

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 006 455**

51 Int. Cl.:

F25D 29/00 (2006.01)

G01K 7/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2021** **E 21184458 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024** **EP 3936804**

54 Título: **Sistema de seguridad alimentaria para artículos alimentarios en entornos refrigerados**

30 Prioridad:

10.07.2020 EP 20185317

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2025

73 Titular/es:

GENOSSENSCHAFT MIGROS ZÜRICH (50.00%)
Pfingstweidstrasse 101
8005 Zürich, CH y
AXINO SOLUTIONS AG (50.00%)

72 Inventor/es:

HIRSCH, SVEN;
SCHÜLE, MARTIN;
ULZEGA, SIMONE y
HOURANI, IHAB

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 006 455 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de seguridad alimentaria para artículos alimentarios en entornos refrigerados

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un sistema de seguridad alimentaria para artículos alimentarios en entornos refrigerados. Más específicamente, la invención se refiere a un método no invasivo de temperatura para medir la temperatura central de productos refrigerados.

10

Estado de la técnica

Los supermercados ofrecen diversos artículos alimentarios a sus clientes, entre otros, alimentos frescos que deben mantenerse en un entorno refrigerado. El entorno refrigerado comprende normalmente un frigorífico o una habitación, que puede cerrarse mediante puertas batientes o correderas. Las puertas batientes suelen tener una orientación vertical, mientras que las puertas correderas pueden orientarse vertical, horizontalmente o de forma inclinada. En lugar de un compartimento cerrado de este tipo, el frigorífico o enfriador puede tener también una abertura al entorno para un acceso directo a los alimentos almacenados en el frigorífico. Normalmente, los productos refrigerados se mantienen a temperaturas entre 2 y 5 grados centígrados para los productos frescos perecederos y por debajo de -18 grados centígrados para los congelados.

15

20

La temperatura antes mencionada debe definirse justamente. El aire del frigorífico tiene una temperatura de aire refrigerado. Esta temperatura no tiene por qué coincidir con la temperatura central del artículo alimentario almacenado, ya que un proceso de transferir calor intercambia el calor de los productos fríos con el entorno refrigerado dentro de un frigorífico, especialmente cuando dichas puertas se abren y/o una mano de un cliente entra en el aire refrigerado y crea turbulencias con la entrada de aire exterior. Otro intercambio de calor se produce cuando el cliente toca el envase del artículo alimentario, se lo lleva a la mano, pero tal vez devuelve el artículo alimentario al lugar de almacenamiento.

25

Esto no sólo modifica la temperatura del aire del frigorífico, sino también la temperatura central de las partes más internas de los productos fríos.

30

Por ende, puede producirse una fluctuación anormal de la temperatura central del producto en ambas direcciones, hacia arriba o hacia abajo y sigue la temperatura del aire. La temperatura central del producto puede aumentar, cuando la circulación de aire en el enfriador disminuye rápidamente debido a un problema dentro del proceso de refrigeración.

35

La temperatura en el interior de un frigorífico de este tipo puede mostrar grandes fluctuaciones y picos debido a los ciclos de descongelación, interacción del cliente y termostato de temperatura.

Por lo tanto, en varias jurisdicciones existen normativas que obligan a tomar muestras a intervalos de tiempo de los frigoríficos y a medir directamente la temperatura central del producto introduciendo un termómetro de sonda en el alimento. Este proceso, aunque laborioso y derrochador, es la norma industrial aceptada en Europa en el año de la solicitud. Esto significa que se introduce un sensor de temperatura a través del envase hasta el núcleo del producto y se mide directamente la temperatura. Tales técnicas de medición son invasivas, engorrosas y costosas, ya que el alimento analizado debe eliminarse y no puede seguir vendiéndose. No obstante, la medición directa de la temperatura central de una muestra parece ser un fuerte indicador relacionada con la temperatura en el frigorífico, tales mediciones tienen algunos riesgos, que no tienen en cuenta el diseño del frigorífico tales como, tiene puertas, cuándo los clientes se están acercando al frigorífico, cuándo el personal había reorganizado o reabastecido los alimentos.

40

45

Las temperaturas del compartimento térmico periférico pueden medirse de forma no invasiva y directa sin pérdida de productos, pero no son indicadores precisos ni fiables de las temperaturas centrales del producto.

50

El documento WO 2011/072 296 A2 A divulga un dispositivo de seguridad alimentaria para su colocación en un producto. El dispositivo de seguridad alimentaria comprende uno o más sensores configurados para medir al menos una condición del producto y/o su entorno, uno o más indicadores visuales configurados para mostrar una indicación visual de la frescura y/o seguridad del producto, una antena configurada para transmitir y recibir datos relativos al menos a una condición medida del producto y a la frescura y/o seguridad del producto, y un módulo lógico configurado para ejecutar lógica programable para determinar la frescura y/o seguridad del producto desde al menos una condición medida del producto, hacer que uno o más indicadores visuales muestren una indicación visual de la frescura y/o seguridad que determina, y transmitir y recibir datos relativos al menos a una condición medida del producto y a la frescura y/o seguridad del producto a través de la antena.

55

60

El documento WO 2008 1 140 212 A1 se refiere a un sistema basado en una red de sensores ubicua y a un método para gestionar automáticamente el saneamiento de los alimentos. El sistema incluye al menos un nodo sensor configurado para medir y almacenar información de detección, comparar los valores medidos con los valores preestablecidos y generar un mensaje de advertencia. Un nodo sumidero media entre el nodo sensor y un servidor de gestión y entre el terminal móvil y el servidor de gestión. Un terminal móvil lee la información alimentaria mediante un

65

lector RFID o un lector de códigos de barras, transmite la información alimentaria, mide y almacena la información de detección, compara los valores medidos con los valores preestablecidos y genera un mensaje de advertencia. El servidor de gestión genera una orden de control, transmite la orden de control al nodo sensor o al terminal móvil, y notifica a un gestor una situación urgente y la ubicación del artefacto de cocina si los datos recibidos son un mensaje de advertencia.

5
10
15
El documento NL 1 036 411 C2 se refiere a la medición y cálculo de la temperatura de los alimentos. Estos alimentos se almacenan en los denominados armarios refrigerados, refrigeradores y congeladores aptos para su almacenamiento y/o exhibición. Los distintos grupos de productos alimentarios requieren su propia temperatura de conservación y exhibición. Como tal, no es posible instalar un sensor para cada producto, en el armario refrigerado se utilizan varios sensores inalámbricos. El documento indica que estos sensores miden individualmente la temperatura del aire y un método calcula la temperatura correcta del producto con su propio algoritmo de interpretación. Este método incluiría un algoritmo que dependen del tipo de armario refrigerado y del producto que se va a medir. Los datos recogidos por la red inalámbrica se almacenan y a continuación pueden usarse para optimizar el sistema de refrigeración. El informe de búsqueda de la oficina de patentes de los Países Bajos adjunto al documento ha indicado que dicho documento no contenía ejemplos que permitieran a un experto comprender cómo puede llevarse a cabo el método.

20
25
30
El documento US 2010 /128755 A1 se refiere a un dispositivo y un método para determinar la temperatura en el interior de un artículo que se va a cocinar, que comprende un sensor de temperatura para detectar la temperatura de la superficie del artículo que se va a cocinar y/o una temperatura ambiente alrededor del artículo que se va a cocinar, en particular en un punto de medición situado en el interior de la cámara de cocción alrededor del producto que se va a cocinar, preferentemente con un sensor de temperatura ambiente dispuesto en dicho lugar de medición. Puesto que el método se refiere a cocinar como, por ejemplo, dentro de un cuatros, el dispositivo comprende además un sensor de distancia para detectar distancias entre el sensor de distancia y puntos de medición en la superficie del artículo que se va a cocinar, así como un dispositivo de medición de tiempo para medir el tiempo transcurrido durante la preparación del artículo que se va a cocinar. A partir de estos datos, un dispositivo de cálculo calcula la temperatura en el interior del artículo que se va a cocinar utilizando la temperatura de la superficie del artículo que se va a cocinar y/o la temperatura ambiente, la distancia o múltiples distancias, el tiempo transcurrido, y la temperatura inicial del artículo que se va a cocinar.

35
40
El documento US 6.299.920 B1 proporciona un sistema y un método sin contacto para aproximar la temperatura interna de los alimentos que se están cocinando sobre una superficie de cocción de un aparato de cocción, tal como una parrilla o plancha. Los dispositivos de medición sin contacto por ultrasonidos o infrarrojos pueden instalarse directamente en el aparato de cocción, y en concierto con un sistema informatizado de supervisión/control, se utilizan para supervisar el estado de los alimentos que se están cocinando o para controlar el aporte de calor a la superficie de cocción mediante un circuito de retroalimentación. El sistema utiliza un PSD AR basado en partículas de alimentos que vibran por ultrasonidos en donde se puede añadir ruido blanco.

45
50
El documento US 2018/003572 A1 divulga un dispositivo de medición de temperatura para supervisar la temperatura de un producto sensible a la temperatura, por ejemplo, un hemoderivado. El dispositivo de medición de temperatura incluye al menos dos tipos de sensores de temperatura: (a) un sensor de temperatura en contacto térmico con el producto, (b) un sensor de temperatura en chip de un microprocesador o microcontrolador, y/o (c) un sensor de temperatura ambiente configurado para medir una temperatura ambiente externa al producto.

55
60
El documento US 2017/224161 A1 proporciona un dispositivo de cocción que comprende una cámara de calentamiento, un elemento calefactor para calentar un medio de cocción en la cámara de calentamiento, un sensor de temperatura para controlar la temperatura del medio de cocción a lo largo del tiempo, y un sensor de masa para controlar la masa de un alimento que se va a cocinar en la cámara de calentamiento a lo largo del tiempo. El dispositivo de cocción comprende también un controlador que procesa la información procedente del sensor de masa y del sensor de temperatura para predecir la temperatura central del alimento y controlar el proceso de cocción que dependen de dicha temperatura.

Objeto de la invención

65
Basándose en la técnica anterior disponible, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de seguridad alimentaria económico, preciso, no invasivo y fiable para determinar la temperatura central de los alimentos en un entorno refrigerado, especialmente para cumplir los requisitos de la cadena de frío.

Esta determinación del núcleo del producto tiene que tener en cuenta la posibilidad de que se produzcan acontecimientos a lo largo del tiempo como ciclos de descongelación, termostato de temperatura, interacción del cliente, interacciones de los trabajadores y cambio medioambiental.

El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con la invención se caracteriza por las características de la reivindicación 1 y comprende una unidad de sensor de temperatura y un centro de control. La unidad de sensor de temperatura es preferentemente un pequeño dispositivo electrónico portátil previsto para ser colocado en un enfriador

que se va a supervisar. El centro de control es una unidad de control independiente que puede proporcionarse dentro de las instalaciones con el uno o más enfriadores que se van a supervisar, pero también puede estar en un lugar remoto.

5 La unidad de sensor de temperatura tiene un sensor de temperatura, una fuente de alimentación, un elemento de transmisión de datos y una unidad de control. La unidad de sensor de temperatura puede alimentarse a batería. El elemento de transmisión de datos está previsto para establecer una conexión directa o indirecta con el centro de control, en donde directa comprendería conexiones, por ejemplo, en la misma LAN, mientras que indirecta significa, por ejemplo, a través de Internet u otros medios de transmisión inalámbricos.

10 La unidad de centro de control tiene un procesador informático y una memoria, adaptados para ejecutar una función de modo determinista que predice el cambio de temperatura central a lo largo del tiempo, es decir, $\frac{dT_{c^{cl}}(t)}{dt}$, para un artículo alimentario en una posición predefinida del artículo alimentario en dicho enfriador supervisado. Dentro de la memoria se almacena una base de datos con entradas de datos específicas para cada tipo de enfriador que pretende ser supervisado por el sistema de seguridad alimentaria. La función de modo determinista (f^{cl}) depende de los parámetros de transferencia de calor específicos del enfriador ($h^{cl,fp}$) relacionados con la posición predefinida del artículo alimentario en el enfriador utilizado y supervisado, de los coeficientes específicos de los alimentos (Q^{ft}) que se refieren al tipo de alimento tomado de un grupo de tipos de alimentos, de la temperatura ambiente (Te^{cl}) medida por el sensor de temperatura de la unidad de sensor de temperatura y de la temperatura central actual prevista ($T_{c^{cl,fp,ft}}$) del artículo alimentario, es decir, el sensor de temperatura es un sensor de temperatura del aire que proporciona una información referida a la temperatura central actual de una pluralidad de objetos dentro del enfriador que se va a supervisar, es decir:

$$\frac{dT_{c^{cl,fp,ft}}(t)}{dt} = f(h^{cl,fp}, Q^{ft}, Te^{cl}, T_{c^{cl,fp,ft}})$$

25 En otras palabras, la memoria del centro de control se llena con una base de datos de parámetros de transferencia de calor que dependen del tipo de enfriador (=cl), de la posición predefinida del artículo alimentario (=fp) así como del tipo de alimento (=ft) en esta posición del artículo alimentario, de valores de los coeficientes específicos de los alimentos que dependen del tipo de alimento (=ft), por lo tanto, calcular una temperatura central prevista para una muestra de tipo de alimento específico en una posición específica del artículo alimentario en un tipo de enfriador predeterminado basado en el valor de entrada de una temperatura medida por la temperatura que depende del tipo de enfriador (=cl) a través de su posición predeterminada en el enfriador.

30 La función se basa en parámetros de transferencia de calor predeterminados para el enfriador que tiene una pluralidad de posiciones predefinidas para los alimentos y una posición predeterminada para la unidad de sensor de temperatura, preferentemente en el centro del enfriador que se va a supervisar.

35 La memoria comprende una base de datos con parámetros de transferencia de calor almacenados para uno o más enfriadores y tipo de enfriador. Esto incluye también posibles posiciones de los artículos alimentarios que dependen de la disposición del tipo de enfriador y se basa en dicha una o más posiciones predeterminadas (diferentes) de la unidad de sensor de temperatura. La posición predeterminada de la unidad de sensor de temperatura también puede realizarse montando la unidad de sensor de temperatura de forma fija en el enfriador. Sólo en este último caso, un enfriador específico forma parte del sistema de seguridad. Cuando la unidad de sensor de temperatura puede colocarse en un enfriador pero es desmontable, a continuación, el sistema de seguridad comprende al menos dicha unidad de sensor de temperatura y un centro de control, en donde el centro de control comprende una base de datos con las entradas antes mencionadas para al menos un tipo de enfriador. También es posible, que se instalen dos o más sensores de temperatura en un enfriador, de forma fija o como unidad móvil, de nuevo en posiciones predeterminadas. Esto es especialmente útil para las unidades más grandes, en donde cada sensor supervisa una parte del espacio de almacenamiento del enfriador, especialmente en longitud o en profundidad del espacio de almacenamiento del enfriador. A continuación, cada sensor de temperatura está configurado para supervisar una parte del espacio del enfriador, es decir, independientemente del otro uno o más sensores de temperatura instalados en dicho espacio de almacenamiento del enfriador y se emite inicialmente una alerta para el espacio de almacenamiento supervisado en el que la predicción de la temperatura central supera dicho umbral dado para emitir la alarma.

40 Los coeficientes específicos de los alimentos se predeterminan basándose en los tipos de alimentos con un comportamiento similar cuando se almacenan en el enfriador en una posición predefinida. Los datos están predeterminados para un grupo predeterminado de diferentes tipos de alimentos, por ejemplo, de acuerdo con la posición y el tipo de alimento, en forma de matriz bidimensional para cada enfriador o tipo de enfriador.

50 En una realización preferida, se añade ruido blanco a la función de modo determinista.

La temperatura ambiente (Te^{cl}) se mide a intervalos de tiempo predeterminados que pueden ser intervalos regulares, especialmente entre uno y diez minutos, especialmente dos minutos.

La unidad de sensor de temperatura del enfriador se conecta preferentemente con dicho centro de control a través de una red de energía de largo alcance (LoRaWan).

5 En una realización preferida, el centro de control está configurado para conectarse a un servidor de alarmas para llamar automáticamente a un dispositivo de comunicación electrónica predefinido que esté presente en las instalaciones de enfriador transmitiendo la información de un incidente en el enfriador en cuestión identificada por la unidad de sensor de temperatura relacionada. Se considera que se produce un incidente de este tipo cuando al menos una temperatura prevista para las distintas posiciones del enfriador supera el umbral autorizado para el producto basándose en la temperatura prevista y desencadena la transmisión mencionada a un servidor de alarmas, especialmente a un usuario en las instalaciones a través de, por ejemplo, un teléfono inteligente o un ordenador de alarma en la unidad.

15 Los datos del enfriador en la base de datos de la memoria del sistema de seguridad pueden proceder de uno o más enfriadores diferentes del grupo que abarca uno o más tipos de enfriador abierto, enfriador cerrado que tiene una tapa, cámara frigorífica cerrada, enfriador de un vagón frigorífico o de mercancías, bandeja o nevera, es decir, enfriador para temperaturas justo por encima de 0 °Celsius o para temperaturas iguales o inferiores a 18 °Celsius. Adicionalmente, una cámara frigorífica puede ser una habitación con puertas de ventilación. En otras palabras, los datos de memoria del centro de control se refieren a al menos un tipo de enfriador que debe supervisarse. Por lo tanto, el sistema puede actualizarse fácilmente, cuando hay nuevas neveras disponibles o simplemente se introduzcan en un local ya existente, ya que basta con actualizar la base de datos con los datos específicos de este tipo de enfriador, basándose, opcionalmente, en una o más de las posiciones previstas de la unidad de sensor de temperatura.

25 Los tipos de alimentos pueden pertenecer a un grupo que incluye carne, pescado, productos lácteos fluidos, productos lácteos sólidos, alimentos enlatados y productos sólidos de conveniencia, es decir, seis grupos. Es posible proporcionar más o diferentes grupos, pero cada grupo requiere la determinación previa de los parámetros mencionados en los distintos enfriadores utilizados.

30 El sistema, de acuerdo con una realización de la invención, incluye un sensor de temperatura central para la medición no invasiva de la temperatura de un compartimento térmico central de un producto refrigerado, como la carne de aves de corral, pescado o productos lácteos. El sensor de temperatura central incluye un sensor de temperatura del aire, que tiene libre acceso a la circulación del aire, y un método de simulación que es ejecutado por un sistema conectado al sensor de temperatura del aire. El sensor de temperatura del aire puede colocarse en el enfriador directamente al lado de los artículos refrigerados. El controlador se conecta de forma inalámbrica al sensor de temperatura del aire, que se correlaciona con el tiempo para crear una curva de disipación de calor temperatura-tiempo.

35 Otras realizaciones de la invención se establecen en las reivindicaciones dependientes.

Descripción de las figuras

40 Las realizaciones preferidas de la invención se describen a continuación con referencia a los dibujos, que tienen el propósito de ilustrar las presentes realizaciones preferidas de la invención y no el propósito de limitar las mismas. En los dibujos,

45 la Figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de un primer tipo de enfriador vertical que va a supervisarse con un sistema de seguridad de acuerdo con la invención,

la Figura 2 muestra una vista en perspectiva esquemática de un segundo tipo de enfriador horizontal que se puede cerrar que va a supervisarse con un sistema de seguridad de acuerdo con la invención,

la Figura 3 muestra las curvas de temperatura previstas en comparación con las comprobaciones manuales de temperatura realizadas en el marco de la validación del sistema de seguridad de acuerdo con la invención;

50 la Figura 4 muestra una vista esquemática de una unidad de sensor de temperatura que va a usarse en relación con la invención;

la Figura 5 muestra una vista esquemática de un sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con la invención junto con una pluralidad de enfriadores que se van a supervisar.

55 Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de un primer tipo de enfriador vertical 10 que va a supervisarse con un sistema de seguridad de acuerdo con la invención. El primer tipo de enfriador vertical 10 comprende una superficie de acceso frontal abierta 11 orientada principalmente en sentido vertical con una superficie de acceso inferior 12 a la que puede acceder un cliente desde arriba. El dibujo muestra a modo de ejemplo una muestra de artículos alimentarios perecederos refrigerados 13 colocados en bandejas en la parte inferior del enfriador 10, en estantes dentro del habitáculo abierto del enfriador o que están colocados en colgadores. El primer tipo de enfriador vertical 10 tiene una porción de espacio refrigerado interior 15 que está prácticamente separada del entorno del espacio de venta 16, es decir, el entorno por el plano definido por los bordes delanteros 17 del enfriador 10. Normalmente se genera convección de aire para mantener el aire frío dentro de la parte de almacenamiento del enfriador y, por tanto, dentro de los bordes 17 del enfriador de acuerdo con la invención, una unidad de sensor de

temperatura 20 se coloca en la porción de espacio refrigerado 15 en una posición predeterminada cuya posición se explicará en la siguiente descripción. Se prefiere que esta unidad de sensor de temperatura 20 tenga una distancia máxima similar a cualquier alimento 13 que se vaya a colocar en el enfriador 10, por lo que a menudo se coloca en el centro (de izquierda a derecha) del enfriador 10 y preferentemente en la parte superior, por ejemplo, debajo de la placa de cubierta superior 21 del enfriador 10.

En contraste con la Figura 1, la Figura 2 muestra una vista en perspectiva esquemática de un segundo tipo de enfriador horizontal que puede cerrarse 10'. Aquí los bordes delanteros 17 de la Figura 1, que definen el plano que encierra el aire más frío detrás del mismo, se sustituyen por topes y guías horizontales 17' alrededor de la superficie superior del enfriador 10', en donde la separación entre la porción de espacio refrigerado interior 15 y el entorno de venta 16 se realiza mediante una puerta corredera 18 que se desplaza prácticamente horizontal en la dirección de la doble flecha 19. Los productos 13 así como la unidad de sensor de temperatura 20 están situados en el interior del enfriador 10', en donde la unidad de sensor de temperatura 20 está situada preferentemente en el centro (de izquierda a derecha) en el interior de la pared posterior de la unidad de enfriador 10'. También puede haber dos puertas correderas 18 que cubran cada 50 % de la superficie de borde para cerrar el enfriador 10' si no se ha seleccionado ningún artículo alimentario 13; o puede haber una sola puerta 18 de modo que una mitad de la abertura entre los bordes 17 esté siempre abierta.

De acuerdo con la invención, una unidad de sensor de temperatura 20 es suficiente para ser colocada en una posición predeterminada en un enfriador cualquiera 10 o 10'. La unidad de sensor de temperatura 20 se muestra en detalle en relación con la Figura 4. El sensor de temperatura 25 incorporado en la unidad de sensor de temperatura 20 permite supervisar en tiempo real las temperaturas centrales de diversos productos alimenticios de acuerdo con el siguiente método de utilización del sistema de seguridad alimentaria.

Antes de usar el sistema de seguridad alimentaria en el sitio, por ejemplo, en una estructura como la de la Figura 5, dentro del proceso de enfriamiento, la temperatura central se modela matemáticamente, seguido de una calibración de los parámetros del modelo impulsada por datos que permite la validación del modelo mediante la comparación de la predicción del modelo con las observaciones de la temperatura medida en el mundo real a través de pruebas de funcionamiento y comprobación de las temperaturas centrales medidas.

El modelo se simula de abajo arriba con las propiedades conocidas de los materiales y la influencia de convección, en otras palabras, el modelo se adapta a cada tipo de enfriador 10, 10' en uso. El modelo se basa en un modelo de parámetros fijos, también denominado modelo de elemento lumped, que simplifica la descripción del comportamiento de sistemas físicos distribuidos espacialmente en una topología que consiste en entidades discretas que se aproximan al comportamiento del sistema distribuido bajo ciertas suposiciones que están dentro del parámetro de los grupos de productos y la una o más temperaturas habituales del entorno 16. El campo de temperatura se calcula únicamente basándose en la temperatura ambiente. El modelo se calibra a partir de datos de medición. La predicción de la temperatura se basa únicamente en la temperatura ambiente, es decir, la temperatura del aire en el enfriador.

El modelo se basa en la selección de unas pocas variables de estado y parámetros, especialmente un conjunto de variables se determina basándose en el enfriador 10, 10'; tales variables determinan la dependencia de la temperatura ambiente en cualquier punto de almacenamiento del enfriador 10, 10', por ejemplo, si el artículo alimentario que se va a supervisar de forma remota está cerca de la unidad de sensor de temperatura; en la parte inferior del frigorífico o en un colgador en la esquina superior izquierda. El segundo conjunto de variables se determina basándose en de los alimentos que se van a almacenar; un producto lácteo líquido tiene una curva de cambio de temperatura diferente a la de una ensalada suelta bajo una cubierta de celofán. Todos los demás procesos se incluyen en el modelo como ruido.

Es conocido en la técnica usar la ecuación diferencial estocástica (SDE) para modelar varios fenómenos tales como precios inestables de acciones o - como se hace en el presente documento - sistemas físicos sujetos a fluctuaciones térmicas. Una SDE es una ecuación diferencial en la que uno o más de los términos es un proceso estocástico, dando lugar a una solución que también es un proceso estocástico.

Aunque es preferido para usar SDE, es posible aplicar ecuaciones diferenciales sencillas con una estimación del error de temperatura superior.

El modelo, por ejemplo, basándose en SDE, se comprueba a continuación con los datos disponibles calibrados como inferencia de parámetros impulsados por datos. Basándose en un análisis de series temporales con predicción, se predice la temperatura central de grupos de productos en lugares específicos del enfriador. El modelo prospectivo se utiliza para hacer predicciones probabilísticas que permitan a continuación validar y calibrar el modelo. La validación de modelos como tal no es necesaria para el funcionamiento del sistema de seguridad en cuestión, sino que demuestra que la temperatura central prevista de cualquier alimento de la lista de alimentos previsibles en cualquier lugar predeterminado del enfriador coincide con una temperatura central medida manualmente, que suele ser la comprobación oficial del cumplimiento de la normativa y que se aplicaría en caso de que un funcionario del control de existencias apareciera y realizara su propia comprobación.

Esta validación del modelo se produce para todos los tipos de neveras 10, 10' (y 130) por separado, para usar el parámetro específico de suma global. Además de los tipos de enfriadores 10, 10', el modelo también depende de los distintos tipos de productos alimentarios, que se dividen dentro de la calibración del modelo en un número predeterminado de grupos de alimentos, actualmente tomado del grupo que abarca carne, pescado, productos lácteos fluidos (por ejemplo, leche, yogur), productos lácteos sólidos (por ejemplo, queso), alimentos enlatados y, por último, productos sólidos de conveniencia (por ejemplo, sándwiches). Es posible dividirlos en otros grupos, por ejemplo, si se transportan productos lácteos sólidos desde un centro logístico 120 a una tienda minorista 110 con un camión 130, a continuación, "el" producto suele ser un grupo envasado de, por ejemplo, 4 por 4 por 5 envases de productos lácteos sólidos, por lo que el núcleo de este grupo envasado es diferente al expositor de una tienda minorista.

El modelo estocástico se basa en la adición de una función de modelo determinista f , que depende de la transferencia de calor:

$$\frac{dT_c(t)}{dt} = f(h, Q, T_e, T_c) + \eta(t)$$

Aquí, dT_c/dt es la tasa de cambio de la temperatura central, f la función determinista del modelo basándose en la transferencia de calor específico del enfriador h , coeficiente específico de los alimentos Q , la temperatura ambiente T_e y la temperatura central T_c . η es el ruido estocástico que describe sucesos aleatorios impredecibles que pueden perturbar el sistema. Se observa que sólo Q se refiere al producto alimentario como parte de uno de los grupos mencionados anteriormente y que sólo h se refiere al tipo de enfriador (es decir, 10, 10' o 130) además de, por supuesto, la temperatura ambiente T_e que debe tomarse en el interior del enfriador en un lugar predeterminado. Pero la temperatura ambiente T_e es un valor medido determinado por la unidad de sensor de temperatura y no un valor predeterminado que depende del enfriador. La transferencia de calor está influenciada por la temperatura ambiente T_e si diferentes parámetros para un enfriador se establecen basándose en diferentes colocaciones de la unidad de sensor de temperatura. Las dependencias de los diferentes parámetros de la función f en el enfriador que se va a supervisar ($=cl$), la posición de los alimentos en dicho enfriador ($=fp$) y el tipo de alimento suministrado en dicha posición ($=ft$) se muestran en la parte de descripción general de la presente memoria descriptiva. En este punto, la fórmula se aplica basándose en los datos relativos a un enfriador específico y a la disposición de los alimentos y tipos de alimentos, como se muestra en la Figura 1 o en la Figura 2.

La calibración del modelo se realiza con la hipótesis de ruido blanco constante y una distribución normal de las temperaturas centrales.

La inferencia de parámetros puede llevarse a cabo mediante el método Markov Chain Monte Carlo (MCMC) denominado EMCEE propuesto por Goodman y Weare publicado en Comm. App. Math. And Comp. Sci., 5, 65 (2010).

Como se ha mencionado anteriormente, el modelo separa el parámetro del enfriador del parámetro de los grupos de alimentos. Como consecuencia: El método funciona con un único sensor de temperatura en la unidad de sensor de temperatura 20 situada en el centro del enfriador. El centro del enfriador suele ser el punto del enfriador que tiene un impacto más rápido sobre las perturbaciones del sistema y que tiene la menor distancia posible a los alimentos almacenados en el enfriador. Dicho de otra manera; un sensor colocado en el centro del enfriador tiene la misma distancia hacia el lado izquierdo del enfriador que hacia el lado derecho y normalmente, si se coloca a media altura, también una distancia similar a una esquina superior derecha que a una esquina inferior izquierda. Normalmente se puede usar una unidad de sensor 20 para predecir las temperaturas centrales a una distancia de hasta 3 metros, usada preferentemente para un radio de hasta 2 metros.

A continuación, el modelo permite estimar las temperaturas centrales T_c en cualquier lugar dentro del enfriador 10, 10', 130. Los parámetros dependientes de los alimentos están asociados a grupos de alimentos específicos y funcionarán en cualquier enfriador con un entorno controlado. Dicho entorno puede ser también un entorno exterior 16, si no hay influencia de la luz directa o reflejada del sol ni convección extensiva, es decir, sin añadir calor adicional por radiación o convección. Los parámetros dependientes del enfriador describirán totalmente las propiedades de los enfriadores 10, 10' y no dependerán en modo alguno del tipo de alimentos que haya dentro del enfriador, sólo desde la conocida disposición de los envases de alimentos en el enfriador.

El control de calidad del modelo predictivo se realiza mediante la integración de la fórmula de la función $f(h, Q, T_e, T_c)$. La unidad de sensor de temperatura 20 registra cada 2 minutos la temperatura ambiente T_e en el enfriador 10 y la transfiere a una unidad de control remoto. A continuación, los valores previstos se comparan con las mediciones reales de la temperatura central realizadas en las instalaciones de la tienda.

La Figura 3 muestra tres extractos de curvas de predicción de la temperatura 94 (T_e) frente al tiempo 93 (t) para un alimento perecedero 13 del grupo de alimentos "lácteos" en la fila trasera de un tipo específico de enfriador 10. Cada extracto muestra la temperatura 90 prevista en mil puntos de medición en el tiempo, es decir, en un intervalo de tiempo de 2000 minutos cada = aproximadamente 33 horas para cada curva. Las curvas 91 reflejan la incertidumbre superior del modelo +1 grado Celsius y las curvas 92 la incertidumbre inferior del modelo -1 grado Celsius. Se realizaron tres mediciones manuales, que tienen los números de referencia 95 con un error instrumental de +- 0,5 grados Celsius que

muestran claramente la predicción correcta de la temperatura central.

La Figura 4 muestra una vista esquemática de una unidad de sensor de temperatura 20 que va a usarse en relación con la invención. La unidad de sensor de temperatura 20 comprende una caja con aberturas 26 para permitir que el aire del exterior circule por el interior sobre un sensor de temperatura 25, para determinar la temperatura del aire T_e . El sensor de temperatura 25 está conectado a una unidad de control 27 que está conectada a una batería o fuente de alimentación 28 para controlar la toma de mediciones con el sensor de temperatura 25 en intervalos predefinidos (en el presente documento 2 minutos) y enviarlos a través de la unidad de antena 29 al centro de control remoto 300, preferentemente a través de LoRaWan 200 como se muestra en la Figura 5, pero también son posibles otros medios de transmisión especialmente inalámbricos. La unidad de sensor de temperatura 20 puede fijarse a superficies metálicas con el imán 31.

La Figura 5 muestra una vista esquemática de un sistema de seguridad alimentaria para una empresa integrada de acuerdo con la invención. La unidad de sensor de temperatura 20 antes mencionada se proporciona en cada enfriador 10 de las tiendas minoristas 110 de la empresa. Además de las tiendas minoristas 110, tal lugar también puede ser simplemente el enfriador 10 en puntos de distribución de empresas asociadas o en puntos de distribución con clientes, cuando los productos perecederos se venden en otros locales. Asimismo, estas unidades de sensor de temperatura 20 pueden usarse en centros de distribución 120; allí suelen almacenarse envases diferentes (grupos de artículos alimentarios perecederos) en unidades refrigeradoras más grandes (que no se muestran aquí). Por último, para controlar toda la cadena de frío, los camiones frigoríficos 130 también pueden recibir unidades de sensor de temperatura 20; aquí dentro del vehículo como tal. Es posible, además de transferir datos a través de LoRaWan 200 e Internet 205, usar también la infraestructura GSM/de telefonía móvil 210.

Todos los datos de medición llegan al centro de control 300 y se utilizan para determinar las temperaturas predictivas para las distintas posiciones del enfriador 10 o 10'. Preferentemente, el conocimiento, si la temperatura de una categoría de alimentos en una posición específica del enfriador 10 aumentara y tal vez superara el umbral autorizado para el producto basándose en la temperatura prevista, se transmite a través de un servidor de alarmas 310 a un usuario 320 en las instalaciones 110 a través de, por ejemplo, un teléfono inteligente o un ordenador de alarma en la unidad 110. El usuario 320, normalmente, un empleado de la empresa puede comprobar a continuación las razones de esta constatación y tomar las medidas oportunas, por ejemplo, sustituir un enfriador defectuosa, comprobar el aislamiento de puertas 18 etc. De hecho, el sistema de seguridad comprende el centro de control 300 y al menos una pluralidad de unidades de sensor de temperatura, en donde el centro de control 300 comprende la base de datos con los parámetros de cada uno de los sistemas del enfriador que se van a supervisar. Si hay que añadir un nuevo enfriador al grupo de enfriadores disponibles para la empresa, basta con actualizar la base de datos del centro de control con los datos relativos a este nuevo enfriador.

La función determinista del modelo f basada en la transferencia de calor específica del enfriador h y el coeficiente específico de los alimentos Q se desarrolla a partir de mediciones reales basadas en cómo reaccionan los distintos grupos de productos del núcleo al cambio de temperatura, día y noche, en diferentes tipos de enfriadores. El parámetro de tipo de enfriador también tiene en cuenta la posición en el enfriador. Estas mediciones que conducen al modelo se realizan con posibles variaciones de los cuatro grupos de productos: Carne, pescado, lácteos, alimentos de conveniencia, tales como desmenuzados, triturados, etc., eficazmente en un entorno real. Al menos, el enfriador y las especificidades alimentarias conducen a un conjunto de parámetros dos a dos. De forma adicional, dependiendo del tipo de enfriador, también se trata el efecto de rellenado, por ejemplo, si hay varios vasos de yogur uno encima de otro. El modelo utiliza un porcentaje del nivel de llenado del enfriador que suele observarse.

Lista de símbolos de referencia

10	tipo de enfriador vertical	29	antena
10'	segundo tipo de enfriador horizontal que puede cerrarse	30	imán
11	superficie de acceso frontal	90	curva de temperatura prevista
12	superficie de acceso inferior	91	incertidumbre superior
13	artículo alimentario perecedero	92	incertidumbre inferior
15	porción de espacio refrigerado interior	93	tiempo
16	entorno	94	temperatura
17	guías de borde delantero	95	punto de medición manual
17'	guías de borde superior	110	tienda minorista
18	puerta corredera	120	centro logístico
19	flecha doble	130	camión de distribución
20	unidad de sensor de temperatura	200	LoRaWan
		205	internet

ES 3 006 455 T3

21	placa de cubierta superior	210	GSM / comunicación móvil
25	sensor de temperatura	300	centro de control
26	aberturas	310	servidor de alarmas
27	unidad de control	320	usuario / empleado
28	batería	325	teléfono inteligente

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de seguridad alimentaria para artículos alimentarios (13) en entornos refrigerados que comprende:

- 5 - un enfriador (10, 10', 130) que comprende una pluralidad de posiciones predefinidas de alimentos alimentarios
- una unidad de sensor de temperatura (20) que comprende un sensor de temperatura (25), una fuente de alimentación (28), un elemento de transmisión de datos (29) y una unidad de control (27), en donde la unidad de sensor de temperatura (20) se coloca en una posición predeterminada del enfriador (10, 10', 130),
- 10 - una unidad de centro de control (300) que tiene un procesador informático y una memoria, en donde los datos de memoria del centro de control (300) comprenden una base de datos de parámetros de transferencia de calor ($h^{cl,fp}$) que dependen del tipo de enfriador (10, 10', 130, cl) y de las posiciones predefinidas de los alimentos (fp) en dicho tipo de enfriador (10, 10', 130, cl), así como de los valores de los coeficientes específicos de los alimentos (Q^{ft}) que se refieren al tipo de alimento tomado de un grupo de tipos de alimentos (ft), en donde el centro de control está adaptado para ejecutar una función de modo determinista que predice el cambio de temperatura central de un alimento (13) en una posición predefinida del artículo alimentario en dicho enfriador (10, 10', 130) de acuerdo con:

$$\frac{dT_{c^{cl,fp,ft}}(t)}{dt} = f(h^{cl,fp}, Q^{ft}, Te^{cl}, T_{c^{cl,fp,ft}})$$

20 en donde la función de modo determinista f depende de los parámetros de transferencia de calor específicos del enfriador almacenado ($h^{cl,fp}$) relacionados con el tipo de enfriador y con la posición predefinida del artículo alimentario en el enfriador (10, 10' 130) utilizado, de los coeficientes específicos de los alimentos almacenados (Q^{ft}) que se refieren al tipo de alimento tomado de un grupo de tipos de alimentos, de la temperatura ambiente (Te) medida por el sensor de temperatura (25) y de la temperatura central actual prevista (T_c) del artículo alimentario, en donde el centro de control (300) está conectado a un servidor de alarmas y además está configurado para,

25 cuando el centro de control (300) determina que se produce un incidente cuando la temperatura central prevista de un alimento (13) supera un umbral de temperatura para este producto alimentario (13), dar una alerta llamando automáticamente a un dispositivo de comunicación electrónica predefinido (325) transmitiendo la información de este incidente en el enfriador supervisado (10, 10', 130) en cuestión identificado por la unidad de sensor de temperatura (20).

30 2. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se añade ruido blanco a la función de modo determinista.

35 3. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura ambiente (Te) se mide en intervalos de tiempo predeterminados.

4. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el intervalo de tiempo predeterminado es un intervalo regular.

40 5. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el intervalo de tiempo predeterminado está entre uno y diez minutos, especialmente dos minutos.

45 6. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la unidad de sensor de temperatura (20) está conectada con el centro de control (300) a través de una red de energía de largo alcance (LoRaWan).

50 7. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el dispositivo de comunicación electrónica predefinido (325) está presente en las instalaciones del enfriador supervisado (10, 10', 130).

8. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde los datos de memoria almacenados en el centro de control (300) de los parámetros de transferencia de calor ($h^{cl,fp}$) se refieren a al menos un tipo de enfriador (10, 10', 130) del grupo que abarca uno o más tipos de enfriador abierto, enfriador cerrado que tiene una tapa, cámara frigorífica cerrada, enfriador de un coche frigorífico, bandeja o nevera.

55 9. El sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el grupo de tipos de alimentos (ft) comprende carne, pescado, productos lácteos fluidos, productos lácteos sólidos, alimento enlatado y productos sólidos de conveniencia.

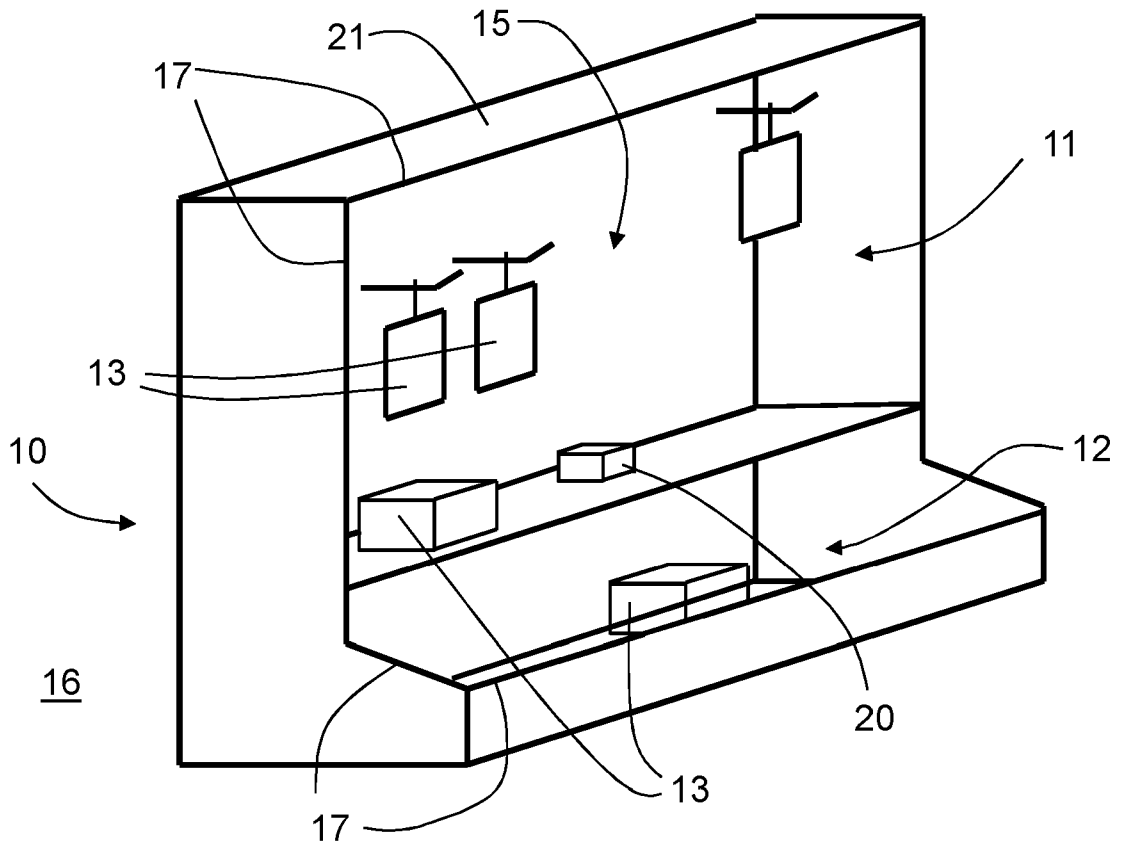


FIG. 1

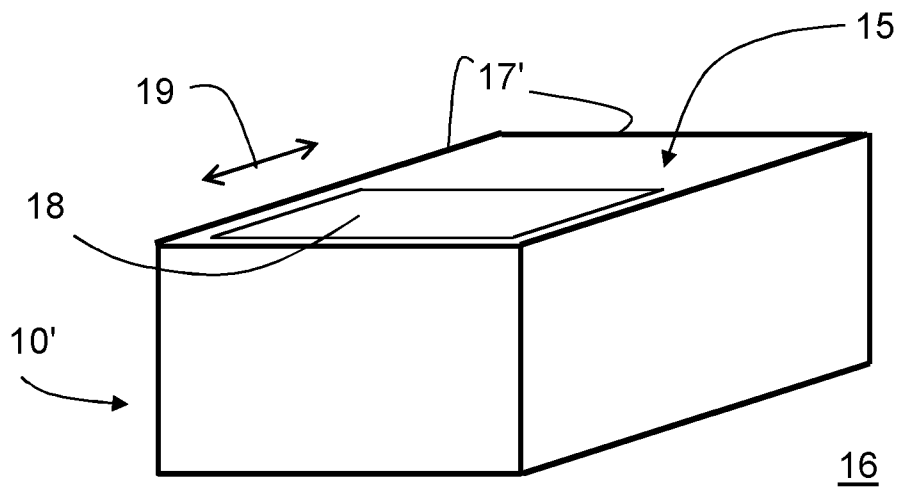


FIG. 2

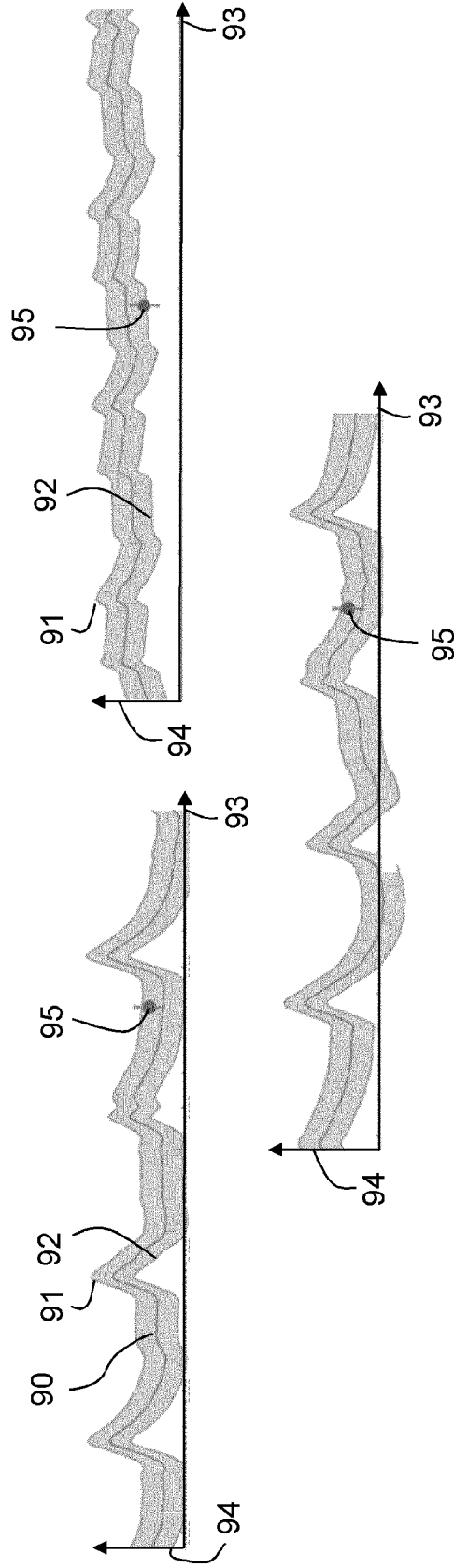


FIG. 3

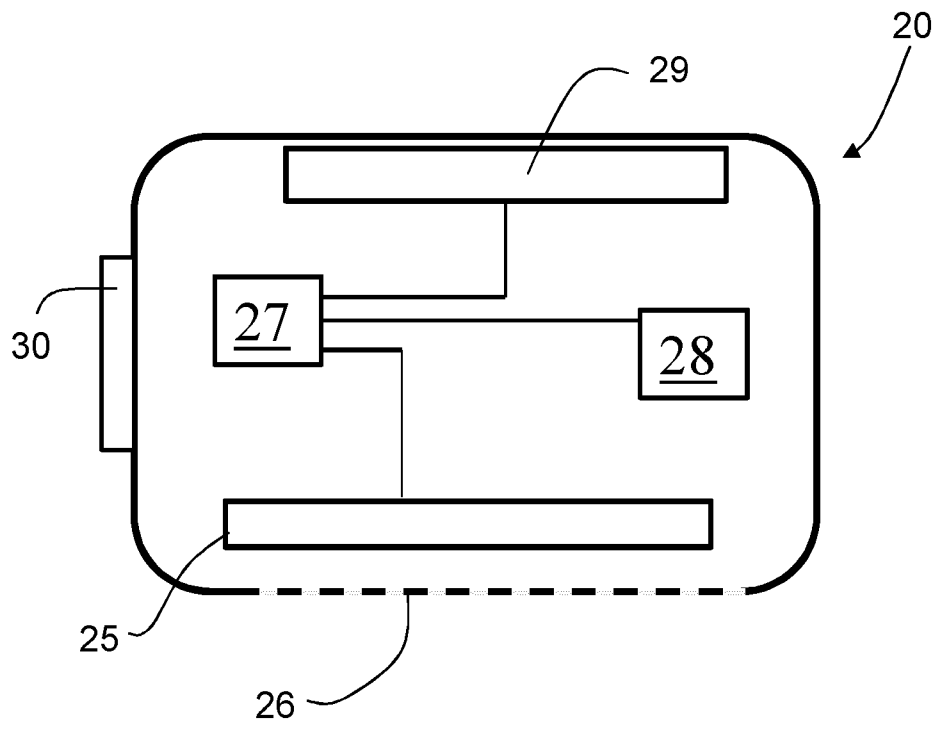


FIG. 4

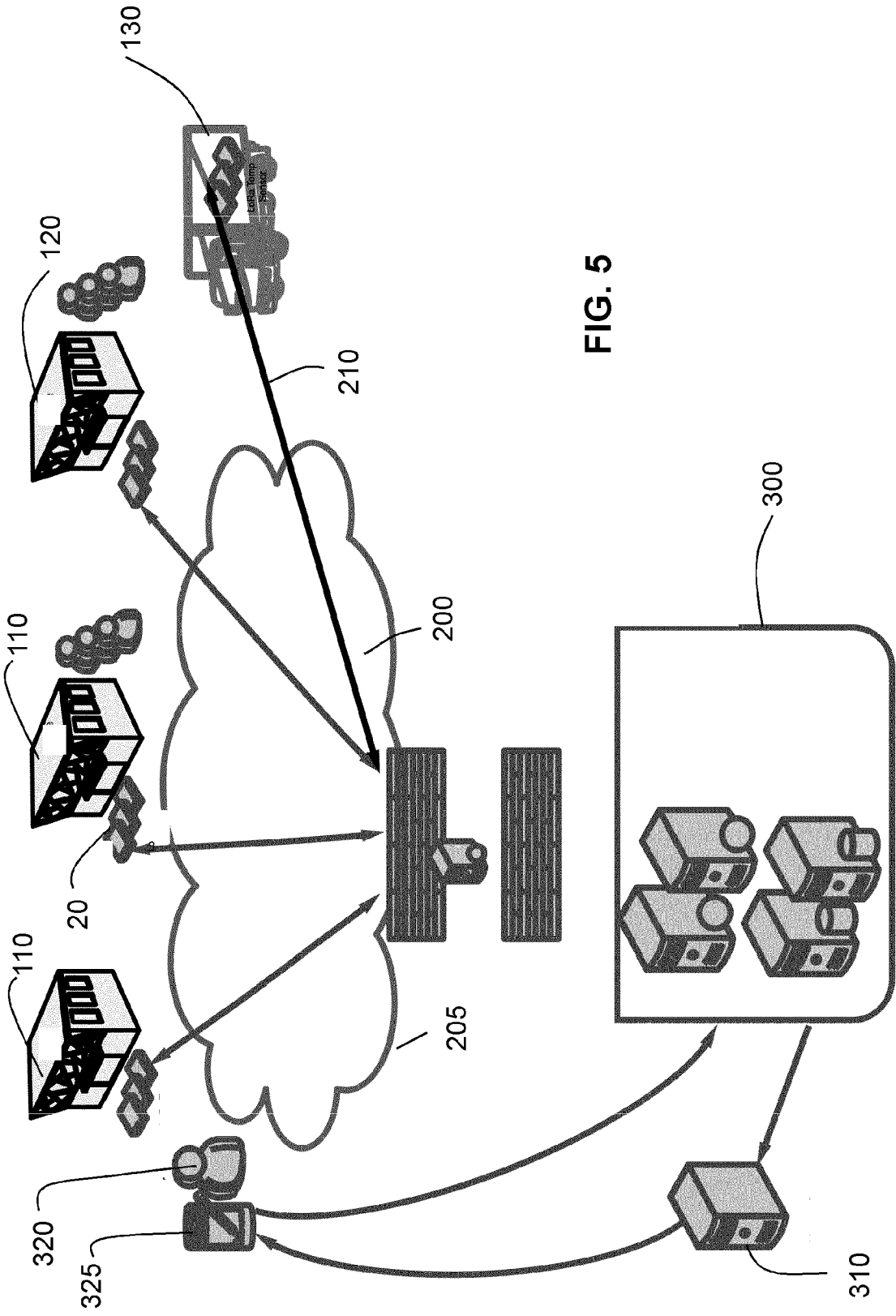


FIG. 5