



PI 01010042
PI 01010042

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0101004-2

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0101004-2

(22) Data do Depósito: 08/03/2001

(43) Data da Publicação do Pedido: 06/11/2001

(51) Classificação Internacional: G12B 13/00

(30) Prioridade Unionista: 15/03/2000 IT BO2000A 000143

(54) Título: CIRCUITO E MÉTODO PARA MONITORAR E DIAGNOSTICAR UMA SONDA DE OXIGÊNIO

(73) Titular: MAGNETI MARELLI S.P.A., Empresa Italiana. Endereço: Via Griziotti, 4, Milano, Itália (IT), CEP: 20145.

(72) Inventor: MARCO BERTI; PIERO CARBONARO; DANIELE CECCARINI; LUCA POGGIO

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 30/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 30 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



Circuito e método para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio

A presente invenção se refere a um circuito e a um método para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio.

Como é sabido, os motores de combustão interna são dotados de sistemas para a redução do gás de exaustão, com base nas informações fornecidas por sondas de oxigênio (as chamadas sondas LAMBDA), e as unidades eletrônicas de controle cujas tarefas incluem, entre outras coisas, a minimização das emissões de substâncias poluentes e a verificação, com o auxílio de circuitos apropriados, do funcionamento correto dos vários componentes, em particular as sondas de oxigênio. Essas sondas compreendem normalmente uma célula sensível que tem uma resistência interna e emite um sinal de tensão cuja amplitude varia como uma função da concentração de oxigênio presente na atmosfera na qual a célula sensível é imersa, e um elemento de aquecimento, por exemplo, formado por um resistor, o qual torna possível manter a temperatura da célula sensível dentro da faixa predeterminada de valores de operação, por exemplo entre cerca de 600° C e cerca de 800° C.

Os vários tipos de circuitos e métodos relativos para monitorar e diagnosticar sondas de oxigênio são conhecidos.

De acordo com uma primeira solução, um resistor que tem um valor de resistência conhecido é disposto em série com o elemento de aquecimento, enquanto que um amplificador diferencial detecta a queda de tensão no resistor e envia a uma unidade de controle da unidade eletrônica de controle um sinal de saída representativo dessa queda de tensão. De acordo com a solução descrita acima, o sinal de saída do amplificador diferencial é digitalizado e usado para calcular, de uma maneira conhecida per se, a corrente que flui no resistor e no elemento de aquecimento, e para regular, por exemplo, por meio de um controlador do tipo proporcional-integral, a energia dissipada por este último. A unidade de controle verifica, além disso, se a corrente é mantida dentro de uma faixa predeterminada de valores de operação. Em caso negativo, é detectado um mau funcionamento do elemento de aquecimento.

Uma segunda solução envolve o uso de um amplificador diferencial que tem as entradas conectadas aos terminais das células sensíveis e uma saída conectada à unidade de controle. Neste caso, uma corrente é injetada nas sondas a fim estimar a sua resistência interna que é ligada à temperatura da sonda de acordo com uma relação conhecida. A temperatura da sonda pode ser ajustada outra vez ao se empregar um controlador do tipo proporcional-integral.

Embora as soluções descritas acima sejam exatas e de confiança, não obstante elas envolvem inconvenientes, uma vez que elas fazem uso de circuitos caros, em particular em consequência do amplificador diferencial e, no primeiro caso, também do resistor de derivação.

O objetivo da presente invenção consiste na apresentação de um circuito para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio que seja simples e econômico de construir.

Por conseguinte, a presente invenção se refere a um
5 circuito para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio, dotado de com uma célula sensível, conectada entre um primeiro e um segundo terminais de sinais, e um elemento de aquecimento, conectado entre uma bateria e um terminal de aquecimento, sendo que o circuito compreende um estágio de interface e uma unidade de controle, onde esse estágio de interface compreende um primeiro resistor conectado entre uma linha de
10 alimentação e o primeiro terminal de sinais da sonda de oxigênio, um segundo resistor conectado entre o primeiro terminal de sinais e o segundo terminal de sinais da sonda de oxigênio, sendo que o circuito é caracterizado pelo fato de que a unidade de controle compreende um primeiro conversor analógico-digital conectado ao primeiro terminal de sinais, e um segundo conversor analógico-digital conectado ao segundo terminal de
15 sinais, e o estágio de interface compreende um terceiro resistor conectado entre o segundo terminal de sinais e uma linha potencial de referência.

A presente invenção também se refere a um método para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio, tal como definido na reivindicação 5.

A invenção é descrita em detalhe adicionais mais abaixo
20 com referência a uma realização preferida da mesma, fornecida puramente a título de exemplo não limitador, e formada com referência aos desenhos anexos, nos quais:

- a Figura 1 é um diagrama elétrico simplificado de um circuito de monitoramento e diagnóstico da presente invenção; e
- as Figuras 2 e 3 são fluxogramas que se referem a um método de monitoramento e
25 diagnóstico da presente invenção.

Na Figura 1, um circuito para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio sonda 2 é indicado pela referência numérica 1.

A sonda de oxigênio 2 compreende uma célula sensível 3, mostrada por meio de um gerador de tensão 4, que supre uma tensão de sonda V_S , e um
30 resistor interno 5, que tem um valor de resistência interna R_{INT} , conectados em conjunto em série e dispostos entre um primeiro e um segundo terminais de sinais 6, 7, respectivamente, que têm uma primeira e uma segunda tensões V_1 , V_2 , e um elemento de aquecimento 10, mostrado por um resistor conectado entre uma bateria 11, que supre uma tensão de bateria V_{BATT} , e um terminal de aquecimento 12 da sonda de oxigênio 2.
35 A diferença entre a primeira e a segunda tensões de sinal V_1 , V_2 , além disso, representa uma tensão de saída V_0 da sonda de oxigênio 2.

O circuito de monitoramento e diagnóstico 1 compreende um estágio de interface 15, uma unidade de controle 16, um resistor de diagnóstico 17 e

um interruptor de acionamento 18, formado, por exemplo, por um transistor do tipo MOS, disposto entre o terminal de aquecimento da sonda de oxigênio 2 e o terra.

O estágio de interface 15 compreende um primeiro resistor 20 que tem um primeiro terminal conectado ao primeiro terminal de sinais 6 da sonda de oxigênio 2, e um segundo terminal conectado, através de um interruptor de interface 21 que é normalmente aberto (por exemplo, um transistor do tipo do MOS), a uma linha de alimentação 22 que supre uma tensão de alimentação V_{CC} , um segundo resistor 23 conectado entre o primeiro e o segundo terminais de sinais 6, 7, e um terceiro resistor 24 disposto entre o segundo terminal de sinais 7 e a terra. O primeiro, o segundo e o terceiro resistores 20, 23, 24 apresentam, além disso, os respectivos primeiro, segundo e terceiro valores de resistência R_1 , R_2 , R_3 .

A unidade de controle 16, formada por um microprocessador de um tipo conhecido per se, compreende um primeiro e um segundo conversores analógicos-digitais 26, 27 conectados respectivamente ao primeiro e segundo terminais de sinais 6, 7 da sonda de oxigênio 2 através dos filtros de passagem de baixa frequência 28, 29 (por exemplo filtros RC da primeira ordem).

A unidade de controle 16, além disso, tem uma entrada de diagnóstico 30, conectada ao terminal de aquecimento 12 da sonda de oxigênio 2 através do resistor de diagnóstico 17, uma saída de controle 31 e uma saída de acionamento 32.

Em maiores detalhes, a saída de controle 31 é conectada a um terminal de controle do interruptor de interface 21 e emite um sinal de controle C, que tem um primeiro e um segundo valores lógicos, em correspondência com o que o interruptor de interface 21 é controlado para abrir e respectivamente para fechar.

A saída de acionamento 32 é conectada a um terminal de controle do interruptor de acionamento 18 e emite um sinal de acionamento PWM de um tipo de onda quadrada com um ciclo de operação variável, a fim de, alternativamente, controlar a abertura e o fechamento do interruptor de acionamento 18 dependendo da amplitude desse ciclo de operação.

O circuito de monitoramento e diagnóstico torna possível medir o valor da resistência interna R_{INT} da célula sensível 3 da maneira descrita abaixo com referência à Figura 2.

O sinal de controle C é mantido normalmente no primeiro valor lógico, a fim de manter o interruptor de interface 21 aberto (bloco 100).

Os valores atuais da primeira e segunda tensão V_1 , V_2 , indicados respectivamente como V_{1OFF} e V_{2OFF} , são adquiridos inicialmente (bloco 110), e uma tensão de saída inicial V_{11} da tensão de saída V é calculada (bloco 120) com base na equação:

$$V_{\lambda 1} = V_{1OFF} - V_{2OFF} \quad (1)$$

Imediatamente depois da aquisição dos valores de corrente V_{10FF} e V_{20FF} , o sinal de controle C é ajustado ao segundo valor lógico (bloco 130), a fim de controlar o fechamento do interruptor de interface 21 e injetar uma corrente de teste I_T (Figura 1), e os valores da corrente da primeira e da segunda tensões de sinal V_1 , V_2 indicados respectivamente como V_{10N} e V_{20N} , são adquiridos uma segunda vez (bloco 140).

Uma vez que estes valores tenham sido adquiridos, o sinal de controle C é ajustado outra vez ao primeiro valor lógico a fim de reabrir o interruptor de interface 21 e restaurar as condições de operação normais do circuito de monitoramento e diagnóstico 1 e da sonda de oxigênio 2 (bloco 145).

Depois disso, um segundo valor de saída V_2 da tensão de saída V_0 (bloco 150) e o valor da corrente de teste I_T (bloco 160) são calculados com base nas equações:

$$V_{\lambda 2} = V_{10N} - V_{20N} \quad (2)$$

e respectivamente

$$I_T = V_{20N} / R_3 \quad (3)$$

Se, em consequência de um mau funcionamento, houver uma dispersão entre o segundo terminal de sinais 7 e a terra, a segunda tensão de sinal V_2 permanece próxima de um valor igual a zero a despeito do estado do interruptor de interface 21. Neste caso, a seguinte equação é usada no lugar da equação (3) para o cálculo da corrente de teste I_T :

$$I_T = \frac{V_{CC} - V_{10N} - V_{DS}}{R_1} \quad (3')$$

na qual V_{DS} é a queda de tensão nos terminais do interruptor de interface 21 quando estiver fechado. Esta queda de tensão pode ser considerada constante e é conhecida.

O valor da resistência interna R_{INT} é calculado por último (bloco 170) de acordo com a equação:

$$R_{INT} = \frac{R_2(V_{\lambda 2} - V_{\lambda 2})}{R_2 I_T - (V_{\lambda 2} - V_{\lambda 2})} \quad (4)$$

A equação (4) pode ser obtida da seguinte maneira. O primeiro valor de saída V_1 que é obtido quando o interruptor de interface 21 estiver aberto é fornecido pela relação:

$$V_{\lambda 1} = \frac{R_2}{R_{INT} + R_2} V_S \quad (5)$$

Quando o interruptor de interface 21 estiver fechado, a tensão de saída V_0 da sonda de oxigênio 2 assume o segundo valor V_2 fornecido pela expressão:

$$V_{\lambda 2} = \frac{R_2}{R_{INT} + R_2} V_S + R_P I_T \quad (6)$$

$$R_{INT} + R_2$$

na qual R_p é o valor da resistência da paralela entre o resistor interno 5 e o segundo resistor 23 (figura 1), e pode ser obtido a partir da relação bem conhecida:

$$R_p = \frac{R_{INT} R_2}{R_{INT} + R_2} \quad (7)$$

Uma vez que o valor da tensão da sonda V_S não varia em ambos os casos, as equações (5) e (6) podem ser combinadas para que se tenha a expressão:

$$V_{\lambda 2} = V_{\lambda 1} + R_2 I_T \quad (8)$$

da qual é obtida a seguinte equação:

$$R_2 = \frac{V_{\lambda 2} - V_{\lambda 1}}{I_T} \quad (9)$$

A equação (4) pode ser obtida de imediato ao se equacionar os segundos membros da equação (7) e (9) e ao se tornar explícito o valor da resistência interna R_{INT} .

Tal como mostrado na Figura 3, um método para monitorar a sonda de oxigênio 2, em particular a temperatura T da célula sensível 3, envolve o cálculo inicial do valor da resistência interna R_{INT} da célula sensível 3 por meio do procedimento descrito com referência à Figura 2 (bloco 200).

Um valor atual da temperatura T da célula sensível 3 é calculado então por meio da reação (conhecida) que liga a temperatura T ao valor da resistência interna R_{INT} (bloco 210).

Depois disso, por meio de uma função de controle de um tipo conhecido (por exemplo, uma função de controle de um tipo proporcional-integral), o ciclo de operação que precisa ser fornecido para o sinal de acionamento PWM a fim de suprir o elemento de aquecimento 10 com a energia elétrica necessária para manter a célula sensível 3 na temperatura desejada é calculado (bloco 220).

Por último, o sinal de acionamento PWM, que tem o ciclo de operação previamente determinado, é enviado ao terminal de controle do interruptor de acionamento 18 a fim de controlar a energia dissipada pelo elemento de aquecimento 10 (bloco 230).

O circuito de monitoramento e diagnóstico 1 torna possível, além disso, a execução dos procedimentos para diagnosticar quaisquer mau funcionamentos da célula sensível 3 e do elemento de aquecimento 10.

No que se refere à célula sensível 3, os valores da corrente V_{10N} e V_{20N} da primeira e da segunda tensões de sinal V_1 , V_2 adquiridos durante o cálculo do valor da resistência interna R_{INT} depois do fechamento do interruptor de interface 21, são usados (blocos 130 e 140 da Figura 2). Em particular, se o valor da

corrente V_{10N} da primeira tensão de sinal V_1 for maior do que um limite superior predeterminado, a presença de uma dispersão entre o primeiro terminal de sinal 6 e a linha de alimentação 22 é detectada e sinalizada. Se o valor da corrente V_{20N} da segunda tensão de sinal V_2 for mais baixo do que um limite inferior predeterminado, a existência de uma dispersão entre o segundo terminal de sinal 7 e a terra é diagnosticada. Neste caso, além disso, um bit do estado é atualizado para indicar que a equação (3') deve ser usada no lugar da equação (3) para o cálculo da resistência interna R_{INT} da célula sensível 3.

A natureza operacional do elemento de aquecimento 10 é avaliada ao se detectar, por meio do resistor de diagnóstico 17 e da entrada de diagnóstico 30 da unidade de controle 16, uma tensão de aquecimento V_H presente no terminal de aquecimento 12 da sonda de oxigênio 2 (Figura 1), e esta é comparada com uma tensão de referência predeterminada. Em particular, se a tensão de aquecimento V_H for maior do que a tensão de referência predeterminada até mesmo quando o interruptor de acionamento 18 estiver fechado, um mau funcionamento devido a uma dispersão entre o terminal de aquecimento 12 e a bateria 11 é sinalizado. Se, entretanto, a tensão de aquecimento V_H for menor do que a tensão de referência predeterminada, até mesmo quando o interruptor de acionamento 18 estiver aberto, uma dispersão entre o terminal de aquecimento 12 e a terra é sinalizada.

É possível, além disso, diagnosticar uma redução da eficácia do elemento de aquecimento 10 ao se calcular o valor da resistência interna R_{INT} que diminui à medida que a temperatura T da célula sensível 3 aumenta. Para esta finalidade, é verificado se este valor da resistência interna R_{INT} continua a permanecer acima de um valor da resistência limite até mesmo com um ciclo de operação de 100% do sinal de acionamento PWM. Se for assim, um mau funcionamento é sinalizado, uma vez que, mesmo quando a potência máxima é suprida, o elemento de aquecimento 10 não é mais capaz de manter a temperatura T da célula sensível 3 em valores aceitáveis.

As vantagens do circuito de monitoramento e diagnóstico da invenção são claramente evidentes a partir da descrição acima.

Em primeiro lugar, o amplificador diferencial contido em dispositivos conhecidos é omitido, para se obter uma vantagem substancial no custo.

O circuito de monitoramento e diagnóstico 1 também é muito preciso e robusto. A possibilidade de calcular a corrente de teste I_T que é injetada torna a medição do valor da resistência interna R_{INT} da célula sensível 3 exata e confiável. Além disso, até mesmo no caso do mau funcionamento parcial do circuito, é possível usar um método alternativo para o cálculo da corrente de teste I_T ao se empregar a equação (3').

Deve ser apreciado o fato que modificações e variações

podem ser feitas no método descrito acima contanto que elas não desviem do âmbito de proteção da presente invenção.

Reivindicações

1. Circuito para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio (2) dotada de uma célula sensível (3) conectada entre um primeiro e um segundo terminais de sinais (6, 7) e um elemento de aquecimento (10) conectado entre um bateria (11) e um terminal de aquecimento (12), sendo que circuito compreende um estágio de interface (15) e uma unidade de controle (16), onde esse estágio de interface (15) compreende um primeiro resistor (20) conectado entre uma linha de alimentação (22) e primeiro terminal de sinal (6) da sonda de oxigênio (2), e um segundo resistor (23) conectado entre o primeiro terminal de sinal (6) e o segundo terminal de sinal (7) da sonda de oxigênio (2), sendo que o circuito é **caracterizado** pelo fato de que a unidade de controle (16) compreende um primeiro dispositivo conversor analógico-digital (26) conectado ao primeiro terminal de sinal (6), e um segundo dispositivo conversor analógico-digital (27) conectado ao segundo terminal de sinal (7), e sendo que o estágio de interface (15) compreende um terceiro resistor (24) conectado entre o segundo terminal de sinal (7) e uma linha potencial de referência, e sendo que o estágio de interface (15) compreende um interruptor de interface (21) conectado entre o primeiro resistor (20) e a linha de alimentação (22) e possui um terminal de controle conectado a uma saída de controle (31) da unidade de controle (16), sendo que a saída de controle (31) emite um sinal lógico de controle (C), a fim de alternativamente comandar a abertura e o fechamento do interruptor de interface (21).

2. Circuito, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a unidade de controle (16) tem uma entrada de diagnóstico conectada ao terminal de aquecimento da sonda de oxigênio (2).

3. Circuito, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado** pelo fato de compreender um interruptor de acionamento (18) conectado entre o terminal de aquecimento (12) e a linha potencial de referência, e tem um terminal de controle conectado a uma saída de acionamento (32) da unidade de controle (16), sendo que essa saída de acionamento emite um sinal de acionamento (PWM) que tem um ciclo de operação variável, a fim de alternativamente controlar a abertura e o fechamento do interruptor de acionamento (32).

4. Método para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio (2), dotada de uma célula sensível (3) conectada entre um primeiro e um segundo terminais de sinais (6, 7) e que supre uma tensão de saída (V_1), e um elemento de aquecimento (10) conectado entre uma bateria (11) e um terminal de aquecimento (12), sendo que a sonda de oxigênio é conectada a um circuito de monitoramento e diagnóstico (1) que tem um estágio de interface (15) e uma unidade de controle (16) que compreende um primeiro e um segundo dispositivos conversores analógicos-digitais (26,

27) conectados respectivamente ao primeiro e ao segundo terminais de sinais (6, 7), onde esse estágio de interface (15) compreende um primeiro resistor (20) conectado entre uma linha de alimentação (22) e o primeiro terminal de sinal (6) e que tem um primeiro valor da resistência (R_1), um segundo resistor (23) conectado entre o primeiro e o segundo terminais de sinais (6, 7) e que tem um segundo valor da resistência (R_2), um terceiro resistor (24) conectado entre o segundo terminal de sinal (7) e uma linha potencial de referência e que tem um terceiro valor da resistência (R_3), e um interruptor de interface (21) disposto entre a linha de alimentação (22) e o primeiro resistor (20), sendo que o método compreende os estágios de:

- 10 a) cálculo de um valor da resistência interna (R_{INT}) da célula sensível (200);
- b) cálculo de uma temperatura (T) desta célula sensível como uma função desse valor da resistência interna (R_{INT}) (210);
- c) determinação do ciclo de operação de um sinal de acionamento (PWM) (220);
- 15 d) geração do sinal de acionamento (PWM) a fim de acionar o elemento de aquecimento (230);

sendo que o método é **caracterizado** pelo fato de que o estágio a) de calcular o valor da resistência interna (R_{INT}) compreende os estágios de:

- a1) execução de uma primeira aquisição (110) dos valores de uma primeira e uma segunda tensões de sinal (V_1 , V_2) presentes no primeiro e respectivamente no segundo terminais de sinais (6, 7) quando o interruptor de interface (21) estiver aberto;
- 20 a2) execução de uma segunda aquisição (140) dos valores dessas primeira e segunda segunda tensões de sinal (V_1 , V_2) quando o interruptor de interface (21) estiver fechado.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que o estágio a) de calcular o valor da resistência interna (R_{INT}) compreende o estágio de:

- a3) cálculo de uma corrente de teste (I_T) que flui no estágio de interface quando o interruptor de interface (21) estiver fechado.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que o estágio a3) de calcular uma corrente de teste (I_T) é obtido ao se calcular a corrente de teste (I_T) de acordo com a equação:

$$I_T = V_{20N} / R_3$$

na qual (V_{20N}) é o valor da segunda tensão de sinal (V_2) obtido durante a segunda aquisição (140).

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que o estágio a3) de calcular uma corrente de teste (I_T) é obtido ao se calcular a corrente de teste (I_T) de acordo com a equação:

$$I_T = \frac{V_{CC} - V_{10N} - V_{DS}}{R_1}$$

na qual (V_{CC}) é uma tensão de alimentação suprida pela linha de alimentação (22), (V_{10N}) é o valor da primeira tensão de sinal (V_1) obtido durante a segunda aquisição (140) e (V_{DS}) é uma queda de tensão no interruptor de interface (21) quando eles estão fechados.

5 8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7, **caracterizado** pelo fato de que o estágio a) de calcular o valor da resistência interna (R_{INT}) compreende os estágios de:

a4) cálculo de um primeiro valor de saída ($V_{\lambda 1}$) da tensão de saída (V_{λ}) quando o interruptor de interface (21) estiver aberto;

10 a5) cálculo de um segundo valor de saída ($V_{\lambda 2}$) da tensão de saída (V_{λ}) quando o interruptor de interface (21) estiver fechado.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que o estágio a) de calcular o valor da resistência interna (R_{INT}) é obtido ao se calcular esse valor da resistência interna (R_{INT}) de acordo com a equação:

15
$$R_{INT} = \frac{R_2(V_{\lambda 2} - V_{\lambda 1})}{R_2 I_T - (V_{\lambda 2} - V_{\lambda 1})}$$

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 9, no qual o circuito de monitoramento e diagnóstico (1) compreende um interruptor de acionamento (18) conectado entre o terminal de aquecimento (12) e a linha potencial de referência e compreende um terminal de controle conectado a uma saída de acionamento (32) da unidade de controle (16), **caracterizado** pelo fato de compreender os estágios de:

e) sinalização de um mau funcionamento se uma tensão de aquecimento (V_H) presente no terminal de aquecimento (12) for maior do que uma tensão limite predeterminada e o interruptor de acionamento (18) estiver fechado;

25 f) sinalização de um mau funcionamento se a tensão de aquecimento (V_H) for menor do que a tensão limite predeterminada e o interruptor de acionamento (18) estiver aberto.

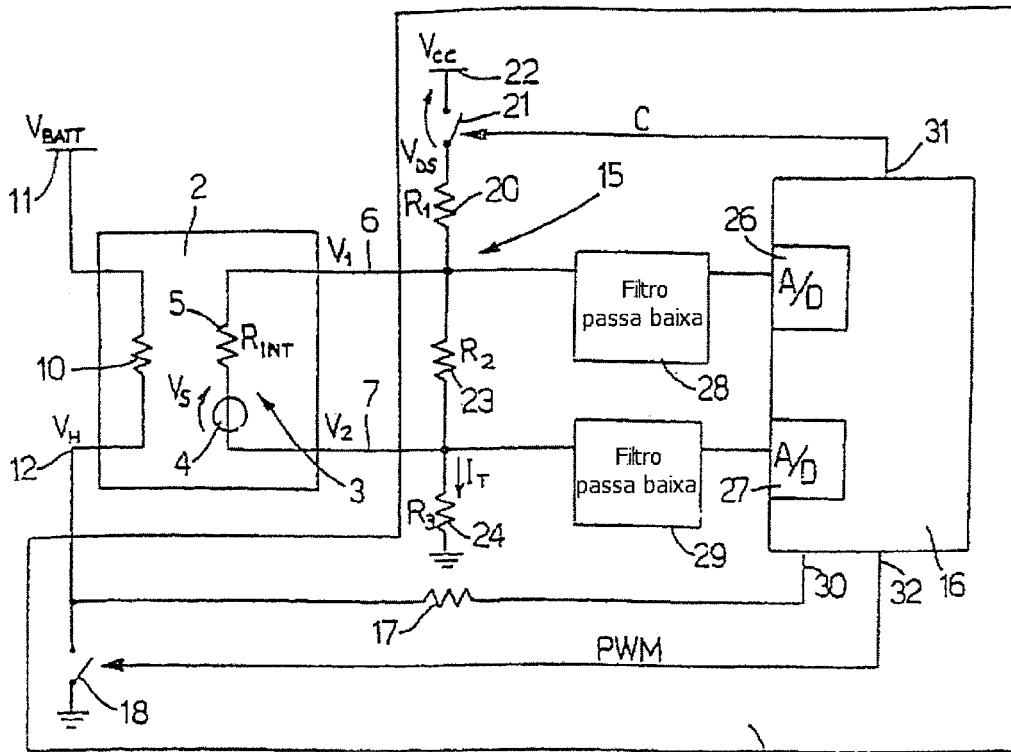


Fig. 1

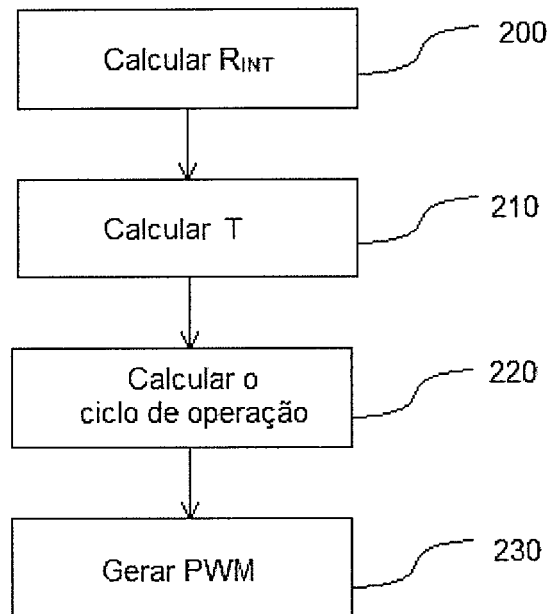


Fig. 3

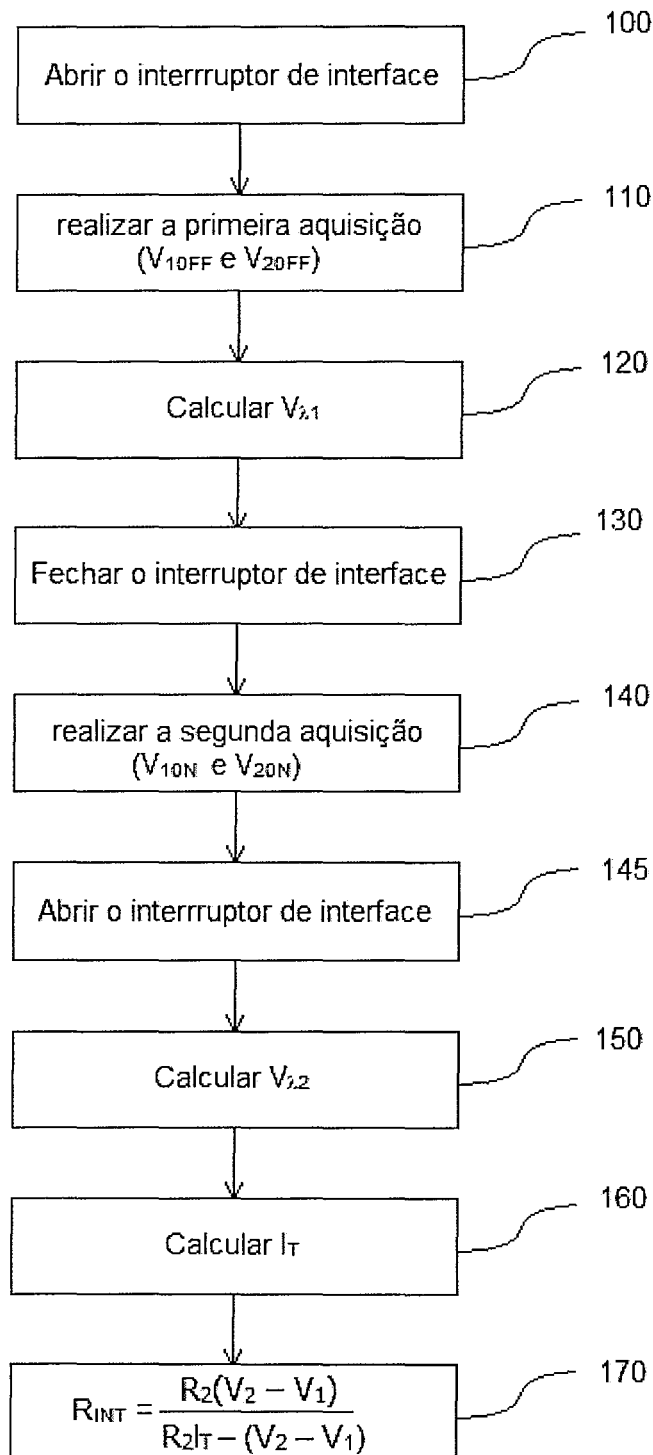


Fig. 2

Resumo

Circuito e método para monitorar e diagnosticar uma sonda de oxigênio

Trata-se de um circuito para monitorar e diagnosticar uma sonda do oxigênio (2) dotada de uma célula sensível (3) conectada entre um primeiro e um segundo terminais de sinais (6, 7), e um elemento de aquecimento (10) conectado entre uma bateria (11) e um terminal de aquecimento (12); e o circuito compreende um estágio de interface (15) e uma unidade de controle (16). O estágio de interface (15) compreende um primeiro resistor (20) conectado entre um interruptor (21) que é normalmente aberto e uma linha de alimentação a um potencial conhecido (22) e o primeiro terminal de sinal (6), um segundo resistor (23) conectado entre o primeiro terminal de sinal (6) e um segundo terminal de sinal (7), e um terceiro resistor (24) conectado entre o segundo terminal de sinal (7) e uma linha do potencial de referência. A unidade de controle (16) compreende ainda um primeiro conversor analógico-digital (26) conectado ao primeiro terminal de sinal (6) e um segundo conversor analógico-digital (27) conectado ao segundo terminal de sinal (7).