



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

(11) BR 132012013280-9 F1



(22) Data do Depósito: 01/06/2012

(45) Data de Concessão: 08/01/2019

(54) Título: APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS

(51) Int.Cl.: G01N 22/00.

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE.

(72) Inventor(es): EDVAL JOSÉ PINHEIRO SANTOS.

(61) Pedido Original do CA: PI0204519-2 - 10/10/2002

(57) Resumo: EQUIPAMENTO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE COMBUSTÍVEIS. A aferição e classificação do combustível automotivo se faz com base na absorção de ondas eletromagnéticas na faixa de RF, em um equipamento próprio para uso em condições de campo, determinando a quantidade de etanol na mistura carburante, além de outros componentes a ela adicionados. A gasolina ou outro combustível a ser testado é colocado em uma linha de transmissão oca, especialmente projetada. A medida em alta frequência da faixa de RE, possibilita uma determinação mais precisa da constante dielétrica da mistura combustível.

"APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS"

Certificado de Adição de Invenção do pedido de patente de invenção
de nº PI 0204519-2, depositado em 10/10/2002

INTRODUÇÃO

[01] A presente invenção descreve uma técnica eletrônica para determinação da concentração de álcool em bebidas, para ser utilizada especialmente em linhas de produção, tanques de armazenagem, sistemas de inspeção de bebidas alcoólicas para monitoramento e controle da concentração de álcool. A técnica utiliza a mensuração da reflexão, transmissão e absorção de ondas eletromagnéticas pelo líquido testado.

CAMPO DE UTILIZAÇÃO DA INVENÇÃO

[02] Quando se considera uma garrafa de bebida, cerca de 50% a 90% é água e cerca de 5% a 40% é álcool. As cervejas têm um teor alcoólico típico de 5% a 10%, os vinhos entre 7% a 10% e os destilados chegando a cerca de 40%. Além de outros componentes, tais como: açúcares, minerais, ácidos, etc.

[03] No caso do vinho, tem-se 90% de água, 10% de etanol, 5% de glicerol e pequenas quantidades de ácidos, açúcar, potássio. Para estimar a concentração de álcool, pode-se medir a gravidade específica e usar uma das tabelas de conversão, tais como: Balling, Brix e Plato. O resultado é fornecido em graus correspondentes. Um grau Brix é equivalente a um grama de açúcar por cada 100 gramas de suco de uva. Tipicamente, na colheita, mede-se entre 20 e 25 graus Brix. Cerca de 55% a 60% do açúcar é convertido em álcool. Portanto, essa leitura é utilizada para obter o *álcool potencial*.

[04] A medida pode ser feita tanto antes como depois da destilação ou fermentação. Para a medição antes, isto é, após a colheita, obtém-se a concentração de açúcar. Para isso mede-se: gravidade específica, densidade, índice de refração. Entre as técnicas utilizadas nessa medida, tem-se: hidrômetro, picnômetro, tubo-U oscilante, refratometria, espectroscopia no infravermelho FTIR, infravermelho próximo NIR. As técnicas mais baratas têm problema de precisão ou de não serem automáticas. As técnicas mais precisas são também mais caras. Por exemplo, a técnica da refratometria depende da temperatura no ambiente de medição, assim como a concentração de outros açúcares pode levar a uma leitura incorreta.

[05] Atualmente, esse tipo de medição é regulamentado pela *International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis* (ICUMSA), que recomenda o uso da fração de massa.

[06] O monitoramento da concentração de álcool é importante para que se mantenha a qualidade da bebida e se possa informar adequadamente o consumidor. A técnica proposta é totalmente eletrônica, podendo ser conectada a redes de comunicação e possibilitando a medição de maneira automática com monitoramento remoto. Ela pode ser utilizada tanto com bebidas fermentadas, como bebidas destiladas.

ESTADO DA TÉCNICA RELATIVA À INVENÇÃO

[07] Algumas patentes já foram concedidas para instrumentos e meios de medição da concentração de álcool em bebidas. A grande totalidade deles utilizam técnicas ópticas. Um exemplo é a patente intitulada "*Method for determining concentration of substance e.g. alcohol in liquid mixture containing water, involves calculating complex index and reflection coefficient of mixture while comparing calculated values with previous values*", com números WO2008003328-A1, EP2035809-A1, EP2035809-B1,

DE602007004489-E, US2010292936-A1. Outro exemplo: *"Precise alcohol concn. measurement – uses readings of optical extinction and temp. and density"*, com números DE4138419-A1, DE4138419-C2. Outro exemplo de patente que utiliza princípios ópticos: *"Refractive index sensor for measuring concentration of alcohol during production of bioethanol, has spacer formed on metal film, and fluorine resin film formed on spacer, through which volatile substance is permeated"*, com número JP2009080098-A. Técnicas elétricas não são comuns na indústria de bebidas, tendo sido encontrado apenas um exemplo baseado na descarga de um eletrodo, e, portanto, sem nenhuma relação com esse pedido de proteção. Trata-se da patente intitulada *"Liquid property detecting device for detecting ethanol concentration comprises switch to switch an electrode to charge with standard voltage or discharge through grounding, and operation signal output to output operation signals"*, com números US 2010108507-A1, JP2010133930-A.

[08] A invenção aqui descrita utiliza uma linha de transmissão, que para efeito de teste, foi utilizada uma linha coaxial metálica que apresenta boa sensibilidade. Na linha coaxial, a onda eletromagnética se propaga totalmente através da bebida sendo testada. Embora outros tipos de linhas de transmissão possam também ser utilizadas, não sendo desconhecidas desse pedido. Além disso, a técnica possibilita utilizar também a reflexão do sinal e combinar essas duas medidas para uma determinação mais precisa. A linha de transmissão pode ser especialmente projetada para oferecer mínima reflexão na concentração considerada correta, possibilitando uma maior precisão na medição da concentração de álcool.

EXEMPLO PARA EXECUÇÃO DA INVENÇÃO

[09] Para compreensão da tecnologia concebida e de uma das formas idealizadas de execução do invento, é feita a seguir uma descrição detalhada dos componentes do sistema.

[10] Na FIGURA 1 é apresentada uma vista em corte longitudinal da estrutura da linha de transmissão que é preenchida com a bebida sob teste. O corte exemplifica uma linha de transmissão coaxial e permite a visualização dos vários componentes: (1) conectores para rádio-frequência, nas extremidades do dispositivo; (2) condutor interno de raio " a "; (3) tubo externo, de raio interno " b "; (4) entrada de bebida; e (5) saída de bebida.

[11] Na FIGURA 2 é mostrado o diagrama esquemático do circuito. A seguir descrevem-se os blocos de circuitos como apresentados na Figura 2. O aparelho para monitoramento da concentração de álcool em bebidas consiste de um gerador de sinais na faixa de rádio-frequência, RF, por exemplo, $0,1\text{ GHz}$ a 5 GHz (6), que envia uma onda eletromagnética, por exemplo, de potência na faixa de 1 dBm a 10 dBm , para a linha de transmissão contendo a bebida sob teste (7), o sinal transmitido é convertido pelo detector de potência (8) em um nível de tensão elétrica constante que é avaliado pela unidade (opcional) de processamento digital (9) para determinação da concentração de álcool, relativa a uma calibração previamente feita. O resultado é apresentado no monitor (10) para visualização externa ou outro sistema de visualização local ou remota, incluindo tecnologias de rede com fio (11) e sem fio (12). Caso seja implementada a medida da reflexão como também se propõe aqui, em outro exemplo construtivo e funcional da invenção, o divisor de potência (13) e o detector de potência (14) são acrescentados.

[12] Na FIGURA 3 estão contidos os resultados experimentais da absorção de ondas eletromagnéticas por uma mistura variada de

água e etanol anidro disponível no mercado, obtidos com a utilização do sistema inventado. Demonstrando uma relação linear entre a concentração de etanol e a potência absorvida.

[13] A linha de transmissão é projetada para ter uma impedância característica de *50 ohms* na faixa de frequência de interesse. O comprimento da linha de transmissão é baseado em dois fatores, de um lado se tem o volume de bebida a ser testada, de outro, pela quantidade de atenuação do sinal de RF desejado, que depende exponencialmente do comprimento. A permissividade elétrica da bebida é dependente da frequência.

[14] Considerando a mistura água e etanol e selecionando uma frequência de operação, é possível fazer uma regressão linear entre a potência absorvida e a quantidade de etanol medida. Isso pode ser programado no aparelho para determinação posterior da quantidade de etanol presente em misturas que forem testadas. Também se observa na expressão que a absorção aumenta com a frequência, o que possibilita um resultado mais preciso na medição, do que o obtido com medidas a baixas frequências.

[15] Medidas e configurações do dispositivo poderão variar de acordo com requisitos de sua portabilidade e comodidade de uso e aplicações, sem que sejam estranhos ao objeto desta invenção.

REIVINDICAÇÕES

1) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, caracterizado por um gerador de sinais na faixa de rádio-frequência (RF), preferencialmente, entre 1 GHz e 2 GHz (6), que envia uma onda eletromagnética com potência, preferencialmente, entre 1 dBm e 20 dBm, para uma linha de transmissão (7), que contém a bebida; o sinal transmitido ou refletido é convertido pelo detector de potência (8) em um sinal elétrico de tensão ou corrente elétrica constante, preferencialmente, na faixa de 0 V a 5 V, que é avaliado por uma unidade de processamento digital (9), a qual informa a concentração medida, de acordo com uma curva de calibração previamente armazenada.

2) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme Reivindicação 1, cujo sinal elétrico para a medição da reflexão e absorção de ondas eletromagnéticas pela bebida é caracterizado por estar situado entre 0,1 GHz a 5 GHz, definido por questões de sensibilidade dos componentes do combustível, podendo utilizar mais de uma frequência do espectro eletromagnético.

3) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme Reivindicação 1, caracterizado pela linha de transmissão apresentar-se oca, preferencialmente coaxial, podendo sua secção transversal ter qualquer conformação geométrica adequada, e poder ser lateralmente fechada ou aberta, incluindo a geometria planar.

4) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme as Reivindicações 1 e 3, caracterizado pela linha de transmissão possuir impedância característica bem definida, preferencialmente 50 ohms, na faixa de frequência de interesse.

5) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme as Reivindicações 1 e 3, caracterizado pelo comprimento da linha de transmissão estar baseado em dois fatores; de um lado, o volume da bebida a ser testado em cada amostra, e, por outro, pela quantidade de atenuação do sinal de RF desejado, que depende exponencialmente do comprimento da linha de transmissão.

6) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme a Reivindicação 1, caracterizado pela atenuação do sinal poder ser apresentada como o valor em decibel da potência de saída da linha de transmissão, em referência à potência de entrada, ou qualquer outra unidade usual da indústria de bebidas, a exemplo do grau Brix.

7) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme a Reivindicação 1, caracterizado pela permissividade elétrica também ser dependente da frequência.

8) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme as Reivindicações anteriores, caracterizado pelo sistema realizar a determinação da

quantidade de etanol, com uma seleção prévia da frequência de operação do sistema, e uma regressão linear entre a potência absorvida e a quantidade de etanol presente no fluido, e o sinal medido depender da permissividade elétrica e da tangente de perdas.

9) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme a Reivindicação 1, caracterizado por compreender um monitor local ou remoto para visualização externa dos resultados medidos.

10) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme a Reivindicação 1, caracterizado por também poder utilizar a medida da reflexão para aumentar a precisão da medição.

11) APARELHO ELETRÔNICO PARA MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL EM BEBIDAS, conforme a Reivindicação 1, caracterizado por também poder utilizar diversos tipos de interfaces, tanto locais como remotas, em rede com fio e sem fio.

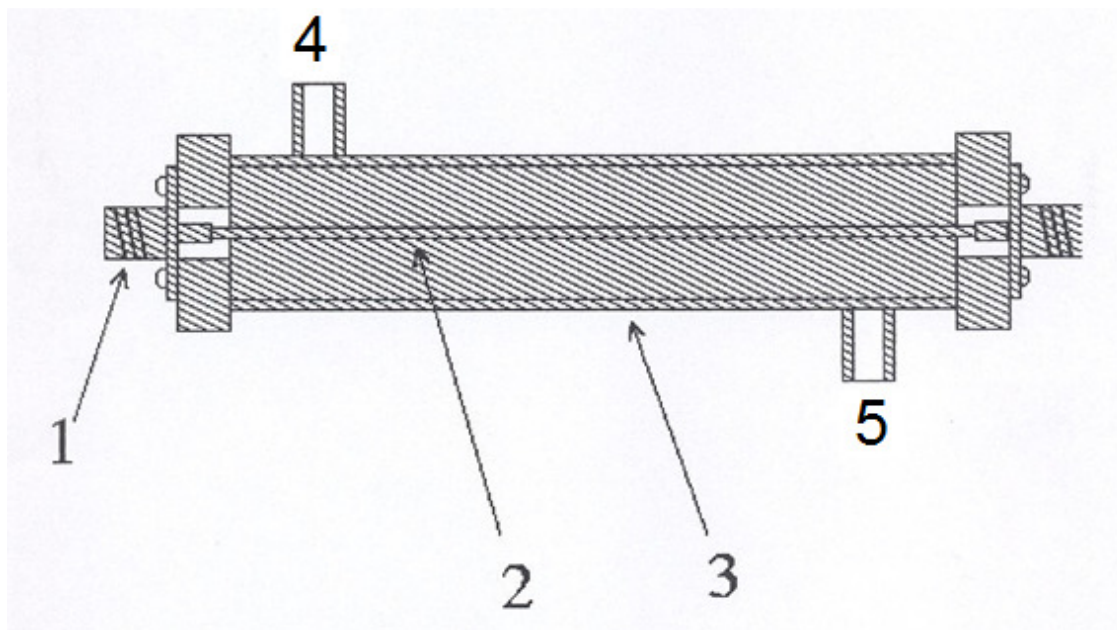


Figura 1

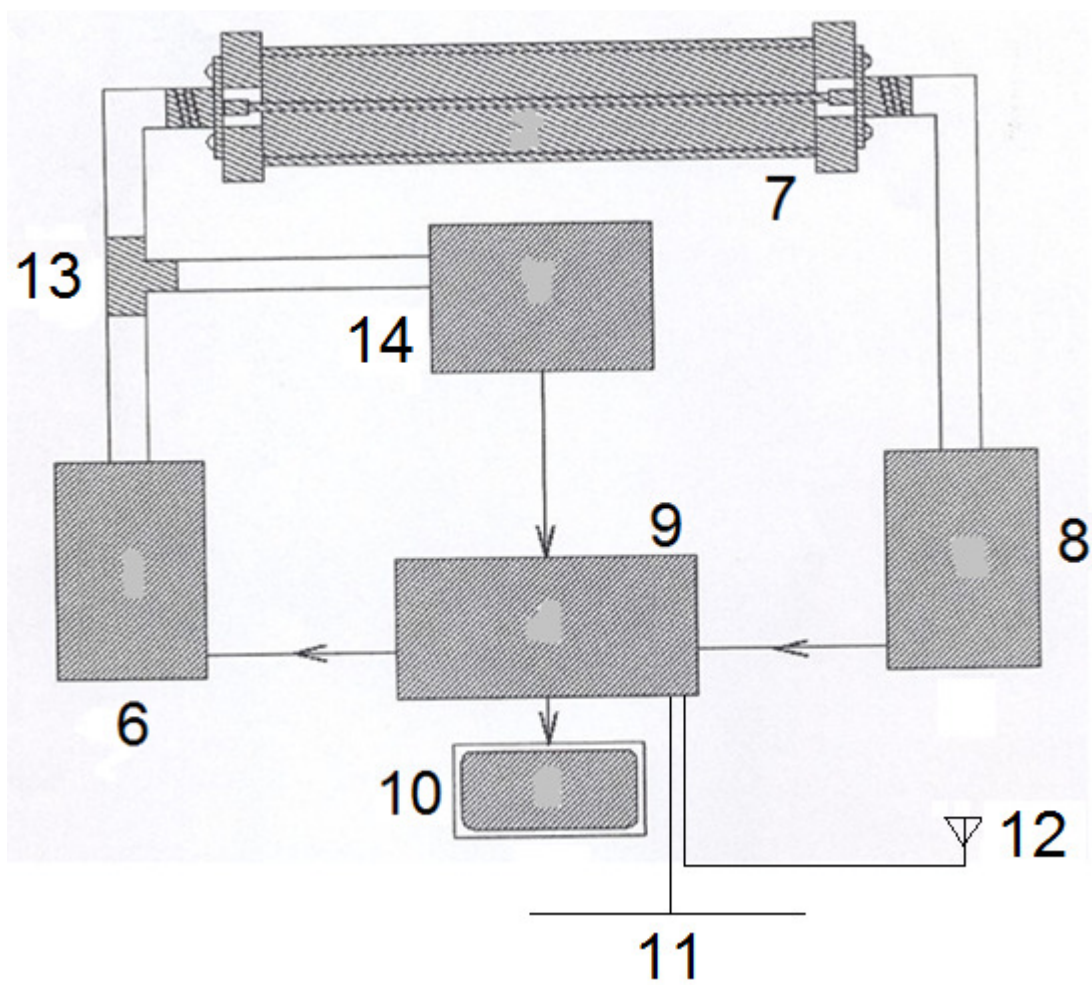


Figura 2

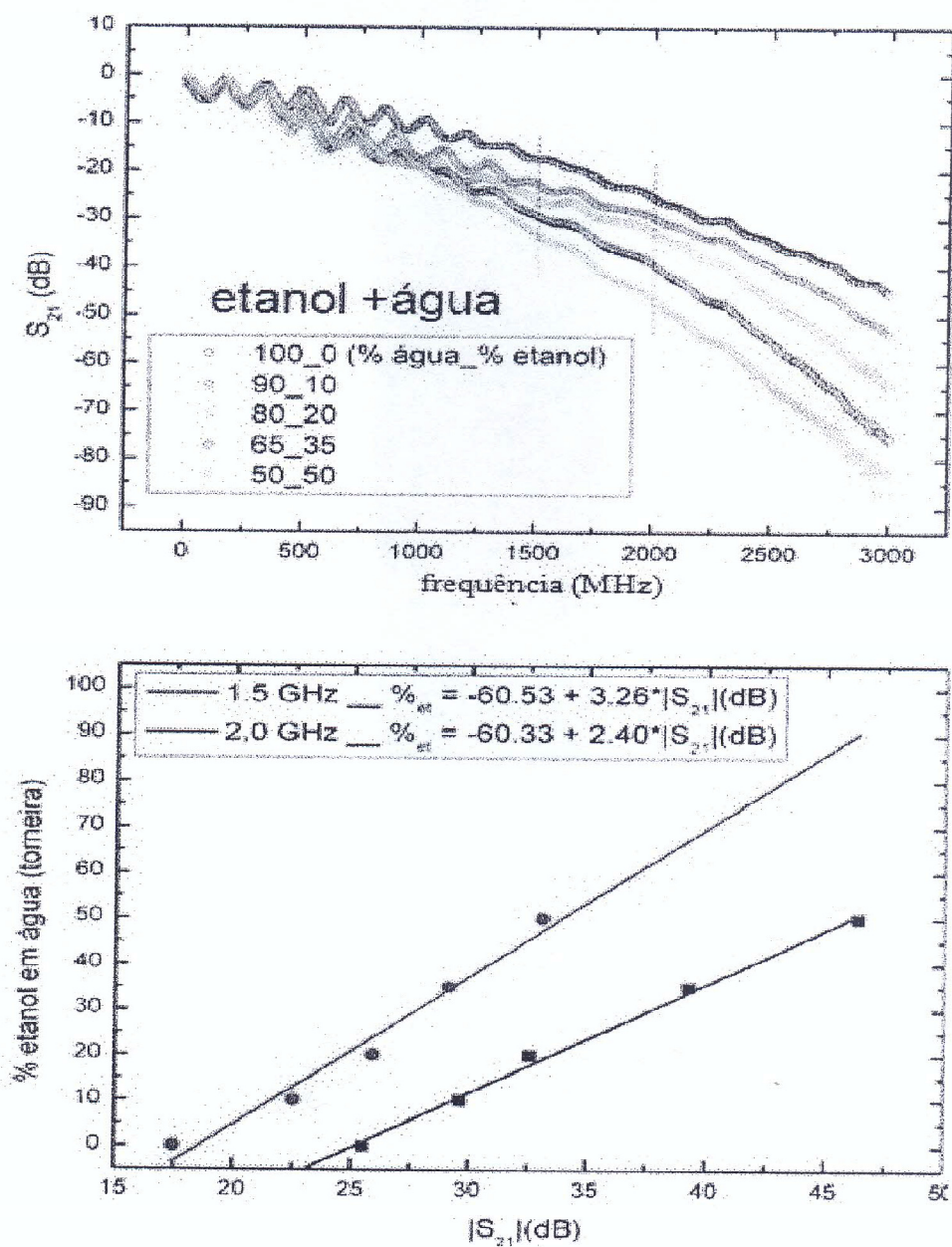


Figura 3