



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0808166-2 B1

(22) Data do Depósito: 07/02/2008

(45) Data de Concessão: 24/01/2023

(54) Título: TRANSMISSÃO CONTINUAMENTE VARIÁVEL E SISTEMA PARA CONTROLAR A MESMA

(51) Int.Cl.: F16H 37/08.

(30) Prioridade Unionista: 09/02/2007 GB 0702490.4.

(73) Titular(es): ALLISON TRANSMISSION, INC..

(72) Inventor(es): CHRISTOPHER JOHN GREENWOOD; ROBERT ANDREW OLIVER.

(86) Pedido PCT: PCT GB2008050076 de 07/02/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/096175 de 14/08/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 31/07/2009

(57) Resumo: TRANSMISSÃO CONTINUAMENTE VARIÁVEL E SISTEMA PARA CONTROLAR A MESMA. A invenção diz respeito a um simples arranjo mecânico para controlar uma transmissão continuamente variável multi-regimes. A transmissão em questão compreende um variador (10) e um arranjo de engrenagem que inclui uma embreagem de regime baixo (C1) e uma embreagem de regime alto (CH). O encaixe da embreagem de regime baixo coloca a transmissão no regime baixo. O encaixe da embreagem de regime alto coloca a transmissão no regime alto. O sistema de controle compreende uma parte de controle (tal como uma alavanca) que é móvel pelo usuário ao longo de uma trajetória de controle de uma extremidade da razão baixa até uma extremidade da razão alta. A posição da parte de controle indica a razão do variador e a razão de transmissão. O sistema incorpora adicionalmente um dispositivo de controle da embreagem de regime baixo, que encaixa a embreagem de regime baixo quando a parte de controle estiver entre a extremidade da razão baixa da sua trajetória e um ponto de transição da embreagem da baixa e que libera a embreagem de regime baixo quando a parte de controle estiver entre o ponto de transição da embreagem da baixa e (...).

“TRANSMISSÃO CONTINUAMENTE VARIÁVEL E SISTEMA PARA CONTROLAR A MESMA”

A presente invenção diz respeito a uma transmissão continuamente variável (“CVT”) multi-regimes.

5 Tipicamente, uma CVT inclui um variador. O termo “variador” será aqui usado para se referir a um dispositivo que tem uma entrada rotativa e uma saída rotativa e que transfere acionamento de uma para a outra em uma razão de acionamento (a razão da velocidade de saída pela velocidade de entrada), que pode ser variada de forma não escalonada. A maior parte dos variadores, se não todos, tem alguma parte de transferência de torque móvel que
10 é envolvida na transferência de acionamento e cuja posição corresponde à razão do variador. No caso bem conhecido de um variador tipo tração de rolamento com pista toroidal, roletes servem como as partes de transferência de torque móveis. Os roletes transmitem acionamento de uma pista toroidalmente rebaixada para uma outra, e seus movimentos envolvem uma mudança na inclinação do rolete que é associada com uma mudança na razão
15 de acionamento do variador. Uma força é aplicada na parte de transferência de torque móvel para influenciar sua posição e, assim, para influenciar a razão de acionamento do variador. Desta maneira, o variador é controlado.

Frequentemente, CVTs incorporam algum arranjo de embreagens (que podem ser simplesmente formadas como freios, em alguns exemplos) para selecionar dois ou mais
20 regimes, expandindo a faixa disponível de razões de transmissão.

Tipicamente, o controle das CVTs é exercido por um controlador eletrônico sofisticado.

Um objetivo da presente invenção é fornecer um sistema simples para fornecer controle coordenado de uma razão e do regime do variador em uma CVT.

Modalidades específicas da presente invenção serão agora descritas, a título de
25 exemplo somente, em relação aos desenhos anexos, nos quais:

as figuras 1 e 1b são representações simplificadas de um variador adequado para uso na implementação da presente invenção, a figura 1a omitindo certos componentes a título de simplificação e sendo uma vista ao longo de uma direção radial, enquanto que a figura 1b é uma vista em perspectiva;

30 as figuras 2a e 2b são representações simplificadas de uma CVT adequada para uso na implementação da presente invenção;

a figura 3a é uma representação esquemática de um sistema de controle do variador que incorpora a presente invenção;

as figuras 3b e 3c mostram válvulas de controle do regime do sistema em dois diferentes estados;
35

as figuras 3d e 3c mostram uma válvula de liberação neutra do sistema em diferentes estados; e

a figura 4 é uma representação mais detalhada de uma válvula de controle de razão e de componentes relacionados do sistema.

O Variador

As figuras 1a e 1b mostram um variador 10 do tipo tração de rolamento com pista toroidal bem conhecido. A presente invenção foi desenvolvida em conjunto com uma CVT que usa este tipo de variador, que é particularmente bem adequado para o propósito, mas, em princípio, variadores de outros tipos podem ser usados.

O variador 10 compreende pistas de entrada e de saída coaxialmente montadas 12, 14, 12', 14', cujas faces adjacentes 6, 8 são semitoroidalmente rebaixadas e definem cavidades, no geral, toroidais 16, 16' que contêm partes de transferência de torque móveis na forma de roletes 18, 18'. Tipicamente, o variador tem dois ou três tais roletes espaçados ao redor de cada cavidade 16, 16' em intervalos circunferenciais. Cada rolete 18 corre sobre as faces 6, 8 das respectivas pistas 12, 14 e, assim, serve para transmitir acionamento de um para o outro. O rolete 18 pode se mover contra e a favor ao longo de uma direção circunferencial ao redor do eixo geométrico comum 20 das pistas 12, 14. Ele também pode prece-der. Isto é, o eixo geométrico do rolete pode virar, mudando a inclinação do eixo geométrico do rolete em relação ao eixo geométrico do disco. No exemplo ilustrado, estes movimentos são fornecidos pela montagem rotativa do rolete 18 em um trem 22 acoplado por uma haste 24 em um pistão 26 de um atuador 28. Uma linha 19 do centro do pistão 26 até o centro do rolete 18 constitui um eixo geométrico de precessão ao redor do qual todo o conjunto pode virar.

A precessão do rolete resulta em mudanças dos raios das trajetórias traçadas sobre as pistas 12, 14 pelo rolete e, portanto, em uma mudança na razão de acionamento do variador.

Note que, neste exemplo, o eixo geométrico de precessão 19 não fica precisamente em um plano perpendicular ao eixo geométrico comum 20, mas, em vez disso, fica inclinado em relação a este plano. O ângulo de inclinação é rotulado como CA no desenho e é conhecido como o "ângulo caster". À medida que o rolete se move contra e a favor, ele segue uma trajetória circular centralizada no eixo geométrico comum 20. Além do mais, a ação das pistas 12, 14 sobre o rolete cria um momento de direção que tende a mantê-lo em uma inclinação como esta em que o eixo geométrico do rolete faz interseção com o eixo geométrico comum 20. Esta interseção dos eixos geométricos pode ser mantida, apesar do movimento do rolete contra e a favor ao longo da sua trajetória circular em virtude do ângulo caster. À medida que o rolete se move ao longo de sua trajetória, ele também é direcionado pela ação das pistas, fazendo com que ele preceda tal como para manter a interseção dos eixos geométricos. O resultado é que a posição do rolete ao longo da sua trajetória corresponde a uma certa inclinação do rolete e, portanto, a uma certa razão de acionamento do variador.

O atuador 28 recebe pressões de fluido hidráulico opostas por meio de linhas de suprimento S1, S2. A força assim criada pelo atuador 28 impele o rolete ao longo da sua trajetória circular ao redor do eixo geométrico comum 20 e, em equilíbrio, ele é equilibrado pelas forças exercidas sobre o rolete pelas pistas 12, 14. A força exercida pelas pistas é proporcional à soma dos torques externamente aplicados nas pistas do variador. Esta soma - o torque de entrada do variador mais o torque de saída do variador - é o torque líquido que deve ser reagido pelas montagens do variador, e é referida como o torque de reação.

A Transmissão

As figuras 2a e 2b ilustram, de forma altamente estilizada, um exemplo de uma transmissão de dois regimes adequada para implementar a presente invenção. Inúmeros diferentes tipos de CVT multirregimes são conhecidos na tecnologia, e muitos destes podem ser usados na implementação da presente invenção. Portanto, embora os detalhes construcionais da transmissão sejam descritos, estes não devem ser tomados como limitantes do escopo da invenção.

Nos desenhos, uma fonte de energia rotativa, formada, neste exemplo, como um motor de combustão interna, é indicada em ENG e aciona as pistas de entrada 12, 12' do variador 10. A transmissão tem um trem de engrenagens epicíclico "derivado" E com um trem planetário PC acoplado no motor por meio de um trem de engrenagens G, e uma engrenagem sol S acoplada nas pistas de saída do variador 14, 14' do variador. Na modalidade ilustrada, este acoplamento é feito por meio de uma correia CHA, embora em outras transmissões uma tomada de energia coaxial da saída do variador seja frequentemente usada. Engrenagens planetárias P montadas no trem PC acionam uma engrenagem de saída anular A e casam com a engrenagem sol S. As rodas do veículo acionadas são representadas como W.

A transmissão ilustrada é operável em regimes alto e baixo, e é encaixável por meio de embreagens de regimes alto e baixo C_H e C_L . Quando a embreagem de regime baixo C_L estiver encaixada, a engrenagem de saída A da derivação E é acoplada nas rodas do veículo. Note que a velocidade da engrenagem de saída A é determinada pelas velocidades tanto do trem planetário PC (que é um múltiplo da velocidade do motor) quando do sol S (cuja velocidade varia com a razão do variador). Em uma razão do variador específica ("a razão de ponto morto") estas velocidades cancelam uma à outra, e a engrenagem de saída A fica consequentemente estacionária. Nesta condição, a transmissão fornece efetivamente uma redução de velocidade infinita, sua saída sendo estacionária, apesar de estar mecanicamente acoplada no motor em movimento. Esta condição é referida como "ponto morto". Meramente pelo ajuste da razão do variador, enquanto que a transmissão está em regime baixo, uma faixa de razões de transmissão em ambos os lados do ponto morto – fornecendo deslocamento do veículo tanto para frente quanto para trás – pode ser obtida.

Desencaixar a embreagem de regime baixo C_L e encaixar a embreagem de regime alto C_H coloca a transmissão em regime alto, tornando disponível uma maior faixa de razões de acionamento para frente. Nesta modalidade, somente os componentes vistos na figura 2b estão na trajetória para o fluxo de energia entre o motor e as rodas. A saída do variador é acoplada por meio da tomada de energia CHA e da embreagem de regime alto C_H nas rodas W. Ponto morto não fica disponível no regime alto.

O relacionamento entre a razão do variador e a razão da transmissão (a razão da velocidade da saída da transmissão pela velocidade da entrada da transmissão) difere nos dois regimes. No regime alto, aumentar a razão do variador ocasiona um aumento na razão da transmissão geral. No regime baixo, aumentar a razão do variador ocasiona uma diminuição na razão da transmissão geral. Isto deve ser considerado no controle do variador.

As razões da engrenagem são selecionadas na transmissão de maneira tal que, em alguma razão do variador (a “razão síncrona”), que está em um extremo da faixa de razão do variador, tanto o regime alto quanto o regime baixo resultem em uma razão de transmissão idêntica. Mudanças de regime podem ser suavemente realizadas em uma razão síncrona, já que a transição não produz mudança na razão fornecida pela transmissão como um todo.

Controles Operáveis pelo Usuário

Um sistema de controle que incorpora a presente invenção será agora descrito em relação à figura 3. O sistema de controle serve para realizar o controle coordenado de (a) as pressões hidráulicas de controle aplicadas no variador e, portanto, a razão do variador, e (b) as pressões hidráulicas de controle aplicadas nas embreagens de regimes alto e baixo C_H e C_L .

O controle principal do motorista é formado por uma parte operável pelo usuário 50, que é formada, na presente modalidade, como uma alavanca de mão e será referida como tal a seguir, embora ela possa tomar outras formas. A alavanca de mão 50 é móvel longitudinalmente ao redor do primeiro eixo geométrico 52, perpendicular ao plano do papel na figura 3, e lateralmente ao redor de um segundo eixo geométrico 54 que fica no plano do papel. Os termos “longitudinal” e “lateral” serão usados em relação ao movimento da alavanca, meramente a título de conveniência, mas não necessariamente refletem as direções do deslocamento da alavanca em relação ao veículo. O movimento da alavanca de mão 50 é restringido pelo encaixe com uma fenda modelada 56 em uma placa guia 58. A fenda tem uma primeira parte que se estende longitudinalmente que será referida como a zona de regime baixo 60, uma segunda parte que se estende longitudinalmente que será referida como a zona de regime alto 62, e uma parte que se estende lateralmente da zona de regime baixo até a zona de regime alto, que será referida como a passagem 64. Também, no meio do caminho ao longo da área de regime baixo há uma ramificação lateral, a ser referida como a

zona neutra 66.

Pelo movimento da alavanca de mão 50, o motorista exercita o controle tanto sobre o variador 10 quanto sobre as embreagens C_H e C_L . Na presente modalidade, o motorista pode obter qualquer razão na faixa de transmissão, incluindo ponto morto, simplesmente pelo movimento da alavanca de mão 50.

Entretanto, o sistema também tem um controle de liberação de torque operável pelo usuário, que é formado na presente modalidade como um pedal de liberação de torque 68. Novamente, este controle pode tomar outras formas, por exemplo, uma alavanca operável pela mão. A função do pedal de liberação de torque 68 é análoga àquela do pedal de embreagem em um automóvel. Pela sua operação, o usuário efetivamente desacopla a saída da transmissão do motor e o habilita a operar com roda livre. A maneira na qual isto é alcançado será explicada a seguir.

Controle da Razão do Variador

A razão do variador – e a razão de acionamento fornecida pela transmissão como um todo – é ajustada pelo movimento da alavanca de mão 50 longitudinalmente. Mover a alavanca de mão 50 até sua posição mais posterior 70 faz com que o variador adote sua razão disponível mais alta e, em função do efeito da engrenagem de derivação supradescrita, e com a embreagem de regime baixo C_L encaixada, faz com que a transmissão como um todo adote sua máxima marcha invertida disponível. Portanto, faz-se com que o veículo se desloque para trás. Se a alavanca de mão 50 for avançada, ela reduz a razão do variador e, assim, diminui a razão da engrenagem invertida da transmissão como um todo. Quando a alavanca de mão 50 alcançar a zona neutra 66 (a posição na qual ela é mostrada na figura 3), a transmissão é colocada em ponto morto – isto é, sua saída fica estacionária, assim como o veículo. Avançar a alavanca de mão 50 adicionalmente ao longo da zona de regime baixo 60 faz com que a razão do variador continue a diminuir e que a transmissão forneça uma razão de acionamento para frente que aumenta até que, quando a alavanca de mão 50 alcançar a passagem 64, o variador esteja em sua razão mínima (que é sua razão síncrona, como exposto) e que a transmissão esteja na razão de acionamento para frente mais alta disponível no regime baixo.

Para avançar a alavanca de mão 50 adicionalmente, ela deve ser movida através da passagem 64. Isto faz com que a transmissão passe por uma mudança de regime, de baixo para alto, como será explicado a seguir.

Então, à medida que a alavanca é avançada ao longo da zona de regime alto 62, ela faz com que a razão do variador aumente e, a embreagem de regime alto C_H estando agora encaixada e a embreagem de regime baixo C_L desencaixada, faz com que a razão de acionamento de toda a transmissão aumente igualmente até que a marcha para frente máxima seja alcançada com a alavanca de mão 50 na extremidade frontal 72 do seu desloca-

mento.

O mecanismo através do qual a alavanca de mão 50 controla o variador 10 é hidromecânico e compreende (a) um mecanismo de conversão, que converte a posição da alavanca de mão 50 em um sinal de posição que representa uma razão do variador exigida, (b) um comparador, que serve para comprar a razão do variador real com a razão do variador desejada e para produzir um sinal de correção correspondente, e (c) um controlador de razão, que recebe o sinal de correção e, em resposta, aplica uma força corretiva no variador para o impelir a adotar a razão desejada. Juntos, o comparador e o controlador de razão fornecem controle em laço fechado sobre o variador para fazer com que ele adote o valor indicado pelo mecanismo de conversão. A construção física destas três unidades funcionais será descrita uma por uma, a seguir.

O mecanismo de conversão compreende um came 78 e um seguidor 80. O came 78 rotaciona ao redor do primeiro eixo geométrico 52 quando a alavanca de mão 50 for movida longitudinalmente, e o seguidor 78 é, assim, deslocado. A posição do seguidor 80 forma um sinal mecânico que representa a razão do variador desejada.

O mecanismo de conversão é exigido em virtude de o relacionamento entre a posição da alavanca de mão e a razão do variador desejada ser diferente nos dois regimes, da forma explicada a seguir. No regime baixo, avançar a alavanca de mão 50 reduz a razão do variador. No regime alto, avançar a alavanca de mão 50 aumenta a razão do variador. Na figura 3, a alavanca de mão 50 é mostrada em linhas tracejadas em quatro posições A – D. As posições da alavanca A e D representam, respectivamente, a razão de transmissão invertida máxima (no regime baixo) e a razão de transmissão para frente máxima (no regime alto). Ambas exigem que o variador esteja em sua razão máxima e, dessa maneira, os raios do came correspondentes a e d são idênticos. Na modalidade ilustrada, estes são os raios de came mínimos. A posição da alavanca C corresponde ao ponto morto e o raio de came c é escolhido para fornecer a razão do variador do ponto morto. A posição da alavanca B é obtida quando a alavanca de mão 50 estiver na passagem e o variador estiver em razão síncrona – isto é, em seu valor disponível mais baixo. O raio de came b é escolhido para fornecer isto, e é o raio de came máximo, neste exemplo.

Nesta modalidade, o comparador é um dispositivo mecânico simples e, uma vez mais, versados na técnica podem conceber inúmeros outros dispositivos adequados com este propósito. Ele usa uma barra do comparador 82, cuja primeira extremidade é acoplada no seguidor 80 e cuja segunda extremidade é acoplada nos roletes (esquemáticamente indicado em 84 na figura 3) do variador 10. No exemplo ilustrado, o acoplamento do seguidor 80 na barra do comparador é feito por meio de uma alavanca com cotovelo 86 com um fulcro em 88. Uma extremidade desta alavanca conduz o seguidor 80. Sua outra extremidade é conectada na barra do comparador 82 por meio de uma ligação por cabo 90. Uma mola 92

mantém a ligação por cabo 90 sob tensão e também serve para impelir o seguidor 80 contra o came 78. Um ponto médio 94 da barra do comparador é acoplado no controlador de razão, que, nesta modalidade, toma a forma de uma válvula de controle da razão 96.

A figura 4 mostra a válvula de controle da razão 96, cujo carretel é conectado por meio de uma haste 98 no ponto médio 94 da barra do comparador. Um orifício de entrada 100 da válvula de controle da razão 96 é conectado em uma bomba 102 e é suprido com fluido pressurizado. Um orifício de exaustão 104 leva ao reservatório da transmissão 106. Orifícios de suprimento 108 e 110 levam às respectivas linhas S1 e S2 e, assim, aos lados opostos dos pistões 26 que controlam os roletes do variador (consulte novamente a figura 1 neste aspecto). A válvula tem uma posição média na qual ela fecha todos os orifícios, uma posição de suprimento S1 na qual a linha S1 é conectada na bomba 102 e a linha S2 é exaurida para o reservatório 106, e uma posição de suprimento S2 na qual a linha de suprimento S2 é pressurizada da bomba 102, enquanto que S1 é exaurida para o reservatório 106. A resposta da válvula é proporcional. Isto é, o grau de abertura dos seus orifícios varia continuamente com a posição do seu carretel.

Considere o que acontece se surgir uma divergência entre (a) a razão indicada pelo usuário por meio da alavanca de mão 50 e do mecanismo de conversão e (b) a razão do variador real. Suponha, a título de exemplo, que a divergência surja em virtude de a alavanca de mão 50 ser movida (ela pode surgir, igualmente, em virtude de a razão tender ligeiramente a partir do valor exigido) para fazer com que a primeira extremidade da barra do comparador 82 se mova para a direita, da forma visualizada. Se consideramos que a segunda extremidade da barra do comparador 82 está estacionária, então, o ponto médio da barra também deve se mover para a direita, ocasionando um ajuste na válvula de controle da razão 96. Desta maneira, as pressões em S1 e S2 são ajustadas, tendendo a colocar a razão do variador no valor desejado, o que resulta em movimento para a esquerda da segunda extremidade da barra do comparador, até que a razão desejada seja alcançada e o carretel da válvula de controle da razão 96 seja restaurada à sua posição média. O efeito é fornecer controle em laço fechado da razão do variador.

Controle do Regime

O sistema de controle do variador deve gerenciar a atuação das embreagens da transmissão C_H e C_L . Especificamente:

- i. enquanto a alavanca de mão 50 estiver na zona de regime baixo 60 e o usuário não tiver desencaixado a transmissão, a embreagem de regime baixo C_L deve ser encaixada e a embreagem de regime alto C_H desencaixada;
- ii. enquanto a alavanca de mão 50 estiver na zona de regime alto 62 e o usuário não tiver desencaixado a transmissão, a embreagem de regime alto C_H deve ser encaixada e a embreagem de regime baixo C_L desencaixada;

iii. à medida que a transmissão se move através da razão síncrona, a transição do encaixe da embreagem de regime baixo para o encaixe da embreagem de regime alto, ou vice-versa, deve ser gerenciada.

Na modalidade ilustrada na figura 3, há um ponto no deslocamento da alavanca de mão 50, a ser referido como o ponto de transição da embreagem de regime baixo (LCTP), movendo-se através do qual faz com que o estado da embreagem da baixa mude – de encaixado para desencaixado à medida que a alavanca avança, e de desencaixado para encaixado à medida que a alavanca volta. Também, a alavanca de mão tem um ponto de transição da embreagem de regime alto (HCTP), movendo-se através do qual faz com que o estado da embreagem da alta mude – de desencaixado para encaixado à medida que a alavanca avança, e de encaixado para desencaixado à medida que a alavanca volta. Tanto o LCTP quanto o HCTP estão em posições da alavanca de mão correspondentes ao ponto morto. Em princípio, elas podem coincidir, de forma que as duas embreagens mudem de estado simultaneamente, mas na presente modalidade, o LCTP está em uma posição de alavanca mais avançada do que o HCTP. Portanto, a embreagem iminente é encaixada antes de a embreagem antiga ser liberada. Isto é possível em virtude de a troca de regime ocorrer em razão síncrona.

Na modalidade ilustrada, a troca de regime ocorre à medida que a alavanca de mão 50 se move através da passagem 64. Em decorrência disto, o motorista fica ciente de que a troca de regime está ocorrendo, o que pode ser desejável. A posição lateral da alavanca de mão 50 controla as embreagens por meio de válvulas de embreagem da alta e baixa 112, 114 cujos carretéis são acoplados na alavanca de mão 50 e movidos pelo seu movimento lateral.

Cada uma das válvulas de embreagem da alta e baixa 112, 114 tem um orifício de suprimento de embreagem 116_H, 116_L que leva à embreagem relevante C_H, C_L, um orifício de exaustão embreagem 118_H, 118_L que leva ao reservatório 106, e um orifício de entrada 120_H, 120_L conectado a uma bomba (que pode ser a mesma bomba 102 usada para suprir as pressões de controle do variador) para suprir o fluido hidráulico pressurizado.

Quando a transmissão estiver no regime alto, a alavanca de mão 50 fica na zona de regime alto 62 e, portanto, na posição lateral vista na figura 3b. A embreagem de regime baixo C_L é exaurida por meio da válvula de embreagem da baixa 114, a embreagem de regime alto C_H é pressurizada por meio da válvula de embreagem da alta 112 e somente a embreagem de regime alto C_H é, assim, encaixada. Quando a transmissão estiver em regime baixo, a alavanca de mão 50 fica na zona de regime baixo 60 e, portanto, na posição lateral vista na figura 3c. A embreagem de regime alto é exaurida. A embreagem de regime baixo é pressurizada e, assim, encaixada. O movimento lateral da alavanca de mão 50 necessário para trocar de um destes estados para o outro pode ocorrer somente quando a

alavanca estiver na passagem 64 e a transmissão estiver, assim, em razão síncrona.

Liberação do Torque

Em um veículo a motor convencional com uma transmissão manual, é fornecido ao motorista um pedal de embreagem hidraulicamente acoplado em uma embreagem que conecta o motor à caixa de marchas, de forma que o pressionamento do pedal de embreagem desconecte o motor e permita que o veículo opere com roda livre. O pedal de liberação de torque 68 fornece funcionalidade um tanto similar, mas opera de uma maneira diferente.

No tipo de transmissão ilustrado na figura 2, em princípio, há duas maneiras de desacoplar operativamente as rodas do veículo do motor. A primeira é liberar ambas as embreagens C_H , C_L . A segunda é exaurir as pressões nas linhas de suprimento S1 e S2. Quando estas pressões são exauridas, o pistão 26 não pode aplicar nenhuma força nos roletes do variador 18 (consulte uma vez mais a figura 1, neste aspecto). Então, consequentemente, o variador 10 não pode sustentar um torque de reação. Nesta condição, o variador adota automaticamente uma razão determinada pelas velocidades relativas do motor e das rodas do veículo. As rodas não são *fisicamente* desconectadas do motor, mas podem operar em roda livre em virtude de o variador não poder aplicar torque a elas. Este modo de operação será referido como “liberação do torque de reação”.

A figura 3 mostra uma válvula de liberação do torque de reação 124 que é uma válvula proporcional controlada pelo usuário por meio de um acoplamento mecânico no controle de liberação de torque 68. A válvula de liberação do torque de reação 124 opera em conjunto com uma válvula de bloqueio 126, cujo carretel é sujeito a uma pressão de controle tomada da embreagem de regime baixo C_L , da forma indicada por uma seta 128.

Quando a transmissão estiver em regime baixo, a válvula de bloqueio 126 é assim mantida em um estado no qual ela liga os orifícios a e b da válvula de liberação do torque de reação 124. Os orifícios c e d da válvula de liberação do torque de reação 124 são respectivamente conectados nas linhas de suprimento S1 e S2. Enquanto a transmissão está no regime baixo, a atuação do pedal de liberação de torque 68 pelo motorista abre a válvula de liberação do torque de reação 124 e fornece uma trajetória entre as linhas de suprimento de pressão S1 e S2. Quando esta válvula estiver completamente aberta, as pressões em S1 e S2 são pelo menos substancialmente equalizadas para fornecer a função de liberação do torque de reação. Alguma diferença de pressão pode ser mantida, fornecendo um grau de “torque de arraste”. Também, a válvula de liberação do torque de reação 124 é uma válvula proporcional, de forma que o motorista possa pressionar parcialmente o pedal de liberação de torque 68 para ajustar um nível intermediário de torque da roda, exatamente como com um controle de embreagem convencional.

Talvez, um motorista familiarizado com a transmissão manual fará com que o veículo pare pelo pressionamento do pedal de liberação de torque 68 e pela aplicação dos freios.

Isto não cria nenhuma dificuldade, contanto que a transmissão esteja em regime baixo. Assim que o veículo para, a transmissão é colocada no estado do ponto morto. Entretanto, se o veículo estiver no regime alto, liberar o torque de reação do variador não habilitará o motorista a parar o veículo, já que o regime alto não contém estado de ponto morto. Para colocar isto de uma outra maneira, o variador alcançará o fim desta faixa de razão antes de o veículo parar.

No regime alto, a válvula de bloqueio 126 desconecta os orifícios a e b na válvula de liberação do torque de reação 124, tornando esta válvula ineficaz. Assim, a liberação do torque de reação não fica disponível no regime alto. Em vez disto, a liberação do torque é fornecida pelo controle da embreagem de regime alto C_H . Note que, neste aspecto, a pressão liberada pela válvula de embreagem da alta 112 não é diretamente conectada na embreagem de regime alto, mas, em vez disto, é levada a uma válvula moduladora da embreagem da alta 130 que é, ela própria, controlada por meio de um acoplamento mecânico no pedal de liberação de torque 68, cujo pressionamento faz com que a embreagem de regime alto seja exaurida até o reservatório. Portanto, pelo pressionamento do pedal 68, o usuário libera a embreagem de regime alto C_H e, assim, desacopla o motor das rodas.

Ponto Morto

Não é necessário que o usuário use o pedal de liberação de torque para fazer com que o veículo pare. Ele pode, alternativamente, usar simplesmente a alavanca de mão 50 para colocar a transmissão em ponto morto, que – na presente modalidade – pode ser feito de uma maneira direta e positiva pelo movimento da alavanca de mão lateralmente para a zona neutra 66. Entretanto, se a posição da alavanca indicada pela zona neutra 66 diferir ligeiramente da posição necessária para alcançar o ponto morto (por exemplo, em função de mínimos desajustes), em princípio, o resultado pode ser aplicar involuntariamente um grande torque nas rodas do veículo. Para evitar qualquer tal dificuldade, o sistema ilustrado é adaptado para liberar o torque de reação do variador quando a alavanca de mão 50 for movida para a zona neutra 66. Isto é alcançado usando uma válvula de liberação neutra 132 com respectivos orifícios conectados nas linhas de suprimento S1 e S2. Como um estudo das figuras 3, 3d e 3e confirmará, enquanto a alavanca de mão 50 estiver em qualquer uma das suas zonas “de acionamento” – a zona de regime alto 62, a zona de regime baixo 60 e a passagem 64 – a válvula de liberação neutra 132 fecha os supramencionados orifícios e não tem efeito na operação da transmissão. Quando a alavanca de mão 50 for movida para a zona neutra 66, estes orifícios são abertos para exaurir as linhas de suprimento S1 e S2, liberando o torque de reação do variador.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para controlar uma transmissão continuamente variável que compreende:

um variador (10),

uma embreagem de regime baixo (C_L) para entrar seletivamente em um regime de transmissão baixa, e

uma embreagem de regime alto (C_H) para entrar seletivamente em um regime de transmissão alta,

caracterizado pelo fato de que o sistema compreende uma parte de controle (50) que é móvel pelo usuário ao longo de uma trajetória de controle (56) de uma extremidade de razão baixa (60) até uma extremidade de razão alta (62) e cuja posição indica a razão do variador (10) e a razão de transmissão, um dispositivo de controle da embreagem de regime baixo que encaixa a embreagem de regime baixo (C_L) quando a parte de controle (50) estiver entre a extremidade de razão baixa (60) da sua trajetória (56) e um ponto de transição da embreagem da baixa (LCTP), e que libera a embreagem de regime baixo (C_L) quando a parte de controle (50) estiver entre o ponto de transição da embreagem da baixa (LCTP) e a extremidade da razão alta (62) da sua trajetória (56), e um dispositivo de controle de embreagem de regime alto (C_H) que libera a embreagem de regime alto (C_H) quando a parte de controle (50) estiver entre a extremidade da razão baixa (60) da sua trajetória (56) e um ponto de transição da embreagem da alta (HCTP), e que encaixa a embreagem de regime alto (C_H) quando a parte de controle (50) estiver entre o ponto de transição da embreagem da alta (HCTP) e a extremidade da razão alta (62) da sua trajetória (56).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** tanto o ponto de transição da embreagem da baixa (LCTP) quanto o ponto de transição da embreagem da alta (HCTP) estão em pontos na trajetória de controle (56) correspondentes a uma

razão síncrona do variador (10).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o ponto de transição da embreagem da alta (HCTP) é mais próximo da extremidade da razão baixa da trajetória de controle (56) do que a ponto de transição da embreagem da baixa (LCTP), de forma que, quando a parte de controle (50) estiver entre os pontos de transição, ambas as embreagens sejam encaixadas.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o ponto de transição da embreagem da alta (HCTP) e o ponto de transição da embreagem da baixa (LCTP) são os mesmos.

5. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** compreende um mecanismo de conversão que converte a posição da parte de controle (50) em um sinal mecânico que representa a razão do variador (10) exigida.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o mecanismo de conversão compreende uma superfície de came (78) e um seguidor (80), cuja posição forma o sinal mecânico.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a forma da superfície de came (78) é de maneira tal que, à medida que a parte de controle (50) é movida da extremidade da razão baixa até a extremidade da razão alta (62) da sua trajetória de controle (56), o seguidor (80) seja deslocado pela primeira superfície de came (78) em uma direção e, então, na direção oposta.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** a inversão da direção do movimento do seguidor (80) ocorre quando o seguidor (80) estiver em uma posição correspondente à razão de ponto morto do variador (10).

9. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 8, **caracterizado pelo fato de que** o sinal mecânico que representa

a razão do variador (10) exigida é acoplado em um comparador que também recebe um sinal mecânico que representa a razão do variador (10) atual e que fornece um sinal mecânico que representa o erro de razão do variador (10).

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, quando dependente da reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** o comparador compreende uma barra (82) acoplada, em um primeiro ponto, no seguidor (80) e, em um segundo ponto, nos roletes do variador (84), o sinal mecânico sendo fornecido por meio de um acoplamento na barra intermediário aos ditos primeiro e segundo pontos.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9 ou com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o comparador controla uma válvula de controle da razão (96) arranjada para aplicar uma pressão de controle hidráulico no variador (10).

12. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** a parte de controle (50) é móvel em uma primeira direção para trocar a razão do variador (10) e em uma segunda direção para trocar os estados das embreagens de regime alto e baixo.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** a trajetória de controle (56) tem:

(a) uma primeira parte que se estende a partir da extremidade da razão baixa do deslocamento da parte de controle (50) e ao longo da dita primeira direção;

(b) uma segunda parte que se estende ao longo da dita segunda direção; e

(c) uma terceira parte que se estende ao longo da dita primeira direção, de forma que o movimento da parte de controle (50) da extremidade da razão baixa da trajetória até a extremidade da razão

alta (62) envolva movê-la ao longo da segunda parte para trocar os estados das válvulas e, assim, executar uma troca de regime.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12 ou 13, **caracterizado pelo fato de que** compreende pelo menos uma válvula (112, 114) operativamente acoplada na parte de controle (50), de forma que seu estado possa ser trocado pelo movimento da parte de controle (50) ao longo da segunda direção, a válvula controlando a pressão hidráulica em pelo menos uma das embreagens.

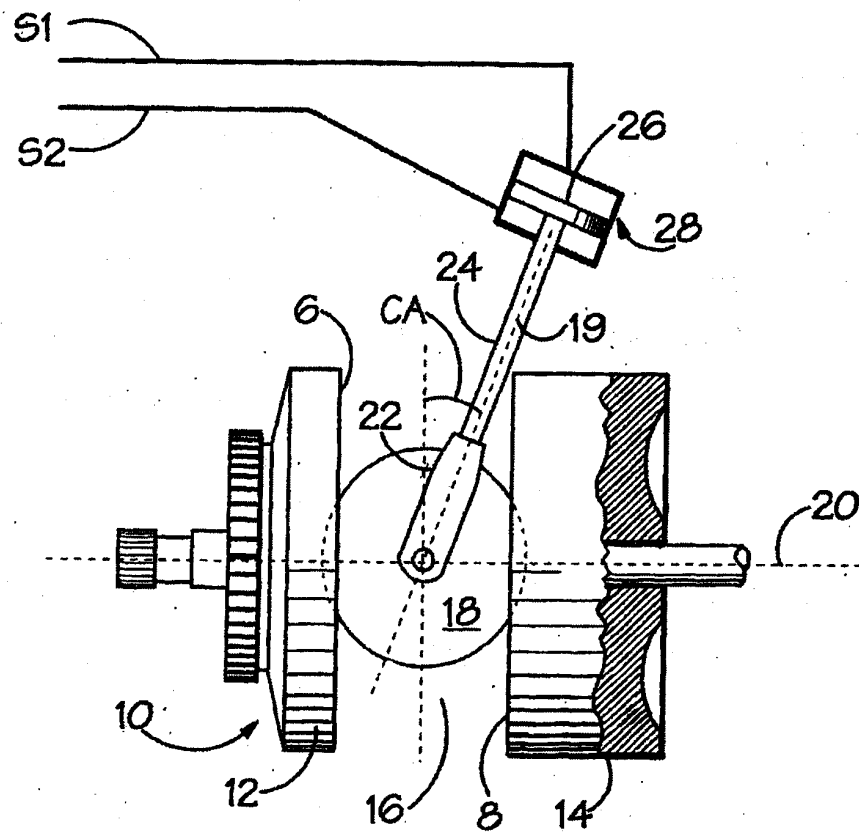


FIG. 1a.

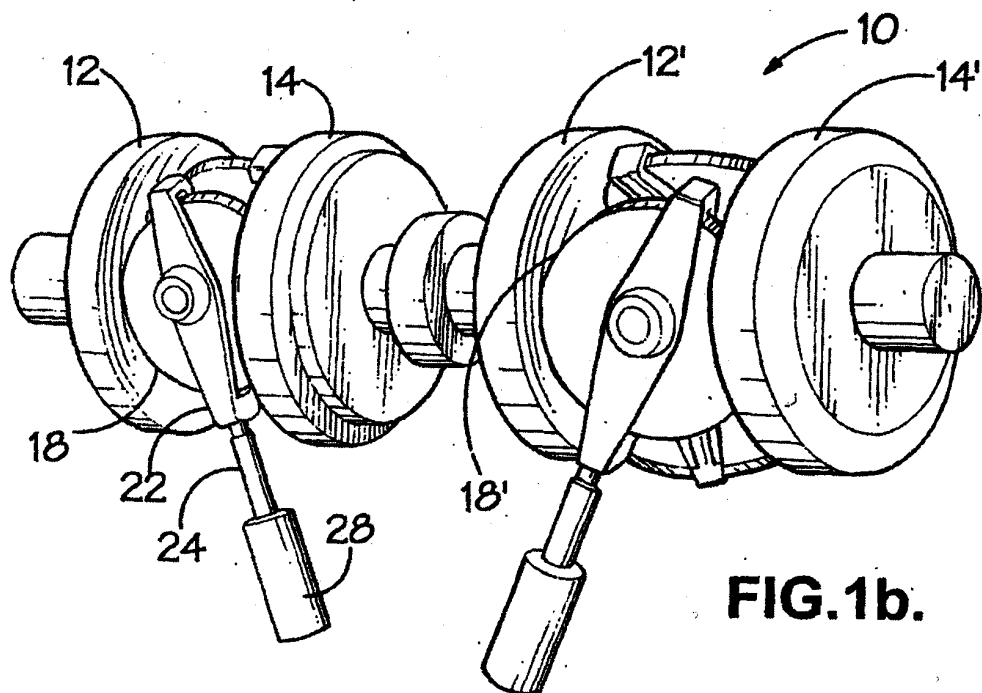


FIG. 1b.

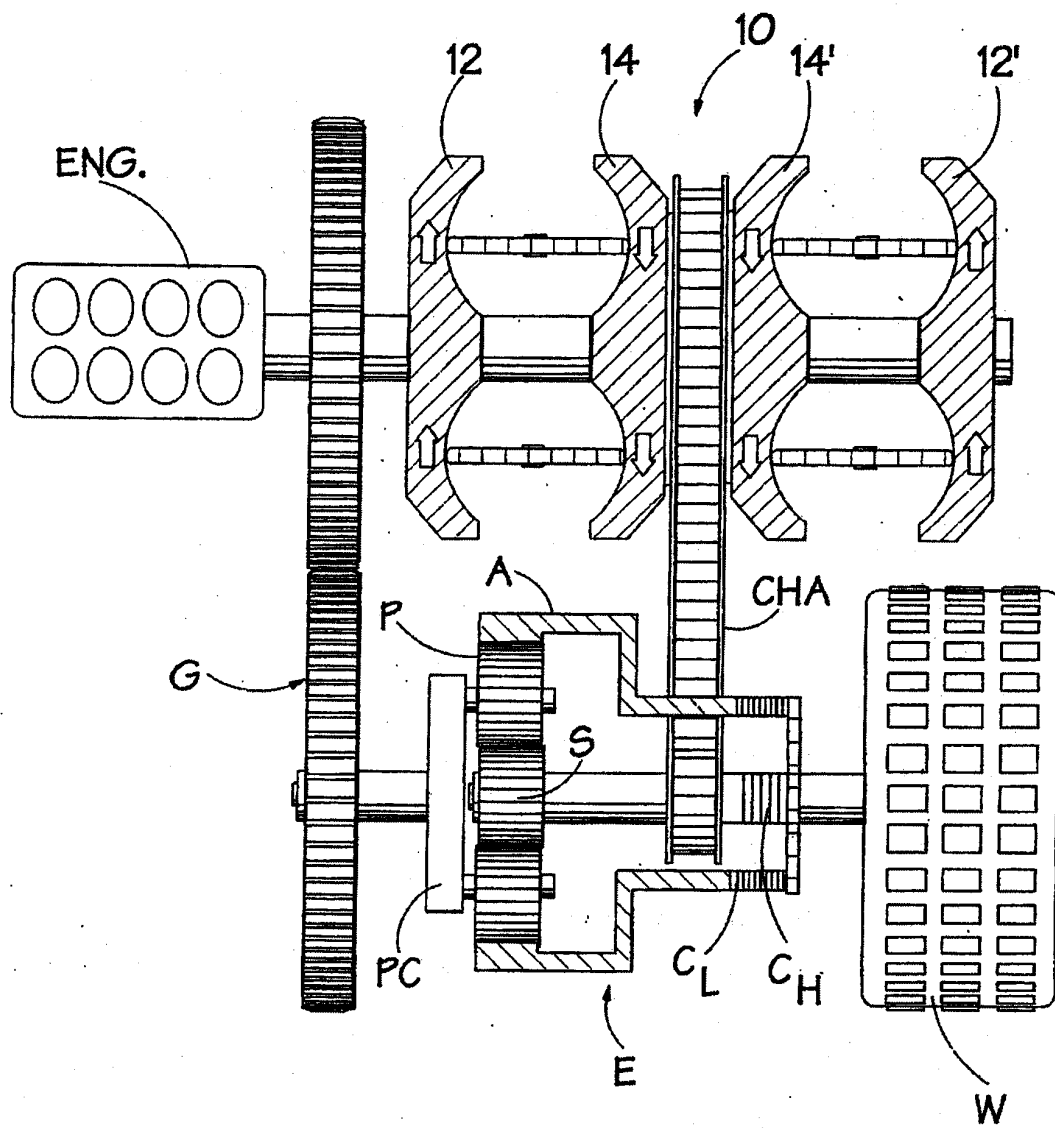
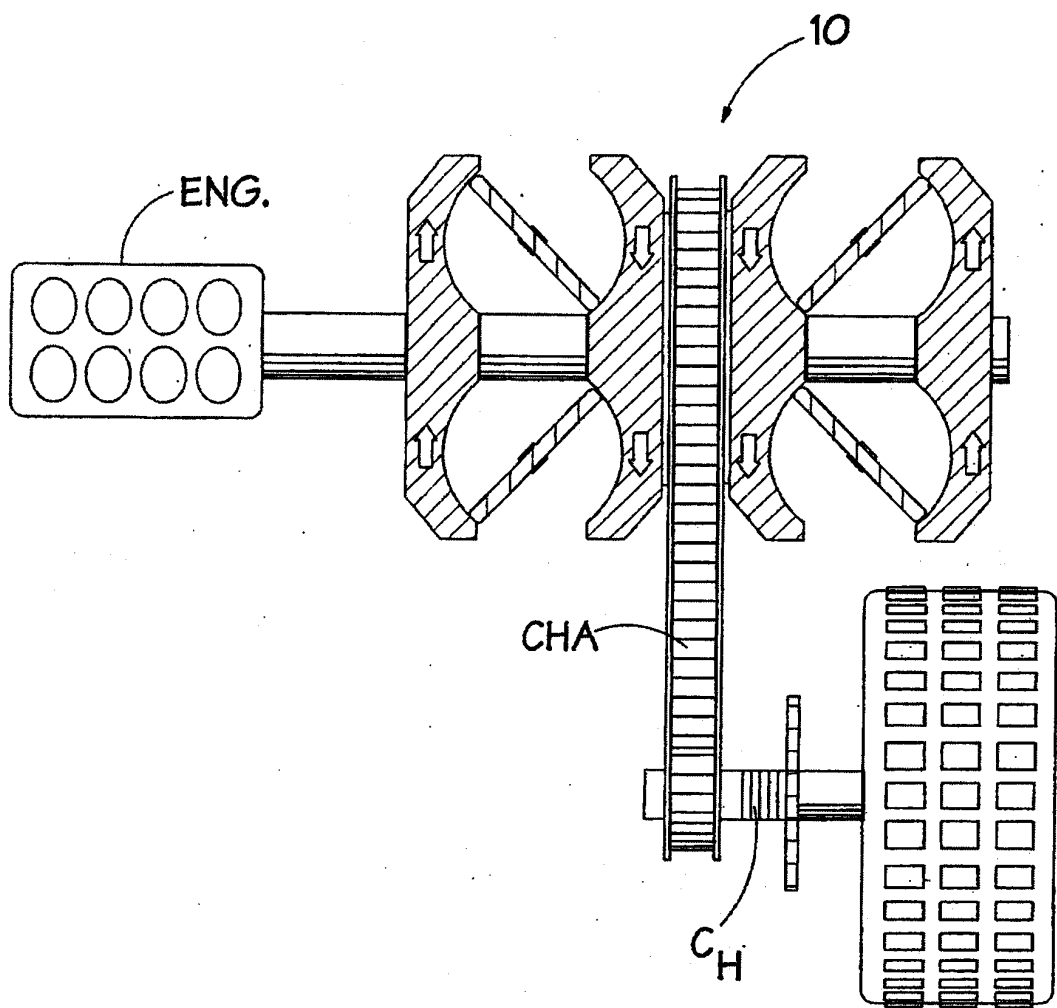


FIG.2a.

**FIG.2b.**

