

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Eletrônica Automotiva**

**Caio Dimitri Vieira Queiroz
Elaine Cristina de Melo
Felipe Henrique Calabrez**

Revisão dos Sistemas de Transmissão Automotiva.

Santo André – São Paulo
2015

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Eletrônica Automotiva**

**Caio Dimitri Vieira Queiroz
Elaine Cristina de Melo
Felipe Henrique Calabrez**

Revisão dos Sistemas de Transmissão Automotiva.

*Monografia apresentada ao Curso de
Tecnologia em Eletrônica Automotiva da
FATEC Santo André, como requisito
parcial para conclusão do curso em
Tecnologia em Eletrônica Automotiva.*

Orientador: Prof. Celso Aparecido João

Santo André – São Paulo
2015

CUTER (Biblioteca FATEC)

Calabrez, Felipe

Revisão dos sistemas de transmissão automotiva. / Felipe Henrique Calabrez, Elaine Cristina de Melo, Caio Dimitri Vieira Queiroz. - Santo André, 2015. -59. f: il.15

Trabalho de conclusão de curso - FATEC- Santo André.

Curso de Eletrônica Automotiva, 2015.

Orientador: Prof. Celso Aparecido João.

1. Sistemas de transmissão automotiva. 2. Eletrônica embarcada. 3. Modulos de comunicação veicular. I. Melo, Elaine II. Queiroz, Caio

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Deus em primeiro lugar por nos dar força para a realização deste trabalho. Dedicamos esta monografia a nossa família e amigos que contribuíram direta ou indiretamente com o conteúdo deste trabalho.

LISTA DE PRESENÇA

SANTO ANDRÉ, 15 DE DEZEMBRO DE 2015.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA
“REVISÃO DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO AUTOMOTIVA”
DOS ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROFº. MSC. CELSO APARECIDO JOÃO

MEMBROS:

PROFº. WAGNER MASSAROPE

TECNÓLOGO. CRISTIANO NORBERTO DA SILVA

ALUNOS:

FELIPE HENRIQUE CALABREZ

CAIO DIMITRI VIEIRA QUEIROZA

ELAINE CRISTINA DE MELO

"O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo."

Winston Churchill

RESUMO

Este trabalho refere-se à compreensão e estudo dos Sistemas de Transmissão Veicular. A realização deste resultou num amplo conhecimento do que se diz respeito aos sistemas de transmissão automotiva. Buscamos exemplificar todo seu sistema com seus componentes, funções, aplicações entre outros. O ponto chave foi buscar o histórico do sistema, evolução dos Sistemas de Transmissões automatizada, automática, CVT entre outros sistemas. O interesse do mercado na atualidade, onde cada modelo de transmissão é empregado, quais vantagens e desvantagens entre eles, quais problemas ainda ocorrem. E como resultado de uma sólida pesquisa, apresentamos aqui todas as informações adquiridas.

Palavras chaves: Sistemas de Transmissão Automatizada, Manual, CVT, Dual Clutch.

ABSTRACT

This work refers to the understanding and study of Vehicle Transmission Systems. Achieving this has resulted in a broad knowledge of what concerns the automotive transmission systems. We seek to exemplify all your system components, functions, applications and more. The key point was to seek the historical system, development of automated transmissions systems, automatic, CVT among other systems. The market's interest in the present, where each transmission model is used, what advantages and disadvantages between them, what problems still occur, And as a result of solid research, presented here all information acquired.

Key words: Automated Transmission Systems, Manual, CVT, Dual Clutch.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Principais empresas fabricantes	25
Figura 2: Conceito de torque	26
Figura 3: Relação de torque x potência de um motor.....	27
Figura 4: Tipos de polias	30
Figura 5: Sistema polia e correia.	31
Figura 6: Exemplo de sistema utilizando engrenagens.	33
Figura 7: Caixa de mudança de marcha.....	34
Figura 8: Sistema de seleção das marchas.....	35
Figura 9: Esquema de uma embreagem.....	40
Figura 10: Componentes do sistema de embreagem.	40
Figura 11: Sincronizador das marchas.....	41
Figura 12: Sincronização com mudança de velocidade.....	42
Figura 13: Sistema de engrenamento de marchas.	43
Figura 14: Entendendo o sistema diferencial dos veículos.....	44
Figura 15: Trens de engrenagem planetária.	47
Figura 16: Sistema de engrenagem planetária.	47
Figura 17: Sistema de engrenagem planetária.	48
Figura 18: Sistema de engrenagem planetária.....	49
Figura 19: Engrenagens com correia.	49
Figura 20: Conversor de torque	52
Figura 21: Sistema eletro hidráulico.....	56
Figura 22: Atuador de embreagem.	57
Figura 23: Câmbio automatizado da Magneti Marelli.	58
Figura 24: Sistema Completo de transmissão.	62
Figura 25: Transmissão CVT.	64
Figura 26: Sistemas de transmissão preferenciais	65
Figura 27: Dupla embreagem.	68
Figura 28: Eixo de Transmissão Dupla Embreagem.....	70
Figura 29: Conjunto de anéis de multi-placa da dupla embreagem.	71
Figura 30: Conjunto de acionamento da dupla embreagem.	72

Figura 31: Perspectiva de mercado para transmissões. 78

Sumário

1 - Introdução.....	14
1.1 - Objetivos e Motivação.....	15
1.2 - Conteúdo.....	15
1.3 - Metodologia.....	15
2 - A História do Carro.....	17
2.1 - Históricos do Sistema de Transmissão Automotiva.....	24
3 – Torque.....	26
4 - Relação de Marcha.....	28
4.1 - Diagrama Dente de Serra.....	29
5 - Transmissão por Polia.....	30
6 - Transmissões por Engrenagens.....	32
7 - Caixa de Mudanças de Marcha.....	34
8 – Embreagem.....	37
8.1 - Embreagens Secas.....	38
8.2 - Embreagens Úmidas.....	38
9 - Anéis Sincronizadores.....	41
10 - Diferencial.....	44
11 - Transmissão Manual.....	45
12 - Sistemas Planetários.....	46
12.1 Engrenagens Planetárias.....	46
13 - Transmissões Automáticas.....	50
13.1 - Conversor de Torque.....	50
13.2 - Princípios Básico de Funcionamento.....	52
13.3 - Bombas de um Conversor de Torque.....	53
13.4 - Turbinas de um Conversor de Torque.....	53
13.5 - Princípios de Funcionamento do Conversor de Torque.....	53
13.6 - Características do Conversor de Torque.....	54
13.7 - Curvas Características de Desempenho.....	54
14 - Transmissões Automatizadas.....	55
14.1 - Sistema Automatizado com Eletroválvulas.....	55
14.2 - Atuadores de Embreagem.....	57
14.3 - Câmbio Automatizado (Magneti Marelli).....	58

14.4 - Componentes no Sistema de Troca de Marcha para o Motorista	60
15 - Sistemas Automatizados em Veículos Comerciais	61
15.1 - Funcionamento	61
15.2 - Tendência	61
16 - Sistema de Transmissão Automática	62
17 - Transmissão Continuamente Variável	63
17.1 - Funcionamentos de uma Transmissão CVT	63
17.2 - CVT para Motores Longitudinais.....	66
17.3 - CVT para Motores Transversais	66
18 - Transmissões de Dupla Embreagem (Dual Clutch)	68
18.1 - Os Eixos de Transmissão de Dupla Embreagem.....	69
19 - Comparativo entre os diversos sistemas.....	73
20 - Perspectivas do Mercado Mundial	77
20.1 - Sistemas mais empregados no Brasil atualmente	78
Conclusão	81
Referências	82

1 - Introdução

Historicamente os sistemas eletrônicos nos veículos, principalmente para as comunicações, eram apenas comunicação de rádios AM e comunicação de rádio de polícia. Estes permaneceram as únicas aplicações eletrônicas significativas ao longo dos anos 1930 e 1940.

O desenvolvimento da eletrônica, começando com o transistor no final de 1940 e em evolução através de circuitos integrados de alto desempenho, fornecia uma tecnologia que era compatível com a evolução de outros sistemas eletrônicos automotivos, como sistemas de ignição, piscas, instrumentação, e uma variedade de outros subsistemas para automóveis. Talvez o maior salto evolutivo ocorrido na década de 1970 com o advento dos sistemas de controle eletrônico do combustível, um passo motivado principalmente pelos regulamentos governamentais. Desde então, a evolução dos sistemas eletrônicos em automóveis tem tido um crescimento espetacular, de forma que os sistemas eletrônicos presente no veículo é estimado a representar 10% a 25% do custo do veículo, dependendo do conteúdo do veículo.

Desde a introdução do sistema de controle eletrônico nos veículos o desenvolvimento nessa área tem avançado rapidamente. Tais sistemas como, controle de estabilidade do veículo, controle de transmissão, sistemas de bloqueio do veículo entre outros, tornou-se hoje os veículos robustos repleto de tecnologia a serem exploradas e melhoradas.

O sistema de propulsão do automóvel é constituído pelo o motor, transmissão, eixo de transmissão, diferencial e rodas motrizes, A transmissão é um sistema de engrenagens que ajusta a relação entre a velocidade do motor para velocidade da roda. Essencialmente, a transmissão permite que o motor opere dentro a sua gama de um desempenho ótimo fornece uma relação entre a velocidade do motor e velocidade do veículo de tal modo que o motor fornece energia suficiente para conduzir o veículo, A transmissão comunica às rodas a potência do motor transformada em energia mecânica, por meio da relação de marcha a transmissão de um veículo deve permitir a multiplicação do torque do motor bem como a alteração de velocidade do veículo. Além disso, a transmissão deve possuir a função de inversão de rotação dos eixos de propulsão permitindo a marcha à ré.

Para conseguir isso com uma transmissão manual, o motorista seleciona a relação de transmissão correta de um conjunto de possíveis relações de marchas, de acordo com a

marcha engatada por um sistema de pedal de embreagem onde ele controla manualmente as trocas de marchas.

Uma transmissão automática seleciona esta relação de transmissão por meio de um sistema de controle automático, este sistema será descrito com mais detalhes ao longo do trabalho, uma transmissão automatizada tem um sistema de transmissão controlada por uma central eletrônica, porém seu sistema de trabalho muda um pouco comparando com a transmissão automática.

Este trabalho consiste em descrever a tecnologia usada no mercado atual e o histórico dos desenvolvimentos dos tipos de transmissão.

1.1 - Objetivos e Motivação

Este trabalho tem como objetivo informar sobre as tecnologias existentes no mercado automotivo referente à transmissão dos veículos. O destaque no trabalho são os tipos de transmissões existentes nos automóveis de passeio, e tendências de mercado.

A motivação para realização deste trabalho é fornecer um conteúdo técnico sobre a transmissão automotiva, a fim de facilitar a manutenção de um veículo, e mostrar as diferenças de cada tipo de transmissão, quais os tipos comercializados pela indústria automotiva, possíveis defeitos, método de reparo nos circuitos eletrônico, como funciona o módulo de controle eletrônico para as trocas de marchas.

1.2 - Conteúdo

O conteúdo dessa monografia está baseado em uma revisão bibliográfica sobre tecnologias de transmissões utilizadas em veículos de passeio.

O foco principal está nos tipos de transmissões utilizada no mercado hoje, tais como transmissões manuais, de dupla embreagem, transmissão automatizada, transmissão automática entre outras.

Além disso esse trabalho aborda as tendências das próximas transmissões veiculares que estão por vim.

1.3 - Metodologia

A metodologia deste trabalho está embasada numa abordagem qualitativa, visando esclarecer o e as definições sobre os tipos de transmissões automotiva disponíveis no

mercado, através de pesquisas bibliográficas, análises, comparação de dados e resultados.

2 - A História do Carro

Um automóvel (do grego αὐτός ["autós"], por si próprio, e do latim mobilis, mobilidade, como referência a um objeto responsável pela sua própria locomoção), ou carro, é um veículo motorizado, com quatro rodas. A definição abrange a todos os veículos com autopropulsão movidos a combustão interna, que pode ser gerada por álcool, gasolina, gás, diesel, hidrogênio ainda em teste, biodiesel ou qualquer outra mistura de combustível, comburente e calor que provoque a combustão interna, ou híbrida, ou ainda os veículos terrestres que se locomovam por meio de motores elétricos ou a vapor com a finalidade de transporte de passageiros e carga. O automóvel dos dias de hoje dispõe, tipicamente, de um motor de combustão interna, de dois ou quatro tempos, propulsado a gasolina, diesel ou álcool. No entanto, a sua constituição deve a inúmeras invenções em várias artes e ciências, como a física, matemática, design, etc.

Em todo o mundo, havia cerca de 806 milhões de carros e caminhões leves na estrada em 2007, eles queimam mais de 1 bilhão de m³ (260 bilhões de galões) de gasolina/diesel e combustível por ano. Os números estão aumentando rapidamente, sobretudo na China e na Índia.

No contexto legal, a circulação automóvel encontra-se definida pelo código de estrada que pode variar entre países.

No século XVII se idealizavam os veículos impulsionados a vapor; Ferdinand Verbiest, um padre da Flandres, demonstrara-o em 1678 ao conceber um pequeno carro a vapor para o imperador da China. Em 1769, Nicolas-Joseph Cugnot elevava a demonstração à escala real, embora a sua aplicação tenha passado aparentemente despercebida na sua terra natal, França, passando a desenvolver-se, sobretudo no Reino Unido, onde Richard Trevithick montou um vagão a vapor em 1801. Este tipo de veículos manteve-se em voga durante algum tempo, sofrendo ao longo das próximas décadas inovações como o freio de mão, caixa de câmbio, e ao nível da velocidade e direção. Algumas atingiram o sucesso comercial, contribuindo significativamente para a generalização do tráfego, até que uma reviravolta contra este movimento resultava em leis restritivas no Reino Unido, que obrigavam os veículos automóveis a serem precedidos por um homem a pé acenando uma bandeira vermelha e soprando uma corneta. Efetivamente, estas medidas travaram o desenvolvimento do automóvel no Reino Unido até finais do século XIX;

entretanto, os inventores e engenheiros desviavam os seus esforços para o desenvolvimento dos caminhos de ferro, as locomotivas. A lei da bandeira vermelha só seria suprimida em 1896.

Experiências isoladas, realizadas em toda a Europa, ao longo das décadas de 1860 e 1870, contribuíram para o aparecimento de algo semelhante ao automóvel atual. Uma das mais significativas foi a invenção de um pequeno carro impulsionado por um motor a quatro tempos, construído por Siegfried Markus (Viena, 1874). Os motores a vapor - que queimavam o combustível fora dos cilindros, deu lugar aos motores de combustão interna, que queimavam no interior do cilindro uma mistura de ar e gás de iluminação. O ciclo de quatro tempos foi utilizado com êxito pela primeira vez em 1876, num motor construído pelo engenheiro alemão conde Nikolaus Otto.

A primeira patente do automóvel nos Estados Unidos foi concedida a Oliver Evans, em 1789. Mais tarde, em 1804, Evans demonstrou o seu primeiro veículo automóvel que não só foi o primeiro automóvel nos Estados Unidos, mas também o primeiro veículo anfíbio, já que este veículo a vapor dispunha de rodas para circulação terrestre e de pás para circulação na água.

O belga Étienne Lenoir construiu um automóvel com o motor de combustão interna a cerca de 1860, embora fosse propulsionado por gás de carvão. A sua experiência durou 3 horas para percorrer 7 milhas, teria sido mais rápido fazer o mesmo percurso a pé, e Lenoir abandonava as experiências com automóveis. Os franceses reclamam que um Deboutteville-Delamare terá sido bem sucedido, em 1984 celebraram o centésimo aniversário desse automóvel.

É aceito que os primeiros automóveis de combustão interna a gasolina tenham surgido quase simultaneamente através de vários inventores alemães, trabalhando independentemente: Karl Benz construiu o seu primeiro automóvel em 1885 em Mannheim, conseguindo a patente a 29 de Janeiro do ano seguinte e iniciado a primeira produção em massa a 1888. Pouco tempo depois, Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach, em 1889 em Stutgard, concebiam um veículo de raiz, descartando a típica carroça em função de uma carroçaria específica dotada de motor. Foram eles também os inventores da primeira motocicleta em 1886. Em 1885 eram construídos os primeiros automóveis de quatro rodas propulsionados a petróleo, em Birmingham, Reino Unido, por Frederic William Lanchester, que também patenteou o travão de disco.

O Brasil é um dos primeiros países do mundo a fazer um protótipo de um carro. No ano 1919, a companhia Ford estava montando o carro Ford "T" em São Paulo. No ano 1925, a companhia Chevrolet fez o carro "Cabeça de Cavallo". Em 31 de março do ano de 1952, o presidente da Comissão de Desenvolvimento Industrial (CDI) instalou a subcomissão de jipes, tratores, caminhões e automóveis. Em 15 de Novembro do ano 1957, saíam às ruas os primeiros carros fabricados no Brasil. Automóveis a preços acessíveis foram lançados por Ransom Olds em sua fábrica Oldsmobile em 1902. Este conceito foi amplamente expandido por Henry Ford, com início em 1914.

Como resultado, os carros da Ford saíam da linha em quinze intervalos de um minuto, muito mais rápido do que métodos anteriores, aumentando em oito vezes a produtividade (que requeriam 12,5 horas-homem antes, 1 hora 33 minutos depois), utilizando menos recursos humanos.

Isso foi tão bem sucedido, que a pintura tornou-se um gargalo. Somente a cor "Negro Japonês" secava rápido o suficiente, forçando a empresa a deixar cair a variedade de cores disponíveis antes de 1914, até quando o verniz Duco de secagem rápida foi desenvolvido em 1926. Esta é a fonte da observação da Ford, "qualquer cor, desde que seja preto". Em 1914, um trabalhador de linha de montagem poderia comprar um Modelo T com o pagamento de quatro meses.

Os complexos procedimentos de segurança da Ford, especialmente atribuindo a cada trabalhador um local específico em vez de lhes permitir andar pela fábrica, reduziram drasticamente o número de lesões. Essa combinação de altos salários e alta eficiência é chamada de "Fordismo", e foi copiado pela maioria das grandes indústrias. Os ganhos de eficiência da linha de montagem também coincidiram com o crescimento econômico dos Estados Unidos. A linha de montagem forçava os trabalhadores a trabalhar em um ritmo certo, com movimentos muito repetitivos que levou a mais produção por trabalhador, enquanto outros países estavam usando métodos menos produtivos.

Na indústria automotiva, o sucesso do "fordismo" estava se ampliando rapidamente, espalhando se por todo o mundo, como se podia ver com a fundação da Ford Francesa e da Ford Britânica em 1911, da Ford Dinamarquesa em 1923, da Ford Alemã em 1925; em 1921. A Citroën foi a primeira fabricante europeia a adotar o método de produção fordista. Logo, as empresas tinham que ter linhas de montagem, ou um risco ir à falência, em 1930, 250 empresas que não tinham adotado o método, tinham desaparecido.

O desenvolvimento de tecnologia automotiva foi rápido, em parte devido às centenas de pequenos fabricantes que competiam para ganhar a atenção do mundo. Os principais desenvolvimentos, incluído ignição elétrica e autoignição elétrica (ambos por Charles Kettering, para a Cadillac Motor Company em 1910-1911), suspensão independente e freios nas quatro rodas.

Desde a década de 1920, quase todos os carros tenham sido produzidos em massa para satisfazer as necessidades do mercado, para comercialização de planos muitas vezes fortemente influenciados pelo design dos automóveis. Foi Alfred P. Sloan, que estabeleceu a ideia de diferentes marcas de carros produzidos por uma empresa, assim os compradores poderiam comprar modelos mais caros conforme sua renda melhorasse. Refletindo o ritmo acelerado de mudança, fazer peças compartilhadas com outro volume de produção tão grande resultou em menores custos para cada faixa de preço. Por exemplo, em 1930, LaSalle, vendida pela Cadillac, usou peças mecânicas mais baratas feitas pela Oldsmobile; em 1950, a Chevrolet compartilhava o capô, as portas, o telhado e as janelas com a Pontiac. Na década de 1990, transmissões corporativas e plataformas compartilhadas (com freios, suspensão e outras peças intercambiáveis) eram comuns. Mesmo assim, somente grandes fabricantes podiam pagar os altos custos e mesmo as empresas com décadas de produção, tais como a Apperson, Cole, Dorris, Haynes ou Premier, não podiam administrar. De cerca de duas centenas de fabricantes de automóveis estadunidenses em 1920, apenas 43 sobreviveram em 1930, e com a Grande Depressão, em 1940, apenas 17 desses tinham ficado no mercado.

Na Europa, quase a mesma coisa aconteceu. Morris criou a sua linha de produção em Cowley, em 1924, e logo superou a Ford, enquanto a partir de 1923 ao seguir a prática da Ford de integração vertical, comprou a Hotchkiss (motores), Wrigley (caixas) e a Osberton (radiadores), por exemplo, assim como suas concorrentes, como a Wolseley. Em 1925, Morris tinha 41% da produção total de automóveis britânicos. A maioria das montadoras britânicas de carros pequenos, da Abadia à Xtra tinham ido abaixo. O primeiro carro alemão fabricado em massa, o Opel 4PS Laubfrosch, saiu da linha em Russelsheim, em 1924, fazendo a fabricante de automóveis Opel ficar no topo na Alemanha, com 37,5% do mercado.

No Brasil

Pode-se dizer que a era automobilística nasceu no Brasil no dia 25 de novembro de 1891, quando desembarcou no porto de Santos, do navio Portugal, o primeiro carro importado, adquirido pelo jovem inventor do avião, Alberto Santos Dumont, que mais tarde seria conhecido como o Pai da Aviação.

O carro era um reluzente Peugeot, com motor Daimler a gasolina, de 3,5 cv e dois cilindros em V, conhecido pelos franceses como voiturette, por ser muito parecida com uma charrete.

Seu proprietário o comprou por 6.200 francos, em Valentigney, cidade perto de Paris, e o trouxe diretamente para Santos. Mais tarde, o veículo foi levado a São Paulo, permanecendo na residência de Santos Dumont.

Esse Peugeot foi o primeiro carro a chegar ao Brasil, asseguram os historiadores. Dessa maneira, a cidade teve a primazia de ver circular por suas ruas o primeiro automóvel do País, como confirmou a Câmara Municipal, um século depois.

Já o primeiro carro fabricado em território brasileiro foi a Romi-Isetta, produzida pelas indústrias Romi na cidade de Santa Bárbara d'Oeste, no interior paulista.

Indústria

A indústria automotiva projeta, desenvolve, fabrica, comercializa e vende os veículos do mundo. Em 2008, mais de 70 milhões de veículos, incluindo carros e veículos comerciais foram produzidos em todo o mundo.

Em 2007, um total de 71,9 milhões de automóveis novos foi vendido em todo o mundo: 22,9 milhões na Europa, 21,4 milhões na Ásia-Pacífico, 19,4 milhões nos Estados Unidos e Canadá, 4,4 milhões na América Latina, 2,4 milhões no Oriente Médio e 1,4 milhões na África. Os mercados da América do Norte e do Japão estão estagnados, enquanto os da América do Sul e outras partes da Ásia crescem fortemente. Dos principais mercados, China, Rússia, Brasil e Índia experimentam o crescimento mais rápido.

Cerca de 250 milhões de veículos estão em uso nos Estados Unidos. Em todo o mundo, havia cerca de 806 milhões de carros e caminhões leves na estrada em 2007, eles queimam mais de 260 bilhões de galões de gasolina e diesel por ano. Os números estão aumentando rapidamente, sobretudo na China e na Índia. Na opinião de alguns, sistemas

de transporte urbano baseado em torno dos carros se revelaram insustentáveis pelo consumo excessivo de energia, afetando a saúde da população, proporcionando um nível decrescente de serviço, apesar aumento dos investimentos. Muitos desses impactos negativos desproporcionalmente sobre os grupos sociais que também são menos susceptíveis de possuir e dirigir carros. A circulação de transportes sustentável centra-se sobre as soluções para estes problemas.

Em 2008, com os preços do petróleo subindo rapidamente, as indústrias automotivas, estão experimentando uma combinação de pressões sobre os preços dos custos de matérias-primas e mudanças nos hábitos de compra dos consumidores. A indústria também está enfrentando a crescente concorrência externa do setor dos transportes públicos, como os consumidores reavaliando a utilização do automóvel privado. Cerca da metade das cinquenta fábricas estadunidenses de veículos leves são projetadas para fechar definitivamente nos próximos anos, com a perda de outros 200.000 postos de trabalho no setor, no topo dos 560.000 empregos perdidos nesta década. Isso combinado com o crescimento robusto chinês, visto que, em 2009, a China se tornou o maior produtor de automóveis no mercado mundial.

Mercado

O mercado automotivo é formado pela demanda e pela indústria. Em 2012, foi comercializado cerca de 95.290 carros na Europa, ou seja, menos 38% comparado ao ano anterior.

O mercado automotivo europeu sempre se vangloriou por produzir mais carros menores do que os Estados Unidos. Com os elevados preços dos combustíveis e a crise mundial de petróleo, os Estados Unidos podem ver o seu mercado automotivo se aproximar mais do mercado europeu com o menor número de veículos de grande porte nas ruas e o surgimento de carros menores.

Para os carros de luxo, com a atual volatilidade dos preços do petróleo, comprar carros menores não é apenas inteligente, mas também algo "na moda".

Impacto Ambiental

O transporte é um dos principais contribuintes para a poluição sonora e do ar na maioria das nações industrializadas. Segundo o American Surface Transportation Policy Project, quase metade de todos os estadunidenses estão respirando ar não-saudável. O estudo mostrou a qualidade do ar em dezenas de áreas metropolitanas estadunidenses piorou na última década. Nos Estados Unidos, o carro de passageiro médio emite 5 toneladas de dióxido de carbono, juntamente com pequenas quantidades de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e nitrogênio.

Animais e plantas são geralmente influenciados negativamente pelos automóveis através da destruição do habitat e à poluição. Durante o tempo de vida do automóvel médio a "perda de habitat potencial" pode ser mais de 50.000 metros quadrados, com base na correlação de produção primária.

Impostos sobre combustíveis podem funcionar como um incentivo para uma produção de mais eficiente de modelos de automóveis, portanto, menos poluentes (por exemplo, veículos híbridos) e no desenvolvimento de combustíveis alternativos. Altas taxas de impostos sobre os combustíveis podem dar um forte incentivo para os consumidores a comprar carros mais leves, menores e mais econômicos em consumo de combustível, ou a não a dirigir. Em média, os automóveis de hoje são cerca de 80% recicláveis, e o uso de aço reciclado ajuda a reduzir o consumo energético e a poluição.

Devemos lembrar que depois de pronto, o automóvel entra em circulação e continua a envolver uma pletera de mão de obra, composta de mecânicos, eletricitas, equipe de transporte e distribuição de combustíveis, frotistas e etc. Na vasta maioria dos estudos de impacto das emissões de CO₂, os serviços prestados pelos profissionais citados acima, não é levada em consideração.

2.1 - Históricos do Sistema de Transmissão Automotiva.

Os primeiros registros referentes à ideia de sistema de transmissão são datados da Idade Média onde se mostrava necessário potencializar a força humana ou animal, já que ainda não existiam sistemas mecânicos capazes de gerar energia mecânica. Os primeiros modelos de transmissão utilizavam basicamente, grandes rodas de madeira e pinos que, montados de uma maneira harmônica, aumentavam o torque gerado pela força animal ou humano. Este era é o princípio das transmissões: multiplicar torque gerado pela fonte de energia (LECHNER; NAUNHEIMER, 1999).

Com a criação das máquinas a vapor, as transmissões passaram também a ser desenvolvidas, uma vez que a força gerada pelos equipamentos a vapor não era suficiente para as aplicações desejadas. Dessa maneira, as transmissões faziam a adaptação do movimento gerado pelos pistões a vapor, em movimento rotacional (LECHNER; NAUNHEIMER, 1999).

O conceito de colocar um multiplicador de torque em motores é datado de, pelo menos, 100 anos antes da data oficial da criação do automóvel (1886). O desenvolvimento das caixas de mudança de marchas estava diretamente ligado ao aprimoramento dos motores (LECHNER; NAUNHEIMER, 1999).

Em 1821, Griffith apresentou ao mundo o sistema de transmissão de engrenagem deslizante, que foi amplamente utilizado como uma solução barata no século XIX. Em 1827, Pecqueur conseguiu igualar as velocidades das rodas em curvas, por meio de um diferencial.

Em 1834, Bodmer projetou uma transmissão planetária. Em 1879, Selden patenteou uma caixa de engrenagem deslizante, com embreagem e marcha atrás como parte de uma patente global para um veículo com motor a pistão. (LECHNER; NAUNHEIMER, 1999)

Em 1915, a ZF Soden cria uma transmissão com seletor de marcha, sistema de sincronismo e um sistema de embreagem. A marcha era escolhida através de uma alavanca no volante e, depois do pedal de desacoplamento da embreagem ser acionado, os drivers faziam o engrenamento da marcha já pré-selecionada. Em 1928, o Maybach conseguiu reduzir substancialmente o ruído dos câmbios criando engrenagens helicoidais. Em 1934, a ZF Soden cria um câmbio nos moldes mais próximo dos atuais, com todas as marchas à frente sincronizadas. Foi dessa maneira que se deu a evolução

das transmissões automotivas. (LECHNER; NAUNHEIMER, 1999). Na tabela abaixo mostra as principais empresas que desenvolvem essa tecnologia:

	Veículos Passeio Mecânica	Veículos Passeio Automática	Veículos Comerciais Mecânica	Veículos Comerciais Automática
Europa	-GETRAG -ZF	-ZF -BORG WARNER -GM	-ZF -EATON	-ZF -VOITH -RENK
EUA	-AISIN -NEW VENTURE GEAR	-AISIN -BORG WARNER	-DANA -EATON -NEW VENTURE GEAR	-ALLISON -TWIN DISK
Japão	-AISIN	-AISIN -JACTO	-AISIN	-AISIN -JACTO

Figura 1: Principais empresas fabricantes

(Extraído de NAUNHEIMER et al., 2010)

3 – Torque

A grandeza física associada ao movimento de rotação de um determinado corpo em razão da ação de uma força é denominada torque, ou seja, o torque é definido como o produto da força F aplicada em relação a um determinado ponto pela distância que separa o ponto de aplicação dessa força.

Um motor a combustão interna cria torque e o usa para girar o virabrequim, passa pela transmissão e chega às rodas. É quando você ganha fôlego para as retomadas. Ao sair de uma lombada e o carro exigir redução de marcha, é só reparar no conta-giros: você estará perto da faixa de torque do motor, por isso consegue recuperar fôlego.

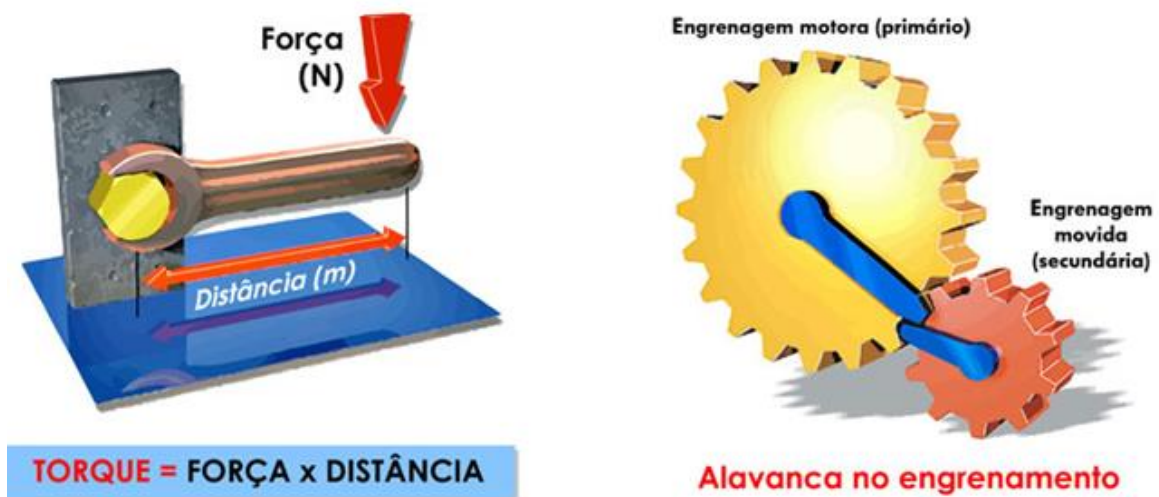


Figura 2: Conceito de torque

(Extraído de: <http://www.noticiasdaoficinavw.com.br/v2/2015/05/capitulo-1-relacao-de-transmissao-e-fundamentos-fisicos-da-transmissao-de-torque/>, acessado 21/10/2015 às 15h28).

As transmissões permitem o escalonamento de velocidades e torque conforme a necessidade de desempenho do veículo. E mais importante o veículo precisa receber torque nas rodas superior ao torque máximo desenvolvido pelo motor, isso se explica no gráfico abaixo:

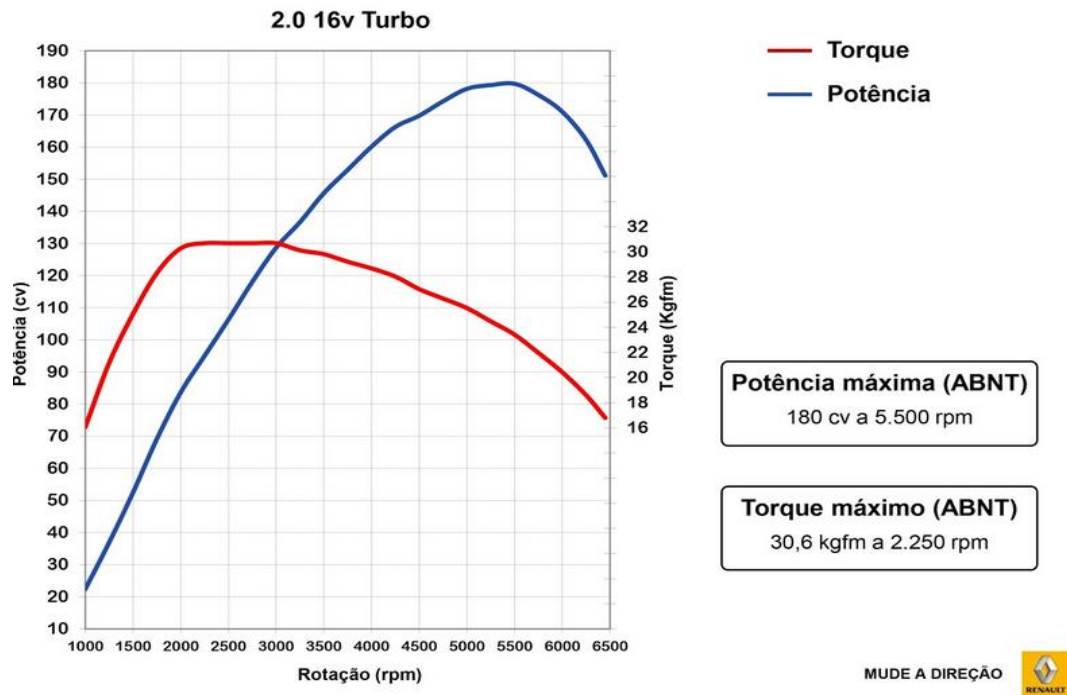


Figura 3: Relação de torque x potência de um motor

(Extraído de: [HTTP://forumcarros.com.br/renault-fluence-gt](http://forumcarros.com.br/renault-fluence-gt), acessado 20/03/2015 às 17h00).

4 - Relação de Marcha

Engrenagens são geralmente usadas por uma dessas quatro diferentes razões, inverter a direção de rotação, aumentar ou diminuir a velocidade de uma rotação, transferir o movimento rotatório para um eixo diferente, manter sincronizada a rotação de dois eixos. O fato de uma engrenagem estar girando duas vezes mais rápido que a outra se deve à relação entre as engrenagens, à relação de transmissão. Se ambas tivessem o mesmo tamanho, elas girariam à mesma velocidade, mas em direções opostas. Em automóveis, a engrenagem motora é a que está ligada diretamente no motor, já a engrenagem movida é a que está ligada diretamente nas rodas de tração do carro.

Quando ligamos o motor do carro e o mesmo está em repouso sem nenhuma marcha engatada, a engrenagem motora está girando, pois o motor está girando e a engrenagem movida está parada. O trabalho do sistema de embreagem é exatamente esse, acoplar a engrenagem motora que está se movendo com a engrenagem movida que está parada.

Esta relação entre engrenagem movida e engrenagem motora é chamada de relação de transmissão e pode ser calculada através da divisão da quantidade de dentes presentes na engrenagem movida pelo número de dentes presentes na engrenagem motora. Assim como mostrado na equação logo abaixo. Conhecendo o número de dentes da engrenagem motora e da engrenagem movida podemos calcular a relação de transmissão que determina a rotação e o torque de saída em um sistema de transmissão.

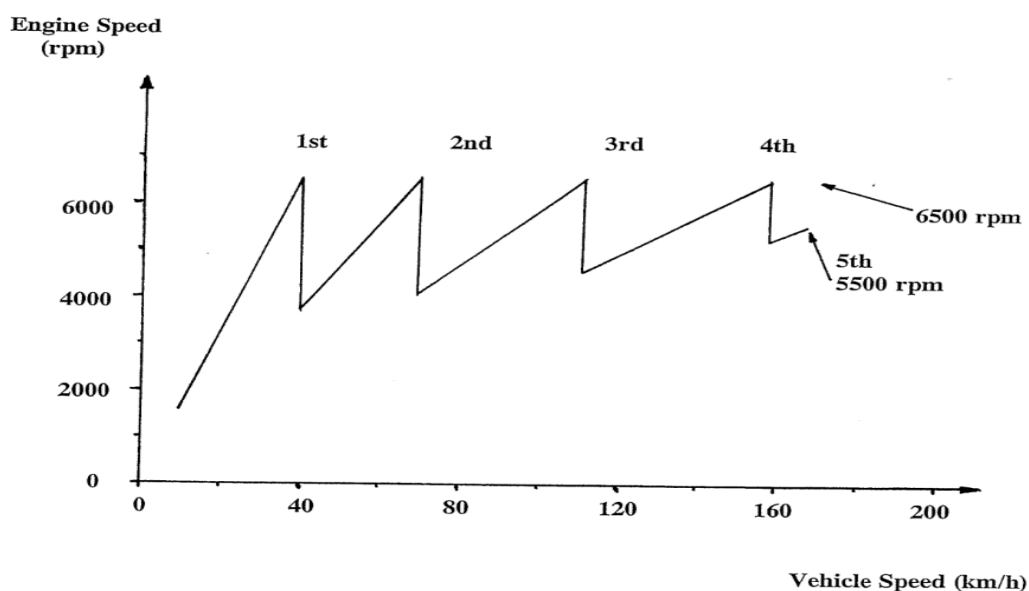
$$i = \frac{\text{Número de dentes da engrenagem movida}}{\text{Número de dentes da engrenagem motora.}}$$

Fórmula 1 - Formula de relação de transmissão

No sistema redutor, o número de dentes da engrenagem motora é menor do que da engrenagem movida, a engrenagem movida pode ser maior que a motora, move mais lentamente (redução da rotação), mais em compensação, apresenta um aumento no torque. No sistema multiplicador, como o número de dentes da engrenagem motora e maior, ocorre o aumento da rotação e, portanto, redução de torque. A relação de transmissão permite compreender como se obtêm as diferentes marchas do veículo. Para criar grandes relações de marcha, as engrenagens são interligadas em trens de engrenagens.

4.1 - Diagrama Dente de Serra

Os diagramas tipo dente de serra, são utilizados para verificação da curva de aproveitamento do motor em função da relação da marcha dimensionada. Analisando os gráficos, pode-se observar o comportamento do veículo, quando em uma determinada marcha e rotação a qual velocidade estará, e também se pode verificar que para a mesma velocidade quais rotações o veículo estará variando as marchas. Também se tem dimensão da utilização da faixa de torque máximo do motor, e como ela está sendo utilizada, e por fim, pode ser constatada a relação da velocidade e marcha utilizada com relação ao consumo de combustível.



5 - Transmissão por Polia

As polias fazem parte das chamadas máquinas de elevação e transporte. Os motores elétricos, em geral, têm uma frequência de rotação fixa. No entanto, muitas vezes, as máquinas que são acionadas por eles precisam desenvolver diferentes frequências de rotação. Devido a isso, utilizam-se acoplamentos por intermédio de polias.

As polias são peças cilíndricas, movimentadas pela rotação do eixo do motor e pelas correias. Os tipos de polia são determinados pela forma da superfície na qual a correia se assenta. Polia que transmite movimento e força é a polia motora ou condutora. Polia que recebe movimento e força é a polia movida ou conduzida. Os materiais empregados na confecção de uma polia são: ferro fundido, ligas leves, aços e materiais sintéticos.


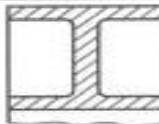

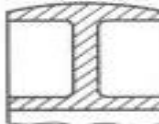

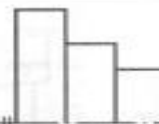

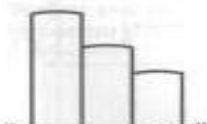

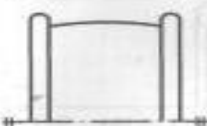




		polia de aro plano
		polia de aro abaulado
		polia escalonada de aro plano
		polia escalonada de aro abaulado
		polia com guia
		polia em "V" simples
		polia em "V" múltipla

Figura 4: Tipos de polias

(Extraído de: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgDK0AG/maquinas-elementos-m-quina>),
acessado em 21/10/2015 a 16h35.

As correias, juntamente com as polias são um dos meios mais antigos de transmissão de movimento. É um elemento flexível, normalmente utilizado para transmissão de potência entre dois eixos. As correias mais usadas são planas e as trapezoidais. A correia em V ou trapezoidal é inteiriça, fabricada com seção transversal em forma de trapézio. É feita de borracha revestida de lona e é formada no seu interior por anéis vulcanizados para suportar as forças de tração. O emprego da correia trapezoidal ou em V é preferível ao da correia plana porque, praticamente não apresenta deslizamento, permite o uso de polias bem próximas, elimina os ruídos e os choques, típicos das correias emendadas (planas). Como as correias têm características diferentes de fabricante para fabricante, é aconselhável seguir as instruções que eles forneçam. Além disso, para o projeto de transmissão por correias, deve-se levar em conta os seguintes critérios: Potência a ser fornecida, tipos de máquinas motoras e movidas e velocidade angular da polia motora e da polia movida.

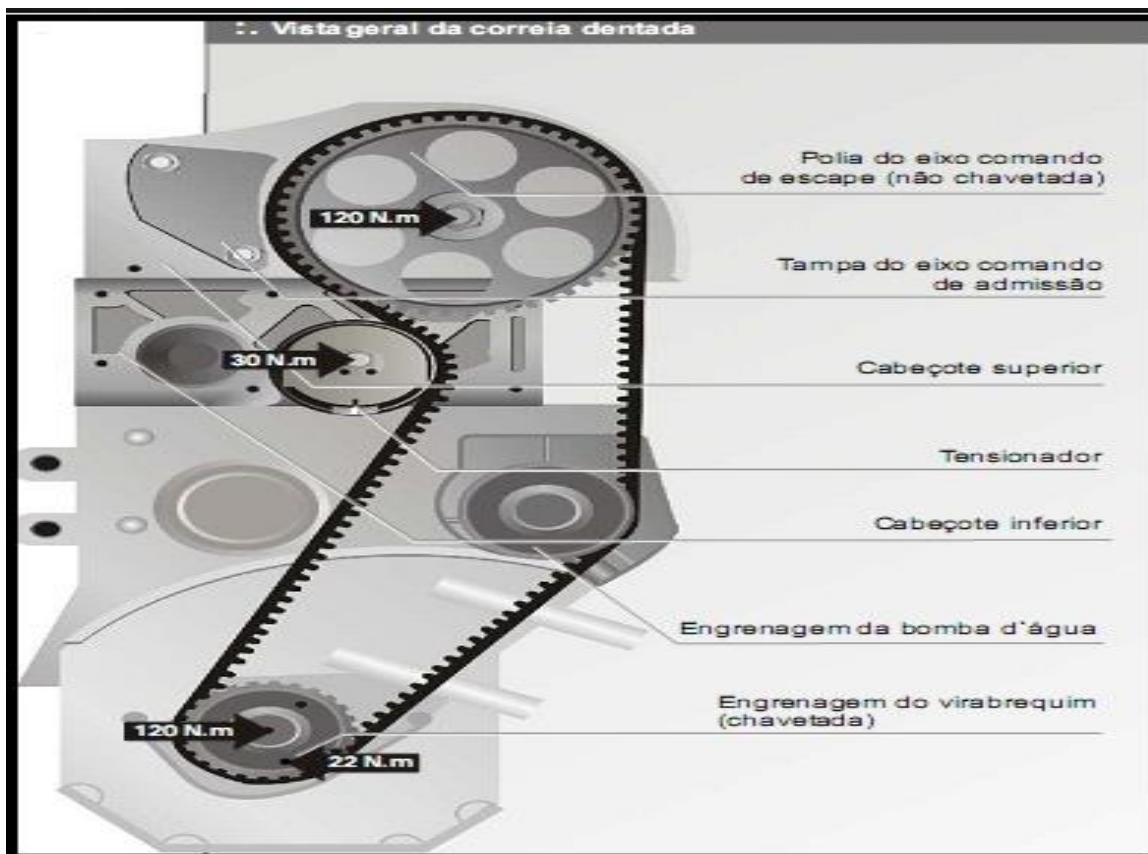


Figura 5: Sistema polia e correia.

(Extraído de: <http://fastanduno.blogspot.com.br/p/velozes.html>, acessado em 21/10/15 as 16h50).

6 - Transmissões por Engrenagens

As engrenagens são usadas em milhares de dispositivos mecânicos. Elas realizam várias tarefas importantes, mas a mais importante é que elas fornecem uma redução na transmissão em equipamentos motorizados. E isso é essencial porque, o motor girando muito rapidamente consegue fornecer energia suficiente para um dispositivo, mas não consegue dar o torque necessário.

O termo “Transmissão de Potência” é uma generalização da lei de conservação de energia, porém o objetivo principal de um sistema formado por engrenagens é multiplicar torque, ou seja, ampliar a força resultante do sistema para que esta realize um determinado trabalho.

Em qualquer engrenagem, a relação de transmissão é determinada pela distância do centro da mesma até o ponto de contato no “dente” da engrenagem. Por exemplo, em um dispositivo com duas engrenagens, se uma delas tiver o dobro do diâmetro da outra, a relação será de 2:1. Um dos tipos de engrenagem mais primitivo que podemos ver seria uma roda com estacas de madeira em suas extremidades.

O problema desse tipo de engrenagem é que a distância do centro de cada engrenagem até o ponto de contato muda de acordo com a rotação delas. O que significa que a relação de transmissão se altera com sua rotação, fazendo com que a velocidade também mude. Em um veículo, por exemplo, seria impossível manter uma velocidade constante, haveria uma incessante aceleração e desaceleração devido à variação da relação de transmissão ocasionada pela mudança do ponto de contato.



Figura 6: Exemplo de sistema utilizando engrenagens.

(Extraído de: <http://www.feirasnegocios.com.br/?p=noticiasDetalhe¬icia=1031>, acessado 28/10/2015 as 16h10.)

7 - Caixa de Mudanças de Marcha.

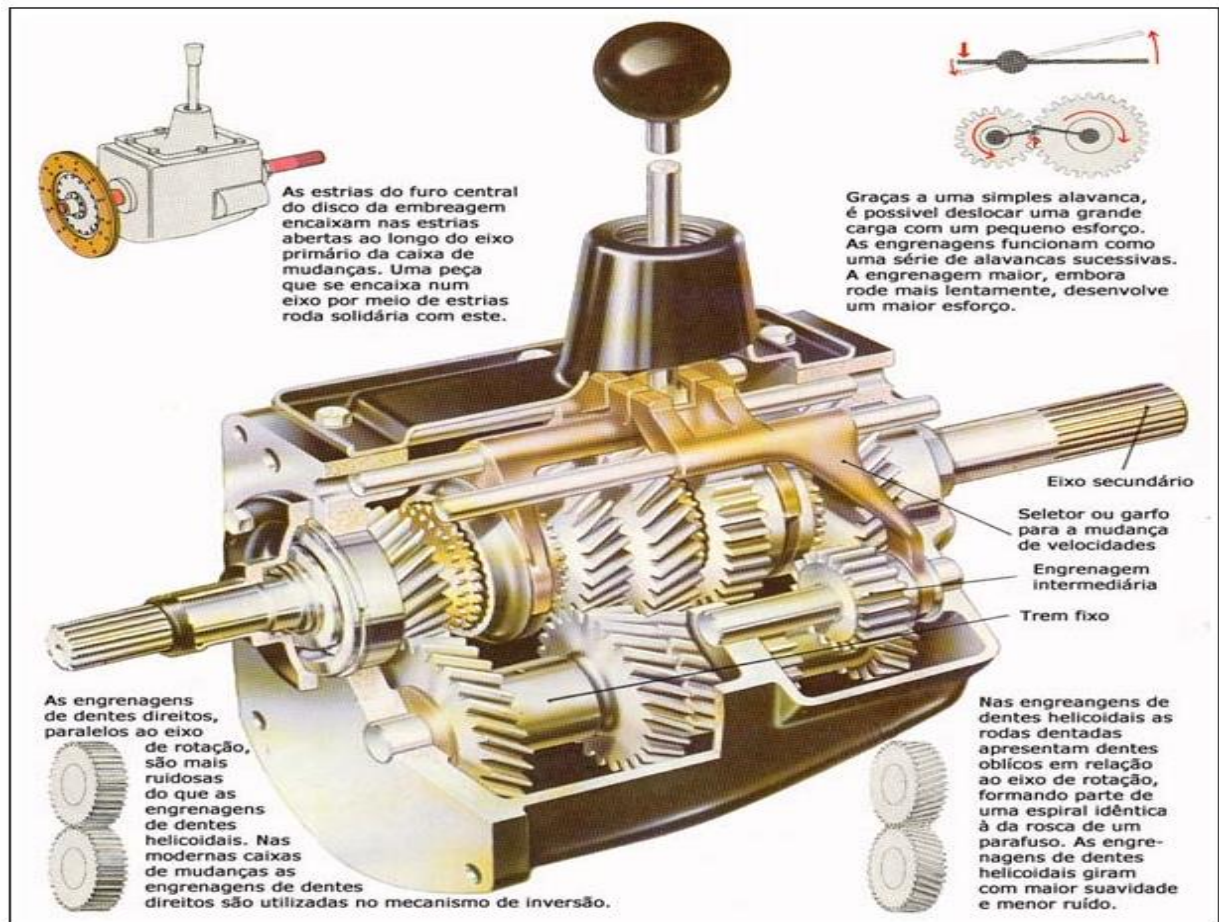


Figura 7: Caixa de mudança de marcha.

(Extraído de: <http://centroautomec.blogspot.com.br/2008/09/cmbio-caixa-de-marchas.html>, acessado 28/10/2015 as 16h10.)

As caixas de velocidades possuem engrenagens montadas em árvores que podem ser selecionadas para trabalhar em conjunto. A escolha de engrenagens acopladas é feita através da alavanca de mudança, acionada pelo motorista, e que corresponde às diversas marchas existentes no veículo.

A caixa de mudança de marcha tem por finalidade adequar a movimentação do veículo às condições de carga, tipo de piso e velocidade que ele enfrenta. Cada marcha permite ao veículo a necessária força, ou torque-motriz para vencer a resistência ao seu movimento, bem como possibilita atingir uma determinada velocidade. Assim, a primeira marcha permite ao veículo obter máximo de torque com o mínimo de velocidade.

A última marcha fornece, pelo contrário, um torque menor para um máximo de velocidade. A árvore primária recebe o movimento do motor através da embreagem e transmite-o a árvore secundária a caixa de mudança.

Cada marcha corresponde a combinação de uma engrenagem da árvore primária com outra da árvore secundária a primária e a engrenagem motora que vai transmitir sua rotação e torque a segunda, que a engrenagem movida.

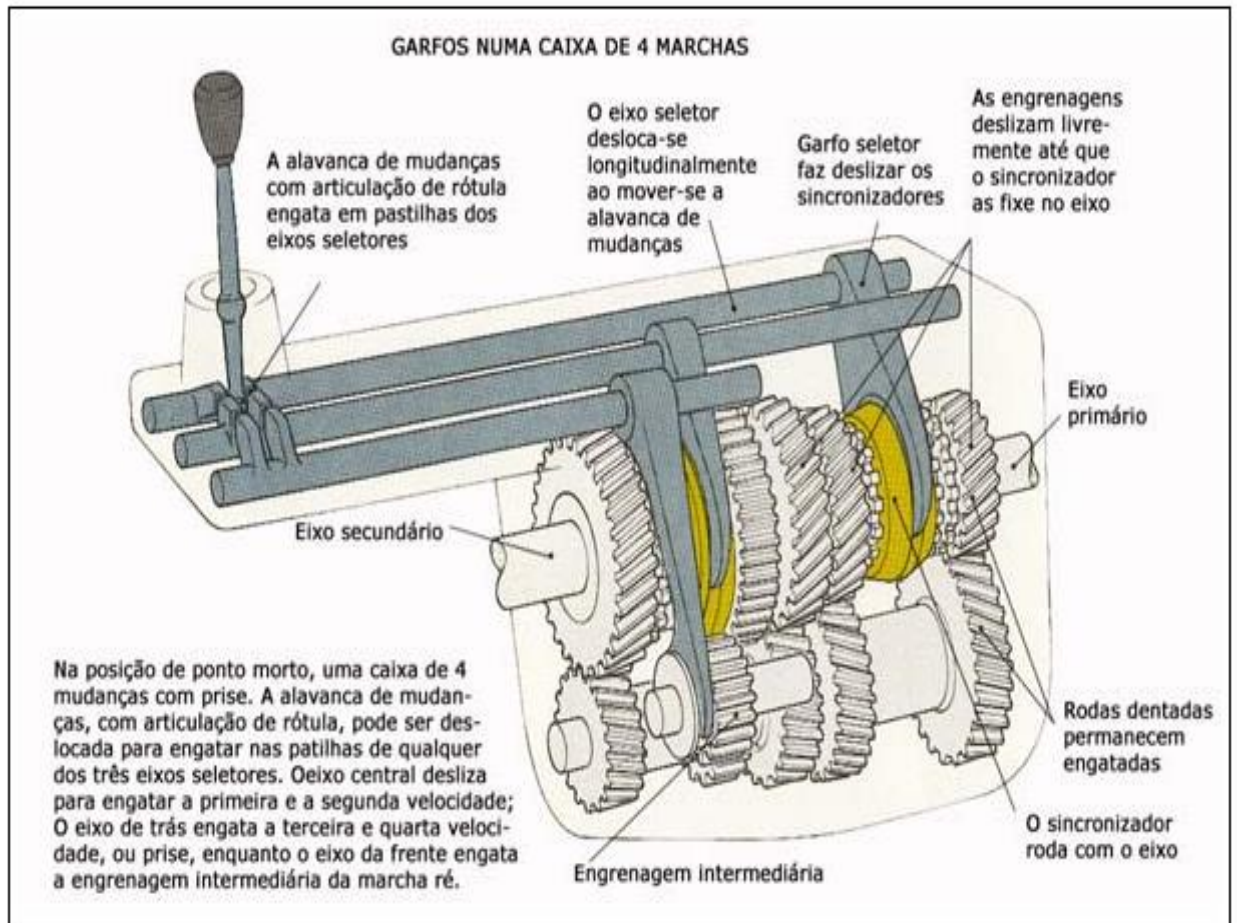


Figura 8: Sistema de seleção das marchas.

(Extraído de: <http://centroautomec.blogspot.com.br/2008/09/cmbio-caixa-de-marchas.html>, acessado 28/10/2015 as 16h30.).

A condição dinâmica de um automóvel é descrita através da equação da resistência ao movimento. Ela equilibra a oferta de força da transmissão com a necessidade de força nas rodas de tração. Pela equação da resistência ao movimento pode ser calculada a aceleração, velocidade máxima, capacidade de subida e também a faixa total de conversão i da caixa de mudanças (BOSCH, 2005). Segue abaixo a fórmula:

$$I = \frac{(i/r)_{\text{Máx}}}{(i/r)_{\text{Mín}}} = \tan \alpha \text{ máx.} \cdot \frac{V_o}{(P / (m \cdot g)) \text{Eff} \cdot \varphi}$$

Fórmula 2 - Resistências ao movimento.

I = Faixa total de conversão

V_o = Velocidade.

i= relação de transmissão

P= potência.

r = Raio dinâmico do pneu.

m= massa do veículo

$\tan \alpha$ = Ângulo de inclinação.

g= aceleração da gravidade.

O fator de sobre marcha está representado por φ . Onde podemos calcular esse valor através da formula:

$$\varphi = (i/r)_{\text{min.}} / (\omega_o / v_o)$$

Fórmula 3 - Fator de sobremarcha.

Onde ω_o significa velocidade angular, quando o fator de sobremarcha for $\varphi > 1$ faz o motor operar numa faixa de menos eficiência, mas eleva a reserva de aceleração e a capacidade de vencer aclives da marcha mais alta. A opção pelo fator $\varphi < 1$, embora favoreça o consumo de combustível, diminui sensivelmente a reserva de aceleração e a capacidade de vencer aclives. O menor consumo é obtido através da curva de faixa de característica do motor com curvas de resistência ao movimento, onde o fator φ aumenta ou diminui dependendo da variação do câmbio (BOSCH, 2005).

8 – Embreagem

A embreagem é um conjunto de peças que se articulam, com a finalidade de ligar e desligar o motor do sistema de transmissão.

Acionando o pedal da embreagem, consegue-se manter a rotação e o toque do motor, sem que eles sejam transmitidos à caixa de mudança e, conseqüentemente, as rodas motrizes. A embreagem possibilita, também, uma ligação suave e progressiva entre o motor e o conjunto de transmissão.

A embreagem une o motor ao câmbio para garantir uma transmissão mais homogênea de torque entre os dois componentes, esses podem ser separados tornando independente a rotação do motor e a do câmbio. A embreagem é formada por um disco recoberto de material de atrito colocado no eixo de entrada do câmbio, a ligação é feita comprimindo o disco da embreagem entre o platô e o volante motor, esse disco deve aderir firmemente para não patinar ao receber a rotação e o torque do motor.

O disco de embreagem é um disco de aço, montado na extremidade da árvore primária, de maneira a permitir seu desligamento. Possuem guarnições de atrito em suas duas faces, fixadas por rebites, uma delas adere firmemente ao volante do motor e a outra ao platô.

Alguns tipos de embreagem possuem entalhes sobre a superfície externa das guarnições, a finalidade desses entalhes são duas, permitir a dispersão dos resíduos, proveniente do próprio desgaste normal, impedir a diminuição do coeficiente de atrito que esses resíduos causariam, prejudicando o bom funcionamento do conjunto da embreagem.

Para que o engate da embreagem seja suave, o disco é provido de um dispositivo de amortecimento de golpes, são compostos por discos externos e internos, o disco interno está fixada a manga estriada, enquanto os discos externos estão presos ao disco de embreagem, entre os discos são formadas sedes que abrigam molas de absorção de esforços, em quantidade que variam de 4 a 8 molas. Essas molas proporcionam um movimento afim de que sejam absorvidos esforços de torção, esses esforços ocorrem no momento de engate entre o anel de pressão, disco de embreagem e volante do motor.

A compressão que o platô faz no disco contra o volante pode ser através de uma mola tipo membrana, que tem a forma de um prato fino, ligeiramente cônico e é feita de aço.

Quando o pedal da embreagem está em posição de repouso, o platô está comprimindo o disco da embreagem contra o volante. Nessas condições, a rotação e o torque do volante

motor passam para o disco, fazendo-o girar e, junto com ele, a árvore primária que está encaixada nas estrias da parte central do disco.

O volante motor, o disco e a árvore primária da caixa de mudança, constituem um único conjunto que giram a mesma velocidade de rotação.

Quando o motorista aciona o pedal de embreagem, comanda uma série de elementos ligados entre si, com seu movimento, libera o disco do volante motor, com isso, a rotação do volante motor não se transmite mais ao disco e a árvore primária da caixa de mudanças.

8.1 - Embreagens Secas

As embreagens secas são amplamente utilizadas no setor automobilístico em configurações de *powertrain* (conjunto motor/transmissão), que utilizam câmbio manual. As embreagens são consideradas secas pelo fato de não trabalharem imersas em algum tipo de fluido, ou seja, a refrigeração acontece por convecção entre seus materiais constituintes. Estas embreagens têm grandes vantagens, tais como longa vida útil, conforto quando o veículo é retirado do repouso total e tamanho reduzido (BOSH 2005).

8.2 - Embreagens Úmidas.

As embreagens úmidas nada mais são do que embreagens que trabalham com banho de óleo. Comparada com a versão de disco seco, tem a vantagem da elevada capacidade térmica, pois é banhada em óleo facilitando a dissipação térmica do calor. Porém, suas perdas por arrasto na posição em que a embreagem está acoplada é sensivelmente pior do que o das embreagens seca (BOSH 2005).

As embreagens úmidas apresentam excelentes condições para sua aplicação. São amplamente utilizadas em motocicletas, contudo, para veículos de passeio, a sua escolha como elemento de acoplamento traz necessidade de readaptação dos invólucros das caixas de transmissão, para fazer com que as embreagens úmidas possam trabalhar imersas ao fluido dos câmbios. Mas, essas readaptações podem não favorecer retorno financeiro suficiente para as montadoras optarem por esse tipo de embreagem.

Nas transmissões Dual Cluth as embreagens secas e úmidas possuem controle de patinação, evitando desconforto na condução, bem como e aos ocupantes.

As embreagens úmidas podem ser usadas em carros de alto desempenho, que utiliza um motor a gasolina V8, enquanto embreagens secas podem ser utilizadas em pequenos veículos, que pode se beneficiar da tecnologia de mudanças suaves e maior eficiência.

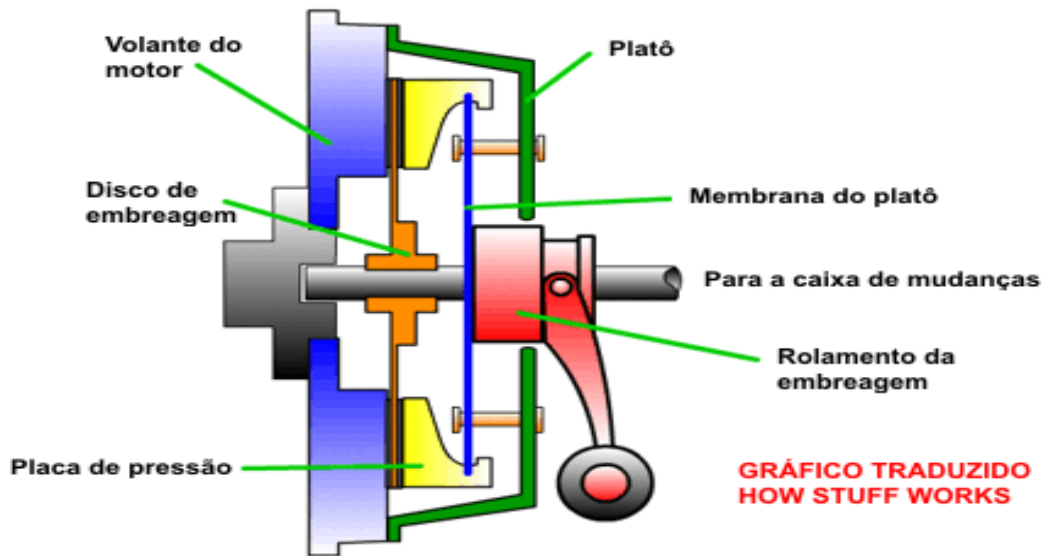


Figura 9: Esquema de uma embreagem

(Extraído de http://www.oficinabrasil.com.br/images/stories/materia_exclusiva/maio_2012/1.gif, acessado em 01/11/2015 as 13h00)

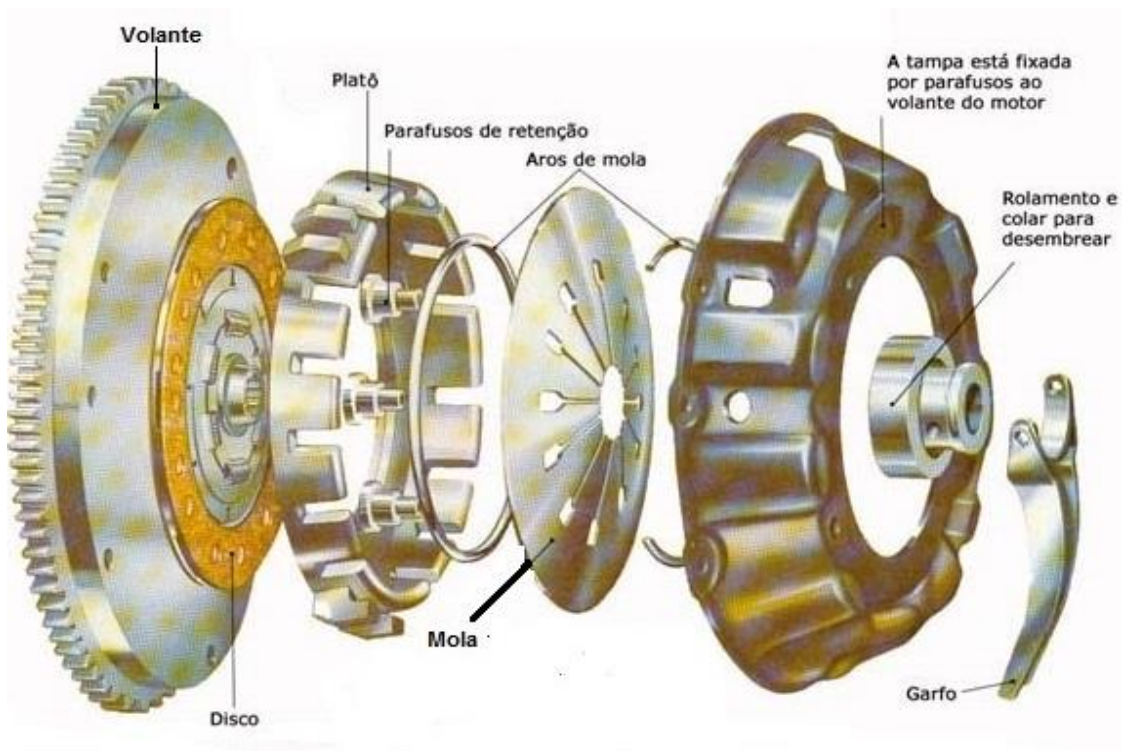


Figura 10: Componentes do sistema de embreagem.

(Extraído de <http://3.bp.blogspot.com>, acessado 01/11/2015 as 13h05.)

9 - Anéis Sincronizadores.

O sistema sincronizador é composto de engrenagem, anel sincronizador e luva de engate. Nas caixas sincronizadas, as engrenagens da árvore secundária giram livremente, sem transmitir movimentos. Ao ser engrenada uma marcha, somente a engrenagem correspondente a ela transmite o movimento a árvore secundária. As demais engrenagens continuam girando livres, na árvore secundária. Isto acontece porque, no sistema sincronizado, o acoplamento das engrenagens da árvore secundária com a própria árvore é feito por meio do deslocamento luvas sincronizadoras de engate.

O engrenamento das marchas no veículo deve ser feito sem trancos ou atritos que danifiquem os dentes das engrenagens, para isso o conjunto sincronizador faz esse trabalho.

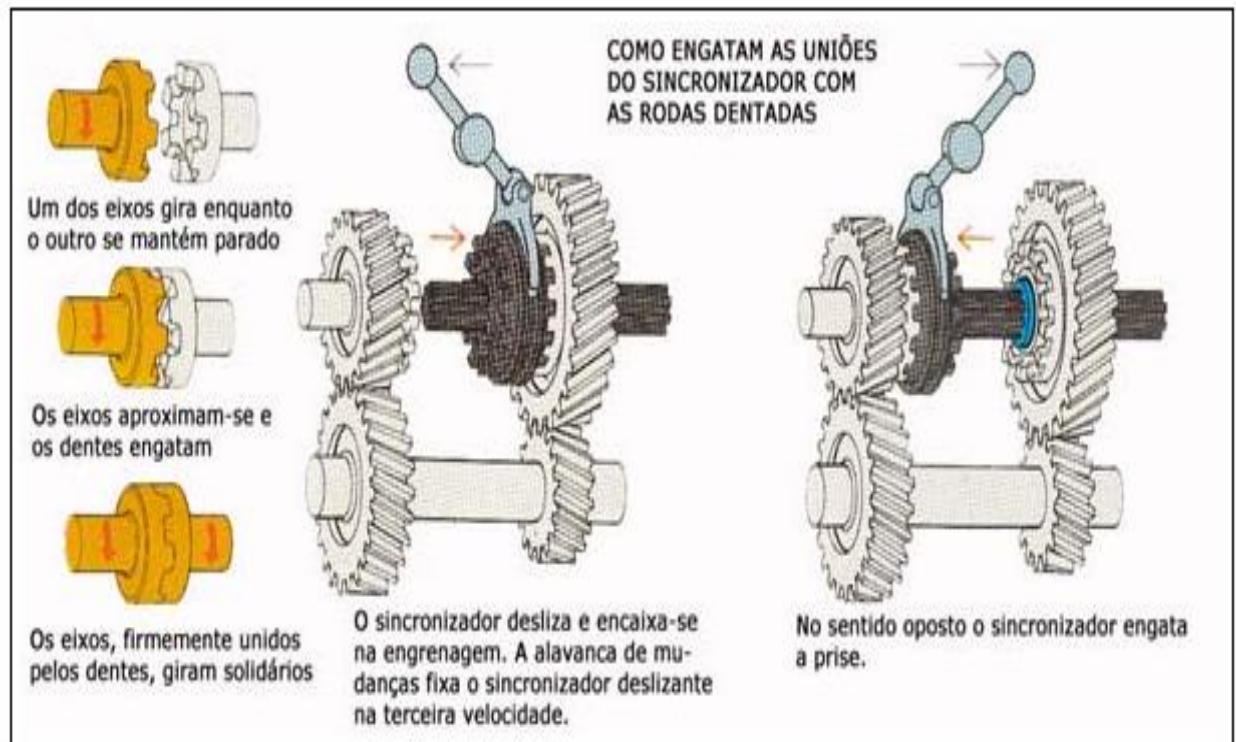


Figura 11: Sincronizador das marchas.

(Extraído de: <http://centroautomec.blogspot.com.br/2008/09/cmbio-caixa-de-marchas.html>, acessado 01/11/2015 as 13h20).

No momento em que é engrenada uma marcha, sua luva atua sobre o anel sincronizador. O anel é pressionado de encontro ao cone da engrenagem da marcha e, por atrito, iguala sua velocidade, e forma a ocorrer um engrenamento suave.

O anel sincronizador realiza o contato inicial, preparando o engrenamento definitivo, ele iguala o movimento da luva com o da engrenagem. A engrenagem da árvore secundária recebe rotação da engrenagem da árvore primária e, por intermédio da luva, transmite sua rotação ao cubo, que está ligada à árvore secundária através das estrias do anel. Essa árvore passa a girar com a mesma rotação que a engrenagem que foi selecionada.

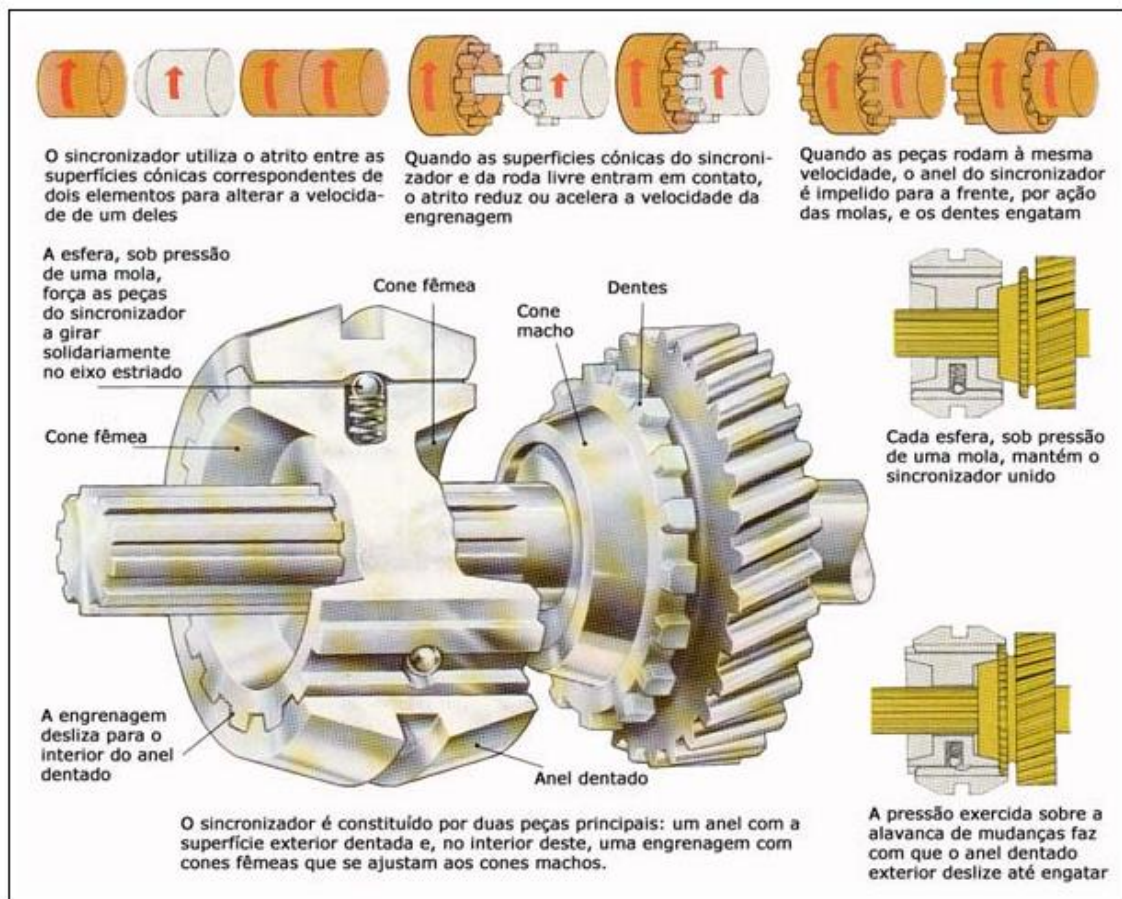


Figura 12: Sincronização com mudança de velocidade.

(Extraído de: <http://centroautomec.blogspot.com.br/2008/09/cmbio-caixa-de-marchas.html>, acessado 01/11/2015 as 13h25).

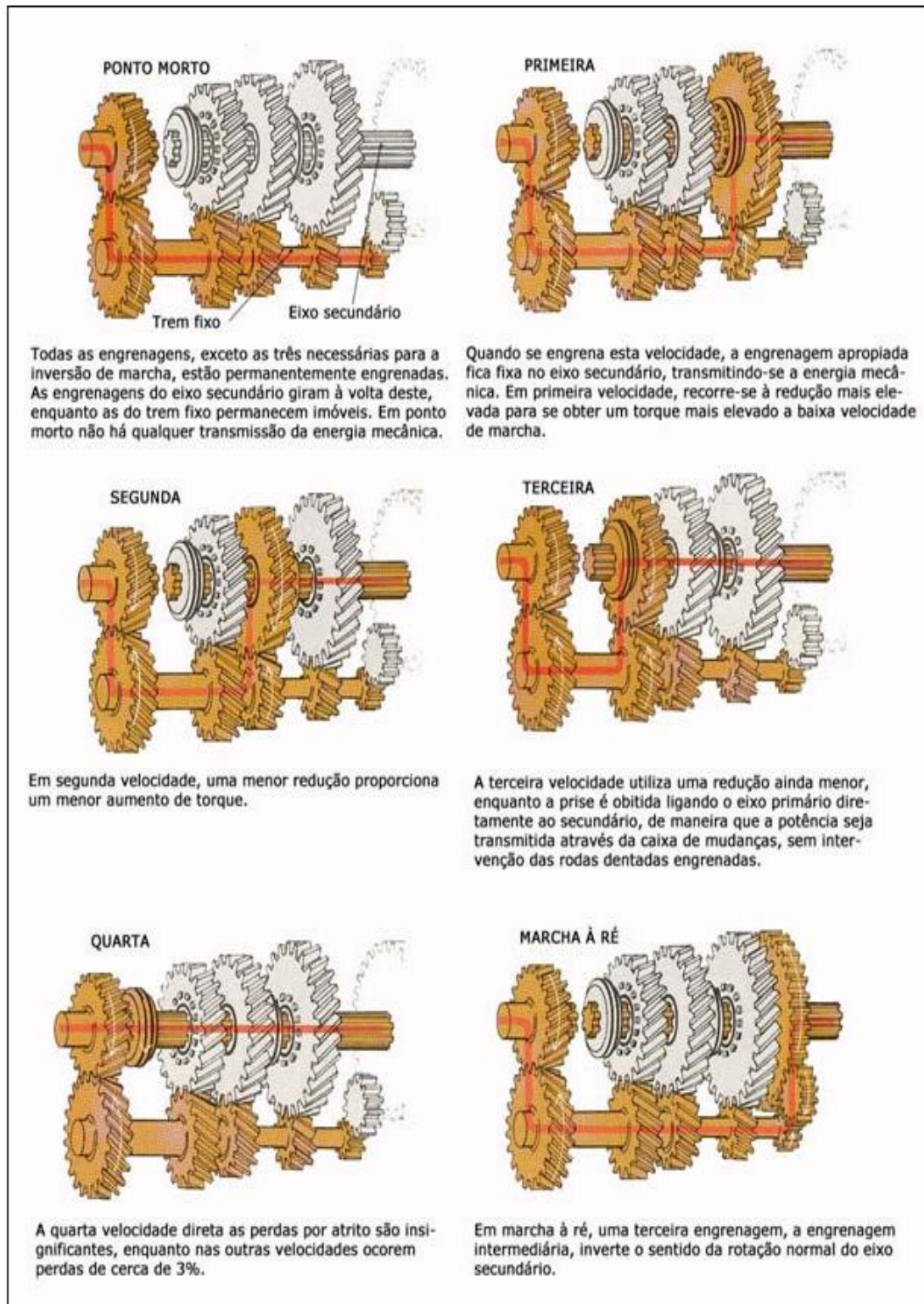


Figura 13: Sistema de engrenamento de marchas.

(Extraído de: <http://centroautomec.blogspot.com.br/2008/09/cmbio-caixa-de-marchas.html>, acessado 01/11/2015 as 13h25).

10 - Diferencial.

O diferencial tem como função permitir que as rodas motrizes possam girar cada uma com rotação diferente da outra. Isso ocorre quando o veículo percorre uma curva, a roda do lado de dentro da curva se move mais lentamente do que a roda que está do lado de fora da curva. Para que a roda que se move mais lentamente não seja arrastada pela outra, o eixo motriz é dividido em dois semi eixos ligados entre si pelo diferencial.

O eixo motriz possui em sua carcaça a caixa de diferencial. Nela estão alojadas as engrenagens planetárias, que são paralelas à coroa, e as engrenagens satélites, que estão a 90°, isto é, perpendicular as engrenagens planetárias.

Em linha reta, a caixa do diferencial gira junto com a coroa. Quando as duas rodas motrizes giram a mesma velocidade, as engrenagens satélites funcionam como trava entre as engrenagens planetárias. Nessas condições, as engrenagens planetárias giram com a mesma velocidade. Em curvas, entretanto, uma das rodas diminui de velocidade, a engrenagem planetária ligada a ela também gira mais lentamente. Nesse caso, as engrenagens satélites passam a girar sobre seu eixo, permitindo a variação de rotação entre as planetárias. O mesmo acontece com as rodas motrizes, pois estão presas as engrenagens planetárias através das semi-árvores, quando ocorre esta segunda situação, o número de rotações que diminui em uma roda aumenta na outra.

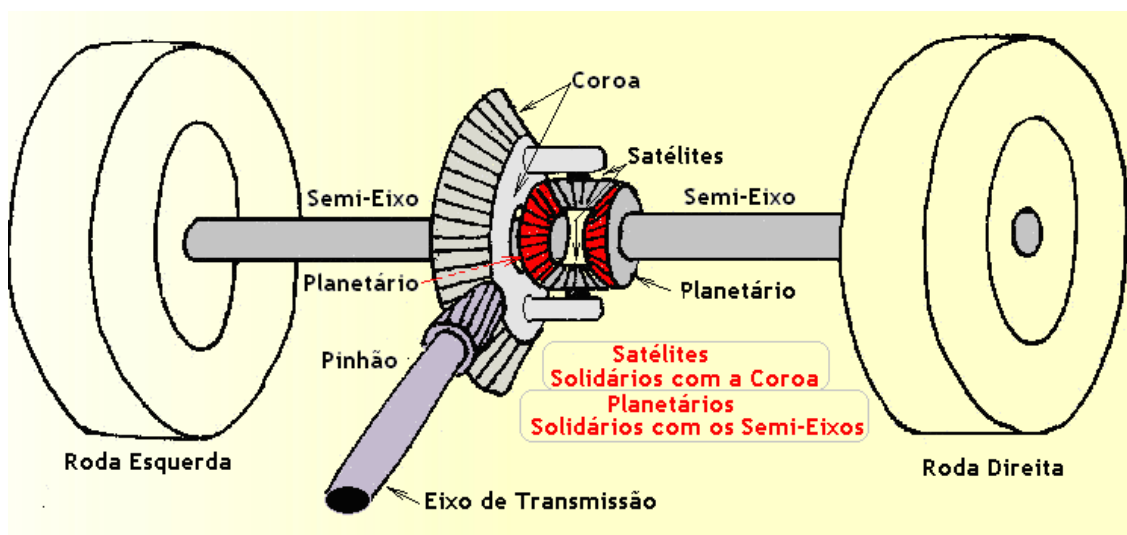


Figura 14: Entendendo o sistema diferencial dos veículos.

(Extraído de: http://caraipora2.tripod.com/diferencial_.htm, acessado 01/11/2015 as 13h30). . .

11 - Transmissão Manual

A transmissão manual, conhecida como câmbio manual, é um dispositivo que utiliza engrenagens para permitir ao condutor optar por maior ou menor velocidade e torque em função das condições de carga do veículo e do terreno em que trafega, de modo a obter maior eficiência em relação ao consumo de combustível e tempo de deslocamento. As condições de dirigibilidade do veículo, velocidade e torque, são definidas através de cálculos de engrenamento baseados no torque máximo do motor, conhecidos como diagrama dente de serra, entre outras técnicas.

A marcha desejada é selecionada através do posicionamento da alavanca de câmbio, que fica no interior da cabine do motorista, podendo ou não ser auxiliada por válvulas pneumáticas ou hidráulicas. Essa alavanca permite, através de um mecanismo de seleção e engate, a escolha da marcha apropriada. O engate se dá através da utilização simultânea da alavanca com o acionamento da embreagem, cuja função nesse contexto é interromper o torque proveniente do motor, permitindo ao sistema de engate vencer apenas a inércia gerada pelo disco da embreagem, eixo piloto (eixo de entrada), contra eixo (eixo intermediário) e a engrenagem correspondente à marcha engatada.

A caixa de transmissão mecânica ou manual, como geralmente é chamada, está presente na maioria dos automóveis, especialmente no Brasil. Por ser mais simples e barata, ela é a opção de muitos consumidores. Também é ainda um item desejado em carros esportivos, onde o condutor pode explorar ao máximo a performance do veículo.

12 - Sistemas Planetários

As engrenagens são consideradas os músculos de qualquer transmissão automotiva, seja ela manual ou automática. São utilizadas para transferir torque e força e podem promover mudanças de velocidade e direção no veículo. Os jogos de engrenagens planetárias são utilizados como meio básico de transferência ou multiplicação de torque do motor.

Conjunto porta-planetária consistem de uma engrenagem solar, engrenagens planetárias com seus respectivos pinhões e uma engrenagem interna. Por estar constantemente interligada (engrenadas), quando uma recebe força, a outra é bloqueada. A terceira transferirá esta força para o eixo de saída e dependendo da quantidade de dentes de cada uma (relação), se obterá uma redução ou multiplicação de força ou velocidade.

O conjunto porta-planetária possui três características distintas. Primeiro, sua construção é forte e eficiente. Com três ou quatro pinhões em um porta-planetária e a engrenagem anelar engrenada em todos os pinhões, a força é igualmente distribuída por meio de todo o jogo.

Segundo, por estarem integralmente engrenadas, é eliminada a possibilidade de haver escape de marchas, o que comumente ocorre numa transmissão manual. Finalmente, a construção se beneficia de seu desenho compacto, uma vez que todas as engrenagens possuem o mesmo centro de seus eixos.

12.1 Engrenagens Planetárias

Existem muitas maneiras de empregar engrenagens. Um tipo específico de engrenagens é chamado de trem de engrenagens planetárias. Engrenagens planetárias resolvem o seguinte problema: Caso haja a necessidade de uma relação de marcha de 6:1 com a rotação de entrada girando na mesma direção da rotação de saída. Uma maneira de criar esta relação é com o seguinte trem de três engrenagens.

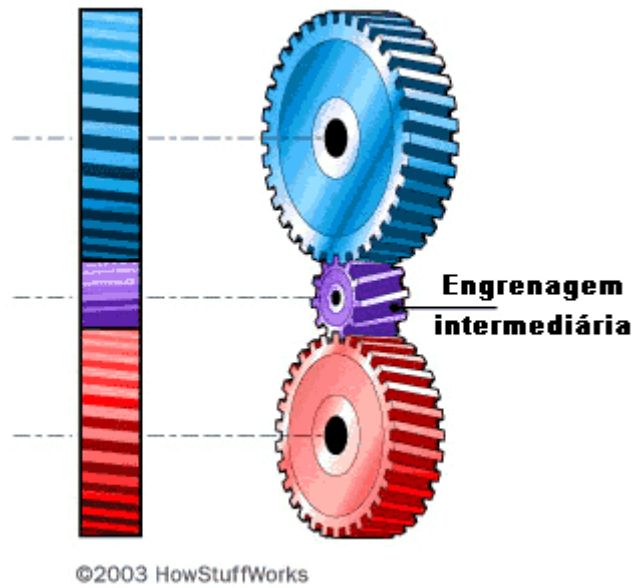


Figura 15: Trens de engrenagem planetária.

(Extraído de: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 01/11/2015as 13h30).

Neste trem, a engrenagem azul tem seis vezes o diâmetro da engrenagem amarela, fornecendo a relação 6:1. O tamanho da engrenagem vermelha não importa, porque está presente apenas para reverter o sentido da rotação, de forma que as engrenagens azul e amarela girem da mesma forma.

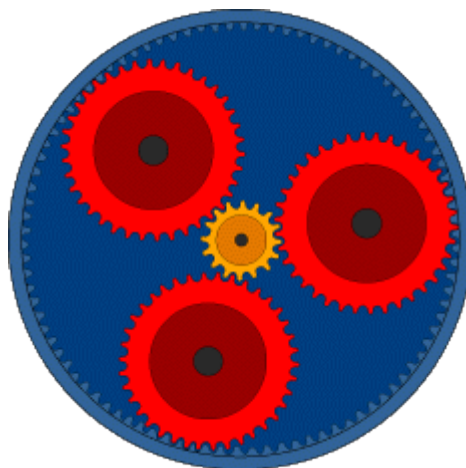


Figura 16: Sistema de engrenagem planetária.

(Extraído de: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 01/11/2015as 13h35)

Neste sistema, a engrenagem amarela (a engrenagem solar) se engrena com todas as três vermelhas (engrenagens planetárias) simultaneamente. Todas as três estão ligadas a um

prato (o suporte planetário) e se conectam com o lado interno da engrenagem azul (a coroa), em vez de se conectarem com seu lado externo. Em razão de existirem três engrenagens vermelhas em vez de uma, este trem de engrenagens é extremamente robusto. O eixo de saída é conectado à coroa azul e o suporte planetário permanece estacionário, fornecendo a mesma relação de 6:1.

Acerca do uso de engrenagens planetárias, elas podem produzir diferentes relações de marcha, dependendo de qual engrenagem é usada como entrada, qual é usada como saída e qual delas fica parada. Por exemplo, se a entrada for a engrenagem solar, a coroa for mantida estacionária e o eixo de saída for engrenado ao suporte planetário, obteremos uma relação de marcha diferente. Neste caso, o suporte planetário e as engrenagens planetárias orbitam em torno da engrenagem solar. Dessa forma, em vez de a engrenagem solar girar seis vezes para que o suporte planetário gire uma vez, ela terá que girar sete vezes. Isso acontece porque o suporte planetário circulou a engrenagem solar uma vez na mesma direção, subtraindo uma revolução da engrenagem solar. Então, nessa situação, temos uma redução de 7:1.

Reorganizando as coisas outra vez, desta vez mantendo a engrenagem solar estacionária, fazendo com que o suporte planetário seja o eixo de saída e engatando o eixo de entrada à coroa. Isto daria uma redução de marcha de 1.17:1. Numa situação onde se tem duas engrenagens vermelhas e quer mantê-las sincronizadas, mas elas estão afastadas uma certa distância. Pode se colocar uma engrenagem grande entre elas, se quiser que elas tenham a mesma direção de rotação:

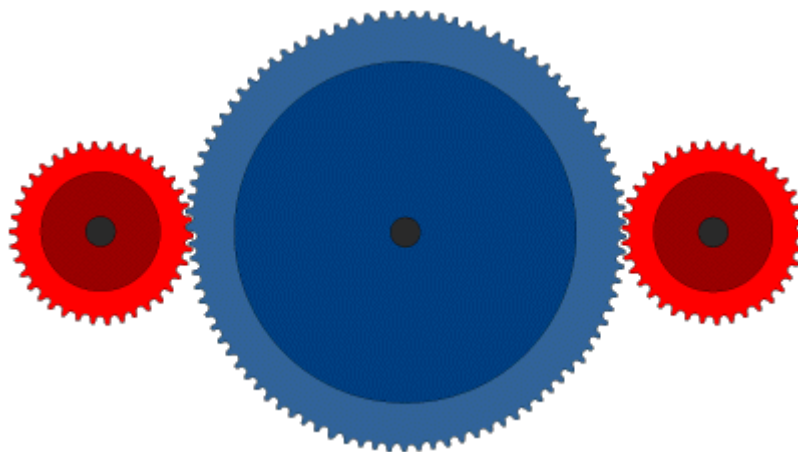


Figura 17: Sistema de engrenagem planetária.

(Extraído de: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 01/11/2015 as 13h35).

Ou poderia usar duas engrenagens de mesmo tamanho, se quiser que tenham sentidos de rotação opostos:

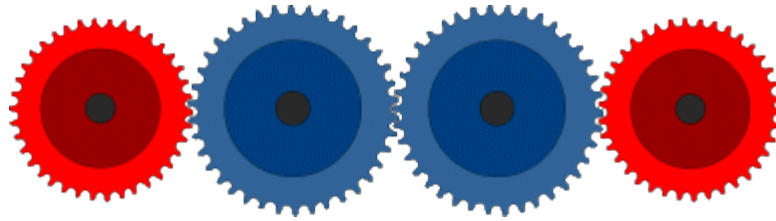


Figura 18: Sistema de engrenagem planetária.

(Extraído de: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 01/11/2015 as 13h40)

Entretanto, em ambos os casos, as engrenagens extras serão provavelmente pesadas e por isso, ainda teria que se criar eixos para elas. Nesses casos, a solução comum é usar uma corrente ou uma correia dentada, conforme mostrado aqui:



Figura 19: Engrenagens com correia.

(Extraído de: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 01/11/2015 as 13h35).

As vantagens de correntes e correias dentadas são sua leveza e a habilidade de acoplar muitas engrenagens, preservando a distância entre elas. Por exemplo, em um motor de carro, a mesma correia dentada poderia conectar o virabrequim, duas árvores de comando de válvulas e o alternador. Se tivesse que usar engrenagens no lugar da correia, seria muito mais complicado.

13 - Transmissões Automáticas.

Com o objetivo de dar maior comodidade ao motorista e aumentar a suavidade na transmissão de potência e torque do motor às rodas motrizes, foi criado na Inglaterra, na década de 30, um sistema de embreagem hidráulica, e mais tarde nos Estados Unidos, um câmbio totalmente automático, que vem sendo ainda mais desenvolvido ao longo dos últimos anos.

Existem dois tipos principais de transmissões automáticas. A transmissão com tração nas rodas dianteiras chamada de transaxial que incorpora o diferencial, e a transmissão com tração nas rodas traseiras chamada simplesmente transmissão, possuindo diferencial separado.

Assim como uma transmissão manual, o principal trabalho da automática é permitir ao motor operar na sua faixa de rotação e torque mais adequados, provendo ao mesmo tempo uma gama variada de marchas. A transmissão automática usa diferentes jogos de engrenagens para obter as relações de marcha. O conjunto planetário é o dispositivo que torna isto possível.

Módulo e Componentes de uma Transmissão Automática.

Transmission Control Module (TCM)

O TCM é um módulo de transmissão que recebe vários sinais dos sensores e determina as condições de funcionamento do veículo. Logo em seguida, envia os sinais de controle para cada solenóide de acordo com os dados característicos de mudança de velocidades memorizadas ,bloqueia os dados de operação e transferência de dados de torque de embreagem.

13.1 - Conversor de Torque

Desde sua introdução nos meados de 1940 o conversor de torque tem sido utilizado como um mecanismo de acoplamento entre o motor e a transmissão. Suas vantagens residem no princípio da transferência de força hidrodinâmica. O conversor de torque proporciona a amplificação do torque fornecido pelo motor o que por sua vez melhora a aceleração e desempenho do veículo. Outra característica importante do conversor de torque é o escorregamento existente entre o motor e a transmissão, que está sempre presente. A princípio é necessário, pois tem a função de isolar a transmissão das

vibrações torcionais do motor. Desta forma, previnem-se reações a solicitações de mudança bruta de aceleração, e com isso proporciona trocas mais confortáveis.

Para que o conversor de torque possa produzir torque em determinadas situações, é necessário adicionar um terceiro elemento a ele, o estator, localizado entre a bomba do conversor (ligada ao motor) e a turbina, que recebe o fluxo de óleo da bomba.

Quando o fluido que deixa a turbina atinge as palhetas do estator, ele é redirecionado até as palhetas da bomba em uma direção que faz com que a força do fluido auxilie o motor no seu trabalho de girar a bomba, adicionando força quando a turbina está quase parada, ou seja, o veículo está iniciando seu movimento ou se movendo vagarosamente. A força hidráulica pode então multiplicar o torque do motor pelo menos duas ou mais vezes.

A multiplicação de torque é necessária em baixas velocidades do veículo para ajudá-lo a iniciar seu movimento. Contudo, em velocidades maiores, a multiplicação de torque não mais é necessária, e neste caso o estator não deverá atuar.

Baixa velocidade: O estator encontra-se travado, havendo multiplicação de torque. Nessa situação, o estator está ligado por meio de um eixo estriado à carcaça da transmissão e montado em uma embreagem de roletes que gira em uma só direção, do tipo “roda livre”. A embreagem de roletes tipo “roda livre” trava o estator quando a turbina se encontra em baixas rotações, porque o fluxo de óleo proveniente dela atinge suas palhetas num fluxo contrário à roda livre, produzindo um redirecionamento do óleo dentro do conversor e tornando possível a multiplicação de torque.

Alta Velocidade: O estator gira, não havendo nenhuma multiplicação. Assim que a velocidade do veículo aumenta, e conseqüentemente a rotação da turbina, a força centrífuga altera a direção do fluido que deixa a turbina. Em altas rotações, a direção do fluido é tal que ele atinge a parte de trás das palhetas do estator. Esta ação faz com que a embreagem de roletes seja liberada e o estator gire livremente. Com o estator girando, ele perde sua ação redirecionadora e o fluxo do fluido, agora sem adição de torque, é utilizado somente para manter a velocidade do veículo.



Figura 20: Conversor de torque

(Extraído de: <http://bankspower.com>, acessado 01/11/2015 as 13h15).

13.2 - Princípios Básico de Funcionamento

Assim como em veículos com transmissões manuais convencionais, os veículos dotados de transmissão automática necessitam uma forma de permitir que o motor funcione enquanto as rodas e as marchas na transmissão encontram-se paradas. Veículo com transmissão manual utiliza-se de uma embreagem, que desconecta por completo o motor da transmissão. Veículos com transmissão automática utilizam um conversor de torque. Um conversor de torque realiza uma espécie de acoplamento fluido, o qual permite o motor girar de forma quase independente da transmissão. (NICE, 2005). Um fluido utiliza energia hidro cinética como meio de transferência de torque do motor para a transmissão de tal forma a automaticamente ajustar-se as características requeridas de velocidade, carga e aceleração. (HEISLER, 2002)

Fluido apanhado nas pás da bomba e da turbina circula juntamente com estes elementos em torno do seu eixo de rotação.

Fluido apanhado entre as pás da bomba e da turbina e o seu centro rotacional em um caminho circular na secção plana, este movimento é conhecido como movimento vortex. (HEISLER, 2002)

O deslocamento de fluido é responsável diretamente pelo movimento da transmissão e conseqüentemente o funcionamento do veículo.

Quando a bomba é movimentada pelo motor, ela atua como uma bomba centrífuga succionando o fluido próximo do centro de rotação e forçando-o radialmente para fora através das passagens formadas pelas pás em direção a saída periférica da bomba. Aqui o fluido é expelido em direção as passagens da turbina e neste processo exerce uma força contra as suas pás em um determinado ângulo, desta forma fornecendo torque a turbina. (HEISLER, 2002)

13.3 - Bombas de um Conversor de Torque

O fluido nas passagens da turbina movimenta-se internamente em direção a saída da turbina. Ele é compelido a fluir entre as lâminas fixas do estator. A reação ao torque do fluido enquanto ele desliza sobre as superfícies curvas das lâminas é absorvido pelo suporte no qual o estator é preso. Neste processo o fluido é redirecionado contra a entrada da bomba. Ele entra nas passagens formadas pelas pás da bomba, enquanto atua no lado de tração das pás. Ele fornece ainda um torque igual a reação do estator na direção de rotação (HEISLER, 2002).

13.4 - Turbinas de um Conversor de Torque

Segue então que o torque do motor entregue a bomba e o torque de reação transferido pelo fluido à bomba são ambos transmitidos à saída da turbina através do fluido.

O fluido que entra nas lâminas da turbina, que está conectada a transmissão, faz com que a mesma gire e desta forma gire também a transmissão, que basicamente movimenta o veículo. Como as lâminas da turbina são curvas, implica que o fluido, que entra na turbina pela parte externa, tem que mudar de direção antes de sair pelo centro da mesma. Esta mudança de direção é o que causa a movimentação da turbina. Como a turbina causa a mudança na direção do fluido, o fluido causa o movimento da turbina.

Por fim, o fluido deixa a turbina movendo-se em direção contrária à da bomba (e do motor). Se o fluido atingir a bomba, irá conseqüentemente reduzir a velocidade do motor, causando perda de eficiência. O papel do estator é o de redirecionar o fluido que retorna da turbina antes que este encontre a bomba. Isto aumenta drasticamente a eficiência do conversor de torque.

13.5 - Princípios de Funcionamento do Conversor de Torque

O estator possui um perfil de lâminas bem agressivo, que reverte quase que

completamente a direção do fluido. Uma embreagem no interior do estator permite que ele gire em somente uma direção, pois conecta o estator a um eixo rígido da transmissão.

Desta forma o estator pode girar somente na direção contrária à do fluido, fazendo com que o fluido inverta sua direção ao atingir as lâminas do estator.

13.6 - Características do Conversor de Torque

A rotação da bomba pelo motor converte o torque fornecido pelo motor em energia hidro cinética, a qual é utilizada de forma a colocar em funcionamento a transmissão, de forma suave, e promover a multiplicação do torque fornecido pelo motor (HEISLER, 2002).

A multiplicação máxima de torque ocorre quando a diferença de velocidade entre a bomba e a turbina é máxima. Uma razão de 2:1 entre a saída e a entrada ocorre normalmente quando a saída é estacionária. Em tal situação a taxa de circulação do fluido encontrará um pico. Conseqüentemente, ocorre a máxima transferência de energia da bomba para a turbina e depois para o estator, retornando bomba.

13.7 - Curvas Características de Desempenho

À medida que a velocidade de saída da turbina aumenta, relativa à velocidade da bomba, a eficiência aumenta e a velocidade do fluido diminui e também a razão de torque até que a velocidade de circulação do fluido é tão baixa que permite somente uma razão de 1:1 entre saída e entrada. Neste ponto o torque de reação será nulo. Acima desta velocidade o estator é girado livremente. Isto oferece menos resistência para o fluido circulante e conseqüentemente produz um aumento na eficiência de acoplamento (HEISLER, 2002). Assim sendo, se a transmissão é carregada subitamente, a velocidade de saída da turbina irá reduzir, causando um aumento na circulação de fluido e conseqüentemente aumentando a taxa de multiplicação de torque, mas reduzindo a eficiência devido ao aumento da diferença de velocidade entre a entrada e saída, bomba e turbina respectivamente.

14 - Transmissões Automatizadas

Seu início foi com o Sistema Freechoice, em 1987 pela Ferrari, utilizado em 1989 na Fórmula um, dando tempo ao piloto pela troca de marcha.

Em 1994 foi para carros de passeio, só lançado em 2008 pela Ferrari, com o F355 em veículo de passeio. Depois na Alpha Romeo, a partir daí, seguiu-se em diversas aplicações em várias montadoras.

Nasceu chamado de câmbio robotizado, por ter um “robô” que faz a ação da troca de marchas.

Uma central eletrônica de injeção do motor conversa com a TCU (Unidade de Controle de Transmissão), que gerencia o motor, e outra o câmbio em função da ação do motorista e da condição do motor.

Depois de acionar a embreagem a TCU informa a ECU que a marcha foi trocada e a partir daí é só gerenciamento do motor que continua até a próxima marcha.

Tirada à parte mecânica, usa-se o kit hidráulico, com a unidade de potência, que fornece óleos em alta pressão para o funcionamento do sistema, o reservatório de óleo e o grupo de atuadores e sensores que informam a TCU que o óleo está na compressão correta, o sensor de engate, que informa a posição que estava para a posição que ficou, e o sensor de seleção, que informa a TCU que a seleção foi solicitada e executada.

Um conjunto de válvulas e pistões, com válvulas de seleção, que movimentam o eixo secundário que faz a seleção das marchas, e as válvulas de engate, faz o engate propriamente dito.

Podem diferenciar na disposição do câmbio, com três eixos, três níveis de troca de marcha e quatro níveis, deixando a ré num só eixo.

14.1 - Sistema Automatizado com Eletroválvulas.

Enquanto o câmbio automático troca as marchas por meio de um sistema composto por engrenagens e acionadas pelo pé do motorista, o câmbio automatizado utiliza um sistema eletrônico para ser acionado.

Na prática, o câmbio automatizado é um câmbio manual com uma diferença: ele tem dois pequenos robôs ou atuadores. Quando há a necessidade de troca da marcha, detectada pela central eletrônica, o primeiro atuador aciona a embreagem e o segundo direciona o garfo de mudanças para engrenar as marchas.

Como ele não tem o conversor de torque, presente nas transmissões automáticas, é mais barato. Geralmente a metade do valor cobrado pelo câmbio automático.

Se por um lado o automatizado possui um custo menor tanto na compra quanto na manutenção, por outro a grande reclamação é a falta de suavidade e os trancos dados pelo carro.

O sistema eletro-hidráulico de transmissão divide-se em dois grupos:

Grupo um, gera pressão hidráulica e mantém pressão no sistema e grupo dois, transfere esta pressão aos atuadores responsáveis pela seleção de marchas.

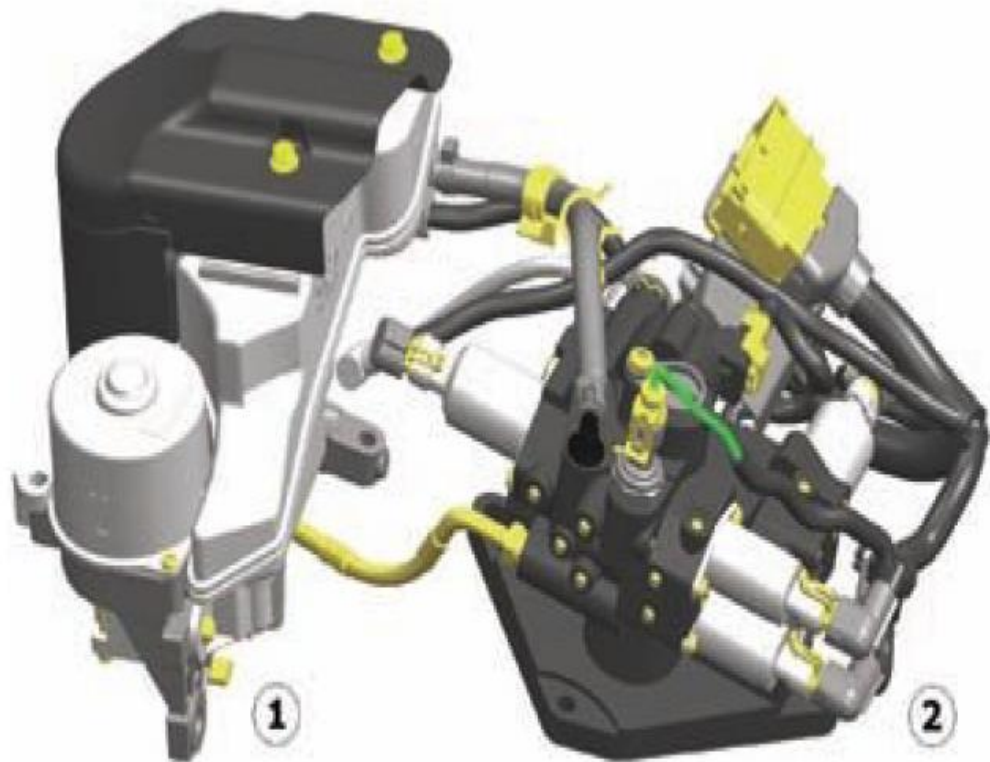


Figura 21: Sistema eletro hidráulico.

(Extraído de curso FIAT 2011)

14.2 - Atuadores de Embreagem

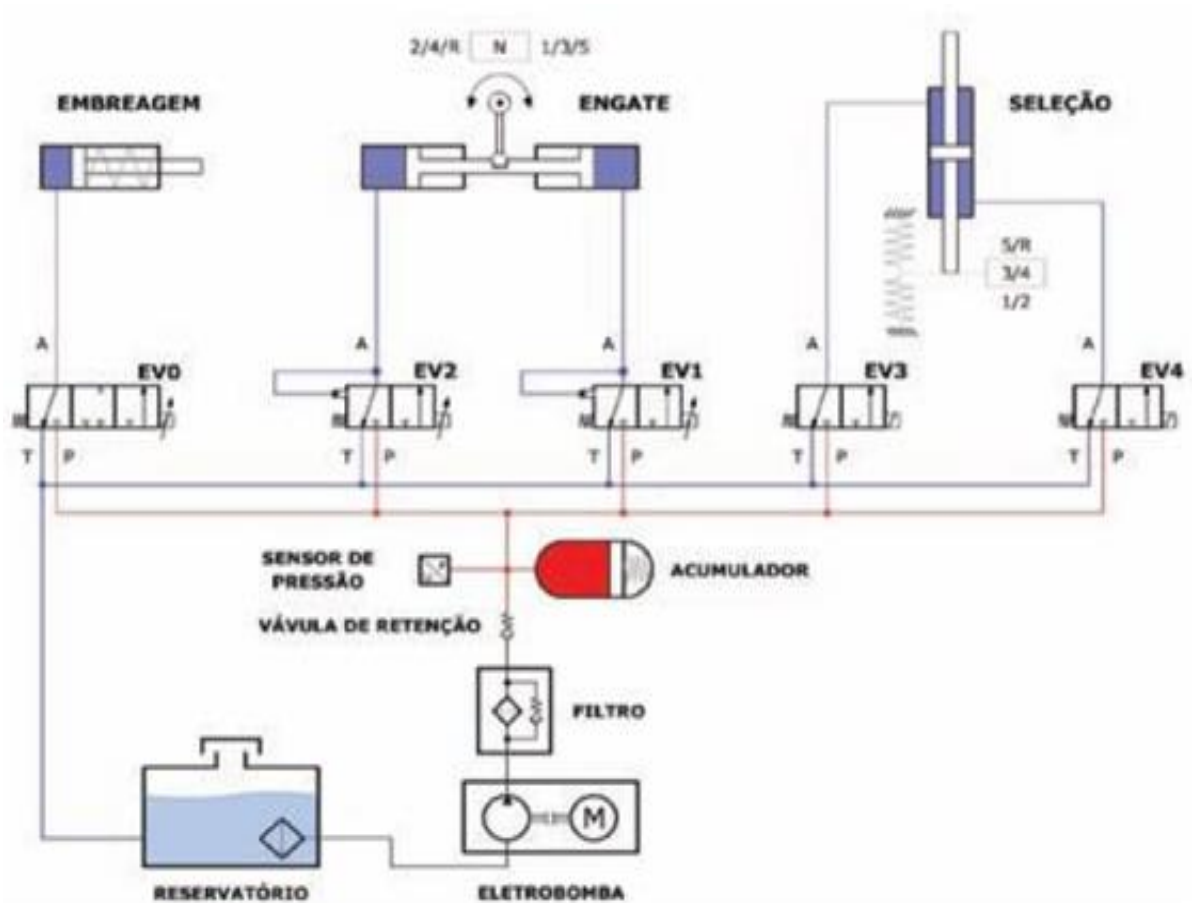


Figura 22: Atuador de embreagem.

(Extraído de curso FIAT 2011)

No grupo um eletrobomba de engrenagens, acumulador de pressão, reservatório de óleo e suporte de fixação, no grupo dois, as eletroválvulas EV0, EV1, EV2, EV3 e EV4.

14.3 - Câmbio Automatizado (Magneti Marelli)

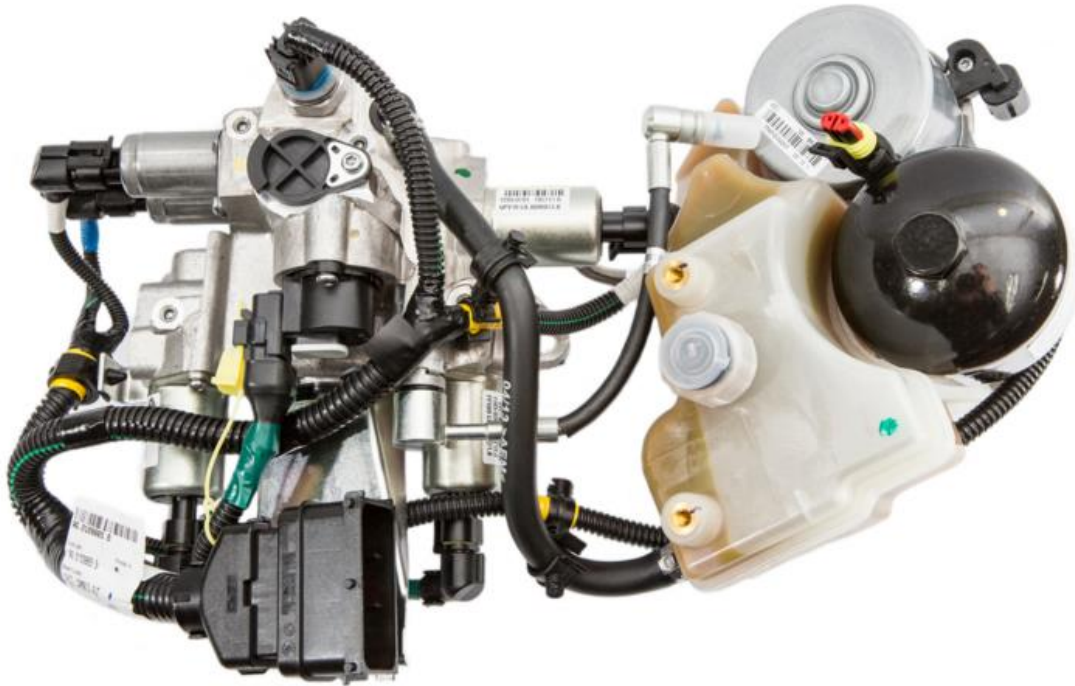


Figura 23: Câmbio automatizado da Magneti Marelli.

(Extraído de:

http://www.magnetimarelli.com/pt/sala_de_imprensa/noticias/magneti-marelli-cofap-aftermarket-lan%C3%A7a-o-c%C3%A2mbio-automatizado-no-mercado, acessado 01/11/2015 as 13h40).

Transmissão manual automatizada (AMT, também chamado Freechoice) da Magneti Marelli é um mecanismo eletro-hidráulico para automatizar transmissão manual. Combina o conforto de utilização com uma redução no consumo, e pode ser aplicado a qualquer tipo de transmissão, com os custos de produção que são, conseqüentemente, mais baixas em comparação com transmissões automáticas tradicionais.

AMT é baseada numa unidade de controlo eletrônico e um sistema hidráulico, que supervisionam a utilização da embreagem e a mudança de velocidades, que permite ao condutor para mudar a engrenagem sem utilizar a embreagem, quer sequencialmente ou totalmente automática.

O dispositivo de Magneti Marelli opera na transmissão manual de um carro, do mesmo modo como o condutor iria: ele abre e fecha a embreagem, engata e desengata as

engrenagens e, quando necessário, também controla a escolha de transmissão (automático ou sequencial modo da mudança de velocidade).

Estes três movimentos de controle são assegurados por três atuadores hidráulicos específicos, controlados por eletroválvulas hidráulicas.

Todos os componentes da unidade hidráulica reunidos em um único kit. Ele é entregue ao fabricante de automóveis selado e pronto para ser instalado na caixa de velocidades. Uma vez montado na caixa de velocidades, o kit hidráulico interage mecanicamente com o veio de acionamento da engrenagem.

O coração e a inteligência do sistema de comando do aparelho são o TCU (Unidade de Controle de Transmissão). Levando-se em conta os requisitos de habilitação e as condições de funcionamento do veículo, ele gerencia as mudanças de velocidade, controlando a embreagem, as engrenagens e o motor.

Graças à otimização eletrônica da mudança de marcha e o acoplamento com o controle motor significa que a AMT é capaz de garantir um menor consumo de um carro com transmissão manual: menor consumo também significa menos emissões, especialmente de CO₂. Em alguns das melhores aplicações do AMT em automóveis de produção em massa, uma redução de 5 % no consumo de combustível foi registrada em relação à versão da transmissão automática dos mesmos veículos, bem como a redução das emissões igual a 5 g / km de CO₂.

A mais recente geração de AMT é conhecida como “mechatronic”, como para o primeiro tempo, que combina a parte de controle eletrônico e da parte de acionamento hidráulico da transmissão de um único estojo.

14.4 - Componentes no Sistema de Troca de Marcha para o Motorista

+ (Up) – Engata a próxima marcha.

- (down) – Reduz a marcha

D – Carro faz as trocas de marcha automática.

M – Motorista controla a sequência das marchas

N - (Neutro)

R - (Ré)

S - (normal ou *Sport*)

Vantagens do sistema são:

Maior segurança para o motorista e para o veículo, melhor rendimento de combustível, redução do nível de tensão do motorista, redução de peso e espaço para instalação (este último comparado ao câmbio automático).

15 - Sistemas Automatizados em Veículos Comerciais

Existem dois tipos de sistemas automatizados, o eletro hidráulico, que é amplamente utilizado em veículos de passeio e em veículos comerciais de até médio porte, já explicado anteriormente, e existe o sistema pneumático, utilizado em veículos comerciais pesados e extrapesado, muito mais utilizado em outros países que não o Brasil. Por dois motivos são aplicados em veículos comerciais, o primeiro é por o veículo já apresentar um sistema de circulação de ar e o segundo é que é um sistema caro, e como veículos pesado e extrapesado já tem um custo elevado, inserir o valor de um sistema pneumático não seria o maior problema, porém em veículos de médio e pequeno porte seria um problema por aumentar significativamente o valor final. Também podem ser aplicados em ônibus, mas, no Brasil, esse sistema não está tão em uso devido ao custo.

15.1 - Funcionamento

Diferente da transmissão com eletroválvulas, a transmissão pneumática não tem o motor nem o atuador de embreagem, mas tem basicamente o mesmo princípio

15.2 - Tendência

Os sistemas automatizados tendem mundialmente se tornar pneumáticos e perder os anéis sincronizadores entre as engrenagens, sem elas, há mais espaço para ampliar as engrenagens, o que dará maior torque ao sistema, proporcionando mais força.

16 - Sistema de Transmissão Automática

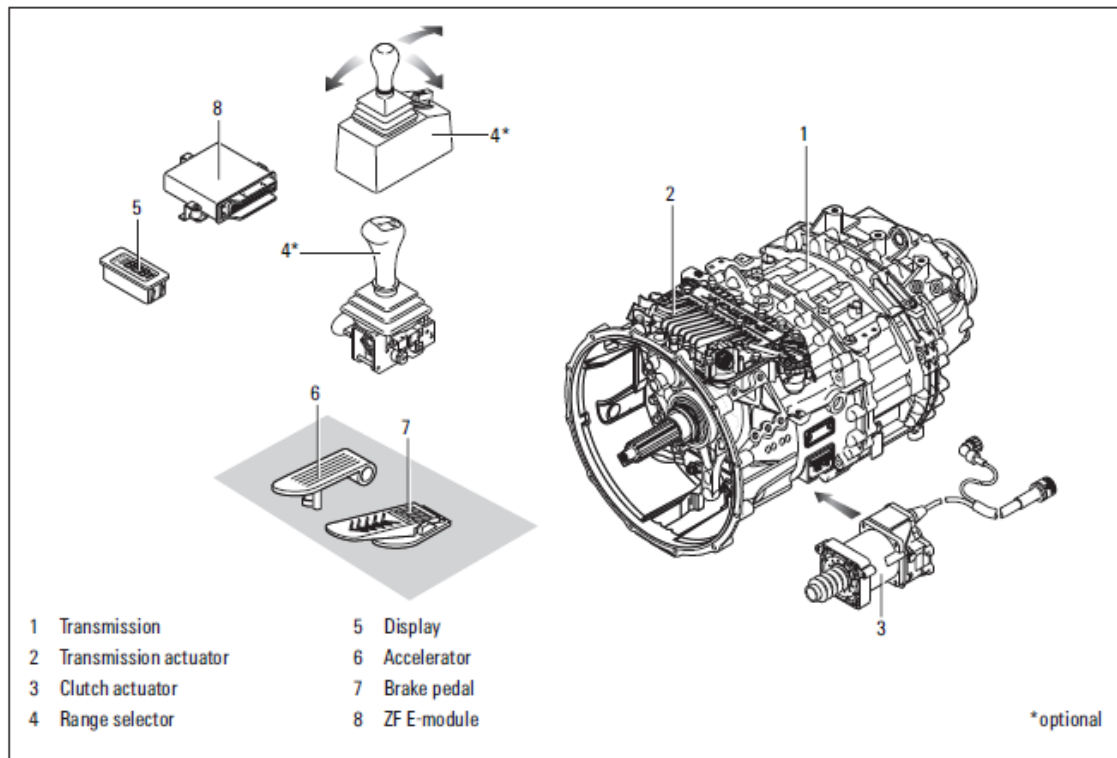


Figura 24: Sistema Completo de transmissão.

(Extraído de: <http://pt.slideshare.net/Henriquecarvalho/manual-de-reparao-cambio-automatico-httpunidadeinjetorablogspotcombr>, acessado 01/11/2015 as 13h50).

Este modelo, quando integrado no sistema de veículo, não precisa mais de seus próprios periférico e em vez disso usa os sistemas do veículo, como eletrônica do motor, com o pedal do acelerador e pedal de freio, sistema de freio eletrônico com sensores de velocidade das rodas, etc. É integrado no veículo globalmente através do barramento CAN.

17 - Transmissão Continuamente Variável

Uma Transmissão Continuamente Variável (CVT) é um dispositivo de transmissão de potência, no qual a relação de velocidades pode ser mudada de maneira contínua. Uma CVT transmite potência sem as descontinuidades típicas das transmissões manuais, de forma a evitar mudanças brutas no torque e na velocidade de saída e, é especialmente útil onde certo número fixo de relações de transmissão não é adequado para realizar a função desejada.

Diferentes conceitos de CVT's têm aparecido, e podem ser amplamente divididos em categorias tais como: CVT's de Fricção, CVT's de Tração.

Neste trabalho dar-se-á ênfase as CVT's de Tração.

As CVT's vêm ganhando mercado e têm sido muito empregadas principalmente na área automotiva, para reduzir o consumo de combustível, diminuir a emissão de poluentes no ar e também para maximizar a dirigibilidade e o conforto. Vêm chamando a atenção sobre sua eficiência e despertando um crescente interesse para estudos de suas propriedades e comportamentos dinâmicos, e também para o desenvolvimento de novos projetos visando sempre à otimização dos recursos disponíveis.

17.1 - Funcionamentos de uma Transmissão CVT

Transmissões Continuamente Variáveis (CVT) são transmissões conversoras de torque e velocidade cuja relação pode ser variada continuamente sem interromper o fluxo de energia. Em combinação com um controle inteligente de motor/transmissão, é possível explorar através das transmissões continuamente variáveis a curva característica de desempenho do motor mais plenamente.

As transmissões continuamente variáveis utilizadas em carros de passageiros de produção em massa são quase exclusivamente de polia. A componente central da polia de transmissão é o variador.

Consistem principalmente de discos cônicos e uma correia. A potência é transmitida por atrito ao longo da correia, que corre entre dois discos cônicos axialmente ajustáveis. Através do ajuste axial dos discos cônicos, a correia roda em diâmetros variáveis, infinitamente, variando a proporção de acordo com a Figura:

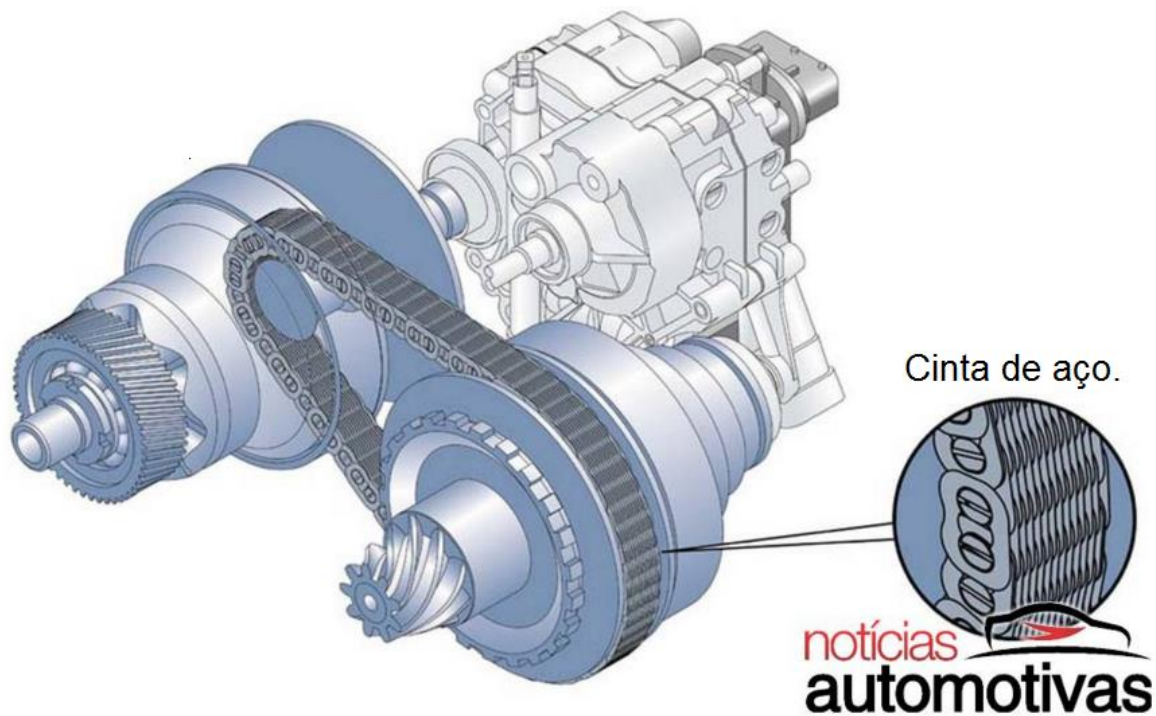


Figura 25: Transmissão CVT.

(Extraído de: <http://www.noticiasautomotivas.com.br/audi-enfrenta-problemas-com-transmissao-multitronic-na-alemanha/>, acessado 01/11/2015 as 13h50).

O variador de polia variável é fácil de manusear, devido ao volante utilizado para o comando, sendo esta variação contínua na rotação. O controle do comando de velocidade deverá ser utilizado apenas com o variador em funcionamento. Sua simplicidade na construção facilita a manutenção, necessitando de pouca lubrificação. Outro fator decisivo é a facilidade de ajustamento na instalação, uma vez que o variador de velocidades pode ser montado em várias posições (ângulos).

Em um CVT, “as trocas de marchas” são executadas através de um variador com reposicionamento axial de um par de discos de formato cônico entre o qual uma corrente ou correia transfere torque. A tendência do mercado no sentido de maior desempenho e o desenvolvimento de motores diesel de torque elevado aumentou a necessidade da superação das limitações de transmissão de torque do CVT. Isto levou ao desenvolvimento de correias mais fortes e a aplicação de correntes em CVT’s capazes de transmitir até 350 N.m.

As CVT oferecem vantagens para configurações de linhas de transmissões longitudinais dianteiras. O espaço necessário entre a árvore de manivelas e a unidade transaxial é ocupado pelo variador. Isto resulta em um desenho relativamente direto com um

elemento de partida (conversor de torque), conjunto planetário reverso e estágio de marchas para adaptação da transmissão, variador e eixo transaxial integrado. A maior desvantagem deste tipo de transmissão ainda é a sua limitada capacidade de torque.

As principais razões para adoção de CVT em veículos de linha de transmissão transversal dianteira em conjunto com motores de 4 e 6 cilindros com capacidade volumétrica de 1.8 l a 2.8 l, é a grande capacidade de economia de combustível, a redução do nível de emissões de gases poluentes, assim como, preencher a expectativa dos consumidores por veículos com transmissões automáticas confortáveis.

Os parâmetros principais para avaliação dos diferentes tipos de transmissão para a determinação de sua aplicação preferencial são: consumo de combustível, emissões de gases, ruído, desempenho, conforto ao dirigir e nas trocas de marcha, espaço, massa e custos de produção.

Linhas de transmissão padrão			
Torque	Transmissão Manual	Transmissão Automática	
<180 N.m	5 Velocidades	5 e 6 Velocidades	
180 – 350 N.m	6 Velocidades	6 Velocidades	
> 350 N.m	6 Velocidades	6 Velocidades	
Linhas de transmissão longitudinais dianteiras e traseiras			
Torque	Transmissão Manual	Transmissão Automática	
<180 N.m	5 Velocidades	TCV	
180 – 350 N.m	6 Velocidades	TCV	
> 350 N.m	6 Velocidades	6 Velocidades	
Linhas de transmissão transversais dianteiras e traseiras			
Torque	Transmissão Manual	Transmissão Manual Automatizada	Transmissão Automática
<180 N.m	5 Velocidades	5 Velocidades	TCV
180 – 350 N.m	5 Velocidades	-	TCV
> 350 N.m	-	-	5 e 6 Velocidades

Figura 26: Sistemas de transmissão preferenciais

(WAGNER, 2001).

17.2 - CVT para Motores Longitudinais

Transmissões longitudinais de cinco velocidades tornaram-se o padrão para motores longitudinais, embora exista uma tendência clara para transmissões com mais velocidades. Para este caso existe ainda a possibilidade da aplicação do sistema de transmissão de embreagem dupla.

As CVT não irão progredir em configurações padrões devido as suas desvantagens de instalação e limitação de torque. No entanto as vantagens que os CVT's oferecem em gastos de instalação, massa, custo de fabricação irão significar um aumento do número de aplicações em veículos com linha de transmissão longitudinal dianteiro e traseiro possuindo menos que 350 N.m de torque.

17.3 - CVT para Motores Transversais

A maioria dos veículos com linha de transmissão transversal dianteiro possuem transmissões manuais de 5 marchas. Em veículos sensíveis ao custo, mini, pequenos e médios com motores de 1.1 até 1.8l, os quais a demanda por conforto não é tão grande como em outros segmentos, o sistema TMA oferece a possibilidade de redução de consumo e emissão de gases sem limitar o desempenho do veículo. Sistemas *shift-by-wire* com motores elétricos irão prevalecer devido a questões de custo e instalação.

Transmissões automáticas para aplicações requerendo menos que 180 N.m não serão amplamente utilizadas devido a questões de custo, perda de eficiência e desempenho.

Esta visão muda para veículos de classe superior com linha de transmissão transversal dianteira. Para atender a demanda por maior conforto, mais transmissões automáticas serão utilizadas.

As CVT serão aplicadas predominantemente na faixa de médio torque, entre 180 e 350 N.m. Eles oferecem conforto ótimo ao dirigir em conjunto com bom consumo de combustível e desempenho.

No futuro, ambas, transmissões automáticas de seis velocidades e transmissões manuais também de 6 velocidades serão utilizadas em grande escala. O uso de CVT irá se ampliar para linhas de transmissões transversais dianteiras. Na aplicação de transmissões manuais, as de cinco velocidades irão predominar nas aplicações com linha de transmissão transversal dianteira e o grau de automatização irá aumentar. Para motores com torque inferior a 180 N.m a preferência será da aplicação de transmissões manuais automatizadas.

A faixa até 350 N.m será coberta predominantemente por CVT, enquanto transmissões automáticas de cinco e seis velocidades serão utilizadas no segmento acima de 350 N.m para instalações transversais.

18 - Transmissões de Dupla Embreagem (Dual Clutch)

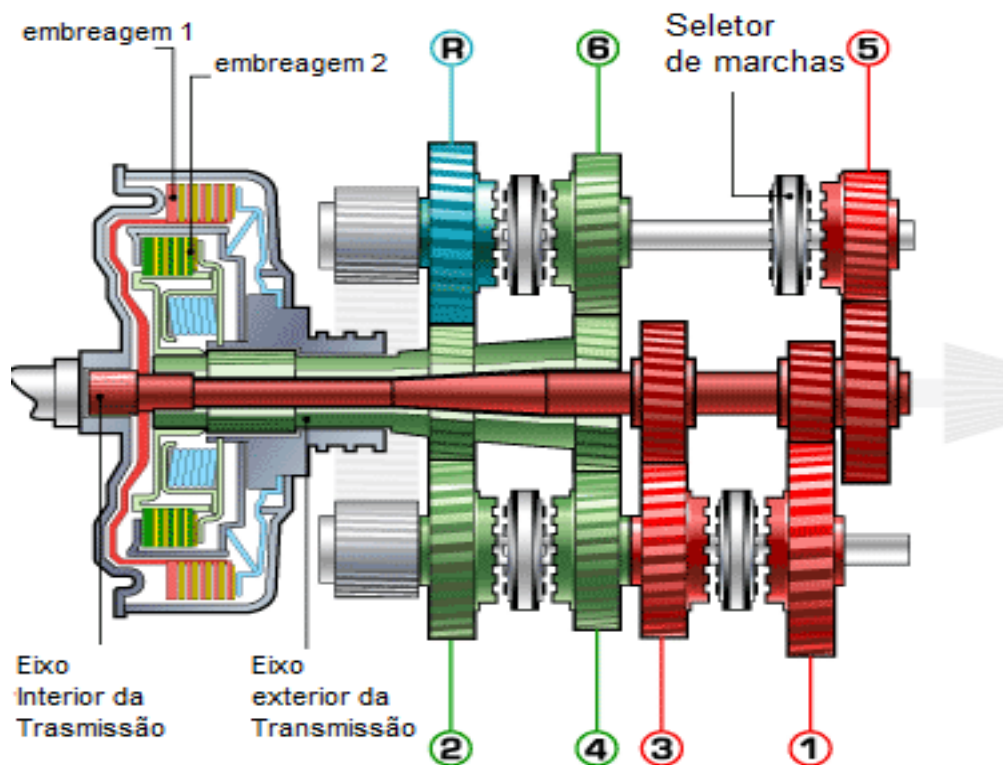


Figura 27: Dupla embreagem.

(Extraído de: <http://auto.howstuffworks.com/dual-clutch>, acessado 01/11/2015 as 14h00).

A maioria das pessoas sabe que os carros vêm com dois tipos de transmissões básicas: Manuais, que exige do motorista o acionamento do pedal da embreagem para troca de marchas, e automáticas, que fazem todo o trabalho de troca de marcha para os motoristas utilizando um conversor de torque e conjuntos de engrenagens planetárias. Existe hoje no mercado uma tecnologia que fica entre os dois tipos citados acima, a transmissão de dupla embreagem, também chamado de transmissão semiautomática.

No mundo dos carros de corrida, transmissões de dupla embreagem já são aplicadas há alguns anos. Mas no mundo de veículos de produção, é uma tecnologia relativamente nova que está sendo definida por um projeto muito específico conhecido como o de dupla embreagem, ou de deslocamento direto, caixa de velocidades.

A transmissão de dupla embreagem oferece a função de duas caixas de velocidades manuais em uma. Para entender o que isso significa, é útil para rever como uma caixa de câmbio manual convencional funciona. Quando um motorista quer mudar de uma

marcha para outra em um carro padrão, ele pressiona primeiro o pedal da embreagem. Isso opera uma única embreagem, que desliga o motor da caixa de câmbio e interrompe o fluxo de energia para a transmissão. Em seguida, o motorista usa a alavanca de câmbio para escolher uma nova marcha, um processo que envolve a transferência de um conjunto de dentes de uma roda de engrenagem para outra roda de engrenagem de um tamanho diferente. Uma vez que a nova marcha está engatada, o motorista solta o pedal da embreagem, o que liga o motor à caixa de câmbio e transmite a potência para as rodas.

Assim, em uma transmissão manual convencional, não há um fluxo contínuo de alimentação a partir do motor para as rodas. Em vez disso, nas mudanças de entrega de torque há uma perda durante a troca de marcha, causando um fenômeno conhecido como "interrupção de torque". Para um motorista não qualificado, isso pode resultar em passageiros que estão sendo jogados para frente e para trás novamente como engrenagens são alteradas.

A caixa de câmbio de dupla embreagem, por outro lado, usa duas embreagens, mas não tem pedal de embreagem. Em uma transmissão Dual Cluth, no entanto, as embreagens funcionam de forma independente. Uma embreagem controla as marchas ímpares (primeira, terceira, quinta e reverso), enquanto a outra controla as marchas pares (segunda, quarta e sexta). Usando este arranjo, as engrenagens podem ser alteradas sem interromper o fluxo de potência do motor para a transmissão.

18.1 - Os Eixos de Transmissão de Dupla Embreagem

Uma de duas partes eixo de transmissão está no coração de um Dual Cluth. Ao contrário de uma caixa de câmbio manual convencional, que abriga todas as suas engrenagens em um único eixo de entrada, o Dual Cluth divide marchas pares e ímpares em dois eixos de entrada. O eixo externo é escavado, abrindo espaço para um eixo interno, que está à linhada dentro. O eixo oco exterior alimenta segunda e quarta engrenagens, enquanto que a haste interna alimenta primeiro, terceiro e quinto.

O diagrama abaixo mostra este arranjo para um típico Dual Cluth de cinco velocidades. Observe que uma controla a troca de embreagem segunda e quarta marchas, enquanto a outra embreagem controla a terceira e quinta marcha. Esse é o truque que permite mudanças de velocidade rápida e mantém constante o fornecimento

de energia. A transmissão manual padrão não faz isso porque usa a mesma embreagem para todas as marchas pares e ímpares.

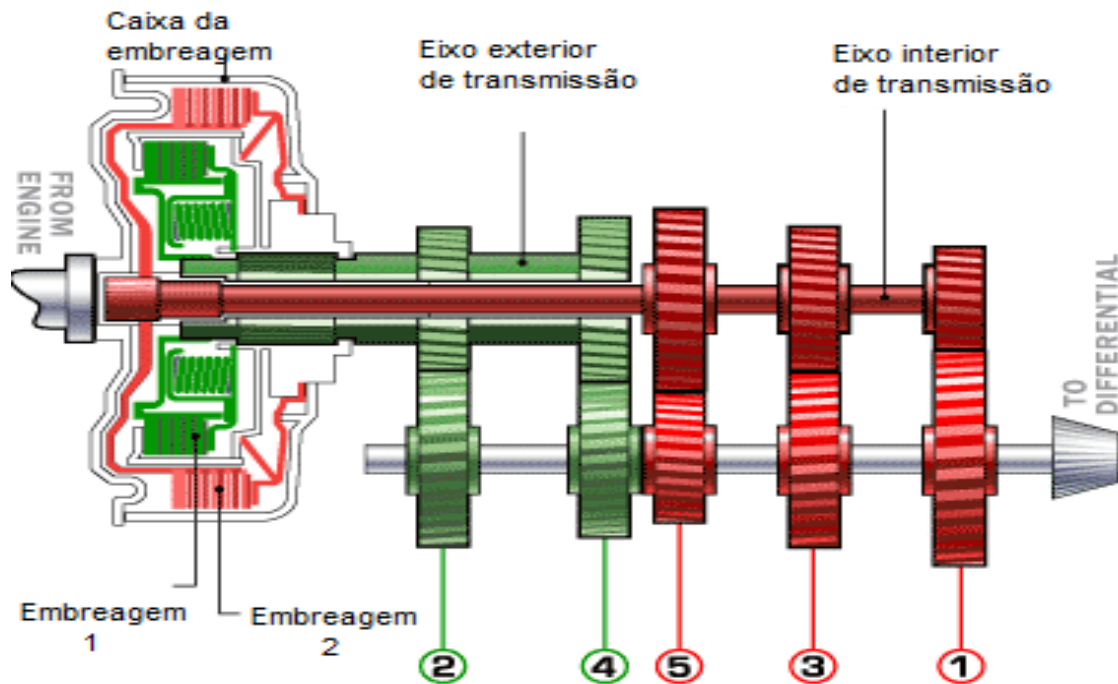


Figura 28: Eixo de Transmissão Dupla Embreagem.

(Extraído de: <http://auto.howstuffworks.com/dual-clutch>, acessado 01/11/2015 as 14h00)

Porque uma transmissão de dupla embreagem é semelhante a um automático, você pode pensar que ela requer um conversor de torque. Um Dual Cluth, no entanto, não exige conversores de torque. Em vez disso, atualmente, usam uma embreagem "úmida" que é aquela que banha os componentes de embreagem no fluido lubrificante para reduzir a fricção e limitar a produção de calor. Vários fabricantes estão desenvolvendo Dual Cluth's que usam embreagens secas, como aquelas geralmente associadas a transmissões manuais, mas todos os veículos de produção equipados com Dual Cluth hoje usam a versão molhada.

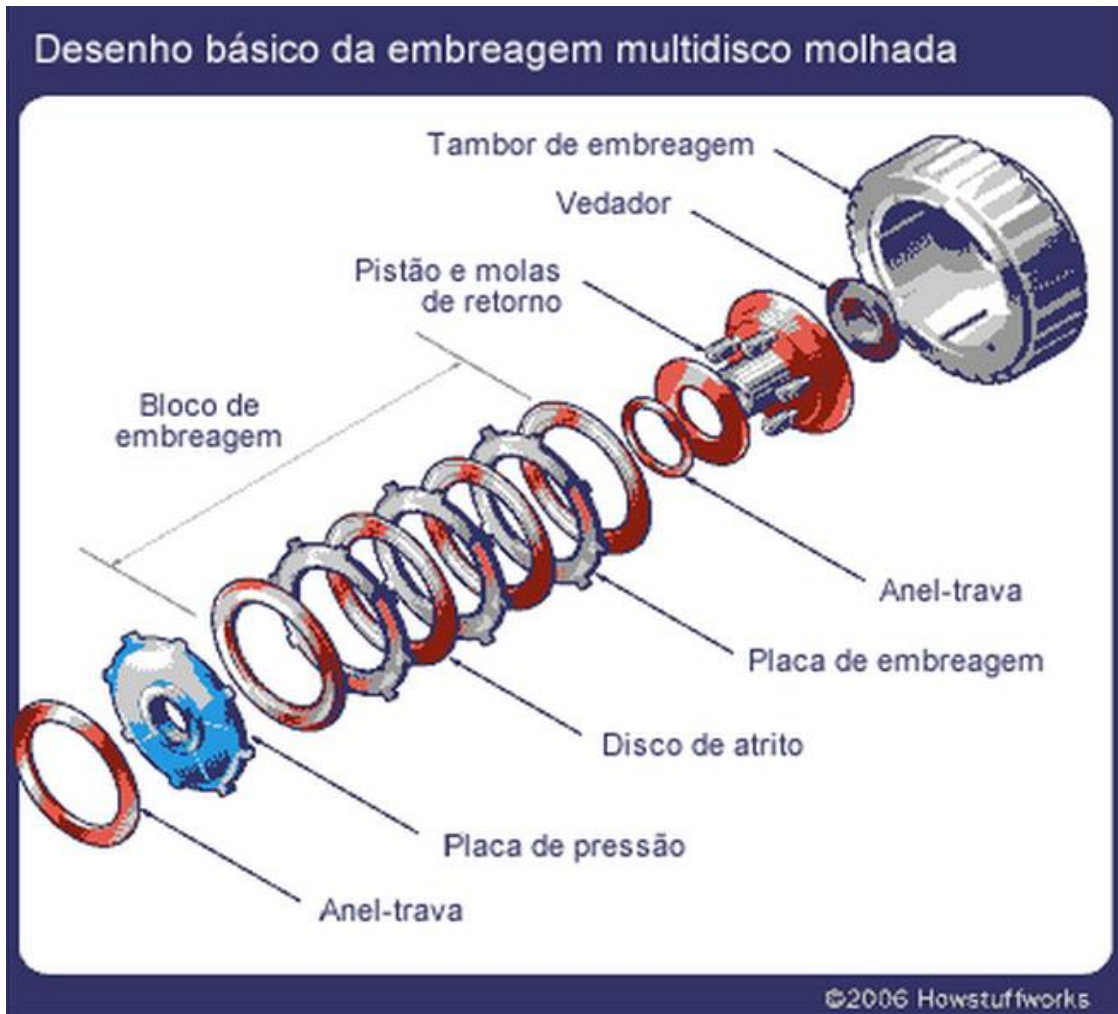


Figura 29: Conjunto de anéis de multi-placa da dupla embreagem.

(Extraído de: <http://auto.howstuffworks.com/dual-clutch>, acessado 01/11/2015 as 14h00).

Como os conversores de torque, o conjunto de multi-placa de embreagens molhadas é usado para fornecer pressão hidráulica para acionar as marchas. O fluido faz o seu trabalho no interior do êmbolo da embreagem. Quando a embreagem está engatada, a pressão hidráulica no interior do atuador força um conjunto de molas helicoidais em parte, o que empurra uma série de discos de embreagem empilhados e discos de fricção contra uma placa de pressão fixa. Os discos de fricção têm dentes internos que são dimensionados e moldados para engrenar com as estrias sobre o tambor da embreagem. Por sua vez, o tambor está ligado ao conjunto de engrenagens que vai receber a força de transferência.

Para desengatar a embreagem, a pressão do fluido no interior do êmbolo é diminuída, isso permite que as molas do atuador sejam liberadas, o que facilita a pressão sobre o bloco e placa de pressão da embreagem.

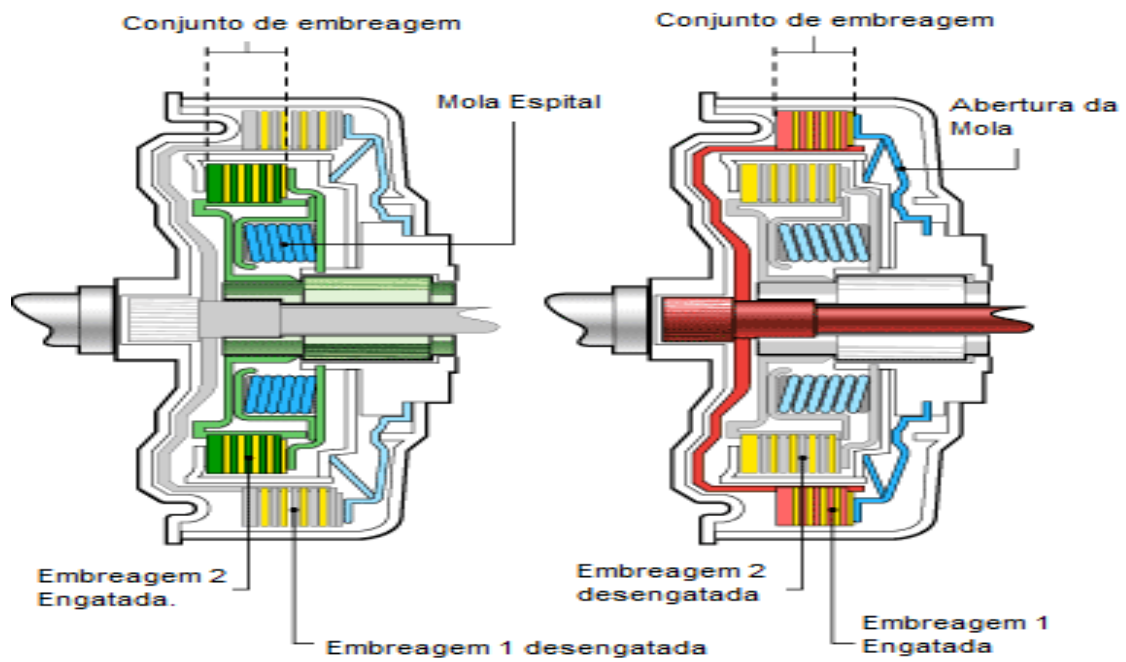


Figura 30: Conjunto de acionamento da dupla embreagem.

(Extraído de: <http://auto.howstuffworks.com/dual-clutch>, acessado 01/11/2015 as 14h00).

19 - Comparativo entre os diversos sistemas

Vantagens do Câmbio Manual

Transmite mais esportividade, é melhor nas ultrapassagens e há grande oferta de peças de reposição. Apesar de possuir manutenção mais em conta, quando mal usado, exige mais manutenção do que outros tipos de transmissão. Também exige mais do condutor (é mais cansativo) e o uso incorreto das marchas pode ocasionar aumento de consumo, queima da embreagem e prejuízo ao motor. Ideal para pessoas que moram em lugares onde não há muito congestionamento e que têm prazer em dirigir.

O câmbio automático possui estrutura complexa e é mais caro, sendo gerenciado pelo conversor de torque. Já o automatizado (com mono ou dupla embreagem) é mais simples, com estrutura próxima a do modelo mecânico, porém, controlada por módulo eletrônico e atuadores hidráulicos.

Automático X Automatizado

No sistema de transmissão automática o principal diferencial está na concepção interna. No câmbio automático, a transmissão de movimento do motor para o câmbio é realizada por meio do conversor de torque. As mudanças de marchas são realizadas por pressão hidráulica e controladas pelo módulo eletrônico e corpo de válvulas, atuando em pacotes de embreagens e freios, variando assim as possíveis relações das engrenagens internas.

Já no câmbio automatizado, sua concepção interna é semelhante ao câmbio mecânico (manual) convencional, onde as trocas de marchas são controladas por um módulo eletrônico e atuadores hidráulicos. A transmissão de movimento do motor é intermediada pela embreagem, também controlada eletronicamente e acionada por atuadores hidráulicos.

Vantagens do Automático e Automatizado em Relação à Transmissão Manual

Mudanças suaves de marchas. Seleção automática das velocidades apropriadas às condições da condução. Redução da fadiga ao dirigir. Ambos impedem que o conjunto motriz fique sobrecarregado. Ambos aumentam a vida útil dos componentes da transmissão. O motorista consegue direcionar mais atenção ao trânsito.

Vantagens do Câmbio Automático

Podem proporcionar uma saída e a mudança de marchas mais suaves devido ao conversor de torque e programação do módulo. No arranque do veículo em subidas, dependendo da inclinação, o câmbio proporciona um movimento contínuo para frente. Possui maior durabilidade, é mais confortável e seguro. Por outro lado, a manutenção é mais cara e o gasto de combustível é maior do que a transmissão manual e automatizada. Na ladeira, o carro pode ser retido acionando apenas o acelerador. Exige troca periódica do filtro e do óleo do câmbio, além de mão de obra especializada.

Vantagens do Câmbio Automatizado

Possui menor complexidade interna, podendo ter uma manutenção mais barata, onde a ocorrência mais comum é a troca da embreagem. Por ser mais leve, pode ser usado em veículos com motores menores e assim proporcionar um consumo de combustível menor.

É uma opção mais em conta que a transmissão automática, fica no meio do caminho entre o câmbio manual e o automático. É voltado para carros compactos e médios, onde não há aumento de consumo e nem perda de potência. São câmbios manuais, porém, a embreagem é acionada por comando eletrônico dispensando o pedal de embreagem. O condutor tem total autonomia na escolha da marcha que será utilizada. Uma das principais reclamações dos proprietários de veículos com esse tipo de câmbio são os famosos trancos. Ele também não rende muito nas subidas, principalmente quando está cheio. Vale lembrar que ele é automatizado e não automático. Em veículos de luxo, com transmissão automatizada, há ainda a opção de sistema de dupla embreagem. É o preferido de muitas pessoas por transmitir conforto e esportividade ao mesmo tempo.

Desvantagens do Câmbio Automático

Devido à maior complexidade interna, pode ter uma manutenção mais cara e realizada somente em oficinas especializadas. O preço do componente também pode ser mais elevado.

Mais pesado, o automático geralmente acompanha veículos com motores maiores e conseqüentemente gerando consumo maior de combustível. Porém, isso não é uma regra. Dependendo do modelo de transmissão do veículo, quanto maior o número de relações de marchas, ele pode até beneficiar a relação de consumo. .

Desvantagens do Câmbio Automatizado

Dependendo da programação da transmissão, o câmbio automatizado pode gerar solavancos nas trocas de marchas. Em subidas, pode haver retorno do veículo dependendo de sua inclinação e até o acoplamento total da embreagem.

Porém, alguns modelos já possuem sistema integrado com os freios que só permitem que sejam liberados após a ativação do acelerador.

Diferenças de Câmbio Mecânico e Câmbio Automatizado

O kit hidráulico e o comando de embreagem diferem do câmbio mecânico que tem um cabo e alavanca.

Como todo sistema comandado eletronicamente, faz-se a diagnose de como se comporta o sistema, se há anomalias, se tem, ela aparece no computador de bordo.

Manutenção igual ao mecânico, em relação a embreagem e ao câmbio propriamente ditos.

Em relação ao óleo, quase não precisa, mas, em caso de manutenção, cuidado com as válvulas, não é previsto a troca delas devido a contaminação, se precisar de troca, troca se o kit inteiro.

A caixa deve durar mais porque as trocas são feitas sempre com a mesma precisão, sempre do mesmo modo, tirando a variável motorista, e quando precisar de manutenção, aparece no computador de bordo.

Parado na posição drive por muito tempo, a embreagem fica aberta, depois de certo tempo o carro dá um aviso, forçando o rolamento e todas as molas do sistema, pode ocorrer vazamento de óleo. E se houver falha, o veículo fica em primeira ou segunda marcha apenas para o condutor poder chegar até o socorro.

Vantagens do Sistema CVT

Ao invés de engrenagens são usadas polias que tornam a troca de marcha imperceptível e o torque do motor é mais bem aproveitado. Proporciona conforto e desempenho. É a transmissão com o custo mais alto. Também é necessária a troca regular do filtro e óleo do câmbio.

Tabela Resumindo os Sistemas

Tipo	Descrição	Vantagem	Desvantagem
Manual	Sistema puramente mecânico. Atua sobre dependência do condutor e possui pedal de embreagem	Simples e barato	Gera desconforto aos passageiros e maior consumo de combustível dependendo da forma que é utilizada
Automática	Utiliza conversor de torque para transferir a força do motor para as rodas e um sistema (eletro) hidráulico aciona as engrenagens planetárias, sempre conectadas entre si	Oferece maior conforto ao dirigir	Possui o maior valor entre todos os sistemas de transmissão e sua manutenção também é mais cara
Automatizada	Possui um dispositivo eletromecânico que aciona a embreagem e ainda faz as trocas de modo automático	Mais barata que um sistema automático. Oferecem melhor tempo de resposta nas mudanças de marchas, já que não se é necessário encontrar a posição de cada velocidade ao engatar	Em caso de manutenção, troca-se o kit inteiro. Não rende muito em subidas.
CVT	Possui uma correia de aço e duas polias, que alteram seu diâmetro. Assim, o dispositivo oferece uma variação contínua de velocidades, tornando infinitas as marchas	Rodar suave e a economia	É a transmissão com o custo mais alto. Também é necessária a troca regular do filtro e óleo do câmbio
Dual Clutch	Possui duas embreagens (interna e externa), que permitem trocas de marchas quase sem perda de giro do motor	Mudanças mais suaves, e melhor desempenho do veículo	Custo elevado

20 - Perspectivas do Mercado Mundial

As indústrias automotivas trabalham arduamente e investem para melhorias atreladas ao desenvolvimento. Para alcançar a melhoria da eficiência dos veículos, as indústrias automobilísticas apostam em melhorias no sistema de injeção, comando de válvulas, híbridos e diversidade em sistemas de transmissões ao qual está sendo abordado nesta tese. Conforme Naunheimer et al. (2010, p.68) “Os requisitos de transmissão veicular foram descritos para: aumentar a confiabilidade operacional e funcionalidade, maior facilidade de operação, vida útil crescente e confiabilidade, reduzir os custos de reparação, aumento do conforto, redução de peso e espaço de instalação, aumento da eficiência e redução do consumo e emissões. ” A aceitação do projeto de transmissão em diferentes mercados, dependem muito da legislação e regulamentação vigentes em cada país o que causa peculiaridades quanto à tipo de transmissão mais utilizadas em cada região. Abaixo o quadro com estimativas percentuais por regiões. Na Europa é notável o domínio das transmissões manuais (MT), todavia mercado europeu vem dando abertura aos demais sistemas como CVT, dupla embreagem (Dual Cluth), automatizados (AMT), automáticos (AT) e híbridos, reduzindo o uso de MT. No Nafta (grupo econômico que tem como países participantes os Estados Unidos, Canadá e México), a predominância dá-se ao sistema automático (AT), e mesmo com redução nesta produção estima-se em 2015 ao menos 75% dos veículos estejam equipados com sistema AT. O Nafta é o segundo grupo que mais investe em Dual Cluth e CVT. No Japão prevalece na grande maioria dos veículos o câmbio AT, porém atentando às legislações e protocolos, é o país que se sobressai em percentual em investimentos em novos sistemas, conforme tabela 20% CVT, 10% Dual Cluth e 9% híbridos, ao qual estão previstos para o ano de 2015.

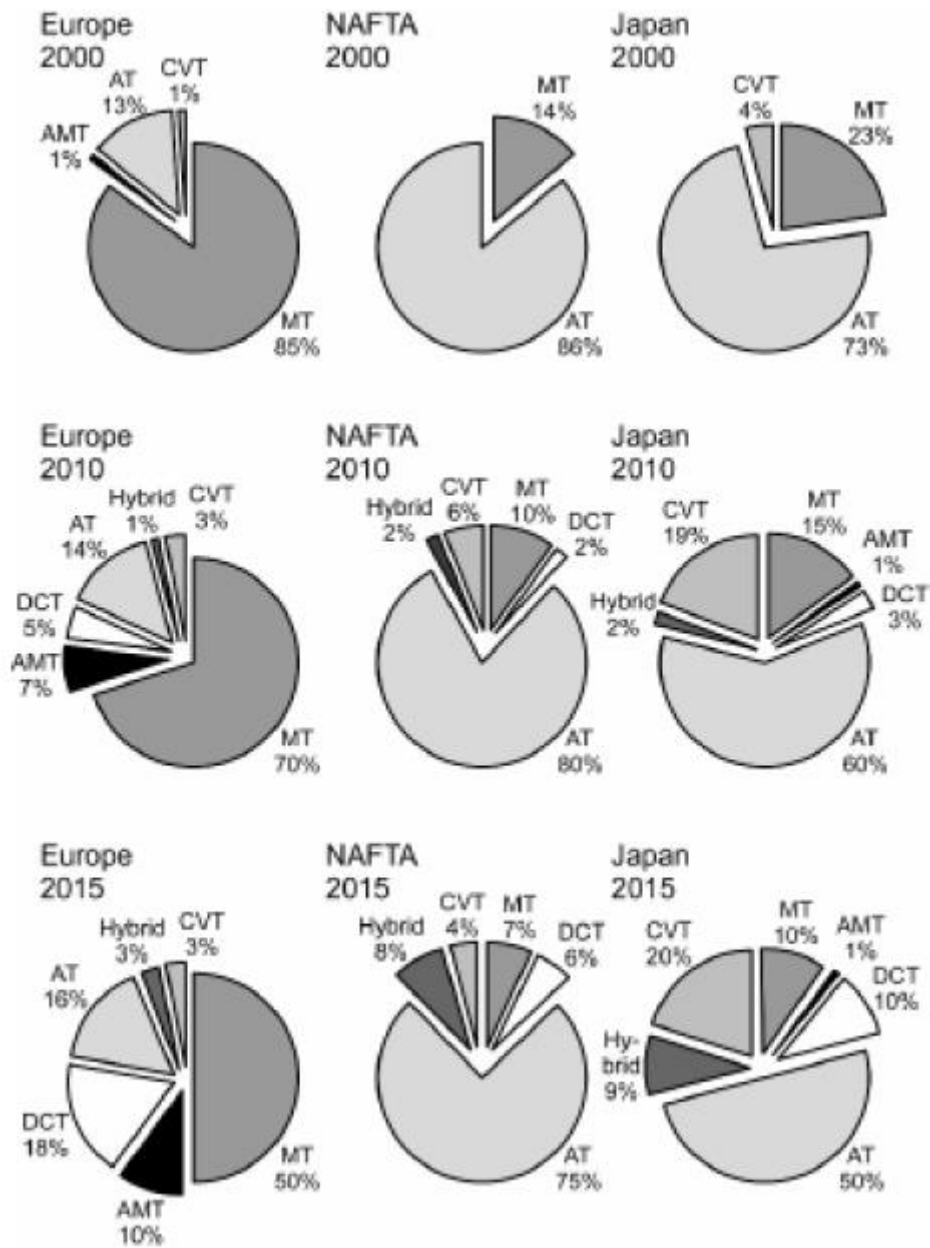


Figura 31: Perspectiva de mercado para transmissões.

(Extraído de NAUNHEIMER et al., 2010)

20.1 - Sistemas mais empregados no Brasil atualmente

VOLKSWAGEN

Modelo do Veículo	Tipo de Transmissão
Up	Manual e Automotizada
Gol	Manual e Automotizada
Voyage	Manual e Automotizada

Fox	Manual e Automotizada
Golf	Manual e Automática

FIAT

Modelo do Veículo	Tipo de Transmissão
Uno	Dualogic e Manual
Palio Weekend	Dualogic e Manual
Idea	Dualogic e Manual
Strada	Dualogic e Manual
Punto	Dualogic e Manual

FORD

Modelo do Veículo	Tipo de Transmissão
Fiesta	Manual e Automática
Focus	Manual e Automática
Fusion	Manual e Automática Dual-Clutch
Ka	Manual e Automática
Ecosport	Manual e Automática Dual-Clutch

CHEVROLET

Modelo do Veículo	Tipo de Transmissão
Onix	Manual e Automática
Prisma	Manual e Automática
Cruze	Manual e Automática
Spin	Manual e Automática
Sonic	Manual e Automática

TOYOTA

Modelo do Veículo	Tipo de Transmissão
Etios	Manual e Automática
Corolla	Manual e Automática
Hilux	Manual e Automática
SW4	Manual e Automática

Prius	Manual e Automática
-------	---------------------

HYUNDAI

Modelo do Veículo	Tipo de Transmissão
HB20	Manual e Automática
HB20S	Manual e Automática
Tucson	Automática
New IX35	Automática
Santa Fé	Automática

Propostas futuras.

Programar um simulador do funcionamento das transmissões automatizada de simples embreagem utilizando software, por exemplo: LABVIEW.

Conclusão

A elaboração deste projeto busca a ampliação dos conhecimentos sobre os sistemas de transmissão automotiva.

Pudemos conhecer toda sua história, desde sua primeira aplicação datada da Idade Média até as tendências para o futuro desses sistemas.

Para sua abrangente compreensão, fez-se necessários conhecimentos prévios como a definição de torque, seguido do funcionamento da relação de marcha.

Apurou-se os diferentes tipos de transmissão, como a por polia, correia e engrenagem. E todos os elementos que estão presentes nas suas diferentes formas, como tipos de embreagem, anel sincronizador, diferencial, conversor de torque e engrenagens.

Os sistemas de transmissão surgiram de uma necessidade e evoluíram com o passar dos anos através da tecnologia também ascendente.

Os diversos tipos de transmissões comercializadas hoje nos veículos variam de acordo com o interesse dos fabricantes. A eles cabem definir qual sistema aplicar em seus automóveis, com base nas legislações, regulamentações e necessidade de cada região. Pode ser o básico como a manual, que é de simples operação, barato, de fácil manutenção e puramente mecânico ou mais elaborado, como os sistemas automáticos que além do conversor de torque, usam também uma programação de módulo.

É certo que sistemas mais modernos tendam a ganhar espaço no mercado como um todo. Junto a eles, está atrelado principalmente o conforto, o aumento da confiabilidade operacional e a funcionalidade, entre outros fatores. Mesmo que tais sistemas tenham relativa diferença de valor comercial, é cada vez mais sentida a necessidade de sua utilização.

Embora ainda muito utilizado na Europa, o sistema manual vai perdendo espaço nas diferentes regiões do mundo, em especial, nos EUA, Canadá, México e Japão, onde em 2015 os sistemas automáticos tiveram mais mercado.

No Brasil, o sistema manual ainda é o mais utilizado, mas, modelos automáticos estão ganhando espaço no mercado.

Referências

Lechner, G., Naunheimer. H., Automotive Transmission, Fundamentals, selection, design, and application.

Bosh, Manual de Tecnologia Automotiva, Edgard Blucher.

SILVA, Edenilton Pereira da; COSTA, William Rodrigues. “*Conceitos Básicos Aplicados em Sistemas de Transmissão Veiculares*”. 2012. Monografia do Curso de Tecnologia de Eletrônica Automotiva da FATEC Santo André.

Gillespie, T.D., Fundamentals of vehicles Dynamisc, SAE.

Dimensionamento de Componentes de Transmissão para um Protótipo Baja SAE

<http://auto.howstuffworks.com/dual-clutch-transmission.htm>

<http://www.minibaja.ufba.br/images/arquivos/Dissertacao-CVT.pdf>

<http://oautomovel.blogspot.com.br/2008/12/produo-de-torque-com-cmbio-automtico.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=BDh3bCni7iY>

<http://www.magnetimarelli.com/excellence/technological-excellences/amt&prev=search>

<http://www.mercedes-benz.com.br/imprensa>

<http://www.nasa.gov>

Willian Gushiken, Engenheiro da Mercedes Benz do Brasil

Cristiano Norberto, Tecnólogo em Eletrônica Automotiva

Ronan Toledo Chiodelli