

Señores:
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Dirección de Nuevas Creaciones
E.S.D.

5

Ref.: Contestación requerimiento de forma oficio **12676**

Expediente: NC2019/0008106
Solicitantes: CORPORACION UNIVERSITARIA COMFACAUCA

10

HUGO DANIEL GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, identificado con CC8.027.951, abogado en ejercicio, portador de la TP 175.486 del CSJ; actuando como apoderado de la solicitante en el expediente de la referencia, mediante el presente oficio doy respuesta al requerimiento emitido por su despacho en los siguientes términos:

15

1. Modificaciones presentadas: Se adjunta el comprobante de pago por concepto de modificación de reivindicaciones y descripción.

20

2. Título: Se acoge el título propuesto por el señor examinador: SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA BASADO EN VISIÓN DE MÁQUINA PARA UNA SIERRA DE CORTE VERTICAL

25

3. Naturaleza de la invención:

Con el fin de dar claridad a la naturaleza de la invención, la cual no consiste en un programa de ordenador o el soporte lógico, como tal, se ha ajustado el capítulo reivindicatorio de manera que comprenda el alcance del concepto inventivo del sistema que se desea proteger.

30

4. Reivindicaciones

35

Atendiendo a las observaciones del señor examinador se ha ajustado el capítulo reivindicatorio con el fin de describir la invención se estableciendo la debida relación funcional entre sus componentes.

Igualmente se han ajustado los términos que fueron encontrados como imprecisos, y se han suprimido las referencias a marcas comerciales; así como corregido los errores de redacción.

- 5 Finalmente se han incluido los correspondientes números de referencia de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos, con el fin, de hacer más fácil la comprensión de la materia reivindicada.

5. Novedad de la invención:

Con base en el análisis comparado de los documentos D1, D2, D3 de cara a la novedad de la invención solicitada se evidencia que al ser desarrollos basados en visión de máquina y acorde al estado del arte en la materia, se diferencian 3 componentes fundamentales identificados como:

- Elemento primario de control (Sistema de adquisición de video), elemento de control (Sistema de procesamiento) y como elemento final de control (sistema de actuación), sin embargo el sistema de procesamiento descrito en el componente metodológico son diferentes. En las referencias D1,D2 y D3, se presentan unas especificaciones relacionadas al seguimiento e identificación de zonas de interés implementando algunas comparaciones en tiempo de maquina de alguna zona de interés y posterior accionamiento del paro del equipo, pero no especifican como se realiza el proceso de detección y acondicionamiento de las señales hacia la máquina, siendo este un elemento diferencial con nuestra invención.
- En la presente invención para el paro de emergencia en sierras de corte vertical se presenta un proceso de configuración y operación adaptado y sintetizado a los requerimientos del sector industrial donde se realizan operaciones con sierras de corte vertical; y las máquinas o equipos implementan tecnologías obsoletas de control (la invención propuesta se adapta a los equipos existentes en las fábricas), es por ello, que el sistema integra un soporte de (2) grados de libertad para el sistema de adquisición de video; para el sistema de procesamiento se integra un proceso que puede ser ejecutado por un sistema embebido u ordenador usando un entorno de desarrollo opensource, permite la determinación de un ambiente de trabajo controlado, especificando zonas de operación, caracterizando los dedos índice, corazón y pulgar de los miembros superiores del operario, ayudado de guantes de colores específicos para filtrar y acondicionar la imagen de los fotogramas de interés. Posteriormente, se ejecuta una comparación pixel a pixel de la colección de plantillas específicas determinadas previamente (tratamiento

del plano de color CMYC – RGB) y se comprueba si los miembros superiores de interés están en una zona de operación no segura.

Finalmente, se desarrolla un circuito electrónico y su carcasa de ensamble, para acondicionar una señal analógica de audio e interpretarla para accionar cualquier actuador en los rangos de una señal estándar de instrumentación en maquinas industriales. De valor agregado, se realiza un control histórico de las cantidades de veces que el operario expuso sus miembros superiores a una zona no segura de operación.

Lo anteriormente descrito no se evidencia a detalle en las referencias D1, D2 y D3 y se constituye en elementos sustanciales que otorgan novedad y nivel inventivo a nuestro desarrollo.

Con base en lo anterior esperamos dar claridad y atender a lo requerido por su despacho y solicitamos muy cordialmente dar continuidad al trámite.

Cordialmente,



HUGO DANIEL GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
Apoderado

ANEXO. MEMORIA DESCRIPTIVA Y REIVINDICACIONES AJUSTADAS.

SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA BASADO EN VISIÓN DE MÁQUINA PARA UNA SIERRA DE CORTE VERTICAL Y MÉTODO DE PROCESAMIENTO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada en el área de la Mecatrónica orientada a brindar seguridad en las maquinarias donde el usuario se encuentre operándolas directamente, exponiendo los miembros superiores de su cuerpo a elementos finales de control cortantes con filo dentado, los cuales pueden provocar un alto grado de accidentalidad. La invención aporta un valor agregado en sus sistemas de seguridad y correcta operatividad para asegurar el buen funcionamiento de estas, integrando el control (marcha o paro) de la maquina a través de elementos primarios de control (sensores/transductores) con tecnología sin contacto mecánico por medio de un sistema de captura y procesamiento de video.

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

Actualmente hay una necesidad creciente en la seguridad industrial de los operarios, al realizar actividades con maquinaria que realizan diferentes procesos alimenticios, procesos de manufactura y procesos metalmecánicos donde se desarrollan diferentes operaciones de mecanizado y transformación de materia prima. La mayoría de estas máquinas se utilizan para cortes variables de maderas, metales cárnicos, alimentos entre otras, las cuales son altamente peligrosas requiriendo un grado de concentración elevado por parte del trabajador en su operación para evitar algún contacto o accidente. Los sistemas de paro de emergencia que actualmente implementan estas máquinas, basan su operación en sistemas electromecánicos con accionamiento manual, obviando la detección de los miembros superiores del operario que éste laborando en torno a estas máquinas, siendo propenso a una amputación o laceración accidental. estos sistemas de emergencia, no tienen definida una región de peligro donde se pueda accionar un

paro de emergencia automático, sin que este tenga contacto directamente con alguna parte del cuerpo del operario, es por esto, que se hace necesario contar con sistemas de paro de emergencia robustos y fiables en las máquinas, basados en desarrollos tecnológicos de captura y procesamiento de video, mejorando el desempeño de los sistemas basados en instrumentación industrial tradicional.

El uso de un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina es de gran ayuda en el ámbito industrial, debido a los pocos elementos que se necesitan para que funcione el sistema, sin olvidar la facilidad de adaptación que estos tienen, de tal forma, que no alteran el trabajo del operario y no es necesario hacer modificaciones exhaustivas en las máquinas. Un componente fundamental en los desarrollos de procesamiento de video es la unidad principal de procesamiento, ya que de esta depende la rápida respuesta que se obtenga de la sensor óptico, también se cuenta con un entorno de desarrollo software open source con herramientas que facilitan el procesamiento para el sistema de paro de emergencia; estas características permiten reducir costos en su implementación, acercando este tipo de desarrollo a las pequeñas y medianas empresas que incorporen en sus procesos alimenticios, procesos de manufactura y procesos metalmecánicos, máquinas con alto grado de accidentalidad para el operario. Complementariamente se mejora la seguridad y salud en el trabajo, la eficiencia y calidad en los procesos anteriormente descritos.

Algunas tecnologías que actualmente se encuentran en el mercado que corresponden a dispositivos de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical, involucrando la detección de datos por visión y su interpretación por medio de un sistema embebido u ordenador. Pero ninguna de las soluciones disponibles en el mercado reúne todas y cada una de las características de la presente invención.

En el estado del arte, se han desarrollado diferentes soluciones que buscan un medio para realizar esto tipo de procesos, por ejemplo, la patente AU2017262385A1 enseña un accesorio de seguridad proporciona preferiblemente 4 cámaras de video montadas alrededor de una hoja de sierra de cinta y mirando paralela a la dirección de la hoja. Cada

sensor CCD de la cámara se escanea parcialmente en el modo 1. En el modo 1, una esquina del eje de cada área escaneada se alinea con el eje de la cámara, que se produce en la tabla, y define una esquina de un volumen protegido de lado paralelo que incluye toda la hoja expuesta. La cuchilla se frena rápidamente cuando el accesorio detecta una intrusión en el guante. En el modo alternativo completamente escaneado 2, el área protegida se extiende fuera del área del modo 1 y solo se emite una advertencia de intrusión. No comprende un método de adquisición de datos ni medio embebido.

Por otro lado, la solicitud WO18033924A1 se describe un dispositivo eléctrico de sierra de mano equipado con una disposición de seguridad, capaz de detener la rotación de la sierra de cinta al detectar un cuerpo en la proximidad de la cuchilla de dicha sierra de cinta. Las disposiciones de seguridad incluyen pastillas de freno o medios de liberación de tensión. Sin embargo, el anterior invento no comprende todas las características de la presente solicitud.

Adicional, la solicitud US2017252939A se proporciona un aparato de visión artificial rastrea un objeto distintivo en relación con una ubicación peligrosa en una superficie de trabajo de una sierra de cinta modificada en dos, tres o cuatro dimensiones (3-D + T), y calcula si se envía una "señal de apagado inmediato" "A la sierra de banda. Cámaras y un procesador de imágenes están montados en la sierra de cinta. La señal hace que un mecanismo integrado para detener la cuchilla mueva inmediatamente la rueda loca, eliminando la tensión de la cuchilla y desconectando la cuchilla, que luego frena hasta una parada completa y segura antes de que una mano enguantada que se acerca pueda tocar la cuchilla. Este tampoco comprende todas las características de la presente solicitud.

Otras posibles soluciones, JPH09155789A la cual propone Suspender rápidamente el funcionamiento de una sierra de cinta en caso de emergencia en la sierra de cinta que corta pescado congelado. SOLUCIÓN: Una sierra de cinta se enrolla sobre una polea de transmisión y una polea de guía, un mecanismo de soporte de eje de la polea de guía está hecho para ser energizado elásticamente hacia abajo por un resorte, pero para ser

empujado hacia arriba por una combinación de un cilindro neumático con una palanca, un mecanismo de frenado provisto de zapatas está provisto para un lugar cerca de la sierra de cinta y un sensor de color está provisto para estar frente a un lugar de trabajo. El sensor de color detecta el color especificado dado a los guantes de un operador para

5 emitir una señal, desactiva el cilindro, para permitir que el mecanismo de soporte del eje descienda por el resorte y la transmisión de energía a la sierra de cinta. De este modo, se desconecta, de modo que la sierra de cinta queda simultáneamente apretada por el mecanismo de frenado.

- 10 La patente WO8606816A1 que menciona un sistema de seguridad para, por ejemplo, una sierra de cinta accionada por un motor y que tiene un plano de trabajo se ilumina con luz UV mediante un medio de iluminación con luz modulada. Cuando un guante con material fluorescente ingresa al área supervisada, un sistema óptico detecta la luz fluorescente que sale del guante y activa un medio de señal y uno o más medios de
- 15 bloqueo o corte.

- La solicitud JP2013010162A que proporciona una sierra de cinta para el procesamiento de productos alimenticios, que garantice una alta seguridad, y que no deteriore la capacidad de trabajo de limpieza. SOLUCIÓN: La sierra de cinta para el procesamiento
- 20 de productos alimenticios hace que un controlador realice una acción segura a condición de que un sensor de color detecte un color específico aplicado a un guante, en donde la acción segura detiene un motor de accionamiento que impulsa una hoja de sierra de cinta y un medio de freno aplica fuerza de frenado a la hoja de sierra de banda. El medio de freno se aplica la fuerza de frenado de un sistema de accionamiento que constituye
- 25 parte de la hoja de sierra de cinta como la fuerza de frenado sin utilizar un dispositivo de frenado mecánico especial.

- US2017227163A que da a conocer un aparato de seguridad para proteger a un operador de una sierra eléctrica de la cuchilla durante el funcionamiento, siendo la sierra del tipo
- 30 que incluye una mesa de corte a través de la cual pasa la cuchilla, que comprende: una disposición de procesamiento de imágenes operable para detectar, dentro de una zona

predefinida tridimensional de detección, la presencia de un guante usado por el operador que tiene un color distinguible por el sensor de imagen del color de un objeto cortado por la cuchilla, la zona de detección tridimensional está ubicada en una trayectoria de corte de la cuchilla; y un controlador electrónico comunicable con el sensor de imagen y operable para controlar un mecanismo de detención para detener el movimiento de la hoja en respuesta a la detección del guante de color dentro de la zona de detección tridimensional.

BR102012025428A menciona un dispositivo tiene al menos dos unidades, en donde al menos una unidad de sensor, al menos una unidad de procesamiento y al menos un accesorio, el indicador de la unidad de sensor está fijado a la máquina de tal manera que capture la imagen del área de visualización y del área de riesgo. El dispositivo está listo para funcionar después de colocar al área en riesgo un calibre en función del tamaño de operación específico, el centro del elemento de corte y el manguito de calibración de color específico para el funcionamiento del dispositivo, que debe colocarse en el área de visualización. La unidad del sensor captura el calibre de la imagen y la envía a la unidad de procesamiento que crea un área de riesgo de la máscara, que se comparará con la imagen en tiempo real durante la operación, si se hace la invasión del manguito en el área peligrosa, la unidad de procesamiento identifica este evento y envía un comando para frenar y detener el motor minimizando o evitando el accidente.

CN208034815U proporciona un modelo de utilidad describe un sistema de protección de seguridad de operación de la máquina de corte, que incluye: unidad de puente y unidad de guantes, unidad de puente que incluye el cuerpo del puente y configura el módulo de entrada, el módulo del temporizador, el módulo de rango de ultrasonidos, un módulo de un solo chip y el módulo de comunicación inalámbrica en el cuerpo del puente, la unidad de guantes incluye el cuerpo de guantes y configura el segundo módulo de comunicación inalámbrica, el segundo módulo de microcomputadora de un solo chip, el módulo de advertencia y el módulo de alimentación en el cuerpo de los guantes. El modelo de utilidad revela una distancia entre el operador de supervisión en tiempo real del equipo de rango ultrasónico y la máquina cortadora, lo que reduce la distancia entre la máquina

cortadora, por razones tales como cansancio o funcionamiento incorrecto hasta el momento de alcanzarla y recibir de forma segura la condición de amenaza, informar la advertencia al operador, alcanzar el efecto de que se produce el incidente de prevención, reducir así las probabilidades de incidente.

5

GB2473061A de un dispositivo eléctrico potencialmente peligroso, como una sierra, un elevador o un electrodoméstico, incluye un dispositivo de seguridad, que comprende un sensor RFID para detectar una etiqueta RFID dentro de una distancia del dispositivo eléctrico, y un respondedor en comunicación con el sensor RFID. En uso, cuando el sensor detecta una etiqueta dentro de la distancia da respuesta al dispositivo eléctrico, el sensor se comunica con el respondedor para proporcionar una respuesta del dispositivo eléctrico. La respuesta puede incluir detener el dispositivo a través de un freno o disyuntor, o la producción de una alarma audible o visible. La etiqueta puede ser usada por un usuario o incorporada en la ropa de un usuario.

15

US2014130645A proporciona sensores primero, segundo y tercero emiten ondas electromagnéticas, reciben ondas electromagnéticas y se reflejan en un objeto una onda electromagnética emitida por el objeto que recibió el sensor electromagnético. Las ondas emitidas por el primer, segundo y tercer sensores especifican distancias entre ellos mismos y el objeto, respectivamente, basadas en las diferencias de tiempo entre las emisiones y las recepciones de las ondas electromagnéticas el control especifica tres dimensiones. Las coordenadas del objeto se basan en las distancias entre los sensores respectivos y el objeto, determinan si la coordenada tridimensional del objeto cae dentro de una región predeterminada para detiene un motor.

25

WO2018078054A1 un dispositivo de monitoreo y el método de monitoreo conectado, de un área operativa de una máquina provista de un miembro de trabajo y medios de soporte y movimiento del miembro de trabajo, el dispositivo de monitoreo que comprende: - al menos una unidad de grabación óptica capaz de adquirir imágenes del área operativa que rodea al miembro de trabajo, una unidad de administración configurada para recibir y procesar las imágenes, y para enviar una señal de comando al miembro de trabajo,

30

cuando se detecte un obstáculo en el área de operación, - un miembro de posicionamiento capaz de posicionar la unidad de grabación óptica en relación con la posición del trabajo miembro y ante la posible presencia de uno o más obstáculos fijos y / o móviles en el área de operación .

5

ES2421285 un sistema de detección y prevención de peligros o riesgos laborales en maquinaria industrial mediante monitorización visual continua del entorno de operación de la maquinaria y análisis de las imágenes de vídeo capturadas, que comprende para ello al menos una cámara capaz de cubrir de forma conjunta la zona de trabajo ocupada por la maquinaria y su entorno de seguridad. La información digital obtenida desde ésta una o más cámaras permite la observación en detalle de los sucesos ocurridos en dicha primera zona de trabajo y dicho entorno de seguridad. El sistema además comprende un módulo de control que analiza la información proveniente de la o las cámaras y que determina la existencia de riesgos laborales en el entorno industrial monitorizado. Este módulo de control también es encargado de enviar la señal, en caso necesario, para bloquear o desbloquear la maquinaria industrial, según el estado de seguridad del entorno de seguridad, el estado de la maquinaria y de la existencia de riesgos laborales, con el fin de evitar accidentes laborales.

20 Similar a lo anterior, algunas tecnologías que actualmente se encuentran en el mercado corresponden a dispositivos y máquinas de visión de máquina para paro de emergencia. Sin embargo, estos dispositivos no solucionan el problema planteado ni lo resuelve como. De tal manera que se crea la necesidad de un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical, involucrando la detección de datos por visión y su interpretación por medio de un sistema embebido u ordenador.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

30 Con el propósito de solucionar los problemas identificados en el estado del arte, se ha desarrollado la presente invención, la cual se refiere a un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina, preferiblemente, para máquinas que realizan procesos

alimenticios, procesos de manufactura y procesos metalmecánicos, donde el operario exponga sus miembros superiores a elementos finales de control con alto riesgo de peligro, propenso a una amputación o laceración accidental.

- 5 El sistema consiste en tres módulos claramente diferenciados: sistema de adquisición de video, sistema de procesamiento de video y sistema de actuación, donde el sistema de adquisición de video consta de un sensor óptico (Cámara) que se posiciona directamente encima del elemento final de control (actuador) de la máquina, esta registra video en tiempo real que es adquirido por el sistema de procesamiento para posteriormente ser
- 10 analizado por el algoritmo de control y procesamiento, identificando la forma como el operario expone sus miembros superiores en sus actividades de operación en la máquina; logrando definir en esta, una región de peligro alrededor del elemento final de control, donde se realizan operaciones de mecanizado y transformación de materia prima. Posteriormente el sistema de actuación recibe una señal de control que permite
- 15 el accionamiento de un mecanismo de paro de emergencia en la máquina. Para el correcto funcionamiento y operatividad del sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina, el operario debe utilizar elementos de operación (guantes, botas) en sus actividades, específicamente de color azul, verde o morado.
- 20 Mas específicamente, esta invención trata de un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical, involucrando la detección de datos por visión y su interpretación por medio de un sistema embebido u ordenador. El sistema consta de tres módulos integrados: el sistema de adquisición de video, el sistema de procesamiento de video y el sistema de actuación. El sistema de adquisición de video
- 25 consta de un sensor óptico (cámara web) que está posicionada directamente en la parte superior de la sierra de corte vertical, la cual registra una secuencia de imágenes que representan escenas en movimiento y son enviadas al sistema de procesamiento para ser analizado en tiempo real, identificando la forma como el operador manipula el elemento en torno a la sierra vertical en una región de peligro definida, acorde los
- 30 lineamientos del sistema de seguridad y salud en el trabajo, mediante el uso de guantes de colores: azul, verde o morado. Finalmente, el sistema de actuación recibe una señal

analógica, la cual es acondicionada e interpretada para generar unas alarmas de audio, visuales y de control que permite el accionamiento del mecanismo de paro de emergencia en la máquina.

5

LISTA DE FIGURAS

La invención en sí, junto con otras características y ventajas derivadas, resultará evidente a partir de la consideración de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos. Ahora se describen una o más realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, en las que los mismos números de referencia representan elementos similares y en los que:

10

Figura 1. Se presenta el sensor del dispositivo de adquisición de video sobre su soporte y estructura.

15

Figura 2. Una vista de la pieza de soporte adaptable del sensor óptico.

Figura 3. Se presenta el algoritmo y el proceso de procesamiento del sistema de procesamiento de video.

Figura 4. Se ilustra una placa electrónica de acondicionamiento y control de señales.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FIGURAS

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, una realización de la misma se ha mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirá aquí a continuación. Debe entenderse, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a las formas particulares descritas, sino que, por el contrario, la invención debe cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del espíritu y alcance de la invención.

25

Los términos “comprende”, “que comprende”, o cualquier otra variación de los mismos, están destinados a cubrir una inclusión no exclusiva, de modo que una configuración, estructura o método que comprende una lista de componentes o pasos no incluye solo

30

esos componentes o pasos, pero puede incluir otros componentes o pasos no enumerados expresamente o inherentes a dicha configuración, estructura o método. En otras palabras, uno o más elementos en un sistema o aparato precedidos por “comprende ... a” no excluye, sin más limitaciones, la existencia de otros elementos o elementos adicionales en el sistema o aparato.

Para una mejor comprensión de esta invención, ahora se hará referencia a la realización ilustrada en las Figuras adjuntas y descripción aquí a continuación, además, en las Figuras siguientes, se usan los mismos números de referencia para identificar los mismos componentes en varias vistas.

La figura 1 ilustra el componente electrónico y óptico CMOS sensible, sobre lo que se proyecta la luz capturando una representación de imágenes del entorno real y mediante un proceso de transducción, permite el envío de información digital a un procesador para realizar una representación digital de la realidad.

La figura 2 muestra el componente mecánico, constituido de materiales como lamina de acero, acero inoxidable o polímeros de acuerdo a la aplicación de la maquinaria, donde su principal funcionalidad es la adaptabilidad, ensamble, ecualización de posición y soporte del sensor óptico.

La figura 3 y el diagrama 1 ilustra el procesamiento que está basado en un desarrollo software mediante un algoritmo de control, embebido e implementado mediante el entorno de desarrollo Python versión 2.7 integrando librerías de procesamiento de imágenes de Open CV 3.1

La figura 4 enseña que el sistema de actuación está conformado por una placa electrónica la cual involucra un diseño para el acondicionamiento y control de señales, permitiendo obtener la señal que emite el sistema de procesamiento de video en voltaje mediante un acondicionamiento que dispara un relé con el que se puede activar un sistema de control AC /DC para el paro de la máquina.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical, compuesto por tres módulos integrados conocidos como el sistema de adquisición de video, el sistema de procesamiento de video y el sistema de actuación. Este proceso se realiza mediante las siguientes etapas: Se adquiere la información de video como imágenes consecutivas de entrada de los miembros superiores o inferiores del operario, para su posterior preprocesamiento y obtención de información digital acondicionada. A continuación, se genera una segmentación para obtener una colección de objetos de interés separados y clasificados, acorde a la extracción de los patrones y características relevantes en los miembros superiores e inferiores del operario, estos patrones de características son reconocidos y clasificados mediante unas plantillas específicas de caracterización. Finalmente, se interpreta la escena en tiempo real y se envían unas señales analógicas y digitales de control a los actuadores y dispositivos de visualización para informar y detener el funcionamiento de la sierra en caso de detectar una zona de peligro y riesgo de accidente.

El sistema de adquisición de video consta de un sensor óptico posicionado en la parte superior de la sierra de corte vertical, el cual es el dispositivo de entrada encargado de registrar continuamente en video, el trabajo del operador en torno a la sierra vertical (manipulación de alimentos, maderas, corte de carnes, entre otros). Los datos registrados por el sensor óptico de video son enviados al sistema de procesamiento, el cual de manera directa y en tiempo real, realiza el procesamiento de las imágenes captadas. El sistema de procesamiento se realiza en una unidad de control basada en procesador u ordenador, el cual procesa el video proveniente del sensor óptico, permitiendo identificar las características o patrones de características provenientes de los miembros superiores del operador cuando manipula un elemento en torno a la sierra vertical. Para generar un ambiente controlado de extracción de características, se requiere que el operario utilice guantes de colores (azul, verde o morado) los cuales

sobresalen y se diferencian del entorno de trabajo de una máquina industrial. Una de las principales características del procesamiento, es definir una región de peligro en torno al elemento de corte con filo dentado. Esta región de peligro o de alarma, es una región en donde los miembros superiores del operador se acercan peligrosamente al elemento de corte. Esta región de peligro es caracterizada en el sistema de procesamiento, con múltiples colecciones de patrones de características basadas en las imágenes y fotogramas en movimiento, las cuales consisten en una colección de imágenes con diferentes vistas del miembro superior del operador de la sierra de corte entrando peligrosamente a la región de peligro y en la región de zona segura.

El sistema consiste en tres módulos claramente diferenciados: sistema de adquisición de video, sistema de procesamiento de video y sistema de actuación, donde el sistema de adquisición de video consta de un sensor óptico (Cámara) que se posiciona directamente encima del elemento final de control (actuador) de la máquina, esta registra video en tiempo real que es adquirido por el sistema de procesamiento para posteriormente ser analizado por el algoritmo de control y procesamiento, identificando la forma como el operario expone sus miembros superiores en sus actividades de operación en la máquina; logrando definir en esta, una región de peligro alrededor del elemento final de control, donde se realizan operaciones de mecanizado y transformación de materia prima. Posteriormente el sistema de actuación recibe una señal de control que permite el accionamiento de un mecanismo de paro de emergencia en la máquina. Para el correcto funcionamiento y operatividad del sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina, el operario debe utilizar elementos de operación (guantes, botas) en sus actividades, específicamente de color azul, verde o morado.

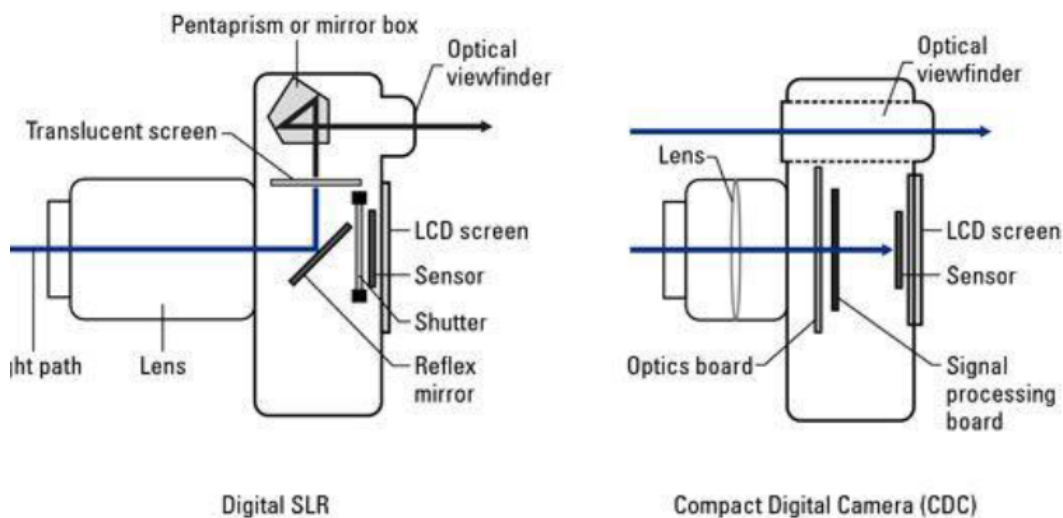
A continuación, se explicará en detalle el concepto inventivo y sus realizaciones preferidas: El sistema consiste en tres módulos diferenciados:

Sistema de adquisición de video

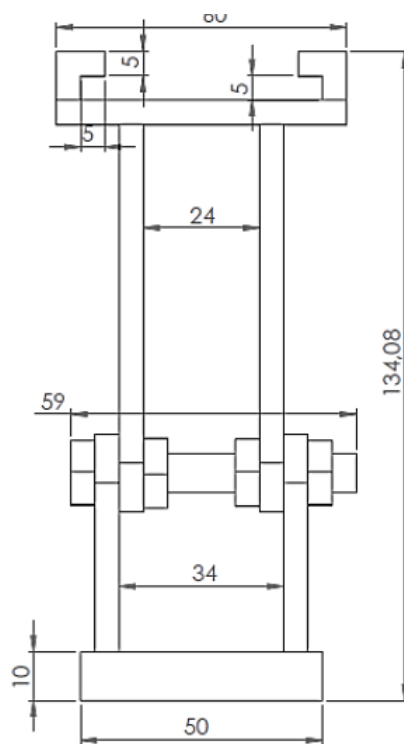
El sistema de adquisición de video consta de una representación de imágenes en movimiento, mediante información de datos digitales codificados por medio de un sensor óptico que permite recolectar información del entorno de trabajo, este sistema se posiciona de tal modo que permita tener una visión panorámica de la zona de trabajo del elemento final de control (actuador) de la máquina, obteniendo una entrada de video que registre en tiempo real la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina, identificando la cinemática de las actividades realizadas por el operario en procesos alimenticios, procesos de manufactura y procesos metalmecánicos. La información digital registrada cuenta con las características en resolución HD (1280x720 pixeles) y Full HD (1920x1080 pixeles) a una velocidad de 30 a 60 FPS (fotogramas por segundo) y transmitida mediante interfaz USB. Para garantizar las condiciones básicas de funcionamiento del sistema se debe contar con una iluminancia media en servicio de 1500 lux, con apariencia de color de luz fría.



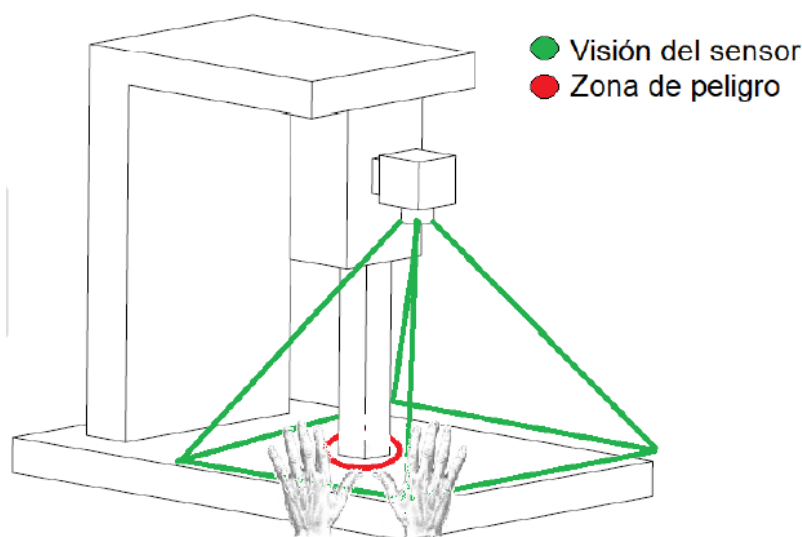
Sistema de procesamiento y sistema de Acondicionamiento y Sistema de entrada (Cámara web)



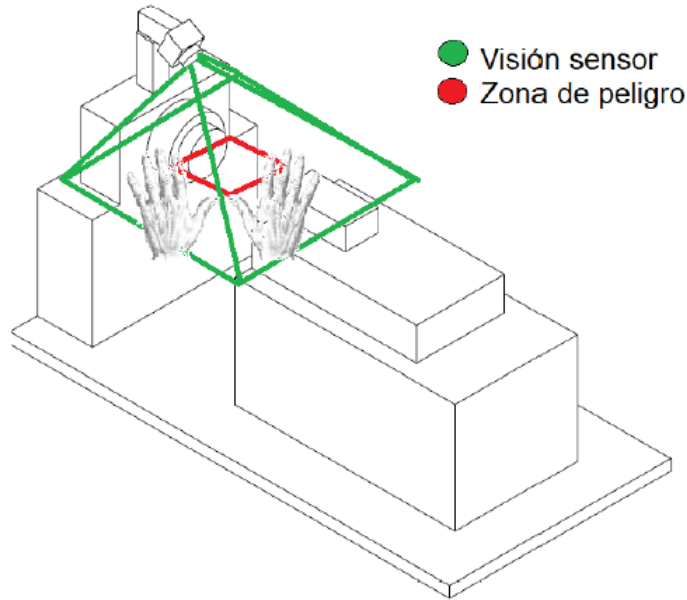
Esquema de sensor óptico de cámara Comercial. Fuente: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&control=S207-0705201854700013



Pieza de soporte adaptable de sensor óptico (Unidades en mm). Fuente: Propia.



Visión panorámica de sensor óptico y zona de peligro de máquina con actuador vertical. Fuente: Propia.



Visión panorámica de sensor óptico y zona de peligro de máquina con actuador horizontal. Fuente: Propia.

Sistema de procesamiento de video

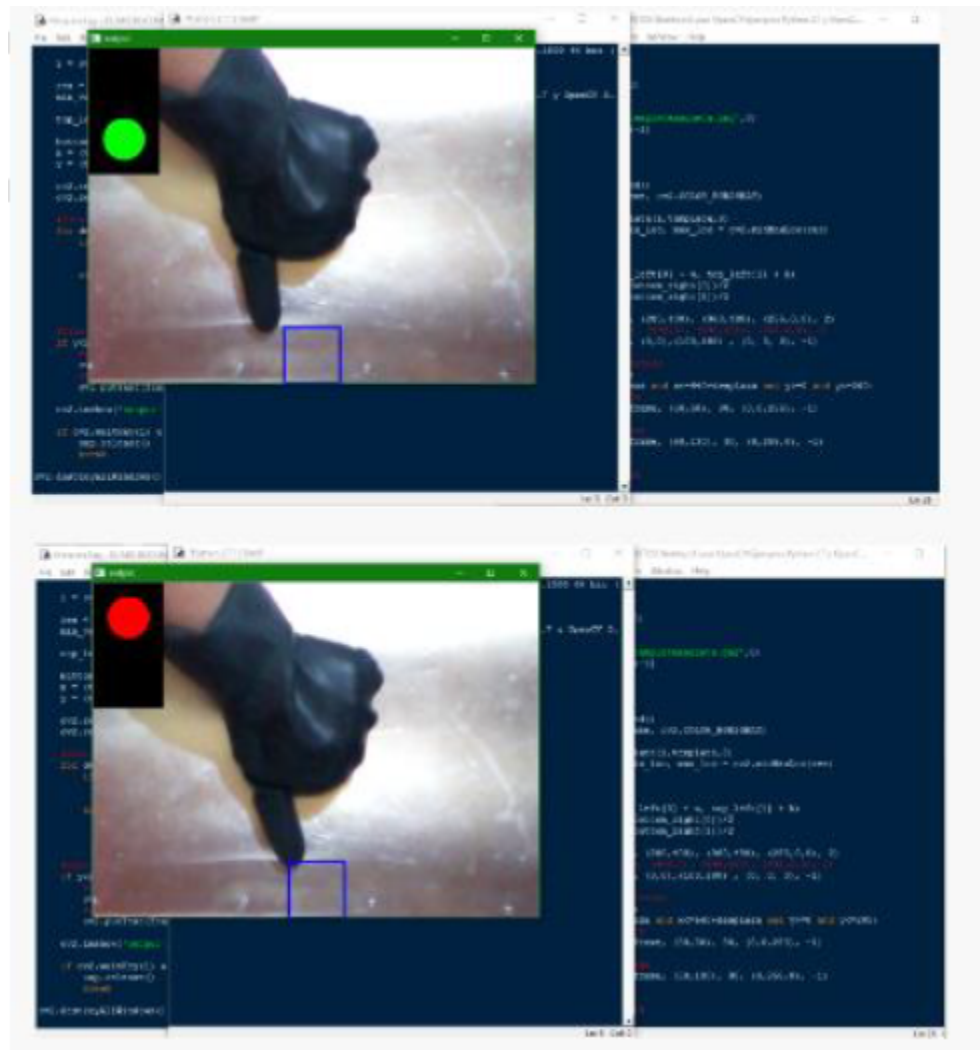
5 El sistema de procesamiento se realiza en una arquitectura basada en procesador o computador el cual capta el video proveniente del sistema de video, permitiendo identificar la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina ya sea para procesos alimenticios, procesos de manufactura y procesos
10 metalmecánicos.

Para garantizar un buen funcionamiento se requiere que el operario utilice elementos para su respectiva manipulación ya sea para operaciones de mecanizado o transformación de materia prima de colores como azul, verde o morado los cuales
15 sobresalen y se diferencian del entorno de trabajo. No se asegura un buen funcionamiento si el elemento de manipulación por parte del operador es de color negro, blanco, rojo ya que estos colores generan ruido y dificultan la detección de los miembros superiores.

20 El sistema de procesamiento está basado en un algoritmo (Ver Diagrama 1) embebido e implementado mediante el entorno de desarrollo Phyton versión 2.7 con librerías de procesamiento de imágenes de Open CV 3.1, tiene como principal característica una zona

de peligro definida alrededor del elemento final de control, en la que el operario se acerca peligrosamente arriesgando sus miembros superiores, posteriormente, se realiza una parametrización mediante la toma de múltiples patrones de los miembros superiores del operario, entrando a dicha región, las cuales se comparan en tiempo real con el sistema de procesamiento de video, donde de validarse la condición de idénticas, el sistema emite una señal visual y sonora.

5



Zona de peligro. Fuente: Propia

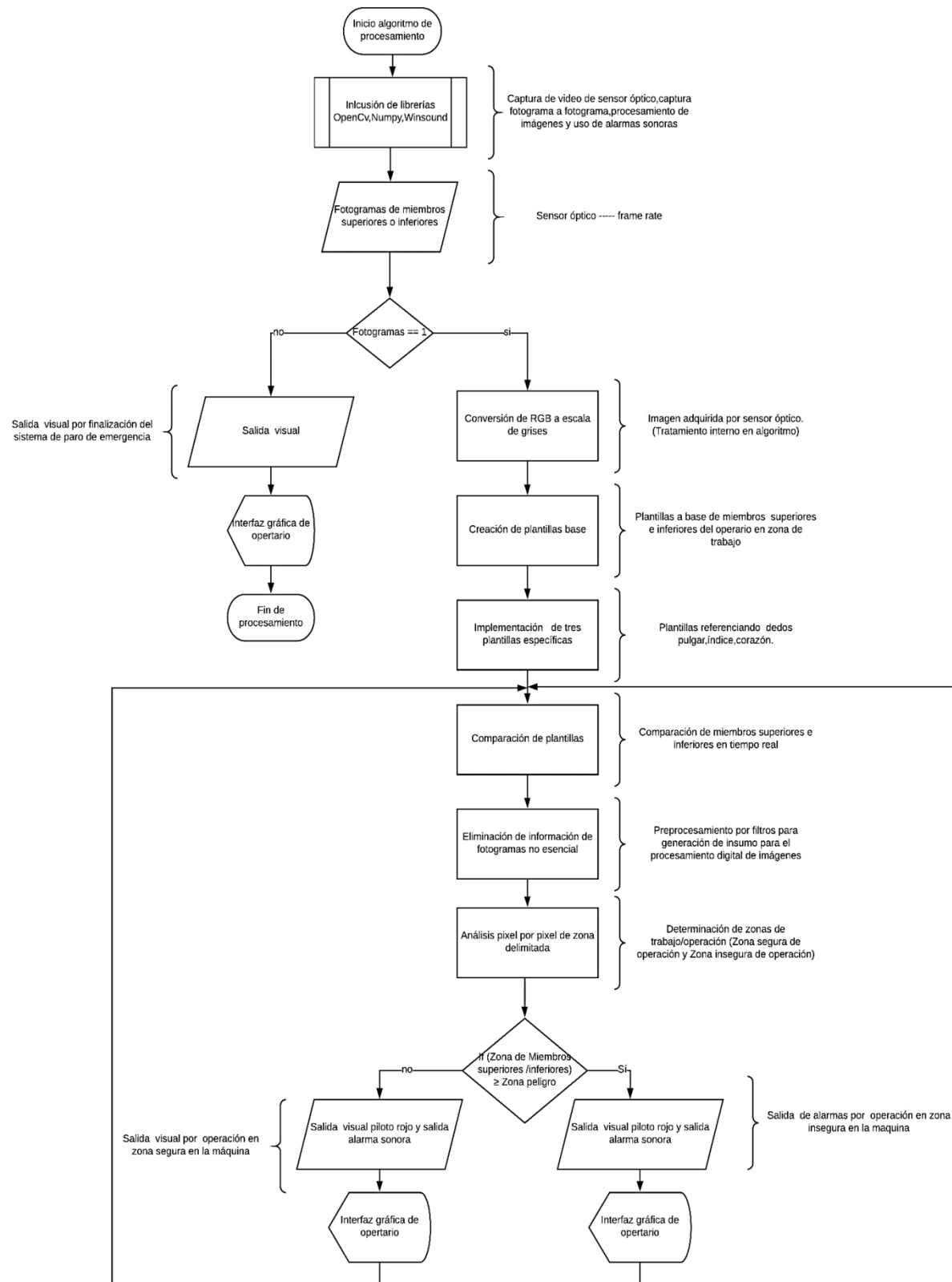


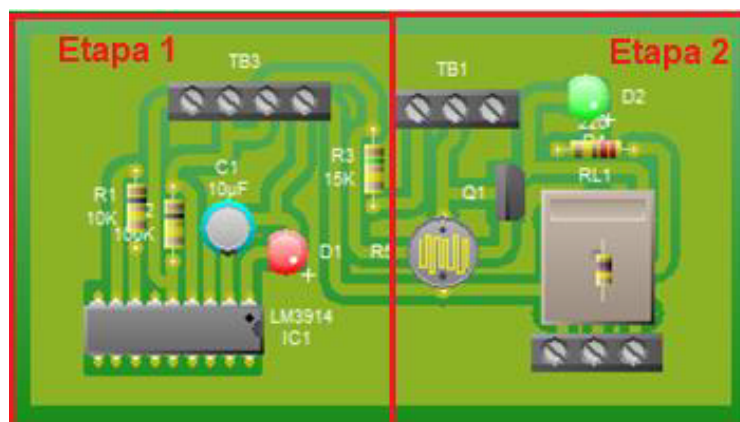
Diagrama 1. Diagrama de flujo de algoritmo de procesamiento. Fuente: Propia.



Pruebas técnicas

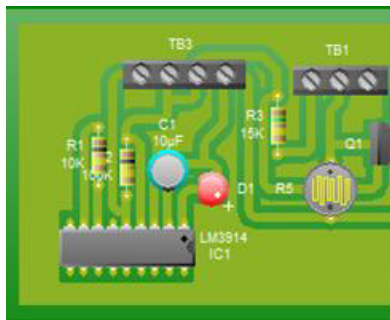
5 Sistema de actuación

El sistema de actuación consiste en un circuito de acondicionamiento, el cual consta de dos etapas: la primera se compone de un circuito integrado de medición de frecuencia, el cual activa un componente electrónico led cada vez que recibe la señal de audio, está es activada por puerto de audio Jack Plug 3.5mm de la unidad de procesamiento, cada vez que el algoritmo (Ver Diagrama 1) detecte una semejanza acorde a la parametrización previa del sistema de procesamiento de video; la segunda etapa está compuesta por un sensor de luz conectado a un relé, con activación simultanea que el componente electrónico led de la primera etapa, es decir, que al encenderse el led cerca del sensor de luz, este activa el relé el cual proporciona un voltaje AC o DC según requiera el sistema de parada de la máquina.



Circuito general del Sistema de actuación. Fuente: Propia.

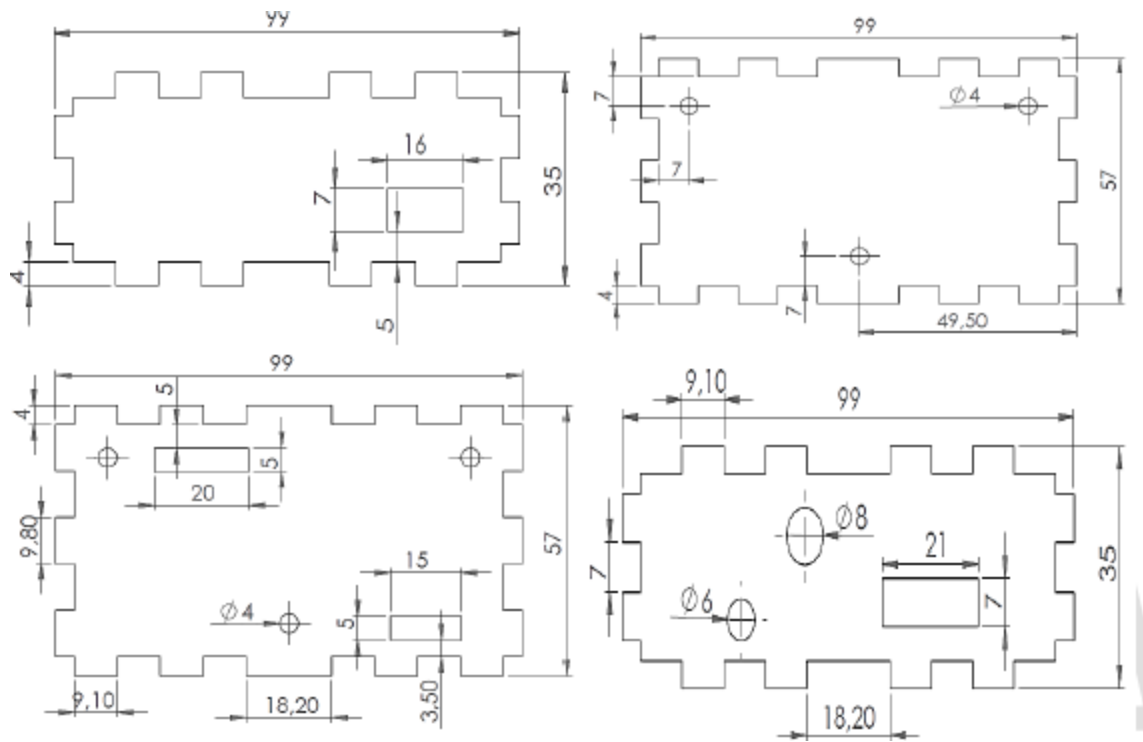
El sistema estará en un constante registro y procesamiento de video al momento que el operario inicie a manipular la máquina, este comparará continuamente en tiempo real con el patrón de parametrización, y en caso de tener una mínima semejanza, envía una señal hacia el sistema de actuación, para que este registre la alarma y se proporcione una señal de voltaje (24VDC o 110VAC) para el accionamiento del paro de emergencia de la máquina. La señal que se envía hacia el sistema actuador es una señal acondicionada (Figura 10), permite obtener la señal que emite la unidad de procesamiento con ayuda del algoritmo por el puerto de audio, transformándola en voltaje que dispara un relé con el que se puede activar un sistema de paro inmediato de la máquina. En el sistema de actuación receptiona la señal de audio y esta se convierte en un voltaje de 5 voltios, el cual sirve para accionar un relé que tiene como características de accionamiento 5 voltios DC y permitiendo a la salida disponibilizar un voltaje de 24 VDC o 120 VAC, con lo cual se puede accionar un mecanismo de emergencia para el paro de la máquina (Figura 10 a-b-c).



Circuito de acondicionamiento de señal. Fuente: Propia.



Circuito de actuación de control. Fuente: Propia.



Carcasa de sistema de acondicionamiento (Unidades en mm). Fuente: Propia.

Los tres sistemas descritos anteriormente, proponen un sistema no invasivo, es decir, no se requiere intervenir la máquina, dado que, a través del sensor óptico ubicado estratégicamente, permite tener una visión panorámica de la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina. El sistema es económico, de fácil construcción e implementación, usa un sensor óptico, una unidad de procesamiento y emplea plataformas de software y hardware libres.

Se usan técnicas de visión de máquina para realizar el procesamiento de análisis de la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina, en torno a procesos que necesitan una supervisión exhaustiva debido al alto grado de peligro al que está expuesto el operario. Los sistemas de parada de emergencia para este tipo de actividades de mecanizado y transformación de materia prima, hacen necesario la utilización de este tipo de herramientas. En el sistema propuesto se define una región de peligro o de alerta en el sistema de procesamiento, de forma tal que cuando se registra en video que el operario se encuentra próximo entrar a la región de peligro, el sistema dispara la señal de paro. Se usan técnicas de comparación de

patrones por pixel para comparar con el video en tiempo real, la relación de operatividad hombre maquina en el elemento final de control con plantillas definidas previamente. El sistema se puede caracterizar para cualquier tipo de proceso alimenticio, proceso de manufactura o proceso metalmecánico.

5

Componente hardware

El sistema de paro de emergencia para la sierra de corte vertical, integra los siguientes elementos. Como elemento primario de control está el sensor óptico junto con su estructura, el cual permite recolectar información del entorno de trabajo, a través de la captura de fotogramas como matrices de datos o imágenes en tiempo real. Como unidad de procesamiento (B) de los fotogramas, se implementa un procesador (sistema embebido, dispositivo móvil u ordenador), el cual soporta el proceso de detección de miembros superiores por medio de procesamiento digital de imágenes. Como circuito electrónico de acondicionamiento (C), se implementa una placa de circuitos analógicos y digitales para obtener la señal de audio que emite la unidad de procesamiento por un conector de audio analógico (Jack Plug 3.5mm), transformándola en una señal de voltaje de corriente continua (VDC), que activa un relé electromecánico con el que se puede inicializar el sistema de paro

20

inmediato de la máquina. La conversión y amplificación de la señal está en el rango de 1.78 VDC hasta 2.5 VDC, los cuales se interpretan mediante la escalización a una unidad de porcentaje de voltaje de corriente directa (VDC), correspondiente al estándar de activación de bobinas de relés electromecánicos. Para visualizar el valor de la señal eléctrica comparada con un valor de referencia (1.78 VDC – del puerto de audio), se desarrolla una placa electrónica (D) con sus correspondientes periféricos pasivos (resistores, usado como divisor de tensión y regulación de corriente, condensadores, indicadores piloto (E) de 120 AC o 24 VDC y zumbador, usados como dispositivos de alarma luminosa de región de operación segura y región de operación no segura; Como suministro energético del componente de procesamiento y acondicionamiento de señales, se integra una fuente de alimentación regulada (F); finalmente para la

30

interpretación y control de la detección de la intensidad de la señal analógica de audio acondicionada en un instrumento de visualización, se integra una célula fotoeléctrica (LDR: Light Dependent Resistor) como elemento primario de control.

5 COMPONENTE SOFTWARE:

Entorno de desarrollo: Phyton versión 2.7 con librerías de procesamiento de imagines Open CV 3.1

10 Estructura del algoritmo:

En el diagrama 1, denominado diagrama de flujo del algoritmo de procesamiento, se especifica la estructura general del algoritmo y en la Tabla 3, denominada código fuente, se especifica el código de programación para el algoritmo de procesamiento junto
15 proceso de adquisición de datos basado en la misma estructura del algoritmo.

- Inicialmente se gestiona el uso de los puertos de audio y adquisición de datos del dispositivo de procesamiento datos, las entradas y salidas digitales, audio y video, indiferente del tipo del dispositivo de adquisición de datos (Camara web –
20 dispositivo móvil) y control de procesamiento (sistema embebido, dispositivo móvil u ordenador).
- Se realiza una adquisición de video inicial de la escena de trabajo, para analizar las condiciones del ambiente, probando diferentes configuraciones de resolución y exposición de luz a la zona de interés.
25
- Teniendo como base el video inicial de la escena de trabajo, se definen las características del ambiente de trabajo controlado, almacenando las características de iluminación, planos de color RGB
30

- Se habilita la entrada de datos del sistema de adquisición de video con una tasa, adquiriendo fotogramas de la escena de los miembros superiores del operario en la escena de interés de trabajo de la sierra de corte vertical.

- 5 • Si el rango de fotogramas por segundo es validado por el sistema de procesamiento, se procede adquirir por medio del sensor óptico un procesamiento de la imagen en tiempo real procesada mediante una conversión del plano de color RGB.

- 10 • Acorde a la conversión del plano de color, se definen otras características del ambiente de trabajo controlado, almacenando las características de iluminación, planos de color en escala de grises.

- 15 • se define una colección de plantillas base de referencia de los miembros superiores del operario en el entorno de la zona de trabajo de interés en la sierra de corte vertical.

- 20 • Se definen un grupo de tres (3) plantillas específicas de la colección de plantillas base, referenciando en los miembros superiores del operario los dedos pulgar, índice y corazón (Ultimo paso del proceso de configuración inicial del sistema de paro de emergencia).

Inicio de ejecución de control en tiempo real del sistema de paro de emergencia.

- 25 • Se realiza una comparación de los miembros superiores del operario con el grupo de plantillas previamente definidas mediante la habilitación de la adquisición de información por medio del sistema de video en tiempo real.

- 30 • Se ejecuta un procesamiento de la información de video por medio de filtros digitales para la generación de insumos para el procesamiento digital de imágenes, eliminando la información no esencial en los fotogramas adquiridos.

- Se determinan las zonas de trabajo /operación (Zona segura de operación y Zona Insegura de operación) mediante el análisis píxel por píxel de la zona delimitada en la región de operación en la sierra de corte vertical.

5

- Si el resultado del análisis píxel a píxel de los miembros superiores del operario específicamente los dedos pulgar, índice y corazón (grupo de plantillas seleccionadas) dan como resultado una semejanza con la zona de peligro, se ejecuta la acción de control de paro de emergencia de la sierra de corte vertical emitiendo las señales de paro al actuador, señales de alarma visuales y señales de alarma sonoras. Finalmente se regresa al paso de comparación de los miembros descrito previamente y se continúa con el proceso.

10

- Si el resultado del análisis píxel a píxel de los miembros superiores del operario específicamente los dedos pulgar, índice y corazón (grupo de plantillas seleccionadas), si no se cumple la condición se ejecuta salida visual de zona segura.

15

Programa de computador

20

En la presente invención del sistema de paro de emergencia para sierra de corte vertical, se usa el lenguaje de programación Phyton, integrado con los toolkits de procesamiento de imágenes Open Source Computer Vision (OpenCV) y las librerías y bilbiotecas Numpy, Winsound. El desarrollo del algoritmo que permite la implementación de la invención esta soportado bajo el paradigma de programación orientado a objetos para la creación de las clases y objetos que definen las plantillas específicas de interés en la región de operación en la sierra de corte vertical, para el tratamiento y posterior acondicionamiento de las señales adquiridas por el sensor óptico. Posteriormente se integran estructuras de control do-while, for, case structure, if-else, arrays para la función de comparación de las plantillas de interés en la zona segura de operación. Finalmente se habilita la escritura digital y analógica por los puertos de comunicación de audio, serial

25

30

y USB para el envío de señales de control del paro de emergencia y se presenta una interfaz gráfica al operario, evidenciando en tiempo real el procesamiento de video.

Código Fuente

```
5
# librerias
import cv2
import numpy as np
import winsound
10 #Captura de vídeo de la cámara
cap = cv2.VideoCapture(0)
#Captura fotograma a fotograma
_, frame = cap.read()
#Plantillas
15 template1 = cv2.imread('c1.png',0)
a, b = template1.shape[::-1]
c, d = 0,0
template2 = cv2.imread('c2.png',0)
e, f = template2.shape[::-1]
20 g, h = 0,0
template3 = cv2.imread('c3.png',0)
i, j = template3.shape[::-1]
k, l = 0,0
template4 = cv2.imread('c4.png',0)
25 m, n = template4.shape[::-1]
o, p = 0,0
template5 = cv2.imread('expo5.png',0)
q, r = template5.shape[::-1]
s, t = 0,0
30 while(True):
#Captura fotograma a fotograma
_, frame = cap.read()
#Pasamos de RGB a escala de grises
grises = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
35 #Comparacion de plantillas
res1 = cv2.matchTemplate(grises, template1, 3)
min_val1, max_val1, min_loc1, max_loc1 = cv2.minMaxLoc(res1)
res2 = cv2.matchTemplate(grises, template2, 3)
min_val2, max_val2, min_loc2, max_loc2 = cv2.minMaxLoc(res2)
40 res3 = cv2.matchTemplate(grises, template3, 3)
```

```

min_val3, max_val3, min_loc3, max_loc3 = cv2.minMaxLoc(res3)
res4 = cv2.matchTemplate(grises, template4, 3)
min_val4, max_val4, min_loc4, max_loc4 = cv2.minMaxLoc(res4)

res5 = cv2.matchTemplate(grises, template5, 3)
5 min_val5, max_val5, min_loc5, max_loc5 = cv2.minMaxLoc(res5)
top_left1 = max_loc1
top_left2 = max_loc2
top_left3 = max_loc3
top_left4 = max_loc4
10 top_left5 = max_loc5
bottom_right1 = (top_left1[0] + a, top_left1[1] + b)
c = (top_left1[0] + bottom_right1[0])/2
d = (top_left1[1] + bottom_right1[1])/2
bottom_right2 = (top_left2[0] + e, top_left2[1] + f)
15 g = (top_left2[0] + bottom_right2[0])/2
h = (top_left2[1] + bottom_right2[1])/2
bottom_right3 = (top_left3[0] + i, top_left3[1] + j)
k = (top_left3[0] + bottom_right3[0])/2
l = (top_left3[1] + bottom_right3[1])/2
20 bottom_right4 = (top_left4[0] + m, top_left4[1] + n)
o = (top_left4[0] + bottom_right4[0])/2
p = (top_left4[1] + bottom_right4[1])/2
bottom_right5 = (top_left5[0] + q, top_left5[1] + r)
s = (top_left5[0] + bottom_right5[0])/2
25 t = (top_left5[1] + bottom_right5[1])/2
#Cuadro azul o Zona de peligro
cv2.rectangle(frame, (280,400), (360,480), (255,0,0), 2)
#Cuadro negro
cv2.rectangle(frame, (0,0),(100,180) , (0, 0, 0), -1)
30 #Rectángulo de selección
for desplaza in [0]:
if c>=280+desplaza and c<=360+desplaza and d>=400 and d<=480 or g>=280+desplaza
and g<=360+desplaza and h>=400 and h<=480 or k>=280+desplaza and k<=360+desplaza
and l>=400 and l<=480 or o>=280+desplaza and o<=360+desplaza and p>=400 and
35 p<=480 or s>=280+desplaza and s<=360+desplaza and t>=400 and t<=480:
#circulo rojo
cv2.circle(frame, (50,50), 30, (0,0,255), -1)
#Alerta
winsound.PlaySound("Tono", winsound.SND_FILENAME)
40 else:
#Circulo verde

```

```

cv2.circle(frame, (50,130), 30, (0,255,0), -1)
#Mostrar resultados
cv2.imshow('Camara',frame)
#Cerrar programa
5  if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    cap.release()
    break
    #Cuando todo este hecho, libera la captura
    cap.release()
10 cv2.destroyAllWindows()

```

DIMENSIONES FÍSICAS:

15 Estructura en acrílico o acero inoxidable 100 mm x 60 mm x 35 mm para el circuito de acondicionamiento (Ver figura 10c).

Un Sistema de adquisición de video

20 El sistema de adquisición de video consta de una sensor óptico (cámara) que permite recolectar información del entorno de trabajo, esta se posiciona de tal modo que permita tener una visión panorámica de la zona de trabajo en la sierra de corte vertical (Ver Figura 11), obteniendo una entrada de video que registra en tiempo real la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina, identificando la cinemática de las actividades realizadas por el operario en el proceso de corte de

25 alimentos cárnicos. La información digital registrada cuenta con las características en resolución HD a una velocidad de 30 FPS (fotogramas por segundo) y transmitida mediante interfaz USB, las condiciones de funcionamiento cumplen con el estándar de iluminancia media en servicio de 1500 lux y con la apariencia de color de luz fría.



Sistema de adquisición de video. Fuente: Propia.

Sistema de procesamiento de video

5

Para el sistema de procesamiento se utilizó un computador con una unidad de procesamiento Intel Core i3 y una memoria RAM de 6 GB, que mediante la implementación de un algoritmo desarrollado en el entorno de desarrollo Python, permite captar la información digital proveniente del sistema de video, identificando la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la sierra de corte vertical al momento de realizar el proceso de corte de alimentos cárnicos.

10

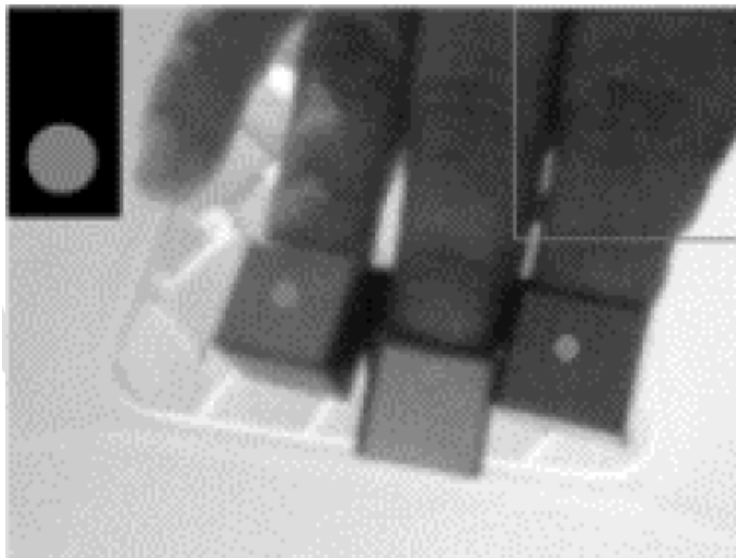
Para garantizar un buen funcionamiento del sistema de procesamiento de video, se requirió que el operario utilizara guantes de color azul, los cuales nos permiten diferenciar los miembros superiores de los alimentos cárnicos en el entorno de trabajo, mejorando el desempeño del algoritmo de procesamiento de video propuesto.

15

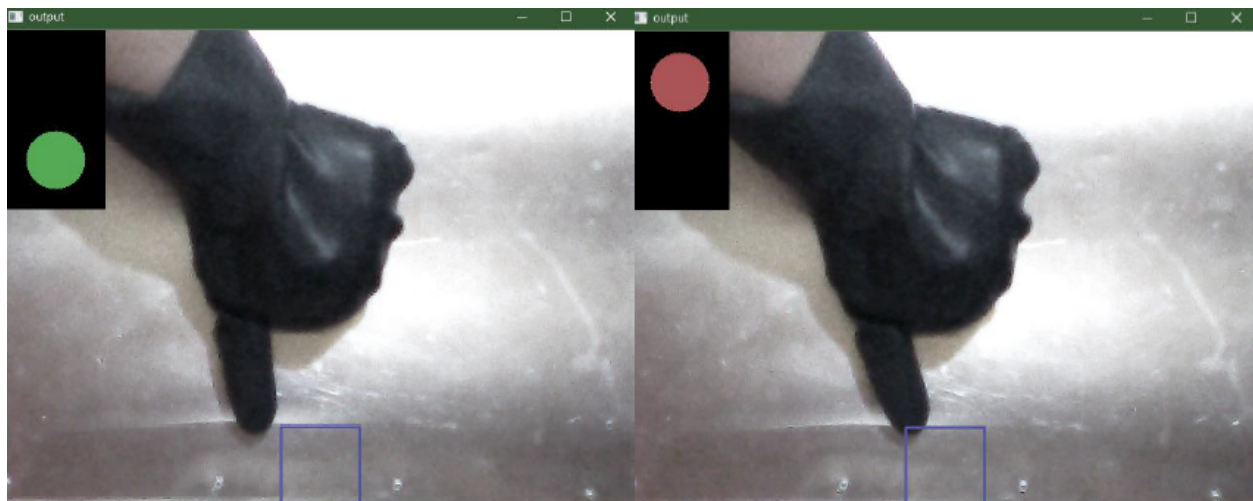


Guante como accesorio de operación en alimentos cárnicos. Fuente: Propia.

El sistema de procesamiento tiene como principal característica una región de peligro
5 definida alrededor del elemento de corte que posee la sierra de corte vertical, en la cual
el operario se acerca peligrosamente arriesgando sus miembros superiores
posteriormente, se realizó una parametrización mediante la toma de múltiples patrones
de los miembros superiores del operario, entrando a dicha región, las cuales se
compararon en tiempo real con el sistema de procesamiento de video, donde se validó
10 la condición de idénticas, obteniendo buenos resultados con la salida de la señal visual
y sonora.



Creación de plantillas de miembros superiores para sierra de corte vertical. Fuente: Propia.



Toma de múltiples patrones de miembros superiores para sierra de corte vertical. Fuente: Propia.



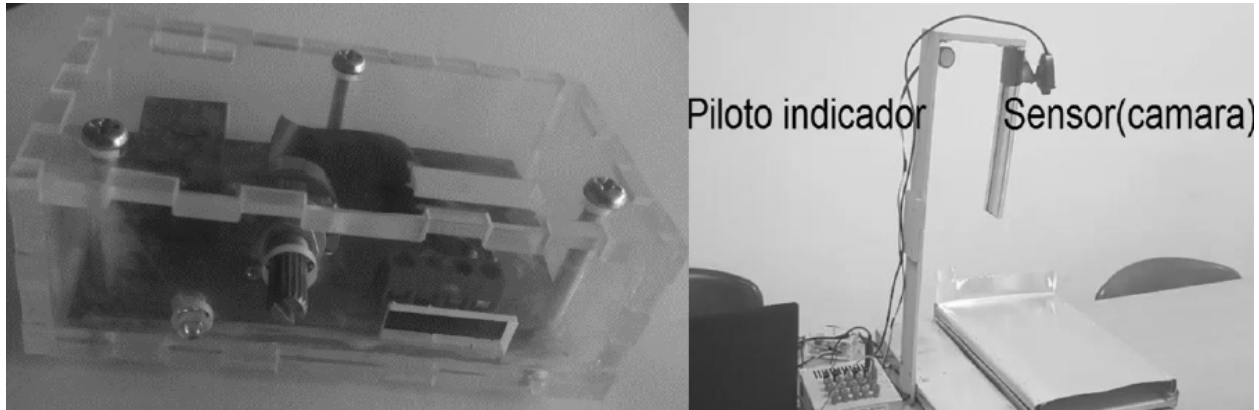
5 Algoritmo y procesamiento de imagen para sierra de corte vertical. Fuente: Propia.

Sistema de actuación

El sistema de actuación, consiste de un circuito de acondicionamiento el cual consta de dos etapas, la primera se compone de un circuito integrado de medición de frecuencia el cual activa un led cada vez que recibe la señal de audio, está es activada por puerto de audio Jack Plug 3.5mm de la unidad de procesamiento, cada vez que el algoritmo detecte una semejanza acorde a la parametrización previa del sistema de procesamiento de

video; la segunda etapa está compuesta por un sensor de luz conectado a un relé que se activa al mismo tiempo que el led de la primera etapa, es decir, que al encenderse el led cerca del sensor de luz este activa el relé el cual proporciona un voltaje AC o DC según requiera el sistema de parada con el que cuenta la sierra de corte vertical.

5



Sistema de actuación para sierra de corte vertical. Fuente: Propia.

El sistema estará en un constante registro y procesamiento de video al momento que el operario inicie a manipular la sierra de corte vertical, este comparará continuamente en tiempo real con el patrón de parametrización, y en caso de tener una mínima semejanza, envía una señal hacia el sistema de actuación, para que este registre la alarma y se proporcione una señal de voltaje (24VDC o 110VAC) para el accionamiento del paro de emergencia de la máquina. La señal que se envía hacia el sistema actuador es una señal acondicionada, permite obtener la señal que emite la unidad de procesamiento con ayuda del algoritmo por el puerto de audio, transformándola en voltaje que dispara un relé con el que se puede activar un sistema de paro inmediato de la máquina. En el sistema de actuación receptiona la señal de audio y esta se convierte en un voltaje de 5 voltios la cual sirve para accionar un relé que tiene como características de accionamiento 5 voltios DC y a la salida disponibilizar un voltaje de 24 VDC o 120 VAC, con lo cual se puede accionar un mecanismo de emergencia para el paro de la máquina, para el caso de estudio se simulo el entorno de trabajo el cual al detectar peligro enciende el piloto LED.

Los tres sistemas descritos anteriormente, proponen un sistema no invasivo, es decir, no se requiere intervenir la sierra de corte vertical, dado que, a través del sensor óptico ubicado estratégicamente, permite tener una visión panorámica de la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina. El sistema es económico, de fácil construcción e implementación, usa un sensor óptico, una unidad de procesamiento y emplea plataformas de software y hardware libres.

Se usan técnicas de visión de máquina para realizar el procesamiento de análisis de la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina en torno a procesos que necesitan una supervisión exhaustiva debido al alto grado de peligro al que está expuesto el operario. Los sistemas de parada de emergencia para este tipo de actividades de mecanizado y transformación de materia prima, hacen necesario la utilización de este tipo de herramientas. En el sistema propuesto se define una región de peligro o de alerta en el sistema de procesamiento, de forma tal que cuando se registra en video que el operario se encuentra un poco antes de entrar a la región de peligro, el sistema dispara la señal de paro. Se usan técnicas de comparación de patrones por pixel para comparar con el video en tiempo real la relación de operatividad hombre maquina en el elemento final de control con plantillas definidas previamente.

El sistema se puede caracterizar para cualquier tipo de sierra de vertical.

COMPONENTE HARDWARE

Sistema de adquisición de video comprende una cámara digital Genius A7120, el sistema de procesamiento de video unidad de procesamiento Intel Core i3 y una memoria RAM de 6 GB, el sistema de actuación tiene un circuito de acondicionamiento con entrada de señal de audio y salida de 24VDc y 120 VAc, un conector de audio tipo Jack Plug 3.5mm, conversión y amplificación de señal (1.78 Vdc – 2.5 Vdc), un circuito integrado Lm3914, un sensor LDR, potenciómetro Lineal para regular la corriente del circuito, un Indicador piloto LED 120 Ac o 24 Vdc y una Fuente de alimentación ATX.

VENTAJAS DE LA INVENCION

- 5 Es un dispositivo adaptable a mecanismos de sierra horizontal para la captación de video.
- Prové una variedad de sistemas no invasivos lo cual no requiere intervenir la sierra de corte.
- Da la capacidad de proporcionar datos confiables para evitar accidentes involucrados con.
- 10 Proporciona el proceso de detección y acondicionamiento de las señales de la máquina. Proporciona un soporte de para el movimiento del dispositivo de adquisición de video.

APLICACIÓN INDUSTRIAL

- 15 La funcionalidad y escalabilidad de la propuesta del dispositivo de adquisición de video, de acuerdo con distintos tipos de usuarios, ya que puede adaptarse para satisfacer necesidades en los siguientes ámbitos:
- 20 1. Medianas y pequeñas empresas: proporciona la facilidad de adquisición de un sistema de seguridad para los empleados.
2. Grandes empresas: les puede ser de utilidad dado que hace cumplir normas de seguridad en el puesto de trabajo.
3. Personal que manipula herramientas de corte: brinda de una forma rápida y
- 25 segura para tener un medio de alerta y paro en casos de descuidos con herramientas cortantes.

A pesar que se ha descrito tanto la invención como sus ventajas con suficiente detalle, debe entenderse que pueden hacerse cambios, sustituciones, alteraciones sin alejarse

30 del espíritu y alcance de la invención que está definido por las siguientes reivindicaciones.

RESUMEN

La presente invención está relacionada con el campo de la mecánica con elementos o medidas generales para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas y los dispositivos de seguridad en general, en conjunción con el control o la marcha de una máquina a través de medios como fotocélulas u otros dispositivos sensibles sin contacto mecánico utilizando dispositivos de captura de imágenes.

La invención revela un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical.

El sistema consiste en tres módulos claramente diferenciados: sistema de adquisición de video, sistema de procesamiento de video y sistema de actuación, donde el sistema de adquisición de video consta de una cámara web que está posicionada directamente encima de la sierra de corte vertical, la cual registra un video que es enviado al sistema de procesamiento para ser analizado en tiempo real, identificando la forma como el operador manipula el elemento en torno a la sierra vertical en una región de peligro definida utilizando guantes de colores como el azul, verde o morado. El sistema de actuación recibe una señal de audio o de alerta lo que permite que accione un mecanismo de emergencia de paro de la máquina.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical caracterizado porque esta compuesto de un sistema de adquisición de video el cual tiene un sensor óptico (1) el cual puede ser una cámara, y que permite recolectar información del entorno de trabajo en tiempo real y que esta posicionada sobre la zona de trabajo (3) de una maquina con sierra o de corte, la cámara puede registrar la cinemática de las actividades de un operario y captarla en una resolución HD y velocidad de 30FPS; un sistema de procesamiento de video, el cual consiste de un elemento que soporta el algoritmo de detección de miembro superiores por medio de procesamiento digital de imágenes a partir de la dinámica directa del movimiento que realizan los operarios en los procesos de corte, el sistema de procesamiento de video funciona a partir de la detección de patrones de colores en donde se identifica de mejor manera el color azul diferenciando el color del material a cortar; el sistema de procesamiento incluye la característica de definir una región de peligro alrededor del elemento de corte para el aseguramiento del miembro superior del operario; un sistema de actuación el cual consiste de un actuador final de control (2), en donde esta compuesto de un circuito de accionamiento de dos etapas, una de un circuito integrado de medición de frecuencia que activa un led cada vez que recibe una señal de audio; la segunda etapa está compuesta por un sensor de luz conectado a un relé que se activa al mismo tiempo que el led de la primera etapa, es decir, que al encenderse el led cerca del sensor de luz este activa el relé el cual proporciona un voltaje AC o DC según requiera el sistema de parada con el que cuenta la sierra de corte vertical; el sistema de actuación tiene un circuito de acondicionamiento con entrada de señal de audio y salida de 24VDC y 120 VAC, un conector de audio tipo Jack Plug 3.5mm, conversión y amplificación de señal (1.78 Vdc – 2.5 Vdc), un circuito integrado Lm3914, un sensor LDR, potenciómetro Lineal para regular la corriente del circuito, un Indicador piloto LED 120 Ac o 24 Vdc y una Fuente de alimentación ATX.

2. Sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical de acuerdo a la reivindicación 1 porque la señal de audio, esta es activada por puerto de audio Jack Plug 3.5mm de la unidad de procesamiento, cada vez que el algoritmo detecte una semejanza acorde a la parametrización previa del sistema de procesamiento de video.
3. Sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical de acuerdo a la reivindicación 2 porque el sistema estará en un constante registro y procesamiento de video al momento que el operario inicie a manipular la sierra de corte vertical, este comparará continuamente en tiempo real con el patrón de parametrización, y en caso de tener una mínima semejanza, envía una señal hacia el sistema de actuación, para que este registre la alarma y se proporcione una señal de voltaje (24VDC o 110VAC) para el accionamiento del paro de emergencia de la máquina.
4. Sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical de acuerdo a la reivindicación 2 porque el sistema de actuación recepciona la señal de audio y esta se convierte en un voltaje de 5 voltios la cual sirve para accionar un relé que tiene como características de accionamiento 5 voltios DC y a la salida disponibilizar un voltaje de 24 VDC o 120 VAC, con lo cual se puede accionar un mecanismo de emergencia para el paro de la máquina, para el caso de estudio se simulo el entorno de trabajo el cual al detectar peligro enciende el piloto LED.
5. Sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical de acuerdo a la reivindicación 1 porque los tres sistemas descritos anteriormente, proponen un sistema no invasivo, es decir, no se requiere intervenir la sierra de corte vertical, dado que, a través del sensor óptico ubicado estratégicamente, permite tener una visión panorámica de la dinámica directa del movimiento de los miembros superiores del operario en la máquina.
6. Sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical de acuerdo a la reivindicación 1 porque en el sistema procesamiento se define

una región de peligro o de alerta en el sistema de procesamiento, de forma tal que cuando se registra en video que el operario se encuentra un poco antes de entrar a la región de peligro, el sistema dispara la señal de paro.

- 5 7. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

10 gestionar el uso de los puertos de audio y adquisición de datos del dispositivo de procesamiento datos, las entradas y salidas digitales, audio y video, indiferente del tipo del dispositivo de adquisición de datos (Camara web – dispositivo móvil) y control de procesamiento (sistema embebido, dispositivo móvil u ordenador); realizar una adquisición de video inicial de la escena de trabajo, para analizar las condiciones del ambiente, probando diferentes configuraciones de resolución y exposición de luz a la
15 zona de interés; definir las características del ambiente de trabajo controlado, almacenando las características de iluminación, planos de color RGB; habilitar la entrada de datos del sistema de adquisición de video con una tasa, adquiriendo fotogramas de la escena de los miembros superiores del operario en la escena de interés de trabajo de la sierra de corte vertical; verificar si el rango de fotogramas por segundo es validado por
20 el sistema de procesamiento, se procede adquirir por medio del sensor óptico un procesamiento de la imagen en tiempo real procesada mediante una conversión del plano de color RGB.

25 8. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la reivindicación 7 porque, la conversión del plano de color, se definen otras características del ambiente de trabajo controlado, almacenando las características de iluminación, planos de color en escala de grises.

30 9. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la

reivindicación 7 porque se define una colección de plantillas base de referencia de los miembros superiores del operario en el entorno de la zona de trabajo de interés en la sierra de corte vertical.

5 10. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de
emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la
reivindicación 7 porque se definen un grupo de tres (3) plantillas específicas de la
colección de plantillas base, referenciando en los miembros superiores del operario los
dedos pulgar, índice y corazón (Ultimo paso del proceso de configuración inicial del
10 sistema de paro de emergencia).

11. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de
emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la
reivindicación 7 porque en el inicio de ejecución de control en tiempo real del sistema de
15 paro de emergencia y se realiza una comparación de los miembros superiores del
operario con el grupo de plantillas previamente definidas mediante la habilitación de la
adquisición de información por medio del sistema de video en tiempo real.

12. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de
20 emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la
reivindicación 7 porque se ejecuta un procesamiento de la información de video por
medio de filtros digitales para la generación de insumos para el procesamiento digital de
imágenes, eliminando la información no esencial en los fotogramas adquiridos.

25 13. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de
emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la
reivindicación 7 porque se determinan las zonas de trabajo /operación (Zona segura de
operación y Zona Insegura de operación) mediante el análisis píxel por píxel de la zona
delimitada en la región de operación en la sierra de corte vertical.

30

14. Un método de procesamiento de adquisición de datos para un sistema de paro de emergencia basado en visión de máquina para una sierra de corte vertical acorde con la reivindicación 7 porque si el resultado del análisis pixel a pixel de los miembros superiores del operario específicamente los dedos pulgar, índice y corazón (grupo de plantillas seleccionadas) dan como resultado una semejanza con la zona de peligro, se ejecuta la acción de control de paro de emergencia de la sierra de corte vertical emitiendo las señales de paro al actuador, señales de alarma visuales y señales de alarma sonoras. Finalmente se regresa al paso de comparación de los miembros descrito previamente y se continúa con el proceso, si no se cumple la condición se ejecuta salida visual de zona segura.

15

20

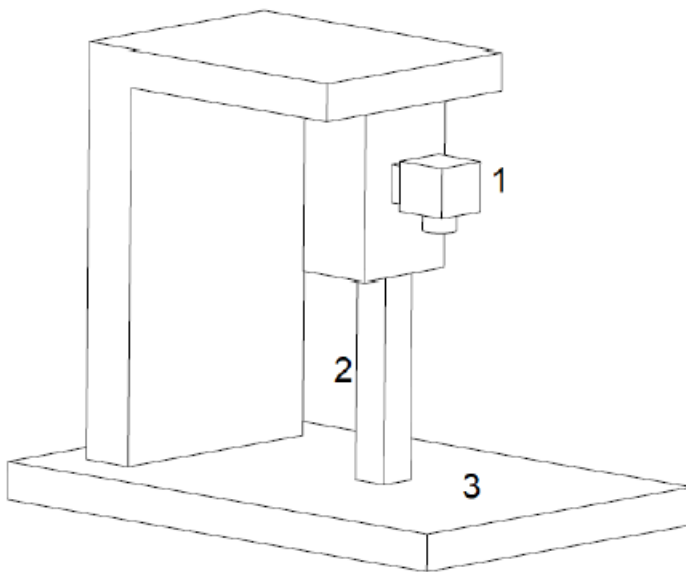
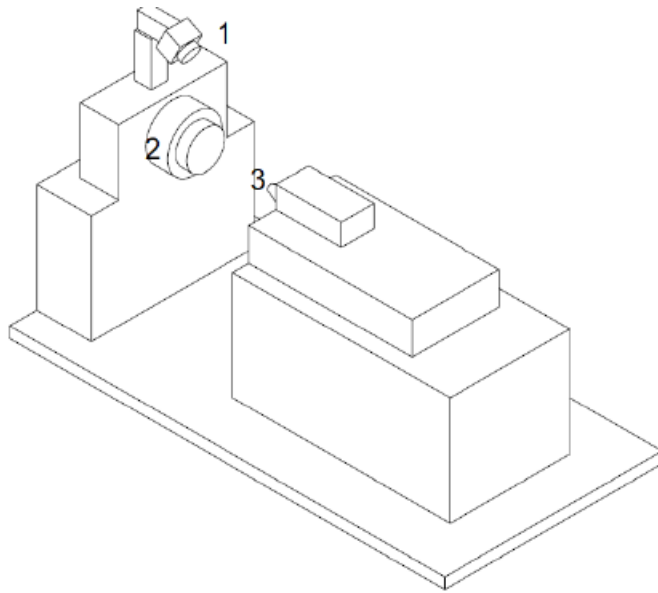
25

30

PLIEGO DE FIGURAS

5

FIG 1



10

FIG 2

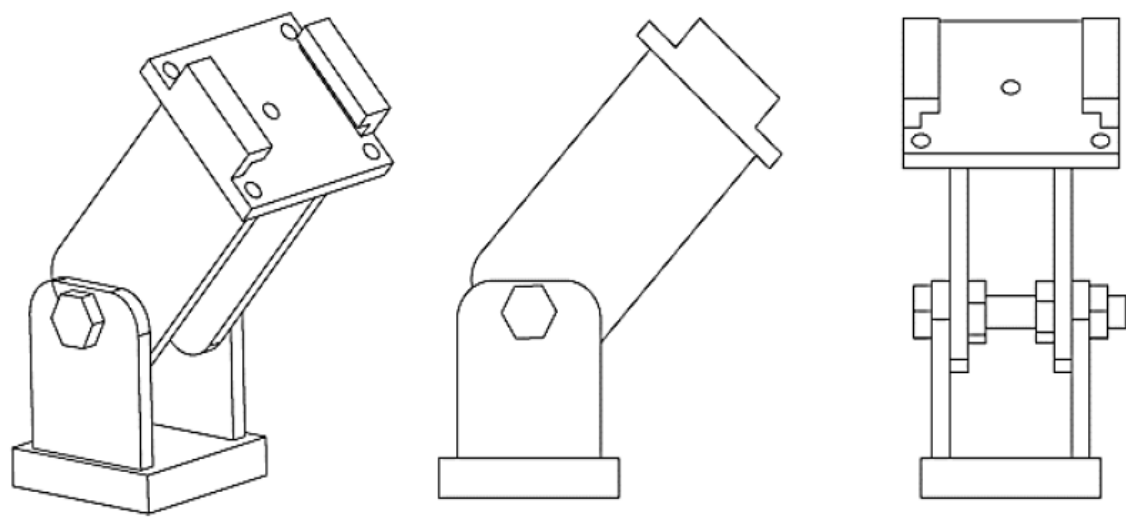


FIG 3

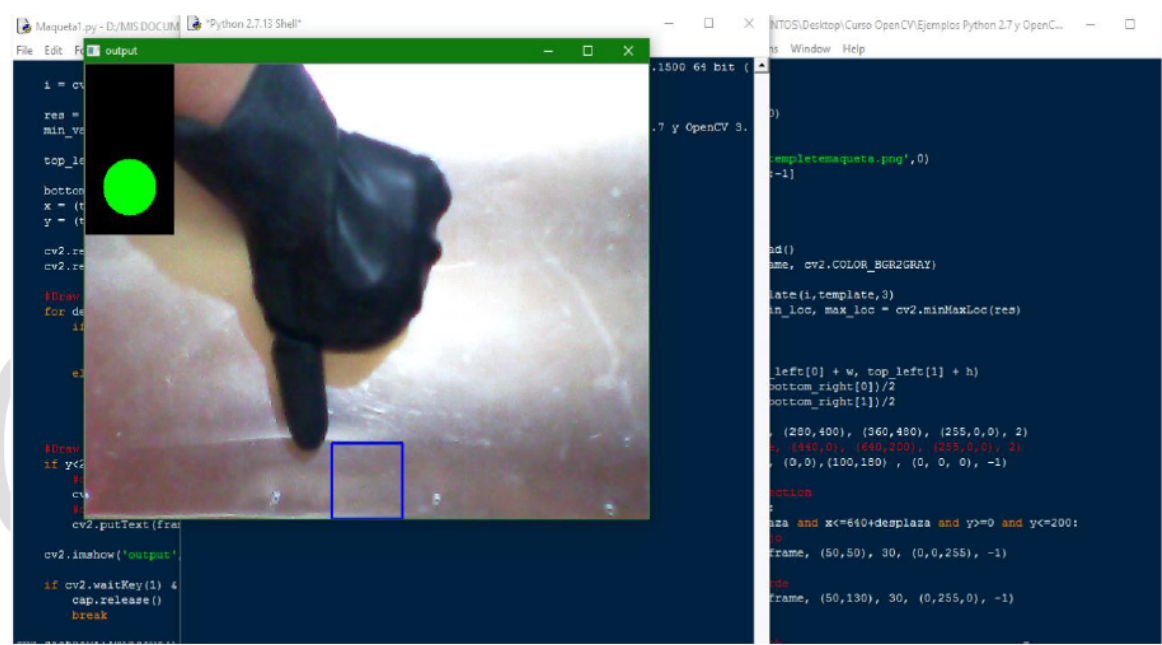
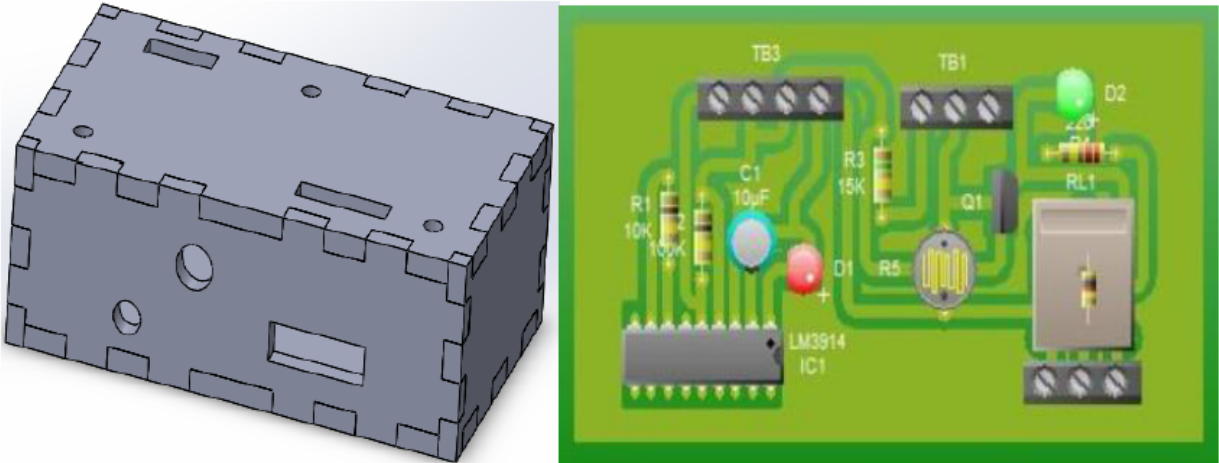


FIG 4



5

10

15

20

25

30