

MONITORIZACIÓN DE PRODUCTO DE ENGANCHE DEL SUELO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la monitorización de producto de enganche del suelo, como los que se utilizan en equipos de trabajo de suelo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En varios tipos de actividades de trabajo de suelo (por ejemplo, minería y construcción), los productos de enganche del suelo (por ejemplo, dientes y cubiertas) se proporcionan comúnmente en equipos de trabajo de suelo para proteger el equipo subyacente del desgaste indebido y, en algunos casos, realizar otras funciones, como romper el terreno delante de un borde de excavación. Por ejemplo, los cucharones de excavación suelen estar provistos de componentes de desgaste, como dientes y/o cubiertas, que se fijan al labio del cucharón.

Durante el uso, tales producto de enganche del suelo pueden encontrar cargas pesadas y condiciones altamente abrasivas. Estas condiciones pueden hacer que los productos se desgasten y/o se separen del equipo de trabajo de suelo. Por ejemplo, cuando un cucharón engancha el suelo, una punta o una cubierta pueden separarse del borde de excavación. Es posible que los operadores del equipo de trabajo de suelo no siempre puedan ver cuándo dichos productos se han separado del cucharón. Continuar operando el equipo de trabajo de suelo sin piezas de desgaste puede provocar una disminución en la producción y un desgaste excesivo de otros componentes del equipo de trabajo de suelo. Una pieza de desgaste perdida en un entorno minero puede causar

daños a los equipos aguas abajo (por ejemplo, transportadores, cribas, bombas, trituradoras, etc.), lo que, a su vez, puede provocar un tiempo de inactividad no programado del equipo y la pérdida de producción. Si una pieza de desgaste queda atrapada en una trituradora, la pieza de desgaste puede ser expulsada y causar un peligro para los trabajadores o puede atascarse y requerir que un operador desaloje la pieza, lo que a veces puede ser una tarea difícil, que requiere mucho tiempo y/o un proceso peligroso.

RESUMEN DE LA INVENCION

Los aspectos de la presente invención pueden relacionarse con un sistema, producto o aparato para monitorear equipos de trabajo de suelo y, particularmente, para monitorear el desgaste y/o pérdida de producto de enganche del suelo en equipos de trabajo de suelo utilizados, por ejemplo, en minería y construcción.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un aparato para monitorear un producto de enganche del suelo en un equipo de trabajo de suelo, siendo operable el aparato para: medir un perfil de temperatura en una ubicación del producto de enganche del suelo; comparar el perfil de temperatura medido con un perfil de temperatura esperado para ese producto de enganche del suelo; e indicar una característica del producto de enganche del suelo en función de la comparación.

El aparato puede comprender una única carcasa que encierra los componentes en su interior o puede comprender una pluralidad de componentes separados físicamente y

ubicados en diferentes carcasas; por ejemplo, el aparato puede comprender un grupo distribuido físicamente de componentes interconectados.

Opcionalmente, el aparato mide el perfil de temperatura usando una cámara de imagen térmica, un sensor de infrarrojos, un rayo láser de barrido y un sensor de infrarrojos o cualquier otro dispositivo conveniente de detección térmica. Opcionalmente, el aparato incluye una pluralidad de cámaras termográficas.

Opcionalmente, el perfil de temperatura esperado para ese producto de enganche del suelo puede comprender el perfil de temperatura para otro producto de enganche del suelo montado en el mismo equipo de trabajo de suelo que el perfil de temperatura medido. Se puede medir un perfil de temperatura para cada producto de enganche del suelo en ese equipo y los perfiles de temperatura se pueden comparar para identificar cualquier producto de enganche del suelo que tenga un perfil de temperatura elevada. Esto puede indicar que el producto de enganche del suelo que tiene el perfil de temperatura más alto está experimentando un mayor desgaste, que puede deberse, por ejemplo, a la dureza de la roca o el suelo que está impactando.

Opcionalmente, el aparato comprende una fuente de energía, como una batería, que puede ser recargable.

Opcionalmente, el aparato comprende un transceptor para comunicarse con ordenadores remotos.

Opcionalmente, el aparato incluye un soporte ajustable para permitir que el dispositivo de monitorización se mueva para cambiar el campo de visión de la(s) cámara(s) de imagen térmica.

Opcionalmente, el aparato comprende además un módulo de caracterización de atenuación. El módulo de caracterización de atenuación puede incluir un láser que puede apuntar e incidir en una superficie de un inserto térmico, en el que la intensidad de la reflexión medida proporciona datos sobre la densidad de partículas entre el módulo de caracterización de atenuación y la superficie del inserto térmico. Alternativa o adicionalmente, el módulo de caracterización de atenuación puede recibir una emisión calibrada de un emisor en un inserto térmico y puede usar esta emisión calibrada para estimar la densidad de partículas entre el módulo de caracterización de atenuación y la superficie del inserto térmico.

Opcionalmente, el aparato incluye una cámara de alta definición (HD) para capturar una imagen del producto de enganche del suelo para su uso en la creación de un contorno del producto de enganche del suelo sobre el cual se puede mapear una imagen térmica de la(s) cámara(s) de imagen térmica.

En algunas realizaciones, la imagen térmica puede procesarse utilizando los bordes (o contornos) detectados para tomar una decisión sobre la condición o presencia de partes (o todo) de un producto de enganche del suelo.

En algunas realizaciones, una red neuronal u otro algoritmo de aprendizaje automático puede procesar la representación del componente completo (uno de los

productos de enganche del suelo o el conjunto completo de productos de enganche del suelo) para tomar una decisión sobre la condición o presencia de partes (o todo) de un producto de enganche del suelo.

Opcionalmente, el aparato comprende una cámara de radiación ultravioleta (UV). La cámara UV se puede combinar con la cámara HD para tener un rango de detección desde la región ultravioleta del espectro electromagnético hasta el infrarrojo cercano. El aparato también puede incluir una fuente de excitación (por ejemplo, una fuente de luz ultravioleta) para estimular la fluorescencia u otra forma de fotoluminiscencia. La fluorescencia u otra forma de fotoluminiscencia puede ser detectada por la cámara UV (o una cámara UV HD combinada).

Opcionalmente, el aparato compara el perfil de temperatura medido con un perfil de temperatura esperado accediendo a las medidas almacenadas relacionadas con el uso esperado del producto de enganche del suelo.

Opcionalmente, el aparato compara el perfil de temperatura medido con un perfil de temperatura esperado identificando la presencia o ausencia de un cambio de temperatura entre ubicaciones adyacentes en el producto de enganche del suelo.

Opcionalmente, el aparato crea un perfil de diferencia como resultado de la comparación.

Opcionalmente, la característica comprende uno o más de: (i) presencia del producto de enganche del suelo, (ii) ausencia del producto de enganche del suelo, (iii) desgaste excesivo del producto de enganche del suelo, o (iv) una grieta, agujero u otra

deformidad del producto de enganche del suelo. Las características (ii) a (iv) anteriores pueden denominarse características de defecto.

El aparato puede comprender un dispositivo de monitorización. El dispositivo de monitorización puede incluir una única carcasa que encierra los componentes en su interior o puede comprender una pluralidad de componentes separados físicamente y ubicados en diferentes carcasas; por ejemplo, el dispositivo de monitorización puede comprender un grupo distribuido físicamente de componentes interconectados.

Según un segundo aspecto, se proporciona un método para determinar una característica de un producto de enganche del suelo en un equipo de trabajo de suelo, el método comprende las etapas de: (i) medir una temperatura en una pluralidad de ubicaciones diferentes en o cerca del equipo de trabajo de suelo, incluida al menos una ubicación en el producto de enganche del suelo; (ii) identificar la presencia o ausencia de áreas de contraste de temperatura cerca de una ubicación de un inserto térmico esperado; y (iii) indicar una característica del producto de enganche del suelo en función de las áreas identificadas.

La etapa de medir una temperatura en una pluralidad de ubicaciones diferentes puede incluir la creación de un mapa térmico de al menos parte del producto de enganche del suelo. El mapa térmico puede crearse mediante una cámara termográfica o combinando salidas de un detector térmico.

La etapa de identificar la presencia o ausencia de áreas de contraste de temperatura cerca de una ubicación de un inserto térmico esperado puede incluir el uso

de uno o más marcadores u otros indicadores para alinearse con áreas de contraste de temperatura esperado. El uno o más marcadores u otros indicadores pueden superponerse en un mapa térmico para resaltar áreas de contraste de temperatura esperado.

La etapa de indicar una característica del producto de enganche del suelo basándose en las áreas identificadas puede incluir clasificar una cantidad de desgaste en el producto de enganche del suelo en una pluralidad de categorías. La pluralidad de categorías puede incluir: desgaste ligero, desgaste medio, desgaste intenso y pieza faltante.

La etapa de indicar una característica del producto de enganche del suelo en base a las áreas identificadas puede incluir generar una alerta cuando el desgaste excede un nivel definido. El nivel definido puede ser un gran desgaste o una pieza faltante.

La etapa de generar una alerta puede incluir generar una alerta visual, táctil o audible.

La etapa de medir una temperatura en una pluralidad de ubicaciones diferentes en o cerca del equipo de trabajo de suelo, puede incluir medir una temperatura en una pluralidad de diferentes producto de enganche del suelo; y el método puede incluir la etapa adicional de comparar un perfil de temperatura para uno de los productos de enganche del suelo con un perfil de temperatura de otro producto de enganche del suelo, donde el perfil de temperatura se mide para cada producto de enganche del suelo en ese equipo y los perfiles de temperatura son comparados para identificar cualquier producto

de enganche del suelo que tenga un perfil de temperatura elevada. Esto puede indicar que el producto de enganche del suelo que tenga el perfil de temperatura mayor está experimentando un mayor desgaste que puede deberse, por ejemplo, a la dureza de la roca o el suelo que está impactando.

Según un tercer aspecto, se proporciona un inserto térmico para usar con un producto de enganche del suelo para crear un contraste de temperatura en este, el inserto térmico comprende: un área objetivo y tiene primeras propiedades térmicas; y un soporte que se extiende desde una parte inferior del área objetivo para su inserto en el producto de enganche del suelo.

El área objetivo puede definir una superficie exterior. Puede usarse una cámara térmica para detectar la superficie exterior. En algunas realizaciones, el área objetivo puede incluir una superficie interior que puede ser detectada por una cámara térmica. La superficie interior puede estar cubierta por un material sustancialmente transparente a la radiación infrarroja.

El inserto térmico puede comprender una capa aislante que rodea un borde de la superficie exterior, el área objetivo o un borde del soporte.

El inserto térmico puede comprender una pluralidad de componentes. Los componentes pueden incluir uno o más de los siguientes: una fuente de energía (como una batería), una unidad térmica para calentar o enfriar parte o todo el inserto térmico, un emisor térmico para emitir una señal conocida para usar en la localización o calibración del inserto térmico, un acelerómetro, un controlador para gestionar el funcionamiento de

estos componentes, un transceptor para soportar comunicaciones inalámbricas con dispositivos remotos y un sensor de temperatura para medir una temperatura en o cerca del inserto térmico.

La fuente de energía puede ser recargable, en cuyo caso se puede proporcionar una unidad de carga (tal como uno o más componentes piezoeléctricos).

El área objetivo puede comprender una parte central y una periferia, y el grosor del área objetivo puede reducirse desde la parte central hacia la periferia del área objetivo. El área objetivo puede estrecharse (por ejemplo, desde un centro relativamente grueso a una periferia relativamente delgada) o el área objetivo puede tener una sección transversal convexa. Al tener la periferia del área objetivo más delgada que la porción central, es probable que el área objetivo se reduzca en diámetro en presencia de erosión uniforme que puede ser detectada más fácilmente por el dispositivo de monitorización.

La montura puede comprender un espárrago roscado, un vástago u otra parte que se extienda desde el área objetivo. La montura puede fijarse a una abertura de inserto utilizando un acoplamiento roscado, un ajuste de interferencia, porciones de acoplamiento complementarias, un acoplamiento mecánico, adhesivo, soldadura o similares.

La montura puede tener propiedades térmicas iguales o similares a las primeras propiedades térmicas y puede estrecharse a medida que se extiende fuera del área objetivo. Por ejemplo, la montura puede estrecharse o disminuir de ancho de manera escalonada.

En algunas realizaciones, puede que no haya ninguna montura que se extienda desde el área objetivo y no haya ninguna abertura de inserto. En tales realizaciones, el área objetivo puede estar pegada, soldada o fijada de otro modo a una superficie de un producto de enganche del suelo o parte de este.

El inserto térmico puede incluir material fluorescente (u otra forma de fotoluminiscente), como una sustancia o una pintura fluorescentes que cubra el área objetivo.

Según un cuarto aspecto, se proporciona un producto de enganche del suelo que comprende una superficie exterior y un inserto térmico ubicado parcialmente dentro de la superficie exterior, y que proporciona una superficie externa visible desde el exterior, donde la superficie externa tiene una conductividad térmica diferente de la conductividad térmica de la superficie exterior.

El producto de enganche del suelo puede tener una parte delantera para enganchar con la tierra (o una punta) y una parte trasera.

La superficie exterior puede definir una abertura de montaje y un inserto térmico ubicado parcialmente dentro de la abertura de montaje y fijado a esta.

La superficie exterior visible desde el exterior puede ser visible desde arriba o hacia un lado del producto de enganche del suelo.

La superficie exterior puede tener una conductividad térmica diferente de la conductividad térmica alrededor de la abertura de montaje.

La parte delantera puede definir la abertura de montaje.

El inserto térmico y/o las paredes laterales de la abertura de montaje pueden incluir un aislante térmico para reducir la transferencia térmica desde la superficie exterior del inserto a la parte frontal.

El inserto térmico puede definir una capa aislada térmicamente que rodea el (los) lado(s) y la superficie inferior de la superficie externa evitando así o reduciendo la transferencia térmica entre la superficie externa y otras partes del inserto térmico y las áreas circundantes del producto de enganche del suelo.

Puede proporcionarse una fuente de alimentación (como una batería) para proporcionar calor o enfriamiento al inserto térmico (como la superficie exterior de este) y/o la parte frontal.

Según un quinto aspecto, se proporciona una cerradura para sujetar una parte de un producto de enganche del suelo en su lugar en el equipo de trabajo de suelo, comprendiendo la cerradura: una superficie exterior que tiene formaciones de enganche laterales para enganchar con formaciones complementarias en el producto de enganche del suelo; una superficie externa que incluye al menos un inserto que tiene primeras propiedades térmicas que difieren de las propiedades térmicas de las áreas alrededor del inserto.

La superficie exterior puede comprender una superficie superior cuando la cerradura está en uso.

De acuerdo con un sexto aspecto, se proporciona un dispositivo de monitorización para detectar una característica de un producto de enganche del suelo en un equipo de

trabajo de suelo, siendo operable el dispositivo de monitorización para: medir un diferencial de temperatura en la ubicación de un producto de enganche del suelo; comparar el diferencial de temperatura medido con un diferencial de temperatura esperado para ese producto de enganche del suelo para crear un perfil de diferencia; e indicar una característica del producto de enganche del suelo en función del perfil de diferencia.

La característica (en este y otros aspectos) puede comprender presencia, ausencia, un estado de desgaste (por ejemplo, desgaste alto, medio o bajo) u otra condición (presencia de grietas, agujeros, fisuras, deformidad o similares) de un producto de enganche del suelo.

De acuerdo con un séptimo aspecto, se proporciona un aparato de monitorización para detectar una característica de un producto de enganche del suelo en un equipo de trabajo de suelo, el aparato de monitorización comprende un detector térmico operable para medir una temperatura en una pluralidad de ubicaciones diferentes en o cerca del equipo de trabajo de suelo que incluya al menos una ubicación en el producto de enganche del suelo, y un procesador operable para identificar la presencia o ausencia de áreas de contraste de temperatura cerca de una ubicación de un inserto térmico esperado, y para identificar una característica del producto de enganche del suelo en función de las áreas identificadas.

El aparato de monitorización puede comprender una pluralidad de detectores térmicos. Cada detector térmico se puede acoplar al procesador. La pluralidad de detectores térmicos puede estar ubicada dentro de una carcasa del aparato de

monitorización o puede estar ubicada en carcasas separadas. Dos o más de los detectores térmicos pueden dirigirse a diferentes partes del producto de enganche del suelo.

Según un octavo aspecto, se proporciona un método para validar la instalación de partes de un conjunto de producto de enganche del suelo, comprendiendo el método: capturar una imagen térmica del conjunto de productos de enganche del suelo; identificar los productos de enganche del suelo individuales que componen el conjunto; comparar los productos de enganche del suelo identificados con un conjunto esperado de productos de enganche del suelo; y reportar un resultado de coincidencia basado en la comparación.

El resultado de coincidencia puede comprender una coincidencia exitosa, lo que indica que el conjunto de productos de enganche del suelo esperado coincide con los productos de enganche del suelo identificados; o una coincidencia fallida, lo que indica que el conjunto de productos de enganche del suelo esperados no coincide con los productos de enganche del suelo identificados.

En el caso de una coincidencia fallida, el método puede incluir la etapa adicional de indicar qué productos de enganche del suelo del conjunto esperado no se han detectado.

En el caso de una coincidencia exitosa, el método puede incluir la etapa adicional de transmitir una indicación de la coincidencia exitosa a un dispositivo remoto. El método puede incluir la etapa adicional de cerrar una entrada abierta relacionada con la

instalación del conjunto de producto de enganche del suelo en respuesta a la recepción de la notificación de coincidencia exitosa.

Este aspecto puede usarse para validar la puesta en servicio y el desmantelamiento exitosos de productos de enganche del suelo, y también para proporcionar datos de posición de un producto de enganche del suelo que se ha instalado.

De acuerdo con un noveno aspecto, se proporciona un vehículo aéreo no tripulado que incluye un aparato de monitorización de acuerdo con el primer, sexto o séptimo aspecto anterior y operable para volar por encima del equipo de trabajo de suelo para proporcionar al aparato de monitorización una línea de visión de productos de enganche del suelo a monitorear.

En una realización, el aparato de monitorización usa diferenciación térmica para determinar el desgaste y/o la pérdida de una pieza de desgaste.

En otra realización, el aparato de monitorización detecta el desgaste y/o la pérdida de un producto de enganche del suelo en el equipo de trabajo de suelo al detectar la presencia y/o ausencia de uno o más insertos térmicos en el producto, que tiene una temperatura diferente durante la operación del equipo en comparación con el cuerpo del producto.

En otra realización, el aparato de monitorización detecta el desgaste o la pérdida de un producto de enganche del suelo en el equipo de trabajo de suelo al detectar la diferencia de temperatura entre el producto y el material de suelo que se está trabajando.

En otra realización, el aparato de monitorización incluye una cámara térmica o un dispositivo de infrarrojos para monitorear las piezas de desgaste en el equipo de trabajo de suelo.

En otra realización, un sistema de monitoreo incluye un dispositivo de monitorización para detectar las temperaturas asociadas con una o más piezas de desgaste con o sin insertos térmicos y/o su entorno de trabajo durante una operación de trabajo de suelo, y una pantalla en la cabina, servicio vehículo, oficina y/o cualquier otro lugar para mostrar visualmente el nivel de desgaste en la(s) pieza(s) de desgaste y/o la presencia o ausencia de las piezas de desgaste.

En otra realización, un sistema de monitoreo incluye un dispositivo de monitorización para detectar las temperaturas asociadas con una o más piezas de desgaste con o sin insertos térmicos y/o su entorno de trabajo durante una operación de trabajo de suelo, y un dispositivo lógico programable para recibir datos. del dispositivo de monitorización y determinar cuándo una pieza de desgaste se ha desgastado más allá de un límite predeterminado y/o está ausente y proporcionar una alerta al operador de la máquina, al trabajador de mantenimiento, al supervisor y/u otra persona.

En otra realización, el sistema incluye un dispositivo de atenuación que caracteriza partículas en el aire para determinar la atenuación de una señal medida por un dispositivo térmico.

En otra realización, se proporciona uno o más insertos térmicos en un producto de enganche del suelo para operación de trabajo de suelo que tendrá una temperatura

diferente a la del cuerpo de la pieza de desgaste durante una operación de trabajo de suelo.

De acuerdo con un décimo aspecto, se proporciona un aparato de monitorización para detectar una característica de un producto de enganche del suelo en un equipo de trabajo de suelo, el aparato de monitorización comprende un detector térmico operable para medir una temperatura en una pluralidad de ubicaciones diferentes en o cerca del equipo de trabajo de suelo que incluya al menos una ubicación en el producto de enganche del suelo, y un procesador operable para identificar la presencia o ausencia de áreas de contraste de temperatura cerca o en una ubicación del producto de enganche del suelo para identificar una característica del producto de enganche del suelo basado en las áreas identificadas.

El procesador puede funcionar para identificar la presencia o ausencia de áreas de contraste de temperatura comparando las medidas de una imagen térmica actual del producto de enganche del suelo con las mediciones de una imagen térmica previamente registrada del producto de enganche del suelo, y detectar cualquier reducción en tamaño de la parte del producto de enganche del suelo.

La presencia o ausencia de áreas de contraste térmico puede registrarse cerca de una ubicación de un inserto térmico esperado.

El aparato de monitorización puede comprender una pluralidad de detectores térmicos. Cada detector térmico se puede acoplar al procesador. La pluralidad de

detectores térmicos puede estar ubicada dentro de una carcasa del aparato de monitorización o puede estar ubicada en carcasas separadas.

De acuerdo con un undécimo aspecto, se proporciona un método para determinar un área potencial de alto desgaste de los productos de enganche del suelo en el equipo de trabajo de suelo, el método comprende las etapas de: (i) medir una temperatura en una pluralidad de producto de enganche del suelo diferentes en el equipo de trabajo de suelo durante un período de tiempo para crear un perfil de temperatura para cada producto de enganche del suelo; (ii) comparar los perfiles de temperatura para identificar un perfil de temperatura elevada en comparación con al menos otro perfil de temperatura; y (iii) indicar un área de alto desgaste potencial correspondiente al producto de enganche del suelo que tiene el perfil de temperatura elevada.

La temperatura relativa entre diferentes productos de enganche del suelo puede correlacionarse con la tasa de desgaste relativa de esos productos de enganche del suelo (una temperatura más alta indica una mayor probabilidad de desgaste). Una diferencia de temperatura entre un producto de enganche del suelo (por ejemplo, una cubierta o una punta) y el ambiente (por ejemplo, la temperatura del aire) puede indicar la tasa de desgaste de los productos de enganche del suelo.

El método puede incluir generar una alerta cuando el área de alto desgaste potencial cumple con un criterio definido. El criterio definido puede ser un gran desgaste o una pieza faltante.

Alternativa o adicionalmente, el criterio definido puede ser cuando los perfiles de temperatura de los productos de enganche del suelo, en una parte de un labio (por ejemplo, un lado derecho), exceden los perfiles de temperatura de los productos de enganche del suelo en otra parte de un labio (por ejemplo, una parte central o un lado izquierdo). Esto puede indicar un sesgo hacia un lado o hacia el otro debido a la excavación de la tierra o rocas, lo que puede dar lugar a un desgaste desigual de los productos de enganche del suelo, y también una carga no centrada en el cucharón y la máquina de trabajo de suelo.

La etapa de generar una alerta puede incluir generar una alerta visual, táctil o audible.

De acuerdo con un duodécimo aspecto, se proporciona un método para determinar la tensión en un labio fijado a un cucharón debido a cargas desequilibradas, el método comprende las etapas de: (i) medir una temperatura en una pluralidad de diferentes productos de enganche del suelo en el labio, durante un período de tiempo, para crear un perfil de temperatura para cada producto de enganche del suelo; (ii) comparar los perfiles de temperatura para identificar un perfil de temperatura elevada en comparación con al menos otro perfil de temperatura; y (iii) indicar tensión potencial en el labio en un área donde se asegura el producto de enganche del suelo que tiene el perfil de temperatura elevada.

La etapa de comparar los perfiles de temperatura para identificar un perfil de temperatura elevada en comparación con al menos otro perfil de temperatura puede

incluir identificar perfiles de temperatura ascendentes de los productos de enganche del suelo hacia un lado del labio.

Los perfiles de temperatura en aumento de los productos de enganche del suelo pueden indicar que esos productos de enganche del suelo están sujetos a más calor que los otros productos de enganche del suelo. Esto puede deberse a una mayor fricción debido a cargas más altas en los productos de enganche del suelo.

Según un decimotercer aspecto, se proporciona un aparato para monitorizar un producto de enganche del suelo, comprendiendo el aparato un sensor térmico externo al producto de enganche del suelo y que se puede operar para medir una temperatura en la ubicación del producto de enganche del suelo; y un procesador operable para: (i) comparar la temperatura medida con una temperatura esperada para ese producto de enganche del suelo, y (ii) indicar una característica del producto de enganche del suelo en base a la comparación.

El aparato de monitorización puede estar separado del producto de enganche del suelo y puede definir un campo de visión que incluya el producto de enganche del suelo.

La característica puede ser cualquier característica descrita anteriormente con respecto a otros aspectos.

El producto de enganche del suelo puede ser parte de un conjunto de productos de enganche del suelo montados en equipos de trabajo de suelo.

Como se usa acá, un perfil de temperatura puede comprender temperaturas medidas durante un período de tiempo (un perfil de temperatura temporal), temperaturas

medidas en un área física (un perfil de temperatura espacial) o una combinación de los dos. Por ejemplo, un perfil de temperatura puede comprender una temperatura medida en un solo punto durante un período de tiempo (por ejemplo, muestreada a intervalos de tiempo regulares o irregulares durante un período de tiempo), temperaturas medidas en un área física (por ejemplo, una punta, una cubierta, un adaptador o similar) durante un período de tiempo, o temperaturas medidas en un área física en un período de tiempo relativamente corto (por ejemplo, en la longitud de una punta, adaptador intermedio y adaptador; o en un área que incluye un inserto térmico para que una o más interfaces entre el inserto térmico y otro material (metal, aleación, aire o similar) se midan como parte del perfil).

Las mediciones de temperatura individuales se pueden promediar, agregar, interpolar, extrapolar o procesar de otro modo para crear el perfil de temperatura.

Los diversos aspectos y realizaciones indicados anteriormente se pueden utilizar juntos o independientemente. Para obtener una mejor comprensión de las ventajas y características de la invención, se puede hacer referencia al siguiente material descriptivo y las figuras adjuntas que describen e ilustran diversas configuraciones y conceptos relacionados con la invención. La referencia a "un" o "una" elemento, estructura, característica, escalón o similar significa al menos tal elemento, estructura, característica, escalón o similar.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista lateral de una máquina de trabajo de suelo que incluye un cucharón que tiene un dispositivo de monitorización y productos de enganche del suelo fijados al mismo, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva del cubo de la figura 1, que muestra partes de este (productos de enganche del suelo montados en el labio) con mayor detalle.

La figura 3 es una vista en perspectiva que muestra con más detalle los productos de enganche del suelo (dientes y cubiertas) montados en el labio de la figura 2.

La figura 4 es una vista en perspectiva de uno de los dientes mostrados en las figuras 2 y 3.

La figura 5 es una vista en perspectiva despiezada del diente mostrado en la figura 4, que ilustra las cerraduras para acoplar el diente entre sí.

La figura 6 es una vista en perspectiva de una de las cubiertas mostradas en las figuras 2 y 3 que incluyen insertos térmicos.

La figura 7 es un diagrama esquemático simplificado que ilustra los componentes electrónicos en el dispositivo de monitorización de la figura 1.

La figura 8 es una vista interior pictórica de la máquina de trabajo de suelo mirando hacia el cubo e ilustrando un dispositivo de visualización en la máquina en comunicación con el dispositivo de monitorización de la figura 1.

La figura 9 es una vista gráfica simplificada de parte del dispositivo de visualización (una pantalla que muestra un mapa térmico creado por el dispositivo de monitorización de la figura 1) de la figura 8.

La figura 10 es una vista en perspectiva frontal de una cerradura plegable para la cubierta de la figura 6, que tiene una abertura para un inserto térmico.

La figura 11 es una vista en sección transversal parcial de la cerradura plegable de la figura 10, que ilustra un inserto térmico montado en la abertura de esta.

La figura 12 es una vista en perspectiva despiezada de un inserto térmico alternativo montado en una cerradura y adecuado para su uso con el diente de las figuras 4 y 5.

La figura 13 es una representación esquemática de un sistema de monitoreo según otra realización de la presente invención, donde el sistema de monitoreo incluye un Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV) controlado por una Unidad de Control de Equipo (ECU) para dispositivos de monitoreo de productos de enganche del suelo.

La figura 14 es una vista en perspectiva parcial desde la parte posterior de una parte de un diente (una punta) que incluye un inserto térmico.

La figura 15 es una vista en perspectiva desde el frente de las partes restantes (un adaptador y un adaptador intermedio) del diente de la figura 14 montado en el borde del cucharón de la figura 2, según otra realización de la presente invención.

La figura 16 es un diagrama esquemático que ilustra parte de otro cucharón.

La figura 17 es un gráfico simplificado que ilustra los perfiles de temperatura de cuatro dientes del cucharón de la figura 16.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

Se hace referencia primero a la figura 1 que es una vista lateral de una máquina de trabajo de suelo 10 según una realización de la invención. La máquina de trabajo de suelo 10 es una excavadora de minería para recoger material de tierra mientras se excava. La máquina de trabajo de suelo 10 incluye un cucharón 12. Los productos de enganche del suelo 14 se montan en un labio 16 (mostrado en línea discontinua en la figura 1) que se fija al cucharón 12, típicamente mediante soldadura, pero se pueden usar otras técnicas de acoplamiento. Un dispositivo de monitorización (también denominado aparato de monitorización) 20 está montado en una parte superior del cucharón 12 y tiene un campo visual 22 (mostrado en línea discontinua en la figura 1) que cubre los productos de enganche del suelo 14.

En esta realización, el dispositivo de monitorización 20 incluye una cámara termográfica, pero en otras realizaciones se pueden usar diferentes sensores térmicos, como un sensor térmico láser. En esta realización, el dispositivo de monitorización 20 comprende una única carcasa que contiene varios componentes, pero en otras realizaciones, el dispositivo de monitorización puede comprender un dispositivo distribuido, donde los componentes están separados entre sí, opcionalmente ubicados

en diferentes carcasas y se comunican mutuamente utilizando cables o conexiones inalámbricas.

El campo de visión 22 mostrado en la figura 1 se da a modo de ejemplo, pero en algunas realizaciones el campo de visión puede ser lo suficientemente grande como para cubrir todos (o incluso solo algunos) de los productos de enganche del suelo 14.

La figura 1 también muestra una base de datos remota 24 ubicada en un entorno de computación en la nube 26 que está en comunicación con el dispositivo de monitorización 20. La base de datos remota 24 puede estar en comunicación con una gran cantidad de dispositivos de monitoreo ubicados en el mismo sitio o en varios sitios diferentes.

Ahora también se hace referencia a la figura 2 que muestra el cucharón 12 con mayor detalle. Debe apreciarse que, aunque se ilustra un tipo particular de cucharón, las enseñanzas de acá se pueden aplicar a cualquier tipo o estilo de cucharón que utilice productos de enchance del suelo (por ejemplo, un cucharón de dragalina, una pala o similares).

Como se muestra en la figura 2, el cucharón 12 comprende productos de enganche del suelo 14 que comprenden dientes 30 y cubiertas 32 alternadas. Los dientes 30 y cubiertas 32 son versiones modificadas de los dientes y cubiertas descritos en la patente de Estados Unidos US 9.222.243 y la solicitud de patente de Estados Unidos US 2017/0321396, que se incorporan aquí como referencia en su totalidad.

Como se ve mejor en las figuras 3 a 5, cada diente 30 comprende un adaptador 40 acoplado (típicamente soldado, pero se pueden usar acoplamientos mecánicos) al labio 16 y que tiene una punta saliente 41, un adaptador intermedio 42 acoplado al adaptador 40 mediante una o más cerraduras 44, y una punta (también llamada punta) 46 acoplada al adaptador intermedio 42 (en esta realización mediante una única cerradura 44 situada en el centro de una superficie superior 48 de la punta 46). En esta realización se utilizan dos cerraduras 44 en el adaptador intermedio 42, una en cada lado, pero se puede utilizar sólo una cerradura en otras formas de realización, y la cerradura o cerraduras pueden montarse en otras ubicaciones distintas de las mostradas.

La punta 46 incluye un extremo frontal 50, típicamente endurecido o hecho de material resistente a la abrasión, para penetrar en el suelo. Los dientes 30 se enganchan al suelo y lo rompen para permitir que las porciones fragmentadas del suelo se recojan en el cucharón 12. El adaptador intermedio 42 y la punta 46 (y también la cubierta 32) pueden denominarse individualmente pieza de desgaste, ya que cada una se desgasta durante el uso debido, al menos en parte, a la abrasión del suelo al penetrar y romper.

El adaptador intermedio 42 define una cara frontal 54 que se acopla con una pared (no mostrada) dentro de una cavidad 56 definida por la punta 46.

Las cerraduras 44 son similares a algunas cerraduras convencionales, como las descritas en el documento US 9.222.243, que se incorpora aquí como referencia en su totalidad. Sin embargo, la principal diferencia es que las cerraduras 44 incluyen insertos térmicos 52. Estos insertos térmicos 52 tienen propiedades térmicas que les permiten

distinguirse del material circundante en el adaptador intermedio 42 y la punta 46 por el dispositivo de monitorización 20 en función de sus temperaturas relativas.

El tamaño, la forma y la configuración particular de los insertos térmicos 52 no son críticos, siempre que el dispositivo de monitorización 20 pueda detectarlos durante el funcionamiento de la máquina de trabajo de suelo 10.

La razón por la que se pueden detectar diferentes propiedades térmicas es que la fricción asociada con la fuerza y la abrasión de una operación de trabajo de suelo hace que los productos de enganche del suelo 30, 32 se calienten en relación con el entorno circundante. El dispositivo de monitorización 20 puede monitorizar el campo de visión 22, que incluye los productos de enganche del suelo 30, 32 y capturar una imagen térmica de los productos de enganche del suelo 30, 32.

Los insertos térmicos 52 pueden ser pasivos o activos. Los insertos térmicos pasivos no suelen incluir ninguna fuente de alimentación. Comprenden materiales que tienen diferentes propiedades térmicas del material circundante (en esta realización, el adaptador intermedio 42 y la punta 46) y se basan en esta diferencia dando lugar a diferentes temperaturas de los insertos térmicos y los materiales circundantes que pueden ser detectados por el dispositivo de monitorización 20 durante el funcionamiento de la máquina de trabajo de suelo 10.

Los insertos térmicos pasivos 52 tienen la ventaja de no requerir ninguna fuente de alimentación para su funcionamiento; sin embargo, puede resultar difícil detectar un inserto pasivo antes de la operación de la máquina de trabajo de suelo 10, cuando los

productos de enganche del suelo 30, 32 y los insertos térmicos pasivos 52 pueden estar todos a la misma temperatura ambiente.

Un ejemplo de un inserto térmico pasivo 52 se ilustra en la figura 6 que es una vista en perspectiva de una de las cubiertas 32 mostradas en las figuras 2 y 3 configuradas para recibir cuatro insertos térmicos pasivos idénticos 52, aunque pueden usarse un número mayor o menor de insertos térmicos pasivos 52, diferentes formas y diseños de insertos térmicos pasivos, o pueden combinarse insertos térmicos pasivos 52 como insertos térmicos activos en la misma pieza de desgaste. Aunque se ilustra una cubierta 32, se pueden usar configuraciones similares de insertos térmicos en otras piezas de desgaste tales como puntas, adaptadores intermedios y adaptadores.

La cubierta 32 incluye patas superior e inferior 60, 62 que divergen para definir una cavidad 64 que se abre hacia atrás y que recibe el borde delantero del labio 16 (figuras 2 y 3). La pata superior 60 define una abertura 66 que recibe una cerradura 120 plegable (mostrada en las figuras 10 y 11) que asegura la cubierta 32 al labio 16 para evitar la liberación de la cubierta 32 del labio 16. La pata superior 60 define una parte superior borde trasero 68. Son posibles otras construcciones de cubierta.

La cubierta 32 se diferencia de las cubiertas convencionales de un tipo similar en que la pata superior 60 define cuatro aberturas de inserto 72a, b, c, d (que pueden extenderse sólo parcial o totalmente a través de la pata superior 60). Las aberturas de inserto 72 son idénticas en esta realización, pero en otras realizaciones se puede usar más de un tamaño o forma de abertura de inserto, y se pueden usar más o menos de cuatro aberturas de inserto 72. En esta realización, las aberturas de inserto 72 se forman

durante la fundición de la cubierta 32, pero en otras realizaciones pueden perforarse o formarse de otra manera en la cubierta 32 (u otra pieza de desgaste) después de la fundición. En esta realización, las aberturas 72 son circulares, pero otras formas son posibles.

Cada abertura de inserto 72 se retoca para crear una formación de rosca para recibir una porción roscada correspondiente. Uno de los insertos térmicos pasivos 52 se ilustra en la figura 6 y comprende un área de objetivo superior 74 que se extiende más allá del borde (o bordes) de la abertura de inserto 72, y un espárrago roscado 76 que se extiende desde una parte central inferior del área de objetivo superior 74. El espárrago roscado 76 se atornilla en una de las aberturas de inserto 72 y presenta el área objetivo superior 74 como una superficie exterior visible desde arriba y desde el frente de la cubierta 32. En esta realización, el área objetivo superior 74 tiene un grosor que se reduce desde la parte central hacia una periferia del área de objetivo superior 74. Por ejemplo, el área de objetivo superior 74 puede estrecharse desde un centro relativamente grueso a una periferia relativamente delgada, o el área de objetivo superior 74 puede tener una sección transversal convexa. El área alrededor de la abertura de inserto 72 puede tener un rebajo correspondiente (tal como un rebajo ahusado o una forma cóncava). Al tener la periferia del área de objetivo superior 74 más delgada que la parte central, es probable que el área de objetivo superior 74 se reduzca en diámetro en presencia de erosión uniforme que puede ser detectada más fácilmente por el dispositivo de monitoreo 20 (como se describe en mayor detalle a continuación).

En otras realizaciones, en lugar de un espárrago roscado 76, el espárrago u otra parte que se extiende desde el área objetivo superior 74 puede fijarse a la abertura de inserto 72 utilizando un mecanismo de sujeción diferente, como un ajuste de interferencia, porciones de acoplamiento complementarias, un acoplamiento mecánico, adhesivo, soldadura o similar. En otras realizaciones, puede que no haya ningún espárrago u otra parte que se extienda desde el área de objetivo superior 74 y ninguna abertura de inserto 72. En esta realización, el adaptador intermedio 42 y la punta 46 comprenden acero y el inserto térmico pasivo 52 comprende un compuesto de carburo de tungsteno incrustado en un sustrato de cobre que tiene una conductividad térmica más alta que el acero, por lo que la superficie superior se enfría más rápido que el acero en las partes circundantes de la cubierta. Esto se detectaría como un área fría en una imagen térmica de la cubierta 32. Los detalles de cómo hacer aleaciones de soldadura fuertes a base de cobre adecuadas, como carburo de tungsteno incrustado en un sustrato de cobre, se proporcionan en el documento US 9.561.562 incorporado aquí como referencia en su totalidad.

En realizaciones alternativas o para algunos insertos térmicos 52 en esta realización, el inserto térmico pasivo 52 comprende un material polímero termoplástico de peso molecular ultra alto (UHMW) (como polietileno) que tiene una conductividad térmica más baja que el acero, por lo que la superficie superior se enfría más lentamente que el acero en las partes circundantes de la cubierta. Esto se detectaría como un área cálida en una imagen térmica de la cubierta 32 (u otra pieza de desgaste). En otras realizaciones, la cubierta 32 (u otra pieza de desgaste) puede comprender un material

diferente al acero (por ejemplo, hierro fundido blanco) o puede tener una capa superficial que tenga propiedades térmicas diferentes al acero. Un inserto térmico 52 puede incluir un material que puede ser fácilmente detectado por una cámara UV y también fácilmente distinguido del material o aire circundante por la cámara UV.

En otras realizaciones, el espárrago roscado 76 u otra parte que se extiende desde el área de objetivo superior 74 puede comprender el mismo material que el área de objetivo superior 74 o un material diferente. En realizaciones en las que la parte que se extiende desde el área de objetivo superior 74 tiene una conductividad térmica diferente a la de la cubierta 32, la parte puede estrecharse de modo que, si el área de objetivo superior 74 está completamente erosionada y la parte también se erosiona, entonces el área detectada se vuelve más pequeña a medida que continúa la erosión.

La primera abertura de inserto 72a está ubicada generalmente en el centro de la cubierta 32 detrás de la abertura de cubierta 66 y hacia el borde trasero superior 68. La segunda abertura de inserto 72b está ubicada a un lado de la cubierta 32 y hacia el borde superior trasero 68. La tercera abertura de inserto 72c está ubicada en el mismo lado de la cubierta 32 y más adelante que la abertura de pata superior 66. La cuarta abertura de inserto 72d está ubicada cerca de un borde frontal 78 de la cubierta, donde las patas superior e inferior 60, 62 se encuentran. Cada abertura del inserto 72 tiene un inserto térmico correspondiente 52 montado en este (por ejemplo, la abertura del inserto 72b recibe el inserto térmico 52b).

Durante el uso, se anticipa que el cuarto inserto térmico 52d se desgastará primero porque está más cerca del borde frontal 78, luego el tercer inserto térmico 52c debería

desgastarse, luego el segundo 52b o el primer inserto térmico 52a. El uso de estos insertos térmicos 52 como sensores de sacrificio permite la detección de la cantidad de desgaste experimentado por la cubierta 32 porque, por ejemplo, la ausencia de un inserto térmico 52 que se espera que se desgaste primero, donde todavía se detectan los insertos térmicos 52 restantes, puede indicar un primer nivel de desgaste.

Como se describió anteriormente, el inserto térmico 52 es preferiblemente visible en la superficie de la cubierta 32, pero en otras realizaciones solo puede ser visible después de que haya ocurrido un nivel de desgaste, por ejemplo, el inserto térmico 52 puede estar encerrado por la pata superior de cubierta 60, o puede montarse en una abertura de inserto 72 que luego se tapona con otro material (por ejemplo, un metal o un no metal, como un epoxi). Esto sería adecuado para aplicaciones donde la detección de desgaste, particularmente, la detección de desgaste de superficie es importante.

En algunas realizaciones, el inserto 52 puede moldearse como parte de la cubierta 32 durante su fabricación, por ejemplo, instalándose en lo que se convertirá en una abertura de inserto 72 durante el proceso de fundición.

En algunas realizaciones, un inserto térmico 52 puede fijarse al labio 16, adaptador 40 o adaptador intermedio 42 en una superficie interna de este, de manera que sea visible solo si una parte acoplada a este se le haya separado; lo que indica la pérdida del adaptador intermedio asociado 42, la punta 46 o la cubierta 32.

Ahora se hace referencia a la figura 7 que es un diagrama esquemático simplificado que ilustra los componentes electrónicos en el dispositivo de monitorización

20. El dispositivo de monitorización 20 comprende: un controlador 80 (que incluye un procesador y una memoria asociada), al menos uno (pero opcionalmente más de un sensor de imágenes térmicas 82, una cámara de alta definición 83 (espectro visible), un transceptor 84 para comunicarse con la base de datos remota 24 (ver Figura 1), una fuente de energía local 86 y un algoritmo de mapa térmico 88 almacenado en, y ejecutado por el controlador 80. El algoritmo de mapa térmico 88 realiza una serie de funciones, incluida la detección de bordes, como se describe con mayor detalle a continuación. En esta realización, el transceptor 84 es inalámbrico (aunque podría estar cableado en otras realizaciones) y la fuente de energía local 86 es una batería, pero en otras realizaciones se pueden usar diferentes fuentes de energía (por ejemplo, un panel fotovoltaico). La fuente de energía local 86 proporciona energía para los componentes dentro del dispositivo de monitorización 20. En esta realización, el sensor de imagen térmica 82 comprende una cámara termográfica FLIR AX8 disponible de FLIR Systems, Inc. También son adecuados otros sensores, como el cámara termográfica FLIR A310.

Aunque solo se describe un sensor de imágenes térmicas 82 como parte del dispositivo de monitorización 20, en otras realizaciones, un dispositivo de monitorización puede comprender múltiples sensores de imágenes térmicas 82, ya sea ubicados dentro de la misma carcasa o montados en diferentes partes de, por ejemplo, el cucharón 12. Esta configuración puede usarse para mejorar la resolución de la imagen o para ver insertos térmicos que no serían visibles desde una ubicación (por ejemplo, los insertos térmicos pueden ubicarse en una superficie superior de una pieza de desgaste, uno o

más superficies laterales de la pieza de desgaste y una superficie inferior de una pieza de desgaste).

En otras realizaciones, el controlador 80 puede estar ubicado en una posición diferente (por ejemplo, de forma remota) al sensor o a los sensores de imágenes térmicas. En algunas realizaciones, la base de datos remota 24 puede estar ubicada cerca o en el dispositivo de monitorización 20 y el transceptor inalámbrico 84 puede reemplazarse o complementarse con un transceptor cableado.

Otras realizaciones pueden no incluir una cámara de alta definición 83.

En otras realizaciones, el dispositivo de monitorización 20 puede comprender una cámara de radiación ultravioleta (UV), ya sea como un dispositivo dedicado o combinado con la cámara HD 83 para tener un rango de detección desde la región ultravioleta del espectro de radiación electromagnética al infrarrojo cercano. El dispositivo de monitorización 20 también puede incluir una fuente de excitación (por ejemplo, una fuente de luz ultravioleta) para estimular la fluorescencia u otra forma de fotoluminiscencia), por ejemplo, de un material fluorescente (o fotoluminiscente) incorporado en el inserto térmico 52. La fluorescencia (u otra forma de fotoluminiscencia) puede detectarse mediante la cámara UV (o cámara UV HD combinada) y usarse para detectar desgaste o ausencia de parte del producto de enganche del suelo 14 en el que se encuentra el inserto térmico 52.

Ahora se hace referencia a la figura 8 que es una vista interior pictórica de una cabina 90 en la máquina de trabajo de suelo 10, mirando desde la cabina 90 y hacia el

cucharón 12. Además de los dispositivos de control de la máquina convencionales, tales como un volante 92, la cabina 90 incluye un dispositivo de visualización 94 montado de forma desmontable en un tablero de instrumentos (o en otro accesorio) en esta. En otras realizaciones, el dispositivo de visualización 94 puede incorporarse en un controlador de máquina que controla el funcionamiento de la máquina 10. En esta realización, el dispositivo de visualización 94 es un dispositivo informático de tableta que incluye uno o más transceptores (no mostrados) que soportan conexiones de Wi-Fi y red celular, y que ejecuta una aplicación (no mostrada) que se comunica con el controlador 80 del dispositivo de monitorización.

La tableta 94 está en comunicación inalámbrica con el dispositivo de monitorización 20 (en particular, a través del transceptor inalámbrico 84 en el dispositivo de monitorización 20). La tableta 94 tiene una pantalla sensible al tacto y presenta pantallas que tienen una porción de menú 96 que incluye y alertas y controles 'suaves' (es decir, botones táctiles programables) (presentados en la pantalla) y un mapa gráfico, en tiempo real, térmico 100 recibido del dispositivo de monitorización 20 o el entorno de computación en la nube 26.

Los dientes 30 y las cubiertas 32 pueden estar parcial o completamente ocultos de la vista del operador desde la cabina 90, pero el operador de la máquina tiene una vista de estas piezas de desgaste, como se describirá ahora con referencia a la figura 9 que muestra un ejemplo del mapa térmico 100 con mayor detalle.

En esta realización, el sensor de imágenes térmicas 82 es capaz de capturar todo el borde del cucharón 12 (incluidos todos los productos de enganche del suelo 14) en una

sola imagen. Para mejorar la resolución de la imagen térmica, se pueden capturar y combinar múltiples imágenes (ya sea de un sensor de imágenes térmicas 82, o en realizaciones que usan sensores de imágenes térmicas múltiples, las imágenes múltiples pueden ser proporcionadas por múltiples sensores de imágenes térmicas) para proporcionar un contraste más nítido entre un área de temperatura baja y un área de temperatura más alta. En otras realizaciones, el mapa térmico 100 puede ser creado por el controlador 80 combinando datos de imágenes térmicas de múltiples escaneos de línea (tomados una o varias filas a la vez) realizados por el sensor de imágenes térmicas 82. En otras realizaciones, el entorno de computación en la nube 26 (figura 1) se puede utilizar para crear el mapa térmico 100.

Los productos de enganche del suelo 14 se calientan a medida que se desgastan y las partes más calientes de los productos de enganche del suelo 14 se encuentran en la superficie de mayor desgaste. El labio 16 sirve como temperatura más baja (o disipador de calor) ya que tiene la masa térmica mayor. En el caso de que se pierda un componente de producto de enganche del suelo térmicamente elevado, el componente de base más frío queda expuesto. Por ejemplo, si una cubierta 32 se pierde (se retira del labio 16), entonces el labio 16 queda expuesto y presenta una temperatura más baja al dispositivo de monitorización 20. La aplicación de esto para detectar el desgaste y la pérdida de los productos de enganche del suelo 14 será ahora ser descrita.

Como se muestra en la figura 9, el controlador 80 usa el algoritmo de mapa térmico 88 y la cámara de alta definición (HD) 83 para crear un contorno simplificado de los productos de enganche del suelo 14 que se proporciona como una línea (el contorno del

diente y la cubierta) 102 superpuestos sobre los datos de respuesta térmica proporcionados por el sensor de imagen térmica 82. La cámara HD 83 distingue los bordes traseros de los productos de enganche del suelo 14, donde interactúan con el labio 16. En realizaciones en las que la cámara HD 83 incluye, o se complementa por medio de una cámara UV, la cámara UV también puede ayudar a crear el contorno simplificado de los productos de enganche del suelo 14, y también a detectar insertos térmicos en los productos de enganche del suelo 14. En las realizaciones en las que no hay una cámara HD, el algoritmo de mapa térmico 88 puede crear el contorno 102 simplificado por sí solo.

El algoritmo de mapa térmico 88 también proporciona líneas discontinuas (líneas de cubierta) 104 para indicar el límite de cada cubierta 32. Estas líneas 102, 104 ayudan a un usuario humano a identificar áreas en el mapa térmico 100 correspondientes a los insertos térmicos 52 y si hay insertos térmicos 52 desgastados o ausentes. Las líneas 102, 104 son creadas por el algoritmo de mapa térmico 88 basado en los datos capturados por el sensor de imágenes térmicas 82. Los bordes de los dientes 30 y las cubiertas 32 están a una temperatura más alta que el aire ambiente frente a los dientes 30 y cubiertas 32. El controlador 80 utiliza esta diferencia térmica para crear las líneas limítrofes 102, 104.

El controlador 80 también proporciona un marcador de inserto de diente 106 en el mapa 100 para cada diente 30 indicado por la línea de diente y cubierta 102. Las ubicaciones de los marcadores de inserto de diente 106 se determinan en base a la información capturada por el sensor de imagen térmica 82 inmediatamente después de

que los productos de enganche del suelo 14 sean instalados en el labio 16. Estas ubicaciones determinadas son almacenadas por el controlador 80 en su memoria. Alternativamente, las ubicaciones pueden programarse en el controlador 80 a través del transceptor 84 y un dispositivo inalámbrico adecuado (no mostrado) o la base de datos remota 24, ejecutando una aplicación de programación de inserto térmico. En otras realizaciones, puede no proporcionarse marcadores de inserto de dientes u otros marcadores.

El mapa térmico 100 indica el perfil de temperatura de cada diente 30 y cubierta 32, y cualquier parte del labio 16 que se muestre. La resolución del perfil de temperatura depende, al menos en parte, de la sensibilidad del sensor de imagen térmica 82. En realizaciones prácticas, cada píxel en el mapa térmico 100 indicaría una temperatura usando un color diferente (o gradación de color) para cada temperatura diferente (o para bloque de temperatura, donde un bloque cubre un rango de temperaturas, por ejemplo, dos grados centígrados, cinco grados centígrados o similares). Para mayor claridad de explicación, el mapa térmico 100 mostrado en la figura 9 indica áreas de temperatura más baja como pequeñas áreas delimitadas (generalmente circulares), pero esto se proporciona simplemente para ayudar a la comprensión, dadas las limitaciones de los dibujos en los documentos de patente. Se prefiere que el sensor 82 de formación de imágenes térmicas tenga múltiples píxeles para la formación de imágenes de cada inserto térmico 52 de modo que cualquier cambio en el tamaño del inserto térmico 52 pueda detectarse y representarse en el mapa térmico 100.

Como se muestra en la figura 9, los seis dientes 30 están etiquetados de 'a' a 'f' (de izquierda a derecha) en la parte inferior del mapa 100 y las cinco cubiertas 32 están etiquetadas de 'p' a 't' (de izquierda a derecha) en la parte superior del mapa 100. Este etiquetado es principalmente para ayudar a identificar el diente y la cubierta en particular que se están discutiendo.

Los píxeles en el mapa 100 que representan el primer diente (diente 'a') tienen píxeles 110a de baja temperatura (inserto térmico de la punta) que cubren un área significativamente más pequeña del mapa 100 que el marcador de inserto de dientes 106. Esto indica que el correspondiente inserto térmico 52 en la punta 46 del primer diente 30 se ha desgastado significativamente. Los píxeles 110b de baja temperatura (en el segundo diente) muestran una cantidad similar de desgaste. Los píxeles 110e de baja temperatura indican un desgaste aún mayor (en el quinto diente). Los píxeles de baja temperatura 110f (en el sexto diente) indican un desgaste ligeramente menor. No se ven píxeles de baja temperatura en el tercer diente; indicando que el sensor térmico correspondiente se ha desgastado por completo, o al menos hasta un tamaño inferior al detectable. Del mismo modo, no se ven píxeles de baja temperatura en el cuarto diente; pero en ese diente falta la porción de extremo (correspondiente a la punta 46).

La ausencia de la cuarta punta 46 del diente indica al usuario que la punta debe ser reemplazada. Incluso si la punta 46 del cuarto diente estuviera presente, la ausencia de píxeles de baja temperatura en el tercer diente indicaría que los dientes deberían ser reemplazados, pero esto puede depender de la política particular de reemplazo de dientes del propietario de la máquina de trabajo de suelo 10.

El desgaste significativo en el quinto diente también puede indicar que los dientes deben reemplazarse.

La comparación del área cubierta por los píxeles de baja temperatura con el área cubierta por el marcador de inserto de diente 106 puede ser realizada por el controlador 80 (por ejemplo, usando el algoritmo de mapa térmico 88), el entorno de computación en la nube 26, otro procesador remoto o similar. La comparación también (o únicamente) puede ser realizada por un operador humano. Cuando la comparación se realiza automáticamente (por ejemplo, mediante el controlador 80 o el entorno de computación en la nube 26), el procesador puede generar una alerta (audible, visual o táctil) cuando parte de un producto de enganche del suelo 14 está significativamente desgastado o falta.

En esta realización, a diferencia de los dientes 30, cada una de las cubiertas 32 tiene cuatro áreas. Estas corresponden a los cuatro insertos térmicos 52a a 52d en la figura 6; sin embargo, en esta realización, cada inserto térmico 52 en la cubierta 32 es más pequeño que el inserto térmico 52 en el diente 30 porque lo que se detecta es principalmente la presencia o ausencia de un área de baja temperatura donde el inserto térmico correspondiente 52a, b, c, d debería estar. El área de píxeles más cercana al frente del borde 16 (píxeles frontales de la cubierta) está etiquetada como 112, la siguiente más cercana (píxeles frontales segundos de cubierta) es 114, luego 116 para el área más atrás y hacia un lado (píxeles de la parte posterior de la cubierta) y 118 para el área central de píxeles hacia la parte trasera de la cubierta 32 (píxeles centrales posteriores de la cubierta).

Los píxeles en el mapa 100 que representan la primera y quinta cubierta (cubiertas 'p' y 't') tienen píxeles de baja temperatura (112p,t; 114p,t; 116p,t; y 118p,t) que cubren los cuatro áreas de inserto térmico. Esto indica un nivel de desgaste relativamente bajo en esas dos cubiertas 32.

Los píxeles en el mapa 100 que representan la segunda y tercera cubierta (cubiertas 'q' y 'r') tienen píxeles de baja temperatura (114q,r; 116q,r; y 118q,r) que cubren tres de los cuatro áreas de inserto térmico. Esto indica cierto desgaste en esas dos cubiertas 32, aunque probablemente no sea un desgaste crítico.

Los píxeles en el mapa 100 que representan la cuarta cubierta (cubierta "s") tienen píxeles de baja temperatura (116s y 118s) que cubren solo las dos más traseras de las cuatro áreas de inserto térmico. Esto indica un desgaste significativo en esa cubierta 32 y es posible que deba reemplazarse.

En otras realizaciones, se puede usar cualquier número o tipo conveniente de insertos térmicos en los dientes 30 y cubiertas 32.

Además de usar el sensor de imágenes térmicas 82 para detectar desgaste y ausencia de partes de los productos de enganche del suelo 14, también puede usarse en la instalación de algunos productos de enganche del suelo 14 para enumerar lo que está presente. Por ejemplo, después de que se hayan instalado los dientes 30 y las cubiertas 32, los productos de enganche del suelo 14 se pueden calentar, ya sea utilizando una fuente de calor externa (por ejemplo, un soplador de aire caliente), una fuente de calor interna (descrita con mayor detalle a continuación) o utilizando los productos de

enganche del suelo 14 durante un período corto para aplicar calor por fricción debido al contacto con el material de tierra (como rocas) que se está rompiendo.

El sensor de imagen térmica 82 puede detectar diferencias de calor entre los productos de enganche del suelo 14 y el aire ambiente, y entre el material del producto de enganche del suelo y los insertos térmicos 52. Con esta información, el controlador 80 puede crear un mapa térmico para indicar qué productos de enganche del suelo 14 están presentes y para mostrar la representación del componente o los bordes 102, 104 y los marcadores 106. El controlador 80 puede transmitir esta información a una aplicación remota (por ejemplo, ejecutándose en un dispositivo inalámbrico llevado por un operador humano o en el entorno de computación en la nube 26) que compara los productos de enganche del suelo 14 detectados con los que debían haber sido instalados en la máquina de trabajo de suelo 10 (o el controlador 80 puede realizar esta comparación por sí mismo). La aplicación remota (o el controlador 80) puede crear una notificación de que hay una coincidencia o una falta de coincidencia entre lo que se detectó y lo que se debía haber instalado. En caso de que no coincida entre lo que se debía instalar y lo que se detectó, la notificación puede comprender una o más de una alerta audible, visual y táctil. Esta información de enumeración también se puede transmitir a un centro remoto que registra y rastrea la implementación y el uso de dichos productos de enganche del suelo 14.

La falta de coincidencia puede estar relacionada con los productos de enganche del suelo 14 instalados que son de un tamaño diferente o una configuración diferente a los productos de enganche del suelo 14 que estaban destinados a ser instalados, que los

productos de enganche del suelo 14 están instalados incorrectamente, que algún tipo de productos de enganche del suelo está faltante (como un adaptador que no tiene una punta correspondiente), o que se está instalando un tipo incorrecto de producto de enganche del suelo 14 (por ejemplo, un producto de enganche del suelo 14 de servicio estándar en lugar de un producto de enganche del suelo de alta resistencia de la misma talla). Una punta de un producto de enganche del suelo estándar y una punta de un producto de enganche del suelo de alta resistencia pueden caber en el mismo adaptador (o adaptador intermedio) pero pueden ser geométricamente diferentes o tener diferentes revestimientos, materiales o áreas endurecidas.

En algunas realizaciones, se puede instalar un inserto térmico en parte de un producto de enganche del suelo 14 para indicar qué parte está instalada. El inserto térmico puede tener una ubicación, tamaño, forma o similar, diferente para indicar qué parte está en la máquina de trabajo de suelo 10. Un propietario de la máquina 10 o un vendedor de los productos de enganche del suelo 14 puede tener un sistema de clasificación que asigna la ubicación, el tamaño, la forma o similares de un inserto térmico a la identificación de pieza.

Los insertos térmicos también se pueden utilizar para diferenciar las piezas de un proveedor de las piezas de otros proveedores. Esto permitiría comparar el rendimiento (por ejemplo, desgaste o pérdida) de las piezas de un proveedor (por ejemplo, una cubierta, una cerradura, un adaptador intermedio o una punta) de un proveedor con las piezas de otro proveedor durante el funcionamiento de la máquina 10.

Un vendedor de producto de enganche del suelo puede utilizar un marcador único formado por un inserto térmico para designarse a sí mismo como el fabricante de ese producto de enganche del suelo.

En algunas otras realizaciones, no se pueden proporcionar insertos térmicos en los productos de enganche del suelo 14. En cambio, el controlador 80 puede crear una alerta (audible, táctil o visual) cuando se cumple un criterio de alerta. El criterio de alerta puede comprender una imagen térmica de parte de los productos de enganche del suelo 14 más pequeña que la medida anteriormente, lo que indica un desgaste significativo o una parte faltante del producto de enganche del suelo 14. En algunas realizaciones simples, no hay representación visual detallada (como las que se muestran en las figuras 8 y 9) que se pueda proporcionar a un operador; en su lugar, puede proporcionarse una simple indicación visual para mostrar que parte de un producto de enganche del suelo 14 está gastada o falta.

Ahora se hace referencia a la figura 10 que es una vista en perspectiva frontal de una cerradura 120 plegable (o pivotante) para asegurar la cubierta 32 al labio 16 y que tiene una abertura 122 para un inserto térmico 152; y también a la figura 11 que es una vista en sección transversal parcial de la cerradura plegable 120 que ilustra el inserto térmico 152 montado en la abertura 122.

La cerradura plegable 120 es similar a las cerraduras plegables descritas en la patente estadounidense número US 8.074.383, incorporada aquí como referencia en su totalidad. La cerradura plegable 120 comprende dos componentes de enclavamiento 124, 126 que definen un pasaje roscado circular 128 entre ellos. Un retenedor 130 en forma

de varilla roscada se enrosca en el pasaje 128 cuando la cerradura 120 plegable está en la posición de retención, evitando así el movimiento relativo (por ejemplo, pivote) entre los dos componentes 124, 126. Como resultado, la cerradura 120 presenta un pasador integral fuerte para resistir cargas pesadas y evitar que la cubierta 32 se suelte del labio 16.

En esta realización, el primer componente 124 define la abertura 122 en una superficie superior 132 de este, aunque en otras realizaciones el segundo componente 126 puede definir una abertura alternativa o adicional.

En esta realización, el inserto térmico 152 comprende un inserto pasivo que tiene una porción de tapa 154 superpuesta a un borde que define la abertura 122 y una porción de vástago 156 que se extiende desde una parte inferior de la porción de tapa 154. La porción de vástago 156 tiene generalmente una forma paralelepípeda en esta realización, pero se pueden usar otras formas si se prefiere, o se puede usar un inserto térmico activo. En algunas realizaciones, la parte de vástago 156 puede tener una forma ahusada de modo que su área de sección transversal cerca de la porción de tapa 154 sea mayor que su área de sección transversal cerca de la parte inferior de la abertura 122.

La parte de vástago 156 puede comprender un material diferente al de la porción de tapa 154 que tiene diferentes propiedades térmicas (por ejemplo, un mejor aislante térmico o un mejor conductor térmico).

El inserto térmico 152 en la cerradura plegable 120 puede usarse, además o como una alternativa, a los insertos térmicos 52 que están montados en la cubierta 32.

La formación de imágenes del inserto térmico 152 se realiza de la misma manera que se describe con referencia a las figuras 8 y 9.

En las realizaciones anteriores, los insertos térmicos 52, 152 son pasivos. En otras realizaciones, sin embargo, se pueden usar insertos térmicos activos. Un inserto térmico activo típicamente incluye una fuente de energía y tiene algún mecanismo para calentar o enfriar el inserto. Los insertos térmicos activos también pueden incluir componentes adicionales.

Ahora se hace referencia a la figura 12 que es una vista en perspectiva despiezada de una cerradura 244 que incluye un inserto térmico activo 252 incorporado en una tapa 260 que rodea la parte de una cerradura y adecuado para usar con el diente 30. La cerradura 244 y la tapa 260 son similares a la cerradura y la tapa descritas en el documento US 2019/0153703 A1, incorporado aquí como referencia en su totalidad; la principal diferencia son los componentes adicionales incluidos dentro de la tapa 260 que comprenden el inserto térmico activo 252.

La cerradura 244 incluye un pasador 262 que define las roscas que sobresalen 264, un pestillo 266, un extremo superior (o exterior) 268 y una formación de recepción de herramientas 270 para recibir una llave hexagonal o similar para conducir el pasador 262 en un collar complementario 272 (sólo parcialmente visible en la figura 12) que está montado en el diente 30 e incluye un orificio roscado 274 que tiene roscas complementarias a las roscas que sobresalen 264 del pasador.

La tapa de pasador 260 incluye el inserto térmico activo 252 que comprende una superficie térmica superior 278 (que tiene propiedades térmicas diferentes de las porciones restantes de la tapa 260) y varios componentes eléctricos. Estos componentes incluyen una fuente de energía 280 (en esta realización es recargable, pero eso no es esencial) y una unidad térmica 282. En esta realización, la unidad térmica 282 comprende un elemento de calentamiento resistivo, pero en otras realizaciones un enfriador de tipo Peltier o se puede usar otro conjunto termoeléctrico, dependiendo de si se desea calentar o enfriar el inserto térmico 252.

Cuando no está en funcionamiento (por ejemplo, cuando la máquina de trabajo de suelo 10 está en mantenimiento o antes de ser utilizada al comienzo del día o al comienzo de un turno de trabajo), los productos 14, el labio 16 y el cucharón 12 no tendrá calor acumulado por eventos de fricción, por lo que la unidad térmica 282 se proporciona para crear una diferencia térmica medible entre el inserto térmico activo 252 y el material circundante en la cerradura 244, los productos de enganche del suelo 14 o el labio 16.

Además (o como alternativa) a la unidad térmica 282, el inserto térmico activo 252 también incluye un emisor térmico 284 (en esta realización, un láser o diodo emisor de infrarrojos, pero se podrían usar fuentes térmicas alternativas) para proporcionar un intensidad de emisión conocida que puede ser detectada por el dispositivo de monitorización 20 y utilizada para calibrar las emisiones, si es necesario o deseado, comparándolo con (i) el valor de emisión conocido para ese emisor térmico 284 y (ii) la distancia entre el dispositivo de monitorización dispositivo 20 y el inserto térmico activo 252.

El inserto térmico activo 252 también incluye un acelerómetro 286 incorporado en el inserto 252. El acelerómetro 286 (alternativamente, se puede usar un sensor de giroscopio en lugar del acelerómetro 286) es un componente MEMS (sistemas microelectromecánicos) en esta realización . El acelerómetro 286 puede detectar cuando el diente 30 se está moviendo y el ángulo en el que está orientado el diente 30.

El inserto térmico activo 252 también incluye un controlador 288 (como un procesador simple o una unidad lógica programada) programado para activar y coordinar diferentes funciones disponibles del inserto 252. Por ejemplo, el controlador 288 puede determinar a partir de un acelerómetro 286 que el cucharón 12 no se ha movido durante un cierto período de tiempo y en el movimiento inicial (o en respuesta a un comando recibido de una interfaz remota, o en momentos preestablecidos) el controlador 288 puede encender la unidad térmica 282 o el emisor 284 para permitir al dispositivo de monitorización 20 detectar el inserto térmico activo 252.

El inserto térmico activo 252 también incluye un transceptor 290 (en esta realización un transceptor de baja energía Bluetooth (marca comercial)) para comunicarse con el dispositivo de monitorización 20 u otros sistemas en las proximidades del equipo de trabajo de suelo 10.

El inserto térmico activo 252 también incluye un sensor de temperatura 292 ubicado cerca de la superficie térmica superior 278 y operable para medir la temperatura de esta y otras partes de la tapa 260 o el pasador de cerradura 262.

Para recargar la fuente de energía 280, el inserto térmico activo 252 puede incluir una unidad de carga 294 que proporciona un flujo de corriente a la fuente de energía 280. En esta realización, la unidad de carga 294 comprende un anillo de componentes piezoeléctricos acoplados que generan electricidad cuando se comprime. Los componentes piezoeléctricos 294 se pueden colocar adyacentes a dos componentes del diente 30 de modo que el movimiento relativo de esos componentes durante el funcionamiento comprima los componentes piezoeléctricos 294, generando así electricidad para recargar la fuente de energía 280.

En esta realización, los componentes piezoeléctricos 294 se colocan junto al pasador de cerradura 262 y el collar 272 montado en el diente 30. A medida que el pasador de cerradura 262 se desplaza, comprime los componentes piezoeléctricos 294 entre el pasador de cerradura 262 y el collar 272. Los componentes piezoeléctricos 294 están configurados como un anillo con múltiples elementos piezoeléctricos espaciados circunferencialmente de modo que el desplazamiento del pasador de cerradura 262 en cualquier dirección comprimirá al menos un componente piezoeléctrico 294.

En otras realizaciones, los componentes piezoeléctricos 294 pueden montarse en una ubicación diferente y en una configuración diferente, o sólo puede usarse un único componente piezoeléctrico. En una realización, el pasador de cerradura 262 puede ser hueco y el componente o componentes piezoeléctricos 294 pueden estar ubicados en un extremo distal del pasador de cerradura 262 al extremo superior 268. El movimiento de la punta 46 con respecto al adaptador intermedio 42 provoca que el pasador de cerradura 262 cambie de posición.

En otras realizaciones, solo un subconjunto de los componentes 282 a 294 puede incluirse en un inserto térmico activo 252. Por ejemplo, el inserto activo 252 solo puede incluir una superficie térmica, la fuente de energía 280, la unidad térmica 282 y un controlador simple; los otros componentes 284, 286, 290, 292, 294 son opcionales. La fuente de alimentación, la unidad térmica o el controlador pueden incluso estar alejados del inserto activo y funcionar de forma inalámbrica (por ejemplo, calentando o enfriando la superficie térmica sin estar en contacto con ella).

En otras realizaciones, se pueden incluir componentes adicionales en un inserto térmico activo 252, por ejemplo, uno o más sensores de un grupo que consta de módulos habilitados por radiofrecuencia, sensores de orientación, sensores de temperatura, acelerómetros, sensores de proximidad, sensores de fuerza, sensores de presión y sensores de posición. Otros sensores, tales como los descritos en la patente de Estados Unidos US 10.011.975 que se incorpora como referencia, podrían incluirse en el inserto térmico activo 252 para proporcionar una detección adicional. En algunas realizaciones, las funciones de uno o más de los componentes descritos anteriormente pueden combinarse en un solo componente.

En otras realizaciones, en lugar de una tapa 260 que aloja los diversos componentes 280 a 294, estos componentes pueden estar ubicados debajo o en un lado de la superficie térmica superior 278.

La información recopilada por los diversos componentes 282 a 292 puede ser enviada por el controlador 288 al dispositivo de monitorización u otro sistema de

monitoreo remoto, tal como una Unidad de Control de Equipo (ECU), que se describe con mayor detalle a continuación.

Ahora se hace referencia a la figura 13 que es una representación esquemática de un sistema de monitorización 300 según otra realización de la presente invención. El sistema de monitoreo 300 incluye un Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV) 302 controlado por una Unidad de Control de Equipo (ECU) 304 y es operable para monitorear productos de enganche del suelo, tales como los descritos anteriormente con referencia a las figuras 1 a 6.

El UAV 302 es un dron convencional que ha sido modificado para incluir un dispositivo de monitorización 320 y otros componentes que se describen a continuación. El dispositivo de monitorización 320 es similar al dispositivo de monitorización 20 y tiene un sensor de formación de imágenes térmicas 321 (similar al descrito con referencia a la figura 7). El sensor de formación de imágenes térmicas 321 tiene un campo de visión 322 (mostrado con líneas discontinuas en la figura 13). El sensor de formación de imágenes térmicas 321 está montado en una plataforma ajustable 324 en forma de un cardán de 3 ejes motorizado accionado para permitir un amplio rango de movimiento del sensor 321 en relación con el UAV 302.

El UAV 302 también incluye un módulo de comunicación 334 que tiene una antena 336 para proporcionar comunicación inalámbrica con insertos térmicos activos 252 y la ECU 304.

En algunas realizaciones, el UAV 302 también incluye un módulo de caracterización de atenuación 338. Las partículas en el aire tales como polvo, niebla y lluvia pueden atenuar una señal por reflexión, absorción, dispersión o difracción. La medición de una señal de una superficie, como la radiación infrarroja emitida, puede verse afectada por las partículas que intervienen y proporcionar una medición incorrecta o alterada. La medición de la densidad o el efecto de las partículas entre la superficie medida y el módulo de caracterización 338 puede proporcionar una estimación del error o proporcionar un factor de corrección (o calibración) para mejorar la precisión de la medición.

Un módulo de caracterización de atenuación 338 podría adoptar muchas formas. En un ejemplo, el módulo de caracterización de atenuación 338 puede incluir un láser que puede apuntar e incidir en una superficie del inserto térmico 52, 152, 252. La intensidad de la reflexión medida puede proporcionar datos sobre la densidad de partículas entre el módulo de caracterización de atenuación 338 y la superficie del inserto térmico (por ejemplo, el área de objetivo superior 74, la porción de tapa 154 del inserto térmico o la superficie térmica superior 278). Alternativa o adicionalmente, el módulo de caracterización de atenuación 338 puede medir una señal del emisor térmico 284, calcular una distancia desde el emisor térmico 284 al módulo de caracterización de atenuación 338 y comparar la señal medida con las intensidades medidas almacenadas para determinar la atenuación. Esta atenuación determinada se puede utilizar para escalar las mediciones posteriores en esa posición del UAV 302.

En esta realización, el UAV 302 está acoplado físicamente a la ECU 304 mediante una atadura 358 que incluye un cable de alimentación para entregar energía al UAV 302 y también puede proporcionar capacidades de transmisión de datos, pero en otras realizaciones el UAV puede no estar sujeto (en su lugar, puede depender de baterías y control y comunicación inalámbricos). Alternativa o adicionalmente, los datos se pueden transmitir de forma inalámbrica entre el UAV 302 y la ECU 304, como se describe a continuación.

La ECU 304 comprende una carcasa 402 que soporta una pantalla 404 para presentar información a un usuario humano de la ECU 304 y controles físicos 406 del UAV (como un joystick, botones direccionales u otros controles convencionales para un UAV). Los controles físicos 406 del UAV también permiten que un usuario mueva la plataforma ajustable 324, si lo desea, para permitir que el sensor de imágenes térmicas 321 tenga una vista más clara de uno o más insertos térmicos activos 252.

La carcasa 402 también encierra componentes internos que normalmente no son visibles para un usuario. Estos componentes internos incluyen un módulo controlador de pantalla 408 para controlar la pantalla 404, un módulo de navegación UAV 410 que recibe información de control del UAV de los controles físicos del UAV y los transmite al UAV 302, lo que permite al usuario manipular el UAV 302 para alinear el campo de visión 322 sobre un conjunto deseado de productos de enganche del suelo 14 (figura 2) que se van a supervisar, de modo que el dispositivo de supervisión 320 tiene una línea de visión de la pieza de desgaste que se va a detectar.

El UAV 302 puede incluir componentes adicionales, como un sensor GPS para ayudar al control y movimiento del UAV 302. Se pueden proporcionar uno o más puntos de referencia, o datum, para ayudar con la navegación del UAV 302. Tal datum puede incluir uno o más de: un punto de referencia establecido en la máquina de trabajo de suelo 10, un punto de referencia establecido en el cucharón 12, un punto de referencia establecido en los productos de enganche del suelo 14 y un punto de referencia establecido en un punto calculado adyacente a la máquina de trabajo de suelo 10.

Los componentes internos también incluyen una fuente de alimentación 412 para alimentar tanto el UAV 302 como la ECU 304, un módulo de comunicación inalámbrica 414 que tiene una antena 416 para la comunicación inalámbrica con el UAV 302 y cualquier inserto térmico activo 252 en los productos de enganche del suelo 14 siendo monitoreados.

Los componentes internos dentro de la carcasa 402 también incluyen un procesador 418 para controlar el funcionamiento de la ECU 304, y un almacenamiento local (que puede tener la forma de memoria no volátil) 420.

La pantalla 404 representa pantallas 430 que se presentan al usuario de la ECU 304. Una parte de la pantalla 430 muestra un mapa térmico 500 para ilustrar aquellas partes de los productos de enganche del suelo 14 que están siendo monitoreados. Otra parte de la pantalla 430 muestra información de temperatura 502. Esta información de temperatura 502 puede incluir una indicación de qué inserto térmico 252 se está midiendo, una temperatura de ese inserto térmico 252, una temperatura medida de una parte no insertada del producto de enganche del suelo 14, por ejemplo, una parte de la

punta 46 que rodea ese inserto térmico 252 y la diferencia de temperatura entre esas áreas medidas. La pantalla 430 puede circular a través de cada inserto térmico 252 a su vez. En otras realizaciones, pueden proporcionarse múltiples columnas de información de temperatura 502 en la pantalla 430 en lugar del mapa térmico 500. También son posibles otras representaciones visuales y audibles de la información. En otras realizaciones, el mapa térmico 500 puede ser similar al mapa térmico 100.

De manera similar a la realización de inserto térmico pasivo, un usuario puede ver las pantallas 430 y, particularmente, el mapa térmico 500 y la información de temperatura 502 para determinar si alguna parte del borde del cucharón 12 (por ejemplo, los productos de enganche del suelo 14 o el labio 16) deben ser reemplazados. Esta evaluación también puede ser realizada automáticamente por el procesador 418 o por una computadora remota, tal como el entorno de computación en la nube 26.

El dispositivo de monitorización 320 puede realizar una calibración para la temperatura medida, como se describió anteriormente usando la señal del emisor térmico 284. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de monitorización 320 puede realizar una calibración comparando una temperatura medida por el sensor de temperatura 292 (y transmitida a una o ambas de la ECU 304 (a través del transceptor 290 y el módulo de comunicación inalámbrica 414) y el UAV 302 (a través del transceptor 290 y el módulo de comunicación 334), y comparar la(s) temperatura(s) medida(s) por el dispositivo de monitorización 320 con la(s) temperatura(s) transmitida(s) (desde el sensor de temperatura 292). Esta última calibración también se puede utilizar para evaluar cualquier atenuación debida a partículas en el aire, niebla y similares.

También se puede transmitir información adicional desde el inserto térmico activo 252 al UAV 302 o ECU 304, como información sobre el movimiento o la posición del cucharón 12 (del acelerómetro 286) que puede indicar si el cucharón 12 está en reposo o en uso, o si el inserto térmico 252 se ha retirado del cucharón 12 (por ejemplo, cuando un inserto térmico activo 252 está montado en una punta 46 y esa punta 46 se ha roto).

La ECU 304 puede almacenar dicha información recibida en el almacenamiento local 420 para proporcionar una base de datos de datos históricos. La ECU 304 también puede transmitir la información recibida a una base de datos remota, como la base de datos en la nube 24 (figura 1).

De manera similar a la primera realización, el resultado de la comparación entre los insertos térmicos detectados 252 y los insertos térmicos esperados puede desencadenar una notificación que puede implementarse como una alerta visual presentada en la pantalla 404 y, opcionalmente, retransmitida a otros dispositivos.

El ejemplo ilustrado en la figura 13 muestra un mapa térmico que muestra dos dientes y tres cubiertas. Cada uno de los dos dientes incluye un adaptador intermedio que tiene dos insertos térmicos activos 252, uno a cada lado de este (ilustrado por los píxeles térmicos 510 del adaptador intermedio), y una punta que tiene un solo inserto térmico activo central 252 (ilustrado por los píxeles térmicos de la punta 512 superpuestos por un marcador de inserto de punta 514). El UAV 302 se puede mover de manera circular o elíptica para asegurar que el dispositivo de monitorización 320 tenga una línea de visión suficiente de los insertos térmicos activos 252 (por ejemplo, pudiendo ver cada uno de los insertos térmicos laterales 252).

La parte de pantalla de información de temperatura 502 presenta información de texto a la derecha que incluye información de identificación de inserto 520, una temperatura (T1) 522 de ese inserto térmico 252, una temperatura (T2) 524 de un área cerca de ese inserto térmico 252 y un diferencial de temperatura 526 (es decir, $T2 - T1$). La pantalla puede mostrar una alerta en la pantalla 404 (y, opcionalmente, la ECU 304 puede emitir un sonido audible a través de un altavoz (no mostrado)) visible para un usuario de la ECU 304 cuando el diferencial de temperatura 526 cae por debajo de un umbral. Estas alertas pueden transmitirse de forma inalámbrica a un operador de la máquina de trabajo de suelo 10, a otros operadores de equipos, por dispositivos inalámbricos para que el operador u otras personas como el personal de mantenimiento, los administradores del sitio de la mina o similares tengan acceso. Se pueden utilizar otras alertas.

La alerta visual puede ser, por ejemplo, una imagen gráfica que muestre cada producto de enganche del suelo 14 monitoreado y el estado de cada producto de enganche del suelo 14 (por ejemplo, ausente/presente, desgaste aceptable, daño, necesidad de mantenimiento y reducción de la productividad).

El procesador 418 puede programarse para producir una alerta de precaución de que falta un producto de enganche del suelo 14 específico (o parte de este) o está cerca del final de su vida útil (por ejemplo, igual o menor que el mínimo recomendado perfil de desgaste). La alerta puede ser, por ejemplo, una alerta visual, retroalimentación háptica y/o una alerta de audio.

Además, la lógica programable puede proporcionar al operador una indicación de las fallas actuales o predicciones de fallas futuras que pueden conducir a la pérdida, daño o falla del producto de enganche del suelo 14 que puede conducir a una reducción en la productividad y/o tiempo de inactividad del equipo. Por ejemplo, una grieta en parte de un producto de enganche del suelo 14 puede evidenciarse por un cambio en la temperatura (por ejemplo, un borde en la imagen térmica) que es detectado por el dispositivo de monitorización.

La ECU 304 puede ser un dispositivo inalámbrico, puede integrarse con un sistema de visualización estando actualmente en el equipo de excavación (por ejemplo, con la pantalla del OEM), integrado con un nuevo sistema de visualización dentro del equipo de excavación y/o que puede ser ubicado en una ubicación remota.

La ECU 304 puede diseñarse para mostrar un gráfico de historial de modo que un usuario pueda determinar cuándo ocurrió una alerta para que el usuario pueda tomar las acciones necesarias si se pierde todo o parte de un producto de enganche del suelo 14.

Cuando la máquina de trabajo de suelo 10 no está en uso, el UAV 302 puede moverse muy cerca de la máquina de trabajo de suelo 10 para analizar mejor el estado de los productos de enganche del suelo 14.

Ahora también se hará referencia a las figuras 14 y 15 que ilustran un diente alternativo según otra realización de la presente invención. Esta realización (que puede combinarse con cualquiera de las realizaciones anteriores) permite una fácil detección de cuándo se extraen involuntariamente partes de un diente (es decir, se separan). La figura

14 es una vista en perspectiva trasera parcial de una punta 546 que incluye un rebajo de inserto térmico 550 ubicado en el centro sobre una cavidad 556 y la figura 15 es una vista en perspectiva desde el frente de las partes restantes (un adaptador 540 y un adaptador intermedio 542) del diente.

El adaptador 540 está montado en el labio 16 del cucharón 12 e incluye un saliente 541 y un inserto térmico 652 montado sobre el saliente 541.

El adaptador intermedio 542 tiene un rebajo trasero 560 que complementa la forma del inserto térmico 652; y un inserto térmico frontal 752 que complementa la forma del rebajo de inserto 550 para ser recibido en ese rebajo 550 cuando la punta 546 está acoplada de manera deslizante al adaptador intermedio 542. El adaptador intermedio 542 también tiene una cara frontal 554 dimensionada para ser recibida dentro la cavidad de punta 556 en acoplamiento deslizante con esta.

Cuando está completamente ensamblado y en funcionamiento, el inserto térmico de adaptador 652 puede ser detectado por el dispositivo de monitorización 20, 320; pero el inserto térmico frontal 752 sólo se detecta cuando la punta 546 se ha retirado parcial o totalmente del adaptador intermedio 542. Si se detecta el inserto térmico frontal 752 durante el funcionamiento, esto indica la retirada involuntaria de la punta 546 asociada.

En otras realizaciones, los insertos y rebajos pueden estar ubicados en partes diferentes a las descritas anteriormente y pueden tener un tamaño, forma, material o configuración diferentes a los descritos anteriormente. Pueden usarse insertos térmicos activos o pasivos (o una mezcla de estos) en variaciones de las realizaciones anteriores.

Por ejemplo, la cerradura 244 solo puede incluir uno o más insertos térmicos pasivos o insertos tanto activos como pasivos.

Aunque algunas características solo se han descrito con respecto a una realización, estas características pueden usarse en otras realizaciones. Por ejemplo, la plataforma ajustable 324 y el módulo de caracterización de atenuación 338 pueden usarse con el dispositivo de monitorización 20 montado en el cucharón 12 u otro equipo de trabajo de suelo o equipo de monitorización del sitio.

Ahora se hace referencia a la figura 16 que es un diagrama esquemático que ilustra parte de otro cucharón 812 que incluye un labio 816 en el que se montan varios productos de enganche del suelo 814, incluidos los dientes 830 y las cubiertas 832. Hay seis dientes (etiquetados 830a a 830f) y cinco cubiertas (etiquetadas 832a a 832e), cada cubierta 832 está ubicada entre los dientes adyacentes 830. Los dientes 830 están numerados secuencialmente de '1' a '6' de izquierda a derecha, de modo que el diente '1' (830a) se encuentra en el extremo izquierdo del cucharón 812 y el diente '6' (830f) en el extremo derecho.

El dispositivo de monitorización 20 (o 320) registra la temperatura de estos dientes 830 y cubiertas 832 durante un período de tiempo, durante el funcionamiento del cucharón 812. Esto se ilustra en la figura 17 que es un gráfico 900 simplificado que ilustra los perfiles de temperatura de cuatro dientes 830 del cucharón 812 (los perfiles de temperatura de los otros dos dientes 830b,d y las cubiertas 832 no se muestran para mayor claridad). Estos perfiles de temperatura fueron registrados por el dispositivo de monitorización 20 (o 320) que puede usar el sensor de imágenes térmicas 82 para

registrar las temperaturas (ya sea de los productos de enganche del suelo 814 y/o de las insertos activos 252 o pasivos 52 en los productos de enganche del suelo 814). Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de monitorización 20 (o (320) puede recibir las temperaturas del sensor de temperatura 292 en un inserto térmico activo 252 o de un sensor de temperatura autónomo (que no forma parte de un inserto térmico activo) a través del transceptor 84 (o el módulo de comunicación inalámbrica 334).

El gráfico 900 muestra la temperatura registrada de cada uno de los cuatro dientes 830a,c,e,f en intervalos de treinta minutos. Está claro que el diente número "6" (830f) tiene un perfil de temperatura elevado en comparación con el diente número "1" (830a). Como se muestra en el gráfico 900, el perfil de temperatura aumenta del diente "1" al diente "6".

Se cree que una alta tasa de desgaste está asociada con cargas elevadas y dado que la temperatura aumenta con el desgaste, la carga en el labio 816 se puede mostrar midiendo las temperaturas de los productos de enganche del suelo 814. Esto se puede mostrar tanto instantáneamente (como ilustrado por el gráfico 900) y retransmitido al dispositivo de visualización 94. Los perfiles de temperatura también pueden almacenarse (por ejemplo, por la base de datos remota 24) y analizarse (por ejemplo, por el entorno de computación en la nube 26) para deducir tendencias de datos durante un período de tiempo prolongado. Cuando se analiza durante varios meses, la diferencia en los perfiles de temperatura de los productos de enganche del suelo 814 en el labio 816 puede indicar qué lado del cubo 812 ha recibido más carga acumulativa. La magnitud de la diferencia en los perfiles de temperatura (por ejemplo, la extensión de los perfiles de temperatura)

puede indicar el número o porcentaje de cargas asimétricas que se han producido. Al analizar estos datos, los propietarios de las máquinas de trabajo de suelo 10 pueden evitar costosas reparaciones en estas máquinas 10 (que incluyen, por ejemplo, una pluma y un brazo en una pala mecánica) donde el daño está influenciado por los efectos de torsión que surgen de las cargas de excavación no centradas en el labio 816. Esto puede implementarse cambiando los patrones de excavación de la máquina 10 para redistribuir la carga. El análisis instantáneo de las condiciones de carga permite a los operadores corregir los comportamientos de excavación en tiempo real (corrección activa), reduciendo así la carga acumulada no centrada en el labio 816 y el torque y la carga resultantes en el cucharón 812 y a la máquina a la que el cucharón 812 está acoplado.

Aunque la discusión anterior se ha relacionado principalmente con una carga dentro de un cucharón y dientes y/o cubiertas en un cucharón, el dispositivo de monitorización se puede usar para crear, por ejemplo, un perfil bidimensional o tridimensional de otros productos o superficie(s) de productos en un cucharón, como alas, y/o guías o el cucharón u otros accesorios y componentes del equipo de trabajo de suelo. Además, los sistemas también se pueden usar para monitorear la presencia o el estado de productos en otros tipos de equipos de trabajo de suelo, como guías en tolvas o bandejas de camiones o cantoneras en cuchillas.

Es posible el uso u otros diseños de dientes y cubiertas (como dientes de dos piezas en lugar de dientes de tres piezas), al igual que los cucharones que tienen solo

dientes (o predominantemente dientes) o solo cubiertas (o predominantemente cubiertas) y otros equipos de trabajo de suelo con otros productos de enganche del suelo.

El término equipo de excavación se entiende como un término general para referirse a cualquiera de una variedad de máquinas de excavación utilizadas en la minería, la construcción y otras actividades, y que, por ejemplo, incluyen topadoras, cargadoras, dragalinas, palas de cable, palas frontales, excavadoras hidráulicas, mineros continuos, cabezales de carretera, tambores de cizalla y cortadores de dragado. El equipo de excavación también se refiere a los productos de enganche del suelo de este equipo, como el cucharón, la cuchilla, el tambor o el cabezal de corte.

Ahora se apreciará que el dispositivo de monitorización 20, los insertos térmicos, o ambos, pueden detectar un perfil de temperatura de los productos de enganche del suelo 14 para detectar el desgaste, daño y/o pérdida de los productos de enganche del suelo 14. El perfil de los productos de enganche del suelo 14 se puede comparar mediante un dispositivo lógico programable con perfiles conocidos en una base de datos para determinar el nivel de desgaste de los productos 14 y/o si el producto de enganche del suelo 14 se ha separado del equipo de trabajo de suelo 10. Uno o más insertos térmicos 52, 152, 252 que tengan propiedades térmicas que contrasten con el material de los productos de enganche del suelo 14 se pueden incluir como un punto de referencia térmica y se pueden usar para ayudar a detectar el desgaste y/o la presencia de los productos de enganche del suelo 14. La inclusión de un inserto 52, 152, 252 ayuda a diferenciar los productos de enganche del suelo del material base (por ejemplo, la cubierta 32 del labio 16) en el que está montado y puede ser particularmente útil para

piezas que se extienden mínimamente desde la base, como una cubierta 32 en un labio 16.

Como se describió anteriormente, los insertos térmicos se pueden integrar en una pieza de desgaste (como la cubierta o la punta) de varias formas. Por ejemplo, el (o los) inserto(s) puede(n) recibirse en una abertura en el cuerpo de la pieza de desgaste, los insertos pueden asegurarse en un lugar donde no se espera que se desgasten, como cerca del extremo trasero de la pieza de desgaste, los insertos pueden fijarse a la cerradura para detectar la pérdida de la pieza de desgaste, los insertos pueden fijarse en aberturas en el cuerpo de la pieza de desgaste donde se esperaría desgaste y usarse como indicadores de sacrificio para detectar diferentes niveles de desgaste. Pueden usarse múltiples insertos (activos, pasivos o una combinación de ambos) para determinar el nivel de desgaste y/o para determinar la pérdida de una parte de una pieza de desgaste, particularmente una parte separable.

El inserto térmico 52, 152, 252 puede estar compuesto de cualquier material que proporcione propiedades térmicas contrastantes con el material de la pieza de desgaste (como la punta 46, el adaptador intermedio 42 o la cubierta 32). El inserto 52, 152, 252 podría ser, por ejemplo, un polímero, tungsteno, titanio, níquel, cromo o una aleación de materiales. El inserto 52, 152, 252 puede ser opcionalmente una combinación de materiales que presente a una cámara de infrarrojos una imagen característica como un objetivo o una cruz u otra imagen diferenciable.

Ahora también se apreciará que el dispositivo de monitorización puede montarse en un equipo de trabajo de suelo o puede estar separado del equipo de trabajo de suelo.

El dispositivo de monitorización puede ser movable. Separar el dispositivo de monitorización del equipo de trabajo de suelo puede proteger el dispositivo de vibraciones y golpes de impacto asociados con el equipo de trabajo de suelo. La capacidad de mover el dispositivo de monitorización permite que el dispositivo, por ejemplo, mejore su capacidad para monitorear los productos de enganche del suelo y/o monitorear más de un producto o equipo de trabajo de suelo. Solo como ejemplos, los dispositivos de monitoreo podrían fijarse al cucharón, la máquina de trabajo de suelo (por ejemplo, el brazo, la pluma o la cabina), un dron, un vehículo de servicio (por ejemplo, en un polipasto), o similares.

Ahora también se apreciará que el dispositivo de monitorización se puede montar en cualquier vehículo móvil conveniente, por ejemplo, un ROV, robot, vehículo de servicio o similar, o en un dispositivo de mano (por ejemplo, un teléfono móvil, tableta o similar), o en un dispositivo portátil (por ejemplo, un traje de exoesqueleto o un dispositivo de realidad aumentada o de realidad virtual).

El sensor de imágenes térmicas puede capturar una imagen de al menos una parte del producto de enganche del suelo de forma continua, en momentos establecidos o en función de eventos (por ejemplo, al recibir un disparador o la emisión de la alerta).

Puede utilizarse un detector térmico en lugar de un sensor de imagen térmica. Las señales del detector térmico pueden combinarse mediante una computadora local o remota para crear un mapa u otra información útil del perfil de temperatura.

Ahora también se apreciará que se ha descrito el dispositivo de monitorización que puede incluir un detector de infrarrojos, una cámara térmica o similar, para recolectar un valor de temperatura de uno o más insertos térmicos 52, 152, 252 y un valor de temperatura de uno o más puntos superficiales en, por ejemplo, una pieza de desgaste y/o el entorno circundante. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de monitorización puede detectar el perfil de temperatura del producto y el del entorno circundante (por ejemplo, el material de tierra). Los datos recopilados por el dispositivo de monitorización se pueden transmitir a un dispositivo remoto que podría ser una ECU 304 u otro dispositivo lógico programable en la cabina, vehículo de servicio, oficina, en una persona o en cualquier otro lugar que procese los datos para determinar un diferencial de temperatura de puntos medidos (y opcionalmente un mapa térmico). El diferencial de temperatura medido por el dispositivo de monitorización puede indicar otros problemas de condición, como la separación de una parte de un diente (u otra pieza de desgaste) o desgaste excesivo o erosión de una pieza de desgaste. El dispositivo de monitorización puede recopilar datos térmicos de más de dos puntos (o más de dos posiciones o ubicaciones) en los productos de enganche del suelo 14 (por ejemplo, los dientes 30 o cubiertas 32), el labio 16 y/o el cucharón 12 o guías sobre este. El dispositivo de monitorización o un dispositivo informático remoto (como un entorno informático en la nube) puede crear un mapa térmico de los productos de enganche del suelo 14 utilizando múltiples puntos de datos térmicos.

Los productos de enganche del suelo 14 pueden mostrarse en el dispositivo de visualización 94 como un perfil 3D generado y/o una imagen gráfica o fotográfica de vídeo

desde un punto de vista ventajoso. De esta manera, el operador puede tomar decisiones mejor informadas con respecto al desgaste, la pérdida y el reemplazo de los productos de enganche del suelo 14. La pantalla 94 y/o pantallas configuradas de manera similar, también pueden estar disponibles para otro personal en, asociado con, o remoto al lugar de trabajo.

Un UAV puede comprender un dron, helicóptero, dirigible, avión u otro vehículo aéreo. El vehículo móvil puede ser maniobrado directamente por un operador, de forma remota por un operador a través de un dispositivo de entrada del usuario, puede maniobrarse de forma autónoma o tener funciones autónomas programadas (por ejemplo, aterrizaje autónomo, vuelo autónomo sobre el equipo de trabajo de suelo y similares).

En otras realizaciones, el dispositivo de monitorización 20, 320 puede montarse en un brazo móvil, pluma, balancín o similar, que esté acoplado a la máquina de trabajo de suelo 10.

El vehículo móvil puede ser llevado al equipo de trabajo de suelo en un vehículo de transporte que puede moverse desde un almacén, estación o primer equipo de trabajo de suelo a un segundo equipo de trabajo de suelo. El vehículo de transporte puede tener ruedas y/u orugas. El vehículo de transporte puede ser conducido hasta el equipo de trabajo de suelo por un operador ubicado dentro del vehículo, pero podría conducirse de forma remota o autónoma. En otro ejemplo, el vehículo de transporte puede estar completamente automatizado y programado para conducir hasta el equipo de trabajo de suelo que se requiera que los productos de enganche del suelo 14 se monitoricen. El

vehículo de transporte también se puede utilizar para otras actividades de servicio o como parte de una flota de camiones de transporte. En una realización alternativa, el vehículo móvil que tiene el dispositivo de monitorización puede volar o conducirse al equipo de trabajo de suelo sin la necesidad de un vehículo de transporte separado para mover la herramienta de un lugar a otro.

En algunas realizaciones, los datos capturados o creados por la ECU 304 pueden acoplarse con datos de sensores y/o datos de otras fuentes, y procesados por un sistema que recibe alimentaciones de varios equipos de minería o construcción. Se podrían usar múltiples antenas y/o dispositivos remotos para aumentar la confiabilidad de la recepción de la señal, si se desea o se necesita para la operación particular.

La ECU 304 puede tener componentes adicionales y puede capturar o procesar datos relacionados con, pero sin limitarse a, par motor, consumo de combustible, temperatura atmosférica, temperatura del motor, temperatura ambiente y similares.

Los términos relativos como delante, detrás, arriba, abajo y similares se utilizan para facilitar la discusión. Los términos delantero o frontales se utilizan generalmente (a menos que se indique lo contrario) para indicar la dirección habitual de desplazamiento del material de tierra en relación con el producto durante el uso (por ejemplo, durante la excavación), y superior o arriba se utilizan generalmente como referencia a la superficie sobre el que pasa el material cuando, por ejemplo, se recoge en el cucharón. No obstante, se reconoce que, en el funcionamiento de varias máquinas de trabajo de suelo, los productos de enganche del suelo pueden orientarse de diversas formas y moverse en todo tipo de direcciones durante el uso.

La divulgación anterior describe ejemplos específicos. El sistema incluye diferentes aspectos o características de la invención. Las características de una realización se pueden usar con características de otra realización. Los ejemplos dados y la combinación de características descritas no pretenden ser limitantes en el sentido de que deben usarse juntos.

Los productos de enganche del suelo monitorizados pueden incluir, por ejemplo, cubiertas, puntas, adaptadores intermedios, guías y similares. El equipo de trabajo de suelo puede incluir, por ejemplo, excavadoras, cargadoras, palas de cable, palas frontales, dragalinas, etc.

Lista de referencias numerales

Máquina de trabajo de suelo 10

Cucharón 12, 812

Producto de enganche del suelo 14, 814

Labio 16, 816

Dispositivo o aparato de monitorización 20, 320

Campo de visión 22, 322

Base de datos remota 24

Entorno de computación en la nube 26

Dientes 30, 830

Cubiertas 32, 832

Adaptador 40

Punta adaptadora 41

Adaptador intermedio 42

Cerraduras 44

Punta, punto 46

Superficie superior de punta 48

Extremo frontal 50

Insertos térmicos 52

Inserto térmico pasivo 52a

Inserto térmico activo 52b

Cara frontal de adaptador intermedio 54

Cavidad de punta 56

Pata superior de cubierta 60

Pata inferior de cubierta 62

Cavidad trasera 64

Apertura de cubierta 66

Borde trasero superior 68

Aberturas de insertos 72a,b,c,d

Área de objetivo superior 74

Espárrago roscado 76

Borde delantero de cubierta 78

Controlador 80

Sensor de imagen térmica 82

Cámara de alta definición 83

Transceptor inalámbrico 84

Fuente de alimentación local (batería) 86

Algoritmo de mapa térmico 88

Cabina de máquina para trabajos de suelo 90

Volante 92

Dispositivo de visualización (tableta) 94

Controles y alertas 96

Mapa térmico 100

Contorno de diente y cubierta 102

Línea de límite de cubierta 104

Marcador de inserto de dientes 106

Píxeles de inserto térmico de punta 110

Píxeles frontales de cubierta 112

Píxeles frontales segundos de cubierta 114

Píxeles de parte trasera de cubierta 116

Píxeles centrales traseros de cubierta 118

Cerradura plegable 120

Apertura de cerradura 122

Primer componente de enclavamiento 124

Segundo componente de enclavamiento 126

Pasaje circular roscado 128

Retenedor de cerradura 130

Superficie superior de cerradura 132

Inserto térmico de cerradura 152

Porción de tapa de inserto térmico 154

Parte de vástago de inserto térmico 156

Cerradura 244

Inserto térmico activo 252

Tapa de cerradura 260

Pasador de cerradura 262

Rosca que sobresalen 264

Pestillo 266

Extremo superior (o exterior) 268

Formación de recepción de herramientas 270

Collar 272

Orificio roscado de collar 274

Superficie térmica superior 278

Fuente de energía recargable 280

Unidad térmica 282

Emisor térmico 284

Acelerómetro 286

Controlador 288

Transceptor 290

Sensor de temperatura 292

Unidad de carga (componentes piezoeléctricos) 294

Sistema de monitorización 300

Vehículo aéreo no tripulado (UAV) 302

Unidad de control de equipo (ECU) 304

Dispositivo de monitorización 320

Sensor de imagen térmica 321

Campo de visión 322

Plataforma regulable 324

Módulo de comunicación 334

Antena 336

Módulo de caracterización de atenuación 338

Atadura 358

Carcasa de ECU 402

Pantalla 404

Controles físicos de UAV 406

Módulo de controlador de pantalla 408

Módulo de navegación UAV 410

Fuente de alimentación 412

Módulo de comunicación inalámbrico 414

Antena ECU 416

Procesador 418

Almacenamiento 420

Pantalla ECU 430

Mapa térmico 500

Parte de pantalla de información de temperatura 502

Píxeles térmicos de adaptador intermedio 510

Píxeles térmicos de punta 512

Marcador de inserto de puntas 514

Información de identificación de inserto 520

Temperatura de inserto (T1) 522

Temperatura sin inserto (T2) 524

Diferencial de temperatura (ΔT) 526

Adaptador 540

Punta adaptadora 541

Adaptador intermedio 542

Punta 546

Rebajo de inserto térmico de punta 550

Cara frontal de adaptador intermedio 554

Cavidad trasera de punta 556

Rebajo de adaptador intermedio trasero 560

Inserto térmico de punta adaptadora 652

Inserto térmico frontal de adaptador intermedio 752

Gráfico 900