



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

(21) BR 102016010201-4 A2



(22) Data do Depósito: 05/05/2016

(43) Data da Publicação: 03/01/2017

(54) Título: CONJUNTO DE SENSOR INTEGRADO PARA USO EM UM SISTEMA DE COMBUSTÍVEL DE AERONAVE

(51) Int. Cl.: G01F 23/26; G01N 9/24; G01F 23/292

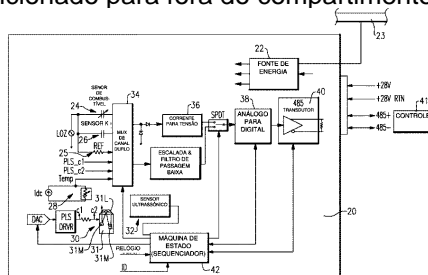
(30) Prioridade Unionista: 23/06/2015 US 14/746971

(73) Titular(es): SIMMONDS PRECISION PRODUCTS, INC.

(72) Inventor(es): LALIT AL KUMAR; ROLLIN W. BROWN; RICHARD T. WILLIAMS; PETER SIMONDS GRAS, JR.

(74) Procurador(es): EDUARDO COLONNA ROSMAN

(57) Resumo: CONJUNTO DE SENSOR INTEGRADO PARA USO EM UM SISTEMA DE COMBUSTÍVEL DE AERONAVE Um sistema de combustível de aeronave compreende um conjunto de sensores integrados incorporando um compartimento. O compartimento recebe uma placa de circuito, um sensor de temperatura, um sensor de nível de ponto e um sensor de densidade de combustível. Um primeiro sensor de altura de combustível está posicionado para fora do compartimento.



“CONJUNTO DE SENSOR INTEGRADO PARA USO EM UM SISTEMA DE COMBUSTÍVEL DE AERONAVE”

FUNDAMENTOS

[001] Sensores para a detecção de características de combustível em sistemas de alta tecnologia, como aviões, estão se tornando cada vez mais complexos. Como exemplo, é conhecido que sensores de altura de combustível, sensores dielétricos de combustível, sensores de temperatura, sensores de nível de ponto fornecem um aviso de nível (como baixo ou alto), e sensores ultrassônicos para medir a densidade do combustível.

[002] No estado da técnica, estes sensores foram todos montados individualmente e as ligações elétricas (fios) tinham que se estender entre elas e os circuitos eletrônicos de interface para comunicar sinais apropriados.

SUMÁRIO

[003] Um sistema de medição de combustível de aeronave compreende um conjunto de sensores integrados incorporando um compartimento. O compartimento recebe uma placa de circuito, um sensor de temperatura, um sensor de nível de ponto e um sensor de densidade de combustível. Um primeiro sensor de altura de combustível está posicionado para fora do compartimento.

[004] Estas e outras características podem ser mais bem compreendidas a partir das seguintes figuras e especificações.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[005] A Figura 1 é uma vista esquemática de um sensor de característica de combustível combinado.

[006] A Figura 2 mostra uma sub-circuito dentro do sensor integrado da Figura 1.

[007] A Figura 3A é uma primeira vista em perspectiva dos sensores integrados.

[008] A Figura 3B é uma vista em corte transversal através de uma

parte dos sensores integrados.

[0009] A Figura 3C mostra outro detalhe.

[0010] A Figura 3D mostra outro detalhe.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0011] A Figura 1 é uma vista esquemática de um sensor de característica de combustível integrado 20. Uma fonte de energia 22 fornece energia. Um sensor de altura de combustível 24 está incluído. Um sensor dielétrico (K) (um compensador) 26 também está incluído e mede o combustível dielétrico. O sensor de altura de combustível 20 consiste em um gerador de sinal de excitação AC (por exemplo, um intervalo nominal de 5 a 20 KHz), de baixa tensão (por exemplo, RMS nominal de 5 cinco volts), juntamente com um conversor de corrente para voltagem. Um sinal de excitação é gerado sob o controle de um sequenciador 42 e ligado ao sensor de combustível. O sinal de excitação é retificado e devolvido como um sinal de corrente proporcional à altura do combustível. Um conversor de corrente para voltagem 36 converte e escala o sinal de acordo. O sinal é aplicado a um conversor analógico para digital 38 e introduzido para um transdutor 40. O transceptor se comunica através de um barramento de dados em série com um controle 41. Enquanto a ligação está divulgada como disco com fios, podem ser utilizados os sistemas de comunicação sem fio. O sensor dielétrico pode ser eliminado em algumas modalidades.

[0012] O controle 41 pode ser um controle para um motor de turbina a gás associado, ou pode ser um controle independente. O controle 41 recebe sinais de um ou mais sensores e utiliza esses sinais para fornecer informações em relação ao combustível, tais como a determinação da massa de combustível ou para controlar uma bomba de combustível associado ou um motor de turbina a gás associado.

[0013] Um sinal de referência (REF) 25 é criada e conduzida pelo mesmo sinal de excitação como o sensor de altura de combustível 24 para

remover erros eletrônicos associados ao ganho e deslocamentos e outros erros associados.

[0014] O sensor dielétrico 26 é projetado para o sistema eletrônico e sua funcionalidade é a mesma que a do sensor de altura de combustível 24. O sensor dielétrico 26 quando utilizado, no entanto, utiliza uma capacitância fixa para determinar a dielétrica de combustível enquanto que a capacitância de um sensor de altura de combustível 24 é variável, dependente da parte imersa no fluido.

[0015] Uma abordagem de amostragem assegura uma avaliação da integridade dos sensores individuais. Isto é, por meio de contar com os sensores redundantes 24 e 26, a integridade de cada sensor pode ser verificada por comparação dos sinais determinados. O sinal de excitação é amostrado no condicionador de sinal como uma verificação sobre um sinal de fonte. Um sinal fora do intervalo recebido pelo controle 41 indica uma falha de um dos sinais.

[0016] A fonte de energia 22 proporciona as voltagens requeridas pelo circuito e pode ser, por exemplo, 28 volts DC do barramento de energia de uma aeronave 23, mostrado esquematicamente, ou outra fonte adequada escalada para o sistema eletrônico do compartimento. Pode ser de limitada de corrente (por exemplo, 100 mA) através de um elemento resistivo, que se torna o circuito aberto se a corrente exceder um limite especificado para manter o funcionamento seguro do sensor. O circuito de fonte de energia pode utilizar reguladores DC/DC step-down quando disponíveis, que podem ser existentes no mercado. A fonte de energia é protegida contra a interferência eletromagnética (interferência de frequência de rádio por exemplo) e transientes de voltagem (relâmpago, por exemplo).

[0017] Um sensor de nível de ponto óptico 30 é utilizado como uma indicação de advertência de combustível independente, baixo ou alto, por exemplo. O sensor de nível de ponto óptico 30 é operável para determinar se

uma altura de combustível está acima ou abaixo de um nível predeterminado. Tal como ilustrado na Figura 1, um cone 31 inclui um LED 31L. O LED 31L salta uma luz fora de um par de espelhos 31M, e para o exterior de um cone 31. Tal como será explicado a seguir, esta luz permite que o sensor 30 determine se o nível de combustível está acima ou abaixo de uma quantidade predeterminada.

[0018] O sensor óptico opera em três modos. Entro os modos, dois são funções de teste embutido. Cada modo é ativado pela eletrônica do sensor que envia um nível de voltagem específico para o sensor. O modo operacional é ativado pela recepção de um sinal (por exemplo, quatro volts) pelo sensor e um sinal de retorno, indicando uma condição molhada ou seca. A primeira função de teste embutido (BIT) é ativada pela recepção de um sinal de seis volts, que verifica a integridade dos componentes ópticos num estado ativo. Dito de outra maneira, o LED 31L é ativado (iluminado) e um detector de foto Darlington é ativado pela luz recebida a partir do LED 31L. Uma segunda função de BIT é ativada pela recepção de um sinal de voltagem (por exemplo, oito volts) a partir da eletrônica do sensor, que verifica a integridade dos componentes ópticos num estado inativo. O 31L LED é desativado, momento em que os fotodetectores não devem receber nenhuma luz nem ser ativados.

[0019] Um sensor de temperatura de combustível 28 é utilizado para medir a temperatura do combustível. O sensor pode ser um elemento resistente cujo valor é alterado quando a temperatura do combustível variar. Uma fonte de corrente DC independente (por exemplo, cerca de 2 mA) fornece um sinal de excitação para o sensor. O sinal de retorno é uma voltagem que é então digitalizada e a partir destas informações a temperatura do combustível é calculada.

[0020] Um sensor de densidade de combustível inclui um sensor ultrassônico 32 fornece um sinal de medição de densidade, que pode ser

calculado. Notavelmente, o sensor ultrassônico 32 pode ser eliminado em algumas modalidades. A determinação da densidade do combustível utiliza as informações do sensor ultrassônico 32, o sensor de medição de temperatura de combustível 28, e o sensor dielétrico de combustível 26. O circuito 32 é mostrado em maior detalhe na Figura 2. A velocidade de som deve ser determinada quando imerso no combustível. A velocidade de som é determinada utilizando o sensor de densidade ultrassônico 32 e um alvo fixo. O sensor é excitado por uma rajada sinusoidal em alguma frequência (por exemplo, 1 MHz). Uma onda de som desloca a partir da superfície do sensor ao seu alvo e de volta. O tempo de voo é medido sob o controle do sequenciador 42 (consulte a Fig. 1).

[0021] A partir do tempo de voo determinado, a velocidade do som no combustível é calculada. Ao medir a velocidade do som, o constante dielétrico e a temperatura, uma densidade de combustível pode ser inferida.

[0022] O método ultrassônico de medição da densidade de combustível proporciona economias substanciais de custos quando comparado com alternativas.

[0023] Notavelmente, o funcionamento dos sensores 24, 26, 28, 30, e 32 são todos geralmente conhecidos. Ele é a inclusão de todos estes sensores em um único conjunto de sensor integrado, que é único para esta divulgação. A incorporação de todos os sensores elimina os cabos externos. Como será explicado abaixo, os sensores estão todos ligados diretamente a uma placa de circuito integrada posicionada no interior de um compartimento. Os sensores, e a sua interligação, são melhor protegidos do que os sensores separados do estado da técnica. O conjunto do sensor integrado 20 é, portanto, mais resistente aos desafios ambientais dentro do campo.

[0024] A Figura 3A mostra o sensor combinado 20. Um tanque de combustível 46 é mostrado em torno do sensor 20. O sensor de altura de combustível 24 é mostrado com caixa de circuitos 48 e sensor dielétrico de

combustível 26 como um conjunto.

[0025] A caixa de circuitos 48 recebe um conector 50 para receber os dados de energia e de comunicação com uma tampa de bloco terminal 52. Uma placa de circuito 51 está posicionada no interior do compartimento 54. O sensor de temperatura 28 encontra-se posicionado num lado oposto da placa de circuito 51 do conector 50. O sensor de densidade de combustível 32 é mostrado ao lado do sensor de temperatura 28. O sensor de nível de ponto óptico 30 é mostrado adjacente a uma extremidade de frente do compartimento 54. O sensor de densidade de combustível 32 é mostrado esquematicamente contendo uma onda sonora de uma superfície 56, que pode ser uma parte de um tanque de combustível.

[0026] Dito de uma forma, um conjunto de sensores integrados 20 para uso em um sistema de combustível de aviação tem um compartimento 48 que recebe uma placa de circuito 51, um sensor de temperatura 28, e um sensor de nível de ponto óptico 30 e um sensor de densidade de combustível 32. Um sensor de altura de combustível 24 está posicionado para fora do compartimento 48.

[0027] A embalagem original pode ser melhor compreendida a partir das Figuras 3A, 3B e 3C. Como mostrado na Figura 3A, o sensor de altura de combustível 24 é, essencialmente, um membro tubular alongado ou cilíndrico. O sensor dielétrico de combustível 26 está ligado à estrutura de tubo do sensor de altura de combustível 24. A caixa de circuito 48 fica adjacente ao sensor dielétrico de combustível 26, e sobre uma superfície externa 60 do sensor de altura de combustível. Como mostrado, a superfície externa do sensor da altura de combustível 60 é geralmente cilíndrica, e a caixa de circuito 48 tem uma parte cilíndrica 62, que fica sobre a superfície externa cilíndrica 60. Uma placa plana 63 é também formada como parte da caixa de circuito 48. Como mostrado na Figura 3A, há uma série de depressões 66 na superfície externa 60. As depressões semelhantes são obscurecidas nesta vista

pela placa plana 63. Tal como mostrado na Figura 3B, há uma série de guias 64 viradas para o interior da superfície plana 63.

[0028] Como pode ser observado a partir das Figuras 3A e 3B, uma lente 72 está posicionada no interior do compartimento de circuitos 48. A lente 72 pode ser vista na Figura 3B posicionada para o exterior do cone 31. A luz do cone 31 reflete para fora como se mostra esquematicamente na Figura 1, desloca-se através da lente 72, e, pelo sinal refletido, o sensor 30 pode determinar se este sinal é enviado para o exterior ao dentro do combustível, ou se está acima de um nível de combustível. Deste modo, se o nível de combustível estiver acima ou abaixo de um nível predeterminado pode ser determinado.

[0029] Como pode ser observado a partir da Figura 3C, as guias 64 encaixam nas depressões 66 numa superfície externa 60 do sensor de altura de combustível 24 para fixar o compartimento à superfície externa cilíndrica. Como mostrado na Figura 3C, tal como é conhecido, o sensor de altura de combustível 24 tem um par de partes cilíndricas ou tubulares que se estendem de forma coaxial 68 e 70.

[0030] Uma braçadeira 47 serve para fixar o conjunto do sensor integrado 20 ao tanque de combustível 46. Na prática, mais do que uma braçadeira 47 pode ser utilizada.

[0031] O sensor de altura de combustível 24 inclui um par de membros tubulares coaxiais 68 e 70, e uma superfície externa 60. O compartimento do circuito 48 está montado na superfície externa 60. Um membro externo 70 dos membros tubulares que definem uma superfície externa cilíndrica. O compartimento 48 tem uma parte cilíndrica em parte 62 recebida na superfície externa cilíndrica.

[0032] Figura 3D mostra o sistema eletrônico 74 que faz parte dos sensores de altura de combustível 24 e 26. Um fio 76 é mostrado estendendo-se a partir do sistema eletrônico 74, no compartimento de circuitos 48, e se

liga na placa de circuito 51. Embora mostrado esquematicamente, um trabalhador versado na técnica iria entender como comunicar os sensores 24 e 26 para a placa de circuito 51.

[0033] Também deve ser entendido, todos os outros sensores que estão posicionados no interior do compartimento 48 também se comunicam com a única placa de circuito 51. Assim, outra característica benéfica do conjunto do sensor integrado 20 é que uma única placa de circuito se comunica e processa os sinais de cada um dos vários sensores.

[0034] Em uma modalidade, o compartimento de circuitos 48 é formado de um material de nylon.

[0035] Através da integração de todos os sensores dentro de um sensor integrado 20, todos os fios que se estendem exigidos pelos sensores separados anteriores são eliminados.

[0036] Embora tenha sido divulgada uma modalidade desta invenção, um trabalhador ordinariamente versado nesta técnica reconheceria que certas modificações estariam dentro do escopo desta invenção. Por essa razão, as seguintes reivindicações devem ser estudadas para determinar o verdadeiro escopo e teor desta invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de sensor integrado para uso em um sistema de combustível de aeronave, caracterizado pelo fato de que compreende:

o conjunto de sensor integrado que incorpora um compartimento, o referido compartimento recebe uma placa de circuito, um sensor de temperatura, um sensor de nível de ponto e um sensor de densidade de combustível; e

um primeiro sensor de altura de combustível posicionado para fora do referido compartimento.

2. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido primeiro sensor de altura de combustível utiliza uma capacitância variável para determinar a altura de fluido.

3. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que existe um segundo sensor de altura de combustível, e o referido segundo sensor de altura de combustível determina uma constante dielétrica do combustível e utilizá-la para determinar a altura do combustível.

4. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o referido segundo sensor de altura de combustível utiliza uma capacitância fixa.

5. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o referido segundo sensor de altura de combustível também está posicionado para o exterior do referido compartimento.

6. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o referido sensor de densidade de combustível recebe sinais em relação à constante dielétrica, e a partir do sensor de temperatura de combustível, o sensor de densidade de combustível

inclui um sensor ultrassônico que cria uma onda sonora que se desloca a partir de uma superfície do sensor a um alvo e de volta através do combustível, e um tempo de viagem é medido, e a partir do tempo de viagem, uma velocidade de som no combustível é calculada, e a densidade do combustível é determinada.

7. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o referido sensor de nível de ponto inclui uma fonte de luz para determinar se um nível de combustível está abaixo de um nível predeterminado.

8. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o sensor de nível de ponto tem funções de teste para determinar se o referido sensor de nível de ponto óptico está funcionando corretamente.

9. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que existe um segundo sensor de altura de combustível, e o referido segundo sensor de altura de combustível determina uma constante dielétrica do combustível e utilizá-la para determinar a altura do combustível.

10. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o referido sensor de densidade de combustível recebe sinais em relação à constante dielétrica determinada, e a partir do sensor de temperatura de combustível, o sensor de densidade de combustível inclui um sensor ultrassônico que cria uma onda sonora que se desloca a partir de uma superfície do sensor a um alvo e de volta através do combustível, e um tempo de viagem é medido, e a partir do tempo de viagem, uma velocidade de som no combustível é calculada, e a densidade do combustível é determinada.

11. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o referido segundo sensor de

altura de combustível também está posicionado para o exterior do referido compartimento.

12. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido primeiro sensor de altura de combustível inclui um par de membros tubulares coaxiais que têm uma superfície externa, com um membro externo dos referidos membros tubulares tendo uma superfície externa cilíndrica, e o referido compartimento tendo uma parte cilíndrica em parte recebida sobre a referida superfície externa cilíndrica.

13. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o referido compartimento também tem uma placa plana, e havendo guias em uma da referida superfície externa cilíndrica e uma superfície interna da referida placa plana, e havendo depressões na outra da referida superfície externa cilíndrica e a referida superfície interna com as referidas guias sendo recebidas no interior das referidas depressões para prender o referido compartimento sobre a referida superfície externa cilíndrica.

14. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que pelo menos um fio estende-se a partir do referido primeiro sensor de altura de combustível para dentro do referido compartimento.

15. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que pelo menos um referido fio a partir do referido primeiro sensor de altura de combustível está conectado para dentro da referida placa de circuito.

16. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o referido sensor de temperatura, o referido sensor de nível de ponto óptico, e o referido sensor de densidade de combustível também se comunicam com a referida placa de

circuito.

17. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido sensor de densidade de combustível recebe sinais em relação a uma constante dielétrica determinada, e a partir do sensor de temperatura de combustível, o sensor de densidade de combustível inclui um sensor ultrassônico que cria uma onda sonora que se desloca a partir de uma superfície do sensor a um alvo e de volta através do combustível, e um tempo de viagem é medido, e a partir do tempo de viagem, uma velocidade de som no combustível é calculada, e a densidade do combustível é determinada.

18. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido sensor de nível de ponto inclui uma fonte de luz para determinar se um nível de combustível está abaixo de um nível predeterminado.

19. Conjunto de sensor integrado de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a referida fonte de luz envia um sinal de luz através de uma lente posicionada dentro do referido compartimento para determinar se o referido nível de combustível está abaixo do referido nível predeterminado.

20. Conjunto de sensor integrado para uso em um sistema de combustível de aeronave, caracterizado pelo fato de que compreende:

um compartimento, o referido compartimento recebe uma placa de circuito, um sensor de temperatura, um sensor de nível de ponto óptico, e um sensor de densidade de combustível que recebe sinais em relação a uma constante dielétrica, e a partir do sensor de temperatura, o sensor de densidade de combustível inclui um sensor ultrassônico que cria uma onda sonora que se desloca a partir de uma superfície do sensor a um alvo e de volta através do combustível, e um tempo de viagem é medido, e a partir do tempo de viagem, uma velocidade de som no combustível é calculada, e a

densidade do combustível é determinada;

um primeiro sensor de altura de combustível posicionado para fora do referido compartimento, o referido primeiro sensor de altura de combustível inclui um par de membros tubulares coaxiais que têm uma superfície externa, com um membro externo dos referidos membros tubulares tendo uma superfície externa cilíndrica, e o referido compartimento tendo uma parte cilíndrica em parte recebida sobre a referida superfície externa cilíndrica;

um segundo sensor de altura de combustível está incluído, e está posicionado para fora do referido compartimento e determina a referida constante dielétrica do combustível e para utilizá-la ainda mais para determinar a altura do combustível;

o referido compartimento tem uma placa plana, e havendo guias em uma da referida superfície externa cilíndrica e uma superfície interna da referida placa plana, e havendo depressões na outra da referida superfície externa cilíndrica e a referida placa plana com as referidas guias sendo recebidas no interior das referidas depressões para prender o referido compartimento sobre a referida superfície externa cilíndrica; e

pelo menos um fio que se estende a partir do referido sensor de altura de combustível para dentro do referido compartimento; a referida placa de circuito sendo posicionada dentro do referido compartimento e pelo menos um referido fio a partir do referido primeiro sensor de altura de combustível sendo ligado no interior da referida placa de circuito, e o referido sensor de temperatura, o referido sensor de nível de ponto óptico, e o referido sensor de densidade de combustível também se comunicando com a referida placa de circuito.

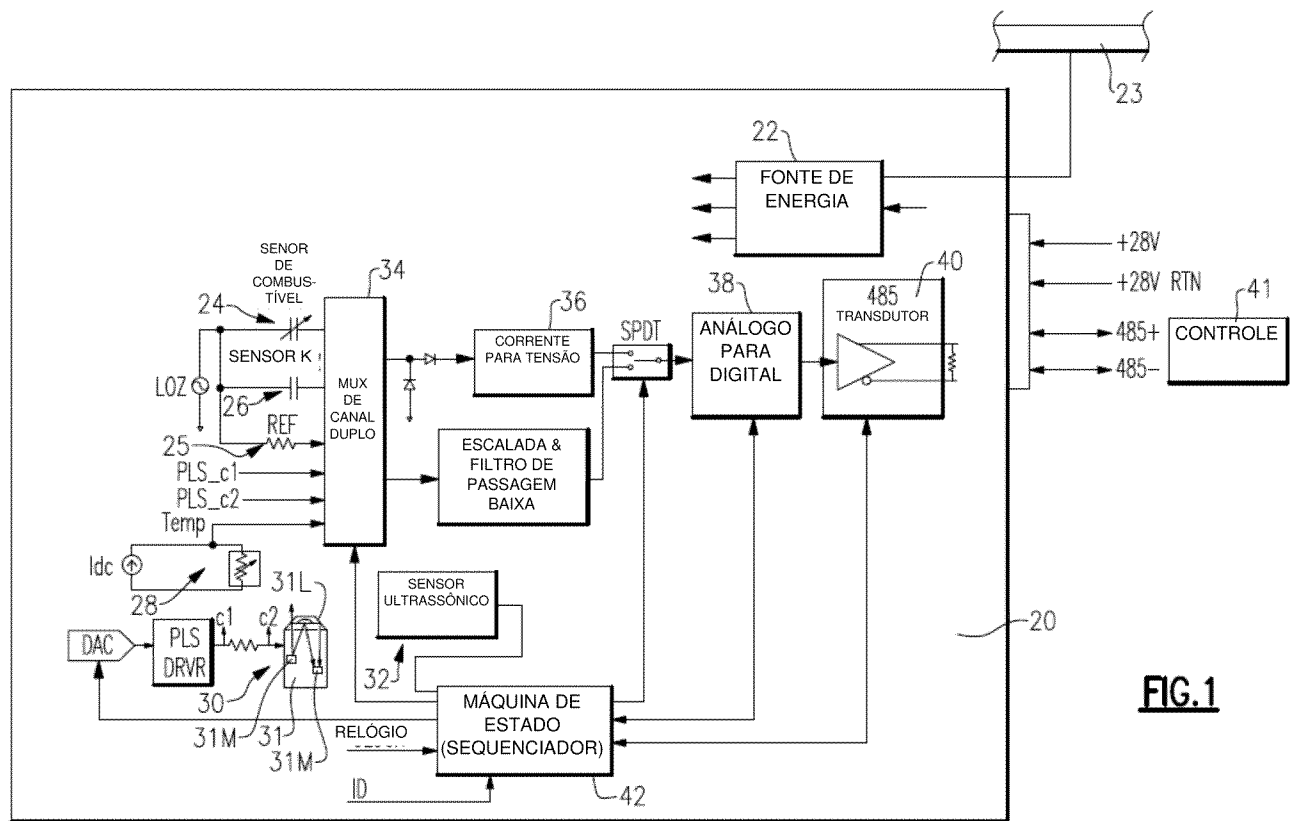


FIG.1

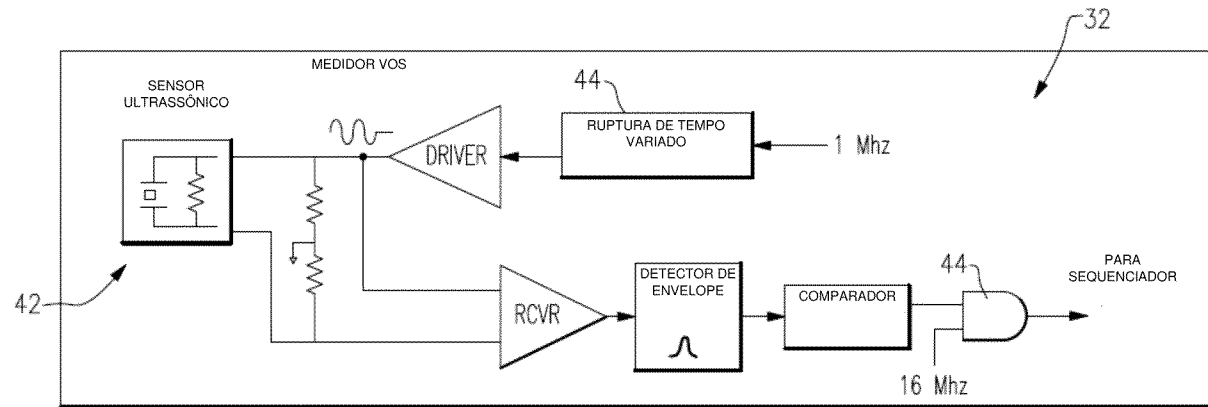


FIG.2

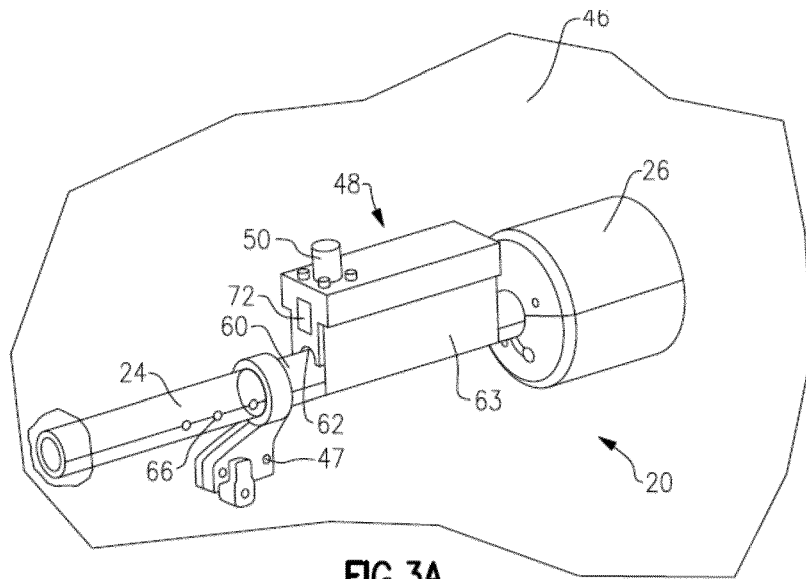


FIG. 3A

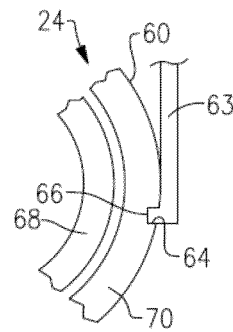


FIG. 3C

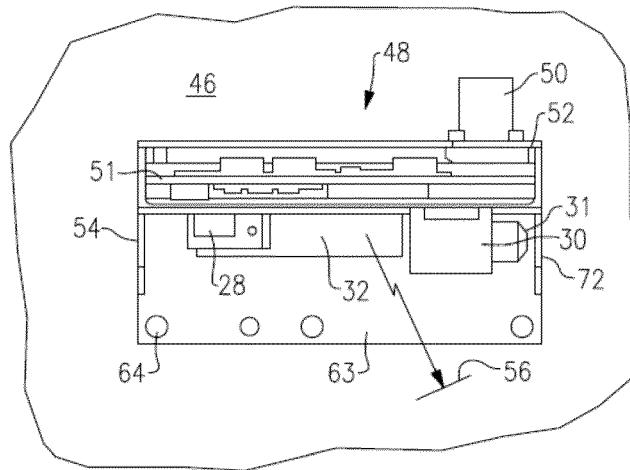


FIG. 3B

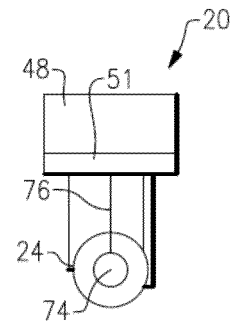


FIG. 3D

RESUMO

“CONJUNTO DE SENSOR INTEGRADO PARA USO EM UM SISTEMA DE COMBUSTÍVEL DE AERONAVE”

Um sistema de combustível de aeronave compreende um conjunto de sensores integrados incorporando um compartimento. O compartimento recebe uma placa de circuito, um sensor de temperatura, um sensor de nível de ponto e um sensor de densidade de combustível. Um primeiro sensor de altura de combustível está posicionado para fora do compartimento.