



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

(11) PI 0900706-7 B1



(22) Data do Depósito: 04/03/2009

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: PROCESSO PARA OPERAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA E DISPOSITIVO DE CONTROLE E/OU REGULAGEM PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F02D 41/20; F02D 41/26.

(73) Titular(es): ROBERT BOSCH GMBH..

(72) Inventor(es): MANGESH KHARE; ERNST WILD; RENE WACKEROW.

(57) Resumo: PROCESSO PARA OPERAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a um processo para operar um motor de combustão interna (10) em que é previsto um atuador primário de um sistema de ar do motor de combustão interna (10), em especial uma válvula de estrangulamento (24), e em que pelo menos um atuador secundário, previsto adicionalmente ao primeiro atuador (24) do sistema de ar, é ativado em dependência de um valor teórico (wnwesuf, wnwasuf). De acordo com a presente invenção, o valor teórico (wnwesuf, wnwasuf) para o atuador secundário é formado em dependência de pelo menos dois campos característicos (KFe1, KFe2; KFa1, KFa2) aos quais são respectivamente conduzidos os mesmos valores de entrada (nmot, wdkba).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "PROCESSO PARA OPERAR UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA E DISPOSITIVO DE CONTROLE E/OU REGULAGEM PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA".

Estado da Técnica

[001] A presente invenção refere-se a um processo para operar um motor de combustão interna onde é previsto um atuador primário de um sistema de ar do motor de combustão interna, em especial uma válvula de estrangulamento, e onde pelo menos um atuador secundário, previsto adicionalmente ao primeiro atuador do sistema de ar é ativado em dependência de um valor teórico.

[002] A presente invenção refere-se também regulagem a um dispositivo de controle e/ou a regulagem de um motor de combustão interna.

[003] Os motores de combustão interna atualmente disponíveis dispõem além de um atuador primário do sistema de ar, como por exemplo, tipicamente a válvula de estrangulamento, cada vez mais de outros atuadores, isto é, secundários que influenciam o sistema de ar do motor de combustão interna. A ativação coordenada da válvula de estrangulamento e dos atuadores do sistema de ar secundários é dispendiosa, e os sistemas convencionais exigem um processo de aplicação complexo para poder formar definições de valor teórico razoáveis para o atuador secundário.

Descrição da Invenção

[004] De acordo com isso, a presente invenção tem a tarefa de aperfeiçoar um processo de operação do tipo inicialmente mencionado e um dispositivo de controle e/ou de regulagem correspondente para tal de tal modo que uma verificação eficiente de um valor teórico para o atuador secundário se torna possível sem a exigência de um processo de aplicação complexo, e sem restringir a flexibilidade durante a

operação do motor de combustão interna.

[005] De acordo com a presente invenção, esta tarefa é solucionada pelo fato de que o valor teórico para o atuador secundário é formado em dependência de no mínimo dois campos característicos aos quais são conduzidos respectivamente os mesmos valores de entrada. Dessa forma, para a determinação dos campos característicos, por um lado, somente precisam ser levados em consideração os respectivos valores de entrada comuns de modo que o processo de aplicação seja simplificado. Por outro lado, através do uso de acordo com a presente invenção de vários campos característicos, a formação do valor teórico pode ser adaptada de maneira flexível a diversas situações operacionais do motor de combustão interna.

[006] Com vantagem especial, por exemplo, podem os campos característicos ser diferentes entre si e respectivamente conjugados a situações operacionais diferentes do motor de combustão interna, de modo que cada campo característico cobre uma situação operacional especial do motor de combustão interna, podendo ser otimizado para tal. Dessa forma também pode ser evitado que - como é comum nos sistemas convencionais - que precise ser formado um campo característico especialmente complexo para ser usado para a operação. O uso de acordo com a presente invenção de diversos campos característicos, em contrapartida, permite, por exemplo, que sejam apagados, isto é, em caso de não uso podem ser retirados de uma memória intermediária de um dispositivo de controle para liberar recursos para outros processos. Isto é possível especialmente quando valores de partida obtidos por meio dos campos característicos de acordo com a presente invenção são usados como alternativa para a formação do valor teórico, isto é, em uma primeira situação operacional, por exemplo, somente é usado um primeiro campo característico de acordo com a presente invenção, e em uma situação diferente desta, uma segunda

situação operacional, por exemplo, somente é usado um segundo campo característico de acordo com a presente invenção.

[007] As situações operacionais podem ser situações, por exemplo, onde as emissões do motor de combustão interna precisam ser minimizadas, ou também, o uso de combustível precisa ser minimizado etc.

[008] De acordo com uma outra variação da presente invenção, os valores de partida, obtidos com a ajuda de vários campos característicos, também podem ser entrelaçados - de preferência, de modo aditivo - para formarem o valor teórico.

[009] Com vantagem o valor teórico também pode ser submetido a uma filtragem, em especial, uma filtragem passa-baixas, a fim de adaptar a alteração cronológica do valor teórico a definições correspondentes. Isto pode ser útil, por exemplo, quando se pretende impedir que haja saltos no valor teórico que eventualmente poderiam causar saltos de torque indesejados do motor de combustão interna.

[0010] Além disso, uma troca entre os campos característicos também pode ser realizada com vantagem em dependência do seu respectivo valor de saída, a fim de limitar ou evitar saltos do valor teórico. Uma troca correspondente também pode ser prevista, por exemplo, quando os valores de saída de dois campos característicos contemplados não se diferenciam mais um do outro do que um valor máximo que pode ser predefinido.

[0011] Uma determinação especialmente simples do valor teórico para o atuador secundário do sistema de ar existe que a cada campo característico, como valor de entrada, de preferência, exclusivamente, é dado um número de rotações do motor de combustão interna e um valor que caracteriza o estado do atuador primário, por exemplo, da válvula de estrangulamento. Em virtude disso pode se abrir mão de modelagem de dependências adicionais o que economiza recursos em

uma unidade de computador de um dispositivo de controle, como por exemplo, memória e tempo de computação.

[0012] O processo de operação de acordo com a presente invenção para a obtenção do valor teórico pode ser aplicado de modo especialmente vantajoso quando é detectado um enchimento de ar em uma câmara de combustão do motor de combustão interna com a ajuda de um modelo. Ao modelo é então levado um valor que depende do valor teórico verificado ou um valor que corresponde a isso como valor de correção, a fim de garantir a determinação precisa do enchimento de ar. De maneira especialmente vantajosa, em combinação com o processo de operação de acordo com a presente invenção é usado tal modelo para a determinação do enchimento de ar, onde o enchimento de ar é obtido em essência na base de um número de rotações do motor de combustão interna e de um valor que caracterizam o estado da válvula de estrangulamento. Isto permite uma consideração especialmente simples do valor teórico obtido de acordo com a presente invenção na verificação do enchimento de ar. Em especial, em uma aplicação da verificação do enchimento de ar não precisa ser considerada a posição real do atuador secundário, antes pelo contrário, já é suficiente prever os valores de correção mencionados que dependem do número de rotações e da posição da válvula de estrangulamento.

[0013] O princípio de acordo com a presente invenção pode ser usado com um grande número de atuadores para o sistema de ar, em especial com um ajuste do eixo de cames, um retorno do gás de escape, válvulas de movimentação de carga ou válvulas de ressonância no tubo de aspiração ou algo semelhante ou de uma combinação destes.

[0014] Outras vantagens, características e detalhes são evidentes da descrição seguinte que apresenta com a ajuda do desenho vários exemplos de execução da presente invenção. No caso, as características mencionadas nas concretizações e na descrição podem essenci-

ais para a presente invenção ou individualmente por si ou em qualquer combinação.

[0015] O desenho mostra:

a figura 1 mostra uma apresentação esquemática de um motor de combustão interna.

A figura 2 mostra um diagrama de funcionamento de uma forma de execução do processo de acordo com a presente invenção.

A figura 3 mostra um diagrama de funcionamento de um processo para a determinação de um enchimento de ar.

[0016] A figura 1 mostra um motor de combustão interna 10. Ele compreende vários cilindros, dos quais, por motivos de melhor visibilidade na figura 1, apenas um leva a referência 12. A respectiva câmara de combustão tem a referência 14. O combustível é injetado diretamente para dentro da câmara de combustão 14 através de um injetor de combustível 16 que é ligado a um sistema de combustível 18. o ar entra na câmara de combustão 14 através de uma válvula de entrada 20 e um canal de aspiração 22 onde é disposta uma válvula de estrangulamento 24. Esta é ajustada por um servomotor 26 sua posição atual é determinada por um sensor de válvula de estrangulamento 28. A pressão de ar que reina no canal de aspiração 22 é determinada por um sensor de pressão 30, a respectiva temperatura é determinada por um sensor de temperatura 32 que combina com este. O sensor de pressão 30 encontra-se a jusante da válvula de estrangulamento 24 e mede a pressão antes da válvula de entrada 20.

[0017] Uma mistura de combustível e ar existente na câmara de combustão 14 é inflamada por uma vela de ignição 34 que é ligada a um sistema de ignição 36. Gases de escape quentes de combustão são retirados da câmara de combustão 14 através de uma válvula de saída 38 e um tubo de gás de escape 40.

[0018] O motor de combustão interna 10 mostrado na figura 1 está

montado em um automóvel não mostrado. Um desejo de torque do motorista do automóvel é verificado em dependência de uma posição do pedal do acelerador 42. O número de rotações de um eixo de manivela 44 do motor de combustão interna 10 é explorado por um sensor de número de rotações 46. A operação do motor de combustão interna 10 é controlada ou regulada por um dispositivo de controle e de regulação 48 a seguir brevemente denominado de dispositivo de controle. Este recebe sinais de entrada dos sensores 28, 30, 32, 42 e 46, e ativa entre outros o servomotor 26, o injetor 16 e o sistema de ignição 36.

[0019] O motor de combustão interna 10 mostrado na figura 1 é operado de acordo com o princípio de quatro ciclos. Nisso é possível uma sobreposição de válvula da válvula de entrada 20 e da válvula de saída 38. Isto significa que na área do ponto morto superior entre um ciclo de extração e um ciclo de aspiração as duas válvulas 20 e 38 podem estar abertas ao mesmo tempo. Com isso pode ser realizado um retorno de gás de escape interno.

[0020] Além da válvula de estrangulamento 24 que é o atuador primário do sistema de ar do motor de combustão interna 10 é previsto pelo menos mais um outro, isto é, atuador secundário para o sistema de ar do motor de combustão interna 10. O atuador secundário pode ser, por exemplo, um sistema de ajuste do eixo de cames que pode ajustar os eixos de cames de entrada e de saída do motor de combustão interna 10 de modo em si conhecido para influenciar a troca de gás através da válvula de entrada 20 e da válvula de saída 38. Por exemplo, com o sistema do ajuste de eixos de cames também pode ser modificada a sobreposição de válvulas acima descrita.

[0021] Para a descrição restante parte-se do fato de que o ajuste do eixo de cames permite uma influência separada dos eixos de cames de entrada e da eixos de cames de saída. De acordo com isso, as

setas $wnwesuf$, $wnwasuf$ na figura 1 indicam os respectivos valores teóricos para os atuadores (não mostrados) que influenciam os eixos de cames que são obtidos pelo dispositivo de controle 48 e comunicados aos atuadores.

[0022] De acordo com a presente invenção, os valores teóricos $wnwesuf$, $wnwasuf$ para os atuadores secundários do sistema de ar são formados em dependência de respectivamente dois campos característicos, aos quais são levados respectivamente os mesmos valores de entrada.

[0023] Em virtude disso, para a determinação dos campos característicos, por um lado, somente precisam ser levados em consideração os respectivos valores de entrada comuns, de modo que um processo de aplicação do motor de combustão interna 10 se simplifica. Por outro lado, através do uso de acordo com a presente invenção de vários campos característicos, a formação do valor teórico pode ser adaptada de modo flexível a diversas situações operacionais do motor de combustão interna 10.

[0024] A figura 2 mostra um diagrama de funcionamento que ilustra a formação de acordo com a presente invenção dos valores teóricos $wnwesuf$, $wnwasuf$.

[0025] Primeiro será discutido a formação do valor teórico $wnwesuf$ que serve para o ajuste do eixo de cames de entrada. Dependendo da situação operacional atual do motor de combustão interna 10 (figura 1), através de um dos interruptores não mostrados detalhadamente de um dos campos característicos $KFe1$, $KFe2$ é selecionado para emitir um valor de saída $e1$, $e2$ correspondente que, como se vê na figura 2, é conduzido para o somados 100. O campo característico momentaneamente não selecionado não tem efeito sobre a formação do valor teórico. Isto se consegue, por exemplo, pelo fato de que o respectivo interruptor de um campo característico não selecionado

transmite um valor de zero para o somador 100.

[0026] A saída do somador 100 eventualmente ainda é somada a um valor de base WNLE para o valor teórico, o que é feito através do somador 101. O valor de base WNLE pode ser, por exemplo, um valor que pode ser usado também em condições de operação de emergência como valor teórico para o ajuste do eixo de cames de entrada. Em caso de erro, com vantagem ambos os campos característicos de acordo com a presente invenção KFe1, KGe2 podem ser desativados através dos seus comutadores, e assim mesmo será possível uma operação de emergência para o ajuste do eixo de cames de entrada - eventualmente restringida.

[0027] Durante a operação normal, como descrito, por exemplo, o valor de saída e1 do campo característico KFe1 é somado ao valor de base WNLE, quando se obtém o valor teórico wnwesuf para a ativação do atuador que influencia o eixo de cames de entrada.

[0028] O valor teórico wnwesuf pode, de acordo com uma outra forma de execução vantajosa da presente invenção, pode também ainda ser submetido a uma filtragem passa-baixa, para regular uma velocidade de alteração do valor teórico para o atuador secundário do sistema de ar. De preferência, a filtragem pode ocorrer de tal modo que a velocidade de alteração do valor teórico para o atuador secundário do sistema de ar coincide com a velocidade de alteração de um estado do atuador primário do sistema de ar, isto é, a válvula de estrangulamento 24. Dessa forma, com vantagem especial, pode ser usada uma determinação de guia a ser descrita detalhadamente, simplificada, baseada em modelo do enchimento de ar em uma câmara de combustão 14 do motor de combustão interna 10 sem prejuízos para a precisão. Meios de filtragem correspondentes 102 são mostrados na figura 2 e fornecem na sua saída o valor teórico filtrado wnwes.

[0029] A operação normal acima descrita onde é usado o primeiro

campo característico KFe1, é, por exemplo, uma operação especialmente pobre de emissões do motor de combustão interna 10. Esta situação operacional é indicada pela Bitflag B_emis que realiza a respectiva ativação do comutador conjugado ao primeiro campo característico KFe1.

[0030] Uma outra situação operacional para a qual é previsto um campo característico KFe2 separado otimizado, é uma operação de consumo otimizado que é indicado analogamente através do Bitflag B_consum.

[0031] O motor de combustão interna 10, depois da sua partida, pode ser operado de modo que o valor teórico $w_{nwesufm}$ para o ajuste do eixo de cames de entrada é idêntico ao valor de base WNLE. Em um ajuste do eixo de cames hidráulico, o valor de base WNLE pode corresponder, por exemplo, a um esbarro de ajuste do mecanismo de ajuste. Tão logo seja gerada uma pressão suficientemente grande na hidráulica do sistema de ajuste, primeiro uma operação otimizada de emissões do motor de combustão interna 10 é indicada pela Bitflag B_emis, e o primeiro campo característico KFe1 é ativado, cujo valor de saída e_1 é somado ao valor de base WNLE, a fim de providenciar um valor teórico otimizado de emissões para o ajuste do eixo de cames de entrada.

[0032] Tão logo o motor de combustão interna 10 e um sistema de tratamento de gás de escape a ele conjugado tenham alcançado sua temperatura de serviço, pode ser mudado da operação de emissões otimizadas para a operação de consumo otimizado, de modo que o valor de saída e_2 do campo característico KFe2 é somado ao valor de base WNLE, para fornecer um valor teórico de consumo otimizado para o ajuste dos eixos de cames de entrada. A troca de campo característico é providenciada através de respectivas passagens de estado das Bitflags B_emis e B_consum, isto é - partindo de lógica positiva - o

Bitflag B_emis troca de lógico um para lógico zero, ao passo que Bitflag B_consum muda de lógico zero para lógico um.

[0033] A troca de campo característico dispositivo é feita em dependência dos valores de saída e1, e2. Por exemplo, quando ambos os valores de saída e1, e2 não se diferenciam por mais do que um valor máximo predeterminável, um salto no valor teórico w_{nwsuf} pode ser evitado. Também a "ligação" pela primeira vez de um campo característico diretamente depois da ativação do motor de combustão interna 10 pode ser realizado de tal modo que um salto de valor teórico seja diminuído ou completamente evitado.

[0034] Como alternativa também pode ser aceito um salto do valor teórico, fazendo com que a avaliação acima da alteração do valor teórico condicionada por comutação pode ser dispensada. No lugar de um uso alternativo dos campos característicos KFe1, KFe2 também é possível, usá-los paralelamente entre si, de modo que o valor de saída e1 do primeiro campo característico KFe1 é somado.

[0035] De acordo com a presente invenção, os mesmos valores de entrada são conduzidos para todos os campos característicos KFe1, KFe2 que no presente caso são o número de rotações n_{mot} do motor de combustão interna 10 e o estado ou ângulo w_{dkba} da válvula de estrangulamento 24 (figura 1), de modo que uma avaliação especialmente simples durante a operação e também, ao contrário de processos convencionais, um processo de aplicação claramente simplificado se tornam possíveis.

[0036] O processo acima descrito fazendo referência a um ajuste do eixo de cames de entrada, no presente caso, também é aplicada analogamente ao ajuste do eixo de cames de saída. Para tal, o valor teórico w_{nwasuf} para o ajuste do eixo de cames de saída é formado em dependência do valor de base W_{NLA} e de um ou vários valores de saída a1, a2 dos respectivos campos característicos KFa1, KFa2 que

podem ser incluídos através de comutadores correspondentes sob controle pelas Bitflag B_emis e B_consum. Os respectivos somadores e meios de filtragem não são mostrados detalhadamente. No lado de saída, analogamente ao procedimento para o sw do ajuste do eixo de cames de entrada, é obtido um valor teórico filtrado w_{nwas} para o ajuste do eixo de cames de saída.

[0037] A figura 3 mostra um diagrama de funcionamento de um processo para a obtenção de um enchimento de ar em uma câmara de combustão 14 (figura 1) do motor de combustão interna 10, semelhante ao que já foi descrito no documento DE 10 2004 062 018.

[0038] Em um caminho principal 200, na base dos valores de entrada n_{mot} , p_{su} é obtido um primeiro valor de modelo r_l para o enchimento de ar na base de modela. O valor de entrada n_{mot} é o número de rotações já mencionado do motor de combustão interna 10, e o valor de entrada p_{su} é um quociente da pressão do tubo de aspiração p_s e a pressão ambiente p_u . O campo característico 210 fornece um valor bruto para o valor modelo r_l relacionado a condições normais, tais como, por exemplo, pressão normal e temperatura normal. O valor bruto, em seguida, é corrigido através de multiplicadores não mostrados detalhadamente por fatores de correção. Um primeiro fator de correção F_1 produz uma adaptação do valor bruto à pressão ambiente de fato, e um segundo fator de correção F_2 produz uma adaptação à temperatura de fato, de modo que o primeiro valor modelo r_l é obtido. O segundo fator de correção F_2 é determinado em um modelo de temperatura 220 que recebe como valor de entrada a temperatura de gás TSR no tubo de aspiração. No caso mais simples, para a formação do segundo fator de correção F_2 é suposto que a temperatura de gás na câmara de combustão no momento "entrada fecha" corresponde à temperatura medida TSR no tubo de aspiração.

[0039] O caminho lateral 201, em dependência do número de rota-

ções nmot e da posição da válvula de estrangulamento wdkba é acessado um campo característico 220 que serve para a obtenção de um segundo valor modelo rirohdk para o enchimento de ar e que na sua saída fornece um valor bruto para o segundo valor modelo rirohdk, que também é relacionado às condições normais acima mencionadas (pressão, temperatura). O valor bruto do campo característico 220, por sua vez, é corrigido sob utilização de fatores de correção dependentes de pressão e temperatura F3, F4, para se obter o segundo valor modelo rirohdk. Antes, porém, o valor bruto é complementado pelo somador 221 por um valor offset ofmsndk que é formado no bloco de funcionamento 300 que realiza uma adaptação e descrito mais adiante.

[0040] O fator de correção F4 dependente da temperatura também é formado no modelo 220 e depende da temperatura de gás antes da válvula de estrangulamento 24 que no caso mais simples corresponde à temperatura de gás no tubo de aspiração. Por exemplo, o fator de correção F4 é obtido da raiz quadrado do quociente de 273K e da temperatura de gás antes da válvula de estrangulamento 24.

[0041] A função acima descrita para a determinação do enchimento também é denominada de "determinação de enchimento sem sensor", pois com vantagem pode ser realizada sem um sensor da pressão ambiente. A pressão ambiente pu é obtida através do bloco de adaptação 300 onde entram os valores modela rl, rirohdk do caminho principal 200 e do caminho auxiliar 201.

[0042] A diferença rl - rirohdk dos valores modelo rl, rirohdk, em especial em caso de correntes de massa de ar maiores no tubo de aspiração, é dirigido para um integrador (não mostrado) realizado no bloco de função 300 que em caso de diferença positiva aumenta o valor pu para a pressão ambiente. A pressão ambiente pu é reacoplado na forma do fator de correção F3 ao sinal de enchimento rirohdk obtido na base da posição da válvula de estrangulamento, aumentando o line-

amente, até que coincide com o sinal de enchimento rl do caminho principal 200.

[0043] A pressão ambiente pu obtida através do bloco de função 300 também é reacoplado ao caminho principal e assim, o sinal de enchimento rl, uma vez na forma do quociente $psu = ps / pu$ no lado da entrada do campo característico 210 e uma outra vez na forma do fator de correção F1.

[0044] No caso de correntes de massa de ar relativamente pequenas no tubo de aspiração, um erro de offset da linha característica da válvula de estrangulamento é dominado, a diferença rl - rirohdk dos valores modelo rl, rirohdk também é comutado para um segundo integrador (não mostrado) cuja saída em caso de diferença positivo rl - rirohdk aumenta o valor offset ofmsndk já mencionado acima. O valor offset ofmsndk, como descrito é como é evidente da figura 3, é reacoplado ao caminho auxiliar 201 e aumenta o valor bruto que é obtido na saída do campo característico 220.

[0045] Tão logo a diferença rl - rirohdk dos valores modela rl, rirohdk, tanto em caso de fluxos de massas de ar grandes como também pequenas, se torna zero ou pelo menos não alcança mais um valor teórico predeterminável, pode se partir da suposição de que as adaptações realizadas através do bloco de função 300 para a pressão ambiente pu e o valor offset ofmsndk se ajustaram. Assim sendo, o enchimento rl pode ser obtida precisamente, sem que seja disponível um sensor de pressão ambiente separado.

[0046] A determinação do enchimento ma base de modela acima descrita fazendo referência à figura 3 pode ser combinado de maneira especialmente vantajosa com o princípio da determinação do valor teórico de acordo com a presente invenção para o atuador secundário do sistema de ar (por exemplo, eixo de cames de entrada). Uma vez que os campos característicos usados de acordo com a presente in-

venção KFe1, KFe2, KFa1, KFa2 (figura 2) somente dependem dos valores nmot e wdkba, o estado do atuador secundário do sistema de ar nos campos característicos 210, 220 da determinação do enchimento pode ser levado em consideração implicitamente de acordo com a figura 3.

[0047] Isto é, a posição de fato, por exemplo, do eixo de cames de entrada e do eixo de cames de saída, no modelo de acordo com a figura 3, não precisa ser levado em consideração como valor de entrada de campo característico separado, a fim de poder determinar precisamente o enchimento rl. Antes pelo contrário é completamente suficiente considerar a influência dos valores teóricos wnwesuf, wnwasuf (figura 2) obtidos de acordo com a presente invenção somente em dependência de nmot e wdkba na forma dos valores de correção rlkorrr1, rlkorrr2, que de modo mostrado na figura 3, por exemplo, são somados aos valores crus para o enchimento obtidos por meio dos campos característicos 210, 220. A posição do eixo de cames de entrada e de saída, graças aos valores de correção rlkorrr1, rlkorrr2 são incluídos na determinação do enchimento na base de modelo de acordo com a figura 3, sendo que os valores de correção rlkorrr1, rlkorrr2 correspondem aos valores teóricos wnwesuf, wnwasuf.

[0048] Em outras palavras, a posição de fato, por exemplo, do eixo de cames de entrada e do eixo de cames de saída não é nenhum valor de entrada separado para os campos característicos 210, 220, como seria o caso em processos convencionais. Para a aplicação de tais campos característicos como, por exemplo, os valores de entrada nmot, os e adicionalmente a posição do eixo de cames, seria necessário um dispêndio muito maior, do que é necessário para a execução do processo de acordo com a presente invenção, onde os valores rlkorrr1, rlkorrr2 somente são somados para fins de correção aos valores crus fornecidos pelos campos característicos simples 210, 220. Os valores

de correção $rlkorr1$, $rlkorr2$ com vantagem são obtidos de modo comparável à formação dos valores teóricos $wnwesuf$, $wnwasuf$ de acordo com a figura 2. De preferência, somente são usados também aqueles campos característicos para a determinação dos valores de correção $rlkorr1$, $rlkorr2$ que dependem de ambos os valores $nmot$ e $wdkba$. Os campos característicos que servem para a obtenção dos valores de correção $rlkorr1$, $rlkorr2$ são usados de acordo com os mesmos princípios como os campos característicos $KFe1$, $KFe2$, ... (figura 2) em dependência da situação operacional e fornecem em dependência dos valores $nmot$ e $wdkba$ um termo de correção $rlkorr1$, $rlkorr2$ que permite a consideração simples da influência da posição dos eixos de came sobre o enchimento de ar no modelo da figura 3.

[0049] As vantagens acima em essência baseiam-se no fato de que os campos característicos de acordo com a presente invenção da figura 2 e os campos característicos para a obtenção dos valores de correção $rlkorr1$, $rlkorr2$ também somente dependem dos dois valores $nmot$ e $wdkba$ que já são usados no modelo de acordo com a figura 3.

[0050] O princípio acima descrito da combinação da determinação de acordo com a presente invenção dos valores teóricos $wnwesuf$, $wnwasuf$ ou dos valores de correção correspondentes $rlkorr1$, $rlkorr2$ com a determinação de enchimento na base de modelo também pode ser usado quando são usados outros atuadores secundários do sistema de ar, por exemplo, uma válvula de retorno de gás de escape, válvulas de movimentação de carga ou válvulas de ressonância no tubo de aspiração ou algo semelhante ou de uma combinação destes.

[0051] Para estes outros atuadores secundários do sistema de ar precisam ser previstos, por sua vez, campos característicos correspondentes aos campos característicos $KFe1$, $KFe2$, que preferencialmente somente dependem dos dois valores $nmot$ e $wdkba$ que já são usados no modelo de acordo com a figura 3.

[0052] A determinação simplificada de acordo com a presente invenção dos valores teóricos w_{nwesuf} , w_{nwasuf} não precisa obrigatoriamente ser combinada com a determinação de enchimento de acordo com a figura 3, e sim já sozinho oferece uma obtenção de valor teórico simplificada e aplicação e uma alta flexibilidade na operação, devido à possibilidade da troca de campo característico. Também podem ser usados outros valores de entrada n_{mot} , w_{dbka} do que as descritas na figura 2 para os campos característicos.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para operar um motor de combustão interna (10) onde é previsto um atuador primário de um sistema de ar do motor de combustão interna (10), em especial, uma válvula de estrangulamento (24), e em que pelo menos um atuador secundário, previsto adicionalmente ao primeiro atuador (24) do sistema de ar, é ativado em dependência de um valor teórico ($wnwesud$, $wnwasuf$), caracterizado pelo fato de que o valor teórico ($wnwesuf$, $wnwasuf$) para o atuador secundário é formado em dependência de pelo menos dois campos característicos ($KFe1$, $KFe2$; $KFa1$, $KFa2$) aos quais são respectivamente conduzidos os mesmos valores de entrada ($nmot$, $wkba$).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os campos característicos ($KFe1$, $KFe2$; $KFa1$, $KFa2$) são diferentes entre si e são respectivamente conjugados a diferentes situações operacionais do motor de combustão interna (10).

3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que valores de saída ($e1$, $e2$; $a1$, $a2$) obtidos por meio dos campos característicos ($KFe1$, $KFe2$; $KFa1$, $KFa2$) são usados alternativamente para a formação do valor teórico ($wnwesuf$, $wnwasuf$).

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que valores de saída obtidos por meio dos campos característicos ($KFe1$, $KFe2$; $KFa1$, $KFa2$) são entrelaçados entre si, em especial somados, para formar o valor teórico ($wnwesuf$, $wnwasuf$).

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o valor teórico ($wnwesuf$, $wnwasuf$) é submetido a uma filtragem, em especial a uma filtragem passa-baixas.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindica-

ções anteriores, caracterizado pelo fato de que uma troca entre os campos característicos (KFe1, KF2; KFa1, KFa2) é feita em dependência do seu respectivo valor de saída, especialmente para limitar ou evitar um salto do valor teórico.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a cada campo característico (KFe1, KF2; KFa1, KFa2) é levado um valor de entrada, de preferência, exclusivamente, um número de rotações (nmot) do motor de combustão interna (10) e um valor (wdbka) que caracteriza o estado do atuador primário (24).

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que um enchimento de ar em uma câmara de combustão (14) do motor de combustão interna (10) é obtido com a ajuda de um modelo, e que a este modelo é conduzido um valor como calor de correção (rlkorr1, rlkorr2) que depende do valor teórico (wnwesuf, wnwasuf) ou corresponde a ele.

9. Dispositivo de controle e/ou regulação (48) para um motor de combustão interna (10), caracterizado pelo fato de que é programado para ser usado em um processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8.

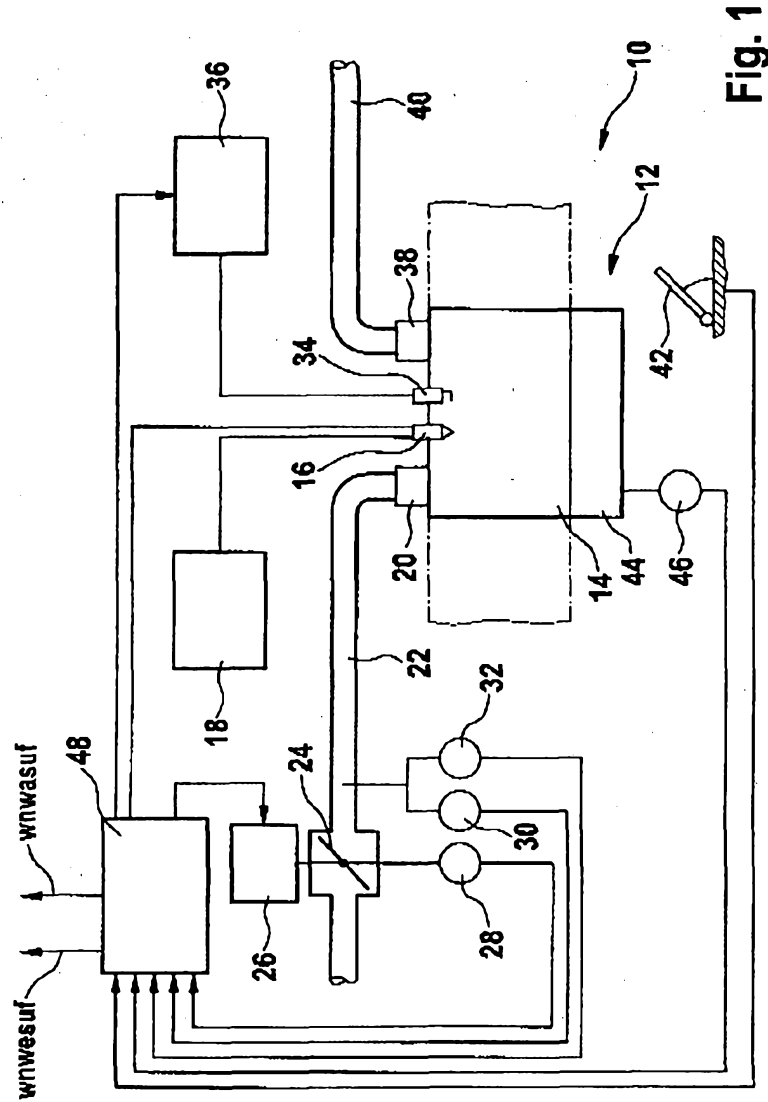


Fig. 1

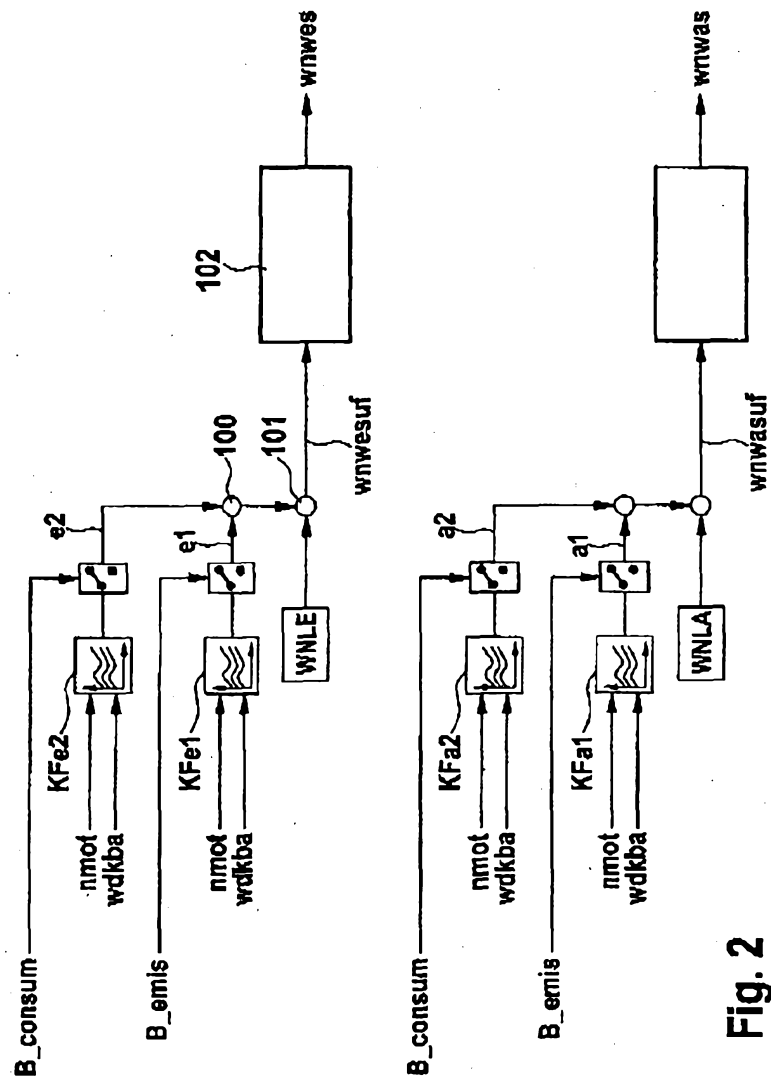


Fig. 2

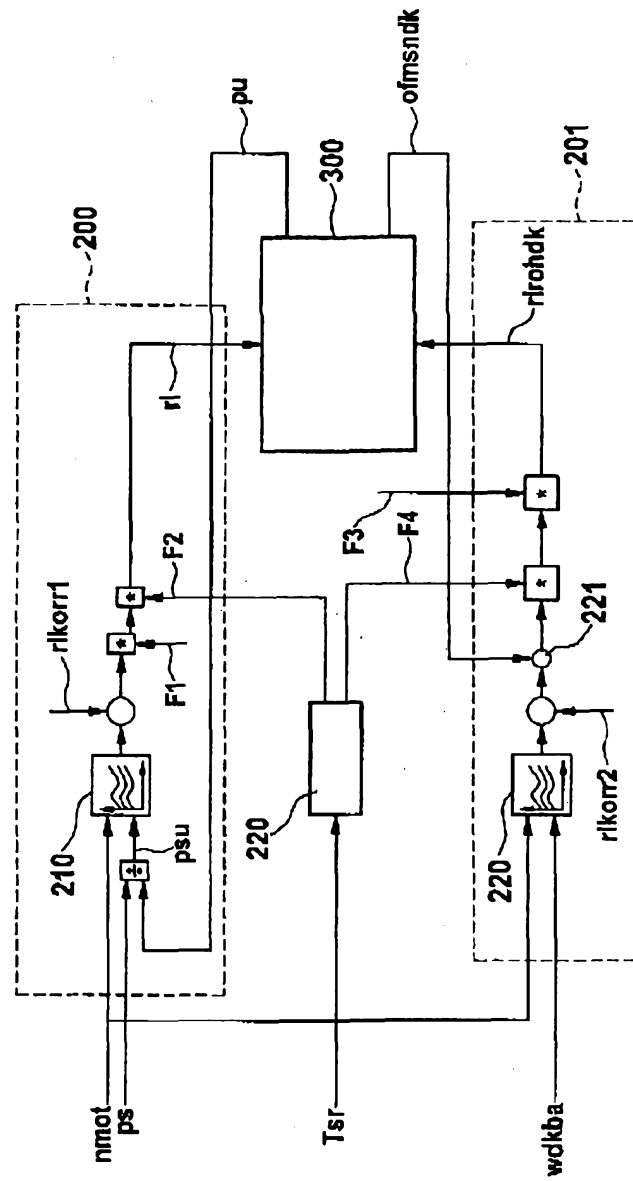


Fig. 3