



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1000484-0 B1



(22) Data do Depósito: 17/02/2010

(45) Data de Concessão: 18/08/2020

(54) Título: MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE MARCHA OTIMIZADA PARA UMA TRANSMISSÃO DE UM VEÍCULO

(51) Int.Cl.: B60W 10/06; B60W 10/10; B60W 30/18.

(30) Prioridade Unionista: 13/02/2009 IT BO2009A 000076.

(73) Titular(es): MAGNETI MARELLI S.P.A..

(72) Inventor(es): GIOVANNI PRODI; GIUSEPPE ROCCA; SERINO ANGELOTTI; WALTER NESCI.

(57) Resumo: Método de identificação da marcha otimizada para uma transmissão de um veículo. Método de identificação da marcha (G ALVO) otimizada para uma transmissão (6) de um veículo (1) provido de um motor (4) inclui as etapas de: medição de uma velocidade (V) de procedimento do veículo (1); medição de uma velocidade de rotação corrente (w CORR) do motor (4); determinação de uma potência de acionamento de referência (P REF); identificação das marchas (G DISP) disponíveis, as quais são capazes de fazer o motor (4) prover a potência de acionamento de referência (P REF) na velocidade (V) de procedimento do veículo (1); cálculo, para cada marcha (G DISP) disponível, da correspondente velocidade de rotação (w P) presumida, a qual deveria ser imposta ao motor (4) de acordo com a velocidade de procedimento (V) do veículo (1) e a uma razão de transmissão da caixa de marchas ; cálculo, para cada marcha (G DISP) disponível, do correspondente torque (T P) presumido, o qual deveria ser requerido do motor (4) de acordo com a potência de referência de acionamento (P REF) e com a velocidade de rotação presumida (w P); determinação, para cada marcha (G DISP) disponível, da correspondente eficiência (E P) presumida do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação presumida (w (...)).

MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DA MARCHA OTIMIZADA PARA UMA TRANSMISSÃO DE UM VEÍCULO

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a um método de identificação da marcha otimizada para uma transmissão de um veículo.

[002] A presente invenção é aplicada vantajosamente a uma transmissão automática de ambos os tipos, tradicional e AMT (Transmissão Manual Automática), aos quais será feita referência explícita sem, por isso, haver perda de generalidade.

Estado da Arte

[003] As transmissões automáticas do comércio corrente (de ambos os tipos, tradicional e AMT) compreendem uma unidade de controle a qual determina a marcha a ser engatada a cada instante durante a operação automática. No presente, a marcha a ser engatada é determinada (obviamente, adicionalmente aos correspondentes limites mecânicos da transmissão e do motor) para oferecer a acomodação ideal entre capacidade de acionamento e conforto por meio de lógicas de seleção específicas implementadas na unidade de controle; entretanto, estas lógicas de seleção não levam em adequada consideração a necessidade de reduzir o consumo de combustível e então elas não possibilitam minimizar o consumo de combustível.

[004] A Patente EP 0474401 descreve um método de identificação da marcha otimizada para uma transmissão de um veículo provido com um motor de combustão interna.

Descrição da Invenção

[005] É um objetivo da presente invenção o de prover um método de identificação da marcha otimizada para uma transmissão de um veículo, o qual, método de identificação, possibilite minimizar o consumo e, em particular, seja fácil e de custo reduzido para ser implementado em uma transmissão existente.

[006] De acordo com a presente invenção, um método de identificação da marcha otimizada de uma transmissão de um veículo é provido como reivindicada nas reivindicações anexas.

Breve Descrição dos Desenhos

[007] A presente invenção será agora descrita com referência aos desenhos anexos, os quais mostram uma sua configuração não-limitativa, nos quais:

- a Figura 1 é uma vista diagramática de um veículo implementando o método de identificação da marcha otimizada objeto da presente invenção;
- a Figura 2 é um diagrama de blocos mostrando uma seleção lógica implementada em uma unidade de controle da transmissão do veículo da fig. 1; e
- a Figura 3 é um gráfico mostrando um mapa de eficiência de um motor do veículo da fig. 1, armazenado em uma memória da unidade de controle da transmissão.

Formas Preferenciais de Realização da Invenção

[008] Na fig. 1, o numeral (1) indica um veículo (em particular, um carro), como um todo, provido de duas rodas frontais (2) e duas rodas traseiras (3) de acionamento; um motor (4) de combustão interna é disposto à frente, o qual é provido de um eixo de acionamento (5), e que produz um torque, o qual é transmitido às rodas traseiras (3) de acionamento por meio de uma transmissão (6) automática manual (AMT). A transmissão (6) compreende uma embreagem (7) servo-assistida a qual é disposta na frente da carroceria e acomodada em um sino integrado com o motor (4), uma caixa de câmbio (8) servo-assistida, a qual é disposta no eixo traseiro e tendo uma pluralidade de marchas, e um eixo (9) propulsor o qual conecta a saída da embreagem (6) a uma entrada da caixa de câmbio (8). Um diferencial (10) auto-blocante está disposto em cascata com a caixa de câmbio (8), do qual, diferencial, parte um par de eixos mecânicos (11), cada um dos quais é integrado com uma roda traseira (3) de acionamento.

[009] O veículo (1) compreende uma unidade de controle (12) do motor (4), a qual governa o motor (4), uma unidade de controle (13) da transmissão (6), a qual governa a transmissão (6), e uma linha (14), do tipo de um barramento, a qual é feita de acordo com o protocolo CAN (Rede de Área para Carros), se estende através do veículo (1) e possibilita o controle das unidades (12) e (13) dialogarem uma com a outra. Em outras palavras, a unidade de controle (12) do motor (4) e a unidade de controle (13) da transmissão (6) estão conectadas à linha de barramento (14), e podem então se comunicarem, uma com cada outra, por meio de mensagens enviadas na própria linha de barramento (14).

[0010] A unidade de controle (12) do motor (4) controla o motor (4) de acordo com as vontades expressas pelo motorista pela pressão em um pedal de acelerador (15) e pela pressão em um pedal de freio (16); em particular, a posição do pedal de acelerador (15) é lida por um sensor de posição específico, o qual é capaz de determinar apuradamente a posição real do pedal de acelerador (15); a posição do pedal de freio (16) é determinada, ao contrário, pela pressão do óleo no sistema de frenagem de uma maneira binária (ou seja, pedal de freio (16) liberado ou pedal de freio (16) pressionado).

[0011] Uma lógica de seleção implementada na unidade de controle (13) da transmissão (6) para a identificação da marcha otimizada (G_{ALVO}) para a caixa de câmbio (8) (a qual pode ser igual ou diferente da marcha corrente (G_{CORR}) engatada na caixa (8), de câmbio) é descrita abaixo com referência ao diagrama de blocos da fig. 2.

[0012] A unidade de controle (13) compreende um bloco de cálculo (17), o qual recebe na entrada uma pluralidade de peças de informação, e, em particular, recebe uma velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) do motor (4) e uma potência corrente (P_{CORR}), ou atual, de acionamento gerada pelo motor (4) (a qual poderia ser substituída pelo equivalente torque corrente (T_{CORR}) porque a potência corrente (P_{CORR}), ou atual, de acionamento é igual ao torque corrente (T_{CORR}) multiplicado pela velocidade de rotação (ω_{CORR}) corrente) vinda da unidade de controle (12) do motor (4), recebe uma velocidade de avanço (V) do veículo (1) desde um sensor (18) tacômetro, recebe a posição corrente/atual do pedal de acelerador (15), e recebe a posição corrente/atual do pedal de freio (16).

[0013] Pelo uso da informação de entrada (a qual pode ser filtrada, em avanço, para atenuar possíveis interferências ou, em todos os casos, para suprimir o fenômeno de pulsação, os quais não são compatíveis com a capacidade de reação da transmissão (6)) o bloco de cálculo (17) determina uma potência de referência de acionamento (P_{REF}) a qual é a potência que será requerida, razoavelmente, pelo motor (4) no futuro imediato; o horizonte de tempo para a determinação da potência de referência de acionamento (P_{REF}) é da ordem de segundos. Em outras palavras, a potência de referência de acionamento (P_{REF}) é uma estimativa da potência a qual será liberada pelo motor (4) no futuro imediato. e é usada como descrito abaixo para determinar a marcha otimizada (G_{ALVO}) a

qual poderia ser precisamente usada para transmitir a potência de referência de acionamento (P_{REF}) às rodas (3) de acionamento.

[0014] Sob condições estáticas, ou seja, quando a velocidade de procedimento (V), ou de avanço do veículo (1) é aproximadamente constante, a potência de referência de acionamento (P_{REF}) é substancialmente igual à potência corrente (P_{CORR}) de acionamento; ao contrário, sob condições dinâmicas transientes, ou seja, quando a velocidade de avanço (V) do veículo (1) é variável, a potência de referência de acionamento (P_{REF}) pode mesmo diferir consideravelmente da potência corrente de acionamento (P_{CORR}).

[0015] De acordo com uma configuração preferida, para determinar a potência de referência de acionamento (P_{REF}), o bloco de cálculo (17) usa a potência corrente de acionamento (P_{CORR}) corrigida de acordo com a posição do pedal de acelerador (15), de acordo com a velocidade de deslocamento (ou seja, a primeira derivada da posição no tempo) do pedal de acelerador (15), de acordo com a posição do pedal de freio (16), e, de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1). De modo breve, a potência de referência de acionamento (P_{REF}) é estimada pela interpretação da posição do pedal de acelerador (15) em conjunto com a velocidade de avanço (V) do veículo (1) também usando a estimativa da potência corrente de acionamento (P_{CORR}).

[0016] De acordo com uma configuração diferente, para o cálculo da potência de referência de acionamento (P_{REF}), a potência corrente (P_{CORR}) de acionamento poderia ser substituída pela potencia de acionamento requerida por um motorista do veículo (1) (potência requerida de acionamento (P_{REQ})) a qual é determinada pela unidade de controle (12) do motor (4) por uma maneira conhecida de acordo com a potência corrente de acionamento (P_{CORR}), de acordo com a posição do pedal de acelerador (15), e de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1). A potência requerida de acionamento (P_{REQ}) é o valor desejado que a unidade de controle (12) do motor (4) tenta atuar pela pilotagem do motor (4) de modo apropriado, e pode então diferir da potência corrente de acionamento (P_{CORR}) (ou do equivalente torque corrente (T_{CORR})) por um erro que a unidade de controle (12) tenta cancelar.

[0017] Tomando-se em conta a posição do pedal de acelerador (15) evita-se oscilações de uma marcha para outra porque em um sistema de controle tradicional

“Baseado em Torque”, a unidade de controle (12) do motor (4) interpreta o pedal de acelerador (15) de acordo com a velocidade de rotação do motor (4) para calcular o torque requerido (T_{REQ}) pelo motorista; as posições do pedal de acelerador (15) sendo iguais, a velocidade de rotação do motor (4) muda uma vez que a marcha otimizada (G_{ALVO}) foi identificada e a marcha otimizada (G_{ALVO}) foi engatada ao invés da marcha corrente (G_{CORR}), e então o torque requerido (T_{REQ}) pelo motorista determinado pela unidade de controle (12) do motor (4) pela interpretação da posição do pedal de acelerador (15) poderia mudar, e por isso a potência requerida (P_{REQ}) poderia mudar. Por esse modo, a troca da potência de acionamento requerida (P_{REQ}) induzida pela troca de marcha pode induzir mais uma troca de marcha de volta à marcha previamente engatada, assim disparando uma oscilação contínua entre duas marchas.

[0018] O bloco de cálculo (17) comunica a potência de referência de acionamento (P_{REF}) determinada como acima descrito e a velocidade de avanço (V) do veículo (1) a um subsequente bloco de cálculo (19). O bloco de cálculo (19) identifica as marchas disponíveis (G_{DISP}) as quais são capazes de fazer o motor (4) prover a potência de referência de acionamento (P_{REF}) na velocidade de avanço (V) do veículo (1), de modo compatível com os limites físicos do próprio motor (4). Em outras palavras, o bloco de cálculo (19) identifica, de todas, as únicas marchas disponíveis (G_{DISP}) dentre as marchas da caixa de câmbio (8), as quais marchas são capazes de fazer o motor prover a potência de referência (P_{REF}) de acionamento na velocidade de avanço (V) do veículo (1) de modo compatível com os limites físicos do próprio motor (4).

[0019] Durante a fase de projeto, um intervalo de aceitabilidade da velocidade de rotação do motor (4) é determinado, compreendendo uma velocidade de rotação mínima e uma velocidade de rotação máxima, e é determinado um intervalo de aceitabilidade do torque do motor (4) compreendendo um torque mínimo e um torque máximo de acordo com a velocidade de rotação do motor (4). Estes intervalos de aceitabilidade são relativos aos limites físicos do motor (4) e indicam a zona dentro da qual o motor (4) pode trabalhar. O intervalo de aceitabilidade da velocidade de rotação e/ou o intervalo de aceitabilidade do torque são preferentemente mais estreitos do que os limites físicos reais do motor (4) para garantir certa margem de mudança: em outras palavras, há uma

margem garantindo certa flexibilidade entre o mínimo ou o máximo de um intervalo de aceitabilidade e um correspondente mínimo ou máximo do limite físico.

[0020] Com referência ao intervalo de aceitabilidade do torque, para cada velocidade de rotação do motor (4), o máximo e o mínimo torques limitantes, os quais podem ser liberados pelo próprio motor (4), tem que ser respeitados. Duas outras contribuições são providas para o cálculo do torque máximo em adição aos dados característicos do motor (4): um torque reserva (tal reserva, expressa como um porcentagem do torque máximo, possibilita selecionar uma marcha enquanto se mantém uma certa margem para ser possível satisfazer um possível subsequente aumento do torque requerido sem forçar o motor (4) a trabalhar sob condições extremas e sem requerer trocas de marcha excessivamente próximas) e uma quantidade relativa à variação de torque médio, para assim predizer, acima de um intervalo de tempo que se pode calibrar, variações futuras do torque requerido (caso o torque requerido decresça, a reserva de torque pode ser diminuída, e, similarmente, caso o torque requerido aumente, a reserva de torque pode ser aumentada).

[0021] De acordo com uma configuração possível, o intervalo de aceitabilidade da velocidade de rotação e/ou o intervalo de aceitabilidade do torque são diferenciados de acordo com as várias marchas; como exemplo, o torque mínimo na quinta marcha é geralmente menor do que o torque mínimo na primeira marcha, ou a velocidade de rotação mínima na quinta marcha é geralmente menor do que a velocidade de rotação mínima na primeira marcha.

[0022] De acordo com mais uma configuração, um diferencial entre o torque máximo do intervalo de aceitabilidade de torque e um torque máximo que pode ser fisicamente liberado pelo motor (4) é aumentado quando a potência de referência de acionamento (P_{REF}) aumenta ao longo do tempo; além disso, o diferencial entre o torque máximo do intervalo de aceitabilidade de torque e o torque máximo o qual pode ser fisicamente liberado pelo motor (4) é diminuído quando a potência de referência de acionamento (P_{REF}) diminui no tempo.

[0023] Para cada marcha da caixa de câmbio (8), o bloco de cálculo (19) calcula a correspondente velocidade de rotação presumida (ω_p) a qual poderia ser imposta ao

motor (4) de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1) e com a razão de transmissão da marcha; em outras palavras, para cada marcha da caixa de câmbio (8), a velocidade de rotação presumida (ω_P) é a velocidade que poderia ser imposta ao motor (4) à luz da velocidade de avanço (V) do veículo (1) caso a própria marcha estivesse engatada. O cálculo da velocidade de rotação presumida (ω_P) de cada marcha da caixa de câmbio (8) é uma simples multiplicação da velocidade de rotação de um eixo secundário da caixa de câmbio (8) imposta pela velocidade de avanço (V) do veículo (1) por uma razão de transmissão (conhecida antes e constante) da própria marcha.

[0024] Além disso, para cada marcha da caixa de câmbio (8), o bloco de cálculo (19) calcula o correspondente torque presumido (T_P) o qual deveria ser requerido do motor (4) de acordo com a potência de referência (P_{REF}) de acionamento e com a velocidade de rotação presumida (ω_P); o cálculo do torque presumido (T_P) para cada marcha da caixa de câmbio (8) é uma simples divisão da potência de referência (P_{REF}) de acionamento pela velocidade (ω_P) de rotação presumida.

[0025] Uma vez que a velocidade (ω_P) de rotação presumida e o torque presumido (T_P) tenham sido determinados para cada marcha da caixa de câmbio (8), o bloco de cálculo (19) identifica as marchas disponíveis (G_{DISP}) pela eliminação das marchas que tem a velocidade de rotação presumida (ω_P) e/ou o torque presumido (T_P) fora dos correspondentes intervalos de aceitabilidade do motor (4), dentre todas as marchas da caixa de câmbio (8). Em outras palavras, as marchas disponíveis (G_{DISP}), são de todas, as únicas marchas da caixa de câmbio (8) que tem ambos, a velocidade de rotação presumida (ω_P) e o torque presumido (T_P), dentro dos correspondentes intervalos de aceitabilidade do motor (4).

[0026] O bloco de cálculo (19) comunica todas as marchas disponíveis (G_{DISP}) ao longo das correspondentes velocidades de rotação (ω_P) presumidas e torques presumidos (T_P) a um bloco de cálculo (20). Para cada marcha disponível (G_{DISP}), o bloco de cálculo (20) determina a correspondente eficiência presumida (E_P) do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação presumida (ω_P) e com o torque presumido (T_P); em outras palavras, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, a correspondente eficiência presumida (E_P) é a eficiência na qual o motor (4) deveria girar caso a própria marcha fosse realmente

engatada e a potência (P_{REQ}) requerida fosse a entregue.

[0027] Durante uma fase de projeto, é determinado um mapa de eficiência tridimensional, o qual é armazenado em uma memória (21) da unidade de controle (13) da transmissão (6) e provê a eficiência do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação do motor (4) e com o torque entregue pelo motor (4). Um exemplo de um mapa de eficiência tridimensional, é mostrado na fig. 3. Pelo uso do mapa de eficiência armazenado na memória (21), a determinação da eficiência presumida (E_P) é simples e rápida, de acordo com a velocidade de rotação presumida (ω_P) e com o torque presumido (T_P).

[0028] Uma vez que as eficiências presumidas (E_P) das marchas disponíveis (G_{DISP}) estejam determinadas, o bloco de cálculo (20) determina a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima dentre as marchas disponíveis (G_{DISP}), assim identificando a marcha a qual tem a mais alta eficiência presumida (E_P).

[0029] O bloco de cálculo (20) comunica a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima e a correspondente eficiência presumida (E_P) a um bloco de cálculo (22); o bloco de cálculo (22) ainda recebe na entrada a marcha corrente (G_{CORR}) engatada no momento (correntemente engatada) pela caixa de câmbio (8) (dados os quais são obviamente conhecidos pela unidade de controle (13) da transmissão (6)), a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) (dados supridos pela unidade de controle (12) do motor do motor (4), como previamente descrito) e a potência de referência de acionamento (P_{REF}) suprida pelo bloco de cálculo (17).

[0030] O bloco de cálculo (22) serve a função de identificação da marcha otimizada (G_{ALVO}), escolhendo entre a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima e a marcha corrente (G_{CORR}); em outras palavras, o bloco de cálculo (22) deveria decidir se a manutenção da marcha corrente (G_{CORR}) é mais conveniente ou se o engate da melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima é o mais conveniente, tomando em conta não somente a otimização do consumo de combustível como também o conforto do deslocamento, a segurança do deslocamento e o desgaste mecânico da transmissão (6). Obviamente, quando a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima coincide com a marcha corrente (G_{CORR}), o bloco de cálculo (22) não necessita fazer escolha nenhuma e a

marcha otimizada (G_{ALVO}) é a mesma que a marcha corrente (G_{CORR}).

[0031] Em outras palavras, o bloco de cálculo (22) leva em conta que mudanças de marcha excessivamente próximas ao longo do tempo não são convenientes, tanto para evitar um impacto negativo no conforto de deslocamento como para prevenir excessivo desgaste mecânico da transmissão (6) (em particular da embreagem (7) e da caixa de câmbio (8)). Além disso, o bloco de cálculo (22) leva em conta que em todos os casos uma troca de marcha implica em certa perda de energia (por exemplo, para a ativação dos atuadores servo-assistidos da embreagem (7) e da caixa (8) de câmbio) e, por isso, a troca de marchas para obter um muito modesto aumento de eficiência do motor (4) não é o conveniente. Finalmente, o bloco de cálculo (22) leva em conta que existem situações de acionamento nas quais a troca de marcha não é recomendada, para evitar um impacto negativo na segurança do deslocamento do veículo (1).

[0032] O bloco de cálculo (22) calcula o torque (T_{REF}) de referência por meio de uma simples divisão entre a potência de referência de acionamento (P_{REF}) e a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}). Além disso, pelo uso do mapa de eficiência armazenado na memória (21), o bloco de cálculo (22) determina a correspondente eficiência (E_{CORR}) do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) e com o torque de referência (T_{REF}), para a marcha (G_{CORR}) corrente. Quando determinando a eficiência (E_{CORR}) do motor (4), o torque de referência (T_{REF}), e não o torque corrente (T_{CORR}), é usado de modo a obter uma comparação uniforme, ou seja, com as mesmas condições circundantes, com a eficiência (E_p) presumida da melhor marcha (G_{MELH}) com a máxima eficiência a qual foi determinada assumindo-se transmitir a potência de referência de acionamento (P_{REF}) e não a potência corrente (P_{CORR}) de acionamento. Alternativamente, de acordo com uma diferente configuração, um torque corrente (T_{CORR}) é usado ao invés do torque de referência (T_{REF}) para a determinação da eficiência (E_{CORR}) do motor (4).

[0033] O bloco de cálculo (22) determina um diferencial de eficiência (ΔE) entre a eficiência (E_{CORR}) da marcha corrente (G_{CORR}) e a eficiência presumida (E_p) da marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima, e então identifica a marcha otimizada (G_{ALVO}) escolhendo entre a marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima, e a marcha corrente (G_{CORR}) de acordo com o diferencial de eficiência (ΔE). De acordo com uma configuração preferida, o bloco

de cálculo (22) identifica a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima como a marcha otimizada (G_{ALVO}) somente se o diferencial de eficiência (ΔE) for maior do que um valor de limite ($V1$); ainda mais, o bloco de cálculo (22) determina um intervalo de tempo (ΔT) transcorrido desde a última troca de marcha durante a qual a marcha corrente (G_{CORR}) esteve engatada e varia o valor de limite ($V1$) de acordo com o tamanho do intervalo de tempo (ΔT), de modo que o valor de limite decresce conforme o tamanho do intervalo de tempo (ΔT) aumenta. Em outras palavras, o valor de limite ($V1$) não é constante, mas varia de acordo com o tamanho do intervalo de tempo (ΔT), sendo decrescente conforme o tamanho do intervalo de tempo (ΔT) cresça.

[0034] Pelo uso da comparação do diferencial de eficiência (ΔE) com o valor de limite ($V1$), a troca de uma marcha pode ser evitada quando o aumento de eficiência do motor não é muito significativo, e uma troca de marcha é também possibilitada em uma distância de tempo curta, desde a troca de marcha anterior, quando a marcha corrente (G_{CORR}) foi engatada, somente se o aumento de eficiência (ou seja, o diferencial (ΔE) de eficiência) for alto.

[0035] Alternativamente, ou em combinação com o uso acima descrito da comparação do diferencial (ΔE) de eficiência com o valor de limite ($V1$), o bloco de cálculo (22) pode usar uma comparação do intervalo de tempo (ΔT) transcorrido desde a última troca de marcha, quando a marcha corrente (G_{CORR}) foi engatada, com um valor ($V2$) de limite. Em particular, a marcha corrente (G_{CORR}) é sempre identificada como a marcha otimizada (G_{ALVO}) caso o tamanho do intervalo de tempo (ΔT) seja menor do que o valor ($V2$) de limite. O valor de limite ($V2$) pode ser variado de acordo com o diferencial (ΔE) de eficiência entre a eficiência (E_{CORR}) da marcha corrente (G_{CORR}) e a eficiência presumida (E_p) da marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima, de modo que o valor de limite ($V2$) decresce conforme o diferencial de eficiência (ΔE) cresce. Pelo uso da comparação do intervalo de tempo (ΔT) com o valor de limite ($V2$), a troca de marchas, excessivamente próximas ao longo do tempo com relação à última troca de marcha, pode ser evitada.

[0036] De acordo com uma possível configuração, o bloco de cálculo (22) também recebe na entrada um sinal de segurança (S), o qual indica quando o veículo (1) está em condições seguras para a troca de marcha e então habilita uma possível troca de marcha.

O bloco de cálculo (22) identifica uma marcha (G_{ALVO}) otimizada diferente da marcha corrente (G_{CORR}) somente se o veículo (1) estiver em condições seguras para uma troca de marcha; de outro modo, se o veículo (1) não estiver em condições seguras para uma troca de marcha, então o bloco de cálculo (22) sempre identifica a marcha corrente (G_{CORR}) como a marcha (G_{ALVO}) otimizada. O sinal de segurança (S) é tipicamente suprido por um controlador de estabilidade do veículo (1) e/ou por um navegador por satélite o qual determina a posição corrente do veículo (1) e assim identifica quando o veículo (1) está se aproximando de curvas, subidas, descidas, e outros. De acordo com mais uma configuração, com informação preventiva a cerca da presença de subidas, descidas, curvas, sua identidade e sua distância com relação ao veículo em movimento, a marcha otimizada (G_{ALVO}) pode ser escolhida do ponto de vista de segurança em adição ao ponto de vista de maximização de eficiência, por exemplo, por mapeamento da marcha de deslocamento de acordo com o gradiente e com a velocidade de avanço (V) do veículo (1), ou de acordo com o raio de curvatura e com a velocidade de avanço (V) do veículo (1). Alternativamente, novamente de acordo com o gradiente da rua e com a velocidade de avanço (V) do veículo (1), ou de acordo com o raio de curvatura e com a velocidade de avanço (V) do veículo (1), as marchas de máxima e de mínima podem ser mapeadas ao invés da marcha (G_{ALVO}), de modo a restringir a faixa de marchas disponíveis (G_{DISP}).

[0037] Quando o pedal de acelerador (15) está liberado, o motor (4) está sob condições de desligado (ou seja sob condições de consumo zero de combustível) e por isso não há necessidade para otimizar mais ainda o consumo de combustível. Quando o pedal de acelerador (15) está liberado não há necessidade de selecionar marchas para otimizar o consumo de combustível, o qual é quase zero, por isso quando o pedal de acelerador (15) está liberado, as marchas são selecionadas para concordar com os desejos do motorista e para otimizar o uso de energia cinética do veículo (1). A posição do pedal de freio (16) é útil para discriminar o comportamento quando liberando: caso o pedal de acelerador (15) esteja liberado, o motorista requer torque negativo do motor (4), e mesmo se o pedal de freio (16) esteja pressionado, marchas baixas serão preferidas para ter melhor torque de frenagem sobre as rodas de acionamento (3), de outro modo, se o pedal de freio (16) não está pressionado, marchas altas serão preferidas para prevenir

uma excessiva dissipação de energia cinética do veículo (1) e perdas internas em atrito e nos bombeamentos.

[0038] De acordo com uma configuração preferida, a marcha otimizada (G_{ALVO}) é automaticamente engatada, obviamente somente se ela for diferente da marcha corrente (G_{CORR}), pela unidade de controle (13) da transmissão (6) sem a necessidade de qualquer tipo de intervenção pelo motorista. De acordo com uma configuração alternativa, a marcha otimizada (G_{ALVO}) não é automaticamente engatada pela unidade de controle (13) da transmissão (6), mas é somente sugerida ao motorista por meio de um sinal apropriado visual e/ou acústico; neste caso, uma estimativa da redução de consumo de combustível, a qual poderia ser obtida pelo engate da marcha otimizada (G_{ALVO}) ao invés da marcha corrente (G_{CORR}) pode também ser comunicada. O modo o qual provê a marcha otimizada (G_{ALVO}) sendo somente sugerida ao motorista é também aplicável a uma transmissão (6) tradicional livre de servo-assistência (ou seja, tendo a embreagem (7) e uma caixa de câmbio (8) controlada manualmente).

[0039] É merecido que se note que o método de identificação da marcha acima descrito tem o objetivo único de conseguir a compatibilidade de eficiência em energia a máxima possível com os limites físicos do motor (4) e com as necessidades de dirigibilidade; por isso, o método de identificação da marcha acima descrito é somente usado quando há a necessidade/possibilidade de otimização de consumo (por exemplo, ele não é usado quando o motorista seleciona um estilo de direção esportiva). Além disso, a lógica de controle normal da transmissão (6) está sempre presente em paralelo com o método de identificação da marcha acima descrito, a qual lógica de controle normal pode impor uma troca de marcha independente das indicações supridas pelo método de identificação da marcha acima descrito de acordo com necessidades de segurança (por exemplo, para evitar uma razão de velocidade de estrada do motor (4) ou para aumentar o controle da estabilidade ou tração).

[0040] O método de identificação da marcha acima descrito tem muitas vantagens. Em particular, o método de identificação da marcha acima descrito possibilita diminuir (minimizar) o consumo de combustível e a produção de poluentes sem simultaneamente penalizar a dinâmica do veículo (1). Além disso, o método de identificação da marcha

acima descrito é simples e de custo eficiente para ser implementado mesmo em um veículo existente de conceito moderno, porque não requer a instalação de componentes físicos adicionais com relação àqueles normalmente presentes, e requer uma potência de cálculo modesta a qual não resulta em ampliação das habilidades de cálculo da unidade de controle da transmissão existente. Finalmente, é enfatizada a fácil calibração do método de identificação da marcha acima descrito, já que a parte de calibração principal, a qual inclui a determinação do mapa de eficiência do motor (4), deriva principalmente de testes fora do veículo, os quais são entretanto necessários para a caracterização do motor (4), para possibilitar um controle adequado do motor (4) pela unidade de controle (12).

Reivindicações

1. Método de identificação da marcha otimizada (G_{ALVO}) para uma transmissão (6) de um veículo (1) provido de um motor (4), o método de identificação compreendendo as etapas de:

- medir a velocidade (V) de avanço do veículo (1);
- medir a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) do motor (4);
- determinar a potência de acionamento de referência (P_{REF});
- identificar as marchas (G_{DISP}) disponíveis, as quais são capazes de fazer o motor (4) prover a potência de acionamento de referência (P_{REF}) na velocidade (V) de avanço do veículo (1);
- calcular, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, a correspondente velocidade de rotação (ω_P) presumida, a qual deveria ser imposta ao motor (4) de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1) e a uma razão de transmissão da caixa de marchas;
- calcular, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, o correspondente torque (T_P) presumido, o qual deveria ser requerido do motor (4) de acordo com a potência de referência de acionamento (P_{REF}) e com a velocidade de rotação presumida (ω_P);
- determinar, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, a correspondente eficiência presumida (E_P) do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação presumida (ω_P) e com o torque presumido (T_P);
- identificar a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima dentre as marchas disponíveis (G_{DISP}) pela identificação da marcha que apresenta a mais alta eficiência presumida (E_P);
- identificar a marcha corrente (G_{CORR}) presentemente engatada;
- determinar, para a marcha corrente (G_{CORR}), a correspondente eficiência (E_{CORR}) corrente do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) e com um torque corrente (T_{CORR}) ou com um torque de referência (T_{REF});
- determinar um diferencial de eficiência (ΔE) entre a eficiência (E_{CORR}) da marcha corrente (G_{CORR}) e a eficiência presumida (E_P) da melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima; e
- identificar a marcha otimizada (G_{ALVO}) pela escolha entre a marcha (G_{MELH}) melhor com a

máxima eficiência e a marcha corrente (G_{CORR}) de acordo com o diferencial de eficiência (ΔE);

o método de identificação sendo **caracterizado por** compreender ainda as etapas de identificação da melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima assim como a marcha otimizada (G_{ALVO}), somente no caso do diferencial de eficiência (ΔE) ser maior do que o primeiro valor limite ($V1$).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a etapa de identificar as marchas disponíveis (G_{DISP}) compreender ainda as etapas de:

- determinar, durante a fase de projeto, um intervalo de aceitabilidade da velocidade de rotação do motor (4) compreendendo uma velocidade de rotação mínima e uma velocidade de rotação máxima;
- determinar, durante a fase de projeto, um intervalo de aceitabilidade do torque do motor (4) compreendendo um torque mínimo e um torque máximo;
- calcular, para cada marcha da transmissão (6), a correspondente velocidade de rotação presumida (ω_P), a qual deveria ser imposta sobre o motor (4) de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1) e com a razão de transmissão da marcha;
- calcular, para cada marcha da transmissão (6), o correspondente torque (T_P) presumido, o qual deveria ser requerido do motor (4) de acordo com a potência de referência de acionamento (P_{REF}) e com a velocidade de rotação presumida (ω_P);
- identificar as marchas (G_{DISP}) disponíveis, pela eliminação dentre todas as marchas da transmissão (6) aquelas marchas que tem a velocidade de rotação presumida (ω_P) e/ou o torque presumido (T_P) indo para além dos intervalos de aceitabilidade correspondentes do motor (4).

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado por** o intervalo de aceitabilidade da velocidade de rotação e/ou intervalo de aceitabilidade do torque serem mais estreitos do que os limites físicos reais do motor (4) para garantir uma certa margem de troca.

4. Método, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, **caracterizado por** compreender ainda a etapa de diferenciar o intervalo de aceitabilidade da velocidade de rotação e/ou do intervalo de aceitabilidade do torque para as várias marchas.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 4, **caracterizado por** ainda compreender as etapas de:

- aumentar um diferencial entre o torque máximo do intervalo de aceitabilidade do torque e um torque máximo, o qual pode ser fisicamente entregue pelo motor (4) quando o torque de referência (T_{REF}) cresce no tempo; e
- diminuir o diferencial entre o torque máximo do intervalo de aceitabilidade do torque e um torque máximo, o qual pode ser fisicamente entregue pelo motor (4) quando o torque de referência (T_{REF}) diminui no tempo.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado por** ainda compreender as etapas de:

- determinar um intervalo de tempo (ΔT) transcorrido desde a última troca de marcha, no qual a marcha corrente (G_{CORR}) esteve engatada; e
- variar o primeiro valor de limite ($V1$) de acordo com o tamanho do intervalo (ΔT) de tempo de modo que o primeiro valor de limite ($V1$) diminua quando o tamanho do intervalo (ΔT) de tempo cresce.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado por** ainda compreender as etapas de:

- determinar um intervalo de tempo (ΔT) transcorrido desde a última troca de marcha, no qual a marcha corrente (G_{CORR}) esteve engatada; e
- identificar sempre a marcha corrente (G_{CORR}) como a marcha otimizada (G_{ALVO}) caso o tamanho do intervalo (ΔT) de tempo seja menor do que um segundo valor ($V2$) de limite.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado por** ainda compreender as etapas de:

- determinar, para a marcha corrente (G_{CORR}), a correspondente eficiência (E_{CORR}) do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) e com um torque corrente (T_{CORR}) ou um torque de referência (T_{REF});
- determinar um diferencial de eficiência (ΔE) entre a eficiência (E_{CORR}) da marcha corrente (G_{CORR}) e a eficiência presumida (E_P) da melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima; e
- variar o segundo valor ($V2$) de limite de acordo com o diferencial de eficiência (ΔE). de

modo que o segundo valor (V_2) de limite decresça quando o diferencial de eficiência (ΔE) cresce.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado por** ainda compreender a etapa de determinar, durante a fase de projeto, um mapa de eficiência tridimensional, o qual provê a eficiência do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação do motor (4) e com o torque entregue pelo motor (4).

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, **caracterizado por** ainda compreender as etapas de:

- determinar se o veículo (1) está em condições seguras para uma troca de marcha; e
- identificar a marcha otimizada (G_{ALVO}) diferente da marcha corrente (G_{CORR}) somente caso o veículo (1) esteja em condições seguras para uma troca de marcha.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, **caracterizado por** ainda compreender as etapas de:

- determinar a presença de, ao longo do trajeto do veículo (1), curvas, subidas, descidas ou outras condições críticas que necessitam ser enfrentadas mesmo considerando a segurança, e suas distâncias a partir do veículo (1);
- identificar, de acordo com o gradiente da rua, da distância desde uma condição crítica e da velocidade de avanço (V) do veículo (1), ou de acordo com o raio de curvatura, a distância da curva e a velocidade de avanço (V) do veículo (1), um limitado numero de marchas que tem que ser considerado por razões de segurança e entre as quais uma tem que procurar pelas marchas disponíveis (G_{DISP}).

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, **caracterizado por** a etapa de determinar a potência de referência de acionamento (P_{REF}) incluir:

- determinar a potência corrente (P_{CORR}) de acionamento do motor (4); e
- determinar a potência de referência de acionamento (P_{REF}) de acordo com a potência corrente (P_{CORR}) de acionamento.

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, **caracterizado por** a etapa de determinar a potência de referência de acionamento (P_{REF}) incluir:

- determinar a potência corrente (P_{CORR}) de acionamento;
- determinar a velocidade de avanço (V) do veículo (1);
- determinar a posição de um pedal de acelerador (15); e
- determinar a potência de referência de acionamento (P_{REF}) de acordo com a potência corrente (P_{CORR}) de acionamento, de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1), e de acordo com a posição de um pedal (15) de acelerador.

14. Método de identificação da marcha otimizada (G_{ALVO}) para uma transmissão (6) de um veículo (1) provido de um motor (4), o método de identificação compreendendo as etapas de:

- medir a velocidade (V) de avanço do veículo (1);
- medir a velocidade de rotação corrente (ω_{CORR}) do motor (4);
- determinar a potência de acionamento de referência (P_{REF});
- identificar as marchas (G_{DISP}) disponíveis, as quais são capazes de fazer o motor (4) prover a potência de acionamento de referência (P_{REF}) na velocidade (V) de avanço do veículo (1);
- calcular, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, a correspondente velocidade de rotação (ω_P) presumida, a qual deveria ser imposta ao motor (4) de acordo com a velocidade de avanço (V) do veículo (1) e a uma razão de transmissão da caixa de marchas;
- calcular, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, o correspondente torque (T_P) presumido, o qual deveria ser requerido do motor (4) de acordo com a potência de referência de acionamento (P_{REF}) e com a velocidade de rotação presumida (ω_P);
- determinar, para cada marcha (G_{DISP}) disponível, a correspondente eficiência presumida (E_P) do motor (4) de acordo com a velocidade de rotação presumida (ω_P) e com o torque presumido (T_P);
- identificar a melhor marcha (G_{MELH}) com a eficiência máxima dentre as marchas disponíveis (G_{DISP}) pela identificação da marcha que apresenta a mais alta eficiência presumida (E_P);
- identificar a marcha corrente (G_{CORR}) presentemente engatada; e
- identificar a marcha otimizada (G_{ALVO}) pela escolha entre a marcha (G_{MELH}) melhor, com a máxima eficiência, e a marcha corrente (G_{CORR}) de acordo com as correspondentes

eficiências presumidas (E_P);

o método de identificação sendo **caracterizado por** compreender ainda as etapas de:

- determinar um intervalo de tempo (ΔT) transcorrido desde a última troca de marcha, no qual a marcha corrente (G_{CORR}) esteve engatada; e
- identificar sempre a marcha corrente (G_{CORR}) como a marcha otimizada (G_{ALVO}) caso o tamanho do intervalo (ΔT) de tempo seja menor do que um segundo valor (V_2) de limite.

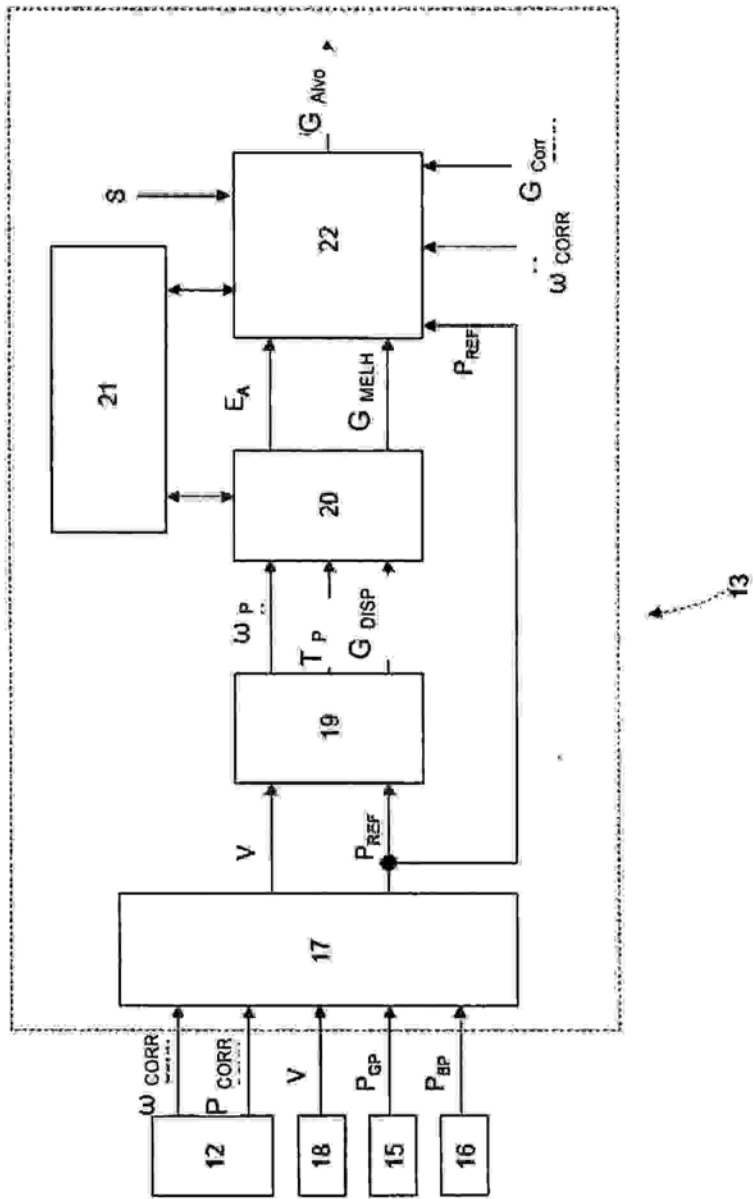


Fig. 2

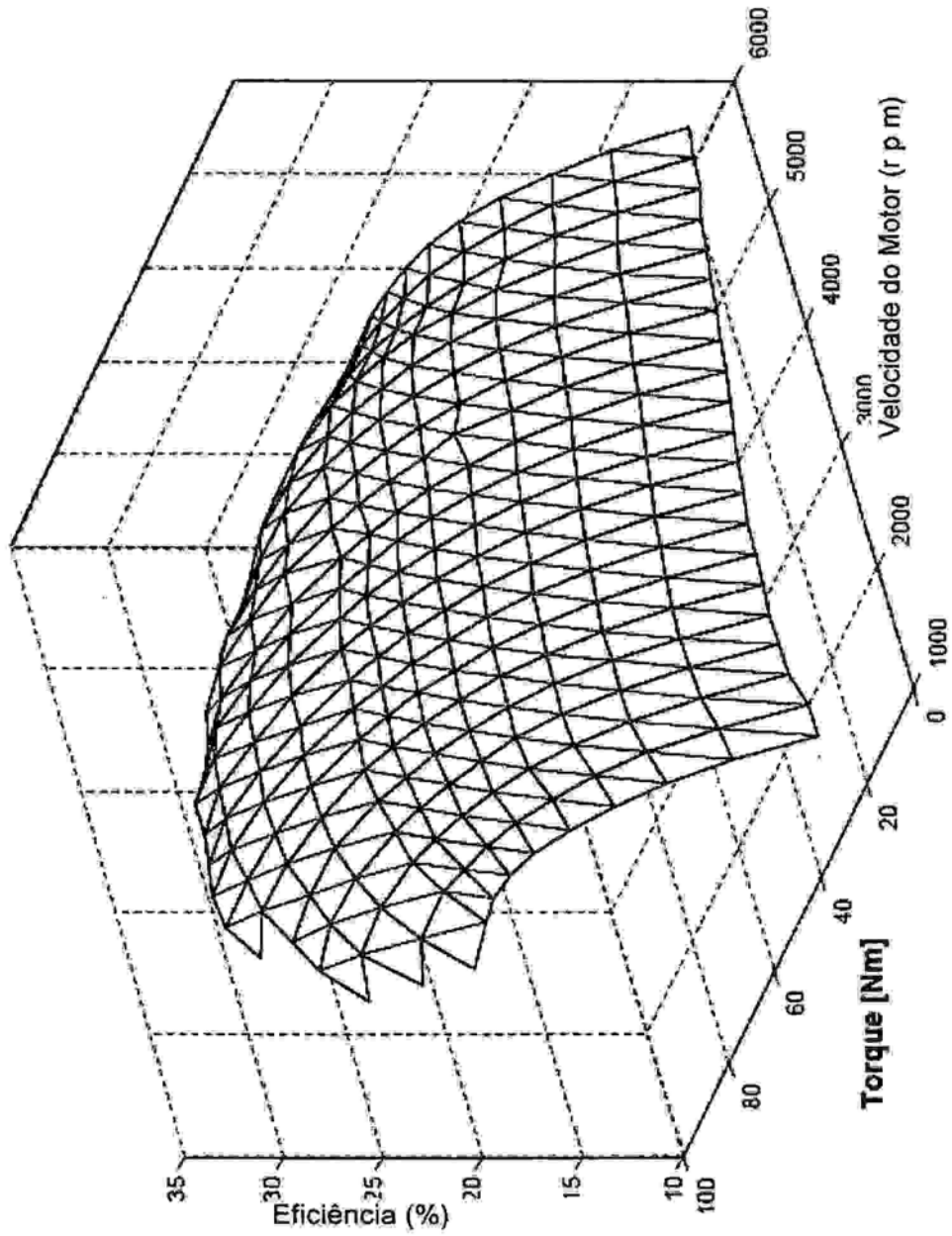


Fig.3