



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

(21) **PI0612522-0 A2**

(22) Data de Depósito: 20/06/2006
(43) Data da Publicação: 23/11/2010
(RPI 2081)



(51) *Int.Cl.:*
B64D 37/00
G01M 3/02

(54) Título: **PROCESSO DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEL EM UM MOTOR DE AERONAVE E SISTEMA DE APLICAÇÃO DESSE PROCESSO**

(30) Prioridade Unionista: 21/06/2005 FR 0551696

(73) Titular(es): AIRBUS FRANCE

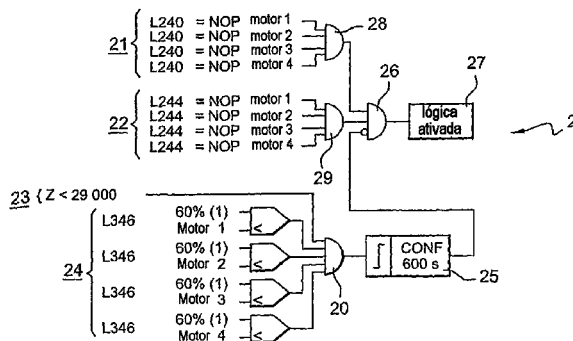
(72) Inventor(es): JEAN-LUC RIVOT

(74) Procurador(es): ORLANDO DE SOUZA

(86) Pedido Internacional: PCT FR2006001467 de 20/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/136736 de 28/12/2006

(57) **Resumo:** PROCESSO DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEL EM UM MOTOR DE AERONAVE E SISTEMA DE APLICAÇÃO DESSE PROCESSO. A invenção se refere a um processo de detecção e de localização de um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave do tipo multimotor, comportando as operações, que consistem em: (a) determinar um consumo de combustível (L240, L244), para cada motor da aeronave; (b) comparar o consumo de cada motor com o consumo dos outros motores da aeronave (38); (c) detectar o motor que tem o maior consumo de combustível (35, 45); (d) determinar uma proporção de excesso de consumo (Q240, Q244) desse motor em relação aos outros motores (38, 48); (e) verificar se o excesso de consumo provém de um vazamento (51 - 56); e (f) se a etapa (e) for constatada, acionar um alarme (59). A invenção se refere também a um sistema de detecção e de localização de um escapamento de combustível em um motor de uma aeronave de tipo multimotor, comportando uma calculadora de aeronave aplicando esse processo.



**PROCESSO DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEL EM UM
MOTOR DE AERONAVE E SISTEMA DE APLICAÇÃO DESSE PROCESSO**
Domínio da invenção

A invenção se refere a um processo para detectar e
5 localizar um vazamento de combustível em um motor de
aeronave. Esse processo permite detectar a presença de um
vazamento em um dos motores de uma aeronave de tipo
multimotor e determinar o motor afetado por esse vazamento.
A invenção se refere também a um sistema de aplicação desse
10 processo.

A invenção encontra aplicações no domínio da
aeronáutica e, em particular, no domínio da detecção de
vazamento de combustível em uma aeronave.

Estado da técnica

15 No domínio da aeronáutica, é importante poder
determinar a existência de um vazamento de combustível no
circuito de alimentação com combustível dos motores. Com
efeito, a presença de um vazamento de combustível não
detectado pode ser problemática no que se refere ao plano
20 de vôo do avião, em particular quando se voa em uma zona
afastada de qualquer aeroporto de diversão. Para resolver
esse problema, a maior parte dos aviões é equipada com um
sistema de detecção automática de vazamento de combustível.
Esse sistema comporta medidores situados, cada um, em um
25 reservatório de combustível do avião e permitindo medir a
cada instante a quantidade de combustível a bordo. Ele
comporta também, para cada motor, um medidor, permitindo
conhecer a vazão de combustível que entra no motor e
deduzir daí a quantidade de combustível consumido por
30 motor. Uma comparação de um primeiro consumo calculado a

partir da variação da quantidade de combustível a bordo, a partir do início do voo (dada pelos medidores da aeronave) com um segundo consumo calculado a partir dos medidores de vazão, a partir do início do voo (soma de todos os motores) 5 permite detectar a presença de um vazamento de combustível. Em outros termos, esse sistema determina a diferença entre o primeiro consumo e o segundo consumo, essa diferença devendo ser nula. Se essa diferença não for nula, isto significará que há um vazamento de combustível a bordo 10 avião.

Todavia, esse sistema permite determinar um vazamento, no sistema de alimentação com combustível, unicamente a montante do medidor de vazão, isto é, entre os reservatórios de combustível e os medidores de vazão dos 15 motores. Ele não permite, portanto, determinar um vazamento para o resto das tubulações a jusante desse medidor.

Além disso, esse sistema permite unicamente detectar a presença de um vazamento. Ele não permite localizar o vazamento. A localização do vazamento é feita 20 seqüencialmente por um procedimento operacional em voo. Ela é feita, isolando-se, parte por parte, o circuito de alimentação com combustível do avião.

Exposição da invenção

A invenção tem justamente por finalidade prevenir os 25 inconvenientes das técnicas expostas anteriormente, isto é, poder detectar um vazamento a jusante do medidor de vazão e de poder identificar o motor onde escapa. Para isso, a invenção propõe um processo para detectar um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave de tipo multimotor, 30 por exemplo, uma aeronave quadri-reator. Esse processo é

baseado em uma comparação do consumo de combustível dos diferentes motores da aeronave e na consideração que o motor que tem o maior consumo de combustível é capaz de apresentar um vazamento. Um coeficiente é, então, 5 determinado para identificar a proporção entre o consumo de combustível mais elevado e um consumo médio dos outros motores. Quando esse coeficiente atinge um valor pré-determinado, considera-se que há um vazamento. O motor que apresenta o vazamento é, então, determinado como sendo 10 aquele que tem o maior consumo de combustível.

A alimentação desse motor com combustível pode então ser cortada, de forma a limitar as consequências desse vazamento.

De forma mais precisa, a invenção se refere a um 15 processo de detecção e de localização de um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave do tipo multimotor, caracterizado pelo fato de comportar as operações que consistem em:

(a) determinar um consumo de combustível, para cada 20 motor da aeronave;

(b) comparar o consumo de cada motor com o consumo dos outros motores da aeronave;

(c) detectar o motor que tem o maior consumo de combustível;

25 (d) determinar uma proporção de excesso de consumo desse motor em relação aos outros motores;

(e) verificar se o excesso de consumo provém de um vazamento;

(f) se a etapa (e) for constatada, acionar um alarme.

30 A invenção pode comportar também uma ou várias das

seguintes características:

- o consumo de combustível para cada motor é uma quantidade de combustível utilizada durante um primeiro intervalo de tempo pré-definido;

5 - o primeiro intervalo de tempo é um intervalo passageiro;

- o consumo de combustível é a vazão de combustível de cada motor;

10 - a operação de verificação do excesso de consumo consiste em comparar o valor da proporção de excesso com um valor limite da proporção de excesso, pré-definida, e em confirmar se o valor da proporção de excesso é mantido durante um segundo intervalo de tempo pré-definido;

15 - o segundo intervalo de tempo evolui de modo inversamente proporcional ao valor da proporção de excesso;

- as operações (a) a (e) são realizadas, simultaneamente, para uma quantidade de combustível utilizada durante o primeiro intervalo de tempo e para uma vazão de combustível;

20 - a operação (f) é desencadeada, caso o excesso de consumo seja detectado pela quantidade de combustível ou pela vazão de combustível;

25 - o valor limite da proporção para a vazão de combustível é superior ao valor limite da proporção para a quantidade de combustível;

- ele comporta uma operação de localização do vazamento com determinação do motor afetado pelo vazamento;

- o alarme só será acionado caso certos critérios relativos às condições de vôo sejam preenchidos;

30 - as operações (a) e (b) só serão realizadas, caso os

motores funcionem no mesmo regime (primeiro critério);

- o critério é que a aeronave voe a uma altitude mínima (segundo critério);

- o critério é que os motores funcionem acima de um regime mínimo (terceiro critério). O regime mínimo é o regime abaixo do qual a vazão varia muito, o que tornaria a detecção não representativa. A detecção é então inibida.

A invenção se refere também a um sistema de detecção e de localização de um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave do tipo multimotor, caracterizado pelo fato de aplicar o processo descrito anteriormente.

Esse sistema pode comportar uma ou várias das seguintes características:

- ele é instalado em uma calculadora de aeronave e conectado, para cada motor, a uma calculadora de motor, a fim de receber dados relativos às condições de funcionamento da aeronave e de cada motor;

- a calculadora de aeronave comporta circuitos lógicos aptos a tratar dados recebidos das calculadoras dos motores e da calculadora da aeronave;

- o sistema comporta um circuito de verificação das condições de voo, pelo menos um circuito de detecção da proporção de excesso de consumo, e um circuito de acionamento de um alarme.

A invenção se refere também a uma aeronave que comporta um sistema tal como descrito anteriormente.

Breve descrição dos desenhos

A figura 1 representa um circuito eletrônico de determinação de um coeficiente de consumo de combustível de um motor durante um intervalo de tempo pré-determinado, na

calculadora do motor.

A figura 2 representa um circuito eletrônico de verificação das condições de voo para a aplicação do processo da invenção, na calculadora do avião.

5 A figura 3 representa o circuito eletrônico de determinação do coeficiente de consumo do motor que tem o consumo o mais elevado.

A figura 4 representa circuito eletrônico de determinação do coeficiente de vazão de combustível pelo
10 motor que tem a vazão de combustível a mais elevada.

A figura 5 representa o circuito eletrônico de acionamento de um alarme, utilizando os coeficientes determinados nos circuitos das figuras 3 e 4.

Descrição detalhada de modos de realização da invenção

15 A invenção propõe um processo e um sistema para detectar a presença de um vazamento em um motor de aeronave e localizar esse vazamento. Esse sistema pode ser instalado na calculadora de uma aeronave multimotor, isto é, comportando vários motores, por exemplo, quatro. Esse
20 sistema aplica o processo da invenção que vai ser descrito através da descrição dos circuitos que formam o sistema da invenção.

O sistema de detecção e de localização da invenção comporta vários circuitos eletrônicos, conectados uns aos
25 outros, e recebendo dados de cada calculadora de motor, ou FADEC, assim como outras calculadoras do avião. Esses circuitos eletrônicos asseguram o tratamento desses dados para determinar o consumo em combustível de cada motor da aeronave e para deduzir daí um eventual vazamento em um dos
30 motores.

Os diferentes circuitos eletrônicos do sistema da invenção estão representados nas figuras 1 a 5. Mais precisamente, a figura 1 representa um circuito eletrônico situado em uma calculadora de motor e permitindo determinar o consumo de combustível desse motor, durante um primeiro intervalo de tempo pré-determinado. Em outros termos, esse circuito da figura 1 permite determinar a quantidade de combustível utilizada pelo motor ao qual é associado, durante um primeiro intervalo de tempo. A quantidade de combustível utilizada durante um intervalo de tempo é um primeiro modo de avaliação do consumo de um motor. Conforme será visto na seqüência, a vazão de combustível de um motor é um outro modo de avaliação do consumo de combustível do motor.

O primeiro intervalo de tempo pré-determinado é, por exemplo, um intervalo de 5 minutos. O tamanho do intervalo é escolhido notadamente em função das características do avião, do número de motores e das características desses motores. Esse primeiro intervalo de tempo é um intervalo contínuo, isto é, o consumo de combustível é reavaliado em tempo real, sobre uma janela de 5 minutos, precedendo o instante de cálculo.

O circuito eletrônico 1 da figura 1 é um circuito conhecido, presente na maior parte das calculadoras de motores. Portanto, ele é descrito aqui unicamente para explicar a proveniência de certos dados utilizados pelo sistema da invenção.

A quantidade de combustível consumida durante o primeiro intervalo de tempo, determinada pelo circuito da figura 1, é denominada marcação 240 e referenciada L240.

Essa marcação 240 é determinada para cada motor, considerando-se durante um tempo de confirmação de 300 segundos (seja de 5 minutos), os seguintes critérios:

- (c1) a calibragem FMV do motor: verifica-se que não
5 há erro de calibragem da FMV - Fuel Metering Valve (Válvula de Medição de Combustível) - isto é, se verifica se a posição do dosador que assegura a passagem do combustível no motor corresponde ao valor do medidor de vazão; se não for o caso, então haverá um erro de calibração. A
10 calculadora do motor verifica permanentemente se, em uma posição da FMV determinada, corresponde bem ao valor de vazão determinado pelo medidor de vazão. Se houver um erro de x %, a calculadora do motor indicará que há um problema de calibragem da FMV;
- 15 - (c2) o estado de ignição do motor (verifica-se se o motor está bem em funcionamento);
- (c3) a informação de vazão de combustível do motor é válida;
- (c4) a informação da posição da manete (TRA) é
20 válida;
- (c5) a posição da manete de pilotagem TRA: a manete de pilotagem pode assumir várias posições em função do regime motor; no processo da invenção, verifica-se se essa manete está na posição MCL, isto é, a posição utilizada
25 para pilotagem automática, o que assegura que todos os motores da aeronave estão no mesmo regime motor.

A porta lógica ET, referenciada 10, permite determinar se todos esses critérios c1 a c5 são verificados. Se um único desses critérios c1 a c5 não for verificado, e se
30 isto for confirmado durante o primeiro intervalo de tempo

(por exemplo, 300 segundos), então a marcação 240 é colocado no valor NCD, na etapa 13, isto é, ele é considerado como não calculável. Ao contrário, se todos esses critérios forem preenchidos e confirmados durante esse primeiro intervalo de tempo, a marcação 240 poderá ser determinado e, nesse caso, o parâmetro L240 será colocado no valor NOP, na etapa 14, isto é, ele será considerado como calculado e válido para a seqüência dos cálculos.

Quando todos esses critérios são verificados, então o circuito 11 calcula, em função do valor da vazão de combustível, o valor L240 a cada instante. Esse valor L240 é obtido na etapa 12 e transmitido ao circuito eletrônico 2 da figura 2.

O circuito 2 do sistema da invenção assegura uma verificação da ativação da lógica na calculadora de avião. Esse circuito de verificação 2 tem por finalidade verificar se todos os critérios necessários à aplicação do processo da invenção são verificados.

Para isso, o circuito 2 recebe, na etapa 21, a condição das marcações 240 de cada motor. No exemplo que é descrito, o avião é quadri-reator que comporta, portanto, quatro motores referenciados com 1, 2, 3 e 4. Representou-se, na referência 21, a marcação 240 no valor NOP para o motor 1, para o motor 2, para o motor 3 e para o motor 4. Se nenhuma dessas marcações 240 forem inválidas, então, por um jogo de portas lógicas 28 e 26, deduz-se que a lógica de detecção de vazamento pode ser ativada na etapa 27.

Paralelamente, o circuito 2 recebe, na etapa 22, a condição das marcações 244 de cada motor. Uma marcação 244, anotado com L244, corresponde à vazão de combustível de

cada um dos motores 1, 2, 3 e 4. Conforme explicado anteriormente, a vazão de combustível de cada motor é um modo de estimativa do consumo do motor. O valor de vazão de combustível, para cada motor, é dado pelo medidor de vazão do motor. O consumo em combustível de um motor é, portanto, estimado pela vazão ou pela quantidade de combustível consumida, por exemplo, em 5 minutos. Conforme será visto mais detalhadamente na sequência, esses dois modos de estimativa do consumo de combustível são calculados em paralelo e utilizados em função da importância do vazamento detectado. Em particular, quando o vazamento é pouco importante, a estimativa e a localização do vazamento são baseadas na informação fornecida pela marcação 240, e se o vazamento for relativamente importante, a estimativa e a localização do vazamento serão baseadas na informação fornecida pela marcação 244.

O circuito 2 recebe, portanto, a marcação 244 de cada motor e verifica, pelo jogo das portas lógicas 29 e 26, que todos as marcações 244 estão no valor NOP, isto é, a marcação 244 é determinável para cada motor. Como para a marcação 240, se um das marcações 244 de um dos motores não for válido, então o processo da invenção não prosseguirá. Ao contrário, se todas as marcações 244 forem válidas, então o processo poderá prosseguir pela ativação da lógica de detecção de vazamento, na etapa 27.

O circuito 2 recebe, à entrada 23, o valor da altitude da aeronave. A altitude Z da aeronave constitui também um critério para o prosseguimento do processo na etapa 27. Considera-se, portanto, que é necessário que a altitude seja igual ou superior a uma altitude mínima de cruzeiro,

por exemplo, de 29 000 pés. Com efeito, é freqüente, quando a altitude desce aquém de 29 000 pés, que haja diferenças de vazão, mesmo se os motores funcionem no mesmo regime, por causa das medidas de potência dos circuitos elétricos, dos circuitos hidráulicos, etc. Também, abaixo dessa altitude mínima, a detecção de vazamento de combustível é inibida, no processo da invenção.

O circuito 2 recebe, à entrada 24, as marcações 346 de cada motor. Essa marcação 346 corresponde ao regime do compressor baixa pressão de cada motor. Com efeito, se os regimes dos compressores de baixa pressão estão em marcha lenta, isto supõe que o avião está descendo. Também, se os compressores de baixa pressão estiverem em marcha lenta e a altitude da aeronave for inferior a uma altitude Z, por exemplo, de 29 000 pés, isto confirma que a aeronave está descendo. E isto é confirmado durante um tempo 25, por exemplo, de 600 segundos, então por um jogo de portas lógicas 20 e 26, deduz-se que a lógica de detecção de vazamento não pode ser ativada na etapa 27.

O circuito 2 da figura 2 permite portanto, quando a lógica é ativada em 27, se assegurar que o processo vai considerar consumos de combustível comparáveis, já que, a priori, estes serão iguais se o funcionamento de todos os motores é normal. Deve ser observado, todavia, que, como para qualquer motor, pode haver variações de consumo de um motor para outro em função da idade do motor, das incertezas devido à mecânica, dos padrões de evolução do motor, das medidas de potência (circuitos hidráulicos, circuitos elétricos e ar), etc. Essas variações, sem vazamento, são relativamente pouco elevadas, da ordem de 15

a 20 %.

Quando a lógica de detecção de vazamento é ativada na etapa 27, o processo prossegue nos circuitos 3 e 4 das respectivas figuras 3 e 4.

5 A figura 3 representa um circuito eletrônico 3 de determinação do coeficiente de excesso de consumo, pelo motor que tem o maior consumo de combustível. Esse circuito 3 recebe, às entradas 31, 32, 33 e 34, os valores das marcações 240 dos motores, respectivamente, 1, 2, 3 e 4. Em
10 outros termos, esse circuito 3 recebe, na entrada 31, a quantidade de combustível utilizado em 5 minutos pelo motor 1, na entrada 32, a quantidade de combustível utilizada em 5 minutos pelo motor 2, etc. Um conjunto de elementos lógicos 36 permite comparar o valor da marcação 240 de cada
15 motor com o valor da marcação 240 dos outros motores. Determina-se assim o valor da marcação 240 o mais elevado e, por conseguinte, o motor que tem o consumo o mais considerável, do ponto de vista da quantidade de combustível utilizada em 5 minutos. Quando esse motor foi
20 determinado, uma mensagem pode ser afixada sobre uma tela do posto de pilotagem do avião. Essa mensagem, referenciada 35, dá o número do motor que tem a maior marcação 240. Por exemplo, se for o motor nº 4 que tem a maior marcação 240, então a informação 35 será $N_{240} = 4$.

25 O resultado dessa comparação é também utilizado, na etapa 37, para determinar o coeficiente de excesso de consumo, denominado também proporção de excesso de consumo e referenciado Q240. Esse coeficiente de excesso de consumo Q240 corresponde ao valor obtido dividindo-se o valor da
30 marcação 240 do motor que tem a maior marcação 240 pela

média das outras marcações 240. Por exemplo, se o motores 1, 2 e 3 tiverem uma marcação 240 de 200, e o motor 4, um marcação 240 de 400, então o coeficiente Q240 será igual a 200 %, o que significa que a marcação 240 do motor 4 é duas vezes mais elevado da marcação 240 dos motores 1, 2 e 3 em média. O valor desse coeficiente Q240 é obtido na etapa 38 e transmitido em seguida ao circuito 5 de acionamento de alarme.

Paralelamente ao cálculo do coeficiente Q240, um coeficiente Q244 é determinado pelo circuito eletrônico 4 de determinação do coeficiente de excesso de consumo da figura 4. Esse circuito 4 recebe, às entradas 41, 42, 43 e 44, os valores das marcações 244 dos motores, respectivamente, 1, 2, 3 e 4. Em outros termos, esse circuito 4 recebe, sobre a entrada 41, a vazão de combustível do motor 1, sobre a entrada 42, a vazão de combustível do motor 2, etc. Um conjunto de elementos lógicos 46 permite comparar o valor da marcação 244 de cada motor como valor da marcação 244 dos outros motores. Determina-se assim o valor da marcação 244 o mais elevado e, por conseguinte, o motor que tem a vazão de combustível a mais importante. Quando esse motor tiver sido determinado, uma mensagem poderá ser afixada sobre uma tela do posto de pilotagem do avião. Essa mensagem, referenciada 45, dá o número do motor que tem a maior marcação 244. Por exemplo, se for o motor nº 4 que tem a maior marcação 244, então a informação 45 será $N_{244} = 4$.

O resultado dessa comparação é também utilizado, na etapa 47, para determinar o coeficiente de excesso de consumo, em termos de vazão de combustível, referenciado

com Q244. Esse coeficiente de excesso de consumo Q244 corresponde ao valor obtido, dividindo o valor da marcação 244 do motor que tem a maior marcação 244 pela média das outras marcações 244. O valor desse coeficiente Q244 é
5 obtido na etapa 48 e transmitido em seguida ao circuito 4 de acionamento de alarme.

Os circuitos 3 e 4 são idênticos, exceto que consideram valores de consumo de combustível diferentes a saber, para o circuito 4, a vazão de combustível medida
10 diretamente pelo medidor de vazão de cada motor 1,2, 3,4 e, para o circuito 3, quantidade de combustível utilizada durante um primeiro intervalo de tempo pelos motores 1, 2, 3 e 4.

Na figura 5, representou-se o circuito eletrônico 5 de
15 acionamento do alarme. Esse circuito eletrônico 5 considera os resultados dos circuitos 2, 3 e 4. Mais precisamente, o circuito 5 recebe na entrada as seguintes informações:

- entrada 27: recebe o dado confirmando que a lógica de detecção pode ser ativada;
- 20 - entrada 38: recebe o valor do coeficiente de excesso de consumo Q240;
- entrada 48: recebe o valor do coeficiente de excesso de consumo Q244.

O coeficiente Q240 recebido à entrada 38 é comparado,
25 por um comparador 51, a um valor de coeficiente limite, ou proporção limite, RS1 a partir da qual se considera que há vazamento. Por exemplo, essa proporção limite pode ser de 1,25, o que significa que, a partir de um coeficiente Q240 de 25 %, se considera que há um vazamento e que um alarme
30 deve ser dado. Se o coeficiente Q240 for superior a 1,25,

então o processo verifica, na etapa 55, que essa informação permanece válida durante um tempo de confirmação t_1 . Esse tempo de confirmação t_1 pode ser variável, em função da percentagem do coeficiente Q240. Por exemplo, pode ser de 5 88 minutos, caso a percentagem esteja compreendida entre 25 e 50 % e de 60 minutos, caso a percentagem esteja compreendida entre 51 e 80 %. De preferência, o tempo de confirmação é pelo menos de duas vezes e meia o primeiro intervalo de tempo da marcação 240 (isto é, de 5 minutos), 10 de forma que a confirmação seja estabelecida para pelo menos duas marcações 240.

Paralelamente, o coeficiente Q244 recebido à entrada 48 é comparado, por um comparador 52, a um valor de razão limite RS2, superior ao valor de proporção limite RS1. Por 15 exemplo, essa proporção limite RS2 pode ser de 4, o que significa que se a vazão de combustível do motor considerado for 4 vezes superior à vazão média dos outros motores, então será considerado que há um vazamento e que um alarme deverá ser dado. Se o coeficiente Q244 for 20 superior a 4, então o processo verificará, na etapa 54, se essa informação permanece válida durante um certo tempo de confirmação t_2 . Para o coeficiente Q244, esse tempo de confirmação t_2 será, de preferência, fixo, por exemplo, igual a 4 minutos.

25 As saídas dessas etapas de verificação 55 e 54 são ligadas a uma porta lógica OU 56. Desde que um dado relativo à presença de um vazamento seja recebido da porta OU e se a lógica de detecção de vazamento for ativada (etapa 27), então um sinal de alarme pode ser emitido, na 30 etapa 59. Ao contrário, se tiver sido determinado, na etapa

27, que a lógica de detecção não deveria ser ativada, então o alarme não será acionado.

O processo da invenção propõe considerar seja o coeficiente Q244, correspondente à vazão de combustível, seja o coeficiente Q240 correspondente à quantidade de combustível utilizada durante certo intervalo de tempo. Quando os vazamentos são maciços, por exemplo, da ordem de 3 a 5 toneladas de combustível em menos de uma hora, não haverá necessidade de nivelar as eventuais diferenças de combustível em um tempo de voo longo. É então interessante determinar a quantidade de vazamento diretamente a partir da vazão, pois, nesse caso, a detecção pode ser realizada em menos de uma hora de voo.

No processo da invenção, considera-se que, a partir de certa percentagem de diferença de consumo de combustível entre o motor considerado e a média dos outros motores, a vazão pode ser considerada diretamente no lugar da quantidade de combustível utilizada durante certo intervalo de tempo. Com efeito, aquém de um percentual de excesso de consumo, por exemplo, da ordem de 20 a 30 %, a perda sofrida é muito pequena para ser calculada diretamente a partir da vazão. Conforme explicado anteriormente, certos critérios externos têm influência sobre a vazão de combustível, o que torna o coeficiente Q244 pouco confiável, quando os vazamentos são pouco elevados. Ao contrário, o coeficiente Q240 é muito confiável, já que calculado em certo intervalo de tempo, com regulação das diferenças por acúmulo de uma certa quantidade de combustível, antes da comparação. É por essa razão que o processo da invenção utiliza a marcação 240 que é restaurado regularmente.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de detecção e de localização de um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave do tipo multimotor, caracterizado pelo fato de comportar as
5 operações, que consistem em:

(a) determinar um consumo de combustível (L240, L244), para cada motor da aeronave;

(b) comparar o consumo de cada motor como consumo dos outros motores da aeronave (38);

10 (c) detectar o motor que tem o maior consumo de combustível (35, 45);

(d) determinar uma proporção de excesso de consumo (Q240, Q244) desse motor em relação aos outros motores (38, 48);

15 (e) verificar se o excesso de consumo provém de um vazamento (51 - 56); e

(f) se a etapa (e) for constatada, acionar um alarme (59).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1,
20 caracterizado pelo fato de o consumo de combustível para cada motor ser uma quantidade de combustível (L240) utilizada durante um primeiro intervalo de tempo pré-definido.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2,
25 caracterizado pelo fato de o primeiro intervalo de tempo ser um intervalo contínuo.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o consumo de combustível ser a vazão de combustível de cada motor (L244).

30 5. Processo, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de a operação de verificação do excesso de consumo consistir em:

- comparar (51, 52) o valor da proporção de excesso (Q240, Q244) com um valor limite da proporção de excesso
5 pré-definida (RS1, RS2), e

- confirmar (54, 55) se o valor da proporção de excesso é mantido durante um segundo intervalo de tempo pré-definido (t1, t2).

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5,
10 caracterizado pelo fato de o segundo intervalo de tempo evoluir de modo inversamente proporcional ao valor da proporção de excesso.

7. Processo, de acordo com as reivindicações 2 ou 4, caracterizado pelo fato de as operações (a) e (b) serem
15 realizadas, simultaneamente, para uma quantidade de combustível utilizada durante o primeiro intervalo de tempo e para uma vazão de combustível.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a operação (f) ser acionada,
20 desde que um excesso de consumo seja detectado (56), seja pela quantidade de combustível, seja pela vazão de combustível.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, caracterizado pelo fato de o valor
25 limite da proporção (RS2) para a vazão de combustível ser superior ao valor limite da proporção (RS1) para a quantidade de combustível.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, caracterizado
30 pelo fato de comportar uma operação de localização do

vazamento com determinação do motor afetado pelo vazamento (35, 45, 58).

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de o alarme só ser acionado se certos critérios relativos às condições de voo forem preenchidos (27).

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de as operações (a) a (e) só serem realizadas se os motores funcionarem no mesmo regime.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de o critério ser que a aeronave voe a uma altitude mínima (23).

14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, caracterizado pelo fato de o critério ser que os motores funcionem acima de um regime mínimo (c5).

15. Sistema de detecção e de localização de um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave do tipo multi-motor, caracterizado pelo fato de aplicar o processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 ou 14.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de ser instalada uma calculadora de aeronave e conectada, para cada motor, a uma calculadora do motor a fim de receber dados relativos às condições de funcionamento da aeronave e de cada motor.

17. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 ou 16, caracterizado pelo fato de

comportar circuitos lógicos (2, 3, 4, 5) aptos a tratar dados recebidos das calculadoras dos motores e da calculadora da aeronave.

18. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15, 16 ou 17, caracterizado pelo fato de comportar:

- um circuito de verificação das condições de voo (2),
- pelo menos um circuito de detecção da proporção de excesso de consumo (3, 4), e
- 10 - um circuito de acionamento de um alarme (5).

19. Aeronave de tipo multimotor, caracterizada pelo fato de comportar um sistema, de acordo com as reivindicações 15, 16, 17 ou 18.

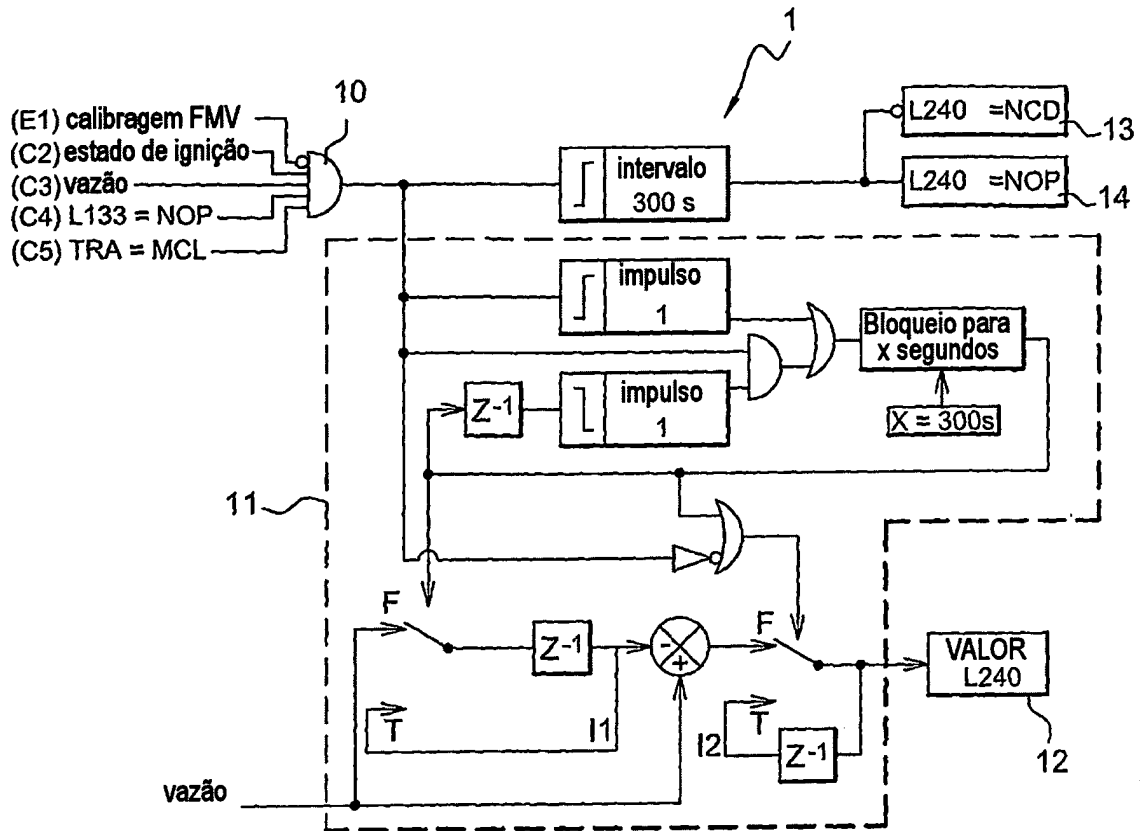
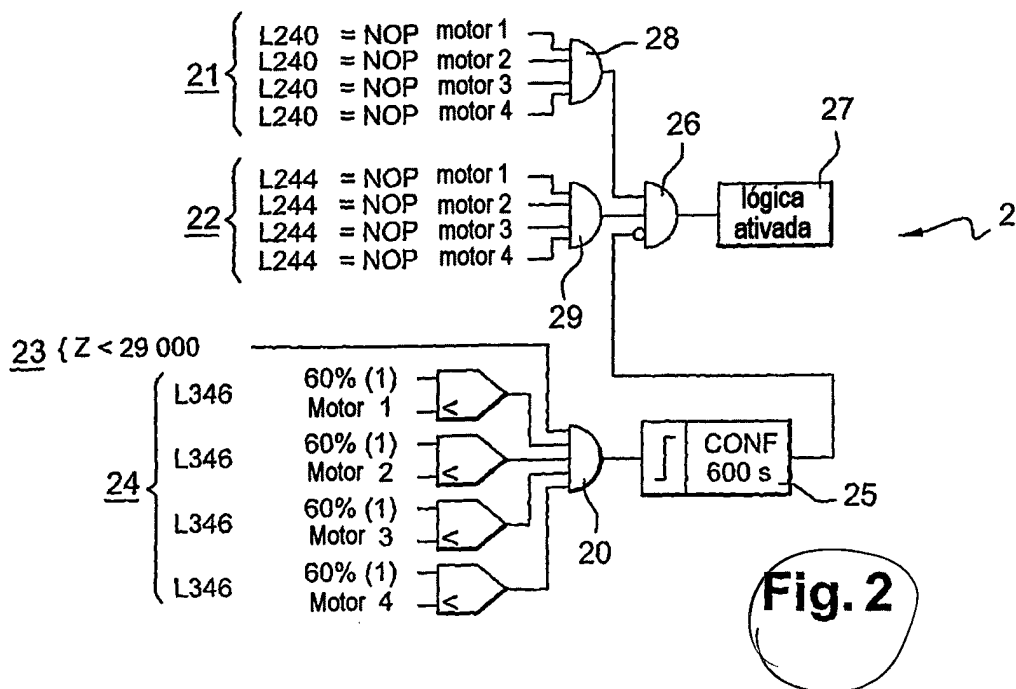
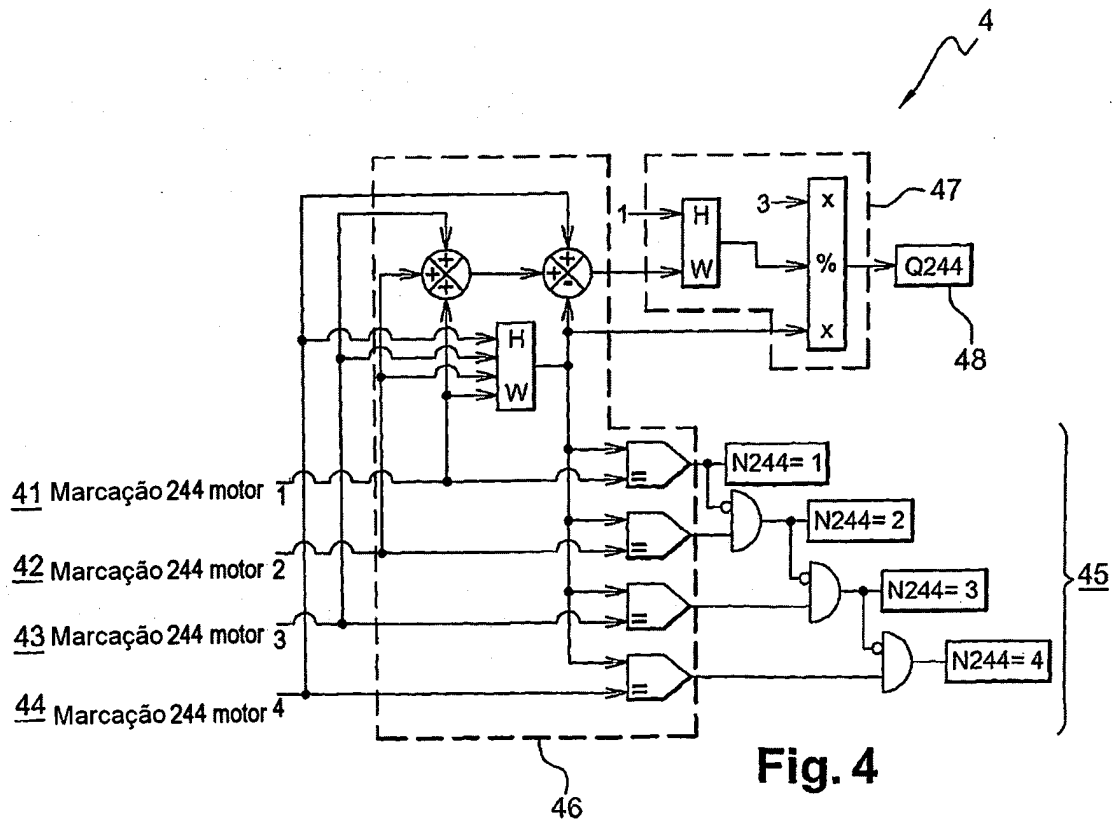
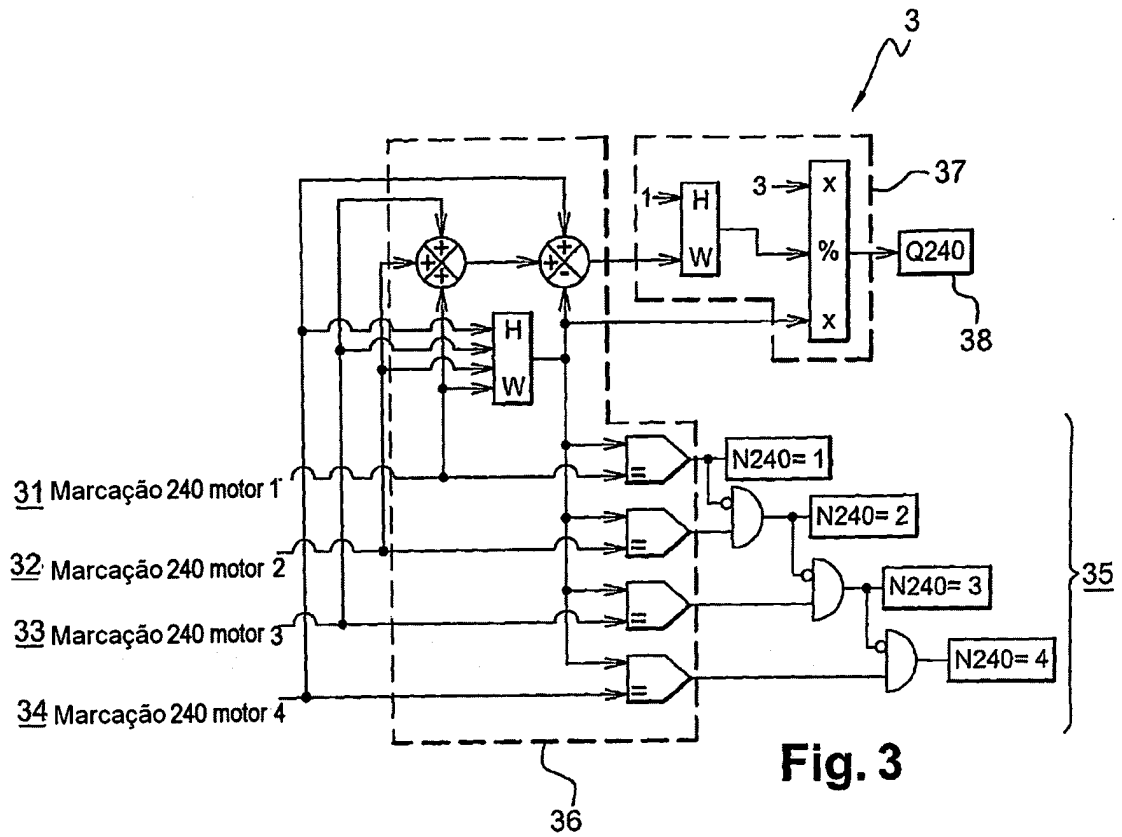


Fig. 1





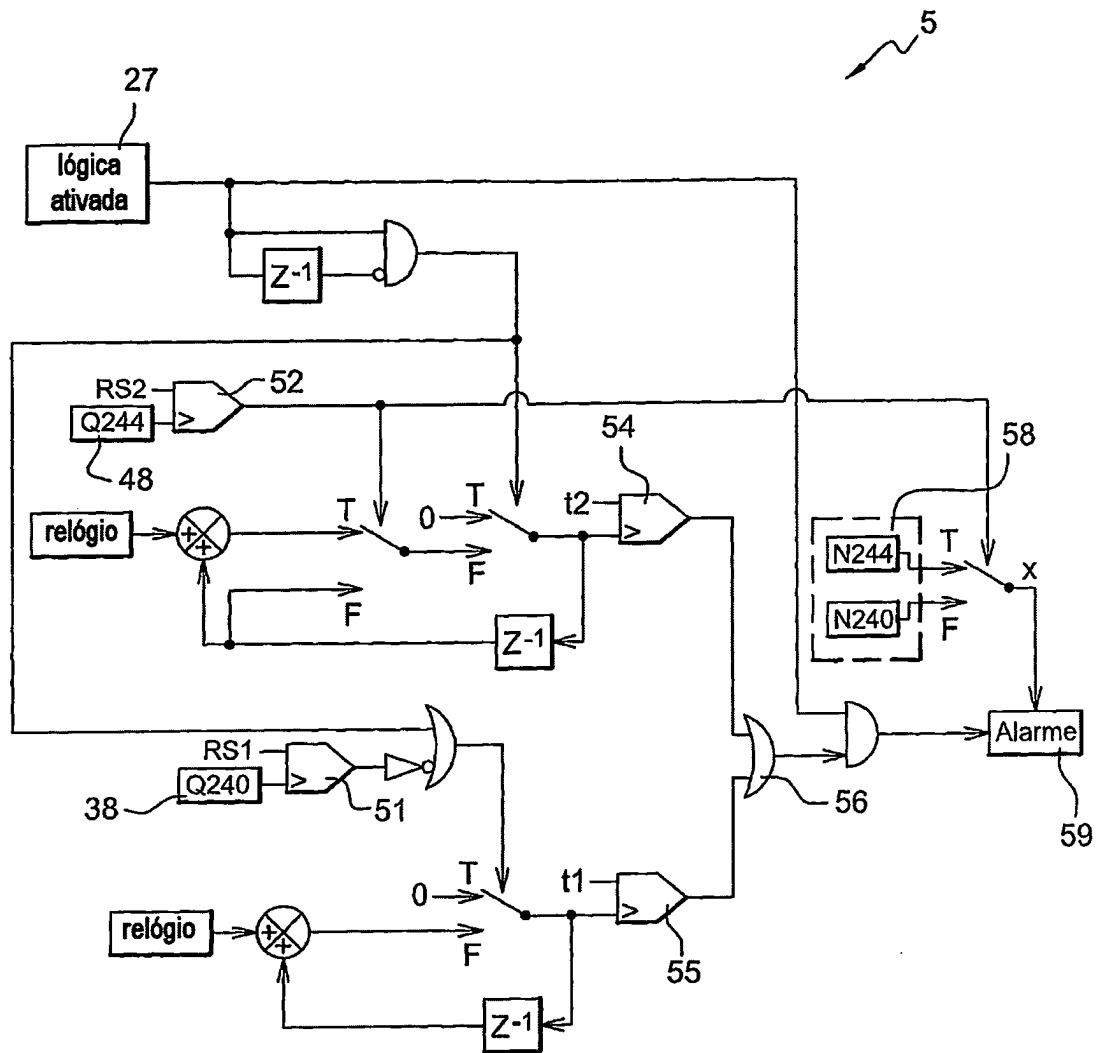


Fig. 5

PROCESSO DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEL EM UM
MOTOR DE AERONAVE E SISTEMA DE APLICAÇÃO DESSE PROCESSO

A invenção se refere a um processo de detecção e de localização de um vazamento de combustível em um motor de uma aeronave do tipo multimotor, comportando as operações, que consistem em: (a) determinar um consumo de combustível (L240, L244), para cada motor da aeronave; (b) comparar o consumo de cada motor com o consumo dos outros motores da aeronave (38); (c) detectar o motor que tem o maior consumo de combustível (35, 45); (d) determinar uma proporção de excesso de consumo (Q240, Q244) desse motor em relação aos outros motores (38, 48); (e) verificar se o excesso de consumo provém de um vazamento (51 - 56); e (f) se a etapa (e) for constatada, acionar um alarme (59). A invenção se refere também a um sistema de detecção e de localização de um escapamento de combustível em um motor de uma aeronave de tipo multimotor, comportando uma calculadora de aeronave aplicando esse processo.