

2301788

100 (85)  
87

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia Mecânica

Projeto Mecânico

Projeto de um Veículo Fora-de-Estrada de Estrutura Tubular

O Motor e o Sistema de Transmissão

Aluno :

Guilherme Fianco Fasolo

Prof. Orientador :

Nicola Getschko

TF.87  
F263P

1987

Dedicatória.

Na impossibilidade de dedicar este trabalho a todas as pessoas que estiveram envolvidas neste projeto, quer participando ou torcendo por nós, dedicamos ao nosso amigo, Rômel Rollemburg de Rosis que representa todo o interesse e torcida pelo nosso trabalho.

Agradecimentos

Ao prezado colega e amigo Eng. Rômel Rollemburg de Rosis pela cessão de um carburador de Passat em praticamente perfeito estado de conservação, de um par de buzinas, molas, lanternas e principalmente pela ajuda nos momentos em que precisamos.

Ao nobre colega e amigo Eng. Rogério Borges dos Reis pela cessão de um jogo de molas e amortecedores de Chevette.

Agradecimentos ao Eng. Flávio Angerami Marques Jr., pela ajuda no transporte do motor.

Agradecimentos especiais aos amigos que participaram do "comboio" quando do transporte do VFEET para o DEM, Rogério Borges dos Reis, Rômel Rollemburg de Rosis, Riccardo Vanni Morici, Flávio Angerami Marques Jr., Renato Gomes Mazzarolo, Paulo, João Fernandes Alves Neto e Benvenuto Gabrielle Casati.

Agradecimentos ao amigo Fernando Carlos Fuchs por ter contribuído decisivamente na compatibilização motor/caixa de câmbio.

Agradecimentos ao Sr. Francisco Gamero Santaliestra pela ajuda na construção do veículo.

Agradecimentos aos Srs. José Aldo Duarte Ferraz e Marcelo Henrique de Melo Ferraz pela ajuda na construção do veículo.

Agradecimentos ao Eng. Vaz Porto da Lider Taxi Aéreo pela cessão de dois pneus do trem de pouso principal do avião Bandeirante, e também ao Eng. Ernani Ribeiro da VASP - Viação

Aérea de São Paulo pelo empenho no processo de doação de quatro pneus, do trem de pouso principal do Boeing 727 e do trem de pouso da bequilha do Boeing 737.

Agradecemos também à TAM - Taxi Aéreo Marília SA. pela cessão de pneus de Fokker.

## Prefácio

A fim de preenchermos uma das grandes lacunas existentes no currículo do curso de graduação em Engenharia Mecânica desta Escola, reunimos um grupo de alunos interessados no desenvolvimento de um projeto de formatura que englobasse todo o processo de fabricação de um veículo automotor, desde a sua concepção até a sua realização física.

Caracteriza-se assim nosso projeto de formatura como o veículo propriamente dito, e não sua apresentação escrita como é o usual. Este trabalho de apresentação escrita formal, que aqui se segue, é apenas um complemento do projeto efetivamente realizado.

Dividimos a apresentação escrita deste trabalho em 5 (cinco) partes :

Volume 1 : O Projeto Global;  
Volume 2 : O Motor e o Sistema de Transmissão;  
Volume 3 : Os Sistemas de Suspensão e Direção;  
Volume 4 : O Sistema Estrutural;  
Volume 5 : Acompanhamento Fotográfico do Projeto.

Carlos Augusto de Melo Ferraz - Estrutura -  
César Augusto Adamo - Projeto Global -  
Francisco Claudio Abreu Santos - Suspensão e Sistema de Direção -  
Guilherme Fianco Fasolo - Motor e Transmissão -

Sumário :

1. Definição do projeto .
2. Princípios de funcionamento de um motor.
3. Princípios de funcionamento de um sistema de transmissão
4. Características técnicas do motor selecionado.
5. Características técnicas do sistema de transmissão selecionado .
6. A compatibilização motor/transmissão .

Apêndices :

1. Descrição dos principais motores existentes no mercado .
2. Desenho da face de acoplamento ao motor da caixa de câmbio da Brasília.

## 1. Definição do Projeto .

### 1.1. Generalidades : Veículos tipo "Gaiola":

O "Gaiola" é um veículo fácil de ser montado, ágil e de baixo custo, utilizado principalmente em autocross.

Basicamente, um "Gaiola" é feito de tubos de aço-carbono 1010 ou 1020 de 1 1/4" de diâmetro externo, com parede de 2 mm. É recomendado uma distância entre eixos de no mínimo 1,75 m, pois se a distância for menor, o carro se torna perigoso pois fica muito ágil e com reação muito rápida.

A soldagem da estrutura deve ser feita com solda elétrica (eletrodo), ou do tipo Mig.

A altura do santo-antônio deve ser no mínimo 10 cm maior que a altura do piloto. Os "Gaiola" padrão têm uma altura máxima do solo de 1,40 m.

Aconselha-se que a largura das laterais seja maior que a das rodas.

O coxim do câmbio é fixo no chassis do "Gaiola" e suporta o motor e o câmbio.

Na estrutura, vão instalados os amortecedores traseiros; um de cada lado.

A suspensão dianteira é original VW, com feixe de torção e dependendo do uso ela pode ser normal ou levantada. No sistema de suspensão traseira, são utilizados os amortecedores

originais do Corcel II. Para uso fora-de-estrada é recomendado a utilização de um par de amortecedores de cada lado.

O assoalho do "Gaiola" é feito com chapas de aço-carbono 1010 ou 1020, que podem ser rebitadas ou, de preferência, soldadas na estrutura.

Quanto ao motor, são utilizados os modelos 1.3, 1.5 ou 1.6 VW a ar. O tanque, de preferência, deve ser original VW, preso com braçadeiras ou encaixados na estrutura e parafusado em suportes adequados que podem ser soldados aos tubos.

As rodas devem ser de ferro por uma questão de segurança e normalmente utiliza-se aro 13 na dianteira e 14 na traseira.

## 1.2. O "VFEET" :

O presente trabalho pretende servir como manual para utilização e de entendimento do funcionamento das diversas partes do VFEET, veículo com características de um fora-de-estrada e com estrutura tubular. Apresenta como características básicas as abaixo citadas :

### Dimensões básicas :

- Distância entre eixos .....: 2 200 mm
- Comprimento .....: 3 448 mm
- Bitola .....: 1 710 mm
- Altura livre do solo mínima ..: 230 mm

### Desempenho :

Devido à falta de tempo, não foi possível a realização dos testes de desempenho.

### Chassis e carenagem :

Chassis tubular em caixa, com túnel central. Carenagem aberta, cobrindo a parte frontal do veículo.

Os tubos utilizados para a construção da estrutura são de aço 1020, com diâmetro 1 1/2" e espessura de parede de 2.65mm.

Os tubos foram soldados com solda elétrica com eletrodo E6013.

A carenagem, ainda a ser construída, será de fibra de vidro.

O assoalho é feito de chapa de aço 1010, rebitado.

### Motor :

Traseiro, com refrigeração a água, à gasolina. Original do

Passat 1500. Carburador de corpo duplo Weber.

Sua fixação é realizada através de dois coxins laterais e ainda está rigidamente fixo à caixa de câmbio através de um flange de adaptação.

**Suspensão e direção :**

Suspensão dianteira de VW Sedan 1300, com feixe de molas à torção. Direção com setor e rosca sem fim, do VW Sedan 1300.

Suspensão traseira com mola à torção e amortecedores hidráulicos telescópicos de duplo efeito, dois por semi-eixo.

**Rodas e Pneus :**

Os pneus traseiros são do tipo "Fox Desert 10-15" de fabricação Maggion, com capacidade de carga 700 kg por pneu.

Os pneus dianteiros são os originais de Brasília.

Os aros das rodas dianteiras são as originais de Brasília, modificados de modo a se aumentar a bitola das rodas dianteiras em 80 mm.

**Freios :**

A tambor, originais do VW Sedan, à frente, e da Brasília, atrás.

**Tanque de gasolina :**

O tanque de gasolina adotado é o original da Kombi, anterior a 1977.

O tanque fica assentado sobre a caixa de câmbio, entre as rodas traseiras.

Entre o motor e o tanque de gasolina existe uma chapa corta fogo.

Estilo :

Espartano, robusto. Assemelha-se a um "buggy". Para dois passageiros confortavelmente (considerando ser um fora-de-estrada), com espaço atrás dos bancos para bagagem e dois estribos laterais.

## 2. Princípio de funcionamento de um motor.

O motor é definido como uma máquina pela qual uma forma de energia, especialmente o calor, é transformada em força mecânica e aplicada em realizar um trabalho. O funcionamento de todos os motores de combustão interna é baseado no fato de que todos os gases tendem a expandir-se quando aquecidos. Se a expansão puder ser controlada aprisionando-se o gás, irá se desenvolver a pressão, que poderá ser utilizada para movimentar o pistão ou outro mecanismo, convertendo assim esta energia em força.

### Tipos de Motores de Combustão Interna:

Os motores de combustão interna são classificados de acordo com o tipo de ciclo térmico desenvolvido por este. Utiliza-se, basicamente, dois tipos de ciclos: Ciclo Otto e Ciclo Diesel. Nos motores de ciclo Otto, o combustível e o ar são misturados antes de penetrar nos cilindros, nos quais a mistura é comprimida moderadamente e inflamada por uma faísca elétrica. Nos motores Diesel, o combustível é pulverizado sob grande pressão dentro dos cilindros, nos quais o ar foi previamente comprimido a tal ponto que a sua temperatura se elevou o bastante para vaporizar e inflamar o combustível.

### O Motor a Gasolina:

É constituído de partes estacionárias - cilindros e cárter; partes móveis - pistão, biela, eixo de manivelas, volante e, usualmente, válvulas e seu mecanismo de acionamento; sistemas de combustível, ignição, refrigeração e lubrificação. Os motores podem ser monocilíndricos ou multicilíndricos. Podem ser ainda

classificados quanto ao número de cursos do pistão requeridos para completar o ciclo do trabalho, o método de refrigeração, disposição dos cilindros e das válvulas.

A queima do combustível e a expansão dos gases quentes se realiza no cilindro. Este tem uma parede interna lisa e circular, é aberto em uma extremidade e fechado na outra pela cabeça do cilindro, a qual veda a fuga dos gases. Dentro do cilindro, um pistão bem justo desliza para cima e para baixo, e a fuga dos gases é reduzida ao mínimo por meio de anéis inseridos em ranhuras existentes na periferia do pistão. O cilindro fica sobre um carter equipado com mancais que suportam um eixo de manivelas que possui um volante preso rigidamente numa extremidade. Um reservatório ou carter forma um depósito de óleo lubrificante.

O eixo de manivelas é assim chamado porque forma uma manivela sob o lado aberto de cada cilindro. Uma biela, articulada num pino localizado no pistão, liga este ao eixo de manivelas. Este dispositivo permite que o movimento retílineo do pistão seja convertido em rotações do eixo de manivelas do volante.

O espaço entre a parte superior do pistão e a cabeça do cilindro forma a câmara de combustão. Existem dispositivos para a admissão da mistura de ar com combustível à câmara de combustão e para permitir a saída dos gases depois de terem realizado trabalho. Usualmente isto é obtido por meio de válvulas que comunicam a câmara de combustão com os tubos de entrada e saída. Estas válvulas são abertas e fechadas em intervalos corretos, ou reguladas por meio de um mecanismo acionado pelo eixo de manivelas.

Uma vela de ignição, parafusada numa abertura da cabeça do cilindro e ligada ao sistema elétrico, fornece a faísca necessária para inflamar a mistura combustível. O motor é

resfriado por água em circulação nas passagens existentes junto aos pontos onde é desenvolvido o maior calor, ou pela radiação do calor diretamente para o ar exterior por meios de aletas metálicas que circundam as áreas mais quentes do motor.

#### Motor de Quatro Tempos:

Os quatro cursos sucessivos por meio dos quais se completam o ciclo de força do motor são denominados cursos de Admissão, Compressão, Explosão e Escape.

**Curso de Admissão:** A rotação do eixo de manivelas faz o pistão mover-se para baixo neste curso, criando uma sucção na câmara de combustão. Como a válvula se abre praticamente no início do curso, uma mistura de ar e combustível é aspirada para dentro da câmara de combustão, pois a pressão atmosférica é maior que a pressão interna. A válvula do escape permanece fechada durante este curso, porém a de entrada fica aberta até o pistão alcançar a parte inferior do curso, ou mesmo até ser iniciado o curso para cima, ou de compressão.

**Curso de Compressão:** A inércia de rotação do eixo de manivelas faz o pistão mover-se para cima e desde que ambas as válvulas estão fechadas, a carga de ar combustível é gradualmente comprimida pela diminuição do espaço acima do pistão. Quase no fim deste curso, uma faísca elétrica da vela de ignição inflama a carga de combustível. O impulso das partes móveis faz o pistão vencer o seu ponto morto superior no final do curso, apesar do aumento de pressão do gás resultante da combustão.

**Curso de Explosão:** O calor da combustão faz com que os gases aprisionados se expandam. Isto produz um aumento de pressão que força o pistão para baixo, girando o eixo de manivelas e o volante e assim desenvolvendo força. Para aprisionar os gases e

assim assegurar o máximo rendimento da pressão resultante, as válvulas de entrada e de escapamento permanecem fechadas até quase o fim do curso e nessa ocasião a válvula de escapamento se abre.

**Curso de Escape:** Completado o curso de explosão, o pistão passa o ponto morto inferior e move-se para cima no curso de escape. Isto força os gases queimados para fora do cilindro, pois a válvula de escape é aberta quase no inicio deste curso. Perto do fim do curso de escape, a válvula de escape é fechada e a de entrada aberta, começando novo ciclo.

#### Carburador:

Como se sabe, os combustíveis não devem ser queimados no estado líquido. Antes precisam ser vaporizados e depois supridos com uma quantidade adequada de ar para assegurar o oxigênio necessário à combustão.

O carburador é um dispositivo destinado a atomizar o combustível líquido, usualmente gasolina ou álcool, em finas partículas e a misturá-las completamente com ar nas proporções mais adequadas às várias condições de funcionamento do motor.

Um carburador simples tem um reservatório ou cuba, permanentemente reenchido pela bomba de combustível, mantendo o seu nível constante por meio de uma boia que abre e fecha a válvula de entrada de combustível por meio de uma articulação apropriada. Quando o motor é acionado pelo motor de partida, o ar é aspirado para dentro do motor através do purificador e da entrada de ar do carburador. Um jato de combustível em conexão com o reservatório do carburador, projeta-se dentro de um tubo de ar, num ponto onde este foi estrangulado, formando o que se denomina Tubo de Venturi. A saída, ou ponta, do injetor de

combustível, está ligeiramente mais elevada do que o nível da cuba da boia, de modo que a gasolina não flui normalmente, precisando ser forçada.

A velocidade comparativamente moderada do ar aspirado através da entrada de dimensões normais do carburador, é geralmente aumentada quando o ar passa pelo venturi. Isto aumenta o vácuo ao redor do injetor (reduz a pressão), de modo que a gasolina é forçada para fora pela pressão atmosférica mais elevada exercida sobre o combustível na cuba da boia. O combustível é atomizado ao passar pelo pequeno orifício do injetor, de modo a ficar em condições apropriadas para ser misturado com o ar.

### 3. Princípios de funcionamento do sistema de transmissão.

#### 1. Tipos de Transmissões:

a) Transmissões Normais: Compreendem os elementos habituais, embreagens e caixa de câmbio que requerem uma manipulação hábil por parte do motorista. A embreagem centrifuga é um aperfeiçoamento apenas perceptível nos arranques e paradas.

b) Transmissões Semi-Automáticas: Possibilitam a automatização dos arranques e das manobras consecutivas ao deslocamento da alavanca de câmbio. A escolha do momento de engate de uma dada relação de transmissão fica a cargo do motorista.

c) Transmissões Automáticas: Garantem a automatização total dos órgãos de transmissão, limitando-se a ação do motorista à simples escolha da marcha à frente e da marcha à ré, com a possibilidade de usar apenas uma parte do automatismo nas condições especiais de marcha.

Para compreendermos melhor como funcionam as transmissões, necessitamos primeiramente analisarmos os seus principais componentes: embreagem e caixa de câmbio.

#### - Embreagem:

As duas funções da embreagem são:

a) ligar progressivamente o motor às rodas do veículo para levá-lo a uma marcha que corresponda ao regime de rotação do motor.

b) separar momentaneamente o motor dos elementos de transmissão para permitir a operação de mudança de marcha.

Tipos de Embreagens:

a) Embreagens de Disco: É formada de um monodisco com gaxetas de amianto aquecidas ou moldadas, com impregnação de um agregado resinoso ou sintético, que lhe permite o funcionamento à seco. Este disco, ligado à transmissão, é apertado entre dois platôs, sendo um deles formado pela face posterior do volante. O segundo platô tem movimento longitudinal e apoia-se no disco por seis a doze molas de embreagem distribuídas pelo seu contorno (pressão direta) ou por três molas que exercem a sua ação sobre o platô por meio de alavancas radiais. A força dessas molas é aumentada pelo efeito de um braço de alavanca (pressão indireta) e a pressão é suficiente para puxar o disco (e a transmissão) por simples aderência das gaxetas contra os platôs. Afastando o platô móvel (ou de pressão), o disco de embreagem é liberado e o movimento deixa de ser transmitido.

b) Embreagens de Diafragma: É uma embreagem monodisco de funcionamento à seco. As alavancas radiais e as molas de embreagem são substituídas por um diafragma cônico, dividido internamente em lâminas que têm a forma de garras convergentes para o centro.

c) Embreagens Multidisco: É formada por uma série de discos metálicos colocados lado a lado. Um disco acionado externamente alterna com um disco ligado a uma peça interna. Quando os discos estiverem apertados uns contra os outros, a sua aderência mútua liga a parte externa da embreagem solidária da parte interna e dá lugar ao acionamento. Quando os discos forem desapertados, as partes externa e interna se separam e o movimento deixa de ser transmitido.

d) Embreagem Cônica: Possui uma peça de diâmetro bastante grande formando um prato cujo rebaixo interno é cônico, onde pode alojar-se um disco com a gaxeta de fricção de conicidade correspondente. Quando as duas peças se afastarem uma da outra, nenhum movimento será transmitido. Quando o disco for apoiado contra o prato, as duas superfícies cônicas se comprimirão formando um bloco rígido que transmite o movimento.

e) Embreagens Hidráulicas: Transmitem a energia mecânica do motor por meio de um líquido que é quase sempre um óleo bastante fluido. A parte motriz, de diâmetro bastante grande (geralmente o volante do motor), formam uma câmara de óleo com uma das superfícies internas munida de palhetas que constituem exatamente os alvéolos de uma bomba centrifuga.

- Caixas de Câmbio:

A função principal da caixa de câmbio é permitir uma multiplicação do torque motor para obter nas rodas motrizes o esforço de tração necessário ao deslocamento.

As relações completas de desmultiplicação entre o motor e as rodas do veículo obtém-se em parte na caixa de câmbio e depois no eixo de tração. Os seus valores variam de um veículo para outro, mas geralmente situam-se aproximadamente entre os seguintes valores:

-para automóveis de passeio:

	na caixa de câmbio	no eixo	relações completas
em primeira	1:4	1:4	1:16
em segunda	1:3	1:4	1:12
em terceira	1:2	1:4	1:8
em quarta	1:1	1:4	1:4
em marcha-ré	1:4	1:4	1:16

-para caminhões:

	na caixa de câmbio	no eixo	relações completas
em primeira	1:6	1:8	1:48
em segunda	1:3.5	1:8	1:28
em terceira	1:2	1:8	1:16
em quarta	1:1	1:8	1:8
em marcha-ré	1:7	1:8	1:56

#### Disposição das Engrenagens da Caixa de Câmbio

##### -Engrenagens de Eixos Paralelos:

Esta disposição é a mais antiga e generalizada. As engrenagens são de dentes grossos, de módulo especial, apropriado para automóveis. Os dentes retos ainda são empregados em alguns tipos de veículos pesados; os dentes helicoidais garantem funcionamento silencioso mas provocam pressões axiais muito fortes. Os dentes angulares efetuam um funcionamento silencioso

sem pressão axial e são de custo mais elevado.

O acionamento das diversas relações de transmissão faz-se pelo deslocamento dos pinhões ditos "corrediços" ou por deslocamento de luvas estriadas engrenadas no pinhão da marcha correspondente.

**Engrenagens Epicíclicas:**

Este termo designa um grupo de engrenagens dispostas concentricamente umas em volta das outras formando um conjunto a que correntemente se dá o nome de "mecanismo epicíclico".

4. Características do motor selecionado .

Tabela 3.: Dados técnicos do motor Volkswagem MD-270 BR

Tipo de construção .....	Motor de combustão interna, a quatro tempos, arrefecido com água, longitudinal e obliqua.
Número de cilindros .....	4
Disposição dos cilindros .....	verticais em linha
Diâmetro (mm) .....	76.5
Curso do pistão (mm) .....	80.0
Cilindrada (cm³) .....	1471
Razão de compressão .....	7.0 : 1
Potência DIN (CV a rpm) .....	65 a 5600
Momento de Força (mkf a rpm) .....	10.3 a 3000
Velocidade média dos pistões (m/s a rpm) .....	13.45 a 5500
Octanagem necessária .....	73
Peso do motor completo (com óleo-kg) .....	114.5
Ignição .....	Bateria

Ordem de ignição ..... 1-3-4-2

Distribuição-dispositivo de avanço ..... centrifugo  
e a vácuo

Roscas das velas ..... M14 x 1.25 x 19

Afastamento entre os eletrodos (mm) ..... 0.7

Arrefecimento a água, com circulação forçada por bomba de água,  
radiador e ventilador elétrico acionado por termostato

Quantidade de enchimento (l) ..... 5.1

Razão de transmissão da árvore de manivelas  
em relação à bomba de água ..... 1:11

Sistema de lubrificação sob pressão, por bomba de engrenagens

Quantidade de enchimento (l) ..... 3.5

Razão de transmissão da árvore de manivelas  
em relação à bomba de óleo ..... 2:1

Filtro de óleo substituível no fluxo principal

Comando das válvulas acionado através da árvore de manivelas, por  
uma correia dentada.

Tensor da correia dentada ..... mecânico, por  
roda tensora

Árvore de comando das válvulas de 5 mancais, diretamente no  
cabecote

Diâmetro dos mancais da árvore  
de comando das válvulas (mm) ..... 26

Tempo de distribuição com folga de 1mm nas válvulas:

Começo da admissão ..... 3°  
Fim da admissão ..... 47°  
Começo do escape ..... 43°  
Fim do escape ..... 7°

Cabeçote de uma só peça, liga de alumínio

Sede das válvulas colocadas a quente, aço sinterizado

Guias das válvulas colocadas a quente

Admissão e escape de latão especial

Uma válvula de admissão e de escape para cada cilindro

Válvulas verticais em relação ao eixo do cilindro

Comando direto através de tuchos de copo

Diâmetro da válvula de admissão (mm) ..... 34

Diâmetro da válvula de escape (mm) ..... 31

Número de molas por válvula ..... 2

Pistões de metal leve com armação metálica

Pinos dos pistões flutuantes, assegurados por anel retentor

Diâmetro dos pinos (mm) ..... 22

2 anéis de compressão e 1 anel raspador de óleo

Bielas forjadas com hastas em I

Diâmetro dos casquinhos da biela (mm) ..... 46

Bucha da biela colocada sob pressão

Árvore de manivelas forjada em aço, com 5 mancais deslizantes

Mancais da árvore de manivelas em ferro fundido, diâmetro de 54 mm

Volante do motor de ferro fundido cinzento

Blocos de cilindros de uma peça de ferro fundido cinzento

- Sistema de Arrefecimento

Temperatura de abertura da válvula termostática . 78-82 °C

Pressão de abertura da válvula de sobre-pressão . 0.9-1.15 atm

Pressão de abertura da válvula de infra-pressão . 0.06-0.1 atm

Interruptor térmico do ventilador elétrico

conecta em ..... 90-95°C

desconecta em ..... 85-90°C

- Sistema de lubrificação

Consumo de óleo ..... ( l/1000 Km ) 0.2 a 1.5

Pressão do óleo ( só para óleo SAE 30 ) a  
2000 rpm, óleo a 80°C ..... 2.8 atm min.

Vareta medidora de óleo :

marca superior .....	3.5 litros
marca inferior .....	2.5 litros

Bomba de óleo :

corpo/engrenagens .....	folga axial .	0.15 mm máx.
engrenagens .....	folga entre flancos .	0.05 - 0.20 mm

Mola da válvula de sobre pressão do óleo  
(na tampa da bomba de óleo)

comprimento da mola comprimida .....	39.0 mm
carga .....	7.2 - 8.8 Kgf

Filtro de óleo; válvula de curto circuito

abre com ..... 1.9 - 2.5 atm

Interruptor da pressão do óleo, abre com .... 0.3 - 0.6 atm

- Comando das válvulas

Furação da árvore de comando das válvulas (mm) .. 26.00 - 26.02

Diâmetro da árvore de comando das válvulas (mm) .. 25.94 - 25.96

Furação/árvore de comando das válvula  
- folga axial (mm) ..... 0.048 - 0.118

Desvio da árvore de comando das válvulas,  
medido no mancal central (mm) ..... máx. 0.2

Furação para os tuchos (mm) ..... 35.00 - 35.02

Diâmetro dos tuchos (mm) ..... 34.70 - 34.95

- Cabeçote e Válvulas

Empenamento máximo da superfície de apoio (mm) .. 0.1

Sede das válvulas

Admissão - largura (mm) ..... 2.0

Escape - largura (mm) ..... 2.4

Admissão - ângulo da sede ..... 45°

Escape - ângulo da sede ..... 45°

Diâmetro interno das guias das válvulas de  
admissão e escape (mm) ..... 8.013 - 8.035

Diâmetro das hastas das válvulas de  
admissão (mm) ..... 7.97

escape (mm) ..... 7.95

Folga basculante entre guia e haste das válvulas de  
admissão (mm) ..... 0.4

escape (mm) ..... 0.8

Molas das válvulas

Mola interna comprimida

comprimento (mm) ..... 18.3

carga (kgf) ..... 21.0 - 23.0

Mola externa comprimida

comprimento (mm) ..... 22.3

carga (kgf) ..... 43.0 - 48.0

Compressão (atm) ..... 9 - 11

- Pistões e Bielas

Folga entre cilindro e pistão (mm) ..... 0.03

Diferença de peso máxima  
das bielas num motor (g) ..... 5

Diâmetro da bucha da biela (mm) ..... 22.017 - 22.023

Diâmetro do pino do pistão (mm) ..... 21.997 - 22.001

Folga radial entre bucha da  
biela e pino do pistão (mm) ..... 0.003 - 0.007

- Árvore de Manivelas e Blocos do Motor

Desbalanceamento máximo (cmgf) ..... 25

Diâmetro dos moentes das bielas (mm) ..... 45.94 - 45.96

Limite de desgaste entre o mancal  
da biela e o eixo de manivelas

- folga radial (mm) ..... 0.12  
- folga axial (mm) ..... 0.25

Diâmetro dos munhões da árvore  
de manivelas (mm) ..... 53.94 - 53.96

Folga radial entre mancais da árvore de  
manivelas e árvore de manivelas (mm) ..... 0.030 - 0.083

Folgas axial entre mancal 3 da árvore de  
manivelas e árvore de manivelas (mm) ..... 0.07 - 0.17

Ovalização máxima nos furos do cilindro ..... 0.04

Desvio lateral máximo do volante  
do motor no centro da superfície  
de apoio do disco de embreagem (mm) ..... 0.08

5. Características do sistema de transmissão selecionado.

Transmissão Selecionada: Transmissão Totalmente Sincronizada de Brasília

Razões de Desmultiplicações

Marcha a Ré ..... 1:3.88

Primeira ..... 1:3.80

Segunda ..... 1:2.06

Terceira ..... 1:1.32

Quarta ..... 1:0.89

Empenamento máximo da árvore primária na altura do rolamento de agulhas da engrenagem de terceira velocidade: 0.01 mm

Folga entre os anéis sincronizadores e as faces das engrenagens de terceira e quarta velocidade: 1.1 a 0.8 mm. Tolerância: 0.6 mm

Folga entre as faces das engrenagens de primeira e segunda na árvore secundária e os anéis sincronizadores: 1.1 a 0.8 mm. Tolerância: 0.6 mm.

Folga entre a engrenagem de primeira velocidade e a arruela de encosto: 0.10 a 0.25 mm.

Folga entre a parte boleada de extremidade chata da semi-árvore e

o diâmetro interno da planetária: 0.03 a 0.10 mm.

Folga entre a parte chata da semi-árvore e os calços de articulação: 0.05 a 0.23 mm.

#### 6. Projeto de compatibilização do motor/transmissão .

Como o motor selecionado foi um motor de Passat Volkswagen do tipo MD-270 BR e a transmissão de Brasilia, fez-se necessária uma adaptação através de um flange especial, afim de que o motor e a caixa de câmbio se encaixem perfeitamente, permitindo assim uma fixação segura e garantindo um bom desempenho do veículo.

**Apêndices**

Apêndice 1. Descrição dos principais motores existentes no mercado.

Tabela 1. : Motores automobilísticos existentes no mercado .  
( gasolina )

Automóvel Potência máx. Rotação pot. Torque máx. Rotação t.  
( kW / SAE ) máx. ( rpm ) ( Nm / SAE ) max. ( rpm )

Cilindros	Cilind.	Taxa	Refrigeração
Num. Diam. Curso Posição	( cm <sup>3</sup> )	comp.	
(mm) (mm)			

Observações :

-----  
Passat 70.6 6100 129.4 3600

4 79.5 80.0 em linha 1588 7.5:1 água

Carburador corpo duplo

-----  
Voyage 57.4 6100 112.8 3600

4 76.5 80.0 em linha 1471 7.4:1 água

-----  
Gol 48.6 5000 117.7 3600

4 85.5 69.0 cont.2x2 1584 7.2:1 ar  
horizont.

Brasilia 47.8 4600 114.7 3200

4 85.5 69.0 cont.2x2 1584 7.2:1 ar  
horizont.

Exatamente o mesmo da Kombi

Volkswagen 33.8 4600 89.23 2800

4 77.0 69.0 cont.2x2 1285 6.8:1 ar  
horizont.

Kombi 47.8 4600 114.7 3200

4 85.5 69.0 cont.2x2 1584 7.2:1 ar  
horizont.

Opala 108.9 4000 302.1 2600

6 98.4 89.7 em linha 4093 7.5:1 água

Opala 72.1 4400 198.0 2200

4 101.6 72.2 em linha 2470 10.5:1 água

-----  
Chevette 47.8 5800 101.0 3000

4 82.0 66.2 em linha 1398 7.8 :1 água

-----  
Corcel 66.2 5600 127.5 4000

4 76.96 83.50 em linha 1555 8.0:1 água

Tabela 2. : Motores automobilisticos existentes no mercado .  
( Álcool )

Automóvel Potência máx. Rotação pot. Torque máx. Rotação t.  
( kW / SAE ) máx. ( rpm ) ( Nm / SAE ) max. ( rpm )

Cilindros	Cilind.	Taxa	Refrigeração
Num. Diam. Curso Posicão	( cm <sup>3</sup> )	comp.	
(mm) (mm)			

Observações :

-----  
Passat 70.6 6100 120.6 3600

4 76.5 80.0 em linha 1471 10.5:1 água

Carburador corpo simples

-----  
Voyage 57.4 6100 120.6 3600

4 76.5 80.0 em linha 1471 7.4:1 água

-----  
Gol 48.6 5000 117.7 3600

4 85.5 69.0 cont.2x2 1584 10.0:1 ar  
horizont.

Brasilia 47.8 4600 114.7 3200

4 85.5 69.0 cont.2x2 1584 7.2:1 ar  
horizont.

Exatamente o mesmo da Kombi

-----

Volkswagen 33.8 4600 89.23 2800

4 77.0 69.0 cont.2x2 1285 6.8:1 ar  
horizont.

-----

Kombi 47.8 4600 114.7 3200

4 85.5 69.0 cont.2x2 1584 7.2:1 ar  
horizont.

-----

Opala 108.9 4000 302.1 2600

6 98.4 89.7 em linha 4093 7.5:1 água

-----

Opala 72.1 4400 198.0 2200

4 101.6 72.2 em linha 2470 10.5:1 água

-----

Chevette 47.8 5800 101.0 3000

4 82.0 66.2 em linha 1398 7.8 :1 agua

-----  
Corcel 66.2 5600 127.5 4000

4 76.96 83.50 em linha 1555 8.0:1 agua

Apêndice 2.: Desenho da face de acoplamento ao motor da caixa de câmbio da Brasilia.