

**REPÚBLICA DE COLOMBIA**  
**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

*Por la cual se otorga parcialmente una Patente de Invención*

**EL SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

en ejercicio de sus facultades legales, en especial de las conferidas en el numeral 26 del artículo 3° del Decreto 4886 de 2011, y

**CONSIDERANDO**

Que mediante escrito radicado en esta Superintendencia el 19 de diciembre de 2018, con el N° NC2018/0013805, por la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, la PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA y la UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, presentaron la solicitud de patente de invención titulada “MÉTODO DE DETECCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA EN TIEMPO REAL CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS”.

Que la solicitud fue publicada en la Gaceta de la Propiedad Industrial N° 859 el 10 de mayo de 2019, sin que se hubieran presentado oposiciones por parte de terceros.

Que realizado el examen de fondo mediante Oficio N° 16023, notificado el 15 de octubre de 2021, se requirió a los solicitantes en los términos del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina para que presentaran respuesta a las observaciones de carácter técnico, relacionadas con la patentabilidad o cumplimiento de los requisitos establecidos por esta Decisión para la concesión de la patente.

Que los solicitantes mediante escrito radicado bajo el N° NC2018/0013805 el 12 de enero de 2022, respondieron oportunamente el requerimiento formulado sin presentar nuevo capítulo reivindicatorio. Por lo tanto, se tendrá en cuenta el capítulo reivindicatorio presentado con el radicado N° NC2021/0006300 el 13 de mayo de 2021.

Que en virtud de lo dispuesto en el artículo 14 de la Decisión 486 expedida por la Comisión de la Comunidad Andina *“Los países miembros otorgarán patentes para las invenciones, sean de producto o de procedimiento, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, tengan nivel inventivo y sean susceptibles de aplicación industrial”*.

Que en el presente caso las reivindicaciones 1 a 2 incluidas en el radicado bajo el N° NC2021/0006300 el 13 de mayo de 2021, cumplen los requisitos indicados en el considerando anterior, toda vez que se refieren a un método de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real mediante imágenes, que difiere del estado de la técnica más cercano, CN103941745, en que la solicitud incluye la ejecución de un filtrado que comprende las etapas de capturar una imagen a color en RGB o en el espectro infrarrojo por medio de cámaras multispectrales, transformar la imagen al espacio de color YCbCr, definir la Región de Interés – ROI, aplicar la transformada bilateral a la imagen, transformar la imagen al espacio de Fourier, aplicando la transformada de Fourier, aplicar la transformada inversa de Fourier y acentuar la información de alta frecuencia contenida en la imagen aplicando un filtro pasa altas, obtener los bordes horizontales y verticales de la imagen, aplicando el operador de convolución de Prewitt en los ejes X y Y, respectivamente, obtener información de magnitud de los bordes



Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

orientados, cerrar los posibles contornos dentro de la imagen de bordes aplicando una operación morfológica de cerrado (closing), realizar la umbralización para pasar de una imagen de grises a una de blancos y negro, limpiar los posibles residuos de la umbralización aplicando un filtrado de mediana, identificar las líneas de transmisión aplicando la transformada de Hough, seleccionar las líneas que presentan una inclinación semejante, descartar las líneas con un ángulo superior al de interés y presentar los resultados de las líneas seleccionadas.

Adicionalmente, estas diferencias no se encuentran sugeridas en el estado de la técnica y, como consecuencia de ello, se evidencia el efecto técnico de detectar la complejidad de fondos en terrenos naturales, mejorar la detección de la línea de transmisión y de asegurar la captura de la información de interés como la información complementaria para navegación sobre las líneas de transmisión de la aeronave, la información correspondiente a la localización global de las líneas de transmisión y la información del estado de las líneas de transmisión.

En consecuencia, las reivindicaciones 1 a 2 cumplen los requisitos de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial establecidos en la normatividad citada en precedencia y este Despacho encuentra procedente conceder para las mismas la patente solicitada.

Que por otra parte, la reivindicación 3 incluida en el radicado bajo el NC2021/0006300 el 13 de mayo de 2021, no cumple los requisitos indicados. Lo anterior, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

**Objeto de la invención**

El problema técnico planteado consiste en la necesidad de diseñar e implementar un método y dispositivo asociado para la detección de líneas de transmisión de energía.

Para resolver este problema técnico, la solicitud proporciona un método para realizar la detección de líneas de transmisión de energía en una imagen capturada mediante una cámara embarcada en un vehículo aéreo no tripulado UAV (Unmanned Aerial Vehicle), donde el método permite la navegación autónoma del vehículo para seguir la trayectoria de la línea de transmisión de energía. Para ello se plantea un sistema de procesamiento de imagen que tiene dos etapas, la primera se encarga de detectar las líneas en la imagen y la segunda de hacer el seguimiento de estas líneas en el tiempo mediante el uso de un filtro de estimación de estados.

**Determinación del estado de la técnica**

La fecha para determinar el estado de la técnica es el 19 de diciembre de 2018 que corresponde a la fecha de presentación nacional.

Consultadas las fuentes de información con que se cuenta, se encontraron los siguientes documentos que anticipan el objeto de esta solicitud:

| Ítem | Documento   | Título                                                                                                    | Fecha de Publicación |
|------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| D1   | CN103941745 | “Movable substation and working method for unmanned aerial vehicle electric transmission line inspection” | 01 de junio de 2016  |

El documento D1<sup>1</sup> divulga una subestación móvil para la inspección de patrullas de líneas de transmisión de UAV, que se utiliza para planificar y emitir misiones de vuelo, monitorear

<sup>1</sup><https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/051189451/publication/CN103941745B?q=pn%3DCN103941745B>

Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

localmente información de estado de inspección y datos de inspección, y pre procesar datos de imágenes de inspección. Procesamiento y diagnóstico previo de defectos de los datos de resultados de inspección; incluido el módulo de interacción humano-computadora, módulo de sincronización de tareas de inspección, módulo de control de pod, módulo GIS, módulo de control de vuelo, módulo de planificación de misión de vuelo, módulo de diagnóstico previo de defectos, módulo de preprocesamiento de imágenes, módulo de monitoreo meteorológico, módulo de monitoreo de misión de vuelo, módulo de almacenamiento de datos, Módulo GPS y módulo de comunicación. La presente invención mejora la informatización y automatización del proceso de inspección de UAV y el procesamiento de resultados de inspección, y mejora la eficiencia del rendimiento de inspección de UAV, para proporcionar soporte técnico para la operación segura y confiable de la inspección de línea de UAV (Resumen).

Novedad

Según lo dispuesto en el artículo 16 de la Decisión 486: *“Una invención se considerará nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica.*

*El estado de la técnica comprenderá todo lo que haya sido accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente o, en su caso, de la prioridad reconocida”.*

En el presente caso, la arquitectura de hardware reclamada en la solicitud no es nueva, teniendo en cuenta que la reivindicación 3 está referida a: *“Una arquitectura de hardware de detección de líneas de transmisión de energía (...)”* (Radicado N° NC2021/0006300 del 13 de mayo de 2021).

La siguiente tabla presenta la comparación entre las características técnicas esenciales de la solicitud estudiada, mencionadas en la reivindicación 3, y las reveladas en el documento D1 que representa el estado de la técnica:

Tabla 1. Comparación de las características técnicas esenciales, con las del estado de la técnica:

| Características esenciales                                                                                                                                                                                                                     | D1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Una arquitectura de hardware de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real con vehículos aéreos no tripulados para una navegación autónoma, caracterizado porque.                                                            | (...) inspección de patrulla de las líneas de transmisión de UAV, incluido un subsistema de monitoreo centralizado, una subestación móvil y un dron (...) (Descripción, Párr. 0008).<br>(...) El módulo de planificación de la misión se utiliza para planificar los puntos de aterrizaje y aterrizaje, los puntos de vuelo (...) generar las rutas de vuelo correspondientes (...).<br>(Descripción, Párr. 0034).<br>Es conocido por divulgación implícita que los vehículos aéreos no tripulados o drones contienen plataformas de hardware <sup>2</sup> . |
| Corresponde a un sistema de procesamiento y control (tarjeta electrónica de desarrollo) embebido embarcado en la plataforma del UAV e implementado en el computador de vuelo de este, donde el sistema comprende dos núcleos de procesamiento. | (...) La plataforma de vuelo del UAV incluye un módulo de vaina para usar como terminal de detección de línea, un módulo de control de vuelo para el control de vuelo del módulo de la plataforma de vuelo del UAV y el cuerpo del dron (...).<br>(Descripción, Párr. 0014).<br>(...) módulo de procesamiento de datos (...).                                                                                                                                                                                                                                |

<sup>2</sup> Pastor E. Lopez J. Royo P. “A HARDWARE/SOFTWARE ARCHITECTURE FOR UAV PAYLOAD AND MISSION CONTROL”. Department of Computer Architecture, Technical University of Catalonia, Castelldefels (Barcelona), Spain. 2006. Tomado de: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8697/25\\_digital%20\\_avionics\\_pastor.pdf?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8697/25_digital%20_avionics_pastor.pdf?sequence=1) (Última vez consultado 15 de julio de 2021).

Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

|                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                         | (Descripción, Párr. 0015).<br>(...) monitorear información de estado en tiempo real e información del entorno de energía, como información del entorno meteorológico, información de estado de vuelo de UAV, información de estado de subestación móvil, información de posición GPS e información de control de pod del sitio de inspección de UAV (...) monitorear la información de estado de las coordenadas del GPS de vuelo, velocidad, altitud, distancia total, temperatura del cilindro, voltaje de la batería, corriente de la batería, nivel de la batería, etc. (...) información del entorno meteorológico, como la temperatura, la humedad, la velocidad del viento, la densidad del aire (presión del aire) y la información de altitud.<br>(Descripción, Párr. 0017).<br>(...) transmite la información de la imagen detectada a la subestación móvil a través del enlace de comunicación del mapa (...).<br>(Párr. 0013). |
| a. un microcontrolador para el control de vuelo (1) que recibe información de un sensor de flujo (4), de una unidad GPS (5), y de un sistema de radio telemetría (6) para la transmisión de datos a la estación en tierra (7).                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| El microcontrolador (1) se encuentra conectado a un interruptor de seguridad (8) a través del cual se conectan los servomotores (10) del UAV al microcontrolador de vuelo (1) o al control remoto (9) del usuario                                       | (...) dispositivo de control de drones o se selecciona del grupo que consta de un control remoto (...).<br>(Párr. 0029).<br>Es conocido por divulgación implícita que los vehículos aéreos no tripulados o drones contienen servomotores <sup>2</sup> . De igual manera, por divulgación implícita, es conocido el uso de interruptores de seguridad en UAV's <sup>3</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| b. un Procesador de aplicaciones SoC (1') conectado con una cámara (2), una unidad inercial IMU (3), un sistema de estabilización de video, y, además, conectado con el microcontrolador (1) mediante un bus de comunicaciones (ej. Serial, I2C o CAN). | El módulo de cápsula incluye una cámara de luz visible y/o una cámara de imagen térmica infrarroja y/o una cámara de imagen ultravioleta (Párr. 16, líneas 8 y 9).<br>(...) preprocesamiento y diagnóstico de defectos de los datos del resultado de la inspección, incluida la información de imagen y video, y la identificación de defectos en la imagen de la imagen de inspección (...) y una unidad de preprocesamiento de imágenes.<br>(Párr. 0019).<br>(...) unidad de gestión de información del personal a través de un puerto serie (...).<br>(Párr. 0025).<br>Adicionalmente, es conocido por divulgación implícita el uso de unidades de medición inercial (IMU) en vehículos aéreos no tripulados <sup>4</sup> .                                                                                                                                                                                                             |

De acuerdo con la tabla anterior, las características esenciales de la arquitectura de hardware de la reivindicación 3 habían sido divulgadas previamente en el documento D1, por lo tanto, la materia reivindicada no es nueva.

Respuesta a los argumentos del solicitante

El solicitante afirma que: “(...) Es importante resaltar que D1 no divulga una configuración de hardware que incluya un microcontrolador y un Procesador de Aplicaciones SoC (1'), al contrario, divulga una arquitectura como se mencionó anteriormente por módulos, en donde el módulo pod (4) es el encargado de transmitir la información detectada de la imagen a la subestación móvil por medio del mapa de enlace de comunicación. (Párrafo 14, D1). Mientras que el módulo de control pod (23) realiza el monitoreo y control del módulo pod (4) en la plataforma de vuelo UAV, y lectura del ángulo del pod, energía de la

<sup>3</sup> Caswell G. Dood E. “Improving UAV Reliability”. DFR Solutions. 2014, Tomado de: <https://www.dfrsolutions.com/hubfs/Resources/services/Improving-UAV-Reliability.pdf?hsCtaTracking=49af2d89-4ab5-4612-bc5a-5bb27f84939b%7C4a4bf789-f8ea-4b80-adfd-e5d85cb91c5c> ().  
<sup>4</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad\\_de\\_medici%C3%B3n\\_inercial](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_medici%C3%B3n_inercial)

Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

*batería, voltaje de batería, corriente de batería, al igual que la toma de fotos y video (...) dentro de la arquitectura de la presente invención el Procesador de Aplicaciones (1') procesa la información visual del vehículo, a la vez que realiza la captura de imagen y video mediante la cámara (2) e incluye un sistema de estabilización de video junto a la unidad inercial IMU. Contrario a esto, en la estructura por módulos descrita en la Figura 3 del documento D1 se separa la adquisición de imágenes en el módulo pod (23) del procesamiento en el módulo de preprocesamiento de imágenes (28), dichos módulos subrayados en rojo en la figura anterior (...)"*

Es oportuno aclarar que, el documento D1 permite anticipar las características técnicas esenciales descritas, toda vez que, aun cuando las características estén contenidas en una misma arquitectura en la solicitud, la separación por módulos, particularmente el módulo (23) y el módulo (28) del documento D1 permite realizar las mismas funciones del Procesador de Aplicaciones (1') de la solicitud, adicionalmente, dicha integración ya hace parte del conocimiento general que está divulgado implícitamente en el estado de la técnica.

El solicitante manifiesta que: *"(...) Es importante resaltar que el microcontrolador (1) que hace parte de la arquitectura de la invención no puede ser considerado como equivalente al módulo de supervisión de tareas de inspección descrito en el Párrafo 17 de D1, citado por el Examinador, puesto que dicho microcontrolador (1) aparte de realizar las tareas de lectura y recepción de información de los diferentes periféricos, también en si mismo se encarga de transmitir los datos a la estación en tierra. En contraste, la plataforma de vuelo UAV divulgada en D1 hace uso de un módulo de comunicación (Párrafo 17, D1)"*

En este sentido, es importante destacar que dichas características son anticipadas por el documento D1 porque menciona: *"(...) dispositivo de control de drones o se selecciona del grupo que consta de un control remoto (...)"* (Párr. 0029) y *"(...) transmite la información de la imagen detectada a la subestación móvil a través del enlace de comunicación del mapa (...)"* (Párr. 0013). De acuerdo con los párrafos anteriores, es posible evidenciar que las características técnicas esenciales son anticipadas por el documento D1. Adicionalmente, es importante reiterar que la integración de funciones o elementos en un único dispositivo, como el microcontrolador, integración ya hace parte del conocimiento general que está divulgado implícitamente en el estado de la técnica.

El solicitante argumenta que: *"(...) Por lo tanto, la arquitectura por módulos descrita en D1 no es idéntica a la arquitectura de hardware de la invención que cuenta con dos núcleos de procesamiento debido a que en dicha invención el microcontrolador y el Procesador de Aplicaciones cumplen múltiples funciones de los módulos del estado de la técnica citado por el Examinador, lo que conlleva a una mayor complejidad en los elementos que los componen como memoria, capacidad de procesamiento, encapsulamiento y de las conexiones físicas con el resto de periféricos en la presente invención. Con base en las diferencias ya mencionadas, la arquitectura de hardware de dos núcleos de procesamiento de la invención permite implementar funciones de bajo nivel, control e interfaz con sensores y actuadores en el microcontrolador con leyes de tiempo real, mientras el procesador de aplicaciones puede encargarse de tareas de mayor nivel, como comunicaciones, almacenamiento de datos y procesamiento avanzado (...)"*

Se reitera al solicitante que, el hecho de que el documento D1 presente diferentes módulos en contraste con la solicitud, tal y como lo manifiesta el solicitante, las características técnicas esenciales permiten ser anticipadas toda vez que se consiguen revelar las diferentes funciones que ejecuta la arquitectura planteada en la reivindicación independiente 3.



Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

El solicitante indica que: “(...) debido a la estructura de la arquitectura de hardware reclamada en la Reivindicación 3 de la presente invención, a sus dos núcleos y en especial a la capacidad del procesamiento del procesador de aplicaciones SoC, la presente invención permite la navegación autónoma del UAV sobre las líneas de transmisión de energía eléctrica, evitando así la planificación previa de la ruta del vuelo del UAV, como sucede en la la plataforma de vuelo UAV divulgada en D1. En contraste, el hardware descrito en D1 tiene le objetivo de diagnosticar defectos presentes en la línea de transmisión mediante la comparación con una base de datos. Por lo tanto, la integración de los módulos descritos en D1 no llevaría a la arquitectura de hardware de la presente invención. (...)”

Cabe aclarar que, el documento D1 menciona: “(...) El módulo de planificación de la misión se utiliza para planificar los puntos de aterrizaje y aterrizaje, los puntos de vuelo (...) generar las rutas de vuelo correspondientes (...)” (Descripción, Párr. 0034). En el párrafo anterior se puede evidenciar dicha navegación autónoma mediante la planificación de rutas de vuelo. Adicionalmente, el documento D1 menciona: “(...) La plataforma de vuelo del UAV incluye un módulo de vaina para usar como terminal de detección de línea, un módulo de control de vuelo para el control de vuelo del módulo de la plataforma de vuelo del UAV y el cuerpo del dron (...)” (Descripción, Párr. 0014). En el párrafo anterior, se evidencia que el documento D1 también se refiere a dispositivos o vehículos aéreos no tripulados (dron) y a su respectivo control. De igual manera se aclara que, es conocido en el campo técnico, que dichos dispositivos contienen diversas arquitecturas de hardware de acuerdo con su aplicación para su respectiva operación.

Que los solicitantes en el escrito radicado bajo el N° NC2018/0013805 el 19 de diciembre de 2018, titularon la invención como: “MÉTODO Y ARQUITECTURA DE HARDWARE PARA LA DETECCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA EN TIEMPO REAL CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS”. Sin embargo, no se acepta porque se refiere a la modalidad de arquitectura que no cumple con los requisitos de patentabilidad, y de acuerdo con el objeto concedido, el título de la invención quedará de la siguiente manera: “MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA EN TIEMPO REAL CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS”.

Con fundamento en las anteriores consideraciones, el Superintendente de Industria y Comercio,

**RESUELVE**

**ARTÍCULO 1:** Otorgar patente de invención para la creación titulada:

**“MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA EN TIEMPO REAL CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS”**

**Clasificación IPC:** G05D 1/10, H04B 3/46.

**Reivindicación(es):** 1 a 2 incluidas en el radicado bajo el N° NC2021/0006300 el 13 de mayo de 2021, de acuerdo con el anexo 1.

**Titular(es):** UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA y UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.

Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

**Domicilio(s):** CARRERA 45 NO 26-85, BOGOTÁ D.C., COLOMBIA, CRA. 7 NO. 40 - 62 PISO 6, BOGOTÁ D.C., COLOMBIA y CARRERA 11 # 101 – 80, BOGOTÁ D.C., COLOMBIA.

**Inventor(es):** Jorge SOFRONY ESMERAL, Carlos Alberto PARRA RODRIGUEZ, Diego MÉNDEZ CHAVES, Johana María FLOREZ LOZANO y Leonardo Enrique SOLAQUE GUZMÁN.

**Vigente desde:** 19 de diciembre de 2018

**Hasta:** 19 de diciembre de 2038.

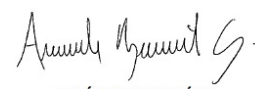
**ARTÍCULO 2:** Denegar la patente de invención solicitada para la reivindicación 3 incluida en el radicado bajo el NC2021/0006300 el 13 de mayo de 2021, de acuerdo con las razones expuestas en la parte considerativa de la presente resolución.

**ARTÍCULO 3:** Los titulares tendrán los derechos y las obligaciones establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina y en las demás disposiciones legales vigentes sobre propiedad industrial, precisando que para mantener vigente la patente se deberá cancelar la tasa anual de mantenimiento, conforme lo dispone el artículo 80 de la referida norma comunitaria.

**ARTÍCULO 4:** Notificar el contenido de la presente resolución a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA y a la UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición, ante el Superintendente de Industria y Comercio, el cual podrá ser interpuesto en el momento de la notificación o dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a ella.

**NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE**

Dada en Bogotá D.C., a los 28 de febrero de 2022



ANDRÉS BARRETO GONZÁLEZ  
SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Firmado digitalmente  
por: ANDRÉS  
BERNARDO BARRETO  
GONZALEZ  
Fecha: 2022.02.28  
23:00:30 COT  
Razón: Validez jurídica.  
Ubicación: Bogotá,  
Colombia.

## ANEXO 1

### REIVINDICACIONES CONCEDIDAS

1. Un método de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real con vehículos aéreos (UAV) no tripulados para una navegación autónoma, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

a. detectar las líneas de transmisión en una imagen capturada mediante una cámara embarcada en el UAV en la cual el sistema de procesamiento visual localiza las líneas mediante el filtrado de la respectiva imagen, en donde el filtrado comprende a su vez las siguientes etapas:

- i. capturar una imagen a color en RGB (23) o en el espectro infrarrojo por medio de cámaras multiespectrales;
- ii. transformar la imagen al espacio de color YCbCr (24);
- iii. definir la Región de Interés - ROI (25);
- iv. aplicar la transformada bilateral (26) a la imagen;
- v. transformar la imagen al espacio de Fourier, aplicando la transformada de Fourier (27);
- vi. aplicar la transformada inversa de Fourier (28) y acentuar la información de alta frecuencia contenida en la imagen aplicando un filtro pasa altas (29);
- vii. obtener los bordes horizontales (30) y verticales de la imagen (31), aplicando el operador de convolución de Prewitt en los ejes X y Y, respectivamente;
- viii. obtener información de magnitud (32), de los bordes orientados;
- ix. cerrar los posibles contornos dentro de la imagen de bordes (33), aplicando una operación morfológica de cerrado (closing);
- x. realizar la umbralización (34) para pasar de una imagen de grises a una de blancos y negro;
- xi. limpiar los posibles residuos de la umbralización (35), aplicando un filtrado de mediana;
- xii. identificar las líneas de transmisión (36), aplicando la transformada de Hough;
- xiii. seleccionar las líneas que presentan una inclinación semejante (37);
- xiv. descartar las líneas con un ángulo superior al de interés (38);
- xv. presentar los resultados de las líneas seleccionadas (39);

y,

b. calcular la posición y orientación del UAV con información visual y la información del estado previo de las líneas mediante la ejecución de un filtro de estimación de estados (de Kalman, partículas, observadores de modos deslizantes, entre otros)

2. El método de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real con vehículos aéreos (UAV) no tripulados para una navegación autónoma, de acuerdo con la Reivindicación 1, caracterizado porque la etapa (b) de calcular la posición y orientación del UAV mediante la ejecución de un filtro de estimación de estados comprende a su vez las siguientes etapas:

Resolución N° 9236

Ref. Expediente N° NC2018/0013805

- a. inicializar todas las variables del sistema operativo en tiempo real, de la capa de abstracción de hardware, de las funciones para estimar estados y para empaquetar datos en el protocolo de comunicaciones;
- b. extraer posición de las líneas dentro de la imagen capturada;
- c. realizar la lectura de los sensores (11) mediante las tareas de: Verificar la integridad de los datos el estado de los sensores, Realizar la lectura de los sensores de flujo (15), Realizar la lectura de la unidad inercial IMU (16), Realizar la lectura de la posición de los servos (17), Verificar si el GPS tiene un nuevo dato (18), y Leer y procesar el dato mediante el análisis de los datos GPS (19);
- d. estimar los estados (12) por medio de un filtro de estimación de estados y siguiendo las tareas de: Empaquetar los datos de entrada para la función del filtro (20), Ejecutar el cálculo del filtro (21), y Entregar las posiciones y orientaciones estimadas para ser utilizadas posteriormente por el módulo de control (22);
- e. transmitir (13) los datos a la estación en tierra utilizando el canal disponible (UART);
- f. asignar un tiempo de retardo (14) para volver a la lectura de sensores en la siguiente iteración.

