

## Transmissão CVT

### Introdução:

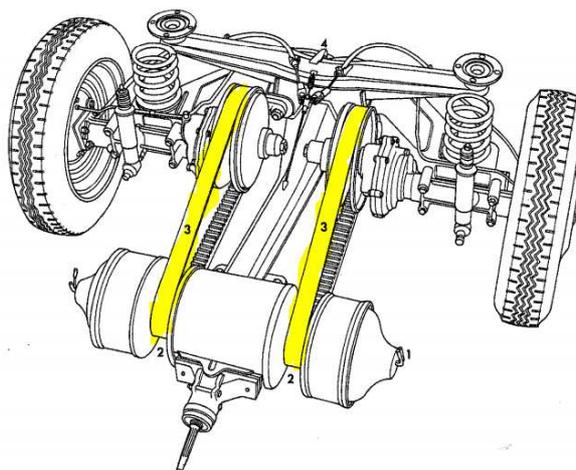
Com os crescentes avanços tecnológicos na indústria automotiva no país em função do programa INOVAR AUTO e recentemente na Rota 2030, os sistemas de transmissões automotivas dos veículos produzidos ou a serem produzidos no Brasil, tiveram um papel fundamental nestes desenvolvimentos para atenderem as metas de redução do consumo de combustível e das emissões, onde se destaca o emprego de transmissões automáticas do tipo CVT. Assim, não mais pode ser considerado isoladamente o motor para atingir as metas de consumo de combustível, mas sim devemos incorporar o sistema de transmissão, com a nomenclatura trem de força (“power train”).

Em linha com estes avanços tecnológicos foi necessário o desenvolvimento de lubrificantes específicos para esta aplicação, sendo totalmente sintético de elevado desempenho, indicado para utilização em transmissões automáticas continuamente variáveis (CVT - *Continuous Variable Transmissions*) do tipo correia (*Push Belt*) ou corrente (*Chain Belt*).

### Quando surgiu a transmissão automática CVT?

Embora as transmissões automáticas CVT sejam uma novidade no Brasil a partir dos anos 2000's, o seu conceito é muito antigo datado século XV quando foi idealizado na época por Leonardo da Vinci.

Muito tempo depois no século XX, na década de 50, Hub Van Doorne na Holanda desenvolveu este sistema, porém utiliza correias de borracha sem o emprego de lubrificante. Em 1958 este sistema foi empregado no fabricante holandês DAF em um veículo que utilizava este sistema de transmissão com o nome Variomatic. Todavia, a configuração com correias de borracha apresentou baixa durabilidade, levando a constantes panes por conta de quebras das correias, levando o fabricante a abandonar este tipo de transmissão.



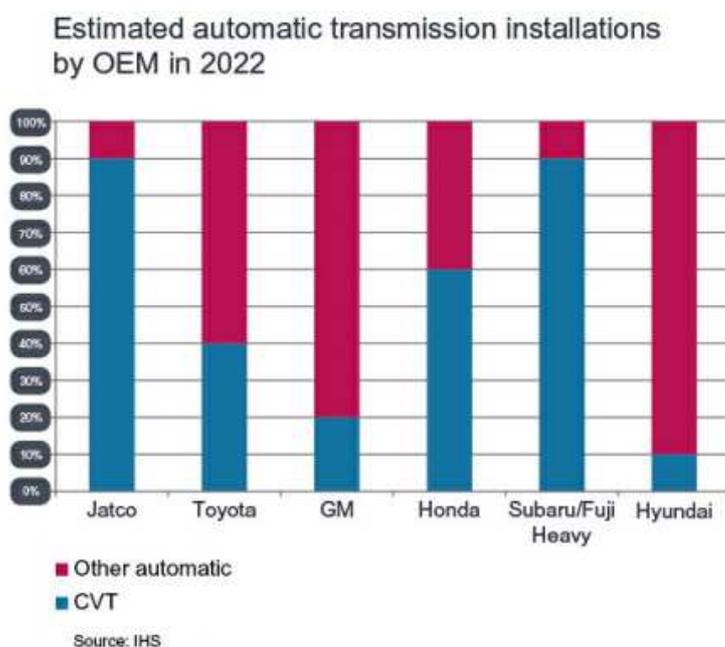
Fonte: DAF, Auto Collection

Assim, a transmissão CVT voltou ao estágio de pesquisa e desenvolvimento e quase foi esquecida nas décadas seguintes.

Com a entrada das regulações ambientais para a redução do consumo de combustível e das emissões, a partir de meados da década de 80, vários fabricantes de transmissões automáticas adquiriram a licença da patente como junto a DAF, como por exemplo, a ZF na Alemanha, os japoneses AISIN e JATCO, onde o principal ponto comum foi desenvolver um sistema mais confiável com o emprego de correias metálicas.

A partir dos anos 2000, fabricantes japoneses como a Honda, Nissan, Mazda, Subaru, Toyota, entre outros, começaram a lançar novos modelos providos de transmissão CVT, justamente para atenderem as demandas cada vez mais exigentes dos regulamentos de emissões, sendo de grande aplicação em automóveis com tração dianteira.

No gráfico abaixo está listada a estimativa para 2022 do emprego de transmissões CVT por fabricantes, onde pode ser verificado que este tipo de sistema será amplamente adotado pelos fabricantes japoneses, notadamente a Subaru, Honda e Toyota.



**Nota de rodapé:** Em 1993, foi desenvolvido pela Williams F1, transmissão CVT para uso nos seus carros (FW 15C CVT) que foi testada e aprovada nos testes intermediários da temporada da F1 que eram realizados em junho. Como na época a citada equipe dominava a F1 com seu carro provido de suspensão hidropneumática (“suspensão inteligente”) e controle de tração, a FIA - Federação Internacional de Automobilismo, proibiu as equipes de utilizarem a transmissão CVT com o temor de que a Williams F1 se tornasse imbatível nas temporadas seguintes. Ao final do ano a FIA acabou por banir a “suspensão inteligente” e os controles de tração para a temporada de 1994.

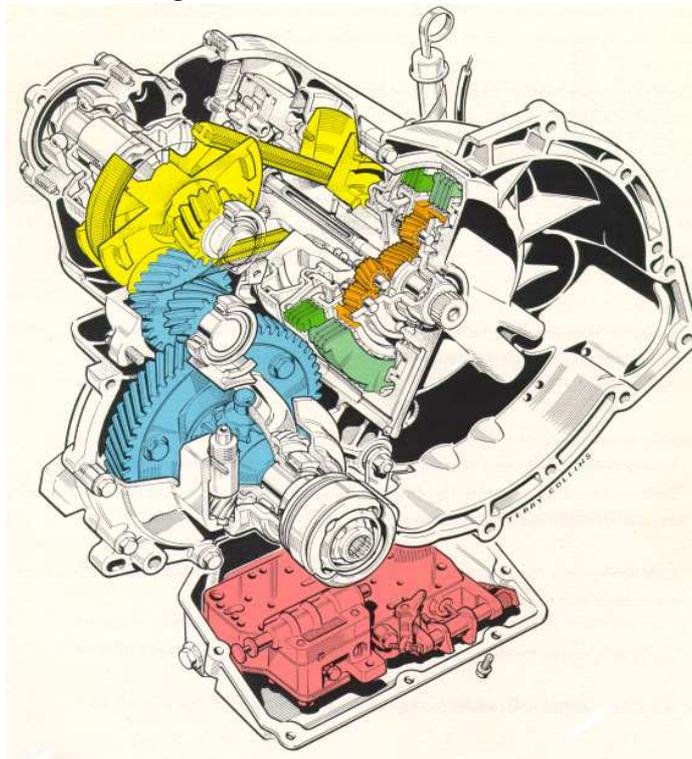
## O que é uma transmissão automática CVT do tipo correia ou corrente?

Quanto ao seu funcionamento, resumidamente, pode-se dizer que é um tipo de transmissão onde o seu princípio de funcionamento é muito simples, baseado em um sistema com duas polias de diâmetro variável que são interligadas por uma correia metálica de elevada resistência mecânica, estando todo o sistema imerso em óleo lubrificante. Como estas polias variam o seu diâmetro através de atuadores hidráulicos, as relações de transmissão são infinitas diferentemente da transmissão por engrenagens nas caixas de mudanças manuais (MT) ou nas caixas automáticas convencionais (AT), onde em ambas, há a troca de marchas.

Neste sentido, uma das principais vantagens da transmissão CVT é que não há uma troca cadenciada de marchas, seja para aceleração ou redução da velocidade do veículo, a troca é suave e contínua permitindo um maior conforto ao motorista. Além disso, proporciona a economia de combustível (redução das emissões), pois o motor está sempre trabalhando na sua melhor faixa de torque para a velocidade estabelecida pelo motorista, através do gerenciamento eletrônico do motor que “conversa” com o sistema da transmissão CVT.

Segue abaixo desenho em corte de uma transmissão CVT, que dispõe dos seguintes componentes:

- Variador (as duas polias com atuador hidráulico) e correia, na cor **amarela**;
- Embreagens e engrenagens planetárias para engate da marcha ré, nas cores **verde e laranja**;
- Diferencial acoplado, na cor **azul**, já praticamente toda transmissão CVT é utilizada em veículos com tração dianteira;
- Sistema hidráulico e gerenciamento eletrônico, na cor **vermelha**.

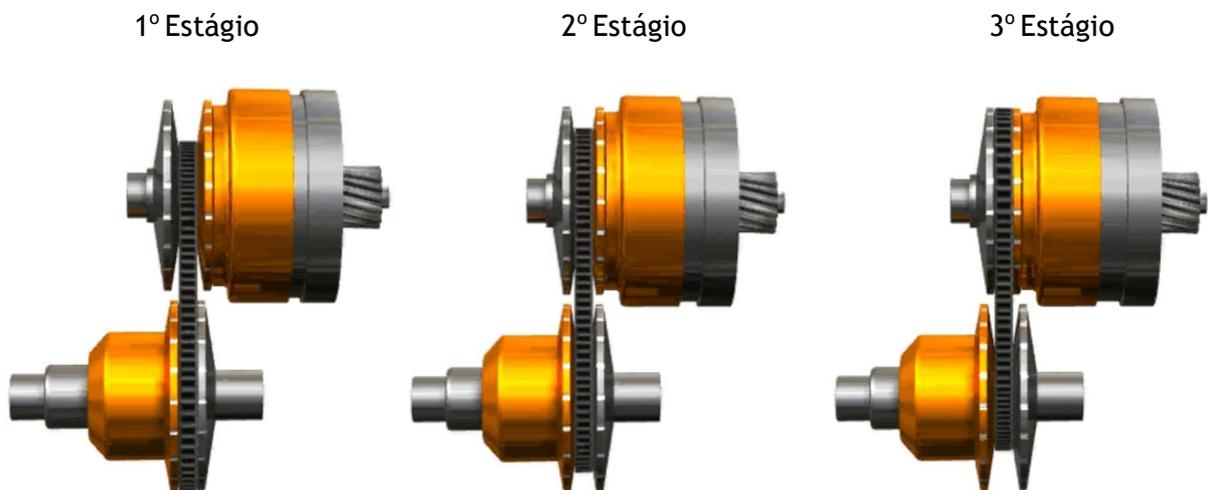


Fonte: Ford

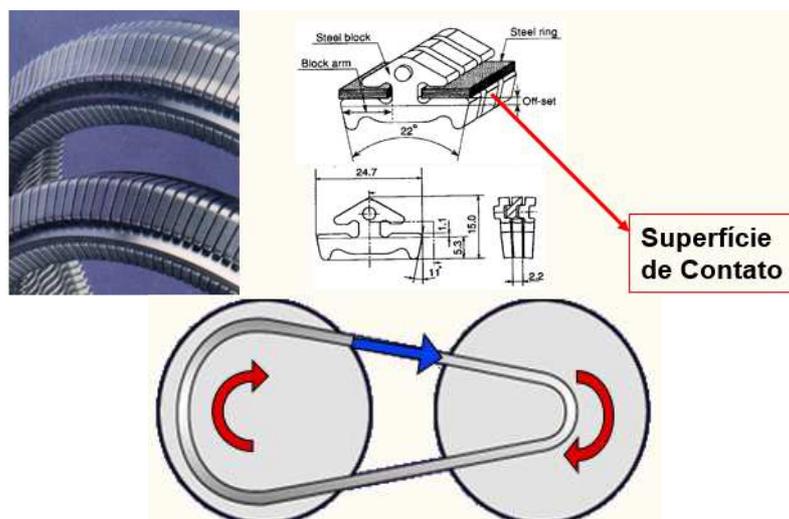
Tanto o variador como a correia são os principais componentes de uma transmissão automática CVT e muito foi desenvolvido nos últimos 20 anos na busca da durabilidade e confiabilidade deste mecanismo.

Nas imagens abaixo estão representados a variação da relação de transmissão entre as polias através da correia através da atuação dos variadores hidráulicos, destacado na cor laranja, em 3 (três) estágios esquemáticos de movimento para um melhor entendimento, que possibilita a criação de um número infinito das relações de transmissão entre a polia superior e a inferior, em função do gerenciamento eletrônico do motor que “conversa” com o sistema da transmissão CVT.

Este sistema permite uma melhor dirigibilidade sem a perda de potência nas trocas de marchas dos demais sistemas, sendo que a transmissão do movimento e força é realizado de uma polia para outra através da correia via as forças de compressão dos variadores hidráulicos na correia.



Quanto a correia a mesma é fabricada com uma liga metálica de alta resistência e flexibilidade da cinta metálica que liga os elementos de contato que são da ordem de 300 peças, conforme detalhado nas imagens listadas abaixo:



Esta flexibilidade é necessária na correia como também no sistema por corrente para que não ocorram vibrações harmônicas ocasionando a quebra por fadiga.

Quanto ao sistema de funcionamento por corrente no lugar da correia, o fabricante alemão LuK buscou uma construção mais compacta em relação ao sistema por correia permitindo uma maior relação de transmissão quando o comparado ao sistema de correia do mesmo tamanho. Uma outra vantagem em relação ao sistema por correia é que o sistema por corrente permite trabalhar com motores de maior torque em relação ao sistema de correia a saber:

- CVT por correia: torque médio admissível de 220 Nm (Newton metro) normalmente empregado em motores de baixa cilindrada de 1,0 até 1,8L;
- CVT por corrente: torque médio de 450 Nm, podendo chegar até 600 Nm dependendo do tipo do projeto do veículo, para motores de maior cilindrada/potência como no caso dos veículos da Audi.

A desvantagem do sistema por corrente em relação ao de correia é o seu maior custo em função da complexidade das ligas metálicas utilizadas na fabricação da corrente. Vale ressaltar que o princípio de funcionamento é o mesmo, sendo que a corrente é composta por múltiplos elos em paralelo, conforme as imagens destacadas a seguir para um melhor entendimento:



Fonte: LuK

Como é difícil agradar a todos os usuários de veículos, a troca imperceptível de marchas que gera suavidade na condução do veículo é considerada uma desvantagem para aqueles que gostam de ouvir a variação do som do motor na troca de marchas, que consideram monótono dirigir um veículo com transmissão CVT.

Neste sentido, os fabricantes estão adotando nas versões mais luxuosas dos seus modelos com transmissão automática CVT, a troca de marchas com borboletas atrás do volante (*paddle shift*) para uma condução mais esportiva (*“fun drive”*) quando a alavanca é colocada na posição M (*manual drive*).

Este sistema nada mais é que uma programação no sistema eletrônico da transmissão automática CVT, onde são programadas faixas fixas nas polias para o posicionamento da correia ou corrente, criando uma relação de transmissão que simula uma troca de marchas, passo a passo (*step type*) não ocorrendo o deslizamento contínuo. É comum lermos nos boletins comerciais de veículos dotados com a citada transmissão, o texto a seguir: no módulo manual este carro tem 6 marchas.

## Quais são os requisitos de um Fluido CVT?

Dada a complexidade do sistema de transmissão em questão há pontos relevantes a considerar na formulação de um fluido CVT:

- A transmissão do movimento e força (torque) da polia condutora para a conduzida é proporcional ao atrito aplicado na região de contato da correia com a polia (ou corrente), ou seja, há o contato Metal/Metal (MM);
- A lubrificação na região da correia com a polia (corrente) não é hidrodinâmica em função do contato MM;
- Os tipos de aditivos empregados na formulação afetam o coeficiente de atrito na região MM, sendo necessária o emprego de detergentes e inibidores de desgaste que tenham bom coeficiente de atrito dinâmico (*frictional drag*), evitando a ocorrência de trepidação, ruídos e minimizem o desgaste nesta região;
- Com este fluido trabalha em patamar de temperatura mais elevado que um óleo convencional para transmissão automática (ATF), é necessário que o mesmo tenha elevada estabilidade a oxidação;
- É necessário que o fluido CVT tenha também as propriedades de um óleo hidráulico já que aciona o sistema de válvulas dos variadores das polias;
- Nas demais partes da transmissão CVT, o fluido tem que proteger as partes lubrificadas quanto ao desgaste e fadiga das superfícies já que o diferencial está acoplado a transmissão;
- Por fim o mesmo deve ter compatibilidade com os retentores (elastômeros) utilizados nas caixas de transmissão.

## Quais são as características necessárias para um Fluido CVT?

Além de serem considerados relevantes os requisitos listados no item acima, foram criadas variadas especificações pelos fabricantes, conforme exemplificado abaixo:

- Toyota CVTF TC, CVTF FE
- Mitsubishi SP III (CVT)
- Nissan NS-1, NS-2, NS-3  
Honda Z-1(\*), Honda HMMF(\*), HCF-2. Nota: (\*) Apenas em modelos sem embreagem de partida.
- Hyundai/Kia CVT J1, SP-III ( CVT Model )
- Mazda JWS 3320
- Subaru ECVT, iCVT, Lineartronics Chain CVT , Lineartronics HT Chain CVT
- Daihatsu Ammix CVT, CVT Fluid DC, CVT Fluid DFE
- Suzuki CVTF TC / 3320, Suzuki NS-2, Suzuki CVT Green 1 e 2
- Dodge/Jeep/Chrysler NS-2, CVTF +4

- GM DEX-CVT,
- BMW Mini Cooper EZL 799

Todavia, há um ponto comum com as especificações que se trata da especificação japonesa, JASO 315-1A, que pode ser considerada como um padrão mundial de qualidade para óleos de transmissão automática, em especial para OEM's asiáticos, notadamente os fabricantes JATCO e AISIN garantindo:

- Elevados níveis de resistência à termo oxidação, com;
- Elevada resistência ao cisalhamento e;
- Alta compatibilidade com os mais diferentes tipos de selos e vedações além de excelentes propriedades friccionais e anti-desgaste.

Pelo exposto, um produto para transmissões CVT deve ser formulado com agentes modificadores de fricção com elevado nível de durabilidade, para proporcionar uma menor ocorrência de trepidações e ruídos ao longo da vida útil do óleo, propiciando maior conforto na direção, menor nível de desgaste das polias e correias e elevada eficiência na transferência de torque.

Petrobras Distribuidora S.A.