

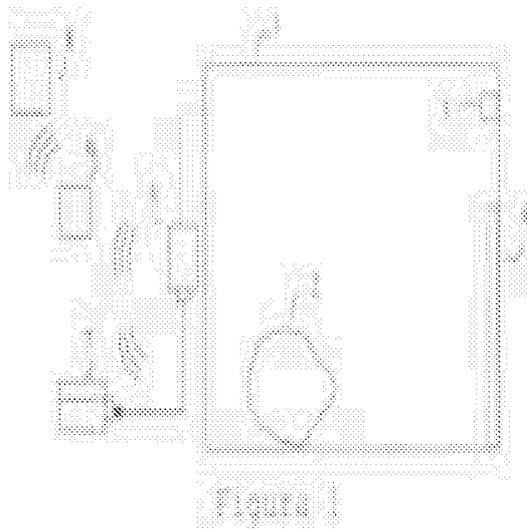
(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2007.01.30	(73) Titular(es): UNIVERSIDADE DO PORTO	
(30) Prioridade(s):	RUA D. MANUEL II 4050-345 PORTO	PT
(43) Data de publicação do pedido: 2008.07.31	(72) Inventor(es):	
(45) Data e BPI da concessão: 2008.10.27 215/2008	JORGE MANUEL GOMES BARBOSA	PT
	MIGUEL FERNANDO PAIVA VELHOTE CORREIA	PT
	ANDRÉ DAVID LEITE DE MELO	PT
	MIGUEL ÂNGELO ARAÚJO CARVALHO FERNANDES	PT
	(74) Mandatário:	
	MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA	
	RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO E REGISTO DA TEMPERATURA NO TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS SENSÍVEIS À TEMPERATURA E RESPECTIVO MÉTODO**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO CONSISTE NUM MÉTODO E DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO E REGISTO DA TEMPERATURA NO TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS SENSÍVEIS À TEMPERATURA (2). O MÉTODO DESENVOLVIDO PERMITE DETERMINAR A TEMPERATURA À SUPERFÍCIE DO PRODUTO (2) ATRAVÉS DA LEITURA DA TEMPERATURA AMBIENTE PELO SENSOR (3), A QUAL É REGISTADA NO DISPOSITIVO DE CONTROLO (5). ESTE DISPOSITIVO POSSUI UMA UNIDADE DE PROCESSAMENTO QUE IMPLEMENTA O MÉTODO REFERIDO E COMUNICA PARA O EXTERIOR A TEMPERATURA CALCULADA À SUPERFÍCIE DO PRODUTO (2). O PROBLEMA TÉCNICO QUE A INVENÇÃO RESOLVE CONSISTE NA UTILIZAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DO PRODUTO PARA DETERMINAR A QUALIDADE DO MESMO EM VEZ DE UTILIZAR A TEMPERATURA AMBIENTE, COMO É FEITO POR OUTROS DISPOSITIVOS, O PRODUTO (2) DEVERÁ ESTAR EM AMBIENTE COM TEMPERATURA CONTROLADA, NUM CONTENTOR TÉRMICO (1) COM CAPACIDADE DE MANTER A TEMPERATURA AMBIENTE PROGRAMADA. A TEMPERATURA AMBIENTE SOFRE OSCILAÇÕES DEVIDO À ABERTURA DE PORTA (4) PARA ACESSO AOS PRODUTOS, OS QUAIS NUM PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO, POR EXEMPLO, VÃO SENDO RETIRADOS DO CONTENTOR TÉRMICO (1) AO LONGO DE UM PERCURSO.



RESUMO

"DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO E REGISTO DA TEMPERATURA NO TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS SENSÍVEIS À TEMPERATURA E RESPECTIVO MÉTODO"

A invenção consiste num método e dispositivo para monitorização e registo da temperatura no transporte e armazenamento de produtos sensíveis à temperatura (2). O método desenvolvido permite determinar a temperatura à superfície do produto (2) através da leitura da temperatura ambiente pelo sensor (3), a qual é registada no dispositivo de controlo (5). Este dispositivo possui uma unidade de processamento que implementa o método referido e comunica para o exterior a temperatura calculada à superfície do produto (2). O problema técnico que a invenção resolve consiste na utilização da temperatura de superfície do produto para determinar a qualidade do mesmo em vez de utilizar a temperatura ambiente, como é feito por outros dispositivos. O produto (2) deverá estar em ambiente com temperatura controlada, num contentor térmico (1) com capacidade de manter a temperatura ambiente programada. A temperatura ambiente sofre oscilações devido à abertura de porta (4) para acesso aos produtos, os quais num processo de distribuição, por exemplo, vão sendo retirados do contentor térmico (1) ao longo de um percurso.

DESCRIÇÃO
"DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO E REGISTO DA TEMPERATURA NO
TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS SENSÍVEIS À
TEMPERATURA E RESPECTIVO MÉTODO"

Domínio da invenção

Esta invenção responde á necessidade de monitorizar a temperatura ambiente de produtos sensíveis à temperatura, como por exemplo no transporte ou armazenamento dos mesmos em contentores térmicos com capacidade de manter a temperatura condicionada.

Antecedentes da invenção

A monitorização e controlo da temperatura é um factor determinante na manutenção da conformidade de produtos sensíveis á temperatura, existe consequentemente uma necessidade de garantir um controlo sobre a cadeia de frio ao longo da produção, armazenamento e distribuição. As bactérias, naturalmente presentes nos produtos, multiplicam-se a diversos ritmos em função da temperatura. Para conservar correctamente um produto, as condições de temperatura devem ser propícias a abrandar (produtos refrigerados) ou a bloquear (produtos congelados) o desenvolvimento das bactérias. Como exemplo, a -18 °C, a multiplicação de bactérias é bloqueada; a 5 °C o crescimento bacteriológico aumenta e a 37 °C este crescimento é máximo. Na presença de um controlo insuficiente da temperatura, a quantidade de microrganismos presentes nos produtos alcançam, em poucas horas, níveis perigosos para a saúde. Como exemplo, para um produto a 37

°C, uma colónia inicial de 100 bactérias atinge 800 ao fim da primeira hora, 6 mil ao fim da segunda hora, 50 mil ao fim da terceira hora, 400 mil ao fim da quarta hora e 3 milhões ao fim da quinta hora.

O processo de controlo de temperatura dos produtos sensíveis à temperatura, como por exemplo alimentação e medicamentos, faz parte dos sistemas de garantia de qualidade das empresas, existindo por isso sistemas para auxiliarem nesse registo como se descreve a seguir.

A patente EP1667059A1, Information Processor and Processing Method, Information Processing System, Information Processing Program, Recording Medium, and Vehicle, descreve um sistema para monitorizar a temperatura dentro dos contentores usados para transportes de embalagens. Dispõe de vários sensores de temperatura espalhados pelo contentor que medem temperatura ambiente junto dos alimentos transportados. Possui uma central de registo que no final do percurso transmite os dados para um servidor, possibilitando o acesso à temperatura do contentor durante o transporte.

A patente IE20040761, Refrigeration Vehicle, apresenta um veículo instrumentado com diversos sensores de temperatura ambiente, sensores de porta, revestimento reforçado para o contentor térmico, entre outras funcionalidades. A aplicação prevista consiste no transporte de produtos sensíveis à temperatura como medicamentos e alimentos refrigerados (entre 2 °C e 8 °C). De salientar nesta patente a possibilidade de incluir um sensor empacotado

como se fosse um produto de modo a simular a temperatura a que o produto está sujeito, atendendo também à sua embalagem.

A patente JP2004108703, Operation Management Meter for Insulated Van, apresenta um sistema de medida para um veículo de transporte com contentor isolado e refrigerado, capaz de simplesmente registar a temperatura dentro do contentor. Aplicado ao transporte de carne, peixe e medicamentos.

A patente JP11348647, Operation Management Device for Insulated Van, apresenta um sistema de controlo de temperatura em tempo real, com similaridades com o anterior, mas com a particularidade de não precisar da intervenção de um operador. O sistema quando detecta que a temperatura de transporte excede os valores predefinidos comunica com a central de controlo, transmitindo os dados de temperatura. A central posteriormente avisa o motorista de eventual problema.

As várias patentes referidas mostram a importância do controlo de temperatura no transporte de produtos sensíveis à temperatura, nomeadamente alimentos e medicamentos. A monitorização, por exemplo, da temperatura de alimentos, é de obrigatoriedade legal pelo que, quer a norma da International Standard Organisation (ISO) 2200:2005, quer o Codex Alimentarius, que é reconhecido pelos membros do World Trade Organisation (WTO) como o guia base sobre o qual todas as aplicações nacionais para o controlo alimentar são avaliadas, implicam a utilização do

referencial HACCP, seus princípios e passos de aplicação. O referencial HACCP obriga na sua génese, ao controlo e monitorização da cadeia de frio ao longo do ciclo de vida dos produtos sensíveis á temperatura, isto é desde a produção primária até ao consumidor final. A invenção aqui apresentada difere das anteriores pelo facto de efectuar a monitorização da temperatura dos produtos pela temperatura à superfície dos mesmos em vez da abordagem descrita que utiliza a temperatura ambiente. Esta última por si só não traduz as variações térmicas dos produtos, substancialmente mais lentas do que a variação da temperatura ambiente, a qual sofre variações significativas quando se abre uma porta dum contentor com atmosfera controlada (quer no transporte quer no armazenamento). A utilização da temperatura de superfície dos produtos permite maior objectividade e rigor na avaliação do estado de conservação dos mesmos. Esta é obtida pela aplicação de um método de cálculo que a partir da temperatura ambiente estima a temperatura à superfície dos produtos.

Sumário da invenção e vantagens

A invenção apresentada é composta por um método e dispositivo compacto, programável e independente, com meios para medir, registar e processar a temperatura ambiente de contentores frigoríficos. O método e respectivo dispositivo permitem monitorizar a temperatura superficial de um corpo num determinado período, segundo um método de cálculo que utiliza como base a temperatura superficial inicial e a temperatura ambiente; o dispositivo é não intrusivo, ou seja, não existe contacto entre o dispositivo e o corpo a monitorizar durante o decorrer do processo.

O dispositivo compacto, programável e independente é um circuito electrónico que periodicamente adquire o valor da temperatura ambiente, processa-a e transmite a temperatura de superfície dos produtos. O meio de medição é, por exemplo, um circuito de acondicionamento de sinal para sensor de temperatura. O meio de registo é, por exemplo, uma memória não volátil. O meio de processamento é, por exemplo, um microprocessador ou micro-controlador. Os contentores frigoríficos referidos são, por exemplo, veículos de transporte com contentor frigorífico, usados na distribuição, ou frigoríficos fixos utilizados para o armazenamento de produtos.

O dispositivo compacto, programável e independente possui um sistema de bateria de modo a manter um funcionamento ininterrupto mesmo que seja desligada a alimentação principal, devido por exemplo, ao corte de energia quando é desligado o motor do veículo de distribuição.

Os dados processados representando a temperatura de superfície dos produtos bem como a temperatura ambiente, podem ser transferidos para um sistema computacional, como por exemplo, computador pessoal, telemóvel, PDA, impressora, entre outros.

De acordo com a presente invenção, o controlo de temperatura dos produtos pode ser feito de forma fiável e rigorosa, a baixo custo uma vez que não requer alteração das infra-estruturas existentes, e permite manter os registos em arquivo durante o tempo de vida dos produtos.

Breve descrição dos desenhos

A figura 1 ilustra os elementos necessários para a utilização da invenção, que se enquadra no controlo de qualidade de produtos sensíveis à temperatura.

A figura 2 mostra um diagrama de blocos exemplo dos componentes que constituem o dispositivo de controlo referido na figura 1.

A figura 3 é um diagrama representativo dos componentes do sistema e a forma como são ligados entre si.

A figura 4 é um fluxograma explicando a estrutura base do programa de controlo.

A figura 5 é um fluxograma explicando a aquisição e processamento dos valores de temperatura ambiente.

A figura 6 é um fluxograma explicando o processamento dos eventos gerados pelo utilizador do sistema.

A figura 7 mostra o gráfico representativo do comportamento térmico da amostra considerada no exemplo descrito.

Descrição detalhada da invenção

Com referência aos desenhos, uma forma exemplificativa de realização da invenção é descrita a seguir. No entanto o conteúdo desta invenção não está limitado a esta explicação.

A figura 1 ilustra os elementos necessários para a utilização da invenção, que se enquadra no controlo de qualidade de produtos sensíveis à temperatura. O dispositivo de controlo (5) é colocado ou instalado na parte exterior do contentor frigorífico (1). No caso de um veículo de transporte, utilizado na distribuição de

produtos, a instalação do dispositivo (5) é feita na cabine do mesmo.

O contentor frigorífico (1) deve ter capacidade de manter uma dada temperatura de referência, por exemplo entre 0°C e 4°C no transporte de produtos refrigerados. Possui uma porta de acesso ao seu interior, de modo que quando esta é aberta provoca alterações na temperatura ambiente do contentor (1). Quando é fechada a porta, o equipamento de frio (não mostrado) do contentor (1) repõe a temperatura de referência.

O dispositivo de controlo (5) recebe o sinal do sensor de temperatura (3) indicando a temperatura ambiente dentro do contentor frigorífico (1). O sensor de temperatura (3) pode ser colocado num qualquer ponto do contentor (1), sendo no entanto preferível que esteja junto à porta de acesso (4) por ser a zona com maiores variações de temperatura quando a mesma é aberta para se ter acesso aos produtos, reflectindo assim o pior caso.

O dispositivo de controlo (5), quando solicitado pelo operador, comunica a leitura da temperatura ambiente e a temperatura calculada de superfície dos produtos para um sistema computacional móvel sem fios (6), que é por exemplo um telemóvel, PDA, computador pessoal ou impressora. Possui também capacidade de comunicação em série e sem fios para um dispositivo (7) de interface com um sistema de informação computacional. Este dispositivo tem por finalidade permitir a recolha dos dados no fim do percurso de distribuição ou, para uma instalação frigorífica fixa,

utilizar os dados recolhidos em contínuo sobre a temperatura ambiente e dos produtos.

O dispositivo receptor (8) aparece no caso de distribuição e representa um equipamento computacional, do destinatário dos produtos, capaz de receber por comunicação sem fios os dados relativos à temperatura dos produtos durante o transporte. O dispositivo receptor (8) pode ser, por exemplo, um telemóvel, um PDA, um computador pessoal, entre outros. A utilização do dispositivo (8) não é obrigatória para a presente invenção, podendo a entrega dos dados relativos à temperatura dos produtos ser feita por outros meios como, por exemplo, impressão em papel, mensagem electrónica, entre outros.

A figura 2 mostra um diagrama de blocos exemplo dos componentes que constituem o dispositivo de controlo (5). O módulo de comunicação (25) permite a comunicação dos valores de temperatura para o dispositivo de interface (7) e para o dispositivo receptor (6). A comunicação em série pode ser, por exemplo, RS232c, USB entre outros. A comunicação sem fios pode ser, por exemplo, Bluetooth, Ethernet IEEE 802.11b/g, entre outros. O módulo de comunicação (25) permite a transferência de dados de forma eficiente e prática entre os vários agentes envolvidos num processo de armazenamento ou distribuição.

O módulo de memória não volátil (24) pode ser, por exemplo, um disco rígido, uma memória Flash, entre outros, e tem por função guardar os valores lidos da temperatura ambiente. Os valores da temperatura à superfície dos produtos podem ser

também armazenados nesta memória (24) ou podem ser calculados de novo sempre que necessário. O módulo de memória (24) pode ser configurado de modo a guardar um programa, valores iniciais do programa a vários níveis, de acordo com as necessidades.

O módulo de aquisição (27) efectua a medição da temperatura ambiente em intervalos de tempo definidos no programa que executa no módulo de processamento (28). A solução apresentada considera um sensor (3), mas podem ser ligados mais de modo a utilizar um valor de temperatura ambiente obtido pela combinação de várias medidas efectuadas em locais diferentes do contentor frigorífico.

O módulo de alimentação (26) dispõe de interface para a rede pública de distribuição de energia eléctrica e de interface para uma bateria de veículo. Dispõe também de uma bateria recarregável capaz de alimentar o dispositivo de controlo (5) quando há interrupção da alimentação principal. Esta pode ocorrer por corte de rede eléctrica ou por corte da bateria do veículo quando é desligado o motor.

O módulo de sinalização (21) permite ter uma percepção visual do estado do sistema de forma simples e clara. Pode ser constituído, por exemplo, por díodos emissores de luz (do inglês led). A implementação apresentada refere dois leds, mas não está limitada a este número, um de cor verde para indicar que estão a ser adquiridos valores de temperatura e outro vermelho para indicar que a temperatura dos produtos excede o limite permitido.

O módulo mostrador (22) permite dispor de uma interface pessoa-máquina mais evoluída, e é, por exemplo, um mostrador digital de 16 caracteres. Permite configurar parâmetros como intervalo de tempo entre leituras de temperatura, temperatura inicial dos produtos, tipo de produto a considerar no cálculo, entre outras. Durante o processo de aquisição permite mostrar a temperatura ambiente medida e a temperatura calculada à superfície dos produtos bem como outras mensagens relacionadas com o funcionamento do dispositivo de controlo (5).

O módulo de botões (23) permite ao utilizador interagir com o sistema, quer nas operações de configuração quer nos pedidos de transmissão de dados. A implementação apresentada refere quatro botões, mas não está limitada a este número: botão 1 para operações de configuração base; botão 2 para seleccionar modo de comunicação; botão 3 para seleccionar o tipo de produto; e botão 4 para transmitir dados.

O módulo de processamento (28) é realizado, por exemplo, por um micro-controlador que tem por função controlar todos os outros módulos existentes no dispositivo de controlo (5) bem como a tarefa de executar o programa de cálculo da temperatura de superfície dos produtos em função da temperatura ambiente obtida pelo módulo de aquisição (27).

A figura 3 é um diagrama representativo dos componentes do sistema e a forma como são ligados entre si. O dispositivo de controlo (5) é ligado a uma bateria (10) que mantém o sistema em funcionamento durante um período de tempo significativo quando não existe alimentação exterior. No

caso de o sistema ser instalado num veículo, a bateria (10) liga à tomada de isqueiro. A bateria pode ligar à rede eléctrica através do adaptador (11). O sensor de temperatura ambiente (3) instalado no contentor frigorífico liga-se directamente ao sistema de controlo (5) através de um cabo. Esta ligação pode ser efectuada por comunicação sem fios no caso de o sensor (3) ser um dispositivo com capacidade de comunicação sem fios.

A seguir, com referência à figura 4, descreve-se o processamento efectuado pelo módulo de processamento (28) do dispositivo de controlo (5).

Num passo S1, de início de programa, o estado de configuração, o módulo de processamento (28), através do módulo mostrador (22), apresenta ao utilizador várias opções de configuração: a) a temperatura inicial do produto (2), ou seja, a temperatura do produto (2) quando este é colocado dentro do contentor frigorífico (1). Este valor pode ser alterado pelo utilizador; b) o intervalo de tempo entre as amostras da temperatura ambiente. O valor pré-definido é de 10 segundos, podendo o utilizador aumentar ou diminuir este valor em passos de 1 segundo; c) início de aquisição, em que ignora os dados anteriores na memória; d) continuação de aquisição, em que retoma o processo de registo de temperatura mantendo as leituras anteriores; e) modo inactivo, que permite manter os dados recolhidos com um consumo mínimo de energia, por exemplo, desligando os módulos de comunicação (25), aquisição (27), mostrador (22), entre outros, desnecessários nesse estado.

Num passo S2 é verificado se o utilizador pressionou algum dos botões do módulo botões de controlo (23). Em caso afirmativo o processamento prossegue num passo S3 de processamento dos botões explicado a seguir com referência à figura 5, senão passa para o passo S4.

Num passo S4 é verificado se já terminou o intervalo de tempo especificado para a aquisição. Em caso afirmativo o processamento prossegue num passo S5, onde é efectuada a aquisição e processamento da temperatura ambiente lida no sensor (3) e explicado a seguir com referência à figura 6; senão prossegue para o passo S6.

Num passo S6 é verificado se o sistema está em modo de configuração, ou seja, se está a ser mostrado ao utilizador o menu de configuração. Em caso afirmativo o processamento prossegue para o passo S1, senão prossegue para o passo S2 de verificação de accionamento do módulo de botões (23).

A seguir, com referência à figura 5, descreve-se o fluxograma relativo ao processamento efectuado pelo módulo de processamento (28) do dispositivo de controlo (5) quando é pressionado um dos botões do módulo de botões de comando (23).

Num passo S31 é verificado se o botão de configuração foi pressionado. Em caso afirmativo, o processamento prossegue para o passo S1 da figura 4, senão continua no passo S32.

Num passo S32 é verificado se o botão de modo de comunicação foi pressionado. Em caso afirmativo, o processamento prossegue num passo S33 onde é mostrado o modo seguinte de comunicação especificado numa lista,

interna do módulo de processamento (28), com todos os modos disponíveis. O modo de comunicação mostrado fica automaticamente activo. O programa continua no passo S6 da figura 4.

Num passo S34 é verificado se o botão de tipo de produto foi pressionado. Em caso afirmativo, o processamento prossegue num passo S35 onde é mostrado o tipo seguinte de produto especificado numa lista, interna do módulo de processamento (28), com todos os tipos disponíveis. O tipo de produto mostrado fica automaticamente activo. O programa continua no passo S6 da figura 4.

Num passo S36 é verificado se o botão de pedido de transmissão de dados foi pressionado. Em caso afirmativo, o processamento prossegue no passo S37 onde os valores calculados para a temperatura de superfície dos produtos (2) são transmitidos para o sistema computacional móvel sem fios (6) ou para o dispositivo de interface com um sistema de informação computacional (7). O programa continua no passo S6 da figura 4.

A seguir, com referência à figura 6, descreve-se o fluxograma relativo ao processamento efectuado pelo módulo de processamento (28) do dispositivo de controlo (5) quando é registado e processado um novo valor da temperatura ambiente obtida através do sensor (3).

Num passo S51 o módulo de processamento (28) através do módulo de aquisição (27) obtém o valor actual da temperatura ambiente indicado pelo sensor (3). Este valor é

utilizado no passo S52 para calcular a temperatura à superfície do produto (2).

No passo S52 é calculada a temperatura à superfície do produto (2) utilizando um modelo de sistema físico de primeira ordem de parâmetros concentrados no qual, para um dado produto (2), a constante de tempo é obtida multiplicando a sua resistência térmica, medida em $^{\circ}\text{C}/\text{W}$, pela sua capacidade térmica, medida em $\text{KJ}/^{\circ}\text{C}$. O módulo de processamento (28) calcula a temperatura de superfície pela convolução da função de transferência do sistema de primeira ordem pela temperatura ambiente medida pelo módulo de aquisição (27).

No cálculo da temperatura à superfície do produto considera-se que este se comporta como um sistema físico de primeira ordem, linear, causal e invariante no tempo. Considera-se que os parâmetros do sistema térmico podem ser representados por parâmetros concentrados nos quais, para um dado produto (2), a constante de tempo é obtida multiplicando a sua resistência térmica (R) pela sua capacidade térmica (C). Considera-se ainda que a interacção térmica entre corpos é nula e a existência de vários corpos no mesmo contentor reflecte-se na temperatura ambiente lida pelo sensor (3).

O módulo de processamento (28) calcula a temperatura de superfície do produto, também designada de saída do sistema e representada por $y(t)$, pela convolução da função de transferência do sistema, também designada de resposta impulsional e representada por $h(t)$, pela temperatura

ambiente medida pelo módulo de aquisição (27) ($T_{amb}(t)$) subtraída da temperatura inicial do produto (T_{ini}). Esta também designada de sinal de entrada e representada por $x(t)$. A função $h(t)$ é uma função exponencial decrescente no tempo com o decaimento dado pela constante de tempo referida acima.

A função temperatura de superfície ($y(t)$), na sua forma discreta ($y(n)$), é então obtida para o instante n pelo algoritmo representado no seguinte algoritmo.

```

y(n)=Tini
PARA k=0 ATÉ n
y(n) = y(n) + x(k)*h(n-k)

```

De seguida ilustra-se através de um exemplo a aplicação do método para determinação da temperatura de superfície.

Considera-se um contentor refrigerado com um volume de 12 m³, uma carga com o volume de 0.370x10⁻³ m³ e, como tipo de carga, a carne de suíno refrigerada. Para o volume considerado, a carga é caracterizada pelos parâmetros de resistência térmica (R) igual a 3.070175439 °C/W e de capacidade térmica (C) igual a 1396 KJ/°C. A temperatura inicial da amostra é de 3.1 °C.

Os resultados obtidos são apresentados na figura 7. O gráfico apresenta o comportamento térmico da amostra considerada quando sujeita a uma temperatura ambiente constante de 15.7 °C. A curva T_{medido} representa as medidas efectuadas por um sensor de contacto. A curva $T_{estimado}$

representa a temperatura calculada pelo método descrito acima ($y(t)$). A curva T_{ambiente} representa a função da Temperatura ambiente ao longo do tempo ($T_{\text{amb}}(t)$).

Num passo S53 é guardado no módulo de memória não volátil (24) os valores de temperatura obtidos nos passos S51 e S52. Os mesmos valores, no passo S54 são mostrados no módulo mostrador (22).

Num passo S55 é verificado se a temperatura obtida no passo S52 excede o valor máximo admissível para o tipo de produto (2) transportado ou armazenado. Em caso afirmativo, o módulo de processamento (28) sinaliza este facto através do módulo de sinalização (21), por exemplo, acendendo um diodo emissor de luz vermelho. O processamento prossegue para o passo S6 da figura 4.

O método e dispositivo, descritos nesta invenção, para monitorização e registo da temperatura no transporte e armazenamento de produtos sensíveis à temperatura, permite efectuar o controlo real da temperatura dos produtos, através do registo da temperatura de superfície dos mesmos. A invenção descrita permite efectuar com maior objectividade e rigor a avaliação do estado de conservação dos produtos. A sua aplicação pode ser efectuada por várias vias: a) instalação do dispositivo num veículo de distribuição; b) instalação numa câmara frigorífica de armazenamento de produtos c) utilização do método para otimizar o consumo de energia do contentor frigorífico, permitindo-lhe maiores variações da temperatura ambiente

desde que a temperatura de superfície do produto monitorizado não exceda o limite máximo.

A apresentação do dispositivo para monitorização e registo da temperatura no transporte e armazenamento de produtos sensíveis à temperatura e respectivo método descrito é feito como um exemplo não limitativo que pode ser sujeito a modificações e variações levadas a cabo por uma pessoa perita na matéria, as quais, no entanto, estão abrangidas pelo âmbito da invenção, como definido pelas reivindicações que se seguem.

Lisboa, 30 de Janeiro de 2007

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para monitorização e registo da temperatura no transporte e armazenamento de produtos sensíveis à temperatura, para contentores térmicos com capacidade de manter a temperatura condicionada, **caracterizado por** compreender:

- um sensor de temperatura ambiente (3), preferencialmente colocado junto à porta de acesso (4), para determinar a temperatura do interior do contentor (1) a que os produtos (2) estão sujeitos;

- um dispositivo de controlo (5) que recebe o sinal do sensor de temperatura (3) indicando a temperatura ambiente dentro do contentor frigorífico (1);

- uma fonte de alimentação (10);

em que dispositivo de controlo (5) compreende um módulo de aquisição (27) que obtém o valor actual da temperatura ambiente do contentor (1) indicado pelo sensor (3); e um módulo de processamento (28) que calcula a temperatura de superfície dos produtos (2) através do processamento da informação da função temperatura da superfície com base na temperatura ambiente, o volume do contentor, um volume da carga e o tipo de carga.

2. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o dispositivo de controlo (5), quando solicitado pelo operador, comunicar a leitura da temperatura ambiente e a temperatura calculada de superfície dos produtos para um sistema computacional móvel sem fios (6), preferencialmente um telemóvel, PDA, computador pessoal ou impressora.

3. O dispositivo de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado por** ter capacidade de comunicação em série e sem fios para um dispositivo (7) de interface de transferência de dados para um sistema de informação computacional ou de impressão remoto.

4. O dispositivo de acordo com as reivindicações anteriores **caracterizado por** se integrar com um dispositivo receptor (8) para o destinatário dos produtos, o qual é capaz de receber por comunicação sem fios os dados relativos à temperatura dos produtos durante o transporte, e que é constituído por um equipamento computacional preferencialmente um telemóvel, um PDA, um computador pessoal.

5. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender um módulo de comunicação (25) que permite a comunicação dos valores de temperatura para o dispositivo de interface (7) e para o dispositivo receptor (6); em que preferencialmente a comunicação série é RS232c, USB e a comunicação sem fios Bluetooth, Ethernet IEEE 802.11b/g.

6. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender um módulo de memória não volátil (24) constituída preferencialmente por um disco rígido, uma memória Flash; e que guarda os valores lidos da temperatura ambiente e os valores da temperatura à superfície dos produtos.

7. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender um módulo de aquisição (27) que efectua a medição da temperatura ambiente em intervalos de tempo definidos no software que executa no módulo de processamento (28).

8. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender um módulo de alimentação (26) de interface para a rede pública de distribuição de energia eléctrica e de interface para uma bateria de veículo; em que também dispõe de uma bateria recarregável capaz de alimentar o dispositivo de controlo (5) quando há interrupção da alimentação principal.

9. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender um módulo de sinalização (21) que permite ter uma percepção visual do estado do sistema de forma simples e clara o qual é preferencialmente constituído por díodos emissores de luz.

10. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1 **caracterizado por** compreender um módulo mostrador (22) que permite dispor de uma interface pessoa-máquina evoluída com um mostrador digital o qual permite configurar parâmetros como intervalo de tempo entre leituras de temperatura, temperatura inicial dos produtos, tipo de produto a considerar no cálculo, entre outras.

11. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreender um módulo de botões (23) que permite ao utilizador interagir com o sistema, quer nas

operações de configuração quer nos pedidos de transmissão de dados, em que preferencialmente tem um botão para operações de configuração base; um botão para seleccionar modo de comunicação; um botão para seleccionar o tipo de produto; e um botão para transmitir dados.

12. O dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** compreender um módulo de processamento (28) constituído por um micro-controlador que tem por função controlar todos os outros módulos existentes no dispositivo de controlo (5) bem como a tarefa de executar o programa de cálculo da temperatura de superfície dos produtos.

13. Método de utilização do dispositivo para monitorização e registo da temperatura no transporte e armazenamento de produtos, **caracterizado por** compreender os seguintes passos:

- configurar do sistema;
- obter da informação do sensor (3) de temperatura ambiente;
- calcular da temperatura à superfície dos produtos através da operação de convolução da informação da temperatura ambiente obtida pelo sensor com a função de transferência característica do produto, obtida por um modelo de sistema físico de primeira ordem de parâmetros concentrados onde a constante de tempo relativa a um produto é obtida multiplicando a sua resistência térmica pela sua capacidade térmica;
- guardar a temperatura ambiente e a temperatura à superfície dos produtos calculada;

- seleccionar modo de comunicação;
- seleccionar o tipo de produto;
- iniciar a comunicação de dados.

Lisboa, 30 de Janeiro de 2007

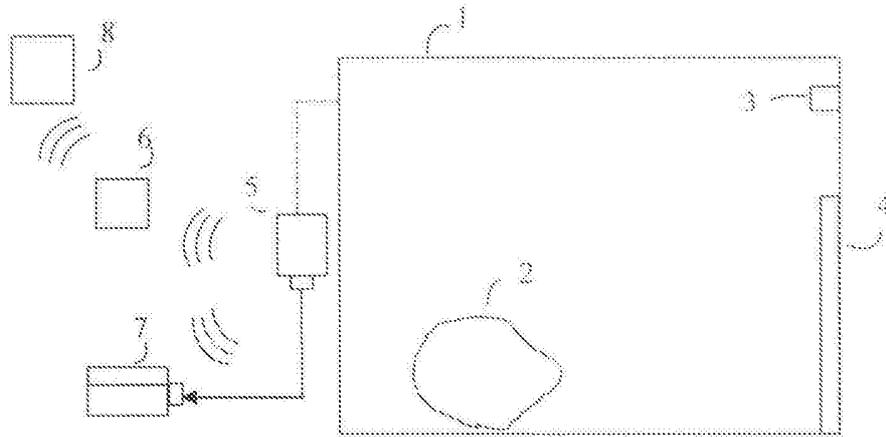


FIGURA 1

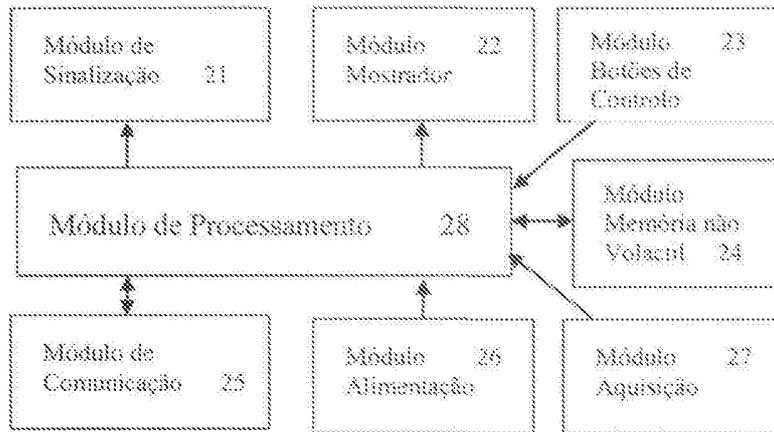


FIGURA 2

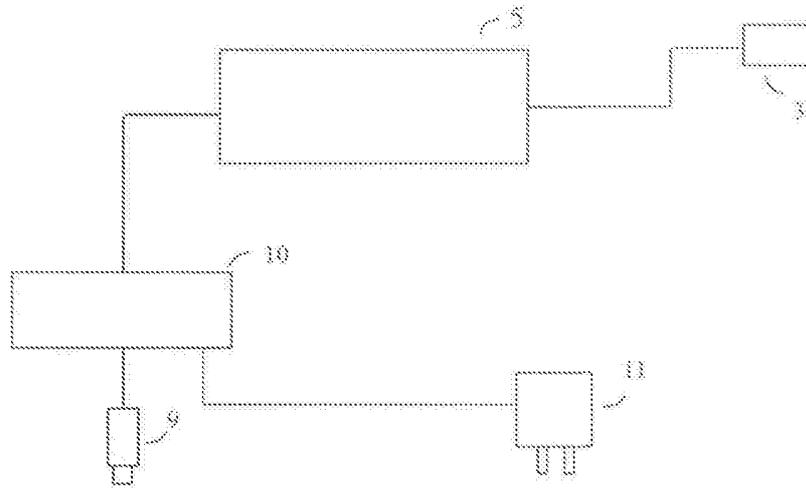


FIGURA 3

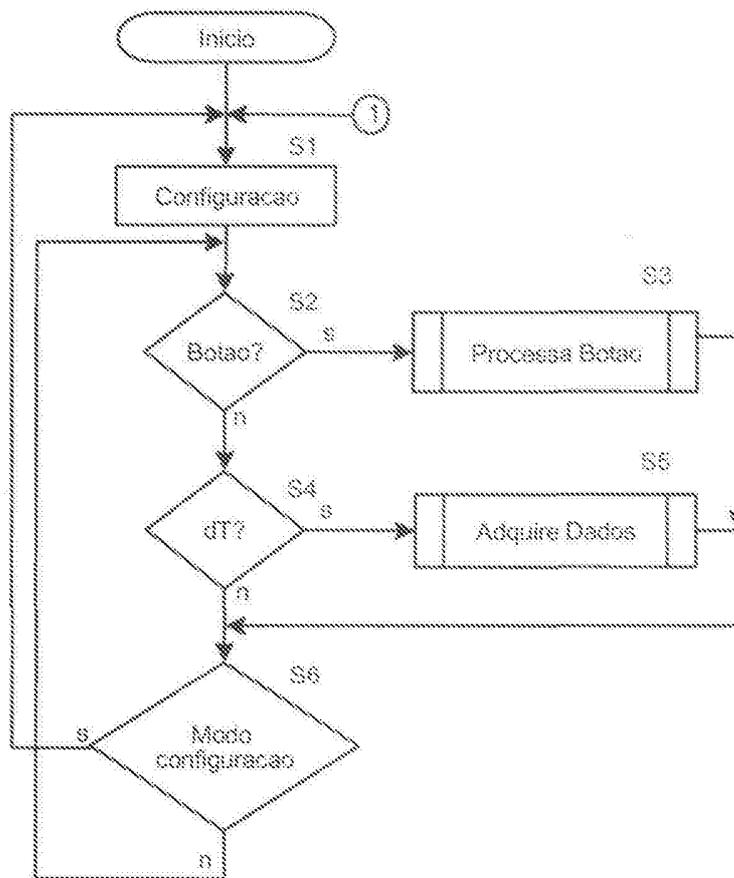


FIGURA 4

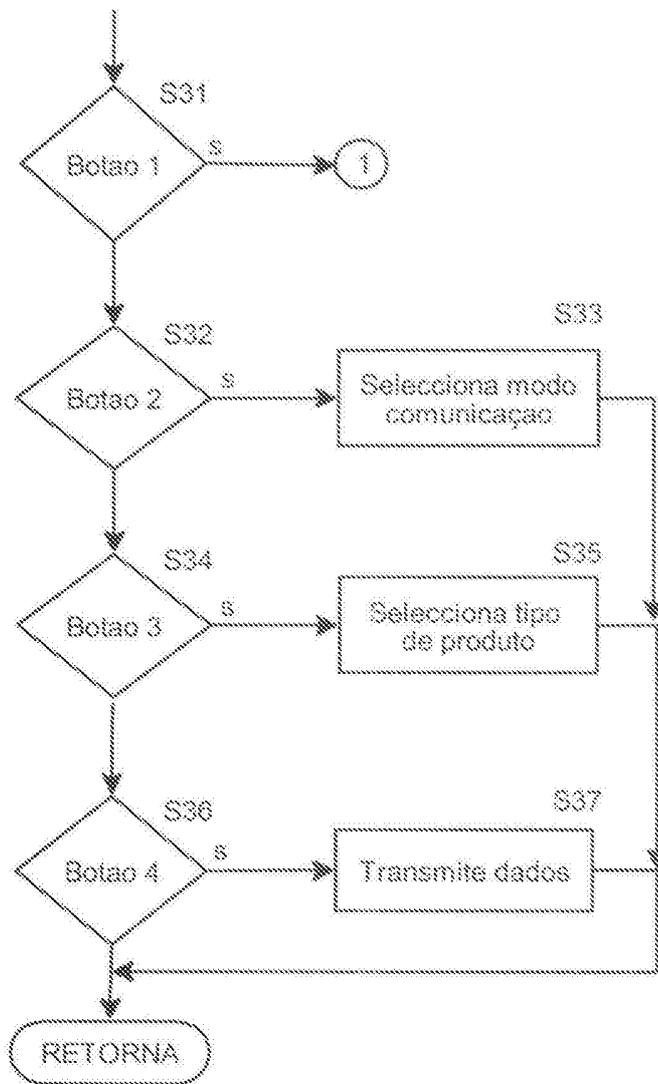


FIGURA 5

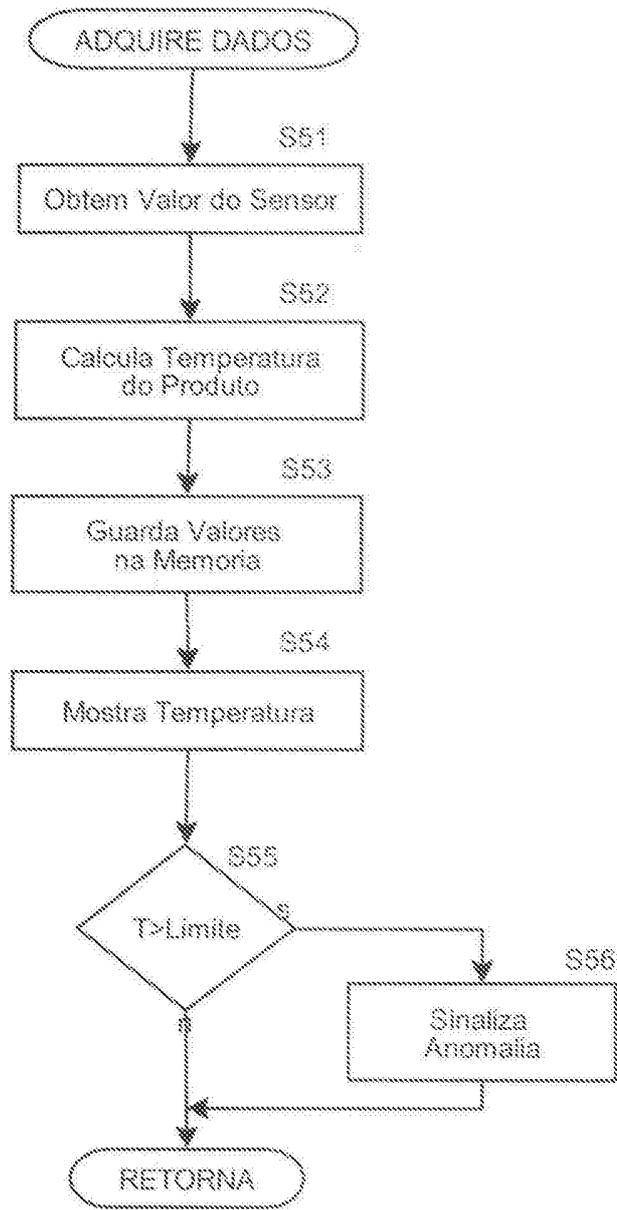


FIGURA 6

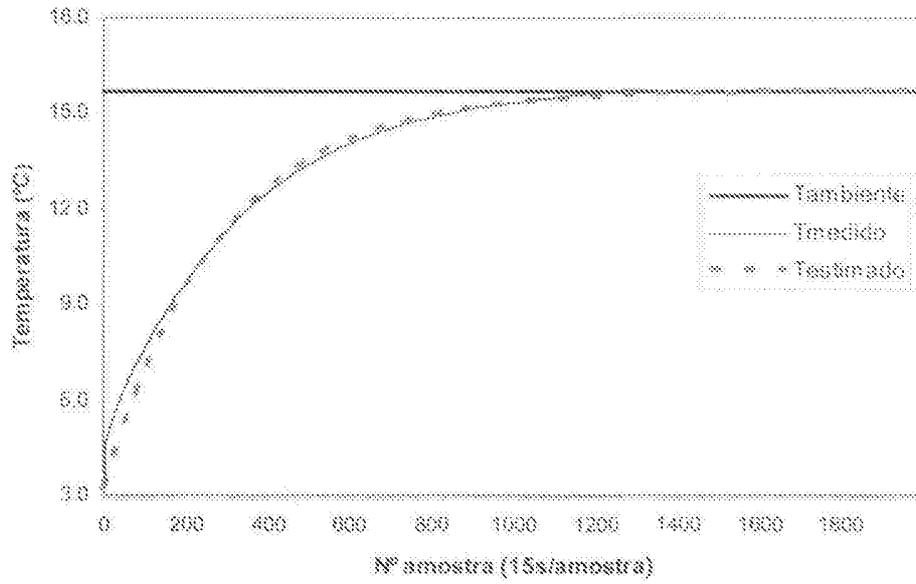


FIGURA 7