento della vettura.

Un'altra caratteristica di questo freno è che esso richiede una regolazione perfetta tra disco e supporto, sia all'atto del montaggio, sia successivamente, in quanto il disco ruota tra le due parti della pinza o supporto fisso. Possono infatti verificarsi delle deformazioni del disco o differenze nell'assetto della vettura (sia per la elasticità di alcuni suoi organi sia per l'usura dei cuscinetti ai mozzi delle ruote) tali da richiedere frequenti e costosi controlli.

Fig. 18.



Su automobili di gran classe e di prezzo elevato, è certamente possibile ovviare a questi inconvenienti con soluzioni costose, soluzioni che non sono invece applicabili alla quasi totalità delle vetture di grande serie.

Queste affermazioni sono suffragate da controlli effettuati a più riprese su automobili nuove e su automobili usate ma in ottimo stato di conservazione. È fuori dubbio ad ogni modo che questo freno, di tipo inglese, nella forma realizzata e conosciuta fino ad oggi, è assolutamente antieconomico.

Il freno a pinza libera (figura 12/b).

Può essere realizzato ad un costo molto più basso; se ne può quindi prevedere l'applicazione più generale anche sulle automobili di grande serie.

Con questo tipo di freno è facile realizzare il comando a mano,

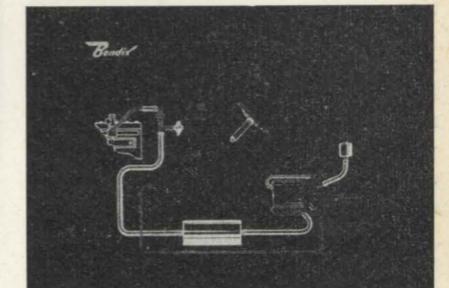


Fig. 19.

utilizzando lo stesso dispositivo frenante.

Per soddisfare tutte le esigenze, il funzionamento di questo freno deve essere indipendente dalle eventuali deformazioni del disco; questa dote essenziale è garantita da uno speciale dispositivo di centratura automatica, già lungamente sperimentato.

In ogni caso il disco non può mai venire a contatto con il supporto fisso; in caso di produzione in grande serie non devono essere previste lunghe operazioni di regolazione; il dispositivo frenante è quindi costituito in modo da assorbire tutte le tolleranze di fabbricazione e tutti i possibili giochi tra il disco rotante ed il supporto fisso. Il freno rappresentato dalla fig. 12b è stato realizzato con tutti questi requisiti ed ha soddisfatto pienamente tutte le esigenze

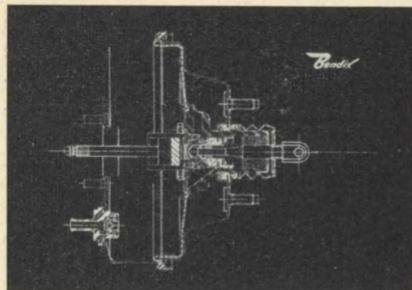


Fig. 20.

dei tecnici, che lo hanno sottoposto ad una lunga serie di prove molto severe, pienamente riuscite.

A prescindere dal cilindro, idraulico, questo freno è costituito soltanto da 5 particolari in lamiera stampata, che non richiedono alcuna lavorazione nè saldatura. Va aggiunto inoltre un semplicissimo dispositivo, che assicura una costante distanza tra i segmenti frenanti, la regolazione automatica degli stessi in conseguenza dell'usura ed il loro richiamo automatico.

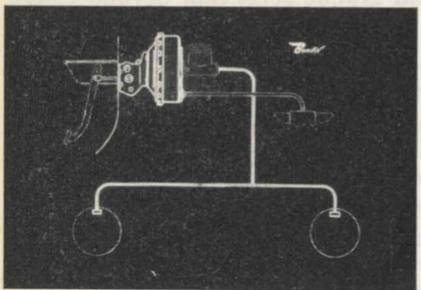
La semplicità di costruzione e di adattamento, il suo peso molto basso ed il prezzo di costo veramente interessante, lasciano prevedere una larga diffusione di questo tipo di freno a pinza libera nei prossimi anni.

Sui veicoli pesanti (autocarri, autobus e rimorchi) i freni a disco non hanno avuto fin'ora applicazione e ciò per evidenti ragioni tecniche ed economiche.

I freni a disco hanno certamente risolto brillantemente alcuni problemi, ma ne hanno creati altri che non hanno ancora trovato adeguata soluzione.

Alcuni costruttori per esempio hanno protetto con uno speciale carter tutto il dispositivo frenante, per ripararlo dagli agenti atmosferici; ciò ha evitato il ritardo nell'azione frenante provocato dagli

Fig. 21.



spruzzi d'acqua sul disco, ma ha peggiorato la situazione dal punto di vista del raffreddamento.

È fuori dubbio che la tecnica dei freni a disco è ancora ai suoi primi passi e non ha ancora tutta l'esperienza raggiunta dai freni a tamburo e ganasce.

Ciò spiega come si sia recentemente riusciti a realizzare un freno classico (a tamburo e ganasce) con caratteristiche tecniche superiori a quelle dei freni a disco e ad un prezzo paragonabile a quello dei comuni freni a tamburo e ganasce, molto inferiore quindi a quello dei freni a disco.

D) Il Freno Termostabile (figura 14): così è stato chiamato perchè è poco influenzato dalla temperatura. È costituito da due ga-

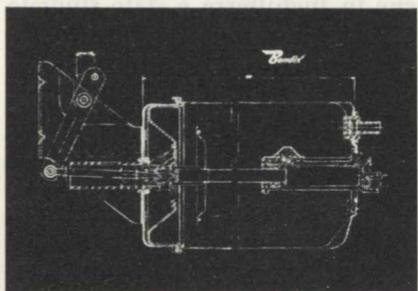


Fig. 22.

nasce indipendenti, ciascuna articolata sul proprio punto fisso, comandate da due cilindretti idraulici separati e liberi. Si vede subito che si tratta di due ganasce svolgenti e che rimangono tali nei due sensi di marcia del veicolo; per la loro forma speciale esse consentono una grande superficie di aderenza tra segmento frenante e tamburo.

L'idea di utilizzare in un freno due ganasce svolgenti, non è nuova: alcune automobili di lusso e di grande marca hanno i freni così realizzati fin dai tempi passati.

Il loro peso era però eccessivo, il loro costo elevato e necessitavano quasi sempre di un servofreno complicato e costoso; il loro rendimento non era uguale nei due sensi di marcia e richiedevano sovente delle guarnizioni di freno speciali e di prezzo elevato.

Il freno Termostabile è invece di tipo classico e facilmente realizzabile in produzione di grande serie; può essere adattato a qualsiasi automobile senza importanti

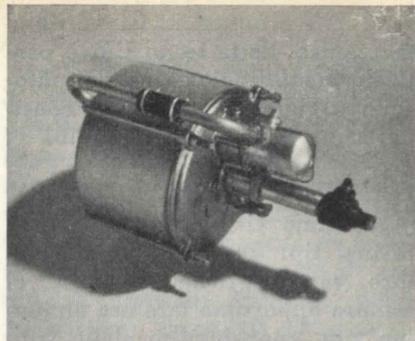


Fig. 23.

modifiche. Le lunghe e meticolose prove, eseguite in laboratorio e su strada, hanno confermato pienamente le aspettative dei tecnici.

I sistemi di prova adottati nel campo dei freni non sono semplici perchè i problemi da esaminare sono molto complessi per la quantità dei parametri che occorre esaminare e per il fatto che alcuni di essi sfuggono ad un'analisi teorica.

Per questo motivo, le Ditte che s'interessano ai problemi della frenatura, hanno dovuto ricorrere a costose installazioni di prova nei loro laboratori ed a sistemi di prova molto curati dei veicoli su strada.

Le figg. 15 e 16 rappresentano uno dei tre dinamometri che sono installati presso la Sala Prove della Division Bendix della Società D.B.A. di Parigi.

La fig. 17 rappresenta invece un apparecchio di controllo installato su una FIAT 1800, per delle prove su strada.

## II. - SERVOFRENI

Su qualunque veicolo e qualunque sia il tipo di freno installato, alla guida troviamo sempre l'uomo. I movimenti da fare e la fatica da impiegare nella condotta del veicolo, dovrebbero quindi essere sempre gli stessi, sia per una pic-

Fig. 24.

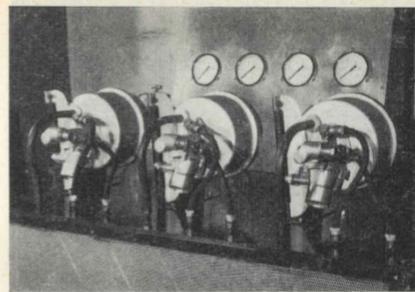
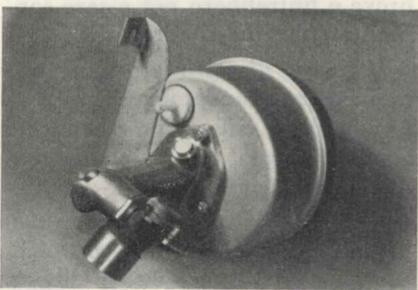


Fig. 25.

cola automobile che per un grande autocarro.

Inoltre, per migliorare la sicurezza, bisogna evitare l'affaticamento del guidatore, affinché egli sia sempre pronto di riflessi e possa dominare la macchina con piena lucidità.

Per quanto riguarda i freni, sembra provato, ma la cosa è molto discussa, che il guidatore preferisca un pedale con una certa corsa; ci sembra che una corsa del pedale di 4 o 5 centimetri con uno sforzo dell'ordine di 20 kg, per una decelerazione di circa 7 m/s<sup>2</sup>, costituisca un ottimo compromesso.

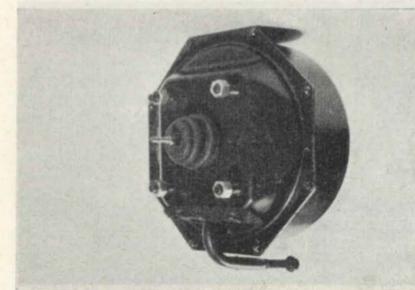
Come abbiamo già visto in precedenza, allo scopo di migliorare le condizioni di stabilità dell'automobile, si va verso l'impiego di freni sempre meno efficaci. Ciò significa che in avvenire dovrà essere generalizzato l'uso del Servofreno, purchè lo stesso sia tecnicamente perfetto, di facile manutenzione e di costo irrilevante.

Questi dispositivi di sicurezza, chiamati Servofreni, utilizzano una sorgente di energia esterna, che può essere l'energia cinetica degli organi in movimento, la pressione idraulica o pneumatica, la depressione o l'energia elettrica.

### a) Servofreni a depressione:

Salvo rare eccezioni, tutte le automobili americane, inglesi, tede-

Fig. 26.



sche ed italiane munite di Servofreno, utilizzano un Servofreno a depressione, che sfrutta il vuoto generato dal motore nel collettore di aspirazione. Poichè tale depressione ha valori molto bassi, i suddetti Servofreni devono avere un cilindro operatore piuttosto grande ed hanno quindi un ingombro un po' elevato.

Si tratta però di apparecchi che sono costruiti in grandissima serie, studiati in modo da richiedere il minimo di lavorazione possibile; se poi, i costruttori ne prevedono l'applicazione in fase di progetto del veicolo, esistono anche dei Servofreni che hanno un costo assolutamente irrilevante.

### Hydrovacs (fig. 18 e 19):

Si tratta di un apparecchio classico, che ha il vantaggio di poter

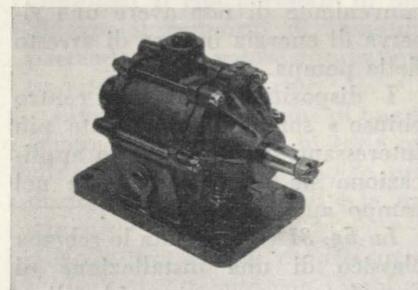


Fig. 27.

essere applicato in qualunque posto, perchè è comandato idraulicamente e a distanza.

È inutile una descrizione particolareggiata di questo apparecchio, che è stato ormai adottato da molte Case e il cui funzionamento è estremamente semplice e sicuro.

### Master-vac (fig. 20 e 21):

Quando le condizioni lo permettono, è possibile semplificare il Servofreno adottando questo apparecchio.

Esso è interposto tra il pedale e la pompa idraulica da esso comandata.

Come si vede, è molto semplice ed è costituito da pochi pezzi di lamiera stampata, di fusione e di materie plastiche.

### Treadle-vac (fig. 22):

Questo apparecchio funziona con lo stesso principio del prece-

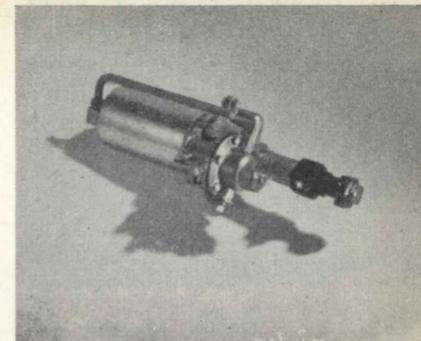


Fig. 28.

dente, ma incorpora in sè anche un serbatoio del vuoto, nel quale è alloggiata la pompa idraulica a pedale.

Quello illustrato nella figura, è previsto per un camion leggero e con il comando della valvola a mezzo di cavo flessibile.

La fig. 23 rappresenta un Hydrovac per autocarro leggero.

La fig. 24 rappresenta invece un Hydrovac per automobile di media cilindrata.

La fig. 25 rappresenta alcuni Hydrovacs sul Banco prova.

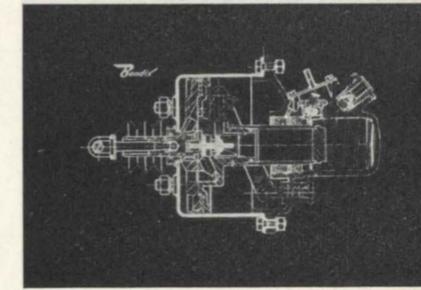
La fig. 26 rappresenta un Master-vac di nuova esecuzione.

La fig. 27 rappresenta una pompa a vuoto che viene utilizzata quando si deve applicare il Servofreno a depressione su un veicolo munito di motore Diesel (come noto, la depressione fatta dal motore non è sufficiente; si deve quindi utilizzare il vuoto contenuto in un serbatoio, al quale è collegata la pompa).

### b) Servofreni ad aria compressa:

L'aria compressa è utilizzata su larga scala, per i freni degli autocarri pesanti; un esame anche succinto degli stessi andrebbe fuori del campo trattato dal presente studio.

Fig. 29.



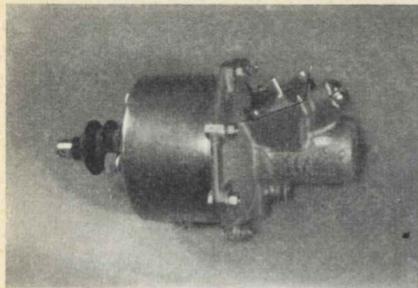


Fig. 30.

Esaminiamo soltanto brevemente alcuni Servofreni ad aria compressa basati sugli stessi principi costruttivi e di funzionamento già descritti in precedenza per i Servofreni a depressione.

L'Air-Park (fig. 28):

È identico come principio di funzionamento all'Hydrovac.

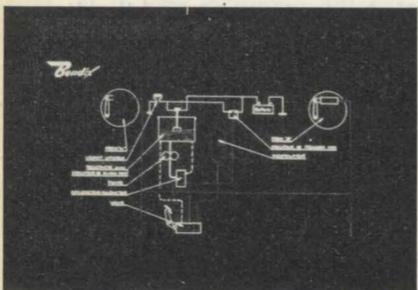


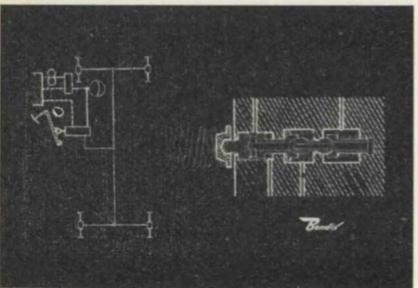
Fig. 31.

Il Treadle-Air (fig. 29 e 30):

Esso è di concezione recente, si basa sul principio del Treadle-vac ed è molto economico; la sua applicazione deve essere però prevista dal costruttore del veicolo in sede di progetto.

Questi due Servofreni ad aria compressa, trovano utile applicazione su autocarri ed autobus di piccola e media portata.

Fig. 32.



### c) Servofreni idraulici:

Da molto tempo i comandi idraulici sono utilizzati nell'Industria meccanica, per le più diverse applicazioni, nonché nell'Industria aeronautica.

Nel campo automobilistico, a parte i freni idraulici, che hanno qualche decina d'anni di vita, è stata la Citroen che, per prima in Europa, ha utilizzato sulle sue automobili diverse applicazioni idrauliche.

I Servofreni che abbiamo considerato in precedenza, appartengono alla famiglia dei dispositivi a « centro aperto » detti anche a circuito continuo, nei quali la pompa idraulica alimenta il serbatoio, ma l'aumento di pressione è ottenuto per strozzatura.

Questo sistema non può essere utilizzato per una vera e propria centrale idraulica e presenta l'inconveniente di non avere una riserva di energia in caso di arresto della pompa.

I dispositivi detti a « centro chiuso » sono indubbiamente più interessanti e trovano vasta applicazione sia in aviazione che nel campo automobilistico.

La fig. 31 rappresenta lo schema classico di una installazione di Servofreno con pompa idraulica, interruttore automatico, accumulatore di energia e valvola di comando.

Nella fig. 32 è rappresentata la valvola a sfera, che è preferita ad una valvola a cassetto, per la maggior facilità di costruzione ed il suo minor costo. Poiché gli spostamenti della valvola sono trascurabili, è molto facile ridurre la corsa del pedale per ottenere l'aumento di pressione. Se, per migliorare la sensibilità del guidatore, è preferibile una breve corsa del pedale, è sufficiente aggiungere un elemento elastico tra il pedale e la valvola.

In questo genere di installazione la pressione idraulica del circuito è trasmessa direttamente ai freni; la sicurezza del sistema frenante, in caso di guasto alla pompa o alla centrale idraulica, è garantita dall'accumulatore idraulico.

Si può verificare il caso in cui occorra o si desideri apportare le seguenti variazioni al sistema idraulico:

— rendere la pressione nei freni

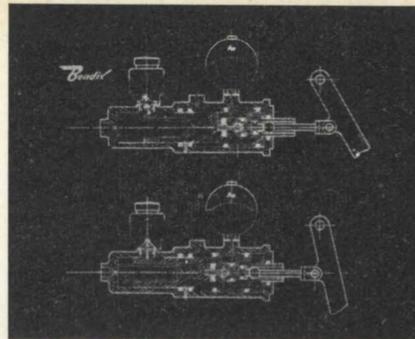


Fig. 33.

indipendente da quella di tutto il circuito,

— utilizzare nei freni l'olio classico per freni idraulici e, nel circuito idraulico generale, un olio minerale qualsiasi,

— agire meccanicamente sui freni in caso di guasto al circuito idraulico.

Per queste tre esigenze, è stato

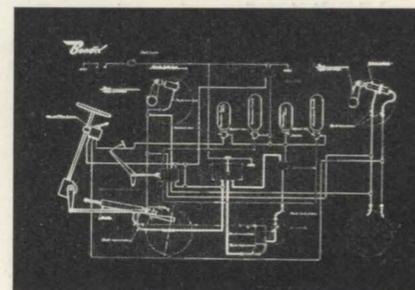


Fig. 34.

realizzato « l'Hydro-Master » illustrato nella fig. 33, dove si nota che in caso di avarie al sistema idraulico, il perno di spinta agisce direttamente sul pistone della pompa idraulica.

La fig. 34 rappresenta uno schema di applicazione su un autobus dove sono richieste diverse sicurezze quali il doppio circuito, la valvola di sicurezza, ecc. Notiamo, per inciso, che il Servosterzo

Fig. 35.

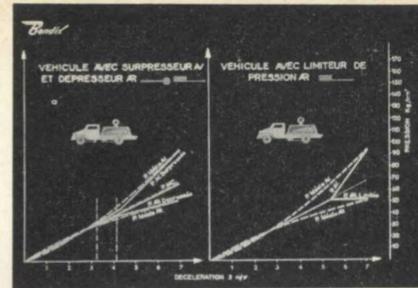
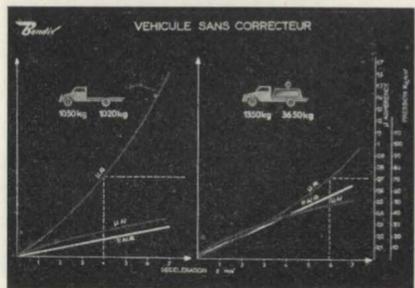


Fig. 36.

idraulico è del tipo a « centro aperto ».

### III. - APPARECCHI DI CORREZIONE

I limiti posti alle prestazioni di un freno sono fissati dalla aderenza al terreno; ciò rappresenta il problema dei tecnici della strada e dei produttori di pneumatici. È ovvio che, se l'aderenza al ter-

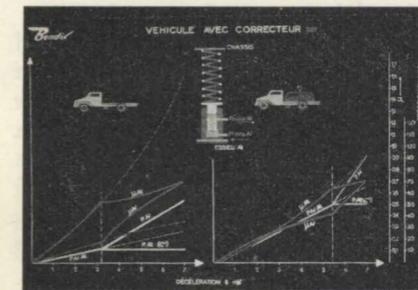


Fig. 37.

reno potesse essere migliorata e fosse costante per qualunque condizione del tempo e della strada (pioggia, gelo, fango, ecc.), molti incidenti sarebbero evitati.

Ci sembra opportuno a questo punto, introdurre la nozione di « aderenza utilizzata da una ruota » che determina in realtà il limite di aderenza della ruota al terreno, al di sotto del quale si verifica lo slittamento.

È strano constatare che la quasi totalità dei veicoli (con rare eccezioni, tra i quali in prima linea, le Citroen DS-19 e ID-19) utilizza soltanto parzialmente, anche in caso di frenata in senso rettilineo, l'aderenza disponibile tra pneumatico e strada.

Il problema è però allo studio presso tutti i costruttori di automobili e presso le Case specializzate ed è prevedibile quindi che, in un non lontano avvenire, si

otterranno dei miglioramenti nella sicurezza di marcia.

Esaminiamo ora lo scopo dei principali apparecchi di correzione.

La fig. 35 rappresenta il comportamento in fase di frenata in linea retta, di un veicolo munito di impianto classico di freno idraulico, senza alcun correttore; tale diagramma è in rapporto al carico, all'aderenza ed alla decelerazione.

Si nota che con una buona aderenza (0,7) il veicolo tollera, senza slittare, una decelerazione di 6 m/s<sup>2</sup>, quando è carico e di 4 m/s<sup>2</sup>, quando è vuoto. Con decelerazioni superiori il guidatore non è più in grado di controllare il veicolo.

La fig. 36/b rappresenta lo stesso diagramma ottenuto però applicando, sui freni posteriori, un limitatore della pressione idraulica; il che permette di modificare il rapporto di frenatura partendo da un valore approssimativo della decelerazione.

Limitatori di pressione di questo genere sono applicati in serie anche su automobili di grande produzione come la Renault e la Austin.

Nella fig. 36/a è rappresentato il risultato ottenuto con l'applicazione di un surpressore sui freni anteriori e di un depressore su quelli posteriori.

Questa soluzione permette di migliorare le aderenze utilizzabili in funzione della pressione di comando e quindi anche, con una certa approssimazione, in funzione della decelerazione. Il risultato che si ottiene è buono, ma soltanto per il caso di un dato carico.

Su alcuni veicoli Fiat, è applicato questo sistema.

È evidente che nella ricerca di una soluzione quanto più possibile perfetta, occorre tenere conto del carico totale sugli assali. Infatti, per una data aderenza e con un dato carico per ogni ruota, esiste soltanto un valore massimo della coppia frenante, al limite di slittamento.

La fig. 37 illustra il funzionamento di un correttore applicato ai freni posteriori, in funzione del carico sull'assale posteriore. È un dispositivo semplice che trova applicazione sugli autocarri dove le variazioni di carico interessano

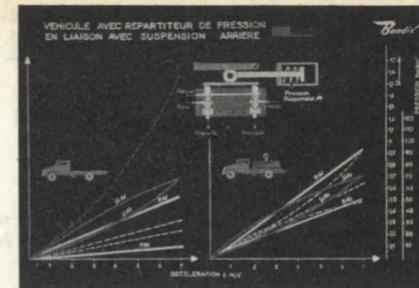


Fig. 38.

quasi esclusivamente l'assale posteriore.

La fig. 38 illustra il funzionamento di uno speciale dispositivo che effettua una correzione sui freni anteriori e posteriori, in rapporto al carico statico su un solo assale.

Questa soluzione permette una buona utilizzazione delle aderenze disponibili; la Citroen ha appli-

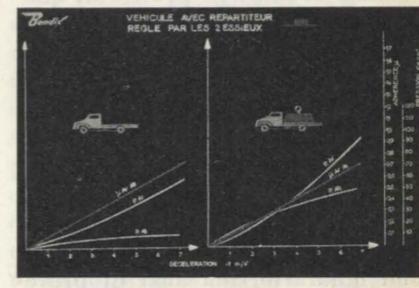


Fig. 39.

cato questo principio su alcune sue automobili.

La fig. 39 infine mostra il funzionamento di un dispositivo di regolazione della frenatura, comandato dalle sospensioni dell'automobile ossia dal carico dinamico sui due assali. Questo sistema, che permette di utilizzare al massimo grado le aderenze disponibili, rappresenta indubbiamente la miglior soluzione possibile.

In aviazione si usano anche dei dispositivi che servono ad evitare ogni possibilità di slittamento, qualunque sia l'aderenza della pista o del terreno di atterraggio.

Anche nel campo automobilistico sono state fatte delle esperienze con buon risultato, ma la concezione attuale di tali dispositivi ed il loro costo elevato non fanno prevedere che un apparecchio del genere possa essere applicato in serie sulle automobili.

A. Furia - P. Beltramo-Ceppi

# Incollaggio guernizioni freno

## Teoria e tecnica

ROMANO RONCHGALLI esamina i vari aspetti tecnici dell'incollaggio della guarnizione del freno al suo supporto, ne mette in luce i molteplici vantaggi tecnici ed economici, descrive i punti tecnologici salienti dell'incollaggio.

### Premesse e conclusioni.

Non si può in uno studio approfondito del problema « Frenatura degli autoveicoli », non considerare gli aspetti che in esso riveste il « Bonding », vale a dire l'ancoraggio della guarnizione al suo supporto e più specificatamente alla ganascia freno mediante adesivo di resina sintetica termoindurente.

L'esperienza ormai più che decennale di impiego pratico di questo sistema e non soltanto per le produzioni di serie, ma anche per il ricambio, fa sì che l'argomento con i suoi vantaggi, la sua tecnica ed anche con i suoi problemi, non sia più ormai sconosciuto ai Costruttori di autoveicoli né ai Fabbricanti di guernizioni freno. Ne deriva la necessità quindi di non ignorarlo, ma anzi di prevenirne la possibilità di impiego in sede progettuale sia del freno che della guarnizione.

Non si vuol con questo affermare che non sia possibile semplicemente cancellare su un disegno le quote ed indicazioni raffiguranti l'unione della guarnizione alla ganascia mediante rivettatura, sostituendole semplicemente con la frase: « Da unirsi mediante adesivo termoindurente ». È il caso più frequente oggi.

Si vuol semplicemente suggerire che l'aver previsto l'« Incollaggio », semplificherà molti aspetti del problema, eviterà inutili complicazioni per la sua adozione rendendo ulteriormente economica la sua tecnica.

Esamineremo brevemente i vari aspetti dell'incollaggio anche se già noti ai tecnici, proprio nell'intento di suggerire la necessità che si ha oggi nella progettazione del freno e della guarnizione freno, di avere presente anche l'aspetto incollaggio.

Sono ormai lontane le prime applicazioni di incollaggio, quando con esse non era certamente l'unione della guarnizione al supporto lo scopo primo del suo impiego.

Si vuol qui ricordare l'incollaggio delle frizioni di sterzo di alcuni carri armati, che sottoposti ad enorme sforzo ed eccessivo surriscaldamento, strappavano la guarnizione se semplicemente rivettata.

L'adozione dell'incollaggio fatto per aumentare la trasmissione e lo smaltimento del calore verso l'esterno, diminuì l'indebolimento meccanico del materiale frizione, dando quindi migliore possibilità ai rivetti di tenere; ne derivò però anche l'inaspettata difficoltà di togliere la vecchia guarnizione in quanto l'adesivo introdotto soltanto per eliminare il cuscinetto d'aria e facilitare la trasmissione del calore aveva invece stabilmente ancorato la guarnizione al supporto, indipendentemente dai rivetti.

Fu per contro l'esigenza di migliorare l'efficienza frenante, soprattutto nel campo di vetture da competizione, che suggerì di cercare una via mediante l'incollaggio delle guarnizioni al supporto. Ne è fede l'esperienza che ebbero a fare in campo motociclistico, fra i primi la Guzzi di Mandello del Lario, ed in campo automobilistico la Mercedes, esperienza che entrambi i casi tradussero poi nell'adozione dell'incollaggio nelle loro produzioni di serie.

Dai cenni premessi si profilano già le caratteristiche ed i vantaggi dell'incollaggio.

Primo fra tutti quello di una trasmissione e smaltimento del calore e di una unione più omogenea dei due elementi: guarnizione e supporto.

L'esperienza ci ha dimostrato

che il poter unire due superfici per semplice contatto, ha reso facili e razionali soluzioni tecniche fino a ieri complesse ed onerose.

I vantaggi principali dell'incollaggio si possono così riassumere:

— Eliminazione dei rivetti ed eliminazione quindi della possibilità di rigatura del tamburo causata dalla testa dei rivetti.

— Migliore distribuzione e maggior dispersione del calore e quindi maggiore durata della guarnizione.

— Eliminazione delle rigature dovute a corpi duri (granellini di sabbia), che possono essere eventualmente alloggiati nei fori dei rivetti.

— Aumento della superficie frenante per il recupero della superficie frenante stessa, destinata a sede dei rivetti.

— Valore maggiore del carico di taglio.

— Maggiore chilometraggio della guarnizione, che può essere consumata quasi per intero perché lo spessore utile del materiale non si limita a quello della testa dei rivetti.

— Diminuzione delle vibrazioni e quindi minor rischio di cigolio, dato l'intimo contatto di unione.

— Diminuzione del numero di guarnizioni di stock a magazzino e quindi formale riduzione a due delle quote che determinano la forma delle guarnizioni: larghezza e spessore.

— Possibilità di impiego di guarnizioni freno o frizioni a minimo spessore, con soluzioni tecniche semplificate e di minor ingombro.

— Possibilità di applicare guarnizioni maggiorate senza nessun particolare accorgimento.

Questi i principali vantaggi più comunemente riconosciuti, nonché i più appariscenti.

Quando il problema incollaggio guarnizioni freno viene affrontato già in sede progettuale, si aprono al progettista vie nuove per soluzioni sempre più razionali e quindi più tecniche e conseguentemente anche più economiche: in un parola, più belle!

Ormai la linfa dell'incollaggio ha investito tutta la tecnica moderna delle giunzioni ed in particolare la tecnica del fissaggio delle guarnizioni sia frenanti che frizionanti; è diventata una cosa indispensabile che non è più possibile dimenticare e disconoscere con i suoi vantaggi, ed ora anche con le sue necessità.

### Punti tecnologici salienti dell'incollaggio.

Difficile e relativamente lenta la diffusione dell'incollaggio per mancanza quasi assoluta di attrezzature che consentissero di ripetere, in sede di ricambio, l'operazione di incollaggio con costi di impianto possibili per i ricambisti, garantendo nel contempo un'esecuzione perfetta.

Con il passare del tempo ed in base all'esperienza, si sono studiate sempre nuove attrezzature in modo da rendere più efficiente e più sicuro l'incollaggio, apportando nel contempo sensibili miglioramenti agli adesivi.

Si è venuta così creando una nuova specializzazione, sui cui problemi, difficoltà, progressi ed ultime soluzioni si accenna ora brevemente:

#### A) Preparazione della guarnizione.

Nessun adesivo avrà una buona azione legante su una superficie sporca, da cui, la necessità che una ganascia venga messa in incollaggio perfettamente pulita e priva di: grasso, polvere, ruggine ed altro, elementi nemici dell'adesione. Inoltre la superficie di incollaggio della ganascia sarà resa ruvida mediante pulitura: o con una carteggiatura mediante tela abrasiva oppure con sabbiatura mediante graniglia metallica molto tagliente.

Si abbina così all'adesione spe-

cifica dell'adesivo, una adesione di natura meccanica.

Ad evitare poi che le ganasce possano, come sovente si verifica, acquistare uno strato di ruggine (ganasce in acciaio) o di ossidazione (ganasce in alluminio), si avrà l'avvertenza di proteggere la ganascia con soluzione di adesivo in concentrazione molto diluita.

In particolare, con le ganasce in acciaio, si procede all'immersione delle ganasce nella soluzione, eventualmente pigmentata (ad esempio, in nero), ottenendo oltre una protezione della zona di incollaggio, anche la protezione antiruggine e verniciatura di tutta la ganascia.

Al vantaggio diretto si abbina così il vantaggio di una migliore apparenza del complesso ganascia finito e soprattutto si rende possibile un migliore inumidimento della ganascia da parte dell'adesivo; fattore questo che può assumere in determinati casi valori sommamente importante, come oltre esamineremo.

#### B) Applicazione dell'adesivo.

L'adesivo inizialmente veniva applicato o sotto la forma liquida (Bonding Fluid) o sotto la forma solida di nastro (Bonding Tape) con o senza supporto ed anche (e questo soprattutto nel ricambio) sotto la forma abbinata di nastro ed adesivo.

Oggi si segue praticamente un unico procedimento, quello cioè di applicare l'adesivo solo sulla guarnizione: questo soprattutto con ganasce in acciaio per le quali è universalmente accettato il principio di preventivamente immergerle, una volta pulite, in una soluzione diluita dello stesso adesivo. È cioè universalmente preferito il sistema della precementazione (precementing), ovverossia del trattamento della guarnizione mediante adesivo a parte e fuori del ciclo di incollaggio, in modo da inserirla nel ciclo di incollaggio, già pronta.

L'adesivo, convenientemente steso sulla guarnizione, dovrà essere lasciato essiccare, ovverossia dovranno evaporare i solventi prima che esso possa essere portato a combinarsi con la ganascia.

Con l'adesivo divenuto secco, la guarnizione prespalmata può

essere tenuta anche per diverse settimane e mesi a magazzino, prima di completare il ciclo di incollaggio con la vulcanizzazione.

Ovviamente, il concetto primo da seguire per prespalmare una guarnizione, è quello che l'adesivo essiccato, assicuri un contatto al 100 % fra superficie della ganascia e superficie della guarnizione nel complesso fissato a pressione durante il ciclo di polimerizzazione dell'adesivo.

Ci si dovrà pertanto preoccupare:

1) delle variazioni della superficie della guarnizione;

2) delle variazioni della superficie della ganascia;

3) delle possibili variazioni di spessore della pellicola di adesivo secco.

A ciò si provvederà con una costante sorveglianza o controllo durante l'intero svolgersi dell'operazione di spalmatura dell'adesivo, onde assicurare un contatto pressoché perfetto della guarnizione prespalmata di adesivo alla ganascia nel complesso incollato. Alcuni incollatori, che stanno rapidamente diventando impopolari nell'Industria « tirano » sull'adesivo o addirittura lo « tagliano » o diluiscono da come l'hanno ricevuto dal Fabbricante. La frazione di lira per segmento che essi risparmiano, meritano il disprezzo e gli sforzi per la messa al bando dall'Industria e dal Commercio.

Non è fisicamente possibile sottoporre un complesso da incollare ad una pressione sufficiente per rendere una ganascia in acciaio ed una guarnizione (relativamente spessa) perfettamente combacianti. Quindi dopo una buona pulizia e protezione della ganascia, è assolutamente essenziale avere un sufficiente spessore di adesivo sulla guarnizione, onde ottenere un complesso incollato soddisfacente.

La scelta dell'adesivo è condizionata da diversi fattori, quali la viscosità, le caratteristiche di flusso umido, tipo e dimensioni delle guarnizioni, complessi da incollare, tipo del ciclo di vulcanizzazione disponibile o progettato, umidità o flusso durante il ciclo di incollaggio, disponibilità, ca-

ratteristiche di messa a magazzino e buon ultimo! — il costo unitario o per segmento.

I sistemi pressochè universalmente adottati per la spalmatura dell'adesivo sulle guernizioni sono: o una spalmatura mediante rulli o una spalmatura mediante estrusione; ciascuno di questi ha determinati vantaggi a certe determinate condizioni.

Lo spalmatore a rulli è il più diffuso ed applica il principio dei dischi a denti di sega montati su albero. Le punte superiori dei profili dei denti di sega sono appiattite ed i denti sono rastremati onde poter applicare uno strato continuo di adesivo.

Una lama « doctor » sensibile controlla il quantitativo di adesivo (pescato). La scelta del numero di dischi, nel complesso spalmatore da usare, è data dalla larghezza della guernizione particolare che si vuole spalmare.

I vantaggi principali di questo sistema sono:

1 R) - La relativamente maggiore area superficiale di adesivo esposta dopo l'applicazione, permette un'evaporazione molto rapida del solvente. Di qui, un miglior controllo dello spessore della pellicola adesiva secca.

2 R) - Si può usare un adesivo con viscosità relativamente bassa. Gli adesivi a bassa viscosità, specialmente del tipo della resina fenolica di gomma al nitrile, hanno delle proprietà di invecchiamento migliori che non gli adesivi ad alta viscosità del medesimo tipo.

Gli estrusori sono di due tipi:

1 E) - Quelli che applicano uno strato continuo mediante apertura a filiera sul segmento (alcuni lasciano una striscia vuota al centro).

2 E) - Quelli che forzano l'adesivo attraverso un tubo, forato ad intervalli opportuni.

Gli estrusori che forzano l'adesivo attraverso un'apertura a filiera ed applicano una larga banda di adesivo, richiedono un adesivo a viscosità molto alta, affinché la sezione trasversale dell'adesivo applicato resti sempre delle dimensioni di quando viene estru-

sa. Se la viscosità è un po' bassa, si verifica uno « scivolamento » o flusso umido. Questo si traduce in una pellicola di adesivo irregolarmente essicata, e ne consegue uno scarso contatto con la ganascia al punto in cui l'adesivo è più sottile, nel complesso incolato.

In ultimo non va dimenticato, quello che in molti casi rappresenta il problema principale: l'esame del tipo di guernizione da incollare. E questo a volte è il problema più esasperante per chi incolla e per i fabbricanti di adesivo, per il fatto che le guernizioni, specialmente quelle di nuova composizione, o variate rispetto a composizioni precedenti, vengono lanciate sul mercato senza essere state precedentemente sottoposte ad una prova di incollabilità.

Troppo spesso una guernizione viene messa in commercio senza che sia stato provato se e quale adesivo disponibile « bagnerà » in modo soddisfacente tale particolare guernizione. Inoltre, non è stato neppure fatto un esperimento per vedere se contenga materiali termoplastici, che potrebbero « migrare » in un adesivo e plasticizzarlo durante la vulcanizzazione o durante il ciclo di incollaggio. La relativa stabilità dimensionale della guernizione durante il ciclo di incollaggio a caldo è un altro importante fattore di incollabilità.

Considerando che circa l'80 % di tutti i freni per autoveicoli, soprattutto nel ricambio, portano le guernizioni incollate, dovrebbe essere a nostro avviso, di vivo interesse per i fabbricanti di guernizioni, sottoporre ogni mutamento progettato nella composizione delle guernizioni, ad esperimenti e prove condotti in collaborazione con i Fabbricanti di adesivi che operino notoriamente a condizioni di controllo della buona qualità.

C) *Unione della guernizione alla ganascia sotto pressione.*

Vi sono state e vi sono tuttora pareri discordi per quanto riguarda la pressione. Centinaia di migliaia di buoni incollaggi sono stati fatti a pressioni in media, di 3,5 kg/cmq. Naturalmente, sia

le ganasce che le guernizioni erano pulite, vi era una pellicola di adesivo di spessore adeguato, il ciclo di incollaggio di tempo e temperatura era esatto e l'adesivo era quello adatto. Ciò nonostante esiste diversità di punto di vista sulla pressione di serraggio.

A quanto pare questa « controversia sulla pressione » è nata dal fatto che negli incollaggi di metallo su metallo, dove le superfici sono rigorosamente piane e sono indicate pellicole sottili di adesivo, si sono dimostrate vantaggiose pressioni da 20 a 35 kg/cmq. Tuttavia, le superfici da giuntare nell'incollaggio delle guernizioni alle ganasce freno non sono di questo tipo e le condizioni di servizio nonchè i risultati desiderati sono molto differenti.

Nessuna pressione, per quanto elevata, può compensare una scarsa pulizia delle ganasce freno, o variazioni di superficie da millimetri 0,25 a mm. 0,50 nell'acciaio, o variazioni da mm. 0,10 a mm. 2,00 nella superficie della guernizione, o variazioni da millimetri 0,10 a mm. 0,40 nello spessore della pellicola secca di adesivo sulla guernizione. Solo nel caso di guernizioni morbide a base di gomma-amianto, questi valori perdono parte della loro importanza.

In ogni modo si ha tendenza per un valore di pressione di 5 kg/cmq. con adozione in qualche caso specifico di un valore superiore massimo di 10 kg/cmq.

D) *Ciclo di vulcanizzazione dell'adesivo.*

È l'elemento primo fondamentale di un buon incollaggio. Si può pensare di ottenere in certe determinate condizioni ottimi incollaggi anche con superfici non accuratamente pulite, in presenza di poco adesivo, in condizioni di non buon accoppiamento delle superfici, ma non si potrà mai avere un buon incollaggio se non è stato seguito scrupolosamente il giusto ciclo di vulcanizzazione dell'adesivo.

Tre sono i fattori principali di un buon ciclo di vulcanizzazione fra loro collegati ed interdipendenti: temperatura, tempo e pressione.

Alcuni adesivi sopportano, per la vulcanizzazione, temperature da 170° a 210°C in un ciclo di tempo che da 20' scende a 10'. Altri devono essere sottoposti a ciclo tra i 150° ed i 200°C in un periodo da 20' a 14'. Altri ancora tollerano temperature da 185° a 220°C da 12' a 8÷9'.

Sarà in ogni caso sempre meglio scegliere fra i due, il ciclo a temperatura più elevata, anzichè quello a temperatura più bassa.

Esistono inoltre tipi di adesivi che consentono cicli più impegnativi, ovverossia cicli dove la temperatura è molto elevata: 270°C, ed il tempo di permanenza molto limitato: 4÷5 minuti. In questi casi però è molto importante seguire accuratamente le norme di impiego dell'adesivo soprattutto affinché esso, al momento dell'impiego, si trovi nelle giuste condizioni di essiccazione e temperatura.

Vi è diretta relazione fra la « bagnabilità » di un adesivo ed il ciclo di tempo di vulcanizzazione. Abituamente, quegli adesivi che sopportano un breve tempo di vulcanizzazione ad alta temperatura fluiscono o « bagnano » le superfici da incollare meno bene che non gli adesivi adatti a temperature alquanto più basse ed a cicli di tempo alquanto più lunghi.

Oggi inoltre si è, e soprattutto in Europa, tendenzialmente portati ad impiego di adesivi che polimerizzano a bassa temperatura (questo compatibilmente con le condizioni di conservabilità, immagazzinaggio e fragilità) in quanto sovente non si può, per non alterare le caratteristiche delle guernizioni freno, superare certi limiti massimi di temperatura solo raggiungendo i quali si è certi di una perfetta vulcanizzazione dell'adesivo.

E) *Prove di controllo.*

Una prova non distruttiva consiste nell'applicare un carico di taglio ad un bordo della guernizione incollata, che è deliberatamente più basso della resistenza interna della guernizione stessa, ma abbastanza alto per indicare un eventuale scarso incollaggio. La risposta della prova è però lungi dall'essere totalmente pro-

bante. Infatti essa nulla dice sulla percentuale del contatto dell'adesivo, sul grado di « inumidimento » o penetrazione dell'adesivo nella superficie della guernizione, nè se vi sono zone di scarsa o nulla adesione alla superficie metallica della ganascia, nè se l'adesivo è per caso sottovulcanizzato o survulcanizzato.

Per la maggior parte ci si procura una prova visiva delle questioni essenziali dell'incollaggio, vale a dire bagnabilità dell'adesivo, pressione, pulizia delle superfici, giusto ciclo di vulcanizzazione, e questo solo eseguendo prove distruttive a scalpello o di taglio. Evidentemente questo è un sistema costoso, per cui è molto più importante porre l'operatore nelle condizioni di eseguire tutte le operazioni sopra descritte in modo perfetto, dopo di che le prove distruttive potranno essere necessarie ed effettivamente probanti solo per una ganascia incollata su 1000.

In conclusione, chi si occupa di problemi di adesivo per l'incollaggio ganasce freno, deve preoccuparsi non solo dell'adesivo in sè stesso, ma anche dell'attrezzatura che l'incollatore userà per l'incollaggio.

Solo seguendo accuratamente l'incollatore nelle fasi pratiche di impiego dell'adesivo, il fabbricante di adesivi potrà essere sicuro del risultato.

Dovrà pertanto anche interessarsi della protezione della ganascia, del sistema di applicazione dell'adesivo, delle guernizioni che l'incollatore adopera, dei forni di vulcanizzazione atti a garantire un perfetto ciclo di vulcanizzazione; seguire accuratamente le guernizioni di nuova composizione per controllarne gli effetti di degenerazione che esse possono avere sull'adesivo.

Nel campo delle ricerche si tratta di studiare continuamente adesivi migliori sotto il punto di vista della tenuta a caldo e della caduta di resistenza con l'invecchiamento; costantemente studiando nel contempo attrezzature sempre più efficienti per garantire la perfetta esecuzione delle singole operazioni che formano il ciclo completo di incollaggio.

**Adesivi per guernizioni freno.**

A) *Caratteristiche fondamentali.*

Fondamentalmente gli adesivi per guernizioni freno sono composti da una miscela di resine sintetiche. Caratteristica comune a tutti è di essere termoindurenti, cioè di subire, per effetto di calore apportato durante la fase di incollaggio, una trasformazione chimica irreversibile che ne rende impossibile la successiva fusione e che comunque riduce in modo netto le variazioni delle proprietà meccaniche (in particolare la resistenza al taglio) all'aumentare della temperatura.

Comunemente si osserva in adesivi di questo tipo una resina fenolformaldeide (termoindurente) in miscela con resine termoplastiche (generalmente derivati vinilici).

Il compito di questi componenti termoplastici è molteplice: anzitutto, dato il loro comportamento polare, quello di garantire l'adesione specifica al metallo (\*), in secondo luogo di « plastificare » l'adesivo nel senso di impedirne la rottura per effetto di dilatazione termica; si ricordi infatti che il coefficiente di dilatazione termica delle resine sintetiche è in media 6÷8 volte superiore a quello dell'acciaio e 2÷3 volte superiore a quello dell'alluminio.

L'effetto di plastificazione riduce anche la fragilità dell'adesivo e gli consente di seguire le deformazioni che il sistema ganascia-guernizione subisce durante la frenata in esercizio.

*Forma degli adesivi* — Gli adesivi si presentano in due forme fondamentali:

1) *Soluzione (Bonding Fluid)* - Le resine costituenti l'adesivo sono disciolte in una opportuna miscela di solventi volatili. Il residuo secco è in genere compreso fra il 30 ed il 40 %. L'applicazione di questi adesivi viene fatta a pennello, a spruzzo, con apposite spalmatrici a rullo ed anche con particolari avvertenze, per estrusione.

(\*) È quella che si stabilisce sui corpi non porosi come i metalli. L'adesione sui corpi porosi è anche di natura meccanica che avviene per diffusione dell'adesivo nei pori del corpo.

È indispensabile che i solventi siano fatti evaporare prima di procedere all'accoppiamento delle due parti ed alla cottura dell'adesivo. Ciò può essere ottenuto o spontaneamente per esposizione all'aria ambiente o più rapidamente mediante una essiccazione forzata.

2) *Pellicole secche (Bonding Tape)* - Si tratta di nastri con o senza supporto interno. Generalmente oggi si preferisce la prima forma, per maggiore comodità di impiego, ancorchè teoricamente questa seconda forma sembri più conveniente in quanto non si ha spreco di sostanza.

#### B) Limiti di impiegabilità.

Le limitazioni nell'impiego degli adesivi sono determinate dai seguenti fatti:

1) Le sostanze organiche come quelle impiegate nella formulazione degli adesivi per freno carbonizzano quando sono portate a temperature dell'ordine di  $350 \div 400^\circ\text{C}$ . Si ritiene che questa temperatura sia la massima sopportabile senza alterazione da parte dell'adesivo e purchè di breve durata.

Qualora questi punti di calore avessero una frequenza elevata, o il loro perdurare fosse eccessivo, si avrebbe sull'adesivo un fenomeno d'invecchiamento che potrebbe portarlo in breve tempo alla carbonizzazione. D'altro lato, poichè la fonte di calore è la superficie esterna della guernizione che striscia in frenata contro il tamburo, prima che tali valori di temperatura siano raggiunti nella zona dell'adesivo, sono già certo stati messi in discussione l'integrità della guernizione freno e del tamburo.

2) Pur essendo di tipo « termoindurente » cioè già nella migliore condizione teorica per avere bassa sensibilità alla temperatura, anche prescindendo dal fenomeno d'invecchiamento detto sopra, gli adesivi subiscono alle temperature indicate un sensibile calo nelle proprietà meccaniche (in particolare resistenza al taglio, che è quella più direttamente interessata) che può portare allo scollaggio della guernizione se si è in presenza di una contempo-

anea forte sollecitazione meccanica di frenata).

Questa sollecitazione evidentemente potrà essere generata in quanto, in quelle condizioni di temperatura nell'azione frenante fra guernizione freno e tamburo esista ancora un coefficiente d'attrito atto a generare un sufficiente momento frenante, la cui componente forza è appunto lo sforzo di taglio atto a staccare la guernizione.

#### C) Compatibilità fra tipi di adesivi e tipi di guernizione.

Non è possibile dare qui uno sguardo particolareggiato a questo aspetto, perchè svariati sono i tipi di impasto usati per la fabbricazione delle guernizioni frenanti e svariati sono gli adesivi impiegati. In linea generale si può però affermare che i casi di incompatibilità sono pochi e quasi sempre determinati da una influenza negativa che un componente contenuto nella guernizione freno può avere sull'indurimento dell'adesivo o sul suo potere di bagnabilità (particolarmente importante per la quota di adesione meccanica verso la ganascia).

D'altra parte non si può parlare in senso assoluto di incompatibilità di un adesivo con una guernizione poichè il fenomeno di adesione verso quest'ultima, trattandosi di elemento poroso, è sempre prevalentemente di natura meccanica piuttosto che specifica.

Dunque un'incompatibilità in questo senso provoca semmai una minore tenuta, ma non impedisce mai in linea generale la possibilità di incollaggio. L'esperienza denuncia i seguenti casi di incompatibilità:

a) Strati di antiadesivi usati per la fabbricazione delle guernizioni e rimasti aderenti alle facce delle guernizioni. Il fatto non ha importanza pratica perchè nella fabbricazione delle guernizioni è sempre prevista la rettifica delle facce che provvede ad asportare l'antiadesivo residuo.

b) Componenti usati nelle guernizioni che diffondendosi nell'adesivo possono agire da plastificanti di quest'ultimo e ridurre la resistenza meccanica ad alta temperatura (ad esempio, plasti-

ficanti delle gomme usate come legante nelle guernizioni).

c) Sostanze usate nelle guernizioni che agiscono come inibitori dell'indurimento dell'adesivo (catalizzatori negativi).

d) Guernizioni rigide non perfettamente rettificata e quindi in difetto di accoppiamento con la ganascia.

e) Guernizioni in tessuto ancora troppo ricche di olii impregnanti o non rettificata sulla superficie di incollaggio.

A conclusione di questi elementi di incompatibilità resta in ogni modo l'esperienza a testimoniare che sempre una soluzione è stata trovata anche nel caso in cui il problema si è presentato ed è stato affrontato come un vero rebus.

Ciò quando l'incompatibilità si è presentata nei modi più nascosti ed inaspettati e l'unico a dover modificare il proprio punto di vista ed il proprio piano d'« attacco » era il Fabbriante di adesivi.

Non ultimo ad esempio si è presentata risolutiva in determinati casi la verniciatura della ganascia in acciaio con soluzione di adesivo.

Si è notato come questa protezione abbia, oltre che un effetto antiruggine, anche un effetto preparatorio della superficie della ganascia che dovrà poi accoppiare con la guernizione prespalmata.

Evidentemente questo bagno protettivo in soluzione diluita di adesivo dovrà essere effettuato con ganascia perfettamente pulita e con superficie d'attacco già meccanicamente preparata (sabbatura o carteggiatura): come d'altro canto lo strato protettivo dovrà essere essiccato per consentire di maneggiare la ganascia, ma questa essiccazione non dovrà assolutamente mai raggiungere temperature tali da poter far temere per un principio di vulcanizzazione dell'adesivo (essiccazione inferiore agli  $80^\circ\text{C}$ ).

I risultati ottenuti attestano una migliore bagnabilità del supporto metallico da parte dell'adesivo prespalmato sulla guernizione, con un deciso miglioramento dell'adesione meccanica.

Romano Ronchegalli

# La frenatura dei veicoli pesanti differenziata secondo il carico

PAOLO NEGRI DI SANFRONT descrive gli apparecchi di correzione e regolazione della frenatura, indispensabili in specie nei veicoli pesanti per ovviare all'inconveniente dell'irregolarità nella distribuzione del carico sui diversi assi del veicolo.

#### Premessa.

Un buon freno pneumatico per autocarri deve soddisfare, dal lato funzionale, ai seguenti requisiti:

1) Sensibilità del distributore di comando alle minime variazioni di sforzo sul pedale del freno e possibilità di variare in modo costante la percentuale di frenatura, qualunque sia la condizione di carico del veicolo.

2) Deciso incremento della reazione richiesta, sul pedale del freno, al fine di evitare che il conduttore, applicando oltre al valore necessario la frenatura, sia poi costretto ad effettuare successive sfrenature e frenature per ottenere la decelerazione desiderata, con conseguenti fastidiose variazioni della decelerazione stessa e pericolo di esaurimento della riserva d'aria.

3) Ampio campo di escursione del freno affinchè i minimi spostamenti del piede del conduttore, dovuti alle vibrazioni stesse del veicolo, non provochino variazioni nella pressione di frenatura e quindi nel valore della decelerazione.

4) Tempi di riempimento degli elementi frenanti, tali da non creare eccessive reazioni tra i diversi assi del veicolo.

5) Proporzionamento delle forze frenanti nei vari assi del veicolo in base ai rispettivi carichi.

6) Uniformità di comportamento del veicolo all'atto della frenatura sia a vuoto che a carico.

#### La frenatura dei veicoli stradali.

Come è noto la quasi totalità dei veicoli oggi in circolazione ha una fonte comune di energia frenante che si distribuisce con ugual valore e proporzionatamente allo sforzo od all'escursione del pedale

del freno, su tutti gli organi frenanti.

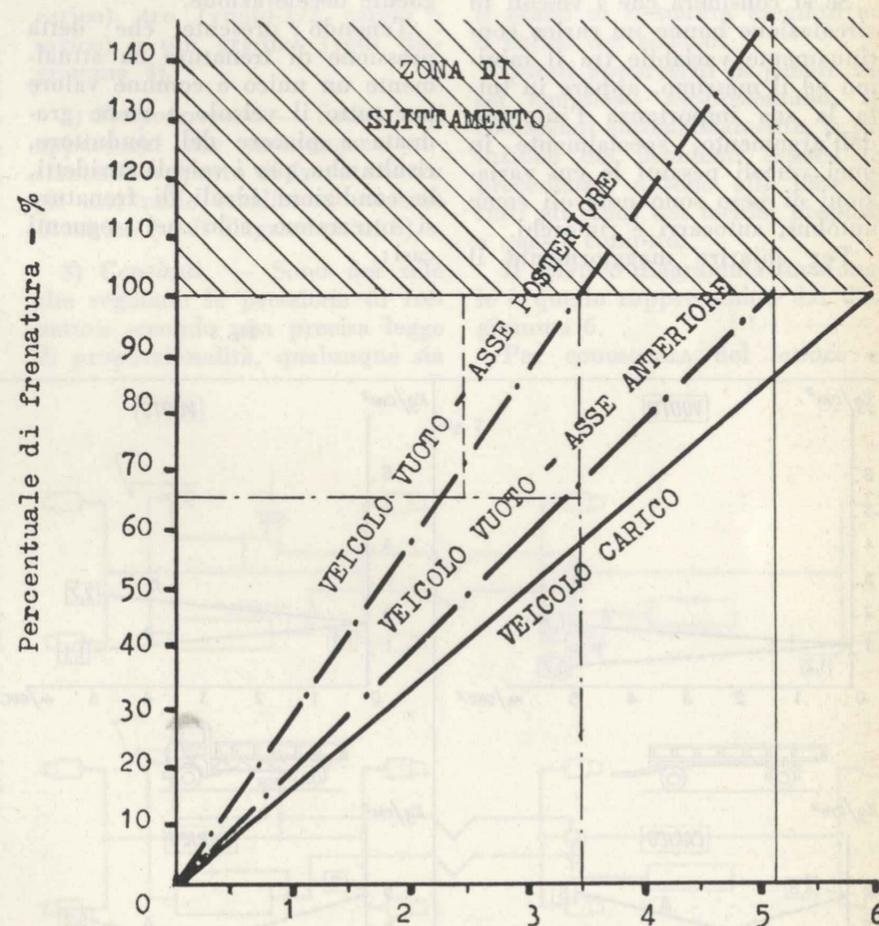
Questa situazione crea, come conseguenza, la necessità che il carico sia uniformemente ripartito su tutto il complesso del veicolo e che ogni sua variazione incida in ugual maniera su tutti gli assi.

Questo veicolo ideale, è irrealizzabile per cui occorre giocare sulla pressione di frenatura al fine di ovviare all'inconveniente della

dei veicoli oggi circolanti e supponendo perfettamente calcolata la ripartizione della frenatura a pieno carico, si nota che a veicolo vuoto, per non avere slittamento di sorta si dovrà frenare l'asse anteriore solo al 65 %, pari a  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  circa di pressione con conseguente allungamento degli spazi d'arresto del veicolo.

La Tavola 2 rappresenta gli spazi d'arresto attualmente otte-

Diagramma 1



irregolarità nella distribuzione del carico sui diversi assi del veicolo.

#### Necessità di differenziare la pressione di frenatura.

Esaminando il diagramma 1 che riporta l'attuale situazione media

nibili comparando tra loro le condizioni di veicolo carico (linea nera) e veicolo vuoto (linea totale) nelle diverse condizioni di strada (asciutta, bagnata e ghiacciata) e secondo le prescrizioni ministeriali.

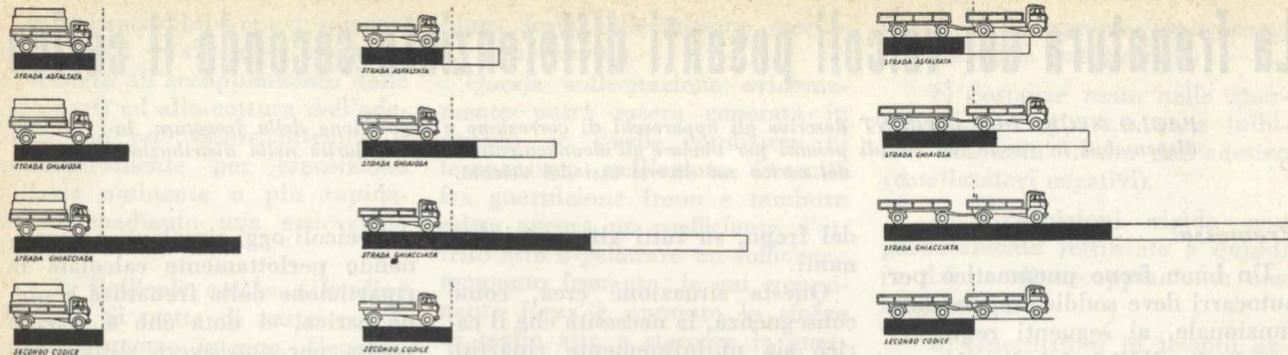


TAVOLA 2

**Comparazione degli spazi d'arresto di frenatura a veicolo carico e vuoto, nelle diverse condizioni di coefficiente d'aderenza.**

Se si considera che i veicoli in circolazione hanno un carico continuamente variabile tra il minimo ed il massimo, appare in tutta la sua importanza l'interesse dell'argomento, specialmente in quei veicoli pesanti le cui variazioni di peso sono notevoli come autobus, autocarri e rimorchi.

Per chiarire maggiormente il

concetto esposto, è stata realizzata la fig. 3 che riporta, per i tre veicoli accennati, la pressione pneumatica di frenatura ideale, proporzionata al carico agente su ogni asse in funzione della conseguente decelerazione.

Tenendo presente che detta pressione di frenatura ha attualmente un unico e comune valore per tutto il veicolo e viene graduata a piacere del conduttore, risulta che, per i veicoli anzidetti, le condizioni ideali di frenatura si otterranno solo nei seguenti casi:

**Rimorchi:**

a vuoto: decelerazione 0 m/sec<sup>2</sup>;  
a carico: decelerazione 2,4 m/sec<sup>2</sup>.

**Autocarri:**

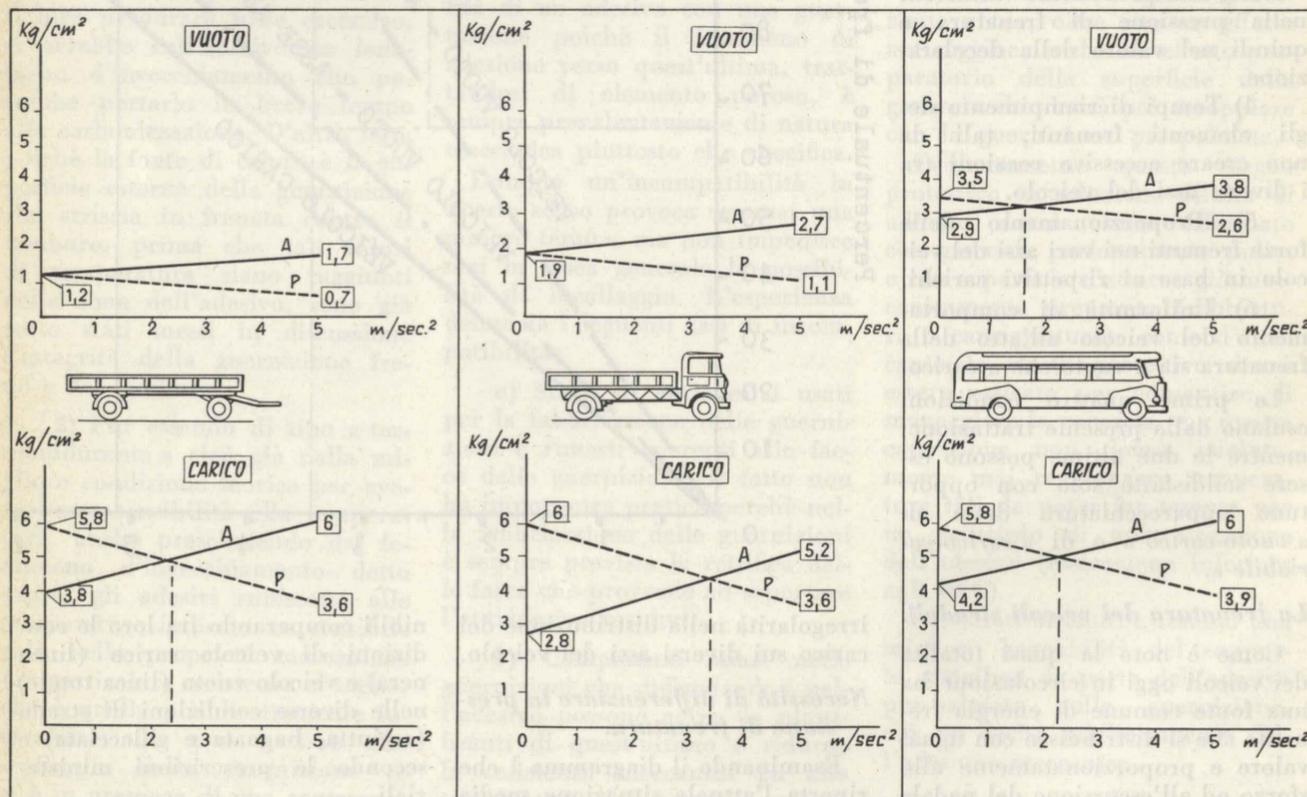
a vuoto: decelerazione 0 m/sec<sup>2</sup>;  
a carico: decelerazione 3,5 m/sec<sup>2</sup>.

**Autobus:**

a vuoto: decelerazione 1,7 m/sec<sup>2</sup>;  
a carico: decelerazione 2,3 m/sec<sup>2</sup>.

**Autotreni:** In nessun caso.

Fig. 3



Gli apparecchi realizzati per risolvere in parte o completamente questo problema vengono chiamati « Vuoto-carico » o « Carico-variabile » a seconda delle loro funzioni o prestazioni.

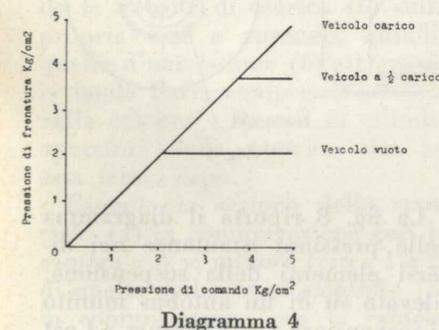
Gli apparecchi di « Vuoto-carico »; in generale a comando manuale, soddisfano in pieno lo scopo nelle sole condizioni estreme di carico, mentre quelli di « Carico-variabile » a comando meccanico controllati attraverso il cedimento delle balestre della sospensione, proporzionano esattamente ed automaticamente la frenatura.

**Apparecchi di « vuoto-carico » o di « carico variabile ».**

Questi apparecchi possono essere classificati:

a) Secondo il comando.

Manuale od automatico. — Questi ultimi sono preferibili ai primi in quanto non obbligano il conduttore del veicolo ad operazioni suscettibili di essere dimenticate,



salvo la possibilità di correggere immediatamente l'anomalia dal posto di guida.

b) Secondo la funzionalità.

1) Discontinui. — Sono dei limitatori di pressione a due (vuoto-

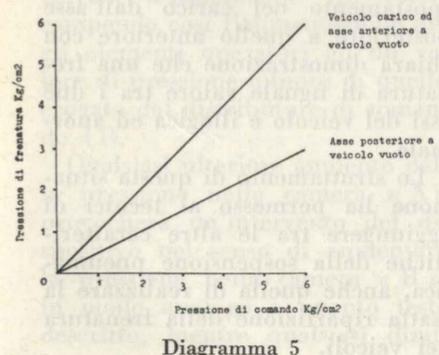


Diagramma 5

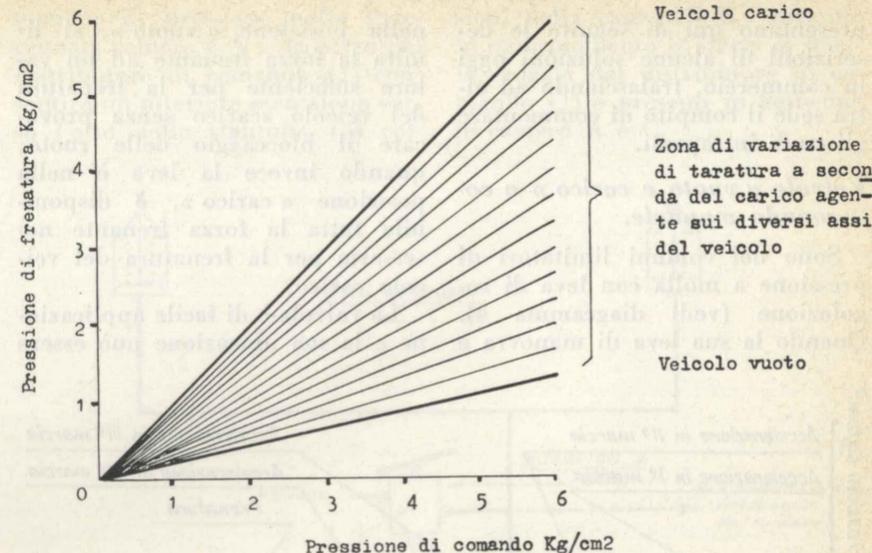


Diagramma 6

carico), tre (vuoto-1/2 carico - carico) o più gradini (vedi diagramma 4).

2) Proporzionali. — Sono degli apparecchi che mantengono costante il rapporto di frenatura tra gli assi nelle condizioni estreme di carico (vedi diagramma n. 5).

3) Continui. — Sono dei relé che regolano la pressione di frenatura secondo una precisa legge di proporzionalità, qualunque sia

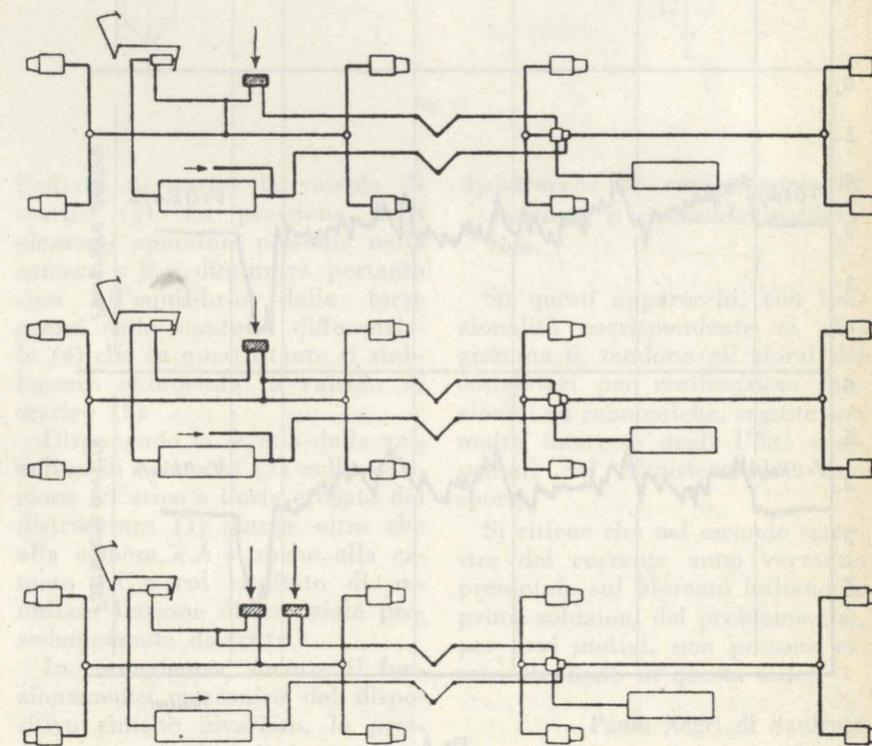
il grado di frenatura eseguito ed il carico del veicolo.

Questi apparecchi in genere assai complessi rappresentano, se comandati automaticamente, la soluzione dei problemi esposti in precedenza, e sono alla base di tutti gli studi dei tecnici preposti a questo compito.

Il relativo diagramma funzionale è quello rappresentato dal diagramma 6.

Per conoscenza del lettore si

Fig. 7



presentano qui di seguito le descrizioni di alcune soluzioni oggi in commercio, tralasciando ad altra sede il compito di commentare gli studi intrapresi.

#### Valvole « vuoto e carico » a comando manuale.

Sono dei comuni limitatori di pressione a molla con leva di regolazione (vedi diagramma 4). Quando la sua leva di manovra è

nella posizione « vuoto », si limita la forza frenante ad un valore sufficiente per la frenatura del veicolo scarico senza provocare il bloccaggio delle ruote; quando invece la leva è nella posizione « carico », è disponibile tutta la forza frenante necessaria per la frenatura del veicolo carico.

La valvola è di facile applicazione e la sua ubicazione può essere

scelta a seconda delle necessità (vedi figura 7).

#### « Vuoto e carico » a comando automatico.

L'avvento delle sospensioni pneumatiche ha favorito la realizzazione di notevoli progressi tecnici (la cui elencazione esula dalla nostra trattazione), uno dei quali è l'utilizzazione della pressione agente nella sospensione stessa per proporzionare la frenatura.

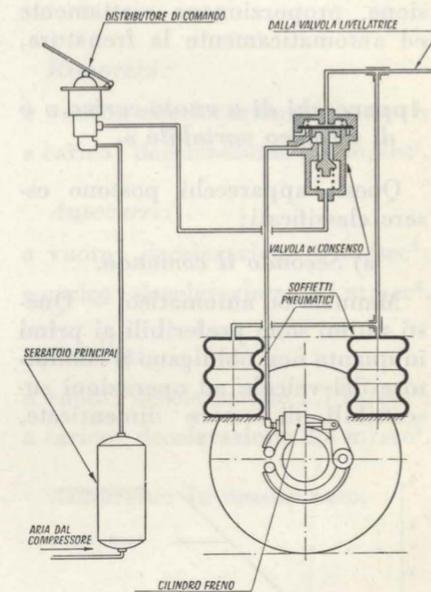


Fig. 9

La fig. 8 riporta il diagramma delle pressioni istantanee nei diversi elementi della sospensione, rilevato su di un autobus munito di sospensioni « Air-Springs » Ceat con valvole livellatrici « Bendix-Westinghouse » ed in cui si osserva che per ogni variazione delle condizioni di marcia del veicolo si ottiene l'esatta sua pesatura dinamica.

L'osservazione, limitata nel nostro caso alla sola fase di frenatura, ci permette di notare il deciso spostamento del carico dall'asse posteriore a quello anteriore con chiara dimostrazione che una frenatura di uguale valore tra i due assi del veicolo è illogica ed anormale.

Lo sfruttamento di questa situazione ha permesso ai tecnici di aggiungere tra le altre caratteristiche della sospensione pneumatica, anche quella di realizzare la esatta ripartizione della frenatura dei veicoli.

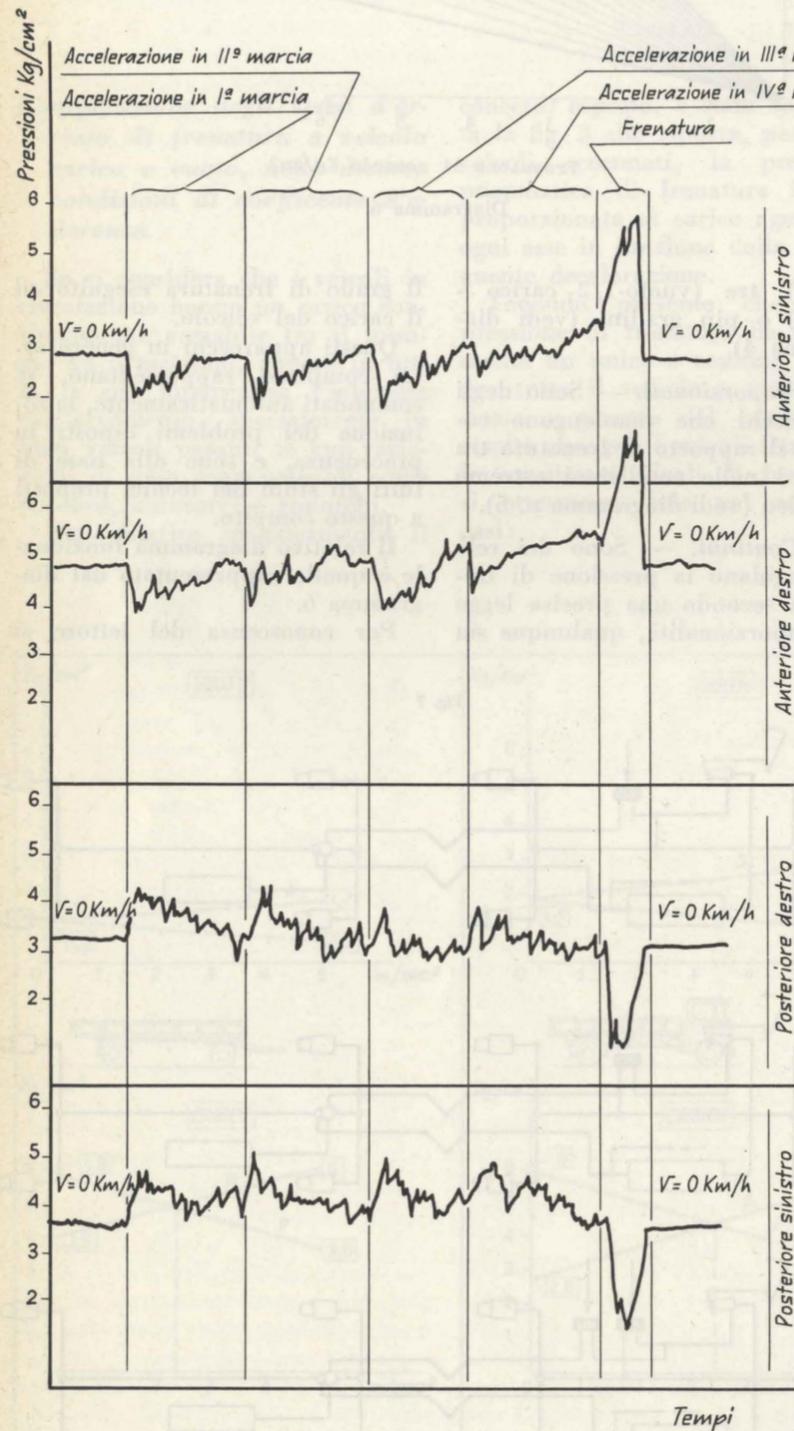


Fig. 8

La più semplice e pratica applicazione di questo principio, è quella riportata nella fig. 9, in cui la pressione pneumatica della sospensione agisce su di una comune valvola relé di consenso che controlla e limita al giusto valore la pressione di frenatura di ogni asse.

La realizzazione esposta non ha la pretesa di essere perfetta, ma ha solamente il compito di richiamare l'attenzione su un problema della massima importanza unitamente all'aggiunta di una caratteristica di pregio delle sospensioni pneumatiche.

#### Apparecchi di « vuoto-carico » proporzionali a comando manuale.

Con la levetta della valvolina di comando (2) in posizione « Vuoto » l'aria compressa erogata dal distributore di comando (1) giunge nella camera « A » della valvola limitatrice ove viene ad agire sopra lo stantuffo (4).

Sotto l'azione di detta pressione lo stantuffo (4) si abbassa portando la valvola di scarico (5) sulla propria sede e aprendo, quindi, quella d'immissione (6) attraverso la quale l'aria compressa affluisce nella camera « B » ed ai cilindri operatori della motrice che ad essa fanno capo.

Essendo la sezione dello stantuffo (4) in comunicazione con la camera « A », minore (circa 1 a 2) di quella dello stesso stantuffo (4) in comunicazione con la camera « B », occorrerà una pressione minore in questa ultima camera per equilibrare il sistema e permettere la chiusura della valvola d'immissione (6) (vedi diagramma 5).

In tali condizioni infatti lo stantuffo (4) si sposta verso l'alto sino a riportare la sede (4 a), contro la valvola d'immissione (6) interrompendo così l'alimentazione degli elementi operatori ad un valore di pressione minore di quello erogato dal distributore di comando (1).

Qualsiasi ulteriore aumento della pressione nella camera « A » provocherà un'intervento del dispositivo nel senso di aumentare la pressione nella camera « B », in modo analogo a quanto testé descritto, mentre qualsiasi dimi-

nuzione di pressione nella suaccennata camera « A » da parte del distributore di comando (1) consentirà un'ulteriore escursione verso l'alto dello stantuffo (4) col-

sioni nella camera « B » saranno in ogni momento le stesse di quelle erogate dal distributore di comando (1) e presenti in ambedue le camere A e C.

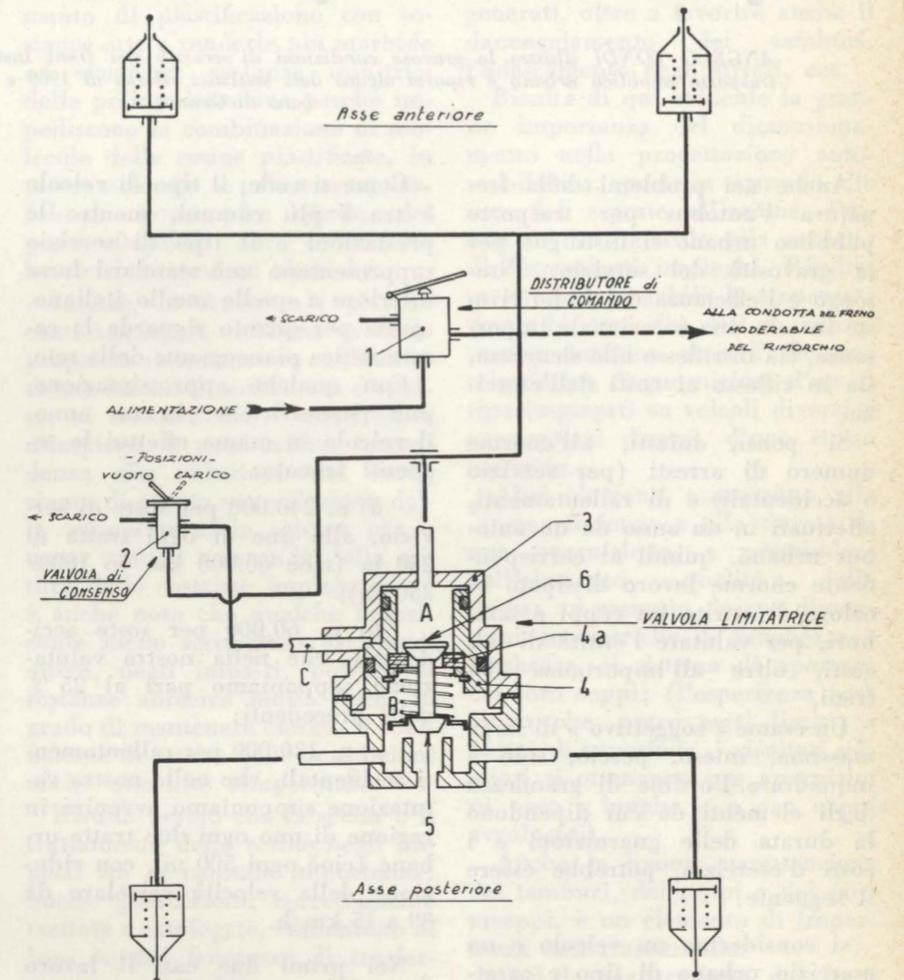


Fig. 10

l'effetto di aprire la valvola di scarico (5). La pressione degli elementi operatori presente nella camera « B » diminuirà pertanto sino all'equilibrio delle forze agenti sullo stantuffo differenziale (4) che in quest'istante si riabbasserà chiudendo la valvola di scarico (5).

Disponendo la levetta della valvolina di comando (2) nella posizione « Carico » l'aria erogata dal distributore (1) giunge oltre che alla camera « A » anche alla camera « C » col risultato di annullare l'azione differenziale precedentemente descritta.

In conseguenza, mentre il funzionamento meccanico del dispositivo rimane invariato, le pres-

#### Apparecchi di carico variabile continui a comando automatico.

Su questi apparecchi, con funzionalità corrispondente al diagramma 6, tendono gli sforzi dei costruttori per realizzazioni funzionali ed economiche, seguite con molto interesse dagli Uffici competenti del Ministero dei Trasporti.

Si ritiene che nel secondo semestre del corrente anno verranno presentate sul Mercato italiano le prime soluzioni del problema che, per ovvi motivi, non possono essere divulgate in questa sede.

Paolo Negri di Sanfront

# Statistiche e considerazioni sulla efficienza e sulla durata delle guarnizioni frenanti negli autobus in servizio pubblico urbano

ANGELO TONDI illustra le gravose condizioni di servizio dei freni installati sugli autobus adibiti a trasporto pubblico urbano e riporta alcuni dati statistici riferiti al 1960 e relativi alla rete pubblica urbana di Genova.

Anche nei problemi della frenatura l'autobus per trasporto pubblico urbano si distingue per la gravosità del servizio: l'impiego e l'efficienza del freno riveste in esso una eccezionale importanza, sia in riflesso alla sicurezza, sia in riflesso ai costi dell'esercizio.

Si pensi, infatti, all'enorme numero di arresti (per servizio o accidentali) e di rallentamenti, effettuati in un anno da un autobus urbano, quindi al corrispondente enorme lavoro dissipato in calore di attrito fra ceppi e tamburi, per valutare l'entità di tali costi, oltre all'importanza dei freni.

Un esame « soggettivo » di larga massima, inteso, perciò, solo a inquadrare l'ordine di grandezza degli elementi da cui dipendono la durata delle guarnizioni e i costi d'esercizio, potrebbe essere il seguente:

si considerino un veicolo e un esercizio urbano di tipo e caratteristiche sotto riportate:

— *veicolo*: autobus urbano a due assi di 11 m (senza freno motore asservito al pedale del freno di servizio);

— *tara*: kg 9,200 circa;

— *portata utile*: kg 5.800 circa;

— *prestazione annua*: km 60 mila circa, nella rete di una città pianeggiante, in condizioni di carico utile mediamente pari alla metà del massimo carico utile, cioè con:

— *peso totale medio*: kg. 12 mila circa;

— *distanza media fra due successive fermate di servizio*: metri 250 circa, (tratta urbana);

— *valore medio delle max velocità raggiungibili sulla tratta urbana*: km/h 30 circa.

Come si vede, il tipo di veicolo è tra i più comuni, mentre le prestazioni e il tipo di servizio rappresentano uno standard forse inferiore a quello medio italiano, specie per quanto riguarda la caratteristica pianeggiante della rete.

Con qualche approssimazione, può ritenersi che, in un anno, il veicolo in esame effettui le seguenti frenate:

a) n. 240.000 per soste di servizio, alla fine di ogni tratta di 250 m (cioè 60.000 km × 1000/250 m);

b) n. 60.000 per soste accidentali, che nella nostra valutazione supponiamo pari al 25 % delle precedenti;

c) n. 120.000 per rallentamenti accidentali, che nella nostra valutazione supponiamo avvenire in ragione di uno ogni due tratte urbane (cioè ogni 500 m), con riduzione della velocità veicolare da 30 a 15 km/h.

Nei primi due casi il lavoro di frenatura è pari all'energia cinetica posseduta dal veicolo all'inizio della frenata, aumentata della variazione dell'energia associata al GD<sup>2</sup> delle masse rotanti durante il passaggio della velocità di rotazione dell'albero motore da quella di inizio frenata a quella di minimo regime (1).

Nel terzo caso, invece, il lavoro di frenatura è rappresentato dalla somma delle variazioni dell'energia cinetica del veicolo, e di quella associata al GD<sup>2</sup>, durante il passaggio dalla velocità di 30 km/h a quella di 15 km/h.

Parte del lavoro totale di fre-

(1) Nel caso di soste del tipo b) è bene, tuttavia, porre in evidenza che a parità di lavoro, le potenze frenanti sono normalmente maggiori di quelle in giuoco nelle soste del tipo a), perchè gran parte delle frenate accidentali sono rapide e brusche.

natura viene assorbita da quello necessario a vincere:

— le resistenze al moto, cioè la resistenza dovuta al rotolamento e quella, trascurabile, dell'aria;

— gli attriti interni degli organi meccanici in movimento;

— l'azione resistente del pompaggio dei pistoni del motore (2).

Tutta la differenza deve essere assorbita dal lavoro di attrito tra ceppi e tamburi e viene trasformata in calore.

A conti fatti, questa differenza, in un anno di servizio del veicolo, raggiunge valori enormi, il cui ordine di grandezza è quello di più miliardi di kgm, e che nel caso in esame è stato calcolato pari a  $10 \div 12 \cdot 10^9$  kgm!

Considerando che una buona guarnizione, (correttamente dimensionata e impiegata, così da non superare temperature massime dell'ordine dei  $230 \div 250^\circ$ ), si demolisce in ragione di  $0,6 \div 0,8$  cmc dopo aver dissipato in calore un lavoro di  $10^6$  kgm, risulta che in un anno di servizio l'azione di frenatura del veicolo in esame richiede il sacrificio di almeno.

$$0,6 \frac{10^{10}}{10^6} = 6.000 \text{ cmc}$$

di guarnizioni per ceppi.

E poichè nei veicoli urbani italiani il volume utile totale delle guarnizioni su tutti gli assi, diffi-

(2) In condizioni normali, quest'ultima azione, benefica in ogni fase di frenatura, non assorbe più del 15-20 % di tutto il lavoro necessario.

Diviene molto più efficace, fino ad assorbirne il 50 %, nei motori muniti del dispositivo di freno a farfalla, asservito al pedale del freno di servizio, e perciò agente con la chiusura automatica dello scarico e con la contemporanea chiusura dell'ammissione di carburante alle pompe di iniezione, ogni volta che viene usato il pedale di servizio.

cilmente supera (salvo qualche eccezione) il valore di 2.000 cmc, risulta che in un esercizio del tipo considerato è necessario sostituire, in un anno, almeno 3 volte tutta la serie dei ceppi frenanti.

Le considerazioni che precedono sembrano contraddette dalle risultanze statistiche le quali, almeno in apparenza conducono a risultati poco omogenei, diversi e contrastanti; infatti, negli esercizi automobilistici in genere, e in quelli dei trasporti pubblici urbani in particolare, i dati di rilevamento statistico circa l'impiego e la durata delle guarnizioni per freno, sono talvolta sconcertanti e d'incerta interpretazione, perchè numerosi elementi influiscono alla loro formazione, ciascuno con diverso peso, anche nel quadro d'uno stesso esercizio.

In primo luogo influiscono gli elementi legati alla natura e ai processi costruttivi delle guarnizioni; in secondo luogo influiscono gli elementi legati alla progettazione automobilistica, al tipo e al dimensionamento degli ultimi organi dell'apparato frenante: il ceppo e il tamburo; infine, influiscono gli elementi legati alla severità dell'impiego.

In definitiva questi tre gruppi di elementi risultano interdipendenti: gli ultimi due sono connessi alla natura del primo, cioè alla natura e alla composizione delle guarnizioni che la tecnologia più aggiornata sia oggi in grado di offrire.

Le guarnizioni più diffuse (inchiodate o imbullonate sui ceppi metallici) sono del tipo a impasto, e sono costituite da fibre di amianto, senza inserzione metallica, collegate e mescolate a resine sintetiche e a sostanze plastificanti: il segreto di una buona guarnizione (e la distinzione fra i vari fabbricanti) risiede appunto nella qualità e nel trattamento degli innumerevoli tipi di resine e di plastificanti impiegati.

Anzitutto le resine dovrebbero essere di tipo « termoplastico », cioè dovrebbero possedere la proprietà di subire deformazioni reversibili, sotto l'azione della temperatura (almeno entro certi limiti ragionevoli), così da poter essere sottoposte ripetutamente all'azione deformante della pres-

sione e della temperatura senza subire i fenomeni di trasformazione permanente, caratteristici delle resine « termoindurenti », o bakelizzanti: in ciò devono essere, appunto, aiutate dal trattamento di plastificazione con sostanze atte a renderle più morbide ed elastiche; sostanze inibitrici della polimerizzazione perchè impediscono la combinazione di molecole delle resine plastificate, in macromolecole « polimere », stabilendo invece, fra quelle, dei ponti flessibili che consentono buone deformazioni elastiche.

Inoltre, le resine e i plastificanti impiegati, debbono avere la proprietà di mantenere sufficientemente buono il coefficiente d'attrito, al crescere della temperatura d'impiego. È nota infatti, la tendenza alla riduzione del coefficiente di attrito sotto l'azione della temperatura, in misura più o meno grande a seconda della natura delle sostanze impiegate: ed è anche noto che qualche fabbricante meno scrupoloso usi introdurre, negli impasti, polveri di sostanze abrasive molto dure, in grado di mantenere elevato il coefficiente di attrito delle guarnizioni anche alle alte temperature.

Risulta perciò che la scelta e il trattamento delle resine negli impasti sia di capitale importanza: buone guarnizioni, correttamente trattate e impiegate, consentono ai loro leganti fenomeni di trasformazione reversibile e restano sufficientemente plastiche nel tempo. Il loro coefficiente d'attrito decresce di poco all'aumentare della temperatura, per tornare normale al suo diminuire, e le guarnizioni stesse restano a lungo efficienti.

Tutto questo, però, ha un limite, segnato dal valore delle temperature raggiunte in servizio: l'esperienza in materia sembra confermare che tale limite non dovrebbe superare i  $300 \div 350^\circ$  C, cioè dovrebbe essere inferiore alla temperatura raggiunta nella III prova UNI - CUNA B 169/2 che è di  $365^\circ$ . Abbiamo notato, infatti, che ben poche guarnizioni, compreso le migliori, siano in grado d'essere sottoposte a quelle temperature senza perdere, definitivamente, la loro plasticità, e senza che i loro impasti induriscano permanentemente, per un feno-

meno tipico di polimerizzazione, dando origine a composti bakelizzati i quali, purtroppo, sono poco resistenti al calore e carbonizzano sotto l'azione di temperature anche inferiori a quelle che li hanno generati, oltre a favorire anche il danneggiamento dei tamburi, l'adescamento degli stridii, ecc.

Risulta di qui evidente la grande importanza del dimensionamento nella progettazione automobilistica, specie in riguardo alle superfici esposte all'azione d'attrito, e in riguardo alla severità di determinati impieghi. Risultano anche spiegabili le apparenti contraddizioni dei dati di rilevamento statistico circa l'efficienza e la durata di guarnizioni d'ugual tipo impiegati su veicoli diversi o su percorsi diversi, d'uno stesso esercizio.

Altri elementi concorrono alla buona efficienza e alla durata di una guarnizione, a prescindere dall'elemento « qualità » della stessa: ad esempio, le sue dimensioni geometriche di lunghezza e larghezza, il sistema di apertura dei loro ceppi; (l'esperienza conferma che, entro certi limiti, a parità di superficie, i risultati migliori si ottengono con guarnizioni poco « lunghe », e con ceppi avvolgenti).

Anche la buona manutenzione dei tamburi, dei ceppi e dei portaceppi, è un elemento di importanza non trascurabile.

Così la registrazione dei freni e il costante rispetto delle prescrizioni sulla taratura della pressione nei cilindri freno dei vari assi (anteriori e posteriori), hanno molta importanza per la durata delle guarnizioni, in dipendenza di una equa distribuzione del lavoro frenante e dei consumi sui diversi assi.

Alla buona durata concorre anche lo spessore della guarnizione misurato sopra la testa dei chiodi, cioè il suo « volume utile », ma questo fattore ha valore solo se la qualità e le condizioni di impiego siano soddisfacenti: è evidente, infatti, che in caso contrario la durata della guarnizione non dipenderebbe dal suo volume, ma dall'alterazione della sua superficie.

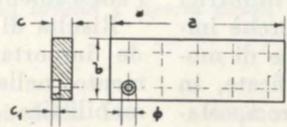
A conclusione di queste note riportiamo alcuni dati statistici

sulla durata delle guarnizioni frenanti, riferiti all'intero esercizio automobilistico dell'anno 1960, nella rete pubblica urbana di Genova, gestita dalla Soc. U.I.T.E. Si tratta di dati rilevati su un

verse prestazioni ad essi richieste. Tipico, ad esempio, è il caso di alcuni veicoli: l'autobus Fiat 401 e 411 espressamente studiato e prodotto per l'impiego urbano, oltre a fruire d'un perfezionato

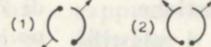
totale di trasmissione, coppie maggiori consentono al veicolo accelerazioni maggiori, quindi valori più elevati della max velocità raggiungibile sulla tratta urbana di 250 m e, per conseguenza, ri-

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE GUARNIZIONI FRENANTI OGGETTO DELLA STATISTICA.



a = lunghezza della guarnizione cm.  
b = larghezza della guarnizione cm.  
c<sub>1</sub> = spessore utile della guarnizione cm.  
φ = diametro dei fori per la rivettatura cm.  
n = numero dei fori per la rivettatura  
d = numero delle guarnizioni in opera su ciascun asse  
S = superficie frenante utile su ogni asse = n (a.b.-π/4.φ<sup>2</sup>) cmq.  
V = volume utile delle guarnizioni su ogni asse = N.S.c<sub>1</sub> cmc.

SISTEMA DI APERTURA DEI CEPPI PORTA GUARNIZIONI NEI VEICOLI OGGETTO DELLA STATISTICA.



(1) avvolgente (2) espansione

DURATA DELLE GUARNIZIONI FRENANTI AUTOMOBILISTICHE, NELLA RETE URBANA DI GENOVA GESTITA DALLA U.I.T.E.

(Esercizio 1960)

VEICOLO	ASSE DI MONTAGGIO	DIREZIONE DI MONTAGGIO	GUARNIZIONI FRENANTI									ALCUNI DATI SUL MOTORE					TIPO PREVALENTE DEL PERCORSO.		
			DIMENSIONI DI OGNI GUARNIZIONE E CARATTERISTICHE DELLA RIVETTATURA.			N° TOTALE GUARNIZIONI SUPERFICIE E VOLUMI UTILI SU CIASCUN ASSE.			DURATA Anno 1960 Km.	POT max CAV	COPPIA max Kgm.	REGIMI		FRENO MOTORE COMANDA-TO LA FRENO SERVIZIO	VELOCITA MAX VEICOLO Km./h				
			a	b	c <sub>1</sub>	φ	n	N				S	V			Max g/min		Min. g/min	
FIAT 411	ANT.	22"	(2)	20,2	12,4	1,6	1,7	6	8	1990	3184	73.000	145	62 (1100g/min)	1900	1000	si	54,6	QUASI PIANO
	POST.	22"	(2)	20,2	16,2	1,6	1,7	6	8	2665	4167	91.000	145	62 (1100g/min)	1900	1000	no	62	QUASI PIANO
FIAT 405	ANT.	20"	(2)	41,2	9,0	0,4	1,4	16	4	1460	564	15.300	145	62 (1100g/min)	1900	1000	no	62	QUASI PIANO
	POST.	20"	(2)	41,2	9,0	0,4	1,4	16	8	2942	1177	24.700	144	58 (1000g/min)	2000	800	no	63	QUASI PIAN. LINEE RAPIDE
LANCIA ES./V 11	ANT.	22"	(2)	21,3	9,0	0,4	0,9	14	8	1524	609	30.000	144	58 (1000g/min)	2000	800	no	63	QUASI PIAN. LINEE RAPIDE
	POST.	22"	(2)	21,3	8,0	0,4	0,9	11	16	2719	1088	32.000	130	55 (1200g/min)	2000	800	no	62	QUASI PIANO LINEE IN PARTE RAPIDE.
ALFA ROMEO "900"	ANT.	20"	(2)	39,0	9,0	0,45	1,4	16	4	1380	621	20.300	130	55 (1200g/min)	2000	800	no	62	QUASI PIANO LINEE IN PARTE RAPIDE.
	POST.	20"	(1)	39,0	7,0	0,45	1,4	14	8	2163	973	27.000	175	70 (1200g/min)	2000	1000	no	54	MISTO
O.M. SUP. ORIONE	ANT.	20"	(2)	20,3	10,0	1,35	1,6	6	8	1612	2176	50.200	175	70 (1200g/min)	2000	1000	no	54	MISTO
	POST.	20"	(1)	20,3	16,0	1,35	1,6	8	8	2583	3487	63.700	135	55 (1200g/min)	2000	1000	si	60	ACCLIVE
O.M. TIGRE	ANT.	20"	(2)	41,8	9,0	1,05	1,4	20	4	1475	1548	61.000	135	55 (1200g/min)	2000	1000	si	60	ACCLIVE
	POST.	20"	(1)	41,8	14,0	1,05	1,4	30	4	2296	2411	89.200	67	25 (1500g/min)	2400	1000	no	68	ACCLIVE
O.M. TIGROTTO	ANT.	20"	(1)	41,2	7,5	0,4	1,0	12	4	1226	490	30.400	67	25 (1500g/min)	2400	1000	no	68	ACCLIVE
	POST.	20"	(2)	41,2	7,5	0,4	1,0	12	4	1226	490	41.200							

parco di autobus, poco inferiore alle 300 unità, in un esercizio caratterizzato da percorsi severi, nei quali l'impiego del freno è continuo e impegnativo.

Per consentire la migliore interpretazione dei dati esposti (che sarà molto utile confrontare con quelli di altre Aziende simili) abbiamo riportato nella stessa tabella, una somma di indicazioni e di elementi che, a nostro giudizio, differenziando i vari tipi di veicolo o di impiego, contribuiscono a spiegare l'apparente divergenza di alcuni risultati.

Dall'esame di questi elementi, emergono, a nostro giudizio una constatazione e un rilievo: anche nel campo dell'apparato frenante, salvo rare eccezioni, i veicoli urbani hanno le stesse caratteristiche di quelli interurbani o dell'autocarro, malgrado le ben di-

ed efficiente freno motore, possiede guarnizioni frenanti piuttosto « larghe » la cui superficie totale d'attrito raggiunge il valore di 4.600 cmq e il cui volume utile raggiunge quello di 7.350 cmc; invece nel tipo 405 (che è derivato dall'autocarro o autobus 682) quei valori sono limitati a 4.400 cmq e a 1.760 cmc e le guarnizioni sono a forma molto più « lunga ».

Può essere ben giustificato, perciò, l'enorme divario dei risultati raggiunti da guarnizioni di ugual provenienza nei due distinti impieghi!

Le stesse considerazioni saranno possibili in riferimento al tipo di percorso effettuato alle massime velocità dipendenti dai vari rapporti di trasmissione, alle massime coppie trasmesse dal motore, visto che, a parità di rapporto

chiedono maggior lavoro di frenatura.

I dati caratteristici che a nostro giudizio sono tra quelli che maggiormente influiscono sulla durata delle guarnizioni frenanti negli autobus urbani, e che per questo abbiamo riportato nella su esposta tabella sono:

- diametro dei ceppi;
- dimensioni lineari, superfici e volumi delle guarnizioni;
- potenza e coppia massima dei motori;
- regimi minimi e massimi dei motori;
- presenza o meno di freno motore efficace;
- massima velocità consentita ai veicoli dai suoi rapporti di trasmissione;
- tipo di percorso.

Angelo Tondi

# Orientamenti nella organizzazione di trasporti vicinali

In riferimento al prevedibile sviluppo del progresso tecnico, e al conseguente spostamento dell'attuale equilibrio tra le attività primarie, secondarie e di servizi, ASCANIO PAGELLO traccia un quadro dell'orientamento che dovrà assumere l'organizzazione e lo sviluppo dei trasporti vicinali e suburbani sia su strada che su rotaia.

Intendiamo riferirci a quei trasporti collettivi di persone che si svolgono su medie e brevi distanze, spesso secondo relazioni ben determinate, all'interno di un cerchio di 40 o 50 km di raggio, avente di solito per centro una città o una importante zona industriale o d'affari.

Sono trasporti che — adattando al caso la precisazione (1) di Zugglen, direttore dei servizi urbani di Rotterdam — dovrebbero definirsi più che vicinali, di interesse vicinale: cioè tenendo conto dell'ordinamento amministrativo e della classificazione urbanistica italiani, di interesse provinciale, extraurbano e suburbano; e ovviamente senza distinzione della natura del mezzo collettivo impiegato.

Vorremmo perciò escludere i trasporti urbani veri e propri; ma una distinzione netta fra trasporti di interesse vicinale e trasporti urbani, specie di grandi città, non sempre è agevole, perchè fra essi si notano molte e molte analogie, e in particolare:

- il carattere pendolare o a « navetta » che si ripete una o due volte al giorno (con conseguenti due o quattro punte di traffico);
- il caratteristico spostamento dalle zone residenziali periferiche alle zone degli affari o delle industrie o delle scuole;
- la distanza media del viaggio, compresa fra i 10 e i 25 km.

Molti problemi di organizzazione, di circolazione ed economici vengono perciò a coincidere, e sono precisamente quelli posti in evidenza in un convegno dell'Union des Transports Publics

(1) U.I.T.P. Atti Congrès International 1959, vol. II°

Urbain et Régionaux (U.T.P.U.R.) dall'Ing. Meyer di Metz:

1) la necessità di mettere in servizio un numero rilevante di convogli, veicoli e agenti, per uno o due viaggi soltanto, in ciascun intervallo di punta;

2) l'aggravamento — per i trasporti vicinali con mezzi stradali — delle difficoltà di circolazione, con conseguenti diminuzione della velocità commerciale e aumento degli incidenti;

3) l'anomalia dell'applicazione delle tariffe più basse (preferenziali operai, impiegati e studenti), proprio per i trasporti che sono più onerosi, vuoi per scarsa utilizzazione dei mezzi e del personale, vuoi per frequente esigenza di ritorni a vuoto.

Sono problemi che rendono indispensabile la più attenta cura per assumere tempestivamente provvedimenti sia tecnici sia organizzativi, onde da un lato mezzi e agenti siano utilizzati nel modo più vantaggioso, e dall'altro sia assicurato il trasporto viaggiatori più efficiente, più comodo, più rapido, più sicuro e al prezzo più basso.

A quelle che possono essere valutazioni qualitative e quantitative, presupposti indispensabili per l'impostazione di ogni programma organizzativo, è utile premettere qualche considerazione su tre fenomeni di carattere generale che hanno, e ancor più avranno, influenza determinante sulla struttura e sulla configurazione della categoria di trasporti collettivi di cui ci interessiamo: l'evoluzione in atto nei rapporti fra le varie attività economiche; la evoluzione della zonizzazione urbanistica, sia cittadina che provinciale; lo sviluppo della motorizzazione privata.

Per un lungo periodo di secoli, e forse di millenni, secondo Fourastié (2) l'attività « primaria » o agricola rappresentava l'80 % della popolazione attiva, quella « secondaria » o industriale il 10 %, e quella « terziaria » o dei servizi (banche, assicurazioni, amministrazioni industriali ecc.) il 10 %; e il livello di vita non conobbe che variazioni di lieve importanza.

Il progresso tecnico turbò questo equilibrio, e provocò uno spostamento sensibilissimo dal settore primario verso i settori secondario e terziario (negli Stati Uniti già nel 1940 le percentuali erano rispettivamente il 19 %, il 31 % e il 50 %) e vi è tendenza (fig. 1) verso un futuro equilibrio in cui i settori primario e secondario si ripartiranno il 20 % della popolazione attiva, e il terziario ne assorbirà l'80 %.

Lasciamo a Fourastié la responsabilità di queste valutazioni future; ma non vi è alcun dubbio sull'esistenza del fenomeno, comprovato dall'esame dei rilievi statistici; altrettanto indubbia è la sua influenza sullo sviluppo futuro dei trasporti vicinali.

Per quanto riguarda l'evoluzione della zonizzazione urbanistica (3), si osserva che dagli agglomerati cittadini, nei quali principalmente si svolge l'attività degli affari, e dai centri industriali, le zone residenziali che in un tempo vi si compenetravano pienamente, vanno via via staccandosi e allontanandosi a misura che si accresce la velocità commerciale dei mezzi di trasporto; nelle città tedesche si definisce addirittura come zona di

(2) JEAN FOURASTIÉ, Le gran espoir du XX° siècle.

(3) LEHNER, Le rôle des transports publics dans le cadre du plan général de la circulation urbain, U.I.T.P., 1961.

sviluppo urbanistico quella dei 30', quella cioè dalla quale il centro è raggiungibile in 30' di viaggio.

Ciò comporta che a un periodo di tempo, in cui la popolazione

ne privata, è forse il più appariscente, anche per i suoi riflessi sulla intensità della circolazione stradale.

Gli Stati Uniti d'America, per

quasi esclusivamente rappresentati da trattori con semi-rimorchio, lunghi m 15 e per il 90 % equipaggiati con motore ad essenza); con che la circolazione acquista maggior fluidità e viene allontanato il limite di saturazione stradale.

La tendenza delle popolazioni a spostarsi con maggior frequenza, indipendenza e celerità sui percorsi extraurbani troverà quindi ostacoli sempre minori, e la motorizzazione potrà maggiormente svilupparsi; non appare perciò giustificata l'affermazione che si debba essere prossimi ad un livello di « optimum » sulla possibilità di impiego del veicolo privato.

Rapidi sviluppi nella motorizzazione privata si verificheranno anche da noi, in cui bassissimo è il numero degli autoveicoli privati (anche conteggiando i motocicli, si hanno soltanto 109 veicoli per 1000 abitanti); ma le condizioni economiche e il livello di vita in Europa Occidentale e in Italia in particolare sono tali, che una larghissima parte della popolazione resterà ancora per lungo tempo tributaria del trasporto vicinale collettivo. I problemi dei trasporti di interesse vicinale non si esauriranno quindi in problemi di circolazione, e non saranno sufficienti per risolverli i provvedimenti di miglioramento e sviluppo della rete stradale; ma sarà inderogabile provvedere e all'ammmodernamento e potenziamento dei trasporti collettivi e alla loro più razionale ed economica organizzazione; e continuando la motorizzazione a svilupparsi in forma assai ibrida (1.990.000 autoveicoli, 3.690.000 ciclomotori, motoleggere e motocicli, 169.868 motocarri, 24.324 autobus, 421.700 autocarri, 30.300 autotreni) si rende necessario considerare che i trasporti vicinali su rotaia non avranno assolto alla loro importante funzione sociale, finché saranno indispensabili trasporti di massa, e finché la strada non sarà in grado di accogliere l'incremento di traffico conseguente alla loro soppressione, senza aumento di pericolosità.

L'ammmodernamento e l'organizzazione dei trasporti collettivi vicinali deve poi tener conto del fatto che l'uso dei mezzi motorizzati individuali (specialmente motoveicoli) va rapidamente estendendosi anche fra le classi meno abbienti; è questo uno dei riflessi nel campo dei trasporti di quella evoluzione alla quale abbiamo accennato, nei rapporti fra i settori primario, secondario e terziario, che va studiato attentamente, poiché va sviluppandosi in una forma del tutto particolare.

Stiamo ora seguendo alcuni rilievi statici in proposito; rilievi che sono già abbastanza indicativi.

Nei servizi collettivi su rotaia in zone in cui è prevalente l'attività industriale, il traffico delle giornate festive segna nei primi mesi del 1961 una contrazione che tocca in alcune relazioni anche il 45 % rispetto ai corrispondenti mesi del 1960 e il 70 % rispetto a quelli del 1959; e inoltre vi è una frequente variazione fra il traffico operaio dei giorni feriali, che appare in incremento nei periodi in cui le condizioni climatiche sono sfavorevoli, ma diminuisce assai bruscamente nei periodi di tempo buono e temperatura mite (deve esser tenuto presente che gli operai utilizzano le tessere settimanali a preferenza degli abbonamenti mensili, tariffariamente quasi equivalenti, sia perchè meno vincolative, sia perchè richiedono impegni finanziari più frazionati).

Le imprese di trasporti collettivi dovrebbero perciò, come accennammo ricordando le puntualizzazioni dell'ing. Meyer, disporre di mezzi e di personale sufficiente per fronteggiare non soltanto le intensificazioni di traffico nelle quotidiane ore di punta, ma anche quelle intensificazioni che chiameremo occasionali — spesso improvvise e imprevedute — determinate da condizioni climateriche; con sempre maggior incidenza sul costo del trasporto della quota di ammortamento e di quella per il personale, date le scarse utilizzazioni. Essendo inoltre sempre più numerosi gli operai, im-

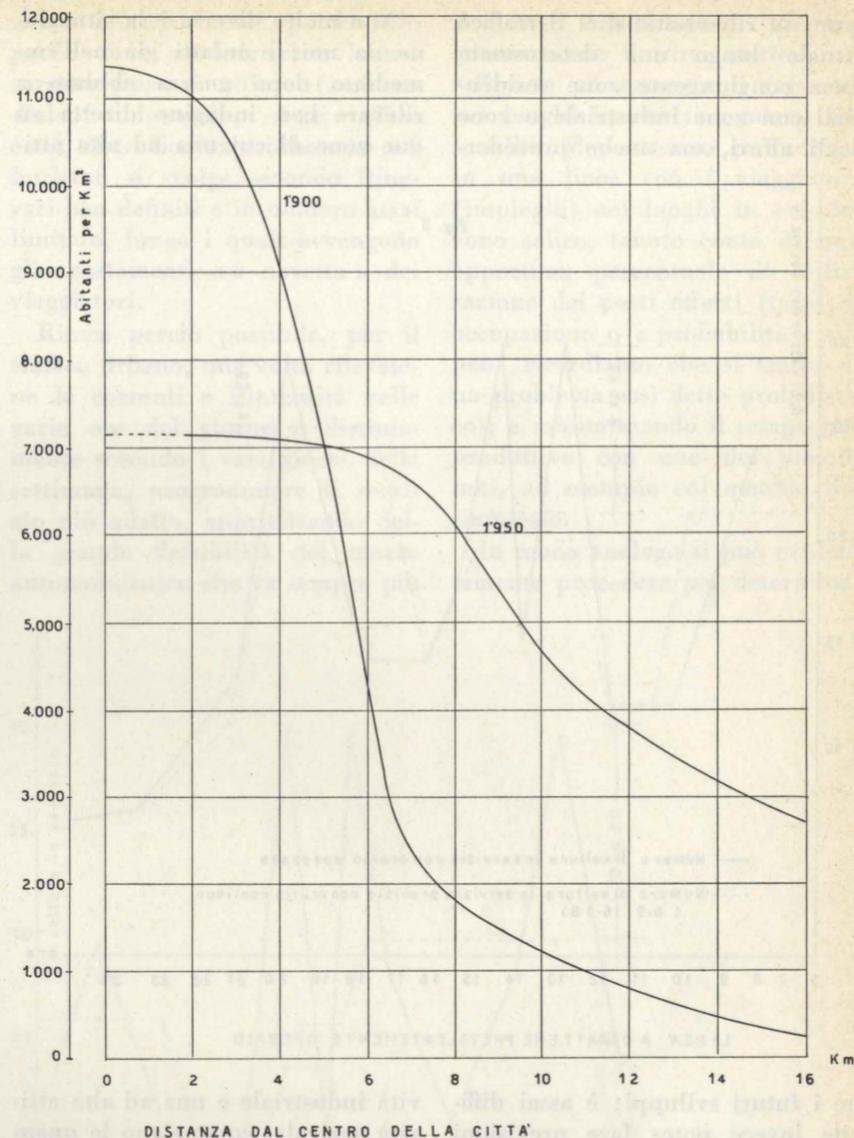


Fig. 2

piegati e studenti che posseggono un mezzo individuale di trasporto (e che quindi sono portati a confrontare la sola spesa chilometrica per benzina, lubrificante e pneumatici del proprio mezzo con la tariffa chilometrica del mezzo collettivo), ci troviamo ad operare con una massa di utenti sensibilissima ai ritocchi tariffari; ed è sempre più dubbia la possibilità di poter aumentare gli introiti, ritoccando le tariffe preferenziali.

Attualmente si può ritenere che della quantità di traffico totale quella a tariffe preferenziali rappresenti il 60 %; e pur tuttavia produce solo il 35 % dell'introito totale. Ora questa massa di viaggiatori a tariffa preferenziale va

umentando tanto percentualmente che in valor assoluto particolarmente nel settore degli studenti, sia per l'estensione della scuola d'obbligo, sia perchè lo sviluppo industriale provocherà un aumento dei giovani che accederanno a studi medi superiori e universitari.

Le considerazioni di carattere generale finora fatte, mettono in evidenza l'aleatorietà di previsioni non solo a lunga, ma anche a breve scadenza sul traffico nei servizi di trasporto collettivi di interesse locale; e di conseguenza la necessità di procedere con cautela nelle programmazioni.

È infatti possibile con sufficiente approssimazione non solo valu-

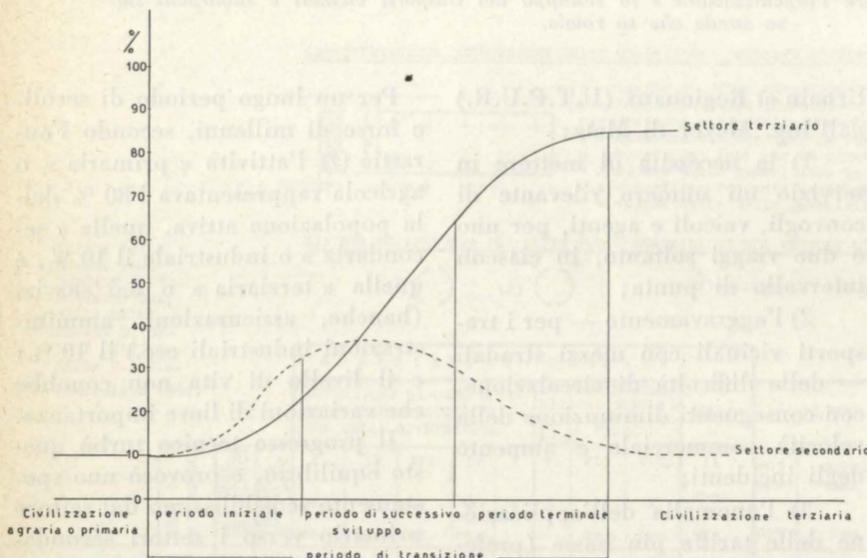


Fig. 1

nella zona centrale della città aveva raggiunto densità elevatissime, va ora succedendo un periodo (fig. 2) in cui si osserva una costante diminuzione della densità; ciò che accentua nel centro urbano la funzione di sede per eccellenza delle « attività terziarie », nonché delle attività di distribuzione e consumo (alberghi, ristoranti, magazzini ecc.), culturali e di professioni libere. Le imprese industriali vanno concentrandosi in zone « industriali » periferiche, distinte da quelle residenziali.

M. Gayrard (4) riporta, da uno studio relativo alla città di Copenaghen, uno schema di zonizzazione urbanistica, evidentemente a carattere provinciale più che cittadino, e che può perciò ben raffigurare la tendenza in atto e mostra la necessità di considerare il futuro incremento sia numerico sia di distanza media (corrispondente ad una percorrenza dell'ordine di 30' o 40') dei viaggi giornalieri a « navetta » per motivi di lavoro, di studio o di affari.

Il terzo fenomeno, cioè quello dello sviluppo della motorizzazio-

motivi abbastanza chiaramente individuati ma che qui sarebbe superfluo ricordare, presentano già oggi quella configurazione nei trasporti viaggiatori di interesse vicinale, alla quale indubbiamente è avviato anche il nostro continente, sia pure con una certa lentezza.

È noto che la motorizzazione vi ha raggiunto un livello altissimo, con oltre 400 autoveicoli ogni 1000 abitanti; che la circolazione stradale è rappresentata per l'80 % da vetture private e per il 20 % da autoveicoli pesanti (autobus ed autotreni); e che infine nelle città più moderne, quali Los Angeles e Houston, il percorso medio giornaliero a piedi non oltrepassa i 180 metri per abitante. Nonostante ciò le statistiche denunciano un continuo incremento nella motorizzazione, in armonia con il costante incremento dell'indice di mobilità della popolazione.

Le reti stradali non urbane vengono sempre sviluppate e migliorate e i veicoli tendono ad uniformarsi sia per caratteristiche di ingombro che di velocità (negli Stati Uniti è pressochè scomparso l'ibridismo costituito dai motocicli e bicicli, e gli autocarri sono

(4) GAYRARD, *Atti U.I.P.T.*, 1959, Bruxelles.

tare con rilievi statistici il traffico attuale lungo una determinata linea congiungente zone residenziali con zone industriale o zone degli affari, ma anche preveder-

Non molto diversa è la situazione da noi; e infatti già nell'immediato dopo guerra ebbimo a rilevare con indagine diretta su due zone di cui una ad alta atti-

quantità di traffico dei viaggiatori a tariffa preferenziale sia in valore assoluto che in valore relativo;

3) tende a rarefarsi sempre più il traffico sui mezzi di trasporto collettivo ad itinerario fisso nelle giornate festive;

4) il traffico tende perciò a limitarsi ai soli giorni feriali, e concentrandosi nelle sole ore di punta, in correlazione con gli orari degli opifici, degli uffici, delle scuole;

5) il traffico è estremamente sensibile alle variazioni di tariffa; suscettibile perciò di trasferirsi ai mezzi individuali;

6) il traffico è pure molto influenzato dalle condizioni atmosferiche e climatiche;

7) si accentua la necessità di incrementare sia il parco dei veicoli, sia l'organico del personale; ma tende a diminuirne l'utilizzazione;

8) si accentua il rischio d'impresa.

Di qui la necessità in primo luogo di invocare provvedimenti di carattere esterno alle Imprese di trasporto, che valgano a limitare l'esigenza di sproporzionati incrementi del parco veicoli e del personale; e quindi di impostare l'organizzazione dell'Impresa e la programmazione dei servizi in modo da ridurre i periodi di inutilizzo sia del materiale rotabile, sia del personale.

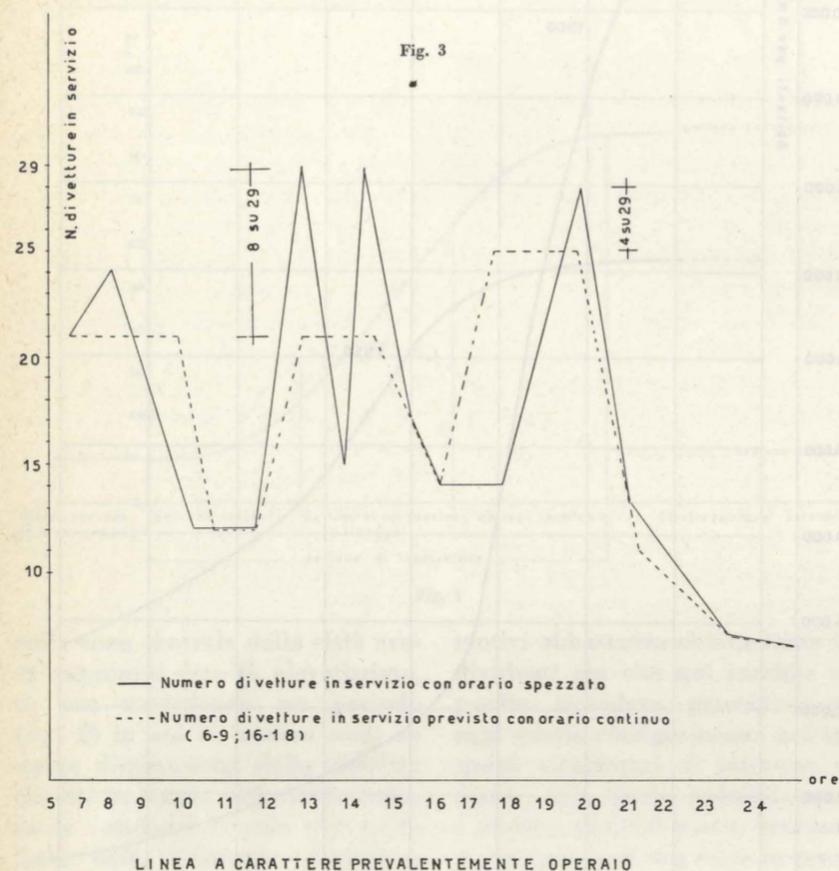
I provvedimenti di carattere esterno alle Imprese di trasporto, ai quali alludiamo sono l'adozione dell'orario unico, un moderato scaglionamento nell'orario di ingresso e uscita dai posti di lavoro e di studio, e — in un tempo successivo — la riduzione dei giorni settimanali lavorativi da 6 a 5; da un'inchiesta svolta dall'U.I.T.P. nel 1959, risulta che in quasi tutto il continente europeo si osserva l'orario unico, e che con l'Italia fanno eccezione soltanto parte dell'Inghilterra, parte della Francia, la Spagna e la Grecia.

vità industriale e una ad alta attività agricola, come siano le *quantità di trasporto* (cioè il numero dei viaggiatori) e non le *quantità di traffico* (cioè i viagg. km) proporzionali alle popolazioni delle zone servite; e come la quasi totalità dei viaggi sia centripeta, con origine nei paesi residenziali e destinazione il capoluogo per le zone agricole, e il grosso centro industriale per le zone industriali.

Riepilogando quanto finora esposto, possiamo fissare i seguenti punti, da tener presenti in sede di organizzazione e programmazione dei trasporti di interesse vicinale:

1) gli utenti tendono sempre più a limitarsi alle categorie beneficianti di tariffe preferenziali;

2) l'indice di mobilità della popolazione tende costantemente all'aumento; aumentano perciò le



ne i futuri sviluppi; è assai difficile invece poter fare previsioni sulla quota di tale traffico che possa esser acquisita da un servizio collettivo, e ad esso conservata.

Studi eseguiti negli Stati Uniti hanno accertato che il numero dei viaggi compiuti dagli abitanti nelle varie città e zone periferiche varia (a seconda dell'importanza compresa fra 50.000 abitanti e oltre 1 milione) da 630 a 520 all'anno; valori superiori a quelli medi delle nostre città e loro periferia, ma ai quali indubbiamente tendiamo (Parigi ne conta 527); su 100 viaggiatori effettuanti 200 viaggi, l'81,8 % ha come origine o destinazione la zona residenziale, il 55,8 % le zone di lavoro o di affari, il 24 % ha lo scopo di divertimento e svago, il 23,4 % di acquisti e il 15 % vari.

cantisi e intrecciantisi, poichè solo poche zone modernissime hanno caratterizzazioni chiare (residenziale, industriale, degli affari ecc.), il traffico extraurbano e suburbano si svolge secondo itinerari ben definiti e in numero assai limitato, lungo i quali avvengono gli spostamenti « a navetta » dei viaggiatori.

Riesce perciò possibile, per il traffico urbano, una volta rilevate le correnti e l'intensità nelle varie ore del giorno e distintamente secondo i vari giorni della settimana, programmare il servizio più adatto, approfittando della grande flessibilità del mezzo automobilistico che va sempre più

il ricorso a noti schemi di programmazione lineare, mettendo a raffronto gli autoveicoli (risorse) nei luoghi in cui si rendono disponibili dopo uno o più servizi su una linea con i viaggiatori (impieghi) nei luoghi in cui devono salire, tenuto conto di una opportuna percentuale di utilizzazione dei posti offerti (tasso di occupazione o « probabilità » appena ricordiamo che si tratta di un problema così detto probalistico); e minimizzando il tempo improduttivo con uno dei metodi noti, ad esempio col metodo del semplice.

In modo analogo si può evidentemente procedere per determina-

M. Gayrard (5) che ha approfondito il problema per la città di Lione, riporta il risultato dello studio per due linee, una a traffico prevalentemente operaio (fig. 3) ed una (fig. 4) a forte traffico occasionale (stazioni, quartieri d'affari, negozi) dal quale risulta evidentissimo il vantaggio nel numero delle vetture impegnate per le ore di punta; anche per la prima linea, per la quale è inferiore il vantaggio nel numero di vetture contemporaneamente impegnate, si consideri la possibilità di buon utilizzo degli agenti, stabilendo opportunamente i turni di lavoro (ad esempio inizio 8,30-11,30 e termine 15-18). M. Gayrard, esteso lo studio all'intera rete di Lione, afferma che si può conseguire una riduzione del 18 % nel numero dei veicoli nel parco, e del 15 % nel numero massimo delle vetture in servizio contemporaneo; da noi, è stato previsto che a Milano l'applicazione dell'orario unico con moderato scaglionamento porterebbe ad una riduzione del 10 % nelle spese di esercizio, con un vantaggio economico netto per l'Azienda (cioè tenuto conto della riduzione di introiti) di 1200 milioni annui, senza conteggiare la riduzione degli oneri finanziari per quote di ammortamento.

I vantaggi che si realizzerebbero per i servizi urbani e suburbani di queste città, si estenderebbero ovviamente ai servizi collettivi viaggiatori di carattere vicinale delle nostre provincie.

Per quanto riguarda l'organizzazione interna aziendale e la programmazione dei servizi, esporremo qualche indirizzo che abbiamo in parte sperimentato con esito soddisfacente.

È evidente che una differenza sensibile si impone nell'organizzazione e programmazione dei servizi extraurbani, rispetto a quelli urbani di una grande città.

Mentre nella grande città — il traffico si svolge secondo numerosi itinerari variamente interse-

(5) Vedi nota già citata.

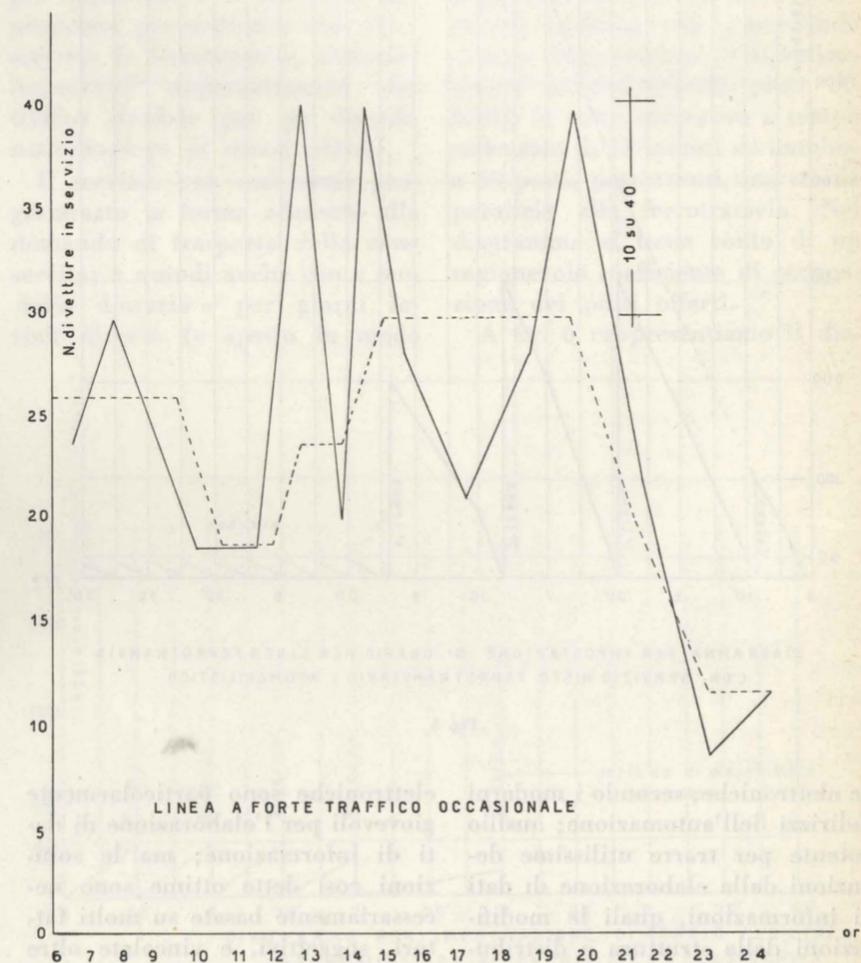


Fig. 4

sostituendosi non solo a quello tranviario, ma anche a quello filoviario.

È uno dei tipici casi nei quali può riuscire particolarmente utile

re l'orario più conveniente, noti percorsi e percorrenze delle linee, e fissato se del caso l'intervallo di tempo fra una corsa e la successiva; o per determinare il com-

plesso dei servizi per i quali minore risulti il costo di esercizio. Appena l'importanza della Azienda lo giustifichi, si può ricorrere con profitto all'utilizzo di macchi-

propri trasporti collettivi di interesse vicinale (cioè in genere a carattere provinciale, interurbano o extraurbano) siano essi automobilistici o su rotaia, le macchine

A) I servizi automobilistici, sono sorti quando la motorizzazione privata era già sviluppata, con l'intento sia di servire piccole comunità, sia di soddisfare a particolari richieste cui non potevano per motivi strutturali soddisfare i mezzi su rotaia; si poterono perciò fin dall'inizio programmare con criteri che vanno tenuti presenti, poichè ad essi è dovuto in notevole misura il grande successo: l'estrema semplicità dell'orario così detto « mnemonico », e, nei limiti del possibile, la distinzione della finalità, distinguendo cioè per orario, frequenza ed itinerario i servizi per motivi di lavoro o scolastici (feriali), da quelli per motivi commerciali (mercatali) e da quelli per motivi di svago (serali, festivi, stagionali, di gran turismo).

Gli itinerari seguiti e le relazioni servite per lo più non presentano un traffico molto intenso e non di rado la gestione è familiare; non ci sono perciò complessi problemi di programmazione. Si possono facilmente conseguire risultati economici soddisfacenti utilizzando i mezzi e il personale che si rendono disponibili nelle ore non di punta o nelle giornate festive in servizi occasionali a noleggio (« fuori linea » per gite turistiche ecc.), sicuramente remunerativi.

B) I servizi su rotaia sono invece programmati con orari vincolati alle esigenze di incroci, coincidenze e precedenza in punti fissi, e che, in armonia con i trasporti ferroviari su lunga distanza, si mantengono praticamente uguali per tutti i giorni della settimana; in ossequio poi alla loro caratteristica funzione di « trasporti di massa », si tende a servire opifici, scuole e uffici nelle ore di apertura e chiusura, trascurando il traffico non di punta, che darebbe luogo ad introiti chilometrici assai inferiori anche alle sole spese di trazione, scorta e manutenzione.

Ne consegue che — pur svolgendosi per lo più lungo direttrici a traffico molto intenso — vi è la tendenza ad una utilizzazione non

solo di mezzi, ma anche di personale assai scarsa, in quanto limitata alle sole ore di punta.

Questi due criteri di programmazione, nettamente distinti, sono stati forse causa non ultima della profonda concorrenza fra servizi collettivi vicinali su rotaia e su strada che contraddistinsero l'attività di trasporto nei primi anni successivi alla seconda guerra mondiale: da una parte assai spesso le Aziende ferrotramviarie assunsero un atteggiamento di rigida difesa dei diritti acquisiti, cercando di ostacolare concessioni di servizi automobilistici comunque concorrenti, e si adagiarono sul comodo istituto dei sussidi integrativi di esercizio per assicurare il pareggio ai propri bilanci di esercizio, limitando inoltre al massimo ogni investimento in ammodernamenti degli impianti e dei mezzi, con inevitabile decadimento della qualità dei servizi offerti; d'altra parte le Aziende automobilistiche cercarono in tutti i modi sia di penetrare nelle zone d'influenza delle ferrotramvie, sovrapponendosi per lunghi tratti (dato il parallelismo che quasi sempre si riscontra fra ferrotramvie locali e strade ordinarie) al tracciato di esse, sia di istituire servizi integrativi nelle ore non di punta, e scremando con l'uno o l'altro sistema il traffico dei viaggiatori a tariffa normale.

È un più che elementare criterio di organizzazione industriale quello che suggerisce all'attività di trasporto di svolgersi con criterio di gestione unitario; e le Imprese ferrotramviarie bene dirette avvertirono la necessità di organizzarsi in modo di disporre anche di automezzi, i quali possono essere utilmente impiegati in servizi integrativi e afferenti nelle ore di punta dei giorni feriali e in servizi sostitutivi nelle ore in cui il traffico è meno intenso.

L'esercizio può così esplicarsi con un certo svincolo dall'impianto fisso, e con la possibilità di

assicurare il servizio del pubblico anche nelle ore in cui non potrebbe esser raggiunto un sufficiente grado di occupazione dei posti offerti dalla corsa ferrotramviaria; gli automezzi possono essere anche utilizzati in quei servizi turistici con libertà di orario e di itinerario che rispondono all'odierna richiesta del pubblico nelle giornate festive.

Non va scordato il fatto che in questo modo la ferrotramvia solleva le strade parallele dal traffico di punta; e può caso per caso — in armonia con il naturale evolversi della zona servita, al quale abbiamo accennato in principio — esser scelto il momento più opportuno e il modo più appropriato per sostituire con auto-servizio la ferrotramvia, evitando improvvisi appesantimenti del traffico stradale per un disordinato impiego di mezzi privati.

Il servizio può così venir programmato in forma aderente alla domanda di trasporto della zona servita; e quindi anche con « modello d'orario » per giorni feriali diverso (e spesso in modo

imposti dalle esigenze della circolazione — incroci — nelle linee a semplice binario) per le ore di punta, specie se prevalente è il trasporto di operai e studenti, con convogli ferrotramviari se del caso a composizione variabile; a tempo cadenzato (con orario così detto mnemonico) nelle ore non di punta, in cui vengono utilizzati autobus.

A titolo di esempio, rappresentiamo a fig. 5, un diagramma ideale per giorno feriale, che può esser riferito sia ad una stazione capolinea, sia ad un tronco di linea ferroviaria, per la preparazione di un modello d'orario: le prime quattro corse sono immaginate costituite da treni senza alcuna cadenza, ma prevedendo diverse composizioni (rispettivamente 300-900-900-600 posti offerti); le corse successive a tempo cadenzato di 15 minuti da autobus a 60 posti, percorrenti una strada parallela alla ferrotramvia. Nel diagramma si tiene conto di un ragionevole coefficiente di occupazione dei posti offerti.

A fig. 6 rappresentiamo il dia-

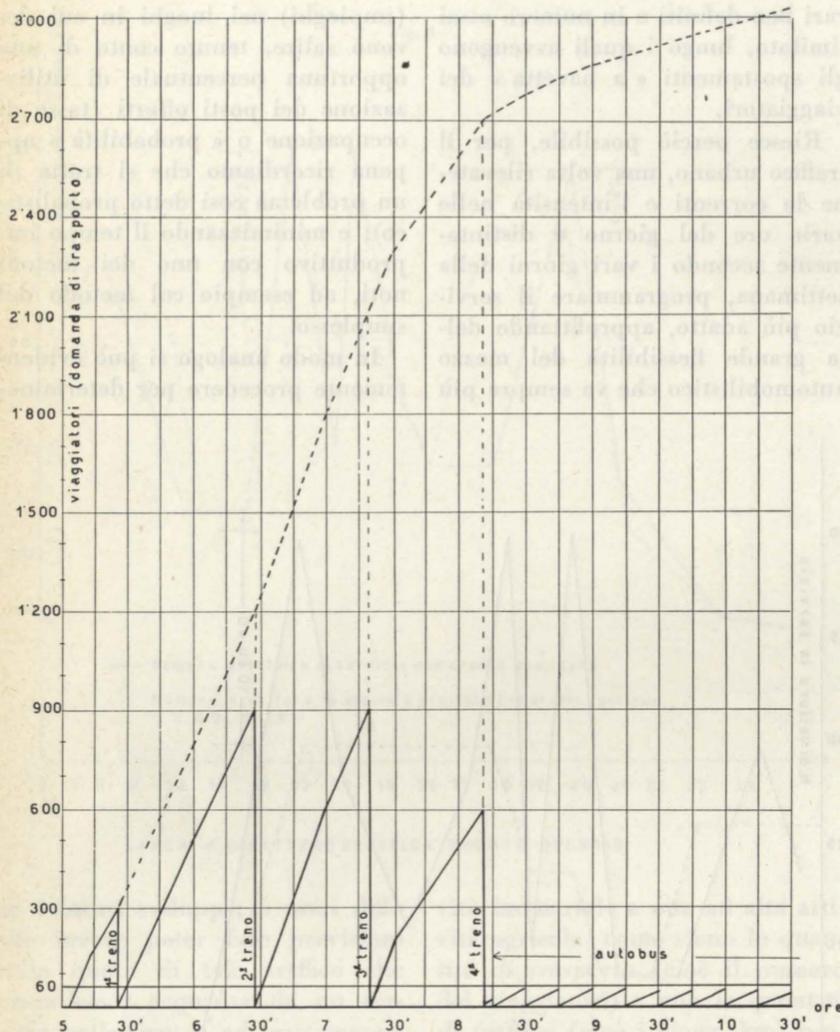


DIAGRAMMA PER IMPOSTAZIONE DI ORARIO PER LINEA FERROTRAMVIA CON SERVIZIO MISTO FERROTRAMVIARIO E AUTOMOBILISTICO

Fig. 5

ne elettroniche, secondo i moderni indirizzi dell'automazione; ausilio potente per trarre utilissime deduzioni dalla elaborazione di dati di informazioni, quali le modificazioni della struttura e distribuzione delle abitazioni, il numero delle persone aventi occupazioni fisse, le immatricolazioni di autoveicoli privati, le frequentazioni dei luoghi di divertimento e delle scuole, i fattori meteorologici ecc.

Quando invece dobbiamo occuparci di organizzazione di veri e

elettroniche sono particolarmente giovevoli per l'elaborazione di dati di informazione; ma le soluzioni così dette ottime sono necessariamente basate su molti fattori, soggettivi, e vincolate oltre che ad un tracciato di solito ben determinato, a norme e modalità concessionali assai più rigide.

È tradizionale, nella programmazione dei servizi vicinali, seguire criteri sensibilmente diversi, a seconda che essi sono automobilistici o su rotaia.

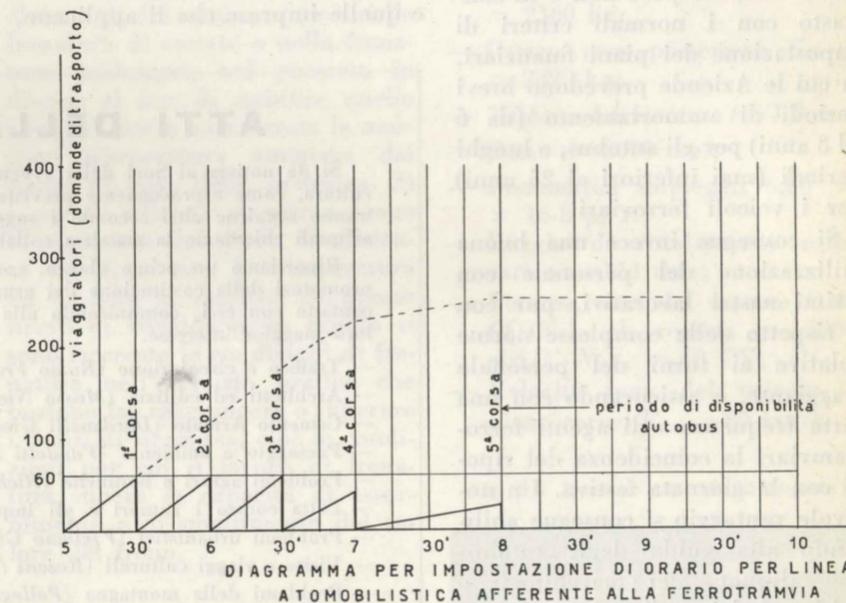


Fig. 6

assai sensibile) da quello per giorni festivi.

Il « modello d'orario » può essere strutturato a tempo non cadenzato (salvi i distanziamenti

gramma ideale per il modello di orario di una autolinea afferente ad una delle stazioni della linea ferrotramviaria precedente, o di una autolinea finitima, che assi-

curi un utile impiego degli autobus nelle ore in cui non sono utilizzati per il servizio integrativo (o parzialmente sostitutivo) della ferrottramvia.

I diagrammi per le giornate festive, nelle quali la domanda di trasporto di solito si presenta con caratteristiche del tutto diverse, danno luogo (salvo il caso di linee che servono stazioni prevalentemente turistiche) ad orari con corse molto meno frequenti; e rimane la possibilità di utilizzare in parte il parco automobilistico per servizi di « fuori linea », soddisfacenti alla già ricordata tendenza odierna del pubblico di disporre di veicoli suscettibili di seguire itinerari e programmi svariati.

Occorre appena notare che, pur assicurando così sempre soddisfacenti percentuali di occupazione dei posti offerti, mentre si può raggiungere un'ottima percorrenza annua degli autobus (dell'ordine cioè dei 50.000-60.000 km), rimane modesta la percorrenza annua dei veicoli ferrottramviari, e in particolare delle vetture rimorchiate; ciò però non è in contrasto con i normali criteri di impostazione dei piani finanziari, in cui le Aziende prevedono brevi periodi di ammortamento (da 6 ad 8 anni) per gli autobus, e lunghi periodi (mai inferiori ai 25 anni) per i veicoli ferroviari.

Si consegue invece una buona utilizzazione del personale con ottimi nastri lavorativi, pur con il rispetto delle complesse norme relative ai turni del personale viaggiante, e assicurando con una certa frequenza agli agenti ferrottramviari la coincidenza del riposo con la giornata festiva. Un notevole vantaggio si consegue abilitando alla guida degli autobus una aliquota dei macchinisti e guidatori dei treni, e una aliquota degli operai d'officina; rendendone possibile — così come per

i conduttori e i bigliettari — l'impiego promiscuo su treni e su autobus. L'inevitabile estensione al personale delle autolinee oltre che del trattamento giuridico (legge 1960/1054) anche del trattamento economico del personale ferrottramviario, dovrebbe eliminare le resistenze che talvolta nel piano sindacale si incontrano a tali impieghi promiscui.

L'esperienza mostra come, con orari così predisposti, si manifesti una graduale tendenza al trasferimento dal mezzo su rotaia al mezzo su gomma di quei viaggiatori che non sono vincolati da orari fissi di lavoro o di scuola; ciò può creare alcune difficoltà nel periodo iniziale, ma d'altro canto renderà più agevole in un secondo tempo la trasformazione in autolinee di quelle ferrottramvie che sono destinate al disarmo, attenuando le preoccupazioni cui danno luogo i servizi nelle ore di punta.

Questo orientamento di organizzazione e programmazione inserisce nella tradizionale struttura delle aziende di trasporto criteri produttivistici familiari nelle aziende industriali di produzione; e quelle imprese che li applicano,

pur finora non su larga scala, ne hanno tratto vantaggio economico, mentre il pubblico se ne dimostra soddisfatto, e la motorizzazione privata si frena spontaneamente nel suo sviluppo.

Difficoltà se ne incontrano, e non lievi, quando nelle aziende di trasporto si vogliono seguire orientamenti nuovi: difficoltà più che di ordine tecnico ed economico, di ordine concessionario e molto spesso di ordine sindacale; ma si deve insistere con tenacia.

Troppo spesso ci si dimentica che, alla fin fine, anche l'impresa di trasporto va considerata alla stessa stregua di una impresa industriale di produzione; e se per il fatto che produce un servizio e non un bene di consumo va regolata e sovvenzionata con riguardo precipuo dell'interesse generale, non per questo si deve trascurare il criterio fondamentale seguito nella gestione di una qualsiasi attività economica: dirigerla con mente aperta ad ogni iniziativa utile a farne un organismo vivente e sano, strutturalmente adatto alle esigenze del settore cui socialmente è legato.

Ascanio Pagello

## ATTI DELLA SOCIETÀ

Si dà notizia ai Soci della avvenuta costituzione di alcuni gruppi di cultura, come espressamente previsto dallo Statuto Sociale; a questi potranno seguirne altri secondo i suggerimenti e l'iniziativa dei Colleghi, ai quali chiediamo la massima collaborazione.

Riportiamo un primo elenco, con i nomi dei soci che si sono fatti promotori della costituzione dei gruppi: invitiamo i colleghi a prendere contatto con essi, comunicando alla Segreteria l'iscrizione al gruppo di loro maggior interesse.

- Traffico e circolazione (*Russo Frattasi Alberto*)
- Architetti ed edilizia (*Mosso Nicola*)
- Cemento Armato (*Dardanelli Giorgio*)
- Paesaggio e ambiente (*Vaudetti Flavio*)
- Problemi agrari e bonifiche (*Richieri Luigi*)
- Lotta contro i rumori e gli inquinamenti atmosferici (*Pilutti Aldo*)
- Problemi urbanistici (*Vigliano Gian Piero*)
- Visite e viaggi culturali (*Rosani Nino*)
- Problemi della montagna (*Pellegrini Enrico*)

IL SEGRETARIO: *Edoardo Goffi*

IL PRESIDENTE: *Mario Catella*