

TESE

91



ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
D M E

USO DA SUPERMARCHA NO BRASIL
COMO DISPOSITIVO DE ECONOMIA
DE COMBUSTÍVEL

ENG. ERNESTO JOSÉ MEDUNA

ITAJUBÁ — MINAS
1974



USO DA SUPERMARCHA NO BRASIL COMO DISPOSITIVO DE
ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL

ENGº. ERNESTO JOSÉ MEDUNA
PROF. ASSISTENTE DO DME DA EFEI
CHEFE DO DEPTO. DE MANUTENÇÃO MECÂNICA AUXILIAR DA
COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL

1974

ITAJUBÁ

MINAS GERAIS

ERNESTO JOSÉ MEDUNA.

USO DA SUPERMARCHA NO BRASIL COM DISPOSITIVO DE ECONOMIA
DE COMBUSTÍVEL

E R R A T A

1. Onde se lê "eixo de saída da caixa de marchas" deve-se ler "Árvore de saída da caixa de marchas".
2. Onde se lê "eixo de saída da supermarcha" deve-se ler "Árvo
re de saída da supermarcha".

Trabalho apresentado como Tese de Livre -
Docência em Motores e Auto-Veículos na Escola Fe -
deral de Engenharia de Itajubá - Minas Gerais.



Ministério da Educação e Cultura
ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

CONCURSO À LIVRE DOCÊNCIA NA EFEI

CANDIDATO: ERNESTO JOSÉ MEDUNA

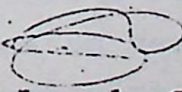
PARECER CONCLUSIVO DA COMISSÃO JULGADORA:

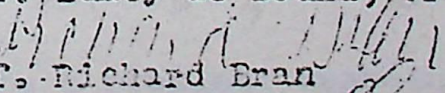
A Comissão Julgadora do Concurso para Livre-Docência do Engenheiro ERNESTO JOSÉ MEDUNA após proceder exames de uma defesa de Tese, de uma Prova Didática e de uma Prova de Títulos, se instalou para fazer a apuração das notas, concluindo que o candidato está habilitado para receber o Título de Docente-Livre em vista de ter conseguido nota superior a 7 (sete) atribuída por todos os Membros da Comissão Julgadora.

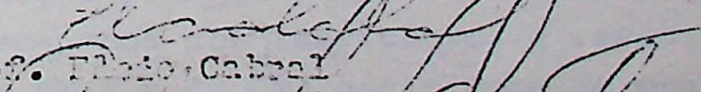
No Livro Próprio de Livre-Docência, das páginas 66 verso a 73v. inclusive, estão lavradas e assinadas todas as atas do referido Concurso.

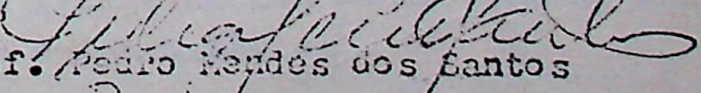
Itajubá, 26 de outubro de 1974.

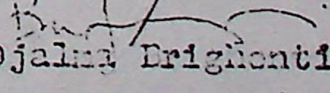
COMISSÃO:


Prof. Zulcy de Souza, Presidente


Prof. Richard Bran


Prof. Elcio Cabral


Prof. Pedro Mendes dos Santos


Prof. Djalma Brighenti

APRESENTAÇÃO

Na presente tese para Livre Docência estabelecemos os pa
râmetros para a supermarcha a ser usada nos veículos nacionais de
grande potência (projetos de origem Americana), como dispositivos
de economia de combustível.

As supermarchas na Europa não são muito usadas e nos EEUU
permitem apenas a redução de 30% na rotação, tanto para os menores
como para os maiores motores com que o veículo opcionalmente pode
ser equipado.

Em nosso trabalho calculamos as supermarchas permissíveis
em função de coeficientes, mais elaborados, obtidos dos projetos Eu
ropeus, adaptando-os aos nossos veículos.

Adotamos valores de $B = 6$ e $B = 7$ mas optamos pelos cál
culos finais com $B = 6$ por se tratar de veículos pesados.

Pelos cálculos concluímos que se pode atingir economia de
combustível superior a 40% quando usamos a supermarcha em velocida
des altas e constantes.

O método apresentado é válido para se calcular a supermar
cha e as vantagens oriundas de seu uso para quaisquer marcas e mo
delos de veículos, de características equivalentes, que surgirem no
futuro.

Ao encerrarmos o presente trabalho desejamos agradecer to
da colaboração que recebemos dos fabricantes e revendedores de veí
culos, dos colegas da EFEI e do CTA assim como de monitores, dese
nhistas, datilógrafos e funcionários.

O AUTOR.

SIMBOLOGIA

- A_1 - Pêso dividido pela potência (veículos Europeus)
- A_2 - Pêso dividido pela potência (veículos Nacionais grandes)
- A_3 - Novos valores do peso dividido pela potência para $B_3 = 7$
- A_4 - Novos valores do peso dividido pela potência para $B_4 = 7$
- B - Relação $\frac{\text{Pêso}}{\text{Potência} \cdot \text{Secção}}$
- B_1 - A_1/S_1
- B_2 - A_2/S_2
- B_3 - Valor de B_1 tomado como 7
- B_4 - Valor de B_1 tomado como 6
- C_x - Coeficiente aerodinâmico
- C_1 - Consumo em Kg/h sem supermarcha
- C_2 - Consumo em Kg/h com supermarcha
- C_3 - Porcentagem de redução de consumo
- CV - Cavalo Vapor
- F - Fôrça
- N - Potência em CV
- N_3 - Potência mínima para B_3
- N_4 - Potência mínima para B_4
- N_5 - Potência de mínimo consumo
- S_1 - Secção resistente normal dos veículos Europeus
- S_2 - Secção normal dos veículos nacionais (projetos de origem Ameri
cana)
- V - Velocidade

I N D I C E

	Página
APRESENTAÇÃO	I
SIMBOLOGIA	II
INDICE	III
1. Introdução	01
2. Supermarcha	02
3. Possibilidade da Supermarcha	03
3.1 - Supermarcha em caixa adicional	03
4. Esquema geral e principios de funcionamento	04
4.1 - Características da Supermarcha	04
4.2 - Construção e Operação da Supermarcha	06
4.2.1 - Suporte dos Pinhões Planetários	06
4.2.2 - Engrenagem Central	06
4.2.3 - Engrenagem Interna	08
4.2.4 - Conjunto de Engrenagens Planetárias	08
4.3 - A Supermarcha através do conjunto de engrenagens Plane- tárias	09
4.4 - Supermarcha Desligada	11
4.5 - Ausência de Transmissão	13
4.6 - Acoplamento de Roletes	13
4.7 - Acoplamento de Roletes da Supermarcha	14
4.8 - Controles da Supermarcha	15
4.9 - Anel de Trava	17
4.10- Unidade Completa de Supermarcha	18
4.11- Vista Explodida da Supermarcha	22
4.12- Posições da Supermarcha	22

	Página
4.12.1 - Supermarcha Desligada	22
4.12.2 - Acionamento direto. Roda Livre	22
4.12.2.1 - Freio Motor	24
4.12.3 - Supermarcha Ligada	24
4.13 - Supressão do efeito de Supermarcha	25
4.14 - Esquema de Controle Elétrico	26
5. Sequência do Trabalho	27
5.1 - Curvas de Potência e de Consumo	27
5.2 - Especificações dos Veículos Europeus e dos Nacionais ..	27
5.3 - Pêso, Potência e Secção Resistente	27
5.4 - Comparações dos Parâmetros B_1 e B_2	27
5.5 - Potência Mínima	28
5.6 - Potência de Mínimo Consumo	28
5.7 - Multiplicação nas caixas de veículos europeus	28
5.8 - Rotação do Motor sem Supermarcha	28
5.9 - Rotação do Motor com Supermarcha	28
5.10 - Valores recomendados para as Supermarchas	29
6. Consumos com uso da Supermarcha	29
7. Conclusão	29
8. Coeficiente Aerodinâmico	30
DIAGRAMAS	32
TABELAS	38
GRÁFICOS	45
BIBLIOGRAFIA	48

1. INTRODUÇÃO

A supermarcha é bastante conhecida na literatura especializada da Americana mas não é muito usada, tendo em vista que os veículos nos EEUU. já atingiram um estágio de conforto mais avançado, o qual seja o da transmissão automática.

A supermarcha tem como finalidade propiciar, nas altas velocidades dos veículos, uma rotação mais baixa do motor e conseqüentemente reduzir seu consumo de combustível, de óleo lubrificante e também do seu desgaste interno.

Nos veículos americanos predominam na sua maioria motores grandes e de altas potências acoplados a pequenas caixas de transmissão, de tres ou quatro velocidades, e já os europeus de preferência optam por motores pequenos e transmissões grandes de cinco ou seis velocidades.

Sem dúvida os veículos americanos consomem muito combustível mas são relativamente econômicos se levarmos em conta o consumo por CV produzido.

Em contrapartida os veículos europeus, conseguem, em velocidades bastante altas, consumos muito baixos, como por exemplo o caso dos Alfa Romeo JK, que conseguem fazer até 10 Km/litro à 140 Km/hora, devido especialmente a relação de transmissão na velocidade acima citada.

Como a maior economia de combustível é sempre mais fácil de ser obtida nos motores de grande potência, e como no Brasil ainda não se usa a supermarcha (overdrive), o presente trabalho se destina ao estabelecimento dos parâmetros gerais da supermarcha para os carros nacionais de grande potência (Ford Galaxie, Dodge, Maverick e Opala 6 cil.).

O trabalho será iniciado com uma apreciação geral sobre a supermarcha, em seguida serão estabelecidos critérios para o equacionamento do problema no Brasil, passando depois para as análises e conclusões.

NOTA:- A quem desejar conhecer maiores detalhes sobre os coeficientes aerodinâmicos aqui considerados recomendamos a leitura do capítulo 8 antes de iniciar a do capítulo 5 .

2. SUPERMARCHA

2.1 - Na maioria dos carros de grande potência são utilizados os mesmos motores dos caminhões, apenas mudando as caixas de marcha de tal sorte que a expressão $N = F.V$ seja sempre mantida.

Em outras palavras, nos caminhões ou veículos pesados utilizamos mais o fator F do que o fator V e nos carros de passeio mais o fator V do que F para u'a mesma potência.

Nos caminhões, para um melhor aproveitamento do fator F usamos as reduzidas que geralmente são instaladas nos diferenciais de tais veículos.

Nos veículos leves (carros de passeio), para melhor utilizarmos o fator V deveremos adotar a supermarcha (overdrive), que não é nada mais que o inverso da reduzida, porquanto os fatores F e V da fórmula da potência $N = F.V$ são realmente de comportamento inverso um ao outro para que a igualdade seja mantida.

Os carros nacionais de grande potência são até a presente data equipados com caixas de marcha cujas velocidades mais altas (na 3ª ou 4ª) são obtidas através de relação de transmissão 1:1 entre motor e eixo cardan.

Os Volkswagen 1300 e 1500 já possuem supermarcha na 4ª velocidade de suas caixas convencionais ou seja sua relação de transmissão é de 0,89:1.

Como sabemos, de cada 10 litros de gasolina consumida, 8 litros são oriundos de petróleo importado.

Também já existem comentários sobre a provável redução da velocidade máxima permitida, como medida de economia de combustível. Tendo em vista que a velocidade alcançada nas estradas é também u'a maneira de se medir o progresso obtido nas vias de transporte; recomendamos, como solução do problema, que sejam mantidos os atuais limites de velocidade para os veículos e que seja usada a supermarcha, como dispositivo de economia de combustível para alcançar os índices de redução de consumo de combustível.

Podemos ainda minimizar o consumo de combustível pelo uso simultâneo da supermarcha e da roda livre, pois, neste caso, não teremos o consumo de combustível por ocasião do uso do efeito do freio motor quando o mesmo não for desejado.

Contudo, devido a facilidade de engatar e desengatar a roda livre, o motorista do veículo assim equipado poderá fazer uso da mesma somente quando as condições de estrada assim o exigirem.

3. POSSIBILIDADES DA SUPERMARCHA

A supermarcha é u'a marcha que se localiza na caixa de câmbio, no diferencial ou em caixa adicional a do câmbio, dos diversos tipos de veículos, a qual permite maiores velocidades nas estradas, mantendo o motor em rotações relativamente baixas, proporcionando maior economia (combustível e lubrificante) e menor desgaste.

Esta supermarcha é, em geral, usada dentro de algumas caixas de marcha de veículos europeus, mas se optássemos por esta solução seria necessário trocar a caixa inteira dos veículos nacionais de grande potência, razão pela qual não teria boa aceitação comercial, devido ao elevado custo.

Seu uso no diferencial também conduz a dificuldades de ordem econômica, pois, exigiria grandes modificações nos diferenciais atuais por questão de espaço nos mesmos.

A supermarcha aqui definida deve ser introduzida em caixa adicional, entre a caixa normal (de tres ou quatro velocidades) do veículo e seu respectivo eixo cardan.

3.1 - Supermarcha em Caixa Adicional

A supermarcha instalada em caixa adicional tem como vantagem a possibilidade de ser usada em combinação com todas as outras velocidades, devido possuir comando independente.

A combinação acima mencionada não pode ser feita quando a supermarcha é parte integrante da caixa convencional como é o caso do Volkswagen ou do Alfa Romeo 2150, devido ao comando ser único.

Através da combinação das velocidades mais reduzidas com a supermarcha (da caixa adicional) podemos usar a relação de transmissão mais conveniente para cada condição de carga, velocidade e inclinação da estrada, o que também contribuirá para reduzir o consumo de combustível nas velocidades mais baixas.

Desta forma, praticamente dobramos o número de velocidades disponíveis ou seja (1 - 1S - 2 - 2S - 3 - 3S - 4 - 4S).

No presente trabalho pretendemos obter o equacionamento da supermarcha para os carros nacionais de grande potência (Ford Galaxie, Dodge Dart, Ford Maverick, Chevrolet Opala 6 cil.), a qual será adquirida como acessório e instalada fora da caixa de câmbio normal.

De um modo geral a maioria dos acessórios acabam por aumentar o consumo de combustível em troca do aumento de conforto ou da redução do uso de potência humana, como por exemplo, as direções hidráulicas, as transmissões automáticas, os sistemas de ar condicionado, etc.

A supermarcha é dos poucos acessórios que conduzem a redução do consumo de combustível, com pequeno esforço humano, o que a nosso ver é de vital importância na atual situação brasileira.

4. ESQUEMA GERAL E PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Normalmente quando estamos com o veículo a 100 ou 120 Km/h, o motor está a uma rotação bastante alta.

Nos veículos de motores grandes ou seja de pequeno coeficiente Peso/Potência, em estrada mais ou menos plana, e na qual é permitida uma velocidade razoável, o motor poderia acionar o veículo com relação de transmissão bem menor.

Para tirarmos partido deste fato precisamos da supermarcha. A supermarcha é uma pequena caixa que se adapta à caixa de marchas por meio de parafusos de fixação.

O eixo de saída da caixa de marchas aciona o eixo da supermarcha e o eixo da supermarcha aciona o eixo cardan.

Entre aqueles dois eixos acima, uma série de conjuntos, inclusive engrenagens planetárias fazem com que a relação de rotação seja menor do que um para um (aproximadamente 0.7:1).

As Figs. 1 e 2 mostram a colocação e as relações em baixa, média, alta e alta com supermarcha.

4.1 - Características da Supermarcha

A primeira vantagem da supermarcha é a redução de mais ou menos 30% da rotação do motor, mantendo a mesma velocidade do veículo.

A redução da rotação do motor dá como resultado a redução de consumo de combustível, redução de ruído do motor e aumento da

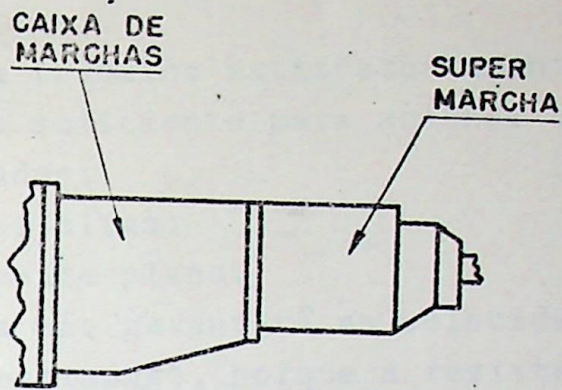


Fig. 1

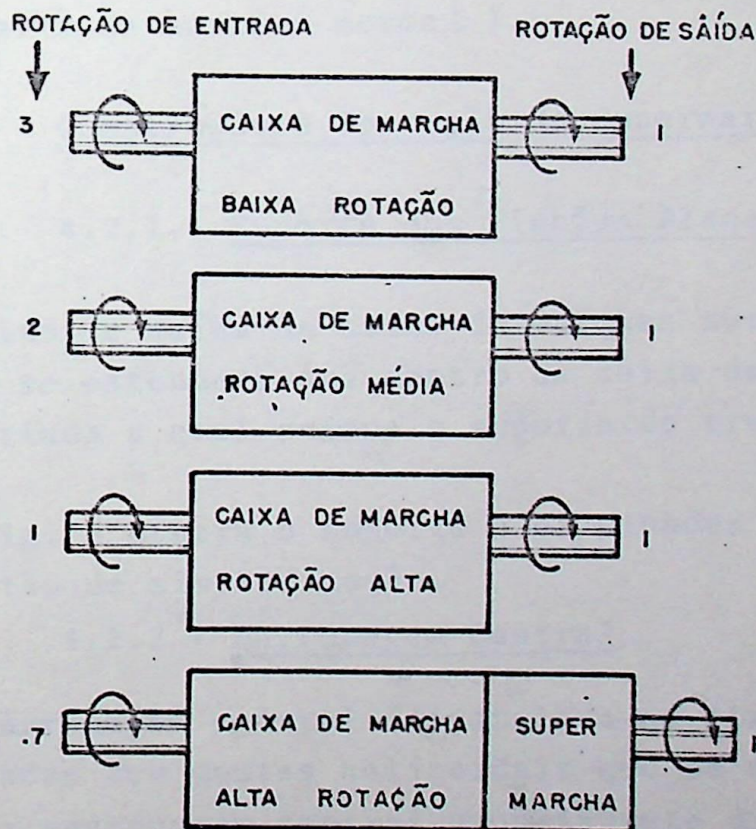


Fig. 2 - Várias relações de engrenagens. Redução de rotação pela supermarcha.

vida do motor.

A supermarcha trabalha satisfatoriamente nos casos em que:

- a) O motor tem potência suficiente para acionar o veículo na super -
marcha sem dificuldades;
- b) Mantem-se velocidades altas;
- c) A estrada é praticamente plana.

A supermarcha não garantirá as velocidades máximas dos veículos (ilegais nas estradas), porque a resistência do ar aumenta muito com o aumento da velocidade.

Em velocidades muito altas a resistência do ar dificulta o movimento do veículo de forma semelhante a uma subida prolongada.

Isto poderá facilmente anular as vantagens do uso da supermarcha na condição acima, e o desempenho poderá então ser melhorado imediatamente através do uso da marcha de relação 1:1 (alta velocidade da caixa de marchas normal).

4.2 - Construção e Operação da Supermarcha

4.2.1 - Suporte dos Pinhões Planetários

O eixo de saída da caixa de marchas normal é comprido de tal forma que se estenderá até dentro da caixa da supermarcha. Ele tem ponta estriada a qual aciona o suporte de tres pinhões planetários.

A Fig. 3 mostra o suporte e os pinhões que são apenas dois por questão de simplificação.

4.2.2 - Engrenagem Central

A engrenagem central é instalada no eixo de saída. Uma de suas extremidades tem dentes helicoidais que se engrenam com os pinhões. Esta é a engrenagem central propriamente dita.

A engrenagem central não é estriada no eixo de saída da caixa de marchas e gira sobre o mesmo.

A outra extremidade tem uma continuação dos dentes helicoidais sobre a qual é colocada a engrenagem de trava.

Quando se quiser pode-se parar a engrenagem central segurando a engrenagem de trava com uma trava de aço terminada em lingueta.

Um conjunto adicional de dentes similares aos da engrenagem central também são usinados na engrenagem central.

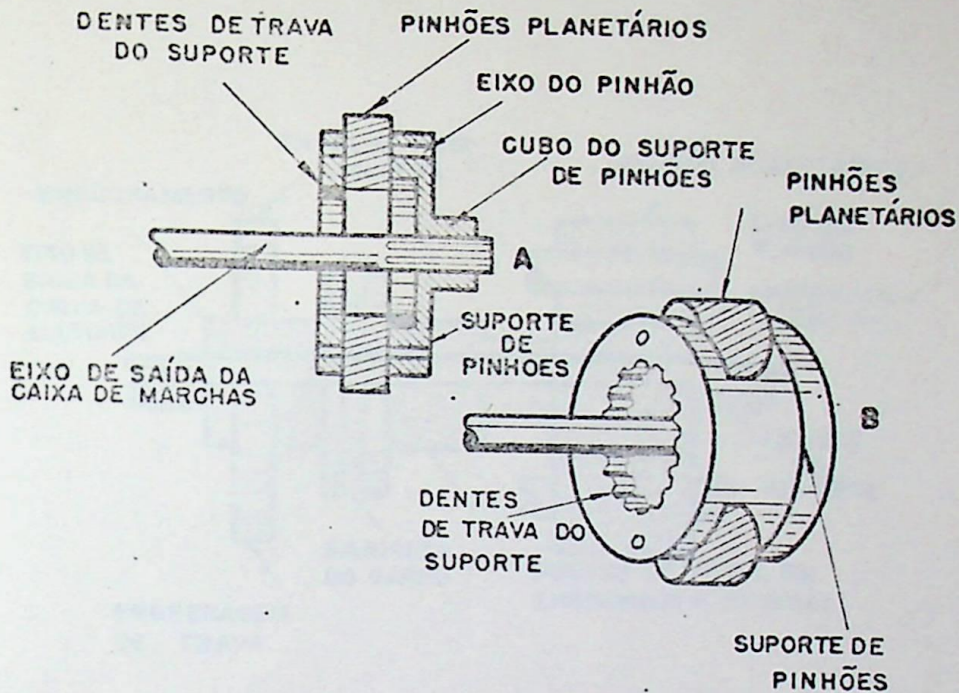


Fig. 3 - Suporte dos pinhões planetários.

A - Secção transversal do suporte. O cubo do suporte é estriado no eixo de saída da caixa de marchas.

B - Vista do suporte completo.

Existe também um flange usinado no conjunto, para dar apoio ao garfo que move o conjunto da engrenagem central contra o suporte dos pinhões planetários, o suficiente para que os dentes adicionais engrenem com os dentes internos usinados no suporte dos pinhões planetários do lado da caixa de marchas.

Quando o conjunto da engrenagem central é deslocado na direção do suporte dos pinhões planetários, estas duas unidades se engrenam travando desta forma o suporte e a unidade de engrenagens um contra o outro.

A engrenagem central propriamente dita está sempre engrenada com os pinhões planetários, inclusive quando os dentes da engrenagem central de trava são retirados do engrenamento com o suporte de pinhões. (Vide Fig. 4).

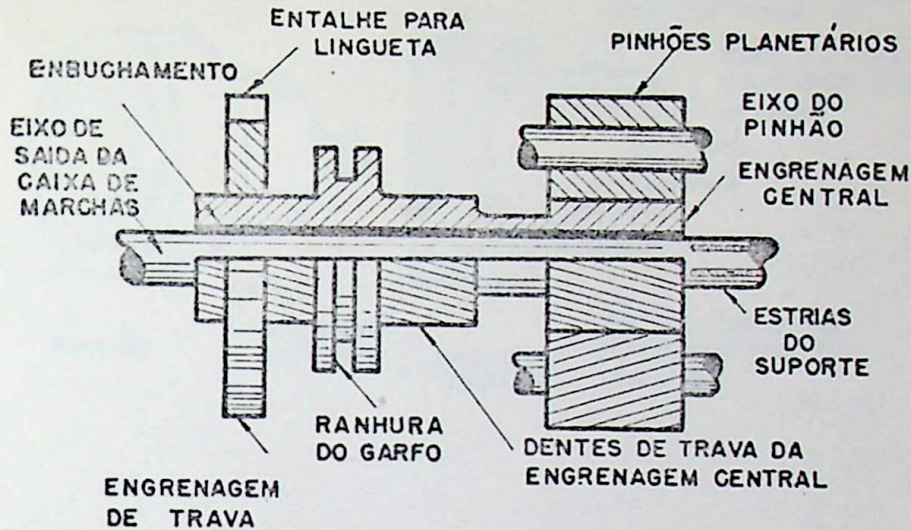


Fig. 4 - Conjunto da engrenagem central. Engrenagem central engrenando com os pinhões. Engrenagem de trava é estriada na engrenagem central. O conjunto pode girar em torno do eixo de saída da caixa de marchas quando desejado. Os pinhões planetários fazem parte do conjunto de suporte de pinhões.

4.2.3 - Engrenagem Interna

Uma grande engrenagem interna envolve o suporte dos pinhões planetários e se engrena com os mesmos.

A engrenagem interna é ligada por meio de estrias ao eixo de saída da supermarcha, tornando-se assim uma parte sólida do mesmo (Fig. 5).

4.2.4 - Conjunto de Engrenagens Planetárias

A Fig. 6 mostra as partes principais do conjunto de engrenagens planetárias. O mesmo é constituído de uma engrenagem central, de pinhões planetários e respectivo suporte, e de uma engrenagem interna.

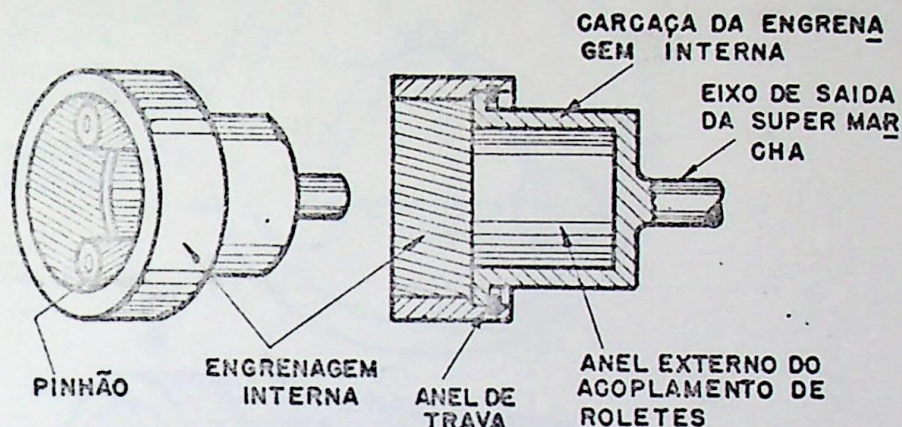


Fig. 5 - Engrenagem interna. A engrenagem interna envolve e engrena com os pinhões. A engrenagem interna é segurada pela carcaça através do anel de trava e de suas estrias.

4.3 - A Supermarcha Através do Conjunto de Engrenagens Planetárias.

Quando a lingueta de aço trava a engrenagem de trava, a engrenagem central é segurada estacionária.

Neste caso o suporte dos pinhões planetários será girado pelo eixo de saída da caixa de marchas. Tão logo o suporte de planetárias gira, os pinhões são forçados a girar em torno da engrenagem central.

Como os pinhões estão engrenados com a engrenagem interna (a qual faz parte do eixo de saída da supermarcha), a engrenagem interna é forçada a girar mais depressa do que o suporte de pinhões.

Enquanto o suporte girar menos que uma volta (mais ou menos 0.7) a engrenagem interna terá girado uma volta completa, (Fig. 7).

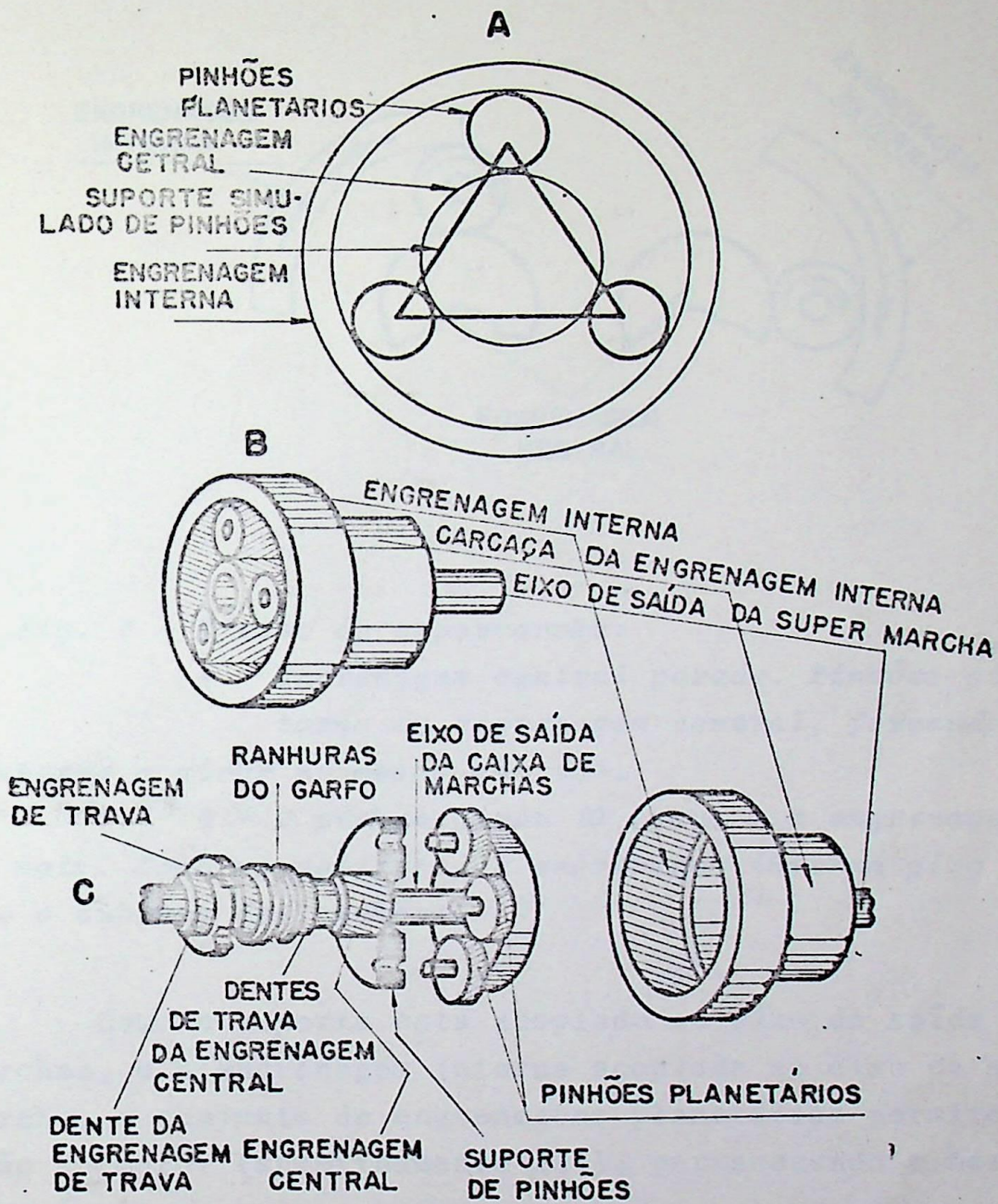


Fig. 6 - Conjunto das engrenagens planetárias:

A - Esquema do conjunto de engrenagens.

B - Mostra a carcaça da engrenagem interna e seu eixo de saída da supermarcha.

C - Vista explodida do conjunto.

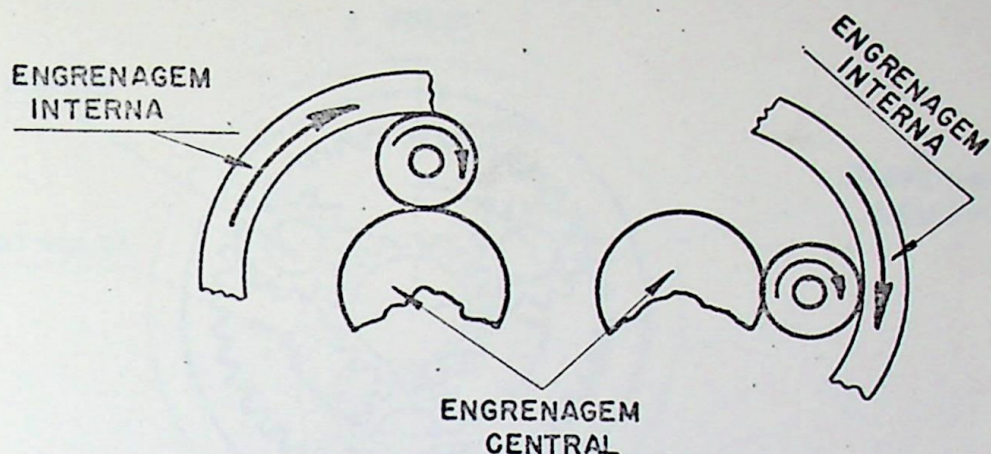


Fig. 7 - Efeito da supermarcha:

A - Engrenagem central parada. Pinhões girando em torno da engrenagem central, forçando a engrenagem interna a girar no mesmo sentido.

B - O pinhão girou 90 graus e a engrenagem interna - girou mais. Como se verifica, a engrenagem interna gira mais depressa que o suporte dos pinhões.

Como o suporte está acoplado ao eixo de saída da caixa de marchas, e a engrenagem interna acoplada ao eixo de saída da supermarcha, o conjunto de engrenagens planetárias permite reduzir a rotação do motor (aproximadamente 30%), permanecendo a mesma velocidade do veículo.

A Fig. 8 dá um exemplo das relações de rotação.

4.4 - Supermarcha Desligada

Quando não se deseja usar a supermarcha, a mesma pode ser colocada na posição "desligada". Toda vez que dois dos três elementos do conjunto de planetárias são acoplados paralisa-se a ação das planetárias, e o conjunto todo gira como se fosse uma peça única.

A supermarcha é desligada através da introdução da engrenagem central até que seus dentes adicionais de trava engrenem com os dentes internos (do lado do motor) do suporte das planetárias (vide Fig. 9).

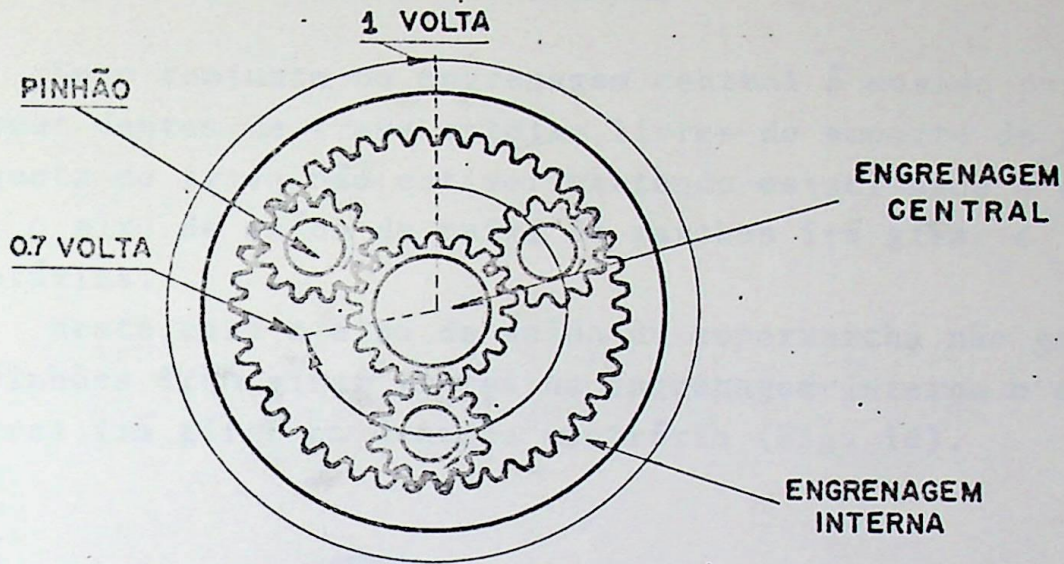


Fig. 8 - Exemplo de relação de rotação entre suporte de pinhões e engrenagem interna:

Enquanto o eixo de saída da caixa de marchas gira 0.7 de volta, a engrenagem interna é forçada a dar uma volta completa. Isto faz com que o eixo de saída da supermarcha gire mais depressa que o eixo de saída da caixa de marchas.

DENTES DE TRAVA DA ENGRENAGEM CENTRAL ENGRENADOS COM OS DENTES DE TRAVA DO SUPORTE

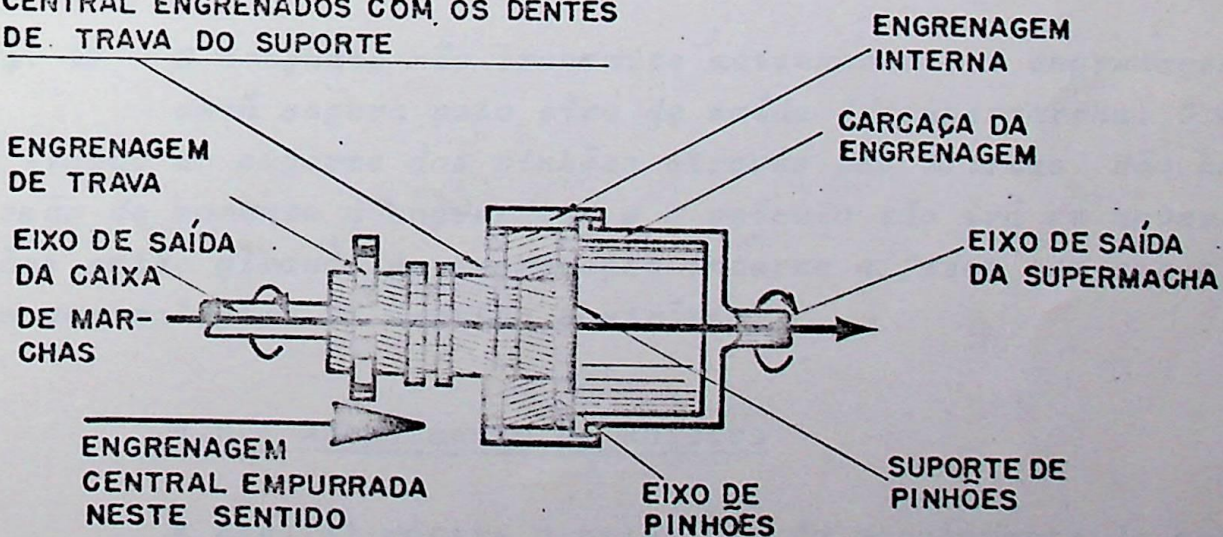


Fig. 9 - Supermarcha desligada.

A engrenagem central foi movida até que seus dentes de trava se engrenem nos dentes do suporte de pinhões. Isto acopla dois elementos do conjunto de planetárias fazendo o mesmo comportar-se como uma unidade sólida sem ação planetária.

4.5 - Ausência de Transmissão

Se o conjunto de engrenagem central é movido para fora até que os seus dentes de trava estejam livres do suporte de planetárias e a lingueta de trava não estiver mantendo estacionada a engrenagem central, o eixo de saída da caixa de marchas irá girar o suporte de planetárias.

Neste caso o eixo de saída da supermarcha não girará porque os pinhões irão girar livres na engrenagem interna e a engrenagem central irá girar em sentido contrário (Fig. 10).

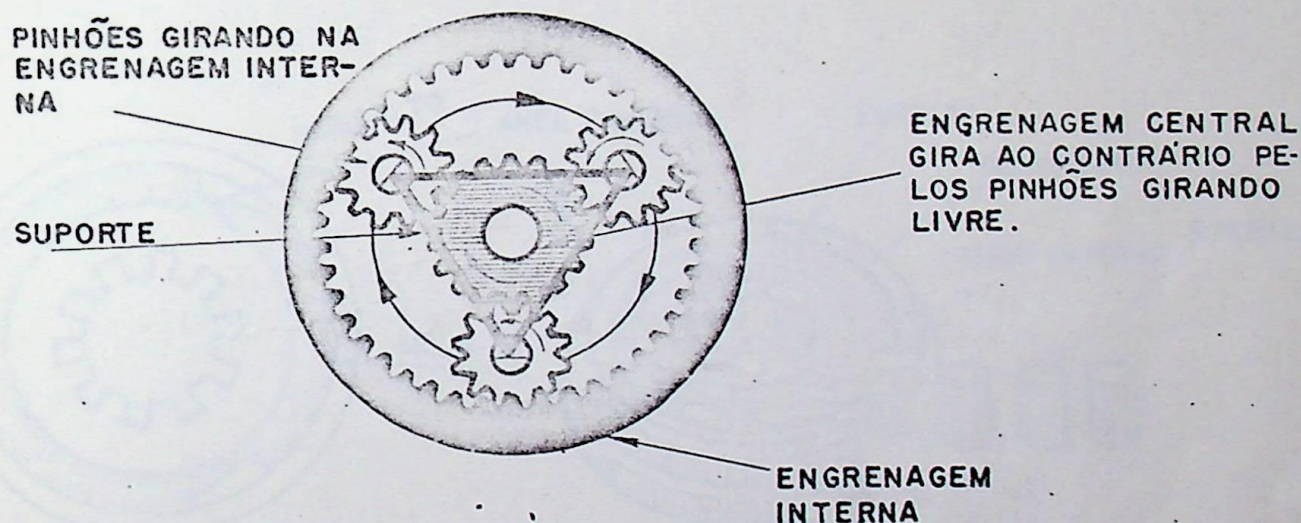


Fig. 10 - O conjunto não transmite acionamento. A engrenagem interna está segura pelo eixo de saída da supermarcha. O motor está ligado ao suporte dos pinhões através das estrias. Não há transmissão de momento à engrenagem e o veículo não irá se mover. Os pinhões estão girando na engrenagem interna e fazem com que a engrenagem central gire em sentido contrário.

4.6 - Acoplamento de Roletes

A Fig. 11 mostra o princípio do acoplamento de roletes.

Ele é constituído de tres partes, ou seja: cubo com estrias internas, ressaltos inclinados externos, conjunto de roletes de aço temperado (um para cada ressalto inclinado), e um anel externo.

Quando usados na supermarcha, os roletes são mantidos na posição por meio de um separador de aço.

Existem também molas para auxiliar no funcionamento do conjunto como acoplamento. O cubo interno é a parte motora e o anel externo a parte acionada.

Quando o cubo de ressaltos recebe um giro (torção), os roletes são forçados a se comprimirem contra o anel externo. Desta forma o anel externo é acionado.

Quando se retira o momento de torção do cubo interno, os roletes voltam para a posição central, soltando o anel externo.

A Fig. 11 mostra dois sistemas, de acoplamento de roletes.

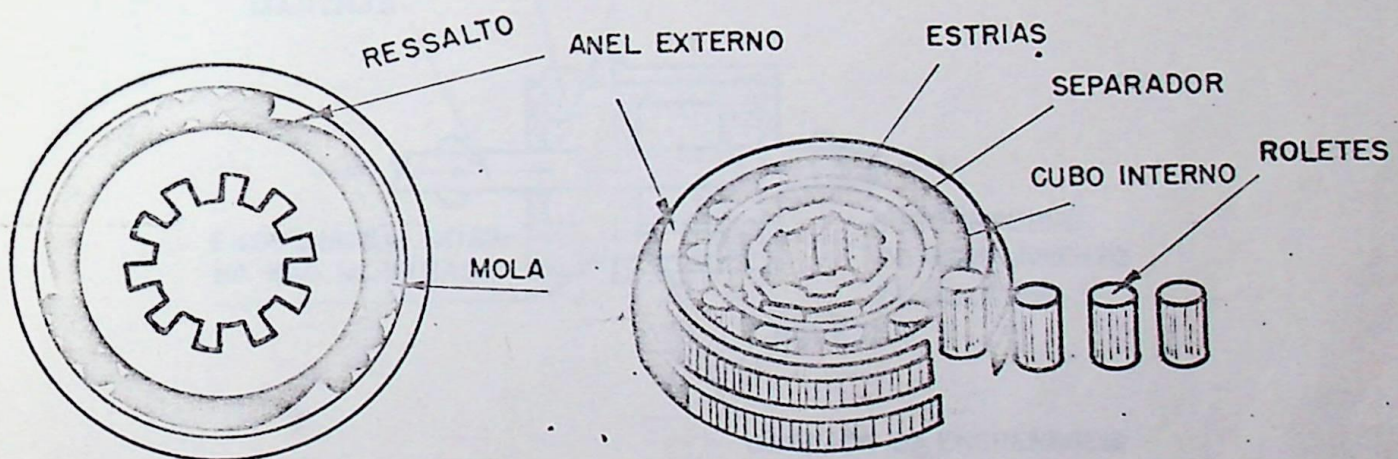


Fig. 11 - Acoplamento de Roletes.

Se o anel gira no sentido horário os roletes irão rolar sobre os ressaltos e o cubo irá girar na mesma velocidade do anel. Se o anel girar no sentido anti-horário, os roletes descem dos ressaltos e o cubo ficará livre, não transmitindo a rotação do anel.

Assim o anel externo pode continuar girando embora o cubo gire devagar ou até mesmo esteja parado.

A isto se chama roda livre.

O anel externo somente será acionado quando a rotação do cubo for superior a do anel.

4.7 - Acoplamento de Roletes da Supermarcha

O acoplamento de roletes é ligado por meio de estrias ao eixo de saída da caixa de marcha depois do suporte dos pinhões.

A engrenagem interna é ligada ao anel externo do acoplamento de roletes.

Quando o eixo de saída da caixa de marcha estiver girando mais do que a engrenagem interna, e a engrenagem central estiver livre, o acoplamento de roletes irá acionar a carcaça da engrenagem interna.

Quando a engrenagem central estiver travada a ação planetária irá girar a engrenagem interna e respectiva carcaça mais depressa do que o suporte de pinhões e o cubo do acoplamento de roletes, caso em que o acoplamento permanece desligado (Fig. 12).

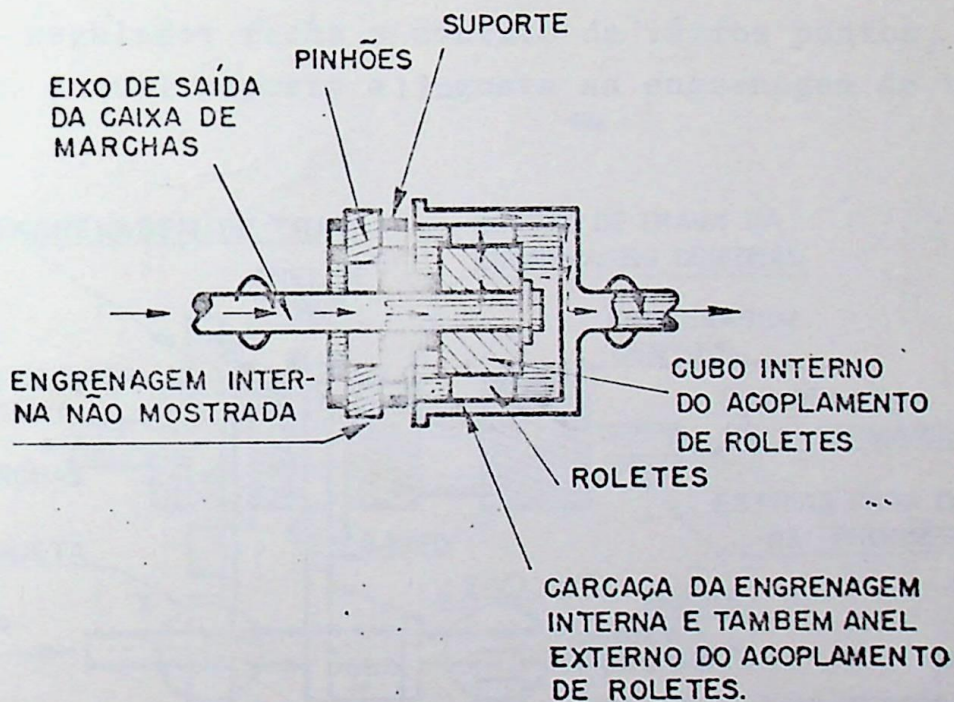


Fig. 12 - Acoplamento de roletes da supermarcha:

O acionamento se faz através do eixo de saída da caixa de marcha, ao cubo, aos roletes, à carcaça da engrenagem interna, ao eixo de saída da supermarcha.

4.8 - Controles da Supermarcha

O conjunto da engrenagem central é movido por um garfo, eixo guia e arranjos alavanca e ressalto.

A supermarcha pode ser desligada (dentes de trava da engrenagem central engrenada com o suporte) pelo motorista, movendo a alavanca de controle através de um comando mecânico.

O eixo guia se estende dentro da caixa de marchas e opera de tal forma que quando o veículo está em marcha à ré, o eixo guia de supermarcha é deslocado, desligando então a supermarcha. Isto é necessário para andar com o veículo para trás quando a supermarcha estiver engatada.

Uma ranhura no eixo guia da supermarcha também impede o engate da lingueta na engrenagem de trava quando a supermarcha, está desligada.

A lingueta é operada por um solenóide. O solenóide é energizado através da corrente acionada por um regulador que controla um relê.

Quando a velocidade do veículo é de mais ou menos 50 Km/h, o regulador fecha o contato de vários pontos, energiza o solenóide, o qual empurra a lingueta na engrenagem de trava (Fig.13).

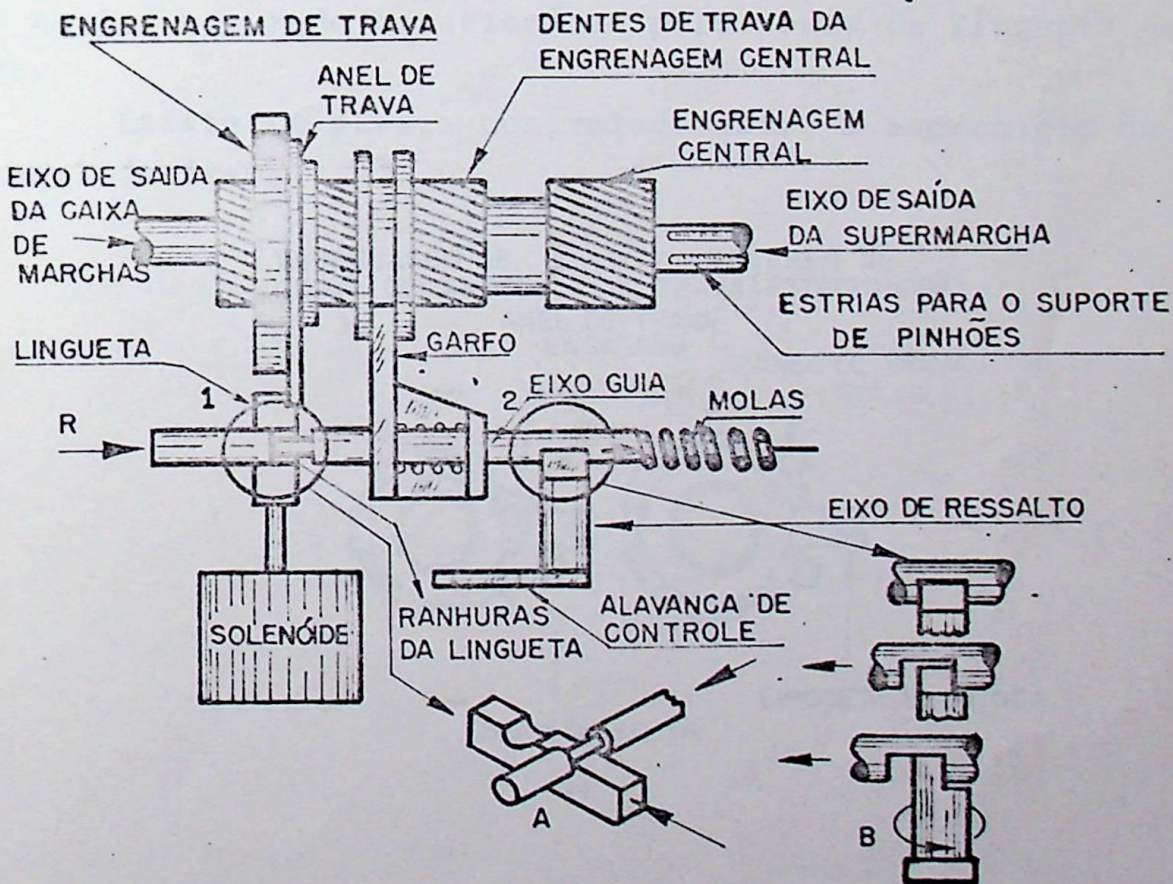


Fig. 13 - Principais controles da supermarcha.

O conjunto de engrenagem central foi empurrado para a posição de desligado. A alavanca de controle foi girada até empurrar o eixo guia e garfo para a direita (2). A lingueta está bloqueada pelo eixo guia (1).

Quando se move a engrenagem central, a engrenagem de trava e o anel de trava permanecem no mesmo lugar. Eles deslizam nos dentes internos da engrenagem de trava.

A - mostra o que ocorre com a lingueta quando se move o eixo guia para a esquerda.

B - mostra a ação da alavanca do ressalto ao mover o eixo guia. A mola (3) empurra o eixo guia para a esquerda.

R - quando se engata marcha ã rê na caixa de marchas, a pressão - na barra em R empurra a engrenagem central para a posição "des ligado".

4.9 - Anel de trava

O anel de trava (Fig. 14), é ligado ao cubo da engrenagem de trava de tal maneira a permitir que a engrenagem gire quando o anel é segurado estacionário pela ponta da lingueta do solenóide.

Existe um atrito controlado entre a engrenagem de trava e o anel de trava.

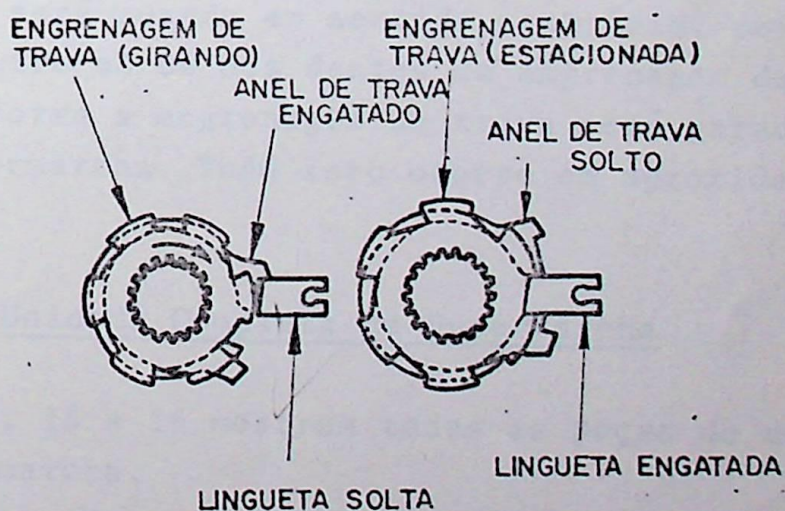


Fig. 14 - Ação da engrenagem e do anel de trava. A esquerda temos a lingueta sendo segurada pelo anel de trava (anel de bloqueio). A engrenagem de trava ainda permanece girada. No esquema a direita vemos como o anel de trava foi puxado para cima quando a engrenagem de trava começa a girar em sentido contrário. A abertura no anel de trava se alinha permitindo assim que a lingueta se encaixe e trave a engrenagem de trava. Isto para a engrenagem central e produz o efeito da supermarcha.

Quando em supermarcha, antes da lingueta ter parado a engrenagem central, o acionamento se faz através do acoplamento de roletes.

Assim que a engrenagem de trava é girada, a trava ou anel de trava irá girar até que seja parado pela lingueta.

Quando o regulador energiza o solenóide, a lingueta é empurrada para dentro mas será incapaz de se mover, enquanto o anel de trava estiver interferindo com seu movimento.

Quando o motorista solta o acelerador, o acoplamento de roletes irá se desligar.

Enquanto a engrenagem interna gira os pinhões planetários em torno da engrenagem central, a engrenagem central irá reduzindo sua rotação.

Quando o eixo de entrada da supermarcha estiver girando a mais ou menos 70% da rotação do eixo de saída, a engrenagem central será parada.

Enquanto a rotação do motor cai, a engrenagem central começa a girar em sentido contrário.

Como existe atrito entre a engrenagem de trava e o anel de trava, o anel será puxado em sentido contrário, permitindo assim que a lingueta entre em um dos dentes da engrenagem de trava.

Desta forma a engrenagem de trava será parada, e o conjunto estará em supermarcha. Tudo isto ocorre em aproximadamente 1 (um) segundo.

4.10 - Unidade Completa de Supermarcha

As Figs. 15 e 16 mostram todas as peças de um conjunto completo de supermarcha.

Lembramos que, quando se desejar, a engrenagem central pode girar no eixo de saída da caixa de marchas.

O número 1 da Fig. 15 mostra os dentes nos quais se monta a engrenagem de trava.

Os dentes acima são usinados em toda a extensão da engrenagem central dos quais se remove depois um pequeno trecho.

Desta forma os dentes servem de dentes da engrenagem central, de dentes de trava do suporte e de dentes da engrenagem de trava.

Observemos o funcionamento do eixo guia. A alavanca número 1 da Fig. 16 foi movimentada para permitir que o eixo guia se mo

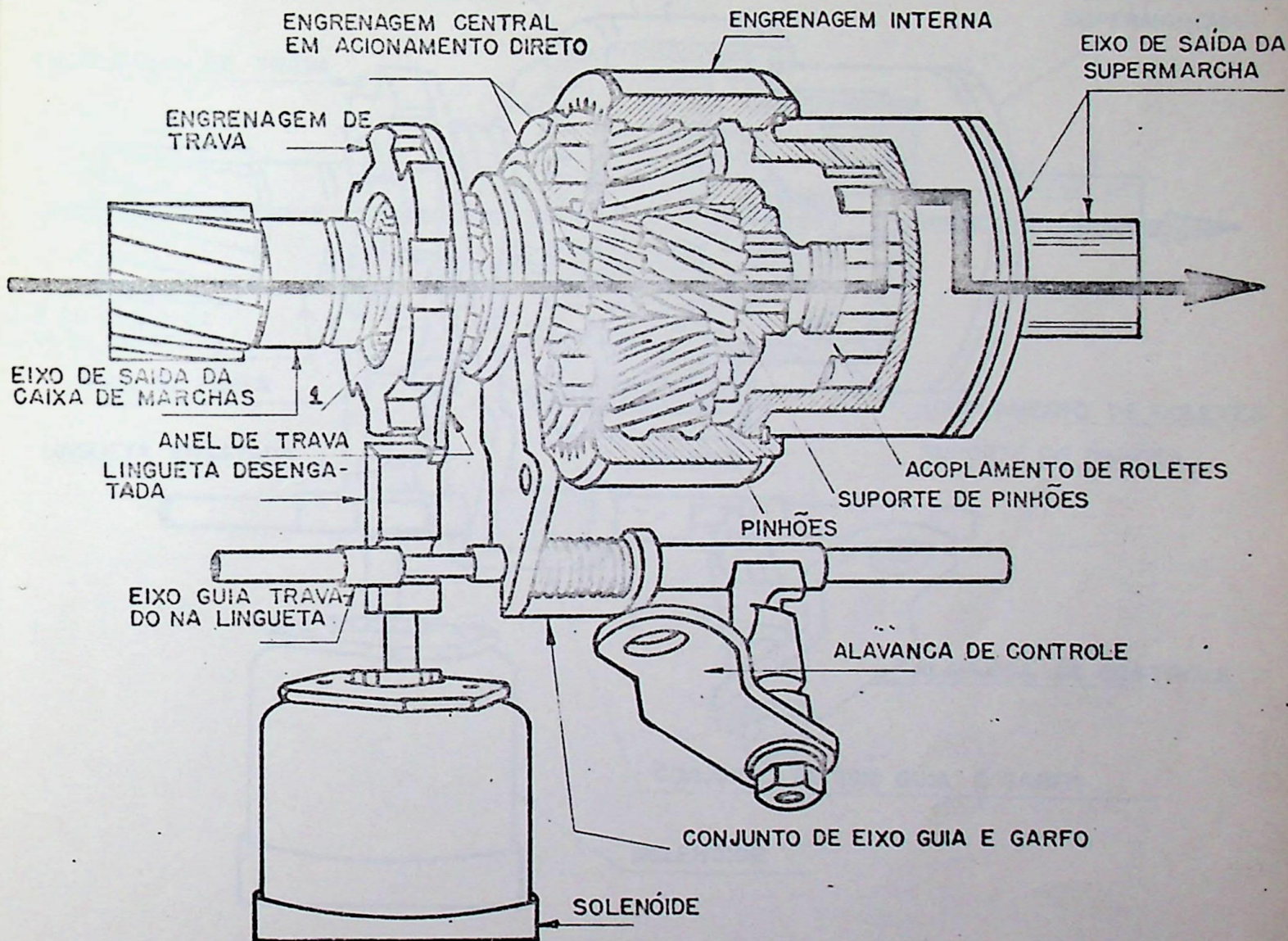


Fig. 15 - Acionamento direto.

O acionamento vem do eixo de saída da caixa de marchas para o eixo de saída da supermarcha.

O acoplamento de roletes permite o motor acionar as rodas do veículo, mas estas não podem acionar o motor.

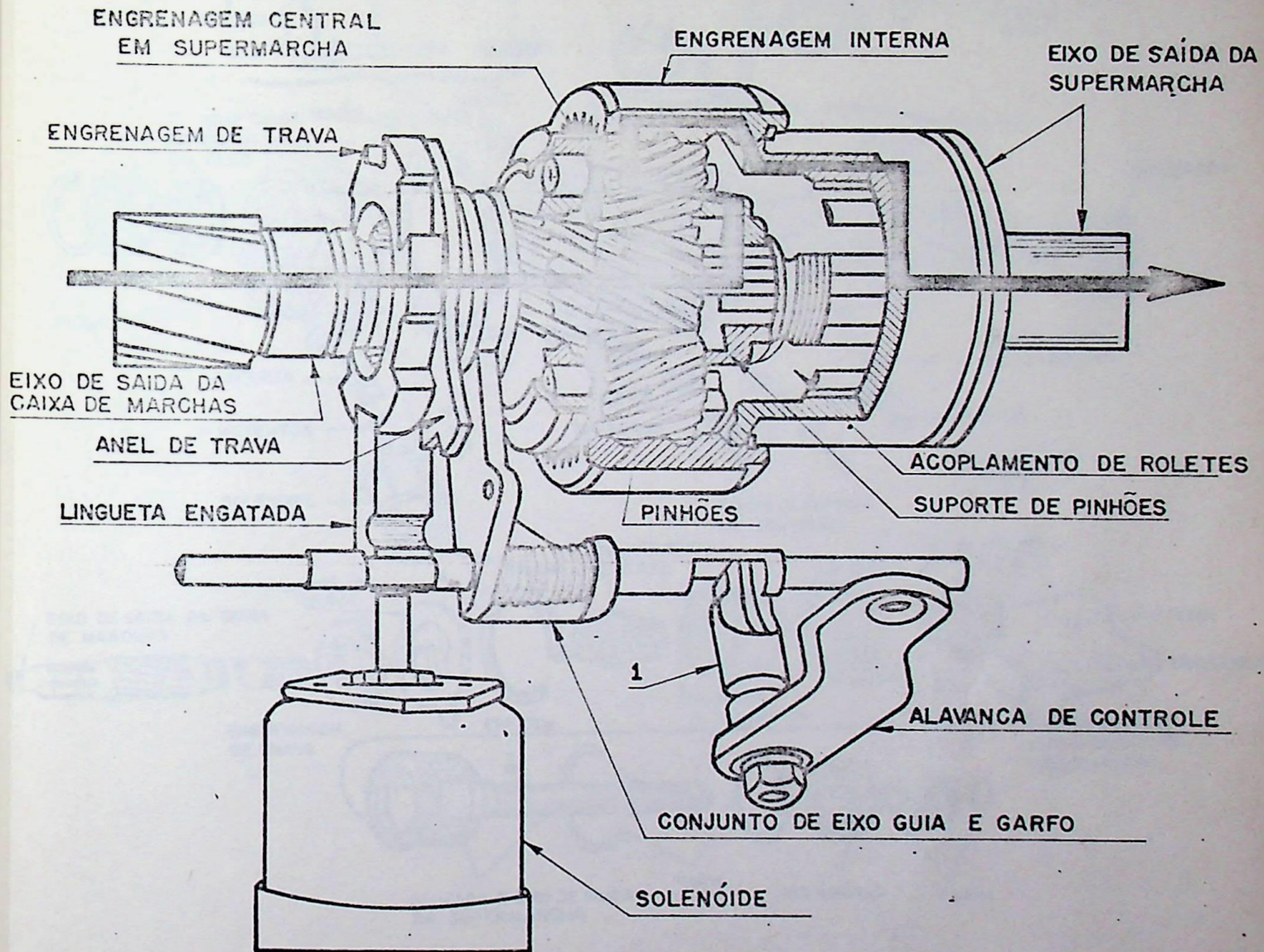


Fig. 16 - Em supermarcha.

A engrenagem central está travada através da lingueta na engrenagem de trava; os pinhões acionam a engrenagem interna, a qual aciona o eixo de saída da supermarcha.

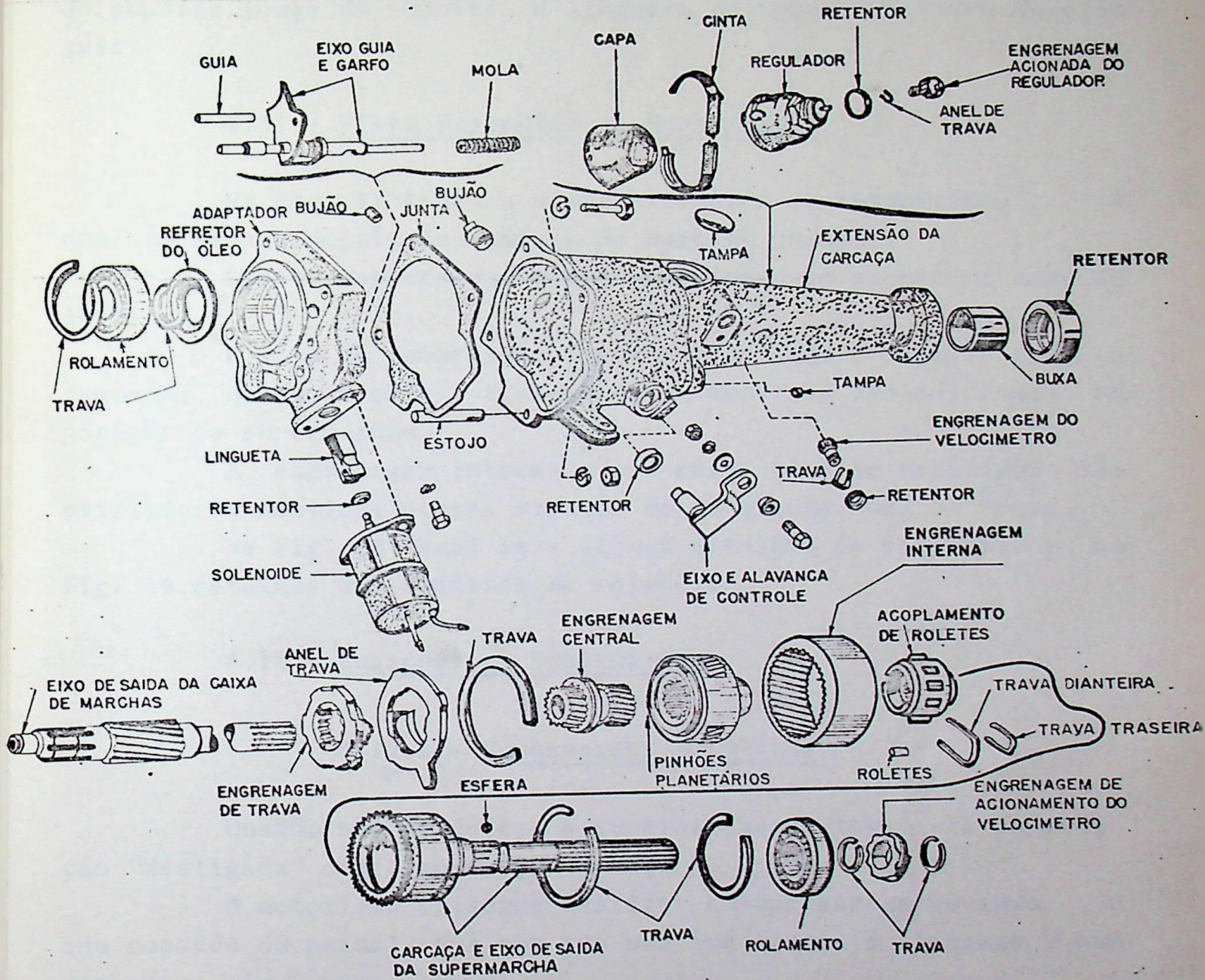


Fig. 17 - Vista explodida de uma supermarcha. Nomes de suas partes, locação e detalhes construtivos.

vimentasse para a posição de supermarcha (ou seja, dentes de trava do suporte longe do suporte, e lingueta do solenóide livre do eixo guia).

4.11 - Vista Explodida da Supermarcha

Na Fig. 17 temos a vista explodida da supermarcha, a qual se adapta depois das caixas de marchas normais.

Observamos especialmente o conjunto do regulador e do solenóide.

A mola de compressão força o eixo guia e o garfo para a esquerda, quando o eixo e a alavanca de controle são colocados na posição de supermarcha.

A engrenagem interna e seu corpo ou eixo principal são estriados e mantidos presos através de um grande anel de trava.

Na Fig. 18 temos mais alguns detalhes do regulador e na Fig. 19 detalhes dos contatos do solenóide.

4.12 - Posições da Supermarcha

4.12.1 - Supermarcha Desligada

Quando não se deseja a supermarcha, colocamo-la na posição "desligada" conforme mostra a Fig. 9.

O motorista consegue desligar a supermarcha movendo o seu comando do painel, que por sua vez irá operar a alavanca que comanda o eixo guia.

A alavanca faz com que o eixo guia e o garfo movimentem, a engrenagem central de trava para dentro dos respectivos dentes do suporte de pinhões.

Um interruptor no circuito de regulador é mantido aberto para evitar energizar o solenóide em velocidades acima de 50Km/h.

O acionamento então é direto, como se a supermarcha fosse uma peça única.

4.12.2 - Acionamento Direto, Roda Livre

Imaginemos que o motorista colocou a alavanca de controle na posição de supermarcha "ligada".

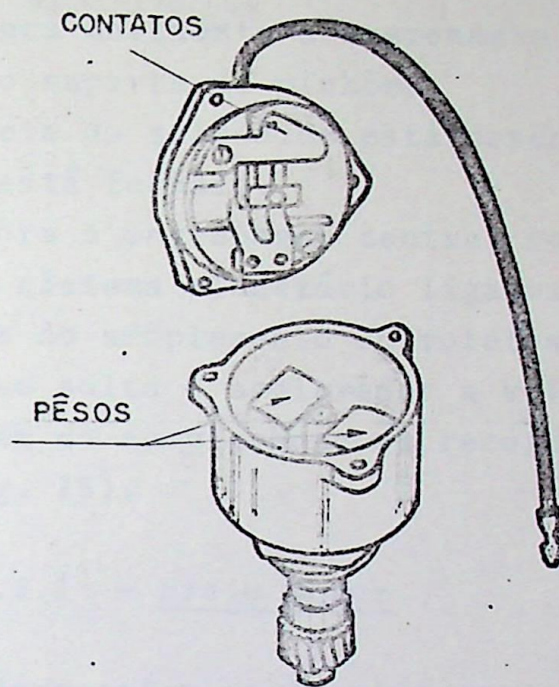


Fig. 18 - A mais ou menos 50 Km/h os pesos do regulador sobem o eixo flutuante para fechar os pontos de contato e fechar o circuito de corrente através do relê para o solenóide.

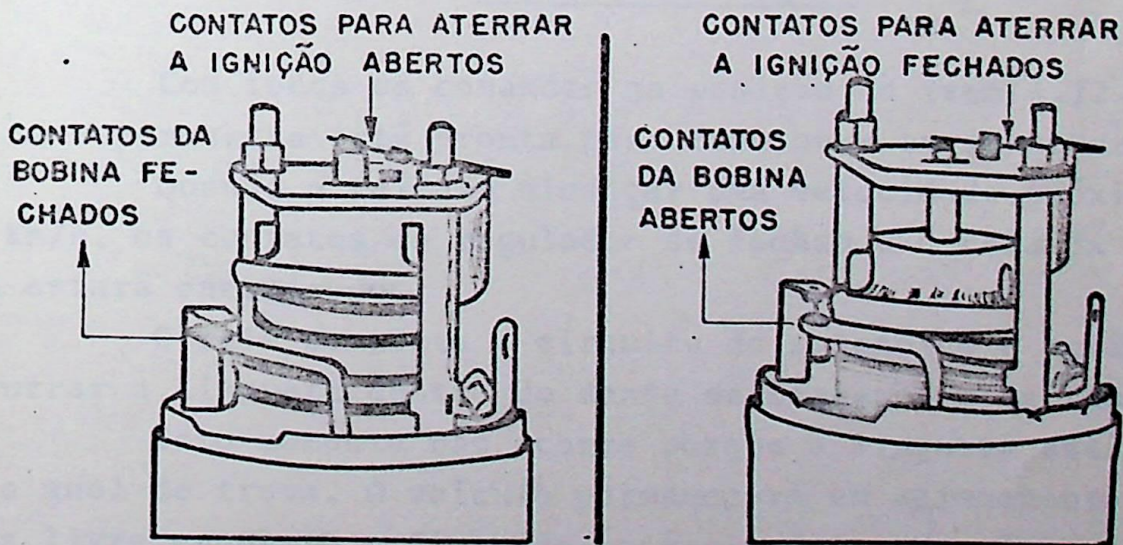


Fig. 19 - Lado oposto do solenóide mostrado nas Figs. 15 e 16 inclui os contatos de fechamento da bobina e os contatos de terra da ignição, os quais controlam o movimento da lingueta.

A alavanca movimentada a engrenagem central de trava para fora dos dentes, do suporte de pinhões.

A lingueta do solenóide está desengatada e o interruptor do regulador está fechado.

Como agora a engrenagem central pode girar, e não há dois elementos do sistema planetário ligados juntos, o acionamento é feito através do acoplamento de roletes.

Quando se solta o acelerador a velocidade abaixo de 50 Km/h, os roletes do acoplamento se recolhem e o veículo estará em roda livre (Fig. 15).

4.12.2.1 - Freio Motor

Não se deve andar em descida com a caixa de marchas em ponto morto ou a supermarcha em roda livre porque todo esforço de frenagem, neste caso, precisa ser feito exclusivamente pelos freios, não havendo, pois, segurança em caso dos mesmos falharem devido a possível dificuldade em engatar novamente as marchas.

4.12.3 - Supermarcha Ligada

Com todos os comandos na posição do item 4.12.2, a caixa de supermarcha está pronta para funcionar em supermarcha,

Quando o veículo alcançar uma velocidade próxima a 50 Km/h, os contatos do regulador se fecham e o relé da supermarcha estará energizado.

O relé completa o circuito do solenóide e então tenta empurrar a lingueta dentro do dente da engrenagem de trava.

Isto somente não ocorre porque a lingueta está segura pelo anel de trava. O veículo permanecerá em acionamento direto, roda livre enquanto o fluxo de potência do motor não for interrompido.

Quando o veículo tiver atingido uma velocidade de cerca de 50 Km/h, e o motorista desejar uma supermarcha, o acelerador, deve ser aliviado.

Assim o acoplamento de roletes irá se desligar, a engrenagem central reduz sua rotação, e então gira ao contrário. Quando ela gira ao contrário, puxa o anel de trava junto.

Este fato permite a lingueta entrar em um dente da engrenagem de trava parando a mesma. Neste momento a engrenagem central não pode mais girar, e o acionamento agora é feito através dos pinhões girando em torno da engrenagem central.

Isto faz a engrenagem interna girar mais depressa que o suporte dos pinhões, produzindo o efeito de supermarcha (Fig.16).

4.13 - Supressão do Efeito de Supermarcha

Pode-se remover o efeito de supermarcha do veículo de tres maneiras:

4.13.1 - O motorista pode puxar o controle manual, assim desligando a supermarcha.

4.13.2 - Quando a velocidade do veículo cai de 6 a 8 Km/h abaixo de 50 Km/h, os contatos do interruptor do regulador se abrem, o relé interrompe o circuito do solenóide e a lingueta é retirada pela ação da mola.

Isto deixa a supermarcha em acionamento direto e em roda livre até que a velocidade do veículo seja novamente elevada para 50 Km/h.

4.13.3 - Se o motorista deseja mais força para ultrapassagem, deve mover o acelerador até o final, operando então o interruptor de desligamento.

Isto irá interromper o circuito do regulador, o que imediatamente provoca a interrupção do circuito do solenóide.

A mola do solenóide não poderá retirar a lingueta, porque estará segura pelo forte momento da aceleração do motor.

Ao mesmo tempo que o interruptor de desligamento interrompe o circuito do regulador, ele também corta a corrente do circuito do distribuidor no lado primário da bobina (auto-transformador), através de sua ligação ao terra dentro da carcaça do solenóide.

Isto provoca a parada instantânea do motor, e tão logo o momento de torção é removido, rapidamente a lingueta sai e deixa a engrenagem central livre.

Tão logo o conjunto da lingueta é puxado para dentro da carcaça do solenóide, o circuito de terra da bobina (auto-transfor

mador) é interrompido e o motor e o motor novamente começa a funcionar.

O acionamento agora se faz diretamente através do acoplamento de roletes.

Toda esta operação, após pressionar o interruptor de desligamento, (apertando o acelerador até o final), se faz em fração de segundos.

Depois disto retorna-se o acelerador. O interruptor de desligamento restabelece o circuito do regulador. O regulador energiza o relé, o relé energiza o solenóide, e a lingueta novamente para a engrenagem central. A unidade está então em supermarcha.

4.14 - Esquema de Controle Elétrico

A Fig. 20 mostra o diagrama das partes e dos circuitos elétricos.

Verifiquemos que os contatos aterrados A, estão abertos quando o solenóide não opera.

Em B, o fio para o solenóide se divide em dois circuitos, um da bobina que puxa e outro da bobina que mantém puxada.

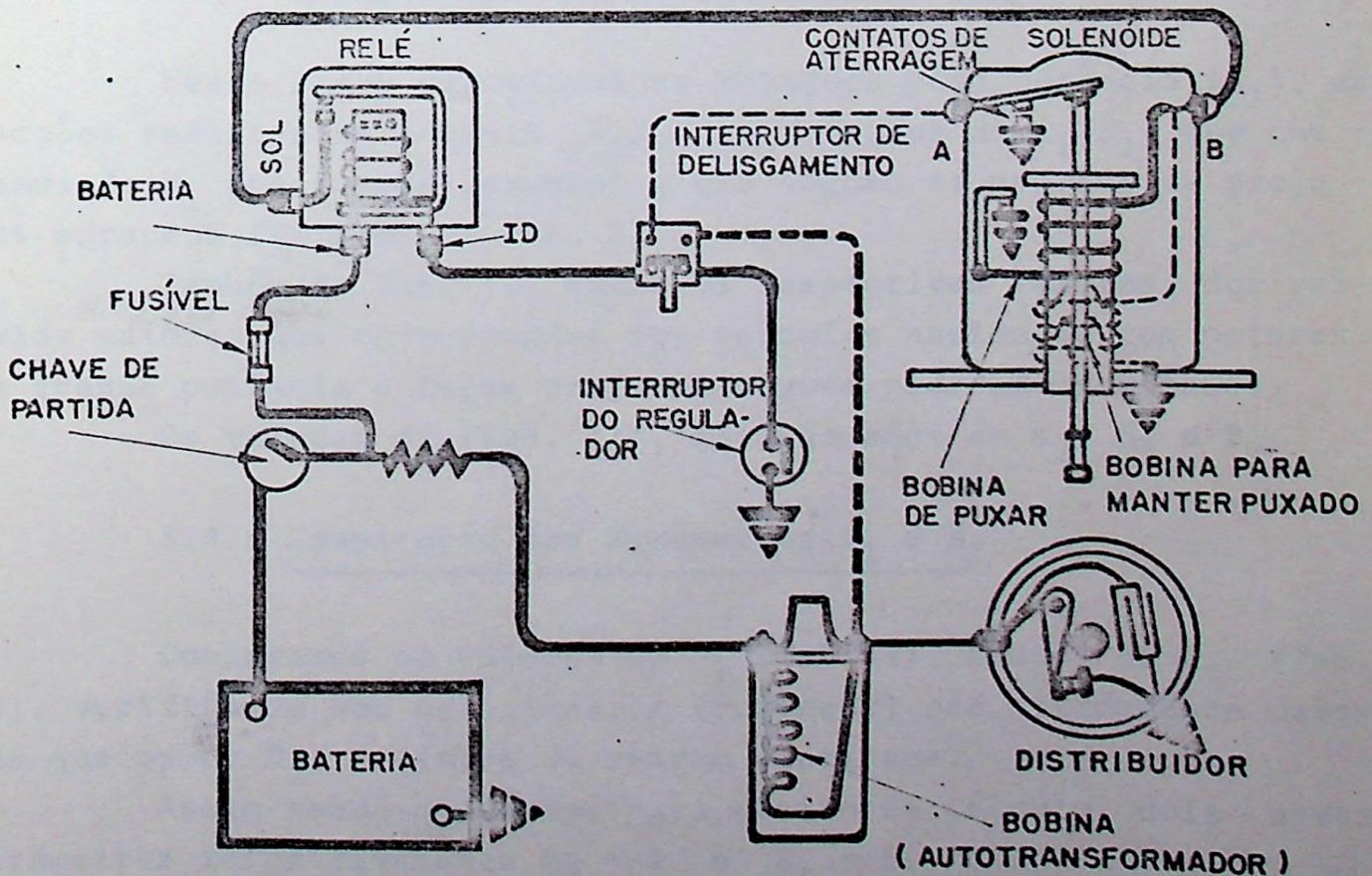


Fig. 20 - Esquema do circuito de controle elétrico. Observe os dois enrolamentos no solenóide.

Quando o solenóide é energizado , a bobina de puxar arras ta a lingueta para baixo.

Uma vez abaixada, o circuito de puxar se abre e a lingue ta é segurada pela bobina que mantém a lingueta puxada.

5. SEQUÊNCIA DO TRABALHO

5.1 - Curvas de Potência e de Consumo Específico

Nesta etapa fazemos um levantamento das curvas de poten - cia e de consumo específico dos motores dos veículos envolvidos no estudo (Diagramas de 1 a 6).

5.2 - Especificações dos Veículos Europeus e dos Nacio - nais.

Aqui relacionamos as especificações de vários veículos eu ropeus e nacionais pequenos (Tab. I), assim como as dos veícu - los nacionais de grande potência envolvidos no estudo (Tab. II).

5.3 - Pêso, Potência e Secção Resistente

Nesta etapa calculamos as relações pêso/potência (A_1), as secções resistentes normais (S_1) e as relações de A_1/S_1 , que cha - mamos de B_1 dos carros pequenos e que seguem os padrões de proje - tos europeus (valores na Tab. I).

Também na Tab. II, temos os respectivos valores, dos veí - culos maiores que correspondem aos veículos nacionais com motores de grande potência e cujos projetos seguem padrões americanos.

Os valores da (Tab. II), são chamados de A_2 , S_2 e B_2 .

5.4 - Comparação dos Parâmetros B_1 e B_2

Comparando os valores de B_1 (Tab. I), com os de B_2 (Tab. II), verificamos que os primeiros (europeus) são nitidamente maio - res que os de B_2 , projetos de origem americana.

Assim sendo adotamos, para efeito de cálculo, dois novos parâmetros respectivamente $B_3 = 7$ e $B_4 = 6$.

5.5 - Potência Mínima

Nesta parte de trabalho calculamos as potências mínimas que seriam necessárias aos veículos nacionais de grande potência em função dos parâmetros B_3 e B_4 , adotamos em 5.4.

Desta forma, na Tab. III, obtivemos os novos valores de A_3 , A_4 , N_3 e N_4 .

Tendo em vista que os veículos em estudo são realmente grandes, preferimos prosseguir os cálculos com os valores maiores das potências mínimas ou seja os de N_4 da Tab. III.

5.6 - Potência de Mínimo Consumo

Na coluna N_5 da Tab. III, relacionamos as potências de mínimo consumo específico retiradas dos respectivos diagramas de 1 a 6.

Comparando N_4 e N_5 concluímos que os veículos relacionados deverão trabalhar com os seus motores em potências menores que as correspondentes ao mínimo consumo específico para obterem o mínimo consumo de combustível em altas velocidades em que o uso da supermarcha é possível.

5.7 - Multiplicação nas caixas de veículos europeus

Existes vários veículos europeus que possuem multiplicação (supermarcha) como parte integrante de suas respectivas caixas de marcha de tres ou de quatro velocidades.

A Tab. IV relaciona os referidos veículos e mostra que em vários casos as relações de multiplicação ainda são grandes apesar de seus coeficientes de peso/potência não serem muito pequenos.

5.8 - Rotação do Motor sem Supermarcha

Na Tab. V calculamos através do diâmetro dos pneus e das relações totais de transmissão dos veículos em estudo (nacionais grandes), a rotação do motor quando os mesmos se encontram respectivamente a 100, 120 e 140 Km/h sem supermarcha e com suas caixas de marcha engatadas na última velocidade (relação de transmissão 1:1).

5.9 - Rotação do Motor com Supermarcha

Nas colunas correspondentes da Tab. V indicamos as rotações dos motores com supermarcha para os valores de potência mínima

da Tab. III.

Nas últimas colunas da Tab. V podemos observar as percentagens de redução da rotação do motor, possíveis para as velocidades de 100, 120 e 140 km/h de cada veículo estudado.

5.10 - Valores Recomendados para as Supermarchas

Aqui estudamos as relações de transmissão da supermarcha, (multiplicação) que podem ser adotadas para os veículos nacionais envolvidos no estudo.

Os respectivos valores para as velocidades 100, 120 e 140 km/h se encontram na Tab. VI.

6. CONSUMOS COM USO DA SUPERMARCHA (Máximos)

Na coluna C_1 da Tab. VII temos respectivamente os consumos em kg/h a 100, 120 e 140 km/h dos veículos estudados.

Em C_2 da mesma tabela encontramos os respectivos consumos em kg/h que poderão ser obtidos com os mesmos veículos e nas mesmas velocidades com o uso da supermarcha.

7. CONCLUSÃO

7.1 - Como podemos observar na Coluna C_3 da Tab. VII a redução percentual do consumo máximo de combustível é bastante expressiva e a nosso ver a supermarcha é a solução para se reduzir o consumo sem reduzir as velocidades permitidas nas estradas pois as mesmas indicam, até certo ponto, o progresso tecnológico alcançado pelo nosso país.

7.2 - É importante lembrar que se quisermos alcançar níveis ainda um pouco mais altos de economia de combustível, devemos usar a roda livre ou acoplamento de roletes em conjugação com a supermarcha aqui equacionada.

7.3 - Se ainda desejarmos obter os valores de economia de combustível, fora dos regimes de máxima potência e máximo consumo, teremos que fazer levantamento e análise detalhada dos campos de funcionamento dos respectivos motores.

8 - COEFICIENTE AERODINÂMICO

Como sabemos o coeficiente aerodinâmico C_x é proporcional à resistência, mas independe das dimensões e da velocidade do veículo.

Assim sendo a comparação dos coeficientes aerodinâmicos dos diversos modelos de veículos é muito simples.

De uma forma simplificada podemos dizer que o coeficiente aerodinâmico C_x representa a fração da área afetada, que oferece resistência, como se fosse uma chapa plana.

Desta forma, se no gráfico 1, tomamos um veículo cujo $C_x = 0,5$, dizemos que um veículo de 2 m^2 de superfície dianteira se comporta como uma chapa plana de apenas 1 m^2 , perpendicular ao seu eixo de deslocamento.

Observando cuidadosamente o gráfico 1, e comparando cada tipo de veículo com os veículos envolvidos no estudo, concluímos que todos possuem detalhes característicos de carroçarias enquadrados no caso de coeficiente aerodinâmico próximo a $C_x = 0,4$.

Outro aspecto que merece especial atenção para melhor compreensão do presente trabalho é o gráfico 2, através do qual concluímos que, nas altas velocidades, a maior parte da potência requerida é absorvida pela resistência do ar e então é diretamente proporcional ao coeficiente aerodinâmico do veículo.

Analisando agora os coeficientes aerodinâmicos dos veículos do gráfico 3 observamos que ao adotarmos em nossas comparações de carroçarias, sempre o retângulo envolvente da respectiva secção transversal, estamos considerando a pior hipótese, e por isto, trabalhando ainda com bastante folga de potência nos casos reais estudados.

Ao usarmos como referência de nossas conclusões o parâmetro B do Volkswagen ($C_x = 0,46$ conforme gráfico 3) estamos introduzindo mais um fator de segurança nas conclusões alcançadas em nosso trabalho.

Como no trabalho não estamos procurando o valor da potência mínima capaz de manter o carro (nacional de grande potência) em movimento em altas velocidades, torna-se suficiente tirar todas as conclusões sem levar em consideração os coeficientes aerodinâmicos porque estamos comparando carroçarias de coeficientes aerodinâmicos bastante próximos e ou quando diferentes, conduzindo sempre a uma pequena folga na potência requerida para cada veículo.

As considerações acima são válidas devido ao inexpressivo coe ficiente aerodinâmico do Volkswagen ($C_x = 0,46$) o qual servirá de base de comportamento, do parâmetro B que usamos no presente trabalho.

MOTOR OPALA 4 CIL.

- a - POTÊNCIA BRUTA CV 90 a 4500rpm
 - b - POTÊNCIA LÍQUIDA CV 79 a 4400rpm
 - c - ESFORÇO DE TORÇÃO BRUTO mkgf 18,1 a 2800 rpm
 - d - ESFORÇO DE TORÇÃO LIQ. mkgf 15,1 a 2400/2800 rpm
 - e - CONSUMO ESPECÍFICO (g/CVh) 240 a 3400 rpm
- TAXA DE COMPRESSÃO — 7,3 : 1

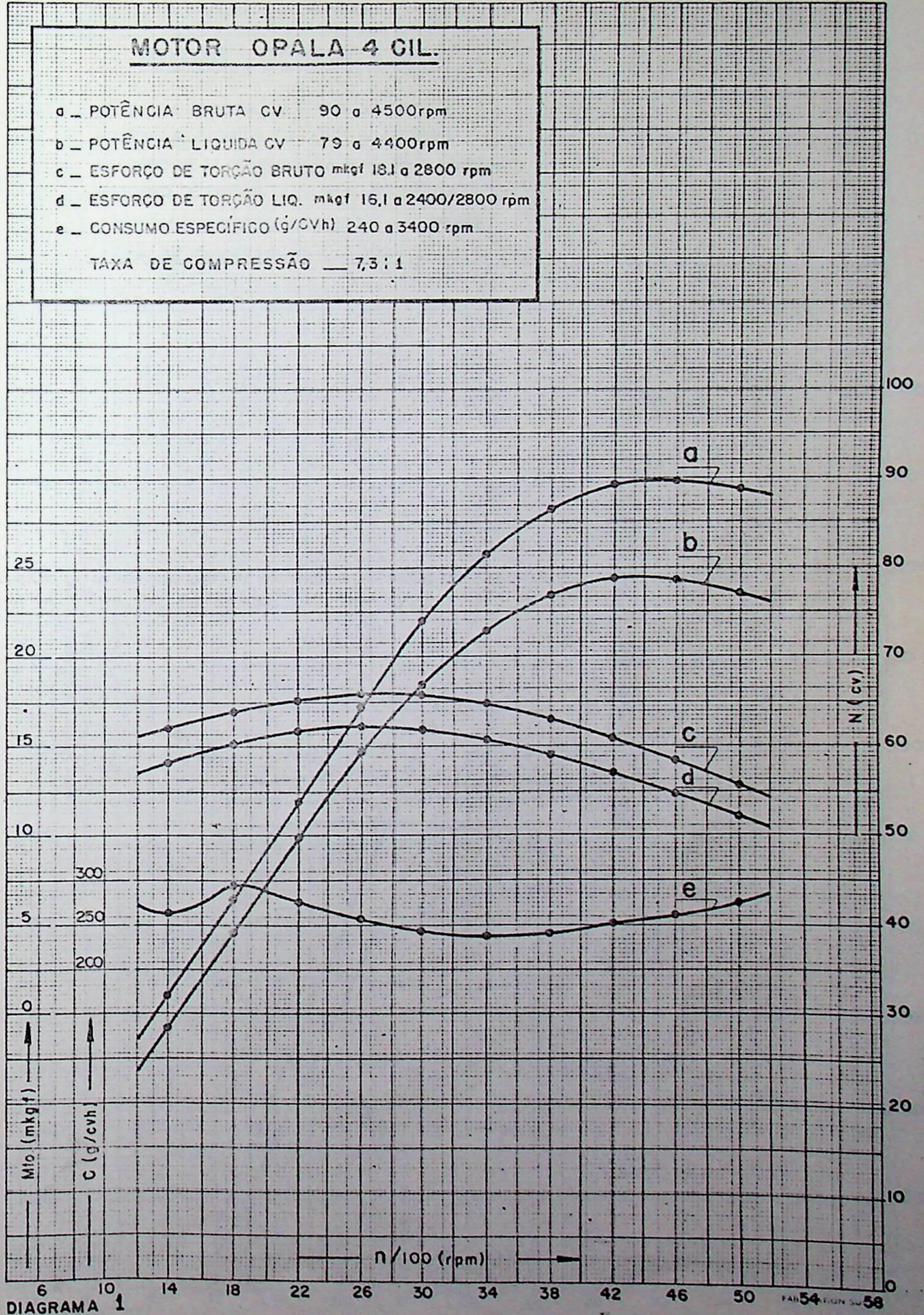


DIAGRAMA 1

MÓTOR OPALA 6 CIL.

- a - POTÊNCIA BRUTA CV 140 a 4000rpm
 - b - POTÊNCIA LÍQUIDA CV 115 a 3800rpm
 - c - ESFORÇO DE TORÇÃO BRUTO mkgf 29 a 2400rpm
 - d - ESFORÇO DE TORÇÃO LIQ. mkgf 26 a 1600/2400rpm
 - e - CONSUMO ESPECÍFICO (g/cvh) 237 a 2800rpm
- TAXA DE COMPRESSÃO 7,00:1

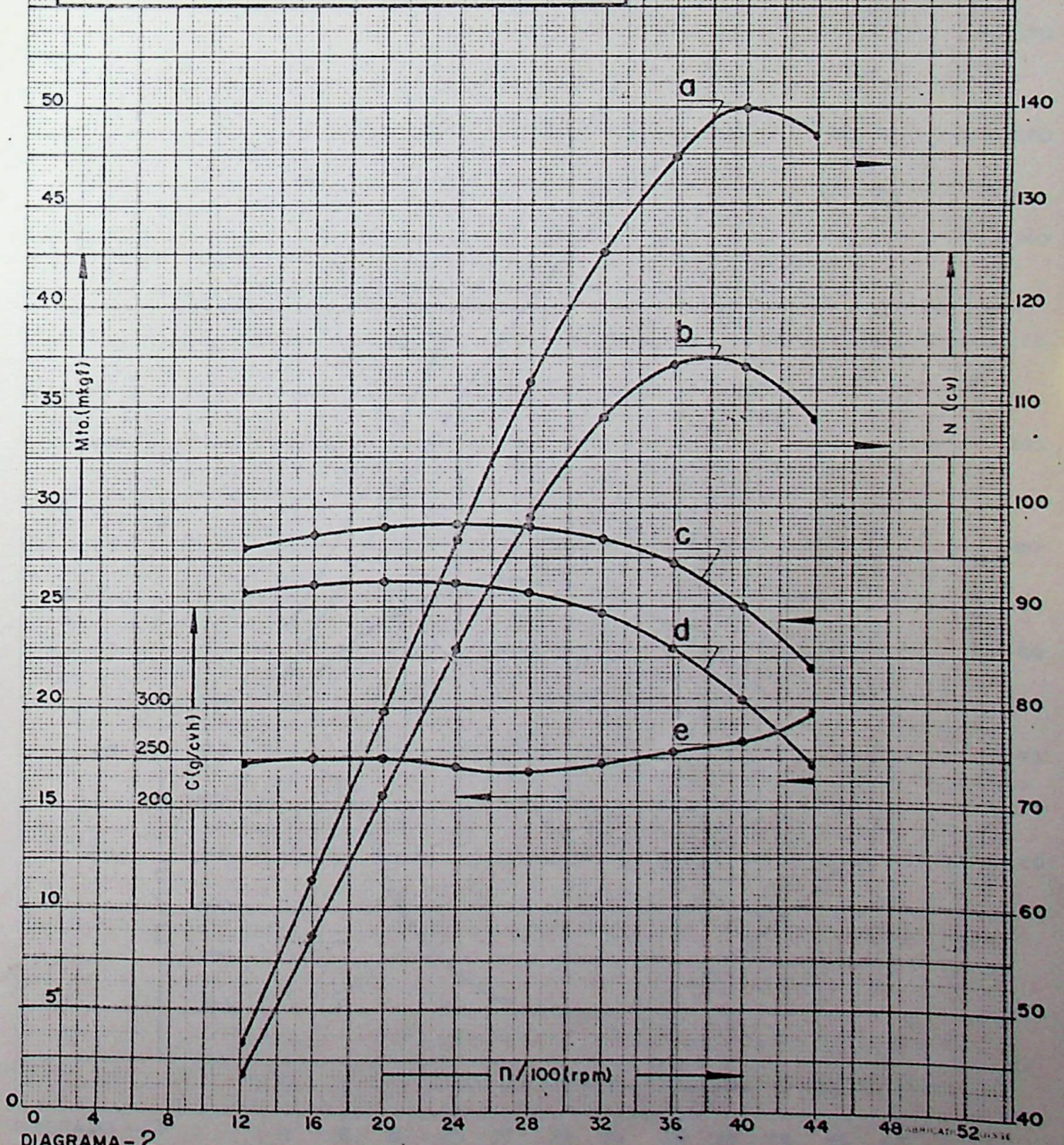


DIAGRAMA-2

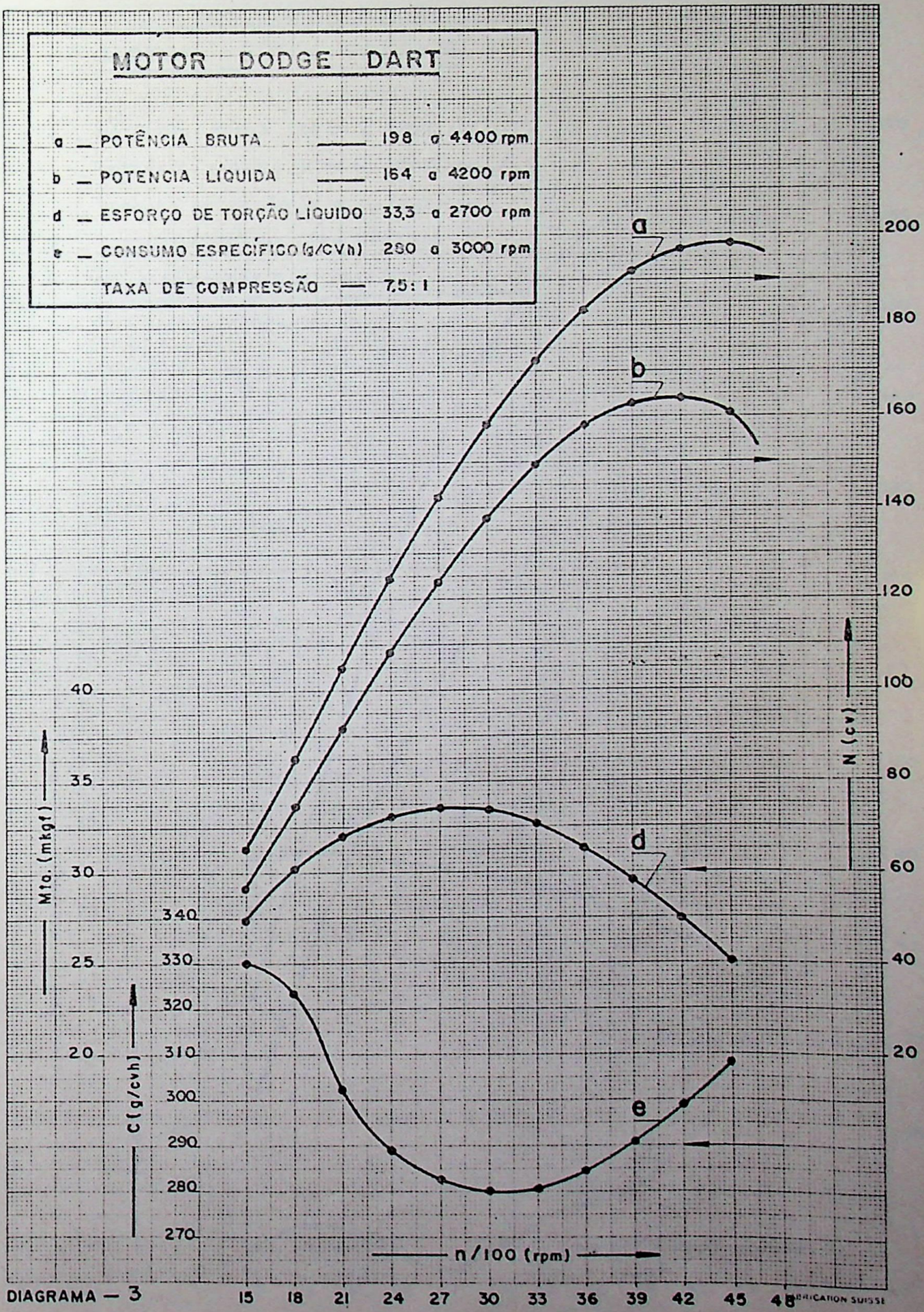


DIAGRAMA - 3

INDUSTRIAL SUPPLY

MOTOR FORD GALAXIE

- a — POTÊNCIA BRUTA 164 CV a 4400 rpm
 - b — POTENCIA LÍQUIDA 131 CV a 4200 rpm
 - d — ESFORÇO DE TORÇÃO LIQ. 30,7 a 2100 rpm
 - e — CONSUMO ESPECÍFICO 254 a 2700 rpm
- TAXA DE COMPRESSÃO 7,5 : 1

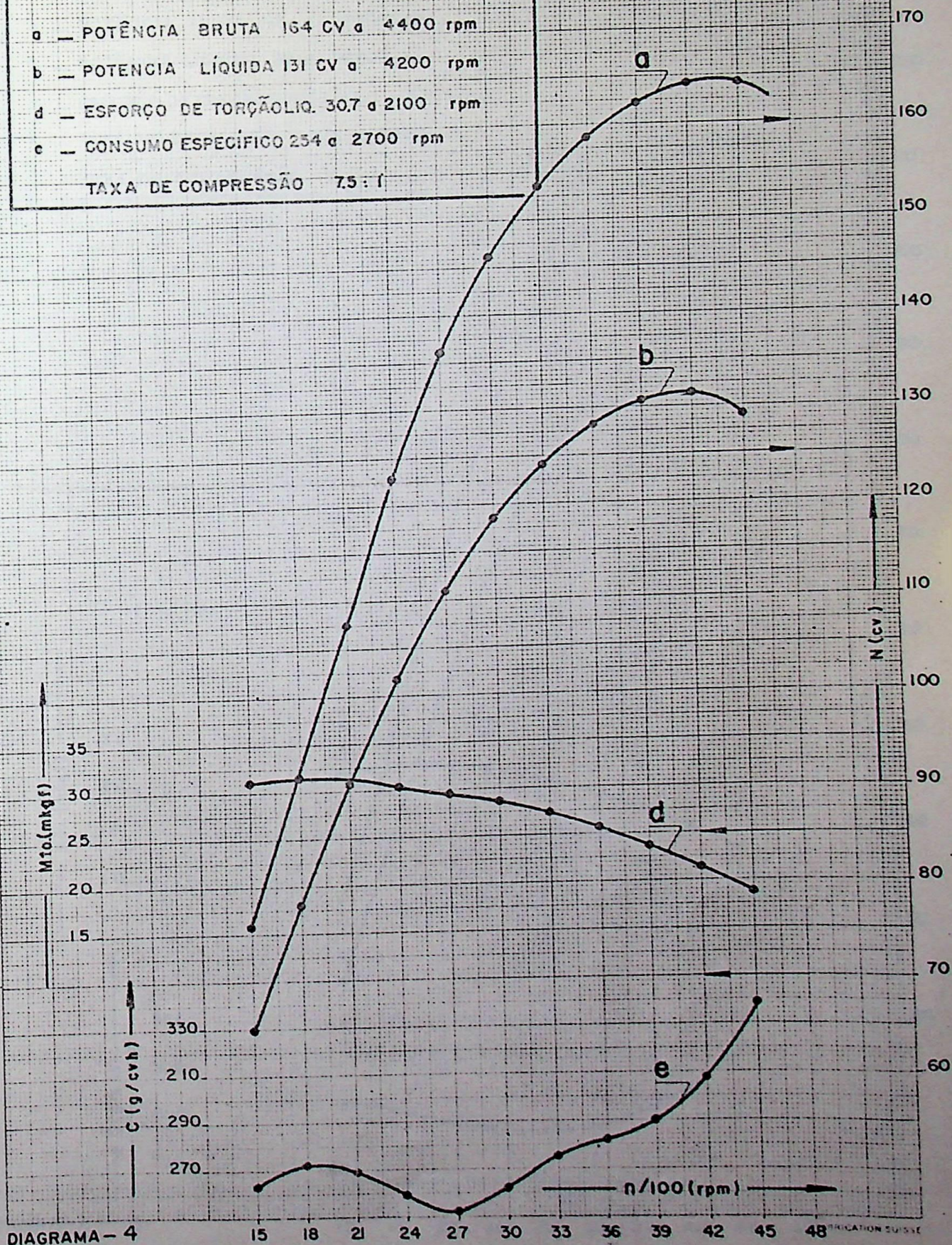


DIAGRAMA - 4

TRILATION SUISSE

MOTOR MAVERICK 6 CIL.

- a — POTÊNCIA BRUTA 112 a 4400 rpm
 - b — POTÊNCIA LÍQUIDA 92 a 4200 rpm
 - c — ESFORÇO DE TORÇÃO BRUTO 22,0 a 2000 rpm
 - e — CONSUMO ESPECÍFICO 225 a 2800 rpm
- TAXA DE COMPRESSÃO 7,7:1

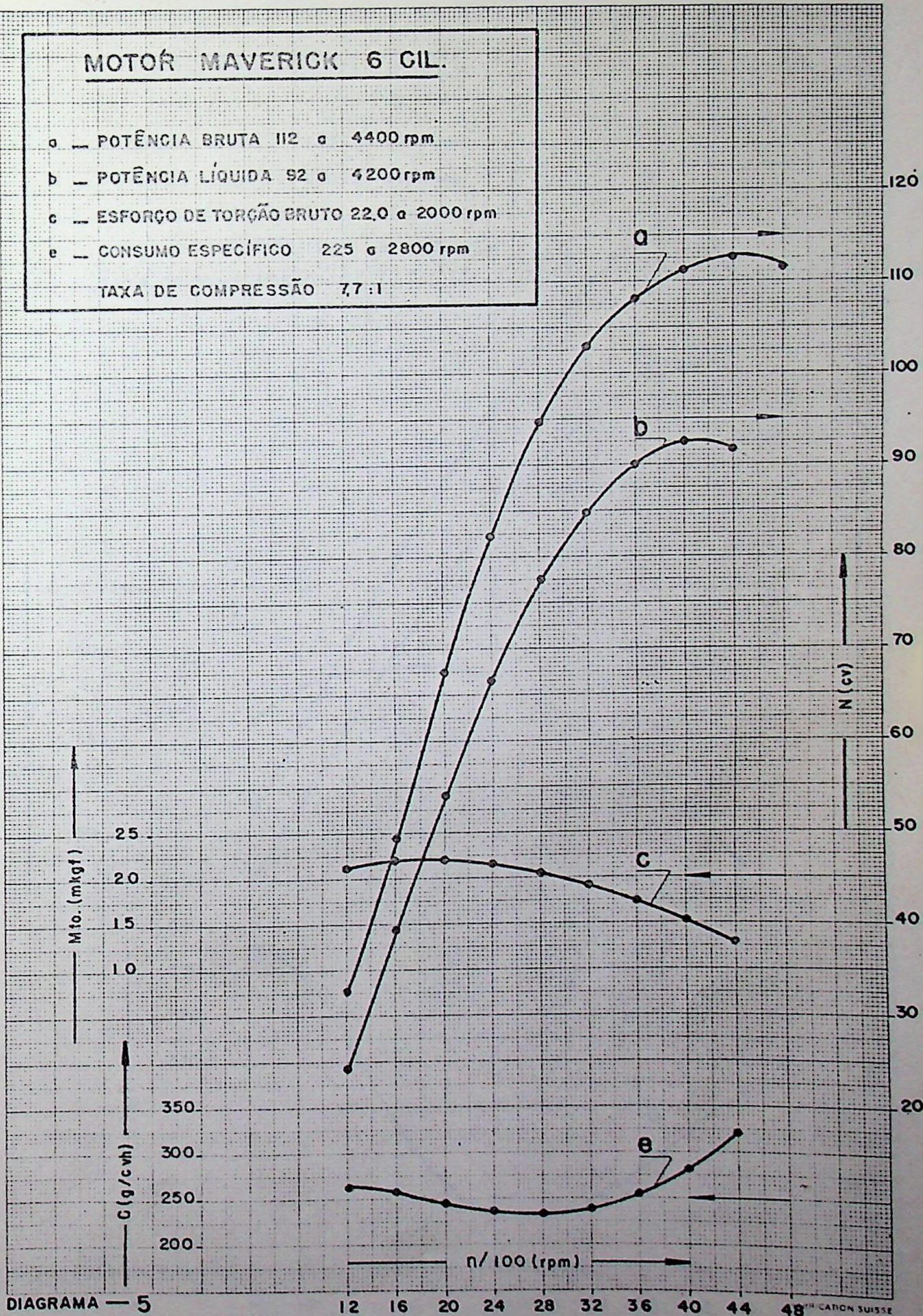
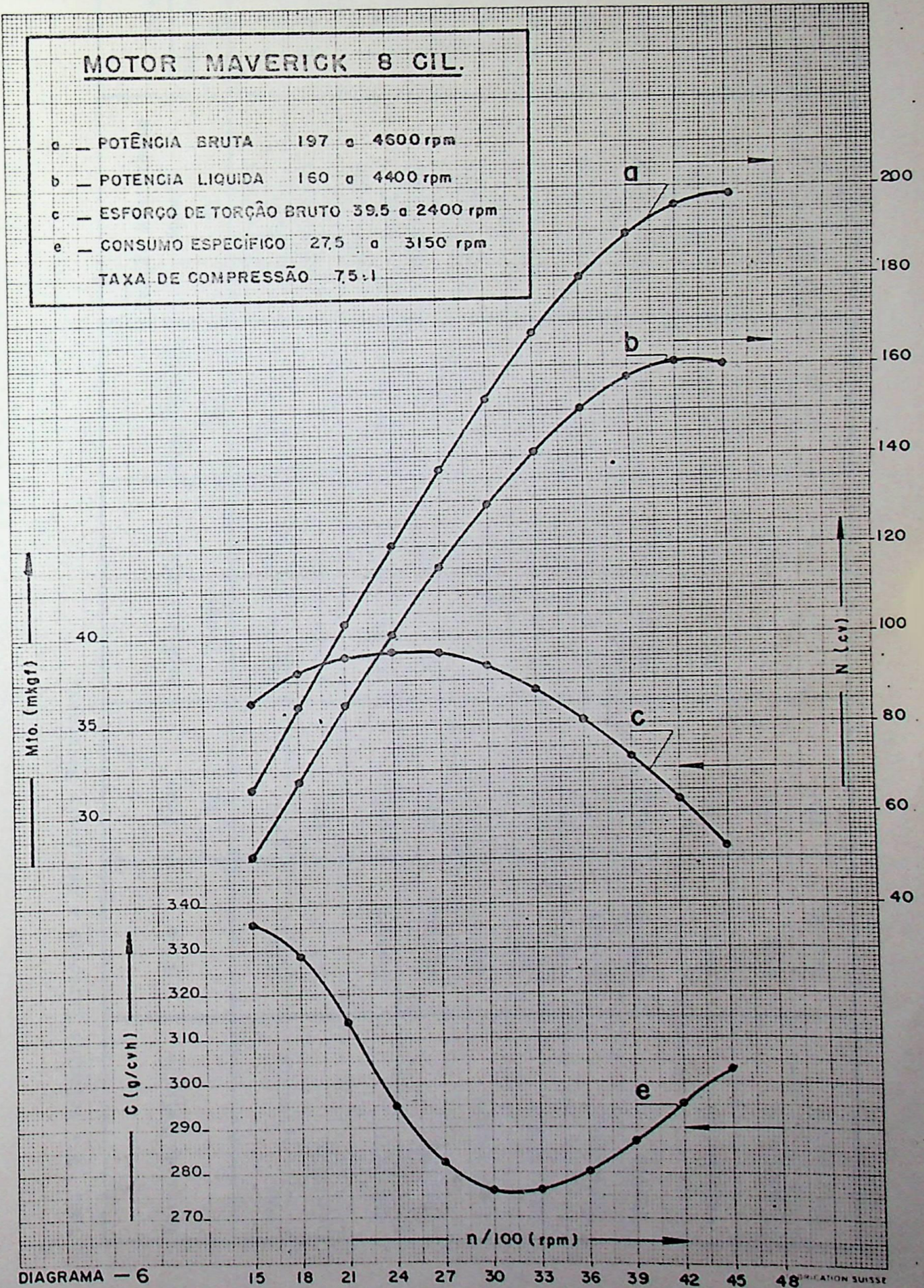


DIAGRAMA — 5



Tab. I - Veículos Europeus e Nacionais Pequenos.

Marca do Veículo	Tipo	Pêso (Kg)	Potência Máx. (RPM)	Pêso/Pot.Máx. A ₁	Secção Resistente Normal S ₁	Pêso $\frac{\text{Pot.} \cdot \text{Secção}}{\text{B}_1}$
FNM	2150	1360	125 CV - 5700	10,85	1700 • 1100 2,40	4,51
PANTERA	V-8	1330	330 CV - 5400	4,03	1830 • 1100 2,01	2,00
DKW-VEMAG	Fissore	800	60 CV - 4500	13,35	1600 • 1200 1,92	6,95
TRIUMPH	Spitfire	730	67 CV - 6000	10,90	1450 • 1200 1,74	6,25
FIAT ABARTH	1300	730	75 CV - 6000	9,70	1500 • 1300 1,95	4,96
ALFA ROMEU	GT	980	106 CV - 6000	9,22	1580 • 1328 2,10	4,40
ALFA ROMEU	Duetto	965	109 CV - 6000	8,85	1630 • 1390 2,10	4,21
TOYOTA	Corolla	700	60 CV - 6000	11,65	1485 • 1380 2,05	5,69
VOLKSWAGEN	1300	780	46 CV - 4000	16,95	1540 • 1500 2,31	7,32
VOLKSWAGEN	1500	800	52 CV - 4600	15,40	1540 • 1500 2,31	6,65
VOLKSWAGEN	Passat	860	78 CV - 6100	11,00	1600 • 1355 2,16	5,10

Tab. II - Veículos Nacionais Estudados

Marca do Veículo	Tipo	Pêso (Kg)	Potência Máx. RPM	Pêso/Pot.Máx. A ₂	Secção Resisten te Normal S ₂	$\frac{\text{Pêso}}{\text{Pot.} \cdot \text{Secção}} \cdot B_2$
CHEVROLET	4 cil.	1100	90 CV - 4500	12,20	1758.1359 2,37	5,15
CHEVROLET	6 cil.	1121	140 CV - 4000	8,01	1758.1359 2,37	3,38
DODGE	Dart	1495	198 CV - 4400	7,55	1810.1390 2,51	3,00
FORD	Galaxie	1769	164 CV - 4400	9,28	2000.1460 2,91	3,17
FORD MAVERICK	6 cil.	1340	112 CV - 4400	11,90	1791.1364 2,44	4,88
FORD MAVERICK	8 cil.	1394	197 CV - 4600	6,80	1791.1364 2,44	2,79

Tab. III - Potências Mínimas para os Veículos Estudados

Marca do Veículo	Tipo	Novo Pêso $\frac{\text{Pot.} \cdot \text{Secção}}{B_3}$		Secção Resisten te Normal S_2	Novo Pêso/Potência A_3 A_4		Potência Mínima (CV) N_3 N_4		Potência Máx. de Mínimo Consumo N_5
		B_3	B_4						
CHEVROLET	4 cil.	7	6	2,37	16,6	14,2	66,1	77,5	83 CV
CHEVROLET	6 cil.	7	6	2,37	16,6	14,2	67,2	79,0	114 CV
DODGE	Dart	7	6	2,51	17,6	15,1	85,0	99,0	158 CV
FORD	Galaxie	7	6	2,91	20,4	17,5	87,0	101,0	135 CV
FORD MAVERICK	6 cil.	7	6	2,44	17,1	14,6	78,2	91,0	95 CV
FORD MAVERICK	8 cil.	7	6	2,44	17,1	14,6	81,5	95,0	160 CV

Tab. IV - Transmissões dos Veículos Pequenos

Marca do Veículo	Tipo	Relações de Transmissão Caixa	Diferencial	Nº de Marchas	Supermarcha Incorporada
FNM	2150.	3,258/1,985/1,357/1,000/0,850:1	5,125:1	5	0,86:1
PANTERA	V-8	2,23/1,47/1,04/0,85/0,70:1	4,220:1	5	0,85 - 0,70:1
DKW-VEVAG	Fissore	3,82/2,22/1,39/0,97:1	-	4	0,97:1
TRIMUPH	Spitfire	3,75/2,16/1,39/1,00:1	4,110:1	4	-
FIAT ABARTH	1300	3,63/2,05/1,41/0,96:1	4,870:1	4	0,96:1
ALFA ROMEU	GT	3,30/1,99/1,35/1,00/0,79:1	4,550:1	5	0,79:1
ALFA ROMEU	Duetto	3,30/1,99/1,35/1,00/0,79:1	4,550:1	5	0,79:1
TOYOTA	Corolla	3,684/2,050/1,383/1,000:1	4,220:1	4	-
VOLKSWAGEN	1300	3,80/2,06/1,32/0,89:1	4,375:1	4	0,89:1
VOLKSWAGEN	1500	3,80/2,06/1,32/0,89:1	4,125:1	4	0,89:1
VOLKSWAGEN	Passat	3,45/2,06/1,37/0,97:1	4,110:1	4	0,97:1

Tab. V - Redução de Rotação do Motor dos Veículos Estudados

Marca do Veículo	Tipo	Relações Totais de Transmissão Ult. Marcha	Diâmetro do Pneu (cm)	RPM do Motor sem supermarcha			RPM do Motor com supermarcha			% Redução RPM do Motor		
				100 Km/h	120 Km/h	140 Km/h	100 Km/h	120 Km/h	140 Km/h	100 Km/h	120 Km/h	140 Km/h
CHEVROLET	4 cil.	3,54:1	61	3060	3672	4284	3160	3160	3160	3	13,5	26
CHEVROLET	6 cil.	3,00:1	61	2660	3200	3720	2000	2000	2000	25	28	47
DODGE	Dart	3,15:1	63	2660	3192	3724	2000	2000	2000	25	37	47
FORD	Galaxie	3,54:1	66	2840	3408	3976	1950	1950	1950	31	42	51
FORD MAVERICK	6 cil.	3,31:1	62	2840	3408	3976	2700	2700	2700	5	20	32
FORD MAVERICK	8 cil.	3,07:1	62	2620	3150	3680	2000	2000	2000	24	35	46

Tab. VI - Supermarchas Recomendadas

Marca do veículo	Tipo	Relações de Transmissão		Nº de Marchas	Relação de Transmissão da Supermarcha em caixa adicional recomendada		
		Caixa	Diferencial		100	120	140
CHEVROLET	4 cil.	2,79 / 1,68 / 1,00:1	3,54:1	3	-	0,86:1	0,74:1
CHEVROLET	6 cil.	2,79 / 1,68 / 1,00:1	3,08:1	3	0,75:1	0,62:1	0,53:1
DODGE	Dart	2,67 / 1,60 / 1,00:1	3,15:1	3	0,75:1	0,63:1	0,53:1
FORD	Galaxie	2,67 / 1,60 / 1,00:1	3,54:1	3	0,69:1	0,58:1	0,49:1
FORD MAVERICK	6 cil.	2,99 / 1,99 / 1,39/1,00:1	3,31:1	4	0,95:1	0,80:1	0,68:1
FORD MAVERICK	8 cil.	2,92 / 2,03 / 1,42/1,00:1	3,07:1	4	0,76:1	0,65:1	0,54:1

Tab. VII - Redução dos Consumos Máximos

Marca do Veículo	Tipo	Sem Supermarcha C ₁			Com Supermarcha C ₂			% Redução Consumo C ₃		
		Kg/h	120	140	Kg/h	120	140	100	120	140
CHEVROLET	4 cil.	-	20,5	22,0	-	19,0	19,0	-	7,0	13,5
CHEVROLET	6 cil.	25,3	31,8	36,6	19,8	19,8	19,8	22	36	43
DODGE	Dart	38,7	47,8	54,0	30,3	30,3	30,3	22	37	44
FORD	Galaxie	35,6	42,8	47,5	29,8	29,8	29,8	17	30	37,5
FORD MAVERICK	6 cil.	22,0	25,7	28,4	20,8	20,8	20,8	5,5	19	26,5
FORD MAVERICK	8 cil.	37,3	44,0	50,5	30,1	30,1	30,1	19	31,5	40,5

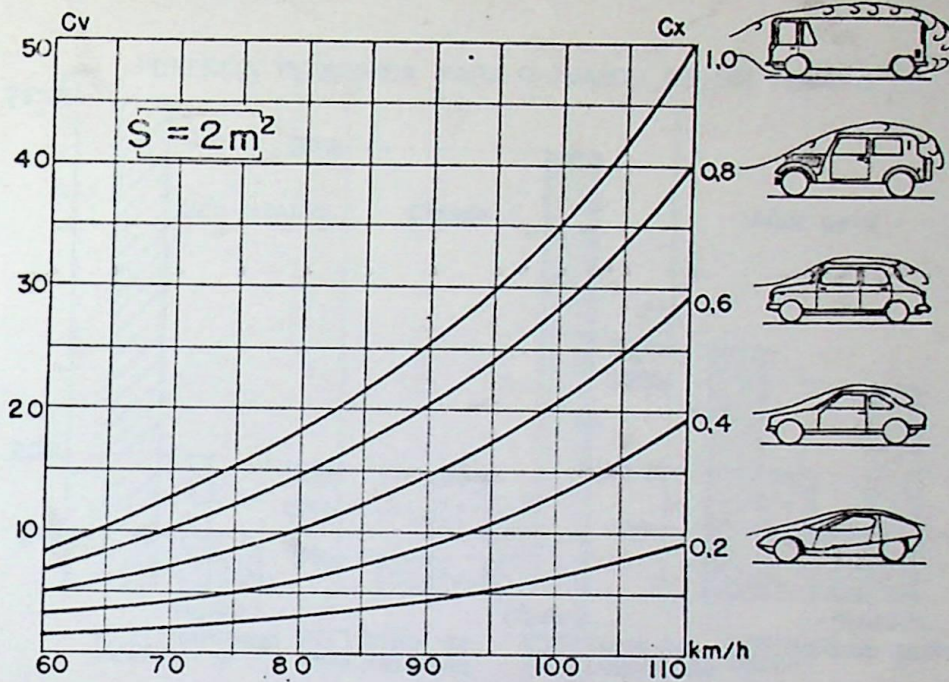


GRÁFICO 1

Para atingir 110 Km/h, veículos de forma diferente, mesmo que tenham áreas frontais idênticas (no exemplo do gráfico, de 2 m^2), requerem potências diferentes. O coeficiente aerodinâmico C_x indica a influência da forma da carroçaria sobre a potência requerida: quanto maior o C_x , tanto maior a potência necessária ao avanço. A resistência do ar aumenta com a velocidade: assim, a 110 Km/h, uma silhueta como a de um furgão necessita de 50 CV, enquanto, para uma silhueta mais aerodinâmica, bastam menos de 10 CV.

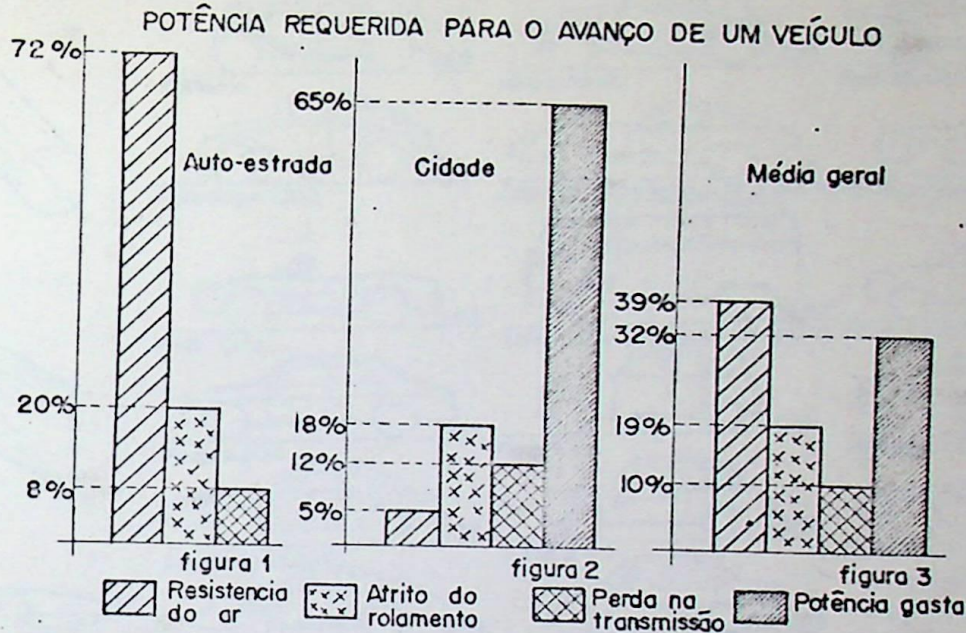


GRÁFICO 2

Na auto-estrada, a uma velocidade de 130 Km/h, a maior parte da potência é absorvida pela resistência do ar; em seguida, vêm a resistência ao rolamento dos pneumáticos e os atritos que se verificam no câmbio e na transmissão do veículo. Na cidade, ao contrário, prevalece a potência requerida para acelerar, que, na estrada, é considerada nula. Na figura 3 do gráfico 2 está representada a média das demonstrações precedentes e fica claramente comprovada a importância do estudo aerodinâmico a ser aplicado ao projeto do veículo.

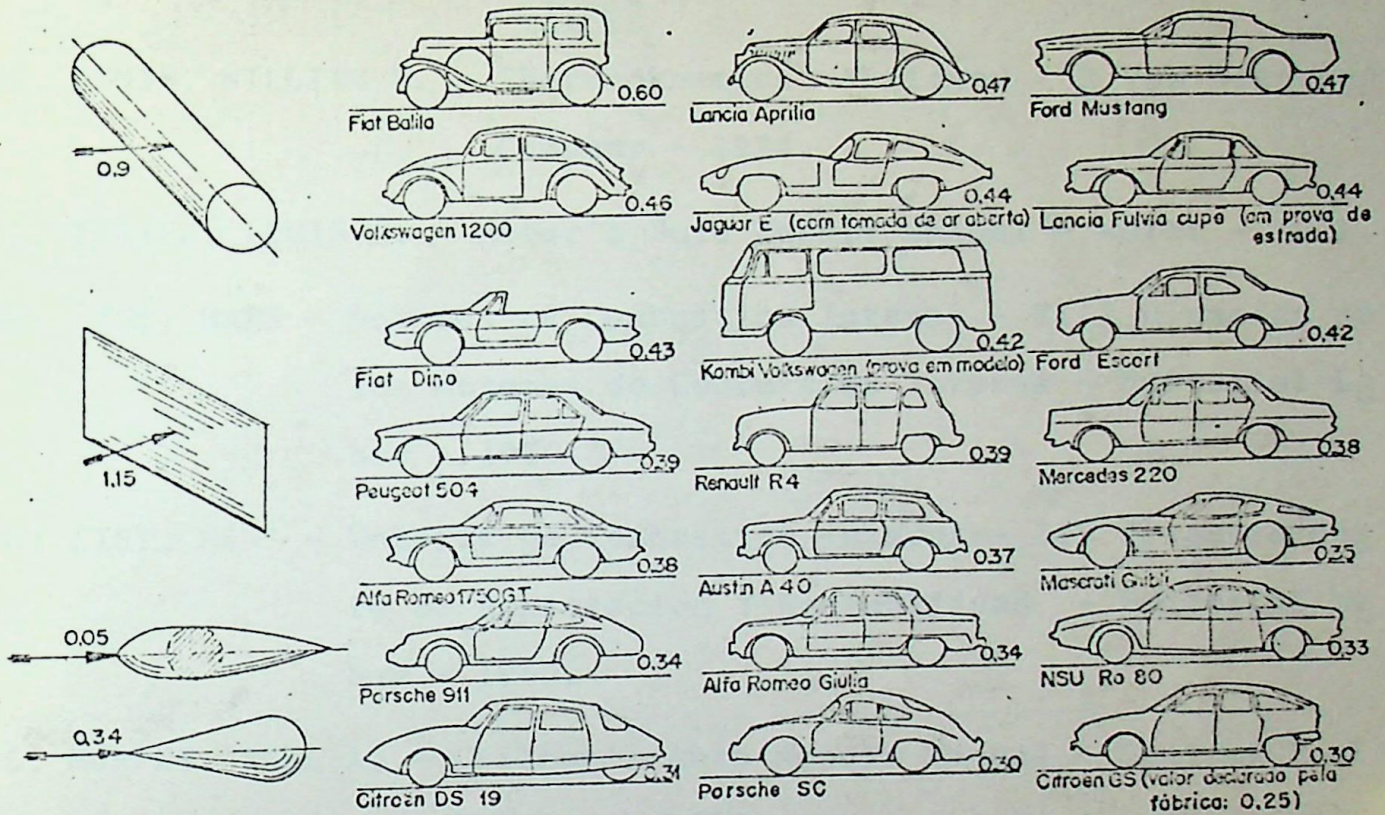


GRÁFICO 3

À esquerda, os C_x de um cilindro, uma chapa plana, um fusó e um cone (a seta dá a direção do vento). À direita, os C_x de alguns carros; contudo, o exa^{to} confronto aerodinâmico entre dois veículos deve supor uma comparação dos produtos dos C_x pelos va^{lores} das áreas frontais.

B I B L I O G R A F I A

LIVROS

01. ENNIS, WILLIAM D. - Thermodynamics, Abridged - D. Van Nostrand Company - 1924.
02. FORIER, LOUIS C. - Motor's Auto Repair Manual - Motor - 1971.
03. LIST, HANS - Motores de Combustion Interna - VIII Dinamica de los Motores de Combustion Interna - Editorial Labor - 1950.
04. LIST, HANS - Motores de Combustion Interna - XIV desgaste coste de Explotacion Y Rentabilidad - Editorial Labor - 1950.
05. MURPHY, PAUL A. - Chilton's Auto Repair Manual - Chilton Book Company - 1968.
06. OBERT, EDWARD F. - Internal Combustion Engines Analysis and Practice - Internacional TextBook Company - 1962.
07. STOCKEL, MARTIN W. - Auto Service and Repair - The Goodheart-Willcox Company, Inc - 1972.
08. STOCKEL, MARTIN W. - Auto Mechanics-The Goodheart - Willcox-Company - Inc - 1972.
09. TAYLOR, CHARLES F. - Analise dos Motores de Combustão Interna - Editora Edgard Blucher Ltda - 1971.
10. TOBOLDT, JOHNSON, LARRY - Motor Serice's Automotive Encyclo - pedia - The Goodheart - Willcox, Inc - 1973.

11. ENCICLOPÉDIA DO AUTOMÓVEL - Editora Abril - 1974

NORMAS - REVISTAS - ESPECIFICAÇÕES

12. ABNT- TB-11 - Terminologia do Material de Automóvel - ABNT -1958

13. ABNT- SB-51 - Sinais e Símbolos - Literais para Eletricidade -
ABNT - 1972

14. ABNT- P-NB-130 - Apresentação do Desempenho de Motores de Com
bustão Interna. Alternativos, de Ignição por
Compressão (Diesel), ou Ignição por Centelha -
(Otto) veiculares, não Turbo-alimentados -ABNT-
1974

15. ABNT- P-MB-372 - Motores de Combustão Interna Alternativos de
Ignição por Compressão (Diesel), ou Ignição por
Centelha (Otto) Veiculares não Turbo-alimenta-'
dos - ABNT - 1974

16. ABNT- P-MB-749 - Motores Alternativos de Combustão Interna não
Veiculares - ABNT - 1973

17. REVISTAS TÉCNICAS

18. ESPECIFICAÇÕES DE FABRICANTES