



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0720772-7 A2



* B R P I 0 7 2 0 7 7 2 A 2 *

(22) Data de Depósito: 21/12/2007
(43) Data da Publicação: 28/01/2014
(RPI 2247)

(51) Int.Cl.:
F16D 27/10

(54) Título: TRANSMISSÃO COM CONTROLE DE
TORQUE DE RESISTÊNCIA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 22/12/2006 US 11/615,532,
20/12/2007 US 11/960,931, 20/12/2007 US 11/960,931, 22/12/2006
US 11/615,532

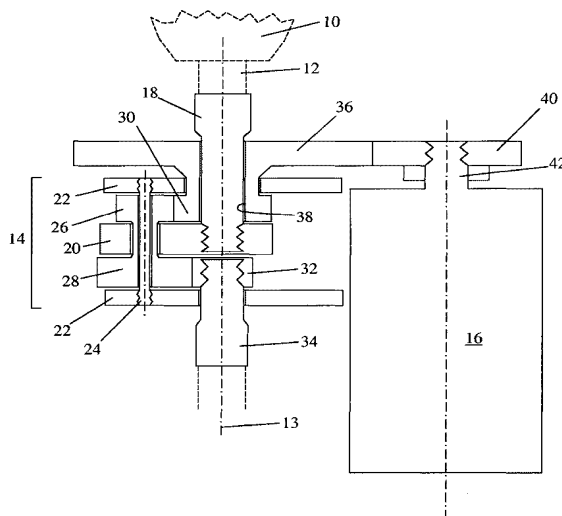
(73) Titular(es): Torvec, Inc.

(72) Inventor(es): Donald Gabel, James Y. Gleasman, Keith E.
Gleasman

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2007088513 de
21/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/080039de
03/07/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"TRANSMIS-
SÃO COM CONTROLE DE TORQUE DE RESISTÊNCIA"**.

REFERÊNCIA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido PCT reivindica uma ou mais invenções, as quais
5 foram mostradas no pedido de patente dos Estados Unidos copendente nú-
mero de série 11/960.931, depositado em 20 de dezembro de 2007, intitula-
da "TRANSMISSION WITH RESISTANCE TORQUE CONTROL", o qual é
um pedido de patente de continuação em parte do pedido de patente U.S. Nº
11/615.532, depositado em 22 de dezembro de 2006, intitulado "TRANS-
10 MISSION WITH RESISTANCE TORQUE CONTROL". O assunto deste pe-
dido está relacionado ao assunto no pedido de Patente copendente U.S. Nº
153.112, depositado em 15 de junho de 2005, intitulado "ORBITAL TRANS-
MISSION WITH GEARED OVERDRIVE". Os pedidos mencionados anteri-
ormente são incorporados aqui por referência.

15 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se ao campo de transmissões auto-
motivas. Mais particularmente, a invenção refere-se a uma transmissão au-
tomotiva infinitamente variável com engrenagem orbital e controle de torque
20 de resistência.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

As transmissões conhecidas convencionais usam o motor do
veículo como o controle primário para a feitura de mudanças na velocidade
do veículo.

25 A transmissão manual usa uma embreagem para mudança da
relação de transmissão, com o motor sendo completamente desconectado
da transmissão momentaneamente durante cada nível de mudança de mar-
cha e também com o motor sendo rapidamente acelerado para uma rpm ra-
zoavelmente alta durante cada mudança de nível.

30 A transmissão automática padrão usa um conversor de torque
para evitar uma desconexão completa do motor entre os níveis de mudança
de relação de transmissão, mas a ineficiência do conversor de torque causa

uma patinagem considerável entre o motor e saída da transmissão, particularmente durante a partida inicial e em velocidades mais baixas, quando tanto quanto 50% do torque do motor podem ser perdidos. Este tipo de transmissão combina motor e transmissão melhor do que a transmissão manual, mas o motor ainda deve ser acelerado a uma rpm alta durante cada nível de mudança de marcha múltipla. Também, mesmo durante uma marcha lenta do motor, quando o veículo está estacionado, a transmissão automática cria uma perda constante de eficiência através de perdas hidráulicas ocorrendo no conversor de torque.

As taxas de aceleração convencionais para rpm do motor durante a aceleração para cada nível de transmissão em transmissões manuais e automáticas frequentemente está entre 1000 e 2000 rpm/s, e esta aceleração rápida das partes internas do motor (árvore de manivelas, pistões, cames de válvula) pode resultar em uma perda de 20 a 25% na eficiência.

Houve muitas formas diferentes de transmissões infinitamente variáveis ("IVT") automáticas, em que o torque usável é suprido para as rodas motoras do veículo automotivo através de um contínuo de velocidades constantemente variáveis. A IVT é distinguida da transmissão continuamente variável ("CVT"), em que a velocidade do veículo é mudada continuamente através de velocidades e de níveis de saída de torque crescentes sucessivamente, mas na partida requer a assistência de uma embreagem ou de um conversor de torque. Contudo, até recentemente, nenhuma IVT ou CVT foi desenvolvida que seja capaz de lidar de forma bem-sucedida com uma faixa plena de torque e de tamanhos de motor a partir de um veículo muito pequeno até um caminhão comercial grande. Torvec, Inc., a cessionária da presente invenção, recentemente testou com sucesso uma IVT que não requer a assistência de uma embreagem ou um conversor de torque, e pode ser prontamente dimensionada para cobrir a faixa inteira de tamanho de motor e as exigências de torque. Também, esta IVT recentemente testada foi especificamente projetada para propelir não apenas grandes SUVs (veículos utilitários esportivos), mas também caminhonetes e ônibus escolares. Um dos últimos projetos da IVT da Torvec é mostrado na Patente U.S. Nº

6.748.817, intitulada "Transmission with Minimal Orbiter".

As IVTs da Torvec foram progressivamente melhoradas durante um período extensivo de testes de produto, e um projeto atual produz mudanças contínuas de torque e velocidade a partir da partida até uma relação de sobremarcha, sem quaisquer descontinuidades intermediárias, enquanto usam taxas de aceleração de motor de não mais do que 90 a 100 rpm/s. Estes resultados notáveis são obtidos com um aparelho que é significativamente menor e mais leve do que as transmissões automotivas convencionais presentemente disponíveis.

Os projetos de IVT da Torvec anteriores combinavam uma bomba hidráulica e um motor hidráulico com um orbital de engrenagem para a formação de uma transmissão infinitamente variável, de modo que conforme a velocidade do motor hidráulico aumentar a rotação da órbita de engrenagem, a velocidade do eixo de saída aumenta e a velocidade do veículo aumenta. Este projeto básico foi recentemente modificado de forma significativa para operar de uma maneira não-convencional. Especificamente, enquanto a entrada do motor era enviada para uma engrenagem sol de entrada do complexo de engrenagens orbitantes, as mudanças nas relações de transmissão de saída eram obtidas usando-se a operação combinada da bomba hidráulica e do motor variáveis para desaceleração da rotação do braço, de modo que, conforme a rotação do braço na direção do motor fosse desacelerada, a transmissão produzisse uma redução de engrenagens continuamente decrescente, e, quando o braço fosse levada a uma parada, a transmissão provesse uma relação de sobremarcha da entrada do motor.

As transmissões da Torvec recentes recém discutidas aumentam a eficiência de transmissão pelo uso de uma combinação de bomba e motor hidráulico, ao invés de o motor do veículo, como um controle primário da velocidade do veículo, desse modo evitando as perdas de aceleração do motor mencionadas acima. Contudo, mesmo estes projetos de transmissão da Torvec recentes ainda perdem alguma eficiência através do percurso de torque dividido que envia o torque de saída através da bomba e do motor hidráulico.

Uma atenção especial também é atraída para os aparelhos da técnica anterior, especificamente as máquinas hidráulicas de pistão longo da Torvec mostradas na Patente U.S. Nº 6.983.680 e U.S. 2004/0168567, os quais são incorporados desse modo como referência aqui. Esta técnica anterior é referida em maiores detalhes na seção de Descrição Detalhada abaixo.

A invenção mostrada aqui é um melhoramento adicional das versões anteriores testadas de forma bem-sucedida da IVT da Torvec recém discutida acima, e a máquina hidráulica em duas das modalidades mostradas da invenção utiliza uma variação da máquina hidráulica mostrada na U.S. Nº 6.983.680 e U.S. 2004/0168567.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Uma transmissão da presente invenção é uma estrutura notadamente pequena que em duas das modalidades mostradas inclui apenas um complexo de engrenagem orbital mínimo e um único dispositivo de controle rotativo. O orbital mínimo inclui apenas: uma engrenagem de controle e uma engrenagem de saída interconectadas por porções de transmissão diferentes de pelo menos uma engrenagem composta suportada por um braço orbitante que responde a um acionamento de entrada provido por um motor primário. O dispositivo de controle rotativo pode ser de qualquer tipo de aparelho que seja capaz de prover um torque de resistência infinitamente variável suficiente para combinação do torque do motor primário para desaceleração e parada da engrenagem de controle do complexo orbitante.

Em uma primeira modalidade, o dispositivo de controle rotativo é uma máquina de macaco hidráulico que tem um eixo motor conectado a uma placa basculante ajustável e tendo janelas de entrada e de saída conectadas através de uma passagem de fluido muito mínima que é fechada por uma válvula de pressão controlada. [NOTA: o termo "macaco hidráulico" é usado aqui para denotar um transdutor hidráulico que não provê qualquer movimento de propulsão que seja, mas, ao invés disso, não é usado para mais do que criar um torque resistivo controlado na forma de uma pressão hidráulica]. Esta máquina de macaco hidráulico única gera um torque de resistên-

cia durante uma aceleração do veículo, mas impõe uma carga desprezível sobre o motor do veículo durante a partida, a marcha lenta do motor e a viagem no veículo. Também, a operação desta máquina hidráulica única omite a bomba hidráulica que é convencionalmente usada em transmissões controladas hidromecanicamente. A invenção aumenta a eficiência pelo uso do macaco hidráulico apenas para desaceleração da operação da transmissão, ao invés de acioná-la da maneira convencional.

Em uma segunda modalidade, o dispositivo de controle rotativo é um freio eletromagnético que gera um torque de resistência para desaceleração e parada da rotação de uma roda magnética que é conectada à engrenagem de controle. De novo, este freio magnético, como o freio hidráulico da primeira modalidade, aumenta a eficiência pela desaceleração da operação da engrenagem, ao invés de acioná-la da maneira convencional.

Em uma terceira modalidade preferida para uso na maioria dos veículos (por exemplo, carros de passageiro, veículos utilitários esportivos e caminhões), apenas um complexo de engrenagens planetárias convencional usando uma coroa dentada externa é adicionado para a provisão de um retorno de torque que se opõe ao torque resistivo criado pela máquina de macaco hidráulico para diminuição da taxa de mudança na relação de engrenagem de saída de orbital entre uma redução mais alta e a sobremarcha predeterminedada do acionamento de entrada provida pelo motor primário. Isto é, quando o motor do veículo é operado a velocidades não maiores do que de 750 a 1500 rpm, este complexo planetário estende o período de redução de engrenagem infinitamente variável até o veículo atingir as velocidades de 40,23 a 77,25 km/h (de 25 a 48 mph).

Em uma outra modalidade da presente invenção, uma segunda máquina hidráulica é incluída para a criação de um acionamento híbrido. O acionamento primário do veículo é provido por um motor à gasolina ou a diesel, usando a transmissão hidráulica simplificada recém descrita da invenção. Contudo, um conjunto de acumulador é adicionado à estrutura (a) para o armazenamento de energia cinética do veículo durante uma descida em ponto morto ou uma frenagem na forma de fluido hidráulico pressurizado e

(b) para reutilização da energia armazenada para ajudar na aceleração ou na condução do veículo. A rotação do eixo motor do veículo durante condições de descida em ponto morto ou frenagem é usada como uma entrada para uma máquina hidráulica, atuando como uma bomba, para envio do fluido hidráulico de um reservatório para um tanque pressurizado. Para ajudar na aceleração do veículo, esta mesma máquina hidráulica, atuando como um motor, é acionada pelo fluido pressurizado armazenado para a provisão de torque de acionamento suplementar para o eixo motor do veículo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

- 10 A figura 1 é uma vista esquemática de uma primeira modalidade da versão de macaco hidráulico da presente invenção, que mostra uma seção transversal do complexo de engrenagem orbital.
- 15 A figura 2 é um diagrama de blocos da transmissão da figura 1, que mostra em forma esquemática uma seção transversal da máquina de macaco hidráulico da invenção.
- 20 A figura 3 é uma vista esquemática de uma modalidade preferida da versão de freio eletromagnético da presente invenção, que mostra o complexo de engrenagem orbital, a roda magnética e a bobina em seção transversal e ilustrando outros componentes com diagramas de blocos.
- A figura 4A é uma vista em perspectiva do complexo de porções da engrenagem orbital, da roda magnética e da bobina da figura 3.
- 25 A figura 4B mostra a roda magnética da figura 4A com a bobina removida.
- 30 A figura 5 é uma vista esquemática de uma outra modalidade da presente invenção que mostra um complexo planetário convencional único suplementar para a provisão de um retorno de torque, o tamanho relativo das respectivas engrenagens servindo para representação apenas de uma aproximação geral de relações de engrenagem reais.

A figura 6 é uma vista parcialmente esquemática de uma modalidade adicional da presente invenção incluindo o aparelho acumulador apropriado para uso em veículos híbridos.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

5 A atenção é atraída em especial para o fato de as modalidades preferidas de macaco hidráulico da invenção usarem uma variação da máquina hidráulica de pistão longo da Torvec da técnica anterior mencionada acima. Os protótipos de qualidade comercial destas máquinas hidráulicas de pistão longo da Torvec já foram construídos de forma bem-sucedida e testados em SUVs (veículos utilitários esportivos) grandes e pequenos cami-
10 nhões, e embora estas máquinas hidráulicas novas e não-usuais ainda não tenham desfrutado de ampla publicidade, elas são as máquinas hidráulicas preferidas para uso com a invenção descrita aqui. Esta preferência por este projeto de máquina hidráulica não pode ser enfatizado em demasia, uma vez
15 que as bombas e motores hidráulicos comerciais disponíveis presentemente são considerados inaceitáveis para uso com a invenção em questão porque: (1) eles são muito maiores e muito mais pesados do que as máquinas de pistão longo da Torvec; (2) eles são incapazes de prover as altas velocidades necessárias para uso automotivo; (3) eles não têm as capacidades de torque de partida das máquinas de pistão longo da Torvec; (4) seu torque de
20 "separação" os torna impróprios para a invenção, requerendo dezenas de libras de força ($1 \text{ lbf} = 4,448 \text{ N}$) para começarem a virar seus eixos motores, mesmo quando descarregados, ao passo que o eixo motor descarregado da máquina de pistão longo da Torvec pode ser rodado com uma sujeição ma-
25 nual ou com os dedos; e (5) a eficiência volumétrica das máquinas hidráulicas comerciais presentes é ruim em ângulos baixos de placa basculante, ao passo que em testes reais, uma máquina hidráulica de pistão longo da Torvec produziu 13,79 MPa (2000 psi) ou mais em um ângulo de placa bascu-
30 lante de 1,5 com uma velocidade de entrada de 1700 rpm, registrando uma eficiência volumétrica muito alta neste ângulo pequeno. Com estas deficiências recém listadas, se essas máquinas hidráulicas padronizadas fossem usadas na transmissão em questão, muitas das vantagens da invenção seri-

am perdas, por exemplo, a condição "sem carga" neutra da invenção poderia não ser obtida, o freio do veículo teria que ser aplicado para se evitar uma "fluência" do veículo que perde combustível quando parado no tráfego em um terreno nivelado, etc.

5 Embora a engrenagem orbital da transmissão da presente invenção preferencialmente esteja conectada em todos os momentos ao dispositivo de controle rotativo, isto é, a máquina de macaco hidráulico ou a roda magnética freada eletricamente, a única carga notável provida por estas cargas resistivas ocorre quando o dispositivo de controle rotativo é ativado e ajustado para mudança das relações de engrenagem da transmissão
10 durante uma operação do veículo. Esta carga resistiva provê um torque de resistência que gradualmente desacelera a velocidade de rotação da engrenagem de controle através de um contínuo de velocidades decrescentes que começam quando a placa basculante é tombada e/ou a válvula de controle
15 de fluido ajustada, ou assim que a bobina de controle elétrico é energizada no freio magnético. O aumento progressivo neste torque de resistência causa uma desaceleração proporcionalmente progressiva da engrenagem de controle. A desaceleração da engrenagem de controle cria um torque de acionamento a partir da saída de transmissão através de uma relação de engrenagens infinitamente variável que começa, momentaneamente, de ∞ : 1-
20 300: 1 quando primeiramente iniciada, e termina quando a engrenagem de controle é levada a uma parada, produzindo uma saída de transmissão em uma relação de sobremarcha predeterminada (por exemplo, de 0,7: 1).

 Para um uso preferido na maioria dos veículos, o acionamento
25 de entrada do motor primário também é dirigido à engrenagem sol de um complexo planetário único tendo uma coroa dentada externa. O condutor de planeta deste complexo planetário envia a saída da transmissão, enquanto a coroa dentada é conectada à engrenagem de saída do complexo de engrenagem orbital. Conforme é bem-conhecido na técnica, quando o condutor de planeta é parado (por exemplo, quando o veículo está imóvel), a coroa dentada corre para trás, em resposta à entrada do motor para a engrenagem sol
30 do complexo planetário. Quando um torque resistivo começa a desacelerar a

rotação da engrenagem de controle do complexo de engrenagem orbital, esta rotação negativa da coroa dentada resulta em um retorno de torque que estende o período de redução de engrenagem infinitamente variável conforme o torque resistivo crescente desenvolvido pela máquina de macaco hidráulico desacelera a rotação da engrenagem de controle do complexo de engrenagem orbital.

Nas versões de macaco hidráulico da presente invenção, a máquina hidráulica não está atuando como uma bomba ou um motor hidráulico convencional. De forma alguma a máquina hidráulica é usada para acionamento do veículo. Ao invés disso, sua única finalidade é criar um torque resistivo controlado. Isto é, cada movimento infinitamente variável da placa basculante e/ou da válvula de fluido da máquina hidráulica resulta em uma mudança no nível da pressão hidráulica nos pistões da máquina de macaco hidráulico, e essa pressão atua unicamente como um torque de resistência para desacelerar a rotação da máquina de macaco.

Com a modalidade de macaco hidráulico preferida da invenção, a máquina de macaco hidráulico opera com um volume mínimo controlado de fluido, e a passagem de fluido mínima que conecta as janelas de entrada e de saída da máquina de macaco é fechada por uma válvula de pressão controlada eletronicamente. Quando o veículo está parado com o motor operando, a placa basculante da máquina de macaco está regulada em sua posição a 0, e o eixo motor da máquina de macaco está girando livremente com o uso mínimo de energia. Quando uma aceleração do veículo é desejada, a ativação da placa basculante e da válvula de pressão da máquina de macaco hidráulico instantaneamente cria uma pressão resistiva do fluido hidráulico que provê uma partida suave e silenciosa. Após isso, o ângulo de placa basculante e a válvula de fluido são ajustados para redução do fluxo de fluido entre os lados de pressão alta e baixa da máquina hidráulica e aumentam em incrementos o torque de resistência que desacelera a rotação da engrenagem de controle.

Uma transmissão da presente invenção provê um ganho significativo na eficiência do motor pelo uso do dispositivo de controle rotativo sim-

ples, isto é, o macaco hidráulico simplificado recém descrito ou o aparelho de freio eletromagnético, ao invés do motor do veículo como o meio primário para aceleração do veículo. A eficiência também é aumentada durante acelerações até velocidades de cruzeiro em autoestrada, porque: (1) o motor do veículo permanece em velocidades sem carga ou a um nível de rpm ligeiramente aumentado com um contínuo de rpms relativamente baixas (preferencialmente de 750 a em torno de 1500 rpm a uma taxa tipicamente de 75 a 100 rpm/s) e, ao mesmo tempo, (2) a transmissão simplificada provê aumentos infinitamente variáveis consecutivos na rpm de saída enquanto provê de forma concomitante diminuições infinitamente variáveis consecutivas no torque (através de diminuições de relação de engrenagem). Devido ao fato de a transmissão gerar esses torques de partida grandes a velocidades de velocidade muito baixas, e devido ao fato de as mudanças no torque e na velocidade de velocidade permanecerem proporcionais, a potência mecânica gasta pelo motor pode ser combinada, de forma mais próxima, desse modo, com as necessidades ditadas pelas condições da estrada e do tráfego.

O macaco hidráulico está ativo apenas quando provendo uma redução de engrenagem infinitamente decrescente durante o processo de aceleração, e apenas uma parte muito pequena da potência mecânica do motor é gasta na desaceleração da rotação do eixo do macaco hidráulico. Quando o veículo é parado, a placa basculante é retornada para 0 e a válvula de pressão é aberta, desativando o macaco hidráulico, e a hidráulica desativada consome uma potência mecânica mínima, se consumir. Quando o veículo está em velocidades de cruzeiro, a hidráulica é pressurizada e permanece travada para manter a engrenagem de controle em sua posição parada, atuando com 100% de eficiência (como uma embreagem engatada) e consumindo apenas uma potência mecânica fracionada que também inclui a energia requerida para a carga da bomba para se recompletar o fluido perdido no escape de combustão.

De modo similar, na versão de roda magnética da transmissão, o freio eletromagnético está ativo apenas quando o aumento infinitamente variável de corrente elétrica na bobina estiver criando níveis cada vez maiores

de força eletromagnética que atua para se opor aos campos magnéticos dos ímãs da roda magnética, criando um torque de resistência que desacelera a rotação da roda magnética, para a provisão da redução de engrenagem infinitamente decrescente durante o processo de aceleração. Quando a roda magnética e a engrenagem de controle são paradas e as velocidades de cruzeiro são atingidas, uma trava é aplicada à roda magnética, mantendo-a em sua posição parada, e a bobina é desenergizada. Durante condições de desaceleração, a trava é desativada e a roda magnética roda livremente com a engrenagem de controle.

10 Em um teste real de veículo, um protótipo da transmissão de macaco hidráulico básica da presente invenção (isto é, sem o conjunto de engrenagens planetárias) razoavelmente acelerou um caminhão leve para 48,28 km/h (30 mph) com um aumento relativamente mínimo na velocidade do motor (por exemplo, de 750 a 1000 rpm a em torno de 75 a 100 rpm/s).
15 Este é um melhoramento significativo em relação à ineficiência relativa das presentes transmissões convencionais que obtém uma aceleração do veículo apenas pelo aumento de forma rápida e contínua da velocidade do motor para bem mais do que 1500 rpm durante várias iterações, desnecessariamente desperdiçando a eficiência do motor. Em um melhoramento adicional
20 confirmado pelos testes reais em veículo, esta mesma transmissão de protótipo mostrou consumir combustível aproximadamente à metade da taxa de uma transmissão automática convencional, quando o veículo está parado no tráfego (por exemplo, parado em um tráfego leve).

 Obviamente, muitos operadores carecem da experiência ou da
25 paciência para aprender os procedimentos de controle manual recém explicados acima, e muitos outros desnecessariamente têm "pé pesado" no pedal do acelerador. Portanto, em uma modalidade da presente invenção, a operação do veículo é assistida por computador. Esses programas de computador detectam o ângulo do pedal do acelerador, bem como a taxa na qual
30 este ângulo foi aumentado ou diminuído pelo operador, para progressivamente selecionar velocidades de motor a partir de um contínuo de rpm relativamente baixa, a taxa de progressão de velocidade de motor sendo contro-

lada para a otimização da potência mecânica/do consumo de combustível para a taxa de aceleração desejada indicada pelas ações do operador. Após o veículo atingir um nível de velocidade desejado, conforme indicado pelo ângulo de liberação do operador do acelerador, o computador recua o motor para o nível de rpm mais baixo necessário para manutenção daquela velocidade.

As transmissões recentes de IVT da Torvec têm sido muito menores e mais leves do que as transmissões convencionais que elas substituem, e várias modalidades da presente invenção são ainda menores e têm significativamente menos volume e peso do que os projetos de IVT anteriores, uma vez que omitem uma máquina hidráulica completa.

Transmissão de Macaco Hidráulico Básica

A figura 1 e a figura 2 são diagramas esquemáticos de uma transmissão notadamente pequena e compacta em modalidades da versão de macaco hidráulico da presente invenção. A transmissão é afixada a uma árvore de manivelas 12 de um motor primário 10 que provê uma entrada para um complexo de engrenagem orbital 14, o qual está em combinação com um dispositivo de controle rotativo que é mostrado nesta modalidade preferida como uma máquina de macaco hidráulico 16. Um eixo de entrada 18 é ligado por estrias à árvore de manivelas do motor 12, ambos sendo alinhados ao longo de um primeiro eixo geométrico 13. Uma placa de acionamento central 20 é posicionada entre as duas placas de extremidade 22, e estes três elementos recém denominados em conjunto formam o braço orbital da placa de acionamento central 20. As placas de extremidade 22 suportam as respectivas extremidades de eixo de órbita 24 que porta um arranjo de engrenagens compostas incluindo engrenagens compostas 26 e engrenagem compostas 28. Embora um complexo de engrenagem orbital preferido inclua pelo menos dois ou três conjuntos de eixos de órbita 24 e engrenagens compostas 26/28, apenas um conjunto é mostrado, por clareza. Também, a árvore de manivelas do motor 12 alternativamente pode ser presa estriada diretamente à placa de acionamento central 20. A placa de acionamento central 20 tem aberturas para a provisão de um espaço para as engrena-

gens compostas 26/28, e uma engrenagem de controle 30 se engraniza com as engrenagens compostas 26, enquanto as engrenagens compostas 28 se engranzam com uma engrenagem de saída 32 acoplada a um eixo de saída de transmissão 34 que, por sua vez, é conectado a um eixo motor de veículo 35 (conforme é explicado em maiores detalhes abaixo).

A engrenagem de controle 30 é fixada a uma engrenagem de acionamento de controle 36, e ambas as engrenagens de controle 30, 36 são fixadas de forma similar a um eixo oco 38 que circunscreve o eixo de entrada de transmissão 18. A engrenagem de acionamento de controle 36 está em engranzamento com uma engrenagem de acionamento de hidráulica 40 fixada ao eixo motor 42 da máquina de macaco hidráulico 16 que cria o torque de resistência para controle da saída do complexo de engrenagem orbital 14. A engrenagem de controle 30 é maior do que a engrenagem composta 26 e a engrenagem composta 28 é maior do que a engrenagem de saída 32.

Em uma modalidade da presente invenção, as relações de dente de engrenagem para a transmissão orbital são conforme se segue, com números de referência a partir da figura 1 e da figura 2:

	<u>Engrenagem</u>	<u>Nº de Dentes</u>
a.	Engrenagem de controle 30	32
b.	Engrenagem composta 26 (em engranzamento com 30)	19
c.	Engrenagem composta 28 (fixada a 26)	33
d.	Engrenagem de saída 32 (em engranzamento com 28)	22
e.	Engrenagem de acionamento de controle 36 (fixada a 30)	60
f.	Engrenagem de acionamento de máquina hidráulica 40 (em engranzamento com 36)	30

A máquina de macaco hidráulico 16, a qual opera como o dispositivo de controle rotativo de transmissão em várias das modalidades mostradas, inclui uma pluralidade de pistões 44 dispostos em cilindros (não mostrados individualmente). O curso dos pistões 44 é controlado pela posição de

uma placa basculante ajustável 46, que roda com o eixo motor 42 e a engrenagem de acionamento de hidráulica 40. O bloco de cilindro 48 incluiu um cilindro para cada pistão, cada cilindro tendo janelas de entrada e de saída 50 conectadas através de uma passagem muito mínima 52 fechável por uma válvula de pressão de fluido 54 que também serve como uma válvula de alívio de pressão (por exemplo, para evitação de aumentos na pressão acima de 27,579 MPa (4000 psi) na máquina 16).

Quando a placa basculante 46 é regulada em 0, o eixo motor 42 e a placa basculante 46 podem rodar livremente, sem resultar em qualquer aumento significativo de pressão de fluido em qualquer porção da máquina hidráulica 16, incluindo na passagem mínima 52. Contudo, quando uma aceleração é desejada, a placa basculante 46 é movida para um ângulo predeterminado e a válvula de pressão 54 é ajustada para restrição do fluxo através da passagem mínima 52, aumentando a pressão hidráulica na máquina hidráulica e desacelerando a rotação da placa basculante 46, do eixo motor 42, da engrenagem de acionamento de hidráulica 40 e da engrenagem de acionamento de controle 36 para a provisão de um torque de resistência que diminui a rotação da engrenagem de controle 30 proporcionalmente ao aumento no torque de resistência. Este torque de resistência varia diretamente com a pressão de fluido na máquina hidráulica 16, e essa pressão é aumentada em incrementos até o ajuste da placa basculante 46 e o fechamento da válvula de pressão 54 criarem um torque resistivo suficiente para se evitar uma rotação da engrenagem de controle 30 e fazer com que a transmissão acione o veículo em sua relação de sobremarcha (por exemplo, de 0,7: 1).

Nas modalidades preferidas mostradas, o eixo de saída de transmissão 34 do complexo de engrenagem orbital 14 preferencialmente se conecta através de um mecanismo de garfo de mudança 56 a um complexo de engrenagem-padrão de "para frente/à ré" 58, esta mudança de engrenagem sendo convencionalmente controlada por uma alavanca de mudança padrão. Embora a saída final da transmissão para frente e/ou à ré do complexo 58 possa permanecer em 1:1 com a saída de transmissão, algumas relações de engrenagem de saída diferentes podem ser desejadas, em al-

guns projetos. Também, um computador 60 preferencialmente monitora (a) o pedal de acelerador do veículo 62 (a posição e a taxa de mudança), (b) uma alavanca de mudança manual 63 e (c) uma pressão de fluido hidráulico na máquina hidráulica 16 por um sensor de pressão de fluido 64 para controle (d) do ajuste da placa basculante 46, (e) ajuste da válvula de pressão de fluido 54 e (f) operação da embreagem 56.

A seção a seguir refere-se à operação da transmissão inventiva. Estas funções operacionais são descritas com referência à modalidade básica recém descrita de macaco hidráulico. Contudo, deve ser apreciado que estas mesmas funções operacionais se aplicam de forma similar a todas as modalidades da invenção, incluindo as modalidades de freio magnético e de retorno discutidas abaixo.

Partida

Quando o veículo está estacionado e o motor tem a partida dada primeiramente, os eventos a seguir preferencialmente ocorrem: o motor começa a operar em marcha lenta (por exemplo, a 750 rpm). A braço orbital 20, 22 de complexo de engrenagem pequeno 14 roda com a árvore de manivelas do motor 12 na velocidade do motor. As rodas do veículo estacionado estão paradas sobre o terreno e, uma vez que a engrenagem de saída de transmissão 32 está conectada ao eixo motor de veículo 35, a engrenagem de saída 32 é mantida em uma condição parada. Com o braço orbital 20, 22 rodando o eixo de órbita 24 e as engrenagens compostas 26, 28 em torno do primeiro eixo geométrico 13, enquanto a engrenagem de saída 32 é mantida parada, a engrenagem composta 28 rola em torno da engrenagem de saída parada 32, conforme o braço orbital se mover com o acionamento do motor. Sob estas condições, com as relações de engrenagem preferidas indicadas acima e com a placa basculante 46 de máquina de macaco hidráulico 16 regulada para 0, a engrenagem de controle 30 roda aproximadamente à metade da velocidade de entrada do motor (por exemplo, a 375 rpm), e a engrenagem de acionamento de hidráulica 40, o eixo 42 e a placa basculante 46 todos meramente rodam livremente em alguma taxa de sobremarcha predeterminada mais rápida do que a velocidade da engrenagem de controle

30, adicionando apenas uma carga de atrito mínima. Mais uma vez, a atenção em especial é atraída para o fato de a máquina hidráulica mostrada em uma modalidade preferida aqui ser uma variação da máquina hidráulica de pistão longo da Torvec da técnica anterior mencionada acima mostrada na Patente U.S. Nº 6.983.680 e em U.S. 2004/0168567, o que assegura uma operação bem-sucedida da condição de "carga mínima" neutra descrita acima.

A Partir de uma Parada Longa

Quando de uma partida do veículo a partir de uma parada longa, os eventos a seguir preferencialmente ocorrem: enquanto o motor 10 permanece em marcha lenta (por exemplo, a 750 rpm), a placa basculante 46 inicialmente é movida para um ângulo predeterminado na direção à frente, manualmente ou sob um controle de computador em resposta à pressão do pedal de acelerador 62, e a válvula de pressão 54 é ajustada para começar a bloquear em incrementos a passagem mínima 52. A pressão imediatamente começa a se acumular na máquina de macaco hidráulico 16, e este mesmo aumento de pressão imediato causa uma desaceleração da engrenagem de controle 30 de sua velocidade de roda livre aproximadamente à metade da velocidade de marcha lenta do motor (por exemplo, a 375 rpm). O complexo de engrenagem 14 responde a esta desaceleração da engrenagem de controle 30 pela criação de uma redução de engrenagem quase infinita momentaneamente na engrenagem de saída que, em uma fração de um segundo, cai para uma redução de engrenagem de 1000 a 300: 1, dando a partida nas rodas do veículo para rodarem a uma rpm muito lenta com um torque muito alto.

Após isso, o veículo é acelerado em resposta aos ajustes continuados da placa basculante 46 e da válvula de pressão 54. Contudo, é importante notar que esta taxa de aceleração é relativamente rápida. Esta pressão crescente cria um torque de resistência que se opõe e desacelera a rotação da placa basculante 46, do eixo motor de máquina hidráulica 42, da engrenagem de acionamento de hidráulica 40, da engrenagem de acionamento de controle 36 e da engrenagem de controle 30. A desaceleração

crescente da engrenagem de controle 30 resulta no aumento gradual concomitante na rotação do eixo de saída de transmissão 34 na relação de engrenagem alta recém descrita que rapidamente cai para em torno de 30 a 20: 1, enviando o torque de motor proporcional e dando a partida para mover as rodas do veículo.

Este processo recém descrito continua conforme o veículo acelera, diminuindo mais a relação numérica de engrenagem, até a velocidade atingir em torno de 48,28 a 80,47 km/h de (30 a 50 mph). Neste ponto, as condições a seguir ocorrem quase que simultaneamente: (a) a engrenagem de controle 30 para; (b) a placa basculante 46 e a válvula de pressão 54 são mantidas em suas respectivas posições ajustadas; (c) a pressão hidráulica na máquina de macaco hidráulico 16 permanece "travada" (como uma embreagem hidráulica), exercendo uma contrapressão constante que mantém a engrenagem de controle 30 em sua condição parada; e (d) a engrenagem de saída de transmissão 32 está rodando em uma condição de sobremarcha predeterminada tão eficientemente como se ela fosse mantida por uma embreagem.

A condição travada da máquina hidráulica 16 é mantida conforme o escape de combustão continuado (por exemplo, de menos de 3,785 l/min (1 gal/min) a velocidades de veículo de 80,47 km/h (50 mph) ou mais rápido) é convencionalmente substituída para o lado de pressão baixa (sucção) da máquina de macaco por uma bomba de carga pequena.

Quando em Cruzeiro

A velocidades de cruzeiro de autoestrada (isto é, com a placa basculante 46 e a engrenagem de controle 30 mantidas em posições de limite para manutenção de uma pressão de cruzeiro predeterminada), quando o torque de acionamento maior é requerido, tal como para manutenção da velocidade em um plano inclinado ou ultrapassando-se um outro veículo, o operador meramente move a alavanca de mudança 63 ligeiramente para trás a partir de sua posição de limite. Isto é tudo que é requerido para se mover a placa basculante 46 para um ângulo ligeiramente maior, reduzindo-se a pressão de cruzeiro fixa e, desse modo, recomeçando o movimento dos pis-

tões hidráulicos 44 e da engrenagem de controle 30, para aumento da recipiente de engrenagem de transmissão e do torque de saída.

O veículo pode ser provido com um recurso de "controle de cruzeiro" bem-conhecido. Se assim for, quando viajando sob o controle de cruzeiro em alguma velocidade de cruzeiro desejada e o veículo encontra uma colina, a carga aumentada sobre a transmissão é notada pelo operador, ou através do sensor de pressão de fluido 64 na passagem mínima 52 pelo computador 60, e este aumento de pressão é compensado pelo movimento da placa basculante 46 uns poucos graus por uma entrada de computador ou por um movimento manual da alavanca de mudança 63 para iniciar o ajuste do ângulo de placa basculante e da válvula de controle de fluido. Estes ajustes resultam em apenas um ligeiro aumento na velocidade do motor e um aumento no torque de saída, até o veículo atingir de novo a velocidade de cruzeiro desejada e a pressão no sistema hidráulico mais uma vez se tornar equilibrada. A placa basculante 46 e a válvula de fluido 54 são mantidas em posições ótimas correspondendo à pressão requerida para se prover um torque de resistência suficiente para mais uma vez se parar a engrenagem de controle 30 e manter o veículo em sua velocidade desejada.

Quando é desejado desacelerar o veículo de uma velocidade de cruzeiro, o pedal de acelerador 62 é liberado e a placa basculante e a válvula de fluido são ajustadas para aumento do torque de freio através das relações de engrenagem rapidamente crescentes resultantes. Sob condições de frenagem plenas, a placa basculante é movida para a posição a 0 e a válvula de fluido é aberta, de modo que o macaco hidráulico se torne uma embreagem desencaixada para evitar que o motor estanque.

De novo, uma atenção especial é atraída para o fato de a máquina de macaco hidráulico 16 não estar operando como uma bomba ou um motor convencional, e o torque de resistência crescente provido pela máquina hidráulica 16 não é gerado por um fluxo crescente de fluido hidráulico. Ao contrário, conforme a passagem mínima 52 entre as janelas de entrada e de saída hidráulicas 50 se torna crescentemente bloqueada pela válvula de pressão 54, o fluido de fluido hidráulico permanentemente se reduz, até a

pressão na máquina hidráulica 16 criar um torque resistivo suficiente para impedir uma rotação da engrenagem de controle 30 e a hidráulica, embora ainda sob pressão, cessar de fluir. Sob esta condição "travada", o único fluxo de fluido é um escape de combustão para o lado de pressão baixa a partir de uma bomba de carga convencional. Com efeito, conforme indicado acima, a máquina de macaco hidráulico 16 opera como uma embreagem hidráulica. Cada movimento sucessivo da placa basculante 46 e/ou um ajuste de fechamento da válvula de fluido 54 causa um movimento dos pistões da máquina para a criação de níveis cada vez maiores de pressão hidráulica que atuam como um torque de resistência para desaceleração da rotação da engrenagem de controle 30.

Uma atenção em especial também é atraída para um recurso muito importante da invenção. Conforme indicado acima, quando o veículo é parado e não há movimento da engrenagem de saída 32, a engrenagem orbital cria uma vantagem mecânica da entrada do motor para fazer com que a engrenagem de controle 30 rode a uma redução predeterminada da velocidade do motor em marcha lenta. A relação de engrenagem entre a engrenagem de acionamento hidráulica 42 e a engrenagem de acionamento de controle 36/engrenagem de controle 30 é intencionalmente selecionada para a criação da mesma vantagem mecânica para a pressão de torque de resistência desenvolvida pela máquina de macaco hidráulico 16. Assim, com efeito, o torque de resistência hidráulico que desacelera a engrenagem de controle 30 entra no complexo de engrenagem a uma redução que combina com a redução de torque do motor. Conforme recém explicado acima, a modalidade preferida mostrada provê o torque de resistência de combinação de motor desejado pela seleção de uma redução de engrenagem similar de 2:1 entre a engrenagem de acionamento hidráulico 40 e a engrenagem de acionamento de controle 36. Contudo, esta redução pode ser tornada ainda mais alta para requerer menos torque de resistência inicial da máquina de macaco 16 para combinação com o torque do motor (por exemplo, quando a transmissão estiver sendo usada com um motor a diesel).

Em testes reais do veículo, um veículo equipado com a versão

de macaco hidráulico recém descrita da presente invenção prontamente atingiu uma velocidade de 35,4 km/h (22 mph) enquanto o motor era mantido a pouco mais de 750 rpm. Contudo, a aceleração do veículo de uma parada até esta veículo pode levar tanto quanto de 10 a 12 segundos, dependendo das condições da estrada. Uma vez que a maioria dos operadores prefere uma aceleração mais rápida, esta preferência pode ser obtida manualmente por não mais do que um aumento mínimo no ângulo do pedal do acelerador. O controle por computador 60 detecta o ângulo de pedal indicado para aumento da aceleração em uma taxa geralmente mais aceitável (por exemplo, de 100 rpm/s). Esta aceleração aumentada é obtida sem a aceleração convencional do motor para mais de 2000 rpm. Ao invés disso, o operador ou o computador progressivamente seleciona níveis relativamente baixos de rpm de motor crescente (por exemplo, de um contínuo de 750 a 1500 rpm). A taxa desta progressão de velocidade do motor é controlada para a otimização da potência mecânica/do consumo de combustível para a taxa de aceleração desejada, conforme indicado pelo ângulo de pressão do acelerador. Após o veículo atingir um nível de velocidade desejado, de novo indicado pela posição do acelerador, a velocidade do motor é recuada para o nível de rpm mais baixo necessário para manutenção daquela velocidade atingida.

Conforme indicado acima, deve ser lembrado que estas funções operacionais recém descritas se aplicam igualmente a todas as modalidades da invenção, incluindo as modalidades de freio magnético e de retorno a seguir, discutidas abaixo.

Transmissão de Freio Magnético

Uma versão de freio magnético da invenção opera funcionalmente da mesma maneira que a versão de freio hidráulico mostrada nas figura 1 e 2 e descrita acima. As diferenças significativas entre estas duas versões são seletivamente ilustradas nas figura 3, 4A e 4B.

Na figura 3, o motor 10', a árvore de manivelas 12' e o complexo de engrenagem orbital inteiro 14' são essencialmente idênticos àquelas partes numeradas de forma similar mostradas nas figura 1 e 2. A diferença principal é a substituição da máquina de macaco hidráulico 16 (figura 1) pelo

aparelho de roda magnética/bobina 90 (figura 3). O aparelho 90, o qual também é mostrado em vistas em perspectiva em 4A e 4B, inclui uma roda magnética 91 que é fixada para rotação com a engrenagem de controle 30' e é circundada por uma bobina elétrica 92 que é mantida por um suporte de bobina circunferencial 93. A circunferência externa de roda magnética 91 é revestida com uma pluralidade de ímãs permanentes 94, cada um dos quais sendo posicionado com seu respectivo campo magnético em um alinhamento similar, conforme indicado pelas letras N (norte) e S (sul) na figura 3. A bobina 92 é suprida com níveis variáveis de corrente elétrica através do circuito mostrado simbolicamente como um comutador/reostato 97 pela bateria 95 que é carregada pelo gerador 96 que é acionado pelo motor 10' da maneira convencional bem conhecida.

Como na modalidade de macaco hidráulico descrita anteriormente, o computador 60' desta modalidade de freio magnético responde de forma similar ao aparelho de mudança de velocidade de veículo e a sensores (não mostrados nesta vista, mas vistos na figura 2) e uma trava de roda magnética 98 para controle da operação do aparelho de roda magnética/bobina 90.

Conforme recém indicado acima, a operação desta modalidade é similar àquela explicada acima. Especificamente, quando o veículo é parado e o motor 10' está funcionando, a roda magnética 91 normalmente é deixada rodar livremente com a engrenagem de controle 30' em uma redução criada pelas engrenagens compostas orbitantes 26' e 28' aproximadamente à metade da velocidade da placa de acionamento central 20' que é acionada diretamente pelo eixo de entrada 18' e pela árvore de manivelas do motor 12'. A aceleração do veículo é realizada de forma similar pela desaceleração e parada da engrenagem de controle 30', usando-se um torque reativo gerado de forma eletromagnética, ao invés de por um torque reativo gerado de forma hidráulica. Aumentar a corrente na bobina 92 gera um campo magnético crescente que se opõe aos campos de cada um dos ímãs permanentes 94, criando um torque resistivo aumentado que desacelera a rotação da roda magnética 91 e da engrenagem de controle 30'. Este torque resistivo cres-

cente causa reduções de engrenagem infinitas sucessivas na engrenagem de saída 32', que resultam no aumento da velocidade do veículo da maneira explicada em detalhes acima. Este processo continua até a engrenagem de controle 30' ser parada e uma redução de engrenagem do acionamento at-
 5 tingir uma condição de sobremarcha e o veículo atingir a velocidade de cruzeiro.

Um aparelho de trava 98 está associado à roda magnética 91. A trava 98 normalmente é desativada (conforme indicado pela seta sólida) e é ativada apenas (conforme indicado pela seta tracejada) quando a roda mag-
 10 nética 91 e a engrenagem de controle 30' são paradas e o veículo atinge a velocidade de cruzeiro. Com a roda magnética 91 travada em sua posição parada, o comutador 97 é aberto, fechando a corrente para a bobina 92. Assim, o aparelho de trava 98 serve à mesma função que a pressão hidráulica na modalidade anterior explicada acima, quando a máquina hidráulica 16
 15 permanece "travada" (como uma embreagem hidráulica), desse modo exercendo uma contrapressão constante que mantém a engrenagem de controle 30' em sua condição parada; e a engrenagem de saída de transmissão 32' está rodando a uma condição de sobremarcha predeterminada tão eficientemente como se fosse mantida por uma embreagem.

O aparelho de trava 98 é ilustrado apenas em um diagrama de blocos, e as pessoas versadas na técnica apreciarão que este aparelho po-
 20 de ser criado com qualquer número de arranjos mecânicos bem-conhecidos, por exemplo, linguetas, catracas, esferas, retenções, grampos, ganchos, engates, etc., preferencialmente encaixados e desencaixados de forma ele-
 25 tromagnética.

Embora a roda magnética 91 seja mostrada fixada à engrenagem de controle 30', pode ser desejável prover alguma vantagem mecânica adicional para o torque de resistência sendo criado pelo aparelho de roda magnética/bobina 90, para se criar intencionalmente a mesma vantagem
 30 mecânica para o torque de resistência sendo enviado para a engrenagem de controle 30' que a engrenagem orbital cria para a entrada do motor sendo enviada para a engrenagem de controle 30'. Com esta vantagem mecânica,

o torque de resistência magnético que controla a engrenagem de controle 30 entra no complexo de engrenagens a uma redução que combina com a redução de torque de motor. Por exemplo, de modo similar à modalidade hidráulica explicada cima, a roda magnética 91 poderia ser montada em um eixo independente, sendo conectada à engrenagem de controle 30' através de uma engrenagem de acionamento de controle similar ao arranjo de redução de engrenagem mostrado na figura 1 entre a engrenagem de acionamento hidráulico 40 e a engrenagem de acionamento de controle 36. Essa vantagem mecânica adicional pode ser particularmente desejável para combinação do torque do motor, se a transmissão estiver sendo usada com um motor a diesel.

Retorno de Torque Resistivo

Embora as modalidades recém descritas acima operem de forma satisfatória sob muitas condições, para veículos automotivos, tais como carros de passageiro, SUVs e caminhões, uma aceleração mais rápida pode ser obtida com menos potência mecânica com a modalidade de retorno a seguir da invenção. A única mudança em relação às modalidades discutidas acima é a inclusão de um único complexo de engrenagens planetárias entre o complexo de engrenagem orbital e o acionamento final do veículo.

Nesta modalidade preferida, o torque do motor é dividido em todos os momentos entre dois percursos mecânicos: um primeiro percurso aciona o braço de um conjunto de engrenagens orbitais mínimo (substancialmente idêntico à órbita descrito acima) e um segundo percurso aciona a engrenagem sol de um único conjunto de engrenagens planetárias convencional tendo uma coroa dentada externa que se engranza com uma engrenagem sol através de um conjunto de engrenagens planetárias mantidas por um portador. A engrenagem de saída do conjunto de engrenagem orbital é conectada à coroa dentada do conjunto de engrenagens planetárias, e o portador de planeta do conjunto de engrenagens planetárias é conectado ao eixo motor do veículo. Quando as rodas do veículo estacionado estão paradas sobre o terreno, o portador de planeta é mantido estacionado e a entrada de motor para a engrenagem sol faz com que a coroa dentada do plane-

tário rode em uma direção reversa. Este movimento reverso da coroa dentada é "retornado" através da engrenagem de saída da órbita e das engrenagens compostas para a engrenagem de controle da órbita. Sob estas condições de partida, a rotação da coroa dentada planetária é adicionada à rotação da engrenagem de controle de órbita, de modo que a última rode a aproximadamente 55% da velocidade de entrada do motor e na mesma direção. Sob estas mesmas condições de partida, o dispositivo de controle rotativo (isto é, o macaco hidráulico na modalidade preferida mostrada) é efetivamente desativado, permitindo que as engrenagens de acionamento hidráulico e o eixo do macaco hidráulico meramente rodem livremente com a engrenagem de controle, adicionando apenas uma carga de atrito mínima.

Esta modalidade preferida é ilustrada esquematicamente na figura 5, na qual a árvore de manivelas 112 de um motor primário 110 é fixada a uma engrenagem de acionamento de motor 111 que se encaixa em uma engrenagem de acionamento orbital 113 e uma engrenagem de acionamento planetária 117 para a provisão de respectivas entradas para um complexo de engrenagem orbital 114 e um complexo de engrenagem planetária 115. A engrenagem de acionamento orbital 113 é fixada a uma placa de acionamento 120 que porta as engrenagens compostas 126/128 no braço orbital que, por sua vez, orbita em torno da engrenagem de controle 130 e da engrenagem de saída 132 de complexo de engrenagem orbital 114. A engrenagem de acionamento planetária 117 é fixada a um eixo de entrada 119 que se conecta à engrenagem sol 150 que se encaixa nas engrenagens planetas 152 de um portador de planeta 154 que também é fixado ao eixo de saída de transmissão 134. Este conjunto de engrenagens planetárias convencional também inclui uma coroa dentada externa 156 com dentes internos que se encaixa nas engrenagens planetas 152. A coroa dentada 156 é fixada a uma primeira engrenagem de retorno 160 que, por sua vez, combina com uma segunda engrenagem de retorno 162 que é conectada à engrenagem de saída 132 do complexo de engrenagem orbital 114.

Nesta modalidade preferida da presente invenção, a máquina de macaco hidráulico 116 é exatamente a mesma que a máquina de macaco

hidráulico 16 descrita acima, e as relações de dente de engrenagem para o complexo de engrenagem orbital 114 são as mesmas que para o complexo de engrenagem orbital 14 descrito acima, enquanto as relações de dente de engrenagem para o planetário tradicional são conforme se segue, com os

5 números de referência a partir da figura 5:

	<u>Engrenagem</u>	<u>Nº de Dentes</u>
a.	Engrenagem sol 150	30
b.	Coroa 156	72
c.	Engrenagens planetas (loucas) 152 (em engranzamento com 150 e 156)	--

Na descrição a seguir as outras relações de engrenagem descritas são apenas de exemplo, e outras relações podem ser selecionadas, de acordo com várias circunstâncias e necessidades.

Com o motor 110 operando, a engrenagem de acionamento de

10 motor 111 aciona a engrenagem de acionamento orbital 113 e a engrenagem de acionamento planetária 117 a uma redução de 2:1, provendo uma entrada simultaneamente para (a) rotação da placa de acionamento de braço 120 e das engrenagens compostas 126/128 de complexo de engrenagem orbital 114 e (b) para rotação da engrenagem sol 150 de complexo de engrenagem planetária 115, cada uma à metade da velocidade do motor.

15 Quando o veículo está parado, as rodas do veículo não estão se movendo, e o portador de planeta 154 é mantido estacionado. Sob estas condições, a coroa dentada 156 roda a -2,4: 1 da entrada do motor para a engrenagem sol 150, e esta rotação reversa é enviada através das primeira e segunda

20 engrenagens de retorno 160, 162 para a engrenagem de saída 132 do complexo de engrenagem orbital 114 na relação de 2:1.

A operação do complexo de engrenagem orbital 114 é similar àquela descrita acima com respeito à operação do complexo de engrenagem orbital 14. Especificamente, quando a engrenagem de saída 132 é mantida

25 parada e o acionamento do motor está rodando a placa de acionamento de braço 120 e as engrenagens compostas 126/128, as engrenagens compostas 126/128 rolam em torno da engrenagem de saída parada 132, fazendo

com que a engrenagem de controle 130 rode aproximadamente à metade da velocidade de entrada do motor (com as relações de engrenagem preferidas indicadas acima). Contudo, a rotação da engrenagem de saída 132 pela coroa dentada 156 aumenta a rotação da engrenagem de controle 130 para aproximadamente 55% da velocidade de entrada do motor. A rotação da engrenagem de controle 130 é enviada através de uma engrenagem de acionamento de controle 136 e uma engrenagem de acionamento de macaco hidráulico 140 para o eixo motor 142 da máquina de macaco hidráulico 116. Conforme explicado acima, sob estas condições, a placa basculante de máquina de macaco 116 é regulada a 0 e a engrenagem de acionamento de macaco 140, o eixo 142 e a placa basculante todos meramente rodam livremente em alguma taxa de sobremarcha predeterminada mais rápida do que a velocidade da engrenagem de controle 130, adicionando apenas uma carga de atrito mínima.

Em seguida, conforme explicado acima, o ajuste da placa basculante e da válvula de controle de máquina de macaco 116 gradualmente aumenta a pressão hidráulica na máquina de macaco 116, criando um torque de resistência crescente que desacelera a rotação da engrenagem de controle 130. Isto causa, inicialmente, uma redução de engrenagem muito alta do acionamento de entrada que, então, diminui proporcionalmente à desaceleração da velocidade de rotação da engrenagem de controle 130, até a engrenagem de controle 130 parar, e a transmissão atinge uma condição de sobremarcha predeterminada.

Conforme o veículo começa a se mover e aumentar de velocidade, o portador de planeta 154 aumenta de velocidade, enquanto a rotação reversa da coroa dentada 156 desacelera proporcionalmente. Quando a velocidade do portador de planeta 154 tiver aumentado suficientemente para a parada da rotação reversa da coroa dentada 156, a relação de saída do portador de planeta 154 será de 3,4: 1 da entrada do motor para a engrenagem sol 150. Após isso, a relação de saída do portador de planeta 154 diminui continuamente, até a coroa dentada 156 rodar à mesma velocidade que a entrada do motor para a engrenagem sol 150 e a relação de saída do porta-

dor de planeta 154 ser de 1:1 para a entrada do motor. Neste momento, a engrenagem de saída 132 da órbita 114 continua a mover a coroa dentada 156 do planetário 115 mais rapidamente do que a entrada do motor para a engrenagem sol 150, até a relação de saída do portador de planeta 154 finalmente se tornar uma sobremarcha de 0,7: 1.

A desaceleração da rotação negativa, a parada e a mudança de rotação da coroa dentada 156 do complexo planetário 115 ocorre durante o período quando o complexo de engrenagem orbital 114 está desenvolvendo um torque de aceleração. O retorno da coroa dentada 156 (a) desacelera a taxa na qual o torque de resistência da máquina de macaco hidráulico 116 está diminuindo a velocidade da engrenagem de controle 130, e (b) desacelera as mudanças de velocidade inicial da engrenagem de saída 132 do complexo de engrenagem orbital 114. Uma vez que as mudanças de velocidade de rotação e de torque da coroa dentada 156 são sobrepostas na engrenagem de saída 132, o torque de aceleração da transmissão (começando com uma redução de relação de engrenagem extremamente alta para a sobremarcha) é efetivamente estendido por todo um período de partida mais longo que continua até o veículo ter atingido uma velocidade mais alta do que a velocidade na qual o complexo de engrenagem orbital 114 sozinho obteria essa condição de supressão.

Para a provisão de alguma apreciação do efeito desta extensão, em testes reais da modalidade básica de macaco com o motor do veículo mantido próximo da velocidade em marcha lenta (por exemplo, a 750 rpm), a transmissão progrediu da redução de relação de engrenagem mais alta para sobremarcha pelo tempo em que o veículo tinha atingido uma velocidade de 19,31 km/h (12 mph). A modalidade de retorno recém descrita atrasa esta progressão, de modo que, com o motor quase sem carga, uma sobremarcha não seja atingida até o veículo atingir 40,23 km/h (25 mph); e com um aumento relativamente pequeno na velocidade do motor (até 1500 rpm), a sobremarcha seja atrasada até 77,25 km/h (48 mph).

Acumulador

Uma outra modalidade da presente invenção, mostrada em uma

vista parcialmente esquemática na figura 6, inclui um aparelho que permite a operação em modos de regeneração similares àqueles usados nos projetos de veículo "híbrido" bem-conhecidos. Um sistema de acumulador conforme descrito abaixo pode ser adicionado a qualquer uma das modalidades previamente descritas da presente invenção.

Nesta modalidade, a versão de freio hidráulico da transmissão converte o torque da árvore de manivelas do motor 12 para o eixo motor do veículo 35 da maneira recém explicada acima com referência às figura 1 e 2. Uma segunda máquina hidráulica, a bomba/motor 70, é adicionada juntamente com um tanque de armazenamento de fluido 72, um tanque de pressão de fluido 74, engrenagens de transferência de acumulador 76, 78, uma embreagem 80 e uma válvula de controle de acumulador 82.

Sempre que o veículo estiver freando ou em uma descida em ponto morto, a válvula de controle de acumulador 82 interconecta a bomba/motor hidráulico 70 aos tanques de acumulador 72, 74 e, simultaneamente, a embreagem 80 conecta as engrenagens de transferência 76, 78 para energização da bomba/motor 70 a qual atua como uma bomba de regeneração para aspiração de fluido a partir do tanque de armazenamento 72 e envio dele sob pressão para o tanque de pressão 74. O tanque de pressão 74 é primariamente um tubo de aço, capeado em cada extremidade com o interior do tanque de pressão 74 incluindo uma câmara que é preenchida com um gás compressível da maneira bem conhecida na técnica. O fluido regenerativo entra no tanque de pressão 74 sob uma pressão que começa a comprimir o gás na câmara até o tanque de pressão 74 estar cheio.

O tanque de armazenamento 72 preferencialmente é similar ao tanque de pressão 74, exceto pelo fato de não conter uma câmara preenchida com gás e ser inicialmente preenchido com um fluido suficiente para a operação normal do sistema de regeneração. Para muitos veículos, os tubos alongados que incluem o tanque de armazenamento 72 e o tanque de pressão 74 podem ser de aproximadamente de 2,4384 a 3,048 metros (8' a 10') de comprimento, e podem estar posicionados ao longo da lateral de cada um dos respectivos trilhos laterais do quadro do veículo.

Quando é desejado dar nova partida ou reacelerar o veículo, a máquina hidráulica 16 opera da maneira explicada acima, enquanto a embreagem 80 é engatada e a válvula 82 é movida para sua posição aberta. O fluido pressurizado armazenado no tanque de pressão 74 é liberado para a energização da bomba/motor hidráulico 70, o qual agora atua como um motor de regeneração, adicionando torque de acionamento ao eixo motor do veículo 35, através da redução das engrenagens de transferência 78, 76. Durante o tempo em que o fluido pressurizado está sendo enviado a partir do tanque de pressão 74, o sistema de regeneração permanece ativado (isto é, a válvula 82 permanece aberta), de modo que o fluido de regeneração seja retornado para o canal 72, enquanto o motor 10 permanece em uma velocidade de marcha lenta. Assim que o veículo atinja a velocidade de operação desejada, ou tão logo o tanque de pressão 74 esteja desprovido de fluido pressurizado, o que quer que ocorra primeiro, o circuito de regeneração é fechado (isto é, a válvula 82 é fechada e a embreagem 80 é desengatada), e a velocidade do motor 10 e a da transmissão são retornadas para a operação normal.

Tão logo o tanque de pressão 74 esteja vazio, ou tão logo o veículo atinja uma velocidade de operação mínima predeterminada, o que quer que ocorra primeiro, o circuito de regeneração é fechado (isto é, a válvula 82 é movida para sua posição fechada e a embreagem 80 é desengatada), e a transmissão é retornada para uma operação normal (isto é, as placas basculantes das máquinas hidráulicas 16 e 70 são reorientadas para suas respectivas posições normais), com base na condição de velocidade de veículo então prevalecente.

Em uma modalidade alternativa, a modalidade discutida acima e mostrada na figura 5 foi modificada para uso em um veículo projetado para a NASA para uso na lua. Especificamente, o motor 110 desta "modificação lunar" é um motor elétrico; o dispositivo de controle rotativo não é uma máquina hidráulica 116, mas, ao invés disso, é um outro motor elétrico; e, embora a relação de dente de engrenagem de complexo de engrenagem planetária 115 permaneça conforme indicado, as relações de dente de engrena-

gem do complexo de engrenagem orbital 114 são modificadas para a provisão de uma redução do acionamento de entrada para operação mais eficientemente sob condições excepcionais deste ambiente não-usual.

- 5 Assim sendo é para ser entendido que as modalidades da invenção aqui descritas são meramente ilustrativas da aplicação dos princípios da invenção. Uma referência aqui aos detalhes das modalidades ilustradas não é pretendida para limitação do escopo das reivindicações, as quais em si recitam aqueles recursos considerados como essenciais para a invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Transmissão para um motor primário, a transmissão tendo:
 - um dispositivo de controle rotativo; e
 - um complexo de engrenagem orbital compreendendo apenas:
 - 5 um braço de orbital montado para rotação em torno de um primeiro eixo geométrico e em resposta a um acionamento de entrada provido pelo motor primário;
 - uma engrenagem de controle montada para rotação em torno do primeiro eixo geométrico e em resposta a um acionamento de controle provido pelo dispositivo de controle rotativo;
 - 10 uma engrenagem de saída montada no primeiro eixo geométrico; e
 - pelo menos uma engrenagem composta montada para rotação em um eixo de órbita posicionado paralelo ao primeiro eixo geométrico e suportado no braço de orbital em engranzamento com apenas a engrenagem de controle e a engrenagem de saída para se permitir que o eixo de órbita e a engrenagem composta orbitem, respectivamente, o primeiro eixo geométrico e a engrenagem de controle e a engrenagem de saída;
 - 15 em que uma primeira relação de dente de engrenagem entre a engrenagem composta e a engrenagem de controle e uma segunda relação de dente de engrenagem entre a engrenagem composta e a engrenagem de saída são selecionadas de modo que, quando uma rotação da engrenagem de controle for impedida, uma rotação do braço de orbital produza uma rotação da engrenagem de saída em uma sobremarcha predeterminada do acionamento de entrada provido pelo motor primário;
 - 20 caracterizada pelo fato de:
 - o dispositivo de controle rotativo compreender um aparelho de resistência para desenvolvimento de um torque de resistência suficiente para combinar com um torque do motor primário para desaceleração da rotação da engrenagem de controle.
 - 25
 - 30
2. Transmissão, de acordo com a reivindicação 1, em que o dispositivo de controle rotativo é conectado à engrenagem de controle através

de uma engrenagem de redução de acionamento de controle que provê uma resistência de torque à rotação da engrenagem de controle de pelo menos a mesma redução predeterminada que o torque de acionamento de entrada do motor primário que é provido para a engrenagem de controle.

5 3. Transmissão, de acordo com a reivindicação 2, que ainda compreende uma trava que tem condições ativadas e desativadas, e em que, quando o torque de resistência for suficiente para a parada da rotação da engrenagem de controle, a trava seja ativada para manter a engrenagem de controle em sua posição parada.

10 4. Transmissão, de acordo com a reivindicação 3, em que o motor primário e a transmissão são operativamente conectados a uma pluralidade de rodas de um veículo automotivo que compreende:

um motor primário;

15 um aparelho de mudança de velocidade de veículo controlável por um operador do veículo para a feitura das mudanças desejadas nas operações do veículo;

um sensor para a monitoração do movimento da engrenagem de controle; e

20 um computador com interconexões com o aparelho de mudança de velocidade do veículo, o motor primário e o sensor.

5. Transmissão, de acordo com a reivindicação 4, em que o dispositivo de controle rotativo e a trava compreendem um macaco hidráulico.

25 6. Transmissão, de acordo com a reivindicação 57, em que o macaco hidráulico compreende uma única máquina hidráulica que compreende:

uma pluralidade de pistões em cilindros com janelas de entrada e de saída conectadas através de apenas uma passagem mínima fechável por uma válvula de fluido; e

30 um eixo motor conectado a uma placa basculante ajustável para variação de uma pressão hidráulica na máquina.

7. Transmissão, de acordo com a reivindicação 6, em que quando a placa basculante da máquina de macaco hidráulico está regulada em

um ângulo de placa basculante de 0 e a válvula de fluido está aberta, o eixo motor e a placa basculante estão destravados para rodarem livremente sem causarem um aumento significativo na pressão hidráulica na máquina, e em que a válvula de fluido e a placa basculante da máquina de macaco hidráulico são ajustáveis, de modo que a pressão hidráulica na máquina seja aumentável para a provisão de um torque de resistência impedindo uma rotação da engrenagem de controle, a máquina de macaco hidráulico desse modo provendo um torque de resistência para a diminuição da taxa de rotação da engrenagem de controle proporcionalmente ao aumento no torque de resistência.

8. Transmissão, de acordo com a reivindicação 4, em que, quando o veículo está parado e o motor primário está operando, o computador desativa a trava e permite que a engrenagem de controle rode sem torque de resistência do dispositivo de controle rotativo, e quando uma ativação do aparelho de mudança de velocidade do veículo pelo operador indica um aumento desejado na velocidade do veículo, o computador inicia a criação do torque resistivo pelo dispositivo de controle rotativo para desaceleração da velocidade de rotação da engrenagem de controle.

9. Transmissão, de acordo com a reivindicação 8, em que o dispositivo de controle rotativo compreende um freio eletromagnético que compreende:

uma roda magnética conectada para rotação com a engrenagem de controle, a roda magnética tendo pelo menos um ímã montado em proximidade com a superfície circunferencial nela;

uma fonte de energia elétrica; e

uma bobina montada independentemente da e próxima da roda magnética, a bobina respondendo à energia elétrica para a geração de um campo magnético alinhado para se opor ao alinhamento magnético do ímã, de modo que, quando a energia elétrica for enviada para a bobina, os alinhamentos de campo magnético se oponham a cada outro, com um torque de resistência suficiente para combinar com o torque do motor primário para desaceleração da rotação da engrenagem de controle.

10. Transmissão, de acordo com a reivindicação 1, que ainda compreende:

um conjunto único de engrenagens planetárias tendo apenas:

5 uma engrenagem sol que responde ao acionamento de entrada provido pelo motor primário;

um portador de planeta tendo engrenagens lócas planetas para a provisão da saída para a transmissão; e

uma coroa dentada externa que se engraniza com a engrenagem sol através das engrenagens lócas planetas;

10 a coroa dentada sendo conectada à engrenagem de saída do complexo de engrenagem orbital para a provisão de um torque de retorno para a engrenagem de controle do complexo de engrenagem orbital que se opõe ao torque resistivo do dispositivo de controle rotativo para diminuição da taxa de mudança na relação entre o acionamento de entrada provido pelo
15 motor primário e a saída da transmissão a partir de uma redução mais alta para a sobremarcha predeterminada.

11. Transmissão, de acordo com a reivindicação 10, em que:

quando uma rotação do portador de planeta é impedida, a coroa dentada roda em uma direção oposta ao acionamento de entrada de engrenagem sol;
20

quando o portador de planeta começa a rodar na mesma direção que o acionamento de entrada de engrenagem sol e, então, começa a aumentar a velocidade, a rotação oposta da coroa dentada diminui proporcionalmente até a coroa dentada parar, e o portador de planeta está rodando a
25 uma redução predeterminada do acionamento de entrada de engrenagem sol;

quando a coroa dentada começa a rodar na mesma direção que o acionamento de entrada de engrenagem sol e a rotação da coroa dentada aumenta até ser igual à rotação do acionamento de entrada de engrenagem sol, o portador de planeta roda a 1:1 com o acionamento de entrada de engrenagem sol; e
30

quando o portador de planeta está rodando a 1:1 com o aciona-

mento de entrada de engrenagem sol e a engrenagem de controle do complexo de engrenagem orbital ainda está rodando, a rotação da coroa dentada aumenta a velocidade além da velocidade de rotação do acionamento de entrada de engrenagem sol, o aumento na velocidade da coroa dentada sendo inversamente proporcional à velocidade da engrenagem de controle até a rotação da engrenagem de controle ser impedida e o portador de planeta estar rodando a uma sobremarcha predeterminada do acionamento de entrada.

12. Transmissão que provê uma relação de engrenagem de saída para um motor primário, a transmissão tendo:

um complexo de engrenagem orbital que compreende apenas:

uma entrada conectando o motor primário a um braço de orbital, uma engrenagem de controle e uma engrenagem de saída, tudo montado para rotação em torno de um primeiro eixo geométrico, e

peelo menos uma engrenagem composta montada para rotação em um eixo de órbita posicionado paralelo ao primeiro eixo geométrico e suportado no braço satélite em engranzamento com apenas a engrenagem de controle e a engrenagem de saída, para se permitir que o eixo de órbita e a engrenagem composta orbitem, respectivamente, o primeiro eixo geométrico e a engrenagem de controle e a engrenagem de saída;

em que uma primeira relação de dente de engrenagem entre a engrenagem composta e a engrenagem de controle e uma segunda relação de dente de engrenagem entre a engrenagem composta e a engrenagem de saída são selecionadas de modo que:

quando uma rotação da engrenagem de controle for impedida, uma rotação do braço de orbital produza uma rotação da engrenagem de saída em uma sobremarcha predeterminada do acionamento de entrada provido pelo motor primário; e

quando uma rotação da engrenagem de saída for impedida, uma rotação do braço de orbital produza uma rotação da engrenagem de controle em uma redução predeterminada do acionamento de entrada provido pelo motor primário; e

um dispositivo de controle para provisão de um torque de resistência;

caracterizada pelo fato de:

5 a engrenagem de controle responder ao torque de resistência provido pelo dispositivo de controle, e uma rotação da engrenagem de controle ser desacelerada em proporção com o torque de resistência provido pelo dispositivo de controle.

13. Transmissão, de acordo com a reivindicação 12, que ainda compreende:

10 um conjunto único de engrenagens planetárias que tem apenas:
uma entrada conectando o motor primário a uma engrenagem sol que se engraniza com uma coroa dentada externa através de um conjunto de engrenagens loupas planetas montadas em um portador de planeta que provê uma saída para a transmissão; e

15 a coroa dentada se conectando à engrenagem de saída do complexo de engrenagem orbital e provendo um torque de retorno para a engrenagem de controle do complexo de engrenagem orbital se opondo ao torque de resistência do dispositivo de controle para diminuição da taxa de mudança na relação de engrenagem de saída da transmissão entre uma
20 redução mais alta e a sobremarcha predeterminada do acionamento de entrada provido pelo motor primário.

14. Transmissão, de acordo com a reivindicação 123, em que o dispositivo de controle para provisão de um torque de resistência é um macaco hidráulico.

25 15. Transmissão, de acordo com a reivindicação 13, em que:
o motor primário é um motor elétrico;
o dispositivo de controle para provisão de um torque de resistência é um motor elétrico; e

30 quando uma rotação da engrenagem de controle do complexo de engrenagem orbital é impedida, uma rotação do braço de orbital produz uma rotação da engrenagem de saída em uma redução predeterminada do acionamento de entrada provido pelo motor primário.

Fig. 1

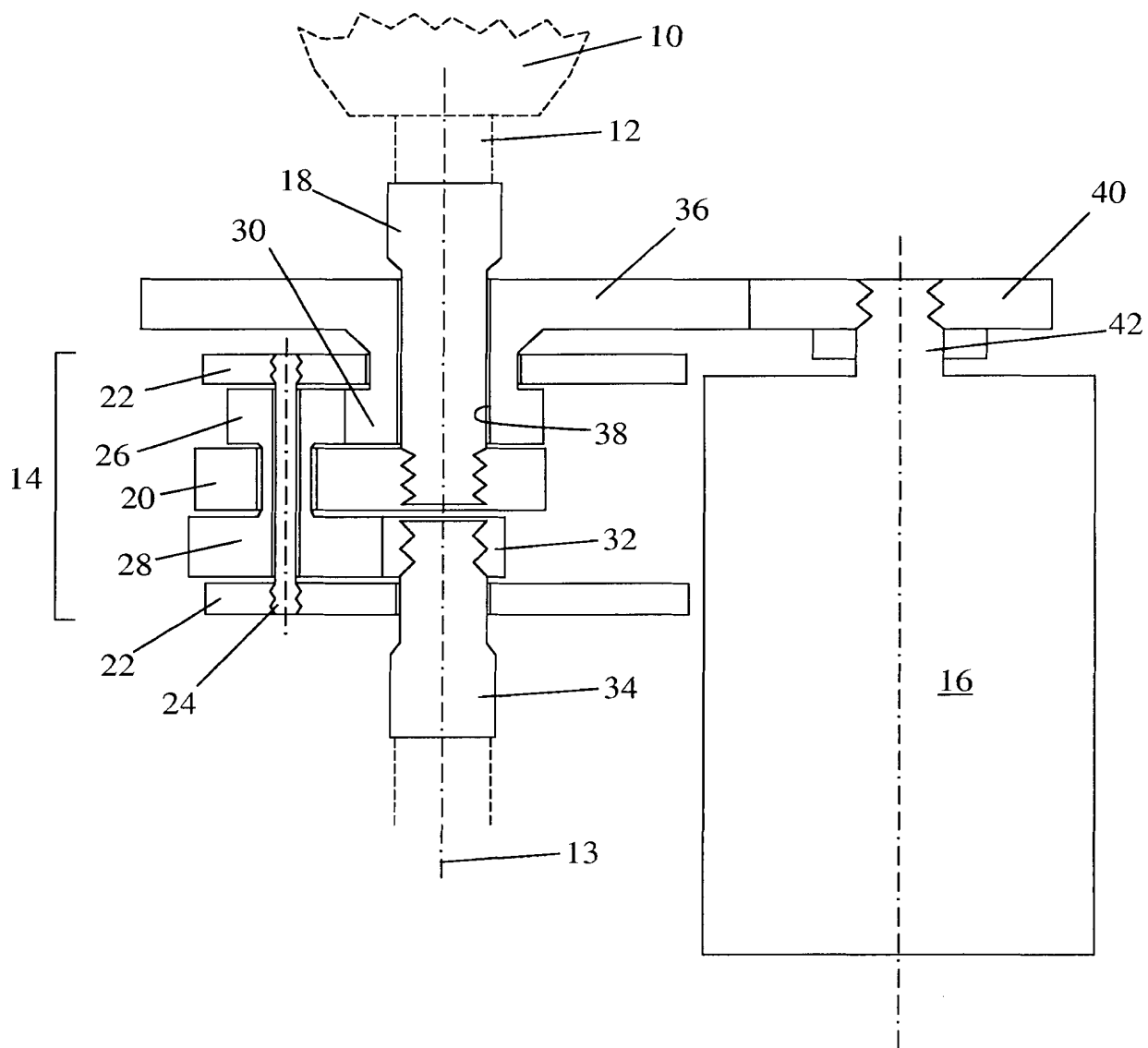


Fig. 2

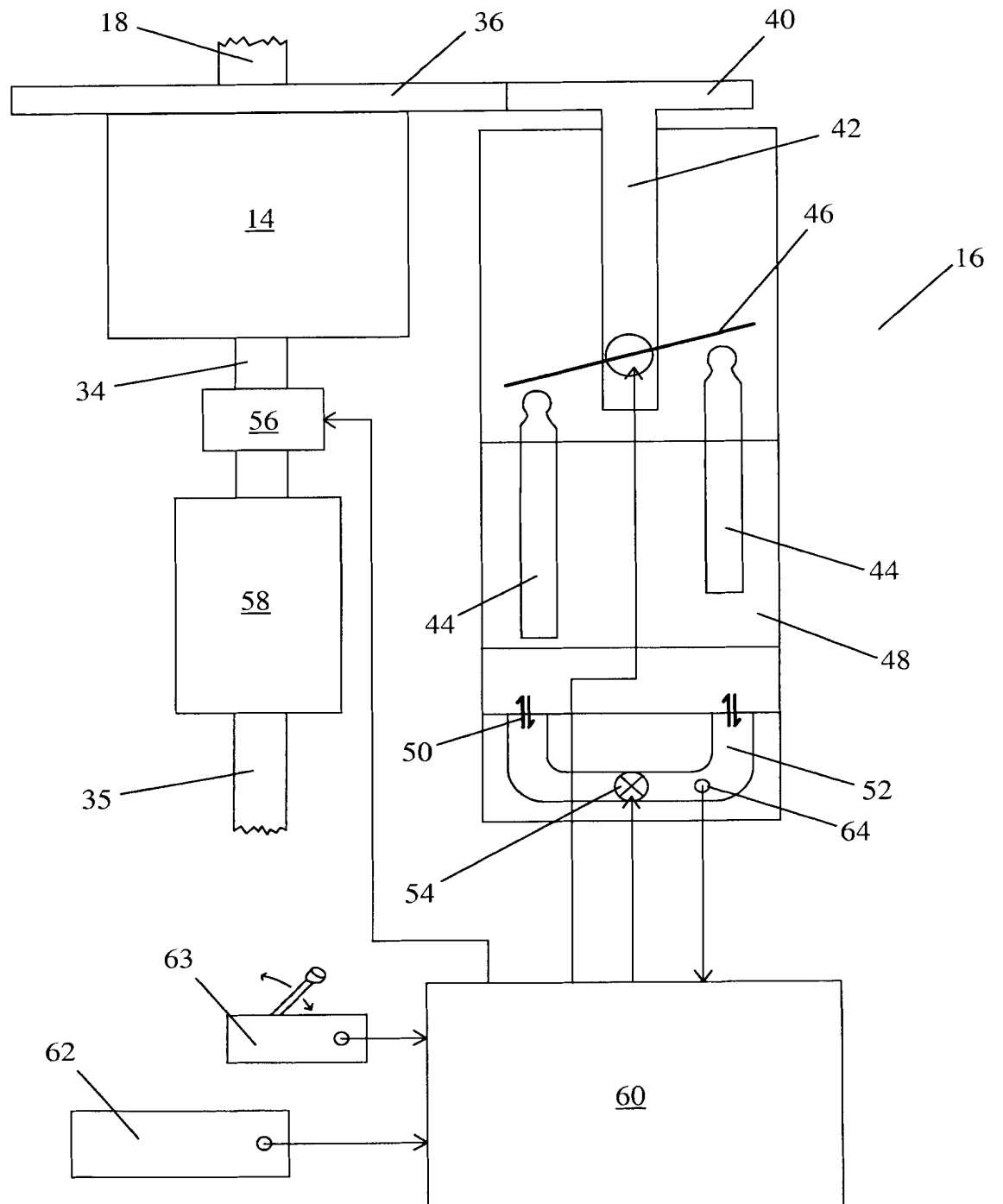


Fig. 3

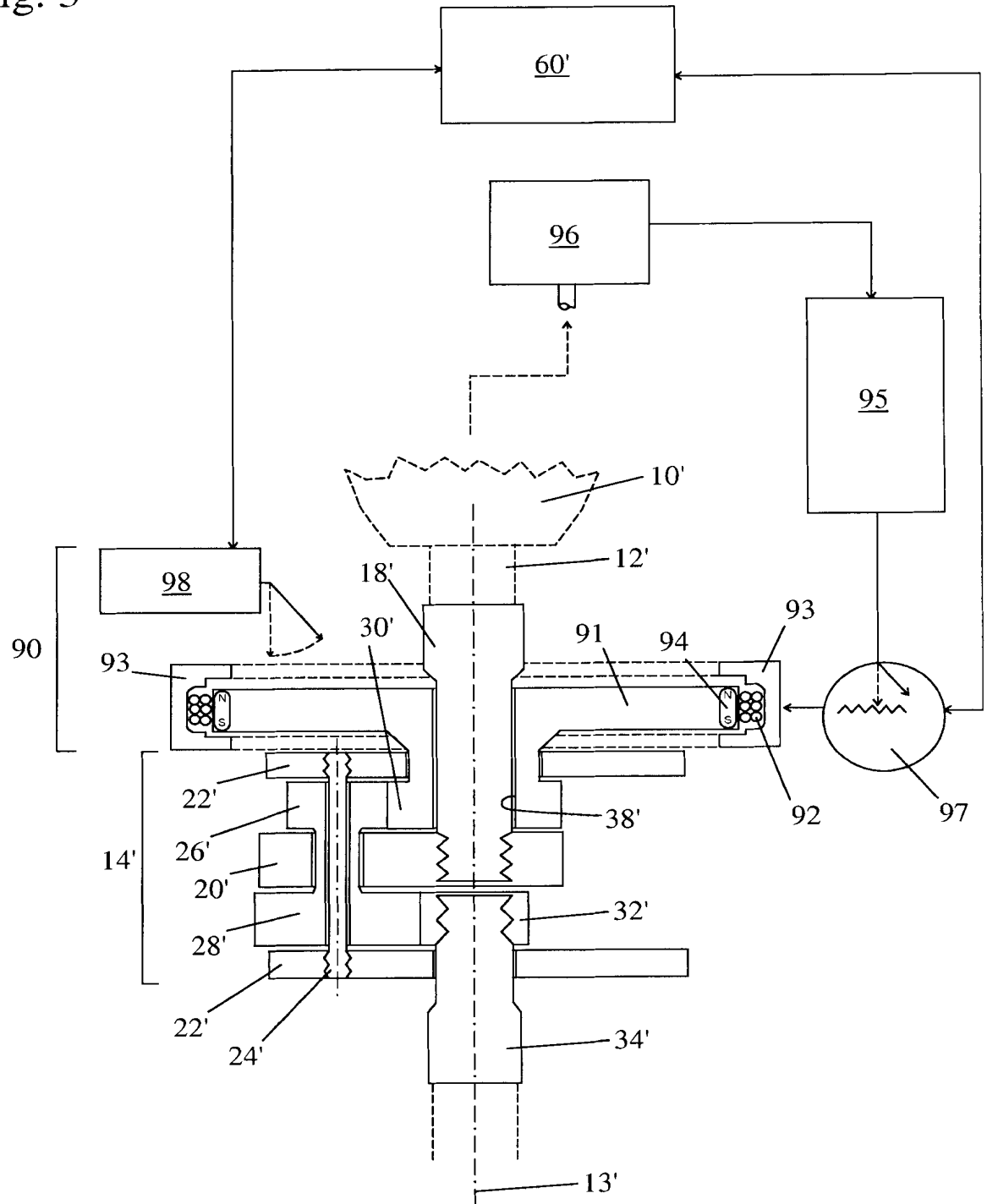


Fig. 4A

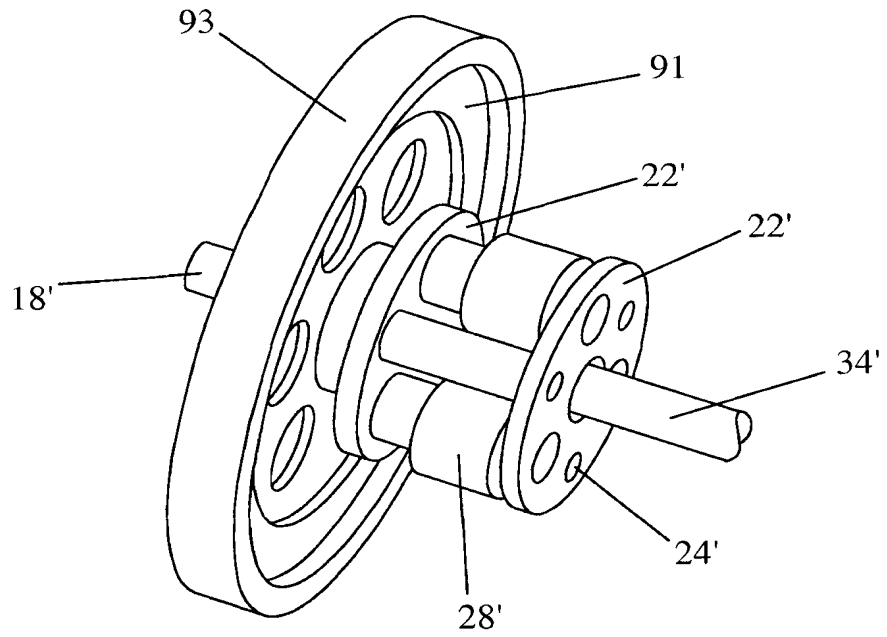


Fig. 4B

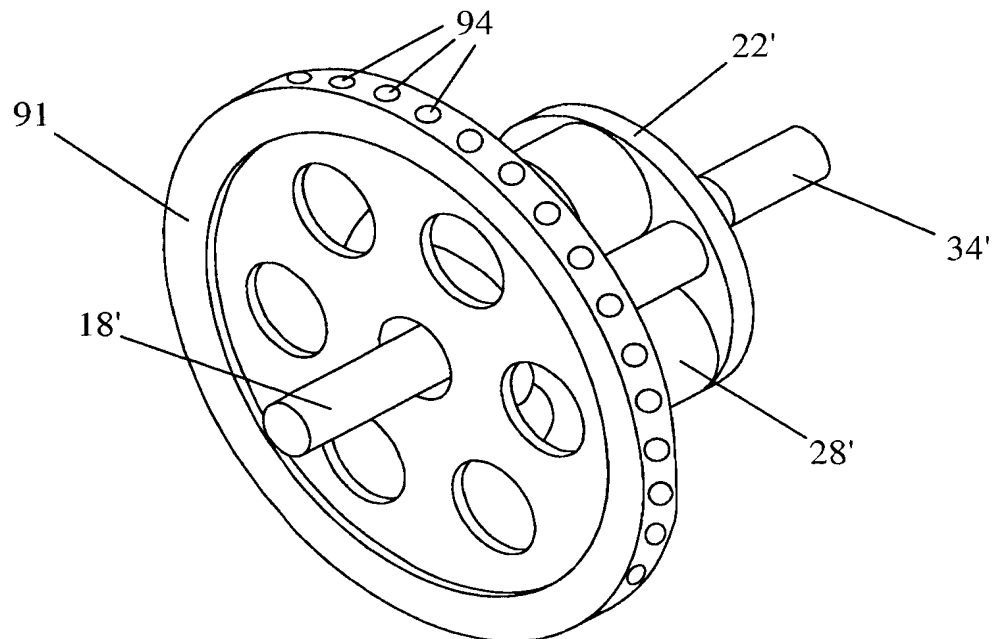


Fig. 5

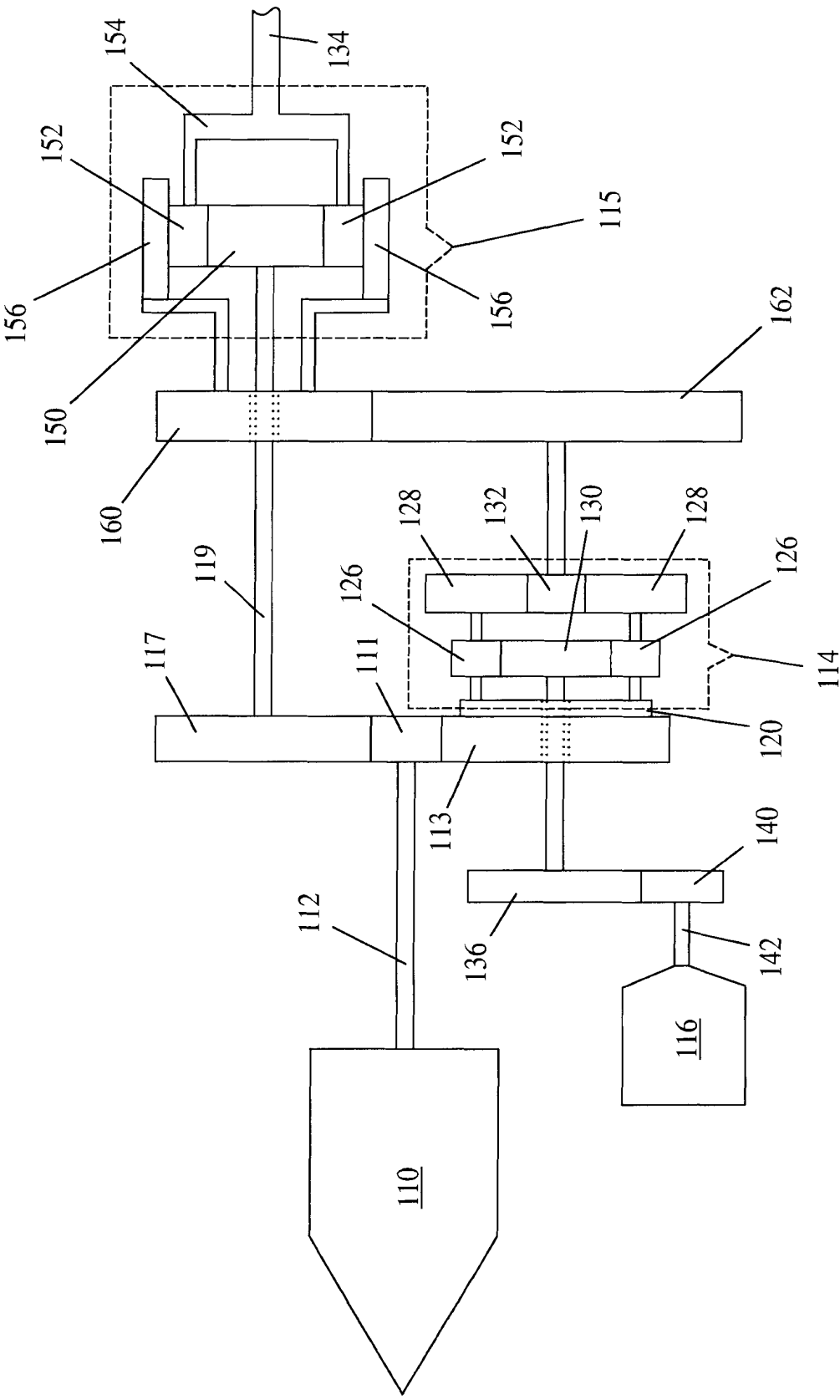
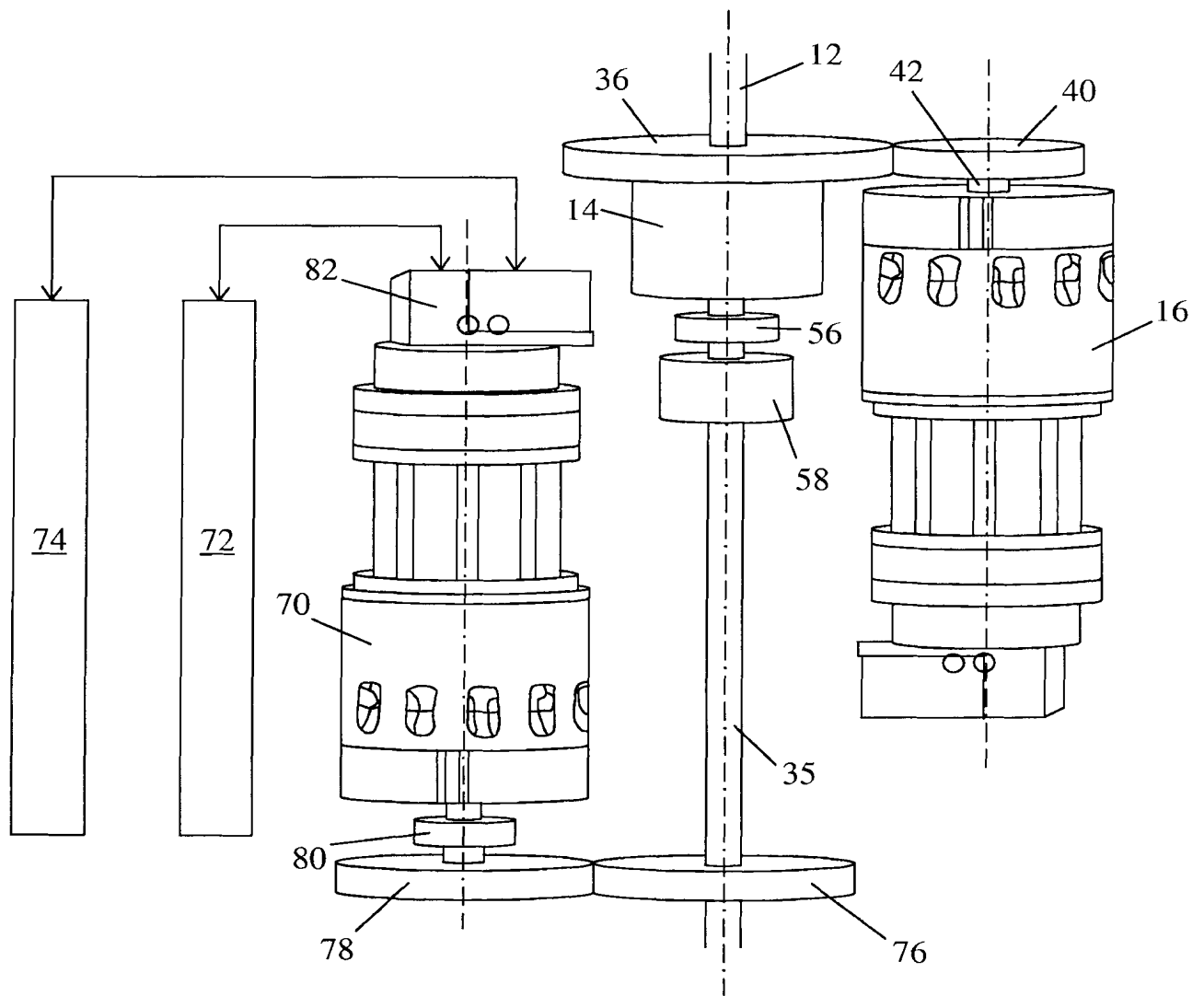


Fig. 6



RESUMO

Patente de Invenção: **"TRANSMISSÃO COM CONTROLE DE TORQUE DE RESISTÊNCIA"**.

Na modalidade básica, a transmissão inclui (a) um complexo de engrenagem de orbital mínimo que tem apenas uma engrenagem de controle e uma engrenagem de saída interconectadas por porções de engrenagem de pelo menos uma engrenagem composta suportada por um braço orbitante que responde a um acionamento de entrada provido por um motor primário, e (b) um único dispositivo de controle rotativo infinitamente variável provendo um torque de resistência para contra-atuar um torque de motor para desaceleração e parada da engrenagem de controle do complexo orbital. O dispositivo de controle rotativo, o qual pode ser um macaco hidráulico ou uma roda magnética freada eletricamente, não provê um movimento de propulsão, mas, ao invés disso, apenas provê um torque resistivo. Em uma modalidade preferida para uso automotivo, o torque do motor é dividido em todos os tempos entre dois percursos mecânicos. Um percurso aciona o braço de um conjunto de engrenagens de orbital mínimo, e o outro aciona a engrenagem sol de um conjunto único padronizado de engrenagens planetárias.