BOLETÍN TECNOLÓGICO

Inteligencia artificial y control del espacio aéreo

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA Y APOYO A LA GESTIÓN DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL (CIGEPI)

NOVIEMBRE 2017

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA
DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial - CIGEPI

Luis Antonio Silva Rubio, Coordinador
Andrea Bermúdez Huertas

Investigación y preparación:
Paola Mojica G.
Sergio Cuéllar
Claudia Medina

Edición:
Juan Sebastián Cruz Camacho

Diseño y diagramación:
Nathalia Rodríguez González

Fotografías y vectores:
© www.freepik.com
© www.pixabay.com
© www.commons.wikimedia.org

Nota Legal
Todos los contenidos, referencias, comentarios, descripciones y datos incluidos o mencionados en el presente boletín se ofrecen únicamente en calidad de información.

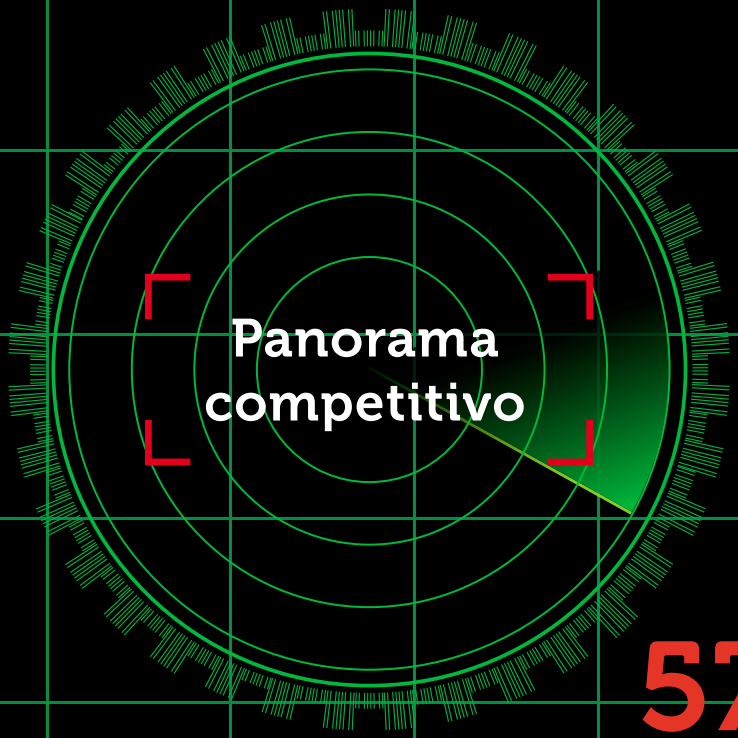
Colaboración de:
Mayor Jimmy Florez
Capitán Gerson Jaimes
Fuerza Aerea Colombiana

Presentación 07

Contexto internacional 57

Futuro en
el ahora
13

Tendencias
a nivel
internacional
25


Panorama
competitivo
57

Anexos
61

Gráficas

Gráfica 1.	Fases de transición de la investigación al mercado	15
Gráfica 2.	Ecosistema de la innovación en la industria de la inteligencia artificial para el control de tráfico aéreo	16
Gráfica 3.	Mapa de las capacidades científicas de organizaciones colombianas en inteligencia artificial	18
Gráfica 4.	Principales empresas de inteligencia artificial en Colombia	19
Gráfica 5.	Tendencias tecnológicas según la actividad inventiva y de patentamiento	26
Gráfica 6.	Relación entre la actividad inventiva y el impacto industrial de las tendencias tecnológicas	27
Gráfica 7.	Dinámica tecnológica de las tendencias identificadas	28
Gráfica 8.	Relación entre los solicitantes y las tendencias	29
Gráfica 9.	Patentes clave por indicador de novedad versus altura inventiva y aplicación industrial	52
Gráfica 10.	Patentes clave por citas recibidas normalizadas	53
Gráfica 11.	Ciclo de vida de la tecnología	59
Gráfica 12.	Países líderes según la actividad inventiva	60
Gráfica 13.	Oficinas de destino líderes según la actividad de presentación	60
Gráfica 14.	Países líderes según su indice H	61
Gráfica 15.	Mapa mundial de colaboración entre países	63
Gráfica 16.	Redes de colaboración entre los solicitantes	64
Gráfica 17.	Tipos de solicitantes de la tecnología	65
Gráfica 18.	Solicitantes líderes según la relación entre actividad inventiva e impacto industrial	66

Gráfica 19.	Solicitantes líderes identificados según la relación entre actividad inventiva y variabilidad tecnológica	67
Gráfica 20.	Países de fundación de la industria	70
Gráfica 21.	Número de seguidores versus número de empleados	71
Gráfica 22.	Productos y servicios en la industria de la inteligencia artificial para control de tráfico aéreo	72

Tablas

Tabla 1.	Análisis pestel de inteligencia artificial y control de tráfico aéreo	21
Tabla 2.	Principales solicitantes de patentes y años con mayor actividad inventiva de la tendencia	30
Tabla 3.	Principales solicitantes de patentes y años con mayor actividad inventiva de la tendencia	38
Tabla 4.	Principales solicitantes de patentes y años con mayor actividad inventiva de la tendencia	44
Tabla 5.	Patentes clave identificadas	54
Tabla 6.	Países líderes en el desarrollo de la tecnología, mercados potenciales y años con mayor actividad de patentamiento	62
Tabla 7.	Descripción de los indicadores empleados en el análisis de patentes	76

Prólogo

La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) a través del Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI) realiza la publicación periódica de los BOLETINES TECNOLOGICOS que contienen información detallada sobre las novedades y los avances que se presentan en diferentes sectores tecnológicos, permitiendo con ello tener una visión clara y amplia respecto de la evolución que se ha presentado durante los últimos años y que es el reflejo de la inclusión de la Propiedad Industrial dentro de las estrategias empresariales.

Dentro de las funciones del CIGEPI está la divulgación de la información tecnológica, con lo cual se permite visualizar las tendencias del desarrollo tecnológico mundial para la toma de decisiones de los innovadores frente a nuevas oportunidades de desarrollo en el territorio nacional, así como para incentivar la innovación, competir con productos que poseen un valor agregado en el mercado y aumentar la competitividad y sostenibilidad de las empresas.

El objetivo del presente boletín tecnológico es facilitar información puntual y estructurada sobre los avances y las novedades relacionadas con inteligencia artificial, aplicada para el control del espacio aéreo, permitiendo con ello establecer el estado de la técnica, buscar soluciones a problemas tecnológicos e identificar tendencias, posibles líneas de investigación y tecnologías de uso libre.

Si desea consultar otros boletines tecnológicos puede acceder a la página web de la SIC en el siguiente link:

http://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos

Presentación

Desde la era industrial, con la invención de la máquina de vapor, la humanidad ha estado sumergida en procesos veloces y diversos que han cambiado considerablemente la forma como interactúan los miembros de la sociedad. Dichos procesos nunca han sido tan vertiginosos como en la era actual, llamada “la edad de la información”, en la cual se han desarrollado el internet, las ciencias de la computación, las tecnologías móviles y la electrónica, avances que han llegado a afectar no solo la sociedad sino incluso las áreas del conocimiento. Una muestra de lo anterior es la amplia discusión que ha generado el efecto causado por ciertas tecnologías, como la robótica y la inteligencia artificial, en la economía. En palabras de Dirican (2015), quien aduce que el fenómeno ha llegado incluso a discutirse en el Foro Económico Mundial, es imposible que la sociedad se resista a los cambios que han acarreado estas tecnologías, pues han cambiado desde la forma de hacer negocios hasta el análisis de relaciones, pasando por todo tipo de áreas.

A propósito de las nuevas tecnologías, la inteligencia artificial (IA) y los sistemas expertos (SE) son conceptos intrínsecamente relacionados. Según Russel y Norvig (2004), entre muchas otras autoridades que han ofrecido definiciones al respecto, se puede considerar que la IA ha causado que los procesadores hagan, de manera más rápida y eficiente, ciertas tareas que usualmente son realizadas por seres humanos. Por su parte, los SE son sistemas que condensan la información de un área específica del conocimiento, con el fin de encontrar una solución satisfactoria a un problema determinado a través de un ordenador, sistema o grupo de estos.

Tanto la IA como los SE han tenido una fuerte repercusión en el área de transporte, particularmente en el aéreo. No debe olvidarse que el aumento reciente en la demanda de servicios de transporte aéreo, tanto de carga como de pasajeros, influye directamente en el aumento de los riesgos. Al respecto, el incremento en la actividad se puede confirmar con las cifras aportadas por la Industria Internacional del Transporte Aéreo (IATA) en su comunicado número 20, de abril de 2016, en el cual se encuentra que entre febrero de 2015 y el mismo mes de 2016 hubo un aumento del 8.6% en los pasajeros transportados. Por consiguiente, con el paso del tiempo se hace necesario mejorar la eficiencia y seguridad de los controles de tráfico.

Los sistemas de control del tráfico aéreo (ATC por sus siglas en inglés) se encargan de garantizar que el flujo de tráfico sea seguro y eficiente. Para lograr dicho cometido es necesario integrar decisiones humanas individuales con datos provistos por diferentes sistemas de información y sensores de distintos tipos, marcas y modelos, suministrados por múltiples proveedores en un entorno dado a variables externas (como la geografía y la meteorología). Toda esta información debe ser procesada e integrada por los controladores aéreos, con el fin de garantizar la seguridad de las aeronaves en todo momento.

Debido a lo antes expuesto, según IATA (2016) y Silva y Portalanza (2015), la Organización de la Aviación Civil (OACI), la Administración Federal de la Aviación (FAA) y la Asociación de Transporte Aéreo Internacional han venido trabajando en la creación de métodos, estrategias y procedimientos para

mejorar la seguridad en las operaciones aéreas. Fruto de este empeño, en Europa y Estados Unidos, son NETXTGEN y SESAR (Brooker, 2008; Cahill, 2016; Martinez Tejerina, 1998; Ulfbratt & McConville, 2008), quienes facilitan la toma de decisiones operacionales mediante sistemas expertos de datos de vigilancia, identificación y ubicación tanto temporal como geoespacial de formaciones meteorológicas próximas a los aeródromos (Brooker, 2008; Capa, 2015; Ulfbratt y McConville, 2008). En los países desarrollados, como afirman Ahlstrom y Jaggard (2010), se trabaja intensamente en la prevención de los riesgos asociados a la operación aérea. Los controladores aéreos y pilotos pueden tomar decisiones basándose en información integrada de los sistemas geográficos, de vigilancia, comunicaciones y meteorología, e incluso participan en el desarrollo de nuevas tecnologías de navegación segura.

En Colombia, la autoridad aeronáutica es responsabilidad tanto de la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil como de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), cuya función es preservar y mantener el control de la aeronavegabilidad en el país. En otras palabras, ambas instituciones deben garantizar el uso legal y seguro del espacio aéreo nacional (NAS, por sus siglas en inglés). Para optimizar sus funciones, la Aerocivil y la FAC han venido modernizando su tecnología con sistemas de apoyo y aproximación como los de multilateración, los cuales permiten la ubicación precisa de las aeronaves, disminuyen costos operativos y aumentan tanto la calidad de la información como las exigencias del equipo a bordo. Otras tecnologías adquiridas recientemente en el país se relacionan con la modernización de los sensores para el soporte de las nuevas tecnologías de vigilancia dependiente automática (ADS, por sus siglas en inglés), el manejo de sistemas de seguimiento de aeronaves, fajas de vuelo electrónicas y sistemas predictivos de control de flujo de tráfico aéreo.

Para integrar toda esta tecnología, la Fuerza Aérea Colombiana, a través de sus centros de investigación, viene desarrollando sistemas para ser utilizados en el control de tráfico aéreo, tanto militar como civil, y que podrían ser comercializados a nivel mundial como una tecnología de alto valor agregado, lo cual supondría el cumplimiento de la misión de dicha institución: desarrollar la investigación aeroespacial en Colombia. Para que toda esta información (provenientes de radares, sensores, vigilancia dependiente automática e imágenes satelitales, entre otros) sea comprensible y apoye la toma de decisiones por parte de los controladores, se han utilizado tecnologías de inteligencia artificial y sistemas expertos que disminuyen los tiempos muertos en el proceso de la información y elevan los estándares de seguridad en el NAS colombiano.

Referencias

- Ahlstrom, U., y Jaggard, E. (2010). Automatic identification of risky weather objects in line of flight (AIRWOLF). *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *18*(2), 187–192. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2009.06.001

- Brooker, P. (2008). SESAR and NextGen: Investing in new paradigms. *Journal of Navigation*, *61*(2), 195–208. https://doi.org/10.1017/S0373463307004596
- Cahill, J. (2016). A Safety Impact Quantification Approach for Early Stage Innovative Aviation Concepts Application to a Third Pilot Adaptive Automation Concept. *SESAR Innovation Days.*
- Capa, E. (2015). Universidad Politécnica de Madrid.
- Dirican, C. (2015). The Impacts of Robotics, Artificial Intelligence on Business and Economics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *195*, 564–573. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.134
- IATA. (2016). Annual Safety Report, 25.
- Martinez Tejerina, J. C. (1998). El futuro de la gestión, la gestión del futuro. *Dirección y Progreso, 160*, 82-86.
- Russel, S., y Norvig, P. (2004). *Inteligencia artificial. Un enfoque moderno.* Madrid: Pearson Educación.
- Silva, M. G. E., y Portalanza, A. (2015). El burnout y su aplicación en el sector de la aviación: una aproximación conceptual. *Suma de Negocios*, *6*(14), 204–211. https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2015.10.004
- Ulfbratt, E., y McConville, J. (2008). Comparison of the SESAR and NextGen Concepts of Operations. *NCOIC Aviation IPT*, *1.0*, 22. Obtenido de http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Comparison+of+the+SESAR+and+NextGen+Concepts+of+Operations#0

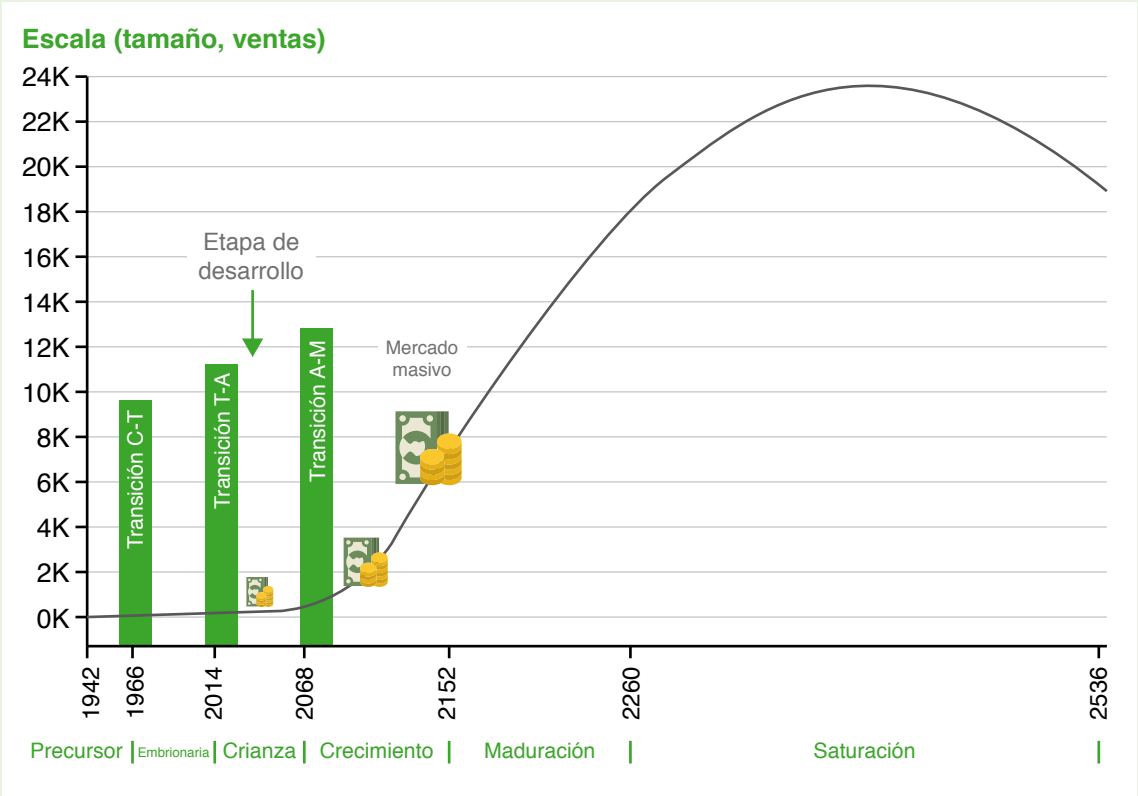
Futuro en
el ahora

Cómo crear una ventaja competitiva en la industria de la inteligencia artificial para el control del tráfico aéreo

Si bien la inteligencia artificial se ha venido desarrollando exitosamente en los últimos años (su tasa de popularidad en Google Trends es de 74/100), la industria específica de la inteligencia artificial para tráfico aéreo es aún emergente. En todo caso, siguiendo la metodología establecida por Phaal, O'Sullivan, Routley, Ford, y Probert[1] se puede determinar qué tan evolucionada está realmente esta industria y qué tan lejos se encuentra de llegar al mercado masivo.

Según los autores mencionados anteriormente, toda tecnología pasa por diferentes etapas o fases de desarrollo. Primero se da una etapa precursora, en la que aparece la investigación básica y aplicada. Después viene la fase conocida como "transición entre la ciencia y tecnología", que puede reconocerse mediante la aparición de solicitudes de patente y de literatura relacionada en bases de datos de ingeniería. Luego está la etapa "embrionaria", cuyo principal enfoque es el desarrollo tecnológico y la fase subsecuente, que es conocida como "transición tecnología-aplicación", en la cual se desarrollan prototipos que pueden ser probados en ambientes o condiciones reales, y además aparecen empresas especializadas. La aparición de las primeras empresas también es un indicador al respecto. Continúa la "fase de crianza", caracterizada por el crecimiento de diferentes tipos de modelos de negocios con estas tecnologías. En cuanto a la siguiente etapa, esta es conocida como "transición aplicación a mercado real", y se evidencia mediante las actividades de márketing y las ventas masivas de los productos relacionados con las tecnologías.

1. Phaal, R., O'Sullivan, E., Routley, M., Ford, S., y Probert, D. (2011). A framework for mapping industrial emergence. *Technological Forecasting and Social Change, 78*(2), 217-230.



Gráfica 1.
Fases de transición de la investigación al mercado

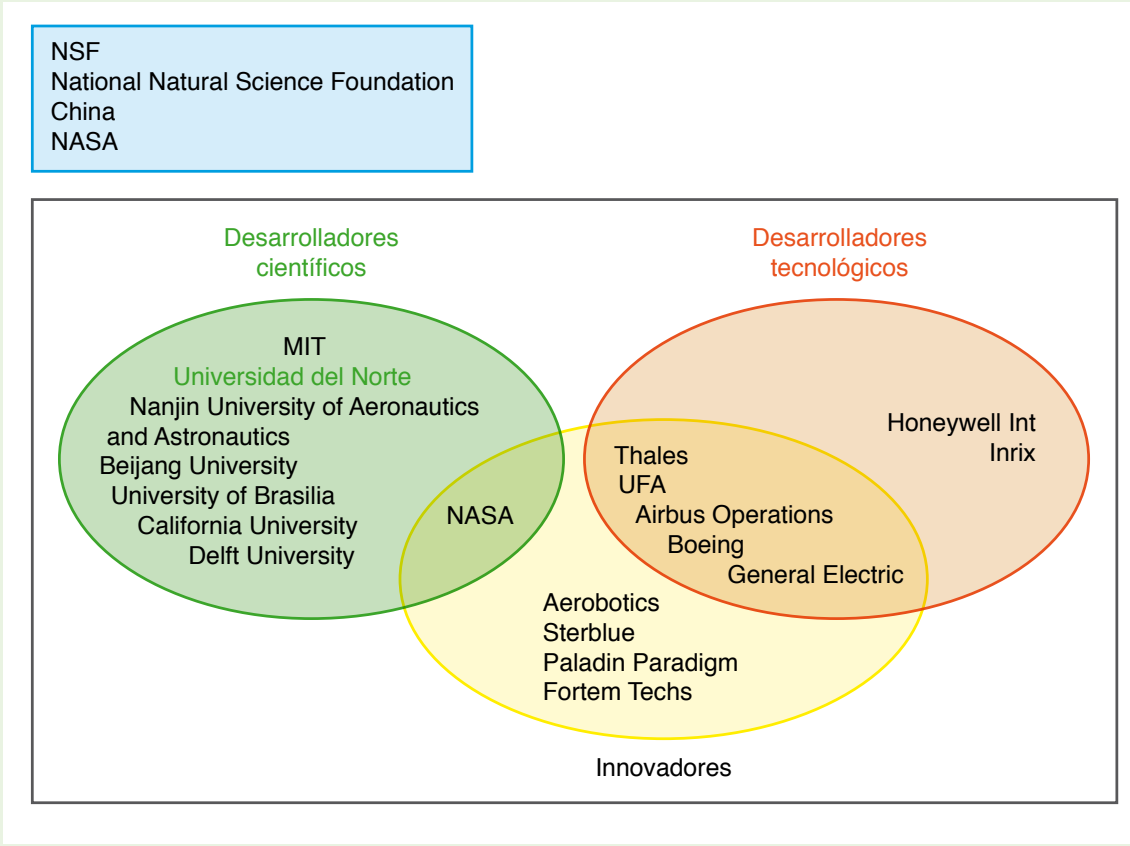
Fuente: Adaptado de (Phaal, O'Sullivan, Routley, Ford, & Probert, 2011)

La inteligencia artificial para el tráfico aéreo es una tecnología que se encuentra en fase de crianza, pues están apareciendo las primeras empresas con algunas propuestas de valor, aunque la gran mayoría de organizaciones se encuentra aún en una fase embrionaria, elaborando los prototipos correspondientes. Lo anterior implica que estas tecnologías son hasta ahora emergentes a nivel mundial. Por su parte, en Colombia aún se encuentra en fase precursora, de modo que los esfuerzos están concentrados en la investigación científica.

Ecosistema de la innovación en inteligencia artificial y control del tráfico aéreo

A continuación se presenta el ecosistema de innovación de los sistemas de inteligencia artificial en el tráfico aéreo. En el cuadro inferior figuran las organizaciones que integran dicho ecosistema. Es evidente que Estados Unidos y China van a la cabeza en la competencia por este tipo de tecnologías, respaldadas científicamente por entes de investigación y generadores de innovación tan importantes como la NASA, el MIT y la Nanjing University. Además, en el área de tecnología-innovación se encuentran empresas tan notables como Boeing, Airbus Operations y General Electric, mientras que en el área comercial es común encontrar compañías medianas, tales como Paladin Paradigm.

Gráfica 2.
Ecosistema de la innovación en la industria de la inteligencia artificial para el control de tráfico aéreo



Capacidades de la inteligencia artificial en Colombia

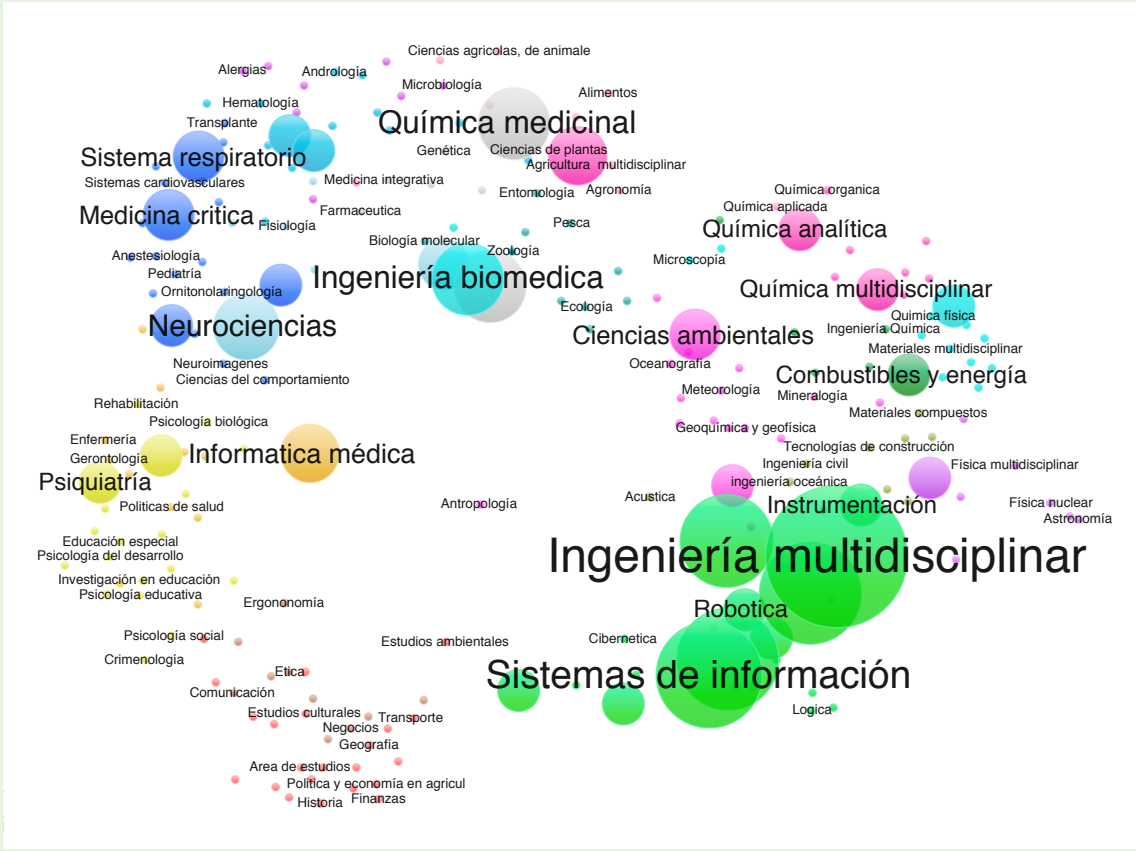
Volviendo a la pregunta original, ¿cómo crear una ventaja competitiva en Colombia?, podemos observar que el ecosistema colombiano está en fase precursora, ya que solo figura un desarrollo científico realizado por investigadores del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Norte, titulado “Space Allocation Using Intelligent Optimization Techniques”, y que consiste en un sistema inteligente para la organización de objetos no específicamente aéreos en almacenes, bodegas y cultivos.

Para entrar a competir en la industria, es fundamental identificar los desarrollos en inteligencia artificial que se están llevando a cabo en el país, incluso si no están directamente relacionados con el campo de tráfico aéreo. Se han publicado, en total, 116 artículos firmados por organizaciones colombianas[2], con la Universidad Nacional a la cabeza, seguida por la Universidad de los Andes, la Universidad de Antioquia, la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad Central de Santa Marta. Las invenciones en cuestión se han dado principalmente en el campo de las ciencias biomédicas, así como de las ciencias básicas. En el campo de la ingeniería ha habido desarrollos en robótica y automatización. Por supuesto, los enfoques particulares de estas invenciones no impiden a los grupos de investigación la capacidad de trabajar en otras áreas, como el control de tráfico aéreo. En todo caso, como no se encontraron solicitudes nacionales de patente relacionadas con estas tecnologías, se puede concluir que en Colombia la investigación sobre inteligencia artificial se encuentra aún en su etapa precursora.

A nivel comercial, alrededor de unas 30 compañías cuentan con productos o servicios relacionados con inteligencia artificial en Colombia, industria que se ha venido desarrollando en el país durante los últimos 15 años. Su punto de máximo desarrollo ocurrió entre los años 2016 y 2017.

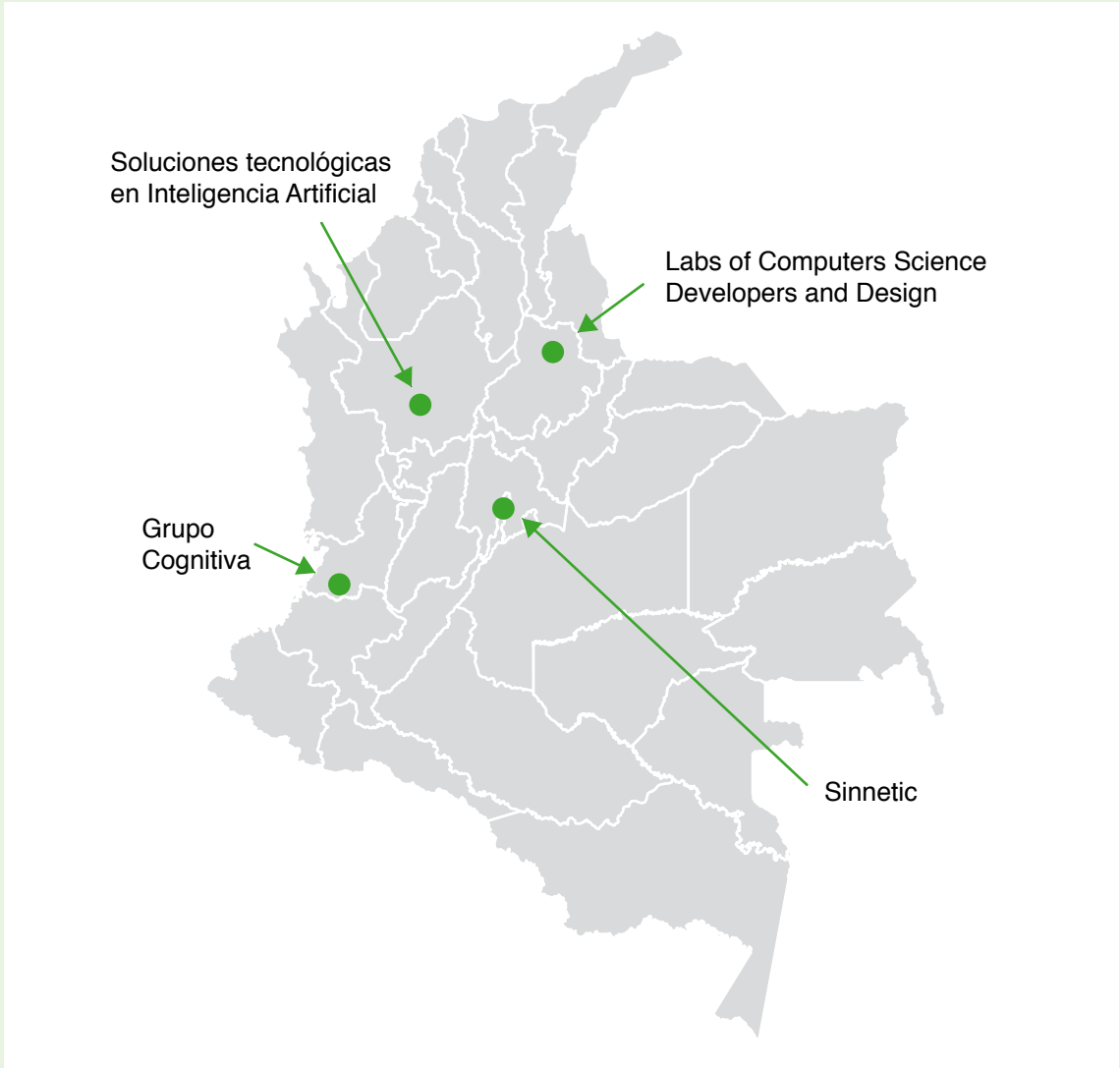
2. Estas publicaciones se obtuvieron del Web of Science y Scopus

Gráfica 3.
Mapa de las capacidades científicas de organizaciones colombianas en inteligencia artificial



Fuente: elaboración propia basada en datos de WOS, 2017

Si bien más del 90% de las compañías relacionadas con inteligencia artificial en el país son pequeñas o medianas, el interés de los emprendedores colombianos por entrar a competir en la industria es evidente y constituye un indicador de las múltiples ventajas que puede ofrecer este nuevo mercado. Las compañías identificadas en este análisis tienen, entre sus productos y servicios, desarrollos relacionados con Big Data, Machine Learning, agentes expertos e internet de las cosas. Algunas de las áreas en las que se encuentran las especialidades identificadas son: el sector agropecuario, aplicaciones web, arrendamiento de propiedades, asesoría jurídica, e-commerce y gestión del conocimiento, lo cual pone en evidencia tanto la versatilidad de la industria como sus amplias posibilidades (entre las cuales se cuenta el tráfico aéreo). Ahora presentamos las empresas más importantes por número de empleados y/o seguidores.



Gráfica 4.
Principales empresas de inteligencia artificial en Colombia

Fuente: Bing, 2017

Alianzas estratégicas como un factor competitivo

Empírica y teóricamente, se ha demostrado que las alianzas estratégicas juegan un papel clave para aumentar la competitividad de las organizaciones. También se ha demostrado que las organizaciones que han colaborado antes, y que consideran la colaboración uno de sus valores corporativos, tienden a seguir colaborando. Al respecto, en el campo de la inteligencia artificial para tráfico aéreo, encontramos que las organizaciones que más frecuentemente recurren a los desarrollos conjuntos son NASA, Nanjing University, Chinese Academy of Sciences y Fondazione Santa Lucia.

Las empresas que compiten en otros países también podrían ser aliados estratégicos en esta industria. Compañías como Sterblue, Paladin y Fortem podrían estar interesadas en colaborar para entrar en nuevos mercados.

Fuentes de financiación para impulsar el desarrollo

Otro aspecto clave para desarrollar la industria de inteligencia artificial para tráfico aéreo es la financiación. Tras un análisis retrospectivo de las organizaciones que han financiado el desarrollo de investigaciones en esta área, es posible determinar que las dos compañías que más han invertido son la National Science Foundation y la NASA.

Adicionalmente, es posible reconocer nuevas oportunidades de financiación para inteligencia artificial en el futuro cercano. Los principales patrocinadores corporativos son IBM, Facebook, Google y Airbus. Algunos organismos gubernamentales también han lanzado convocatorias de financiación, entre los cuales se destaca particularmente el United Kingdom Government Research Councils.

Factores contextuales que afectan o impulsan el desarrollo de esta industria

Los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos y legales juegan un papel fundamental en el desarrollo de productos o servicios, ya que pueden ser tanto impulsadores como barreras para entrar al mercado. A continuación presentamos una tabla que resume estos factores en Colombia.

Tabla 1. Análisis pestel de inteligencia artificial y control de tráfico aéreo

	POLÍTICOS	ECONÓMICOS	SOCIALES
ASPECTOS POSITIVOS	El Plan de Desarrollo Nacional 2014-2018 establece la importancia de apalancar el sector de Tecnologías de la Información y la Comunicación, tanto en infraestructura como en desarrollo de software con personal especializado. Plan "Vive Digital", con el fin de fortalecer el talento de Tecnologías de la Información y la Comunicación en Colombia para reducir la brecha de profesionales en el sector.	Según el Departamento de Planeación Nacional, en el periodo 2010-2014 el crecimiento del sector TI en Colombia fue de 5,2% y el del PIB, en el mismo periodo, fue de 5,1%. El apoyo de formación de capital humano en conocimiento especializado o en habilidades de emprendimiento por instituciones, como Innpulsa, o corporaciones de ciencia, tecnología e innovación, ya sea por inversión de capital semilla, convocatorias, o mediante la ayuda en la búsqueda de ángeles inversores. La integración de nuevas tecnologías con sistemas de fusión e inteligencia artificial permite un uso más eficiente del espacio aéreo, con mayor seguridad, lo que ayuda a disminuir los tiempos entre aeronaves y a aumentar tanto la operatividad de aeródromos como la eficiencia en el uso del espacio aéreo. Inversión por convocatoria nº. 687 de 2014 de Colciencias, en alianza con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, para el fortalecimiento de centros de excelencia en Big Data por 3500 millones de pesos colombianos. Inversión por convocatoria nº. 686 de 2014 de Colciencias, en alianza con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, para el fortalecimiento de centros de excelencia en internet de las cosas por 2500 millones de pesos colombianos.	La existencia de nueve grupos de investigación en el área de inteligencia artificial, categorizados por Colciencias en diferentes áreas de conocimiento. Según el SNIES, actualmente en Colombia existen 172 programas de pregrado, dos tecnologías y nueve maestrías y doctorados en Ingeniería de Sistemas A esto se suman los programas correspondientes a las ciencias de la computación: 14 pregrados, 5 técnicos, 4 tecnológicos, 3 especializaciones, 15 maestrías y 5 doctorados. El desarrollo de estas tecnologías de alto valor agregado es una oportunidad importante para la industria colombiana, ya que puede generar una industria aeroespacial con alto impacto en la sociedad y en el mercado laboral.

ASPECTOS NEGATIVOS	POLÍTICOS	ECONÓMICOS	SOCIALES
	Dependencia tecnológica de otros países: hacen falta procedimientos para la certificación de sistemas colombianos. La poca comprensión y escasa confianza nacional para la creación de emprendimientos y empresas de base tecnológica, principalmente las de naturaleza digital, en las que se requiere comprender de una manera diferente el cambio de escenarios globales de la economía digital.	Los costos de la tecnología y el mantenimiento son elevados, al igual que los sistemas certificados. A esto se le suma que son producidos por pocos países. Reducción de al menos el 11% del presupuesto de Colciencias para la inversión en ciencia, tecnología e innovación durante el año 2018	Al comparar el tamaño del sector TIC colombiano con el de países de ingresos similares, es evidente la necesidad de estimular su crecimiento por medio de estrategias que permitan afianzar el acceso, uso y apropiación de las TIC por parte de la población y sectores productivos, así como la generación de capital humano especializado. (DNP, 2014, p. 96) De acuerdo con datos del Observatorio TI de Fedesoft y el MinTIC, se estima que para el año 2018 habrá una brecha de 53000 profesionales TI en Colombia. El impacto o los efectos negativos que pueden causar los aeropuertos, aeródromos y áreas de aproximación en zonas aledañas.

ASPECTOS POSITIVOS	TECNOLÓGICOS	ECOLÓGICOS	LEGALES
	El desarrollo TIC mundial permite desarrollos avanzados para el control del tráfico aéreo con inteligencia artificial. Oportunidad para el país de generar industrias de alto valor agregado, como las iniciativas locales de agremiaciones de empresas para atender necesidades de sustitución de importaciones en el sector aeroespacial. El país cuenta con empresas que ofrecen servicios de telecomunicaciones, internet y satelitales con cubrimiento nacional. Existencia de software a nivel mundial para el desarrollo de soluciones con inteligencia artificial, como por ejemplo Prolog, Lisp, Haskell, OPS5, Phyton, Matlab, entre otros.	Según lo estipulado en la reglamentación aeronáutica colombiana, toda administración o gerencia de aeródromos debe adoptar las medidas necesarias para minimizar el impacto provocado sobre el medio ambiente por las operaciones del aeródromo. La inteligencia artificial aplicada al control del tránsito aéreo disminuye las probabilidades de colisiones de aeronaves, lo que contribuye a la preservación del medio ambiente, pues evita impactos negativos causados por incidentes o accidentes aéreos.	Decreto 1078 del 2004. Ley 1014 de 2006. Se fomenta en Colombia la cultura de emprendimiento, con la cual se pueden crear empresas de base tecnológica con propuestas de valor orientadas a inteligencia artificial aplicada al control del tráfico aéreo. La reglamentación colombiana para la gestión de aeródromos.

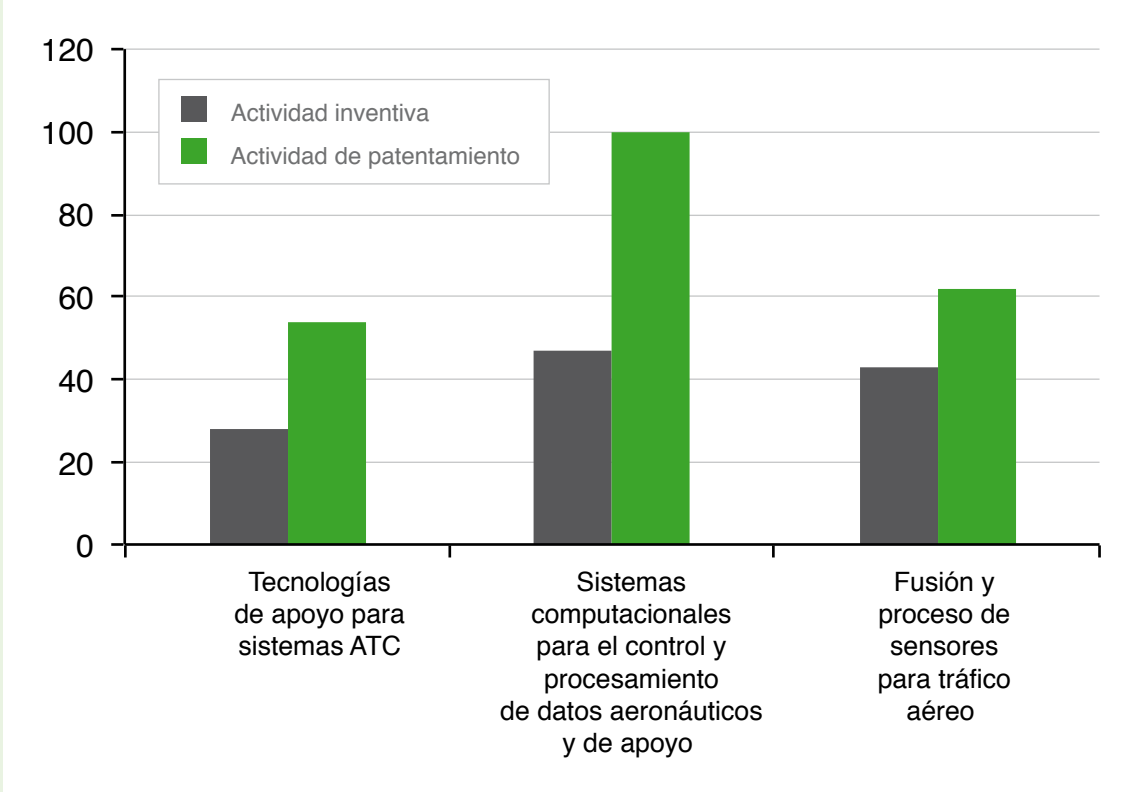
ASPECTOS NEGATIVOS	TECNOLÓGICOS	ECOLÓGICOS	LEGALES
	Procesos de certificación escasos en el sector civil colombiano. Costos y proceso de certificación de piezas y procesos. Conocimiento incipiente en el desarrollo de tecnologías basadas en inteligencia artificial y Big Data. Falta de infraestructura tecnológica, como el uso de fibra oscura y equipos lo suficientemente sólidos como para soportar simulaciones y transmisión de datos en cantidades grandes y en tiempo real. En Colombia no se cuenta con la cantidad necesaria de ingenieros o personas expertas en programación de inteligencia artificial.	En Colombia no existen estudios sobre cómo el tránsito aéreo y las estelas turbulentas de las aeronaves afectan el desarrollo climatológico. La contaminación auditiva generada en zonas habitadas, próximas a los aeropuertos.	La normatividad incipiente en Colombia para el desarrollo de emprendimiento o creación de empresas del campo electrónico y digital. La ausencia de reglamentación para el uso de la inteligencia artificial en Colombia.

Tendencias a nivel internacional

Tendencias a nivel internacional

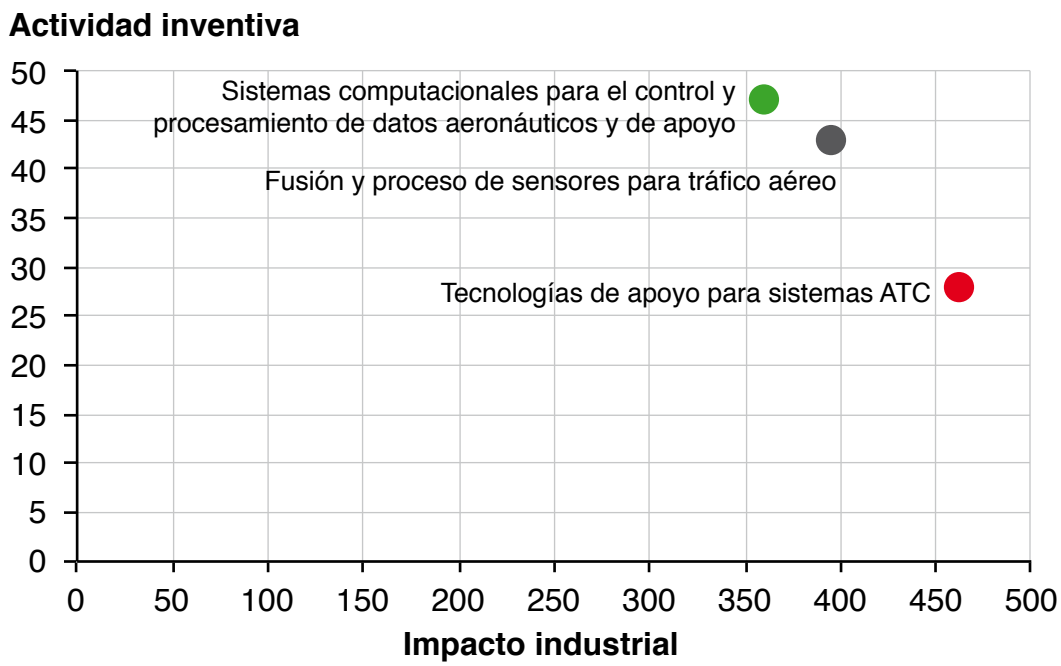
A partir de los resultados obtenidos, identificamos las tres tendencias más importantes en materia de inteligencia artificial para el control del tráfico aéreo: primero, por su actividad inventiva y de patentamiento, está sistemas computacionales para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo, con 47 invenciones en 100 solicitudes de patente; en segundo lugar figura fusión y proceso de sensores para tráfico aéreo, con 43 invenciones en 62 solicitudes; y en último término aparecen las tecnologías de apoyo para sistemas de control del tráfico aéreo (ATC por su sigla en inglés), con 28 desarrollos en 54 solicitudes.

Gráfica 5.
Tendencias tecnológicas según la actividad inventiva y de patentamiento



Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Notamos que ninguna tendencia se destaca particularmente por su alto impacto industrial, aunque las tecnologías de apoyo para sistemas ATC son la más relevante al respecto (a pesar de su baja actividad inventiva). Paradójicamente, además, la tendencia con mayor actividad inventiva, que es la de sistemas computacionales para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo, es la que menos se destaca en lo que se refiere a impacto industrial.

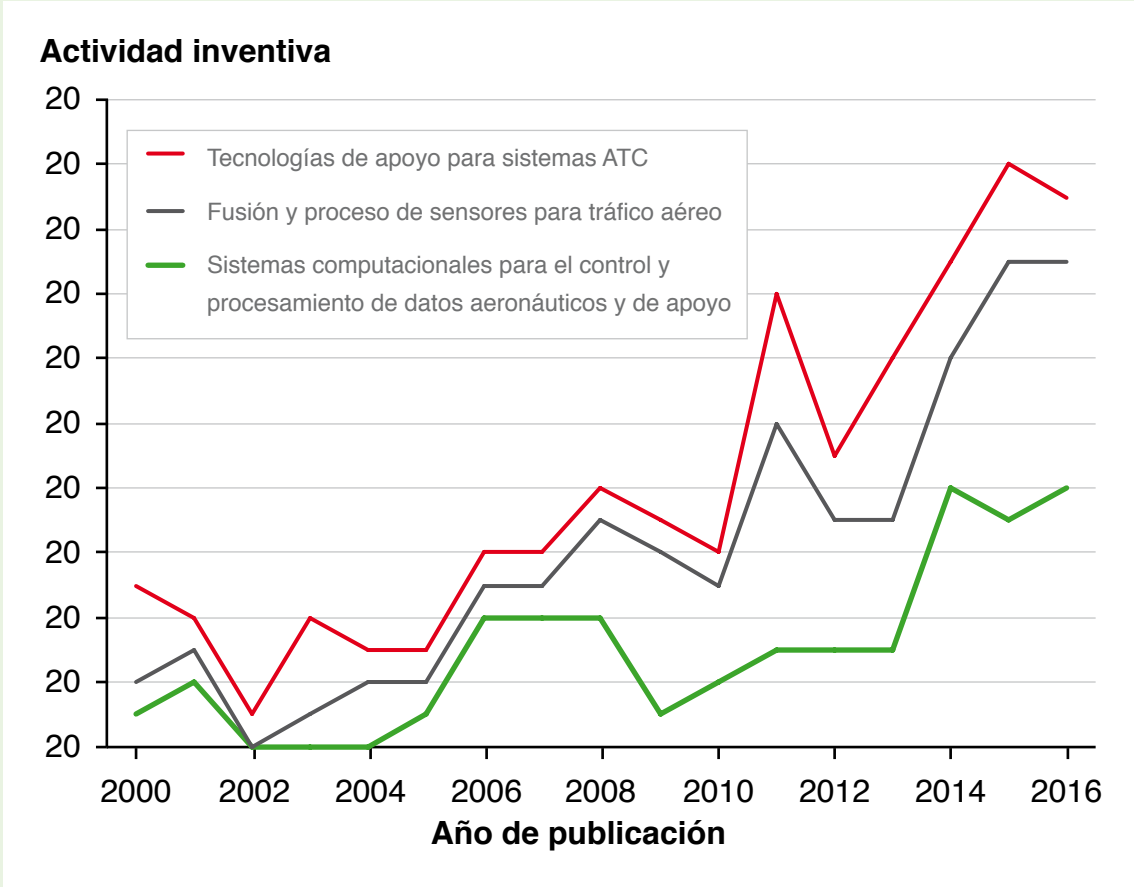


Gráfica 6.
Relación entre la actividad inventiva y el impacto industrial de las tendencias tecnológicas

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Tras revisar la evolución cronológica de las tendencias identificadas (tomamos el rango de tiempo comprendido entre los años 2000 y 2016), llegamos a las siguientes inferencias: en tecnologías de apoyo para sistemas ATC hubo mayor actividad en 2011 y 2012, aunque desde entonces ha disminuido; en fusión y proceso de sensores para tráfico aéreo se registró un crecimiento considerable en los años 2009, 2011 y 2015; en cuanto a sistemas computaciones para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo, no hubo actividad alguna entre el 2002 y el 2004, pero desde entonces ha habido producción tecnológica variable y su mayor actividad ha tenido lugar en los últimos tres años.

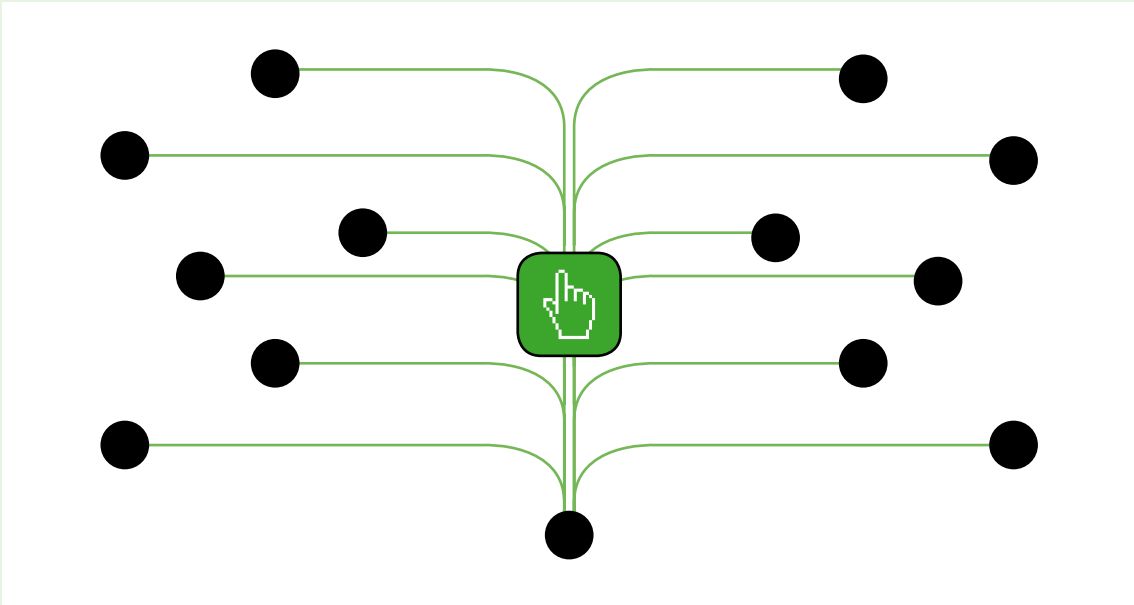
Gráfica 7.
Dinámica tecnológica de las tendencias identificadas



Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Antes de abordar cada una de las tres tendencias detalladamente, queremos dar a conocer los siguientes aspectos en torno a ciertos solicitantes destacados en la tecnología (ver gráfica 8):

- Las empresas Mitsubishi Electronic Corporation (Japón) y GTD Sistemas de Información (España) han desarrollado invenciones en las tres tendencias identificadas.
- La Nanjing University of Aeronautics & Astronautics (China) y Mitsubishi Electronic Corporation (Japón) sobresalen no solo por su actividad inventiva en sistemas computacionales para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo, sino que también vienen trabajando en fusión y proceso de sensores para tráfico aéreo.
- Airbus Operations S. A. S. (Francia) y Honeywell International Inc. (Estados Unidos) se destacan en materia de fusión y procesos de sensores para tráfico aéreo, y además vienen haciendo avances en cuanto a tecnologías de apoyo para ATC.
- Las invenciones hechas por organizaciones académicas se han enfocado en sistemas computacionales para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo.



Gráfica 8.
Relación entre los solicitantes y las tendencias

Hipervínculo: https://prezi.com/9txlxilokmqd/relacion-solicitante-tendencia-inteligencia-artificial-control-trafico-aereo/

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Sistemas computacionales para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo

Los datos brindados por los sistemas de vigilancia a través de múltiples sensores, los cálculos de los parámetros de vuelo de aeronaves en entornos críticos, la información de apoyo (como imágenes meteorológicas o modelos de pronóstico) y los sistemas a gran escala generan una gran cantidad de información. Esta, además, debe ser interpretada, evaluada, homogenizada e integrada en sistemas que le permitan a los usuarios de los sistemas de control de tráfico aéreo tomar decisiones críticas en tiempo real, para lo cual se requiere garantizar la calidad e integridad de las fuentes, la disminución de ruido, la estructuración de los datos y la respuesta adecuada frente a entradas específicas. Dado lo anterior, las operaciones aéreas requieren sistemas de fusión, control, procesamiento de imágenes y otras tecnologías que integran información heterogénea en una fuente georreferenciada en tiempo real.

Presentamos a continuación una tabla con los principales solicitantes de la tendencia y los años en los cuales se ha protegido el mayor número de invenciones.

Tabla 2.
Principales solicitantes de patentes y años con mayor actividad inventiva de la tendencia

Tendencia [n.° de invenciones]	**Principales solicitantes** [n.° de invenciones]	**Años con mayor actividad inventiva** [n.° de invenciones]
Sistemas computacionales para el control y procesamiento de datos aeronáuticos y de apoyo [47]	• Chengdu Civil Aviation ATC Technology [2] • University of Electronic Science & Technology of China [2] • Nanjing University of Aeronautics & Astronautics [2] • Mitsubishi Electric Corporation [2] • Brain Corporation [2] • The Second Research Institute of CAAC [2]	2017 [14] 2016 [8] 2014 [8] 2015 [7] 2008 [4]

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Las invenciones relacionadas con esta tecnología se enfocan principalmente en:

- Sistemas de control para verificar los cambios en los sensores que alimentan los sistemas críticos de información aeronáutica a través de interfaces dispuestas para tal fin.
- Sistemas de procesamiento digital que mejoran la calidad de los datos de entrada y así disminuyen el tiempo necesario para generar información confiable.
- Integración de sistemas de soporte para minimizar el tiempo de respuesta por parte del usuario y reducir los riesgos asociados.
- Herramientas de análisis de bases de datos e información para generar sistemas predictivos basados en el comportamiento de datos históricos.

Invenciones destacadas

CN106682592

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20170517&CC=CN&NR=106682592A&KC=A

Título en español: Sistema automático de reconocimiento de imágenes y método basado en redes neuronales

Título en inglés: Automatic Image Recognition System and Method Based on Neural Network

Oficina de destino: China

Solicitante: Beijing Giai Intelligent Tech Co. Ltd. [China]

Contenido técnico: Sistema y método automático de reconocimiento de imágenes basado en redes neuronales que comprende tres elementos: un vehículo aéreo no tripulado, una plataforma de control y un control central. El sistema, que puede usarse en los campos de mantenimiento de equipos, sirve para monitorear el tráfico y determinar la ubicación de destino en un rango amplio, entre otras funciones. Las imágenes son capturadas y transmitidas en tiempo real a través del vehículo aéreo no tripulado UAV; los datos, por su parte, se procesan en una plataforma de control a través de redes neuronales. Tanto la identificación como la comparación de imágenes son realizadas mediante el procesamiento digital de imágenes con redes neuronales.

Opinión del experto: Resalto dos aspectos de esta invención: primero, el software puede usarse para establecer la aproximación de aeronaves o la detección de fenómenos meteorológicos y riesgos que amenacen la seguridad en las pistas; segundo, el hecho de que incrementa las funciones y los usos de los UAV.

Título en español: Proceso de monitoreo controlado por computadora

Título en inglés: Monitoring Computer-Controlled Processes

Oficinas de destino: EPO, OMPI, China y Estados Unidos

Solicitante: British Telecommunications Public Limited Company [Gran Bretaña]

Contenido técnico: Tecnología de monitoreo constante a través de dispositivos que analizan el comportamiento de las señales; puede determinar su estado normal de funcionamiento y llevar a cabo acciones automatizadas en caso de que alguna de las entradas reporte inconsistencias. Las acciones tomadas por el sistema dependen de las configuraciones previamente realizadas por los expertos.

Opinión del experto: Este tipo de tecnología es ampliamente usada en los sistemas críticos para verificar la condición y el estado de las entradas, con el objetivo de reaccionar adecuadamente ante las posibles fallas en las fuentes de datos, las cuales pueden ocasionar problemas en el procesamiento de la información.

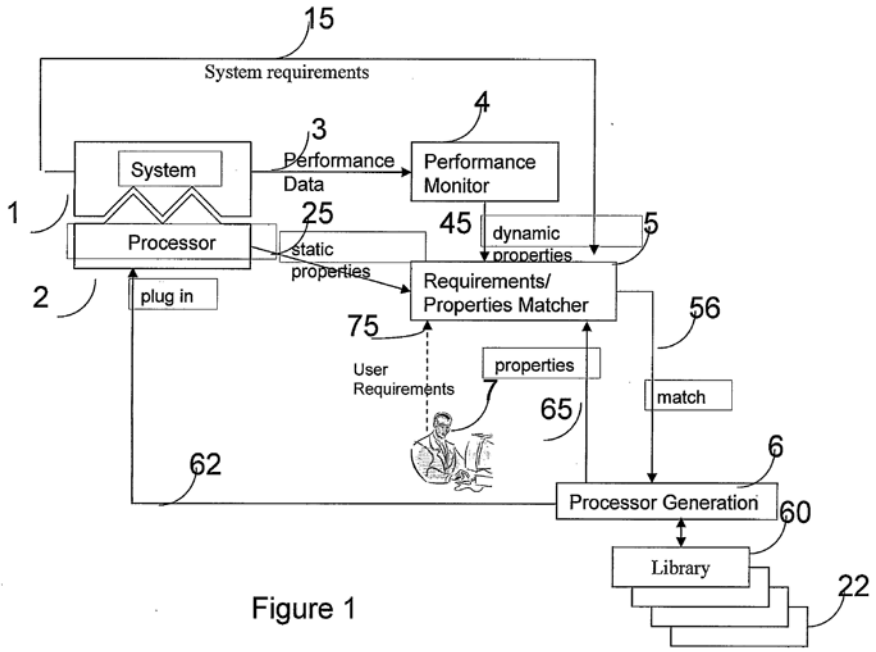


Figure 1

WO2006097676

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20060921&CC=WO&NR=2006097676A2&KC=A2

US8892478

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20141118&CC=US&NR=8892478B1&KC=B1

Título en español: Métodos y sistemas de entrenamiento adaptativo

Título en inglés: Adaptive Model Training System and Method

Oficina de destino: Estados Unidos

Solicitante: Intellectual Assets LLC [Estados Unidos]

Contenido técnico: Sistema que mejora la calidad de los datos gracias a la asistencia computarizada basada en la selección de grupos de información de buena calidad. El método utiliza un entrenamiento de modelo para filtrar datos operativos, de manera que proporciona información precisa del estado del sistema a los operadores, y así garantiza el funcionamiento seguro, confiable y eficiente.

Opinión del experto: Los sistemas ATC funcionan combinando múltiples fuentes de información, cuyas estructuras de datos son diferentes. Dado lo anterior, es necesario el desarrollo de filtros y sistemas de seguimiento que garanticen la integridad y calidad de los datos, especialmente ahora que se está trabajando en iniciativas para compartir información del tráfico aéreo mundial.

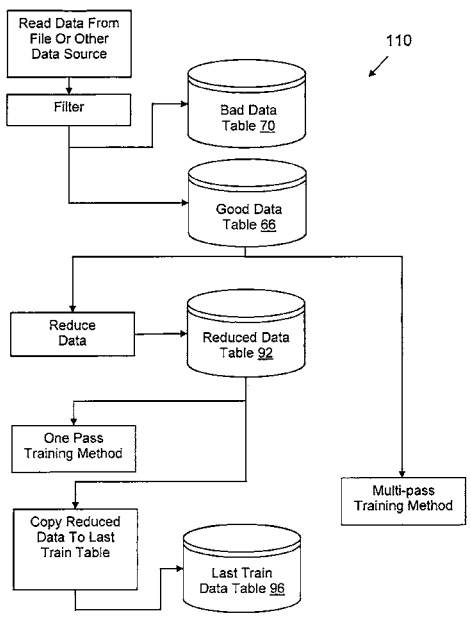


FIG. 7

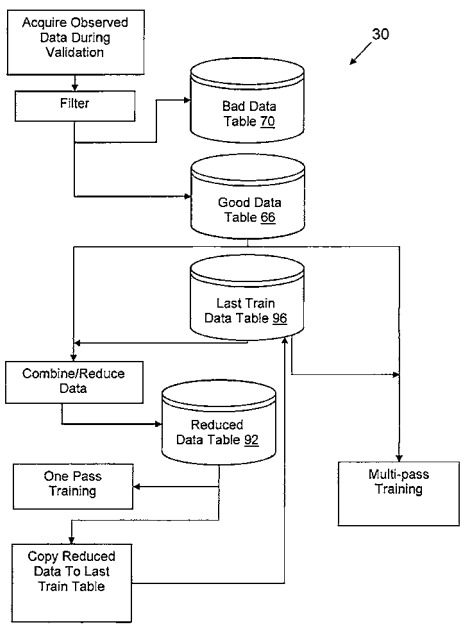


FIG. 8

Título en español: Método para mejorar la calidad de las imágenes obtenidas mediante radares fantasma a través de restricción y dispersión.

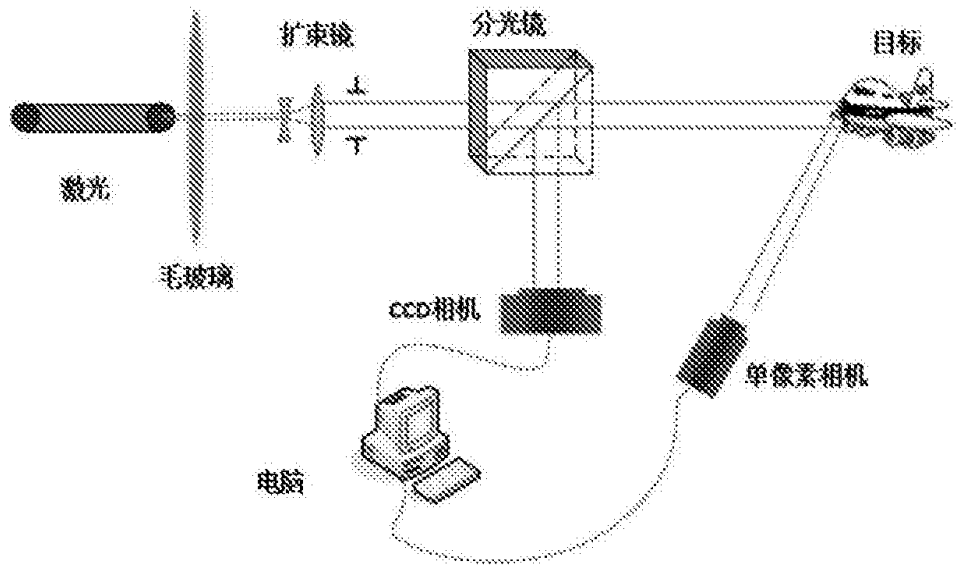
Título en inglés: Method for Increasing Imaging Quality of Sparse Constrained Ghost Radar.

Oficina de destino: China

Solicitante: Nanjing University of Science & Technology [China]

Contenido técnico: Método para mejorar la calidad de las imágenes a través de un proceso de correlación espacial de segundo orden que permite reconstruir la matriz de la imagen respectiva. Dado que reestablece las restricciones ortogonales de la matriz, inhibe el ruido en la reconstrucción y así incrementa la calidad de la imagen.

Opinión del experto: Las tecnologías de procesamiento digital de imágenes se han hecho cada vez más importantes, ya que permiten identificar fenómenos y riesgos que no se pueden captar a simple vista. La invención puede aplicarse en radares meteorológicos (como los usados en operaciones aéreas) y de apertura sintética con el objetivo de obtener mayor información a partir de las imágenes proporcionadas por los sensores.



CN106680811

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20170517&CC=CN&NR=106680811A&KC=A

US20140046891

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20140213&CC=US&NR=2014046891A1&KC=A1

Título en español: Inteligencia artificial sabia o sensible

Título en inglés: Sapient or Sentient Artificial Intelligence

Oficina de destino: Estados Unidos

Solicitante: Sarah Banas [Estados Unidos]

Contenido técnico: Metodologías que recopilan información proveniente de entradas como voz, video, lenguaje natural o artificial, así como estímulos internos o externos. Las entradas son recibidas y analizadas mediante un conjunto de reglas preestablecidas y flexibles que, a través de ciertos factores de ponderación, pueden responder al estímulo emulando la respuesta humana, es decir, a través de inferencias lógicas y ponderadas.

Opinión del experto: La inteligencia artificial ha buscado optimizar electrónicamente la capacidad humana para reconocer patrones de entrada y tomar decisiones objetivas y rápidas con base en estos, tras haberlos almacenado y procesado. La implementación de dichas tecnologías en sistemas anticolisión y de control haría más segura la toma de decisiones por parte de los controladores del tráfico aéreo.

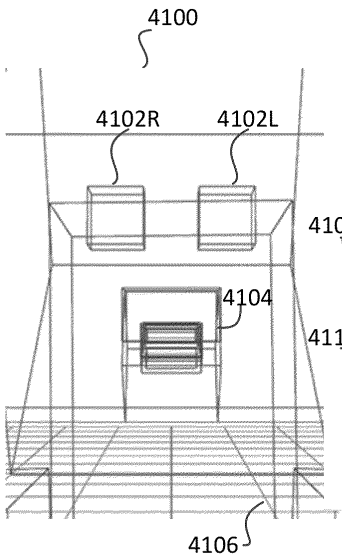


FIG. 41A

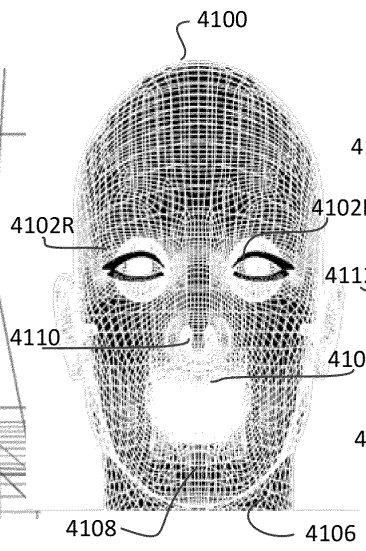


FIG. 41B

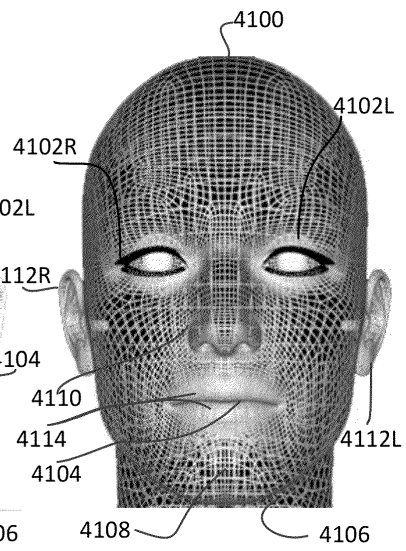
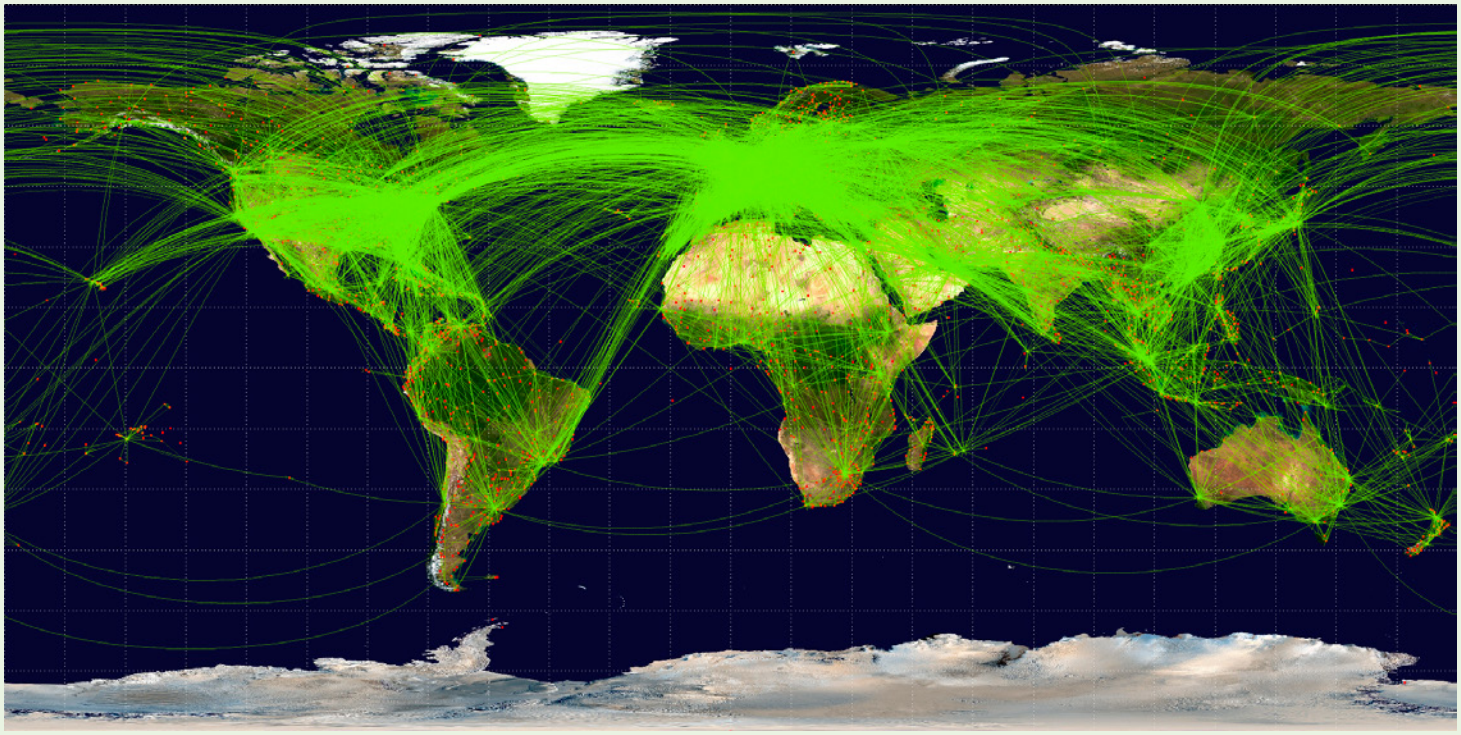


FIG. 41C



Fusión y proceso de sensores para tráfico aéreo

Actualmente, esta área está orientándose principalmente hacia dos líneas: primero, la integración de datos internos (sobre el funcionamiento de la aeronave) y externos (como los meteorológicos) para ofrecerle información confiable a la tripulación y hacerle recomendaciones que mejoren la seguridad, como se aprecia en los dispositivos anticolisión; segundo, la integración de información aviónica proveniente de sensores de vigilancia aérea y variables externas, con el objetivo de fusionar de manera precisa los datos de posición y ayudar al controlador aéreo en la toma de decisiones críticas con seguridad.

Tanto los principales solicitantes de la tendencia como los años en los cuales hubo mayor actividad inventiva aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Principales solicitantes de patentes y años con mayor actividad inventiva de la tendencia

Tendencia [n.° de invenciones]	**Principales solicitantes** [n.° de invenciones]	**Años con mayor actividad inventiva** [n.° de invenciones]
Fusión y proceso de sensores para tráfico aéreo [43]	• Airbus Operations S. A. S. [5] • Honeywell International Inc. [3] • Boeing Co. [3] • INRIX Inc. [3] • Nanjing University of Aeronautics & Astronautics [2]	2017 [16] 2015 [8] 2011 [7] 2016 [7] 2009 [5]

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

En esta tendencia observamos un claro enfoque hacia el desarrollo de dispositivos inteligentes que, situados en la cabina, integran información y le brindan tanto opciones claras para la configuración de datos como recomendaciones seguras a la tripulación. También notamos que prima la integración de datos provenientes de diversas fuentes con el fin de ofrecerle, al controlador aéreo en el sistema ATC, información simple, completa y fácil de captar sobre la situación aérea y los posibles riesgos para las aeronaves.

Título en español: Sistema y método para extraer información de forma inteligente de la aeronave e informar a la tripulación sobre las condiciones y parámetros afuera de la aeronave

Título en inglés: System and Method for Intelligently Mining Information and Briefing an Aircrew on Condition Outside the Aircraft

Oficinas de destino: China, EPO y Estados Unidos

Solicitante: Honeywell International Inc. [Estados Unidos]

Contenido técnico: Esta invención ayuda a la tripulación en la toma de decisiones durante las fases críticas de vuelo, como el despegue y el aterrizaje. El sistema tiene en cuenta las características de rendimiento de la aeronave y las condiciones externas a ella (sean climáticas o relacionadas con la pista) al determinar cambios necesarios para garantizar la seguridad del vuelo. Por ejemplo: un Expert Mission Model System (EMMS) puede intervenir si las condiciones (como fallas hidráulicas o limitaciones en el despliegue de las aletas) están acopladas a cambios climáticos recientes en el aeropuerto de destino.

Antes de presentar las opciones a los pilotos, el sistema genera y revisa las posibilidades más viables y seguras según las condiciones del avión. Además, puede incluir opciones de pistas alternativas o dirigirse al aeropuerto predeterminado. Además, el sistema mantiene la estructura de la información actualizada e interrumpe los mensajes que no son relevantes, lo cual disminuye la necesidad de procesamientos y asegura la notificación oportuna de la información relevante.

Opinión del experto: Esta invención contribuye significativamente a la seguridad de la aeronave, ya que filtra y suministra información relevante sobre las condiciones externas a la tripulación de la aeronave, con el objetivo de que se tomen decisiones seguras.

CN104916167

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20150916&CC=CN&NR=104916167A&KC=A

US8477048

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20110804&CC=US&NR=2011187561A1&KC=A1

Título en español: Método y dispositivo para evitar que un sistema anticolisión a bordo de un avión emita alarmas durante una maniobra de captura de altitud

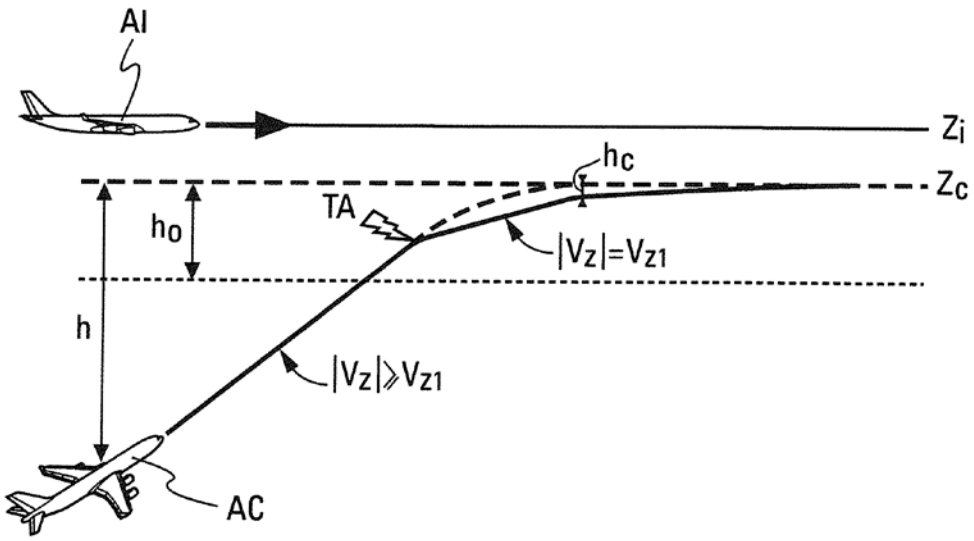
Título en inglés: Method and Device for Preventing an Anti-Collision System on Board an Airplane from Emitting Alarms, During an Altitude Capture Maneuver

Oficinas de destino: Francia y Estados Unidos

Solicitante: Airbus Operations S. A. S. [Francia]

Contenido técnico: Este método y dispositivo, que se encuentran integrados en el avión, evitan que ciertas alarmas emitan su señal cuando se realizan maniobras de cambio de altitud. Comprende una fase de aproximación seguida por una otra para capturar un nivel predeterminado. El sistema anticolisión detecta cuando otra aeronave se encuentra dentro del entorno aéreo, calcula el tiempo teórico de colisión y emite alarmas de primer y segundo tipo, según la proximidad de la aeronave intrusiva.

Opinión del experto: Esta invención, gracias a que realiza cálculos de manera dinámica, reduce el estrés asociado a la activación injustificada de las alarmas anticolisión. Dado lo anterior, no solo incrementa la seguridad en el vuelo, sino que brinda la tranquilidad de que las alarmas se activarán tempranamente cuando sea realmente necesario y no por el cambio de altitud.



Título en español: Método y dispositivo para generar velocidad taxeo para una aeronave de un convoy

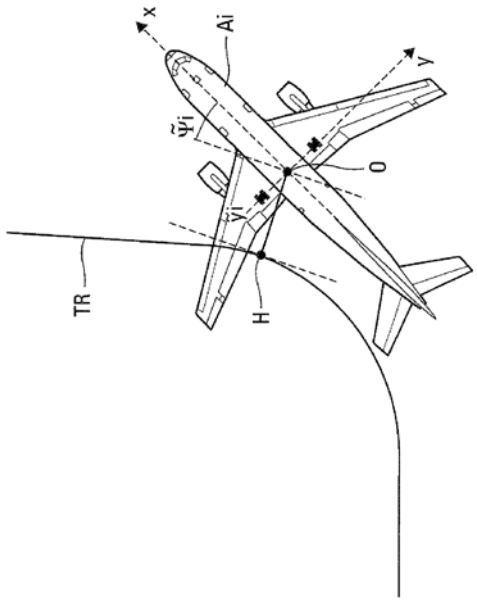
Título en inglés: Method and Device for Generating a Taxiing Speed for an Aircraft of a Convoy

Oficinas de destino: Francia y Estados Unidos

Solicitante: Airbus France [Francia]

Contenido técnico: Método y dispositivo que determinan automáticamente la velocidad máxima posible para un convoy según las capacidades de las aeronaves que lo integran. Dado lo anterior, la invención aumenta la velocidad total del convoy en comparación con el pilotaje manual, además de reducir las posibilidades de colisión.

Opinión del experto: La tecnología puede utilizarse en múltiples tipos de aeronave: de carga, civiles, militares, de pasajeros o sin piloto, especialmente en aeródromos de alta congestión. Además, permite regular de manera precisa el espacio longitudinal con respecto a la aeronave de seguimiento mediante control terrestre y calcular de forma dinámica la velocidad máxima posible y segura para el convoy, por lo cual evita accidentes.



US8026833

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20091203&CC=US&NR=2009295601A1&KC=A1

IN201711001331

https://1drv.ms/b/s!Ar8SBmCzFgQWgzmIm-588PGcfukz

Título en español: Sistema para transmitir datos aeronáuticos a estaciones terrestres a través de uno o más canales de comunicación

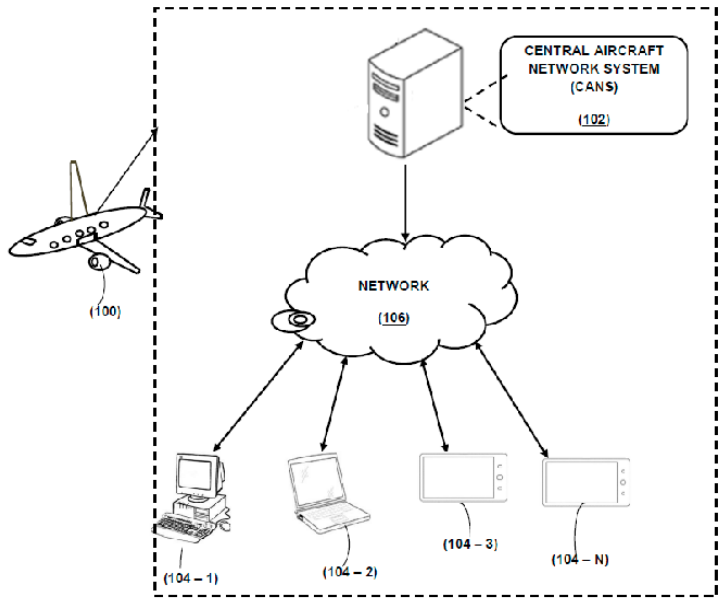
Título en inglés: A System for Transmitting Aircraft Data to Ground Station(S) via One or More Communication Channels

Oficina de destino: India

Solicitante: HCL Technologies Limited [India]

Contenido técnico: Sistema central de red de aeronaves que transmiten datos del perfil de vuelo y diversas condiciones asociadas al avión a una estación terrestre a través de uno o más canales de comunicación. Cuenta con un módulo de recepción de información con bases de datos comparativas y un AIDPS que determina automáticamente la información prioritaria. El sistema determina inteligentemente las prioridades analizando los datos previamente almacenados e integrándolos mediante patrones basados en modelos predefinidos.

Opinión del experto: Lo favorable de esta tecnología radica en varios aspectos: hace que la aeronave sirva como puente para transmitir información a través de uno o más canales a una estación terrestres, brinda mayor cobertura geográfica sobre la ubicación de las aeronaves, y contribuye considerablemente con el control del tráfico aéreo, por lo cual sería útil en países como Colombia.



Título en español: Sistema y método para extraer información de forma inteligente e informar a la tripulación sobre las condiciones exteriores a la aeronave

Título en inglés: System and Method for Intelligently Mining Information and Briefing an Aircrew on Conditions Outside the Aircraft

Oficinas de destino: Estados Unidos

Solicitante: Honeywell International Inc. [Estados Unidos]

Contenido técnico: Esta invención, que ayuda en la toma de decisiones durante las fases críticas del vuelo (como el despegue y el aterrizaje), está integrada por un administrador automatizado de información que analiza las fuentes de datos entrantes, filtra su relevancia y recupera los datos actualizados sobre el desempeño de la aeronave, además de información externa (como las condiciones climáticas y de la pista), para identificar oportunidades y seleccionar dinámicamente los datos más apropiados para la tripulación de forma integrada, lo cual le permite a la tripulación tomar decisiones seguras y eficientes. Cuenta, además, con un combinador que reúne toda la información asociada a la selección del piloto, quien dispone de una pantalla y un informe en miniatura sobre las opciones disponibles.

Opinión del experto: Este sistema implica un aporte significativo a la seguridad aérea porque suministra información relevante a la tripulación, sea sobre fallas internas o condiciones externas, así como análisis preseleccionados por expertos para disminuir la necesidad procesamiento por parte del piloto durante la toma de decisiones.

US20170011635

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20170112&CC=US&NR=2017011635A1&KC=A1

Tecnologías de apoyo para sistemas ATC

Este tipo de tecnologías corresponden a dispositivos y métodos que facilitan la labor de los controladores, mejoran la calidad de las señales de los sensores o mitigan el riesgo. Los sistemas de control de tránsito aéreo (ATC) del futuro no solo implican radares, comunicaciones y controladores aéreos, sino que integran información meteorológica y otra proveniente de diversos sensores (además de incluir dispositivos regulatorios que se adaptan de manera segura a los cambios que implican las nuevas tecnologías aeronáuticas).

En la siguiente tabla figuran los solicitantes líderes en la tendencia, así como los años en los cuales hubo mayor actividad de patentamiento.

Tabla 4. Principales solicitantes de patentes y años con mayor actividad inventiva de la tendencia

Tendencia [n.° de invenciones]	**Principales solicitantes** [n.° de invenciones]	**Años con mayor actividad inventiva** [n.° de invenciones]
Tecnologías de apoyo para sistemas ATC [28]	• Airbus Operations S. A. S. [3] • Xidian University [2] • R. D. Pedersen [2] • J. H. Lemelson [2] • Mitsubishi Electric Corporation [2]	2017 [6] 2013 [5] 2011 [4] 2014 [3] 2015 [3]

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Las invenciones correspondientes a esta tendencia se enfocan principalmente en:

- Nuevas tecnologías de tracking, multitracking y fusión de sensores que integran sistemas expertos e inteligencia artificial para la determinación automática de aeronaves.
- Integración a la regulación y sistemas de control de aeronaves no tripuladas a través de tecnologías de vigilancia automática que garantizan la seguridad propia del dispositivo y de los demás sistemas del entorno aeronáutico.

- Sistemas de análisis y predicción de variables externas que puedan generar riesgos para la aviación a través de modelos óptimos o herramientas de inteligencia artificial que mejoran la calidad de la información proveída.

Invenciones destacadas

US20160116912

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20160428&CC=US&NR=2016116912A1&KC=A1

Título en español: Metodología y sistema para el control de vehículos aéreos no tripulados

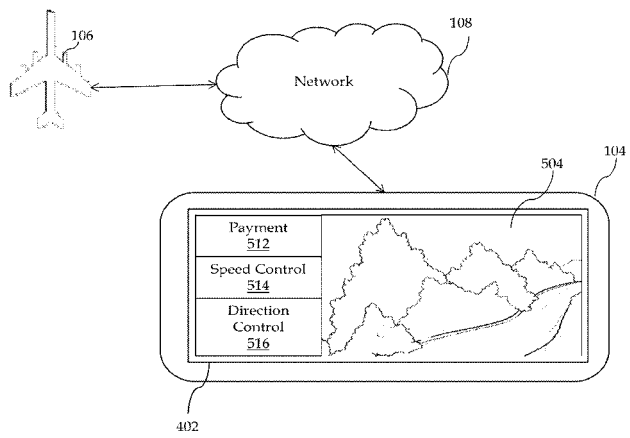
Título en inglés: System and Method for Controlling Unmanned Vehicles

Oficinas de destino: Canadá, Estados Unidos, EPO y OMPI

Solicitante: Youval Nehmadi [Israel] y Alon Konchitsky [Estados Unidos]

Contenido técnico: Dispositivo que integra una interface de usuario y un conjunto de órdenes preestablecidas para un vehículo aéreo no tripulado (UAV), el cual puede controlarse en tiempo real a través de un teléfono celular o dispositivo móvil mediante internet, redes celulares o enlaces de radio. Tiene múltiples aplicaciones: turismo virtual, labores agrícolas o policiales, entretenimiento y control del tráfico.

Opinión del experto: Los vehículos no tripulados y los drones cada vez requieren más sistemas automatizados de control cuya tecnología aporte a la toma segura de decisiones y a la seguridad de bienes y personas determinando alturas mínimas de vuelo, zonas de aterrizaje seguro y áreas prohibidas para la navegación (como las inmediaciones de los aeropuertos). En Colombia, junto al desarrollo tecnológico de plataformas, la regulación legal también debe evolucionar para garantizar la seguridad y el control de este tipo de dispositivos.



Título en español: Método y dispositivo para la integración de información en redes cognitivas de radar

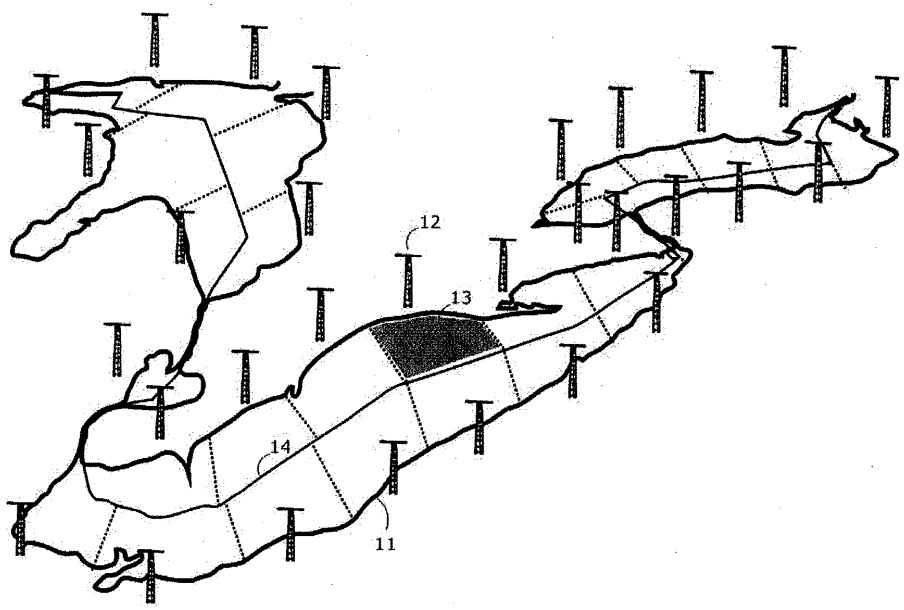
Título en inglés: Device & Method for Cognitive Radar Information Network

Oficinas de destino: Canadá, Estados Unidos, EPO y OMPI

Solicitante: Accipiter Radar Technologies Inc. [Canadá]

Contenido técnico: Sistema integrado por un dispositivo que controla cognitivamente los sensores conectados, por lo cual permite seleccionar parámetros acordes según las necesidades y condiciones evaluando los efectos de los cambios a través de controladores programados para analizar históricamente las decisiones tomadas.

Opinión del experto: La invención permite establecer celdas para la medición precisa de objetivos o de condiciones ambientales, lo que facilita la tarea del operador. Aunque se trata de una tecnología militar, podría ser empleada en entornos ruidosos, como montañas y zonas selváticas para reducir el ruido ambiental.



CA2884769

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20140417&CC=CA&NR=2884769A1&KC=A1

US20110001654

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20110106&CC=US&NR=2011001654A1&KC=A1

Título en español: Proceso y dispositivo para la detección de aeronaves circulado espacios aéreos cercanos a otros aeroplanos

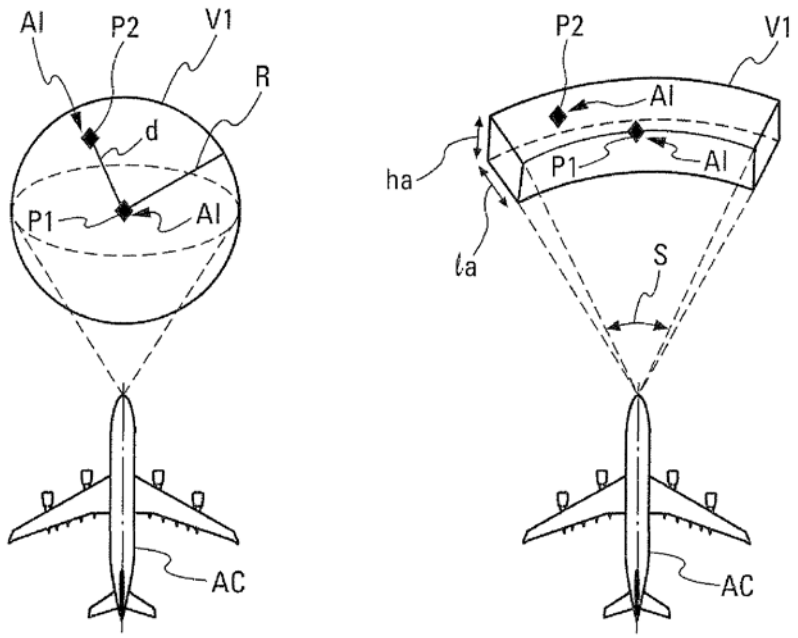
Título en inglés: Process and a Device for Detecting Aircrafts Circulating in an Air Space Surrounding an Airplane

Oficinas de destino: Francia y Estados Unidos

Solicitante: Airbus Operations S. A. S. [Francia]

Contenido técnico: Proceso que reduce el riesgo de colisión entre aeronaves que circulan un espacio aéreo común al calcular las posiciones volumétricas de los vehículos en el espacio, comparar sus posiciones y generar datos predictivos.

Opinión del experto: La tecnología podría implementarse en espacios aéreos congestionados, como las zonas próximas a los aeropuertos de Bogotá, Cali y Rionegro. Esta invención, integrada adecuadamente a los sistemas de vigilancia, podría apoyar la labor de los controladores reduciendo el riesgo. Conviene recordar que en esta dirección está avanzando la tendencia, como demuestra la implementación de la tecnología ADS-B en el país, que acarrea este tipo de funciones.



Título en español: Método y dispositivo para el seguimiento de un objeto

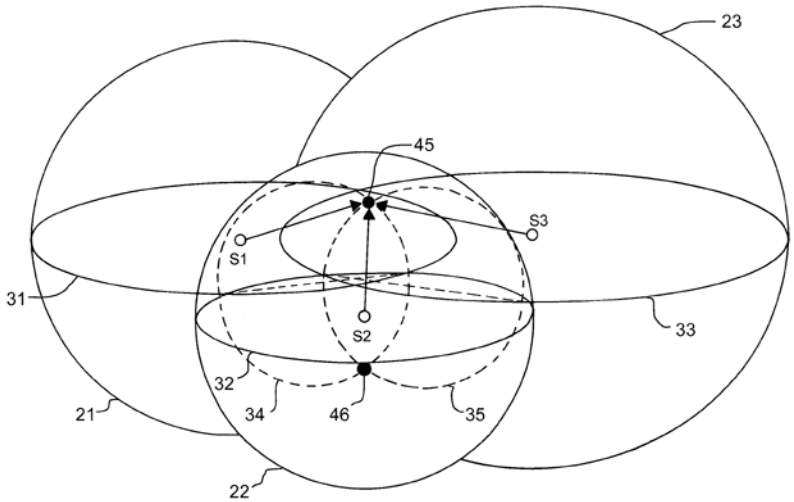
Título en inglés: Method of and Device for Tracking an Object

Oficinas de destino: Dinamarca, EPO, Holanda, OMPI y Estados Unidos

Solicitante: Thales Nederland BV [Países Bajos]

Contenido técnico: Método que permite la integración de sensores radar y mediciones de efecto doppler al incluir una marca de tiempo en cada medición y así ordenar de manera precisa en tiempo y espacio las observaciones de los sensores, las cuales son reorganizadas en un sistema propicio de coordenadas de manera que facilitan la identificación y seguimiento de la posición de los objetos.

Opinión del experto: Las tecnologías de seguimiento e identificación de blancos han evolucionado de la mano de los sensores de vigilancia. En el caso de los radares, el análisis por marca de tiempo y el uso de sistemas de inteligencia artificial para la determinación de blancos son encontrados comúnmente en la bibliográfica científica. En los centros de control del país existen tecnologías que permiten el seguimiento de *plots* y *tracks* mediante sensores, gracias a las cuales los controladores pueden identificar información depurada en su pantalla, la cual aparece corregida luego de un proceso matemático complejo.



US20100013697

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20100121&CC=US&NR=2010013697A1&KC=A1

US20080169975

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20080717&CC=US&NR=2008169975A1&KC=A1

Título en español: Proceso para generar perfiles de viento espacialmente continuos a partir de mediciones del perfil del viento

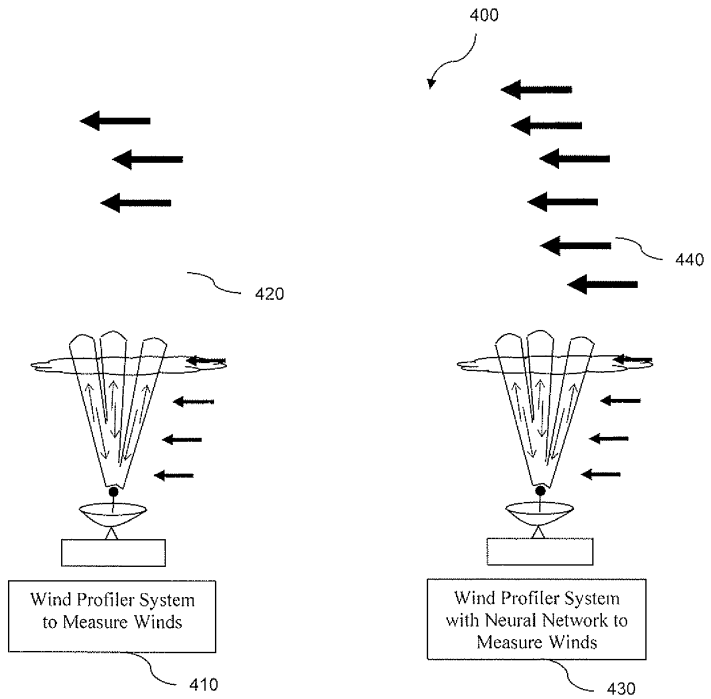
Título en inglés: Process for Generating Spatially Continuous Wind Profiles from Wind Profiler Measurements

Oficinas de destino: Estados Unidos

Solicitante: Paul Yee Young [Estados Unidos]

Contenido técnico: El proceso utiliza redes neuronales que calculan el perfil del viento con el objetivo de brindar ubicaciones geográficas de interés. Esto permite calcular los perfiles de viento según las condiciones locales del área, lo que aumenta la precisión de los modelos a nivel mesoescalar.

Opinión del experto: Las variaciones del viento en aeródromos y áreas de aproximación constituyen un factor determinante para la seguridad operacional. Dado lo anterior, apoyándose en el desarrollo de investigaciones meteorológicas y climatológicas, aportan condiciones de frontera para las variables medidas en un punto específico, las cuales pueden ser usadas para generar alertas por ráfagas de viento y turbulencia (lo cual incrementa la seguridad aérea).



Patentes clave en inteligencia artificial para el control de tráfico aéreo

En la gráfica que figura a continuación exponemos la relación entre novedad, altura inventiva[3] y aplicación industrial[4] mediante cuatro categorías. En este análisis se parte de "la novedad, es decir, que el conocimiento utilizado para su desarrollo es reciente, una mayor altura inventiva la cual se ha estudiado a partir de la amplitud del problema técnico y una mayor aplicación industrial, es decir, la cantidad de áreas tecnológicas en las que las invenciones se desarrollan".[5] Las patentes más destacadas son las que pertenecen al grupo llamado "novedosas con alta altura inventiva y aplicación industrial".

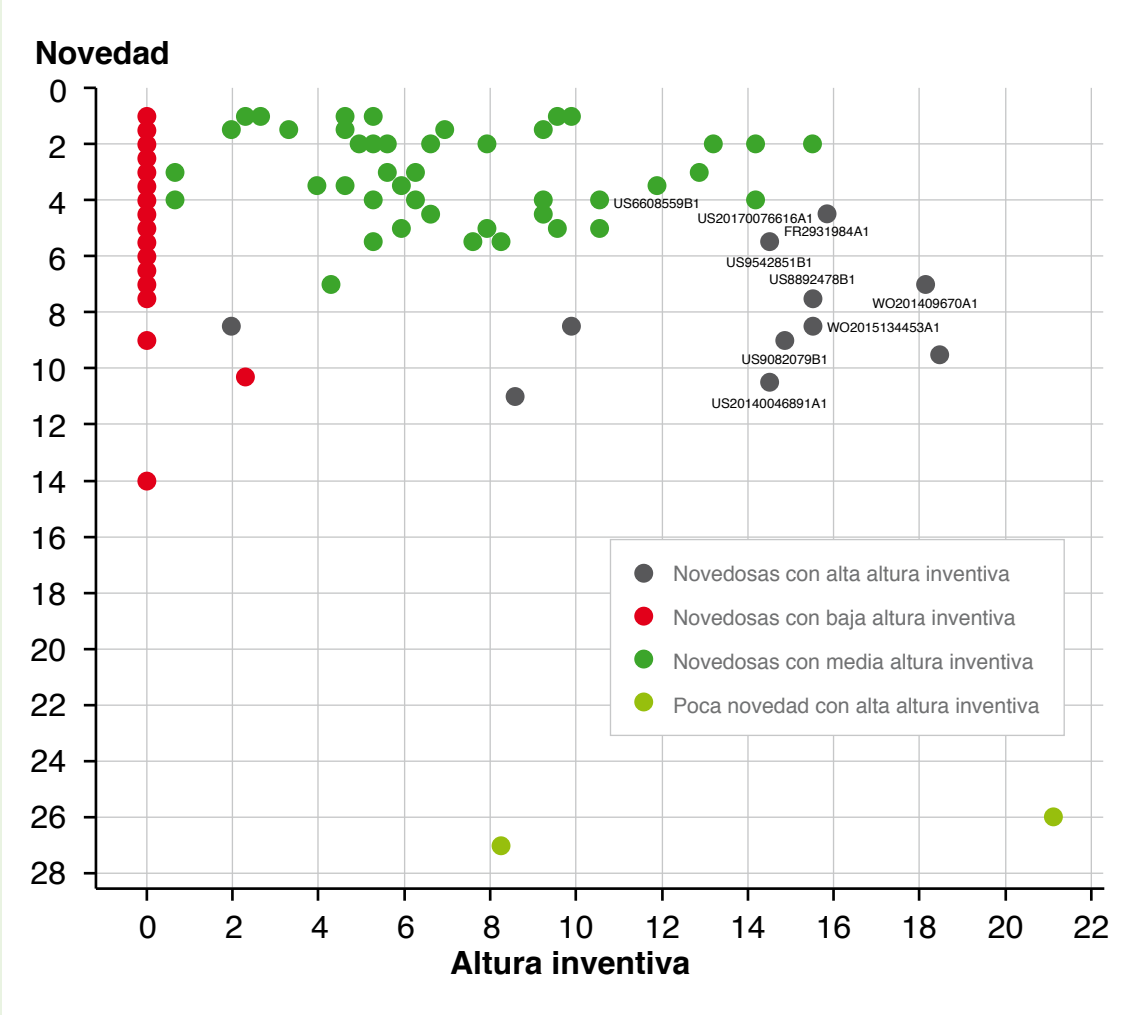
---

3. Definida según lo expuesto en: Betancur, J. A., Villa-Espinal, J., Osorio-Gómez, G., Cuéllar, S., y Suárez, D. (2016). Research Topics and Implementation Trends on Automotive Head-Up Display Systems. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, *10*, 1-16. https://link. springer.com/article/10.1007/s12008-016-0350-3, y Cuéllar, S., Mendez, A., y Almario, F. (2017). *National Phases Process: a New Methodology for this Strategical Process*. México: ALTEC.

4. Estos indicadores fueron obtenidos mediante análisis numéricos y no hacen referencia a los requisitos de concesión de patentes (novedad, altura inventiva y aplicación industrial) definidos en la Decisión 486 de 2000 de la CAN.

5. Superintendencia de Industria y Comercio. (2017, junio 29). *Nanosatétlites*. Obtenido de: http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines_Tecnologicos/Boletin_nanosatelites_29junio.pdf

Gráfica 9. Patentes clave por indicador de novedad versus altura inventiva y aplicación industrial

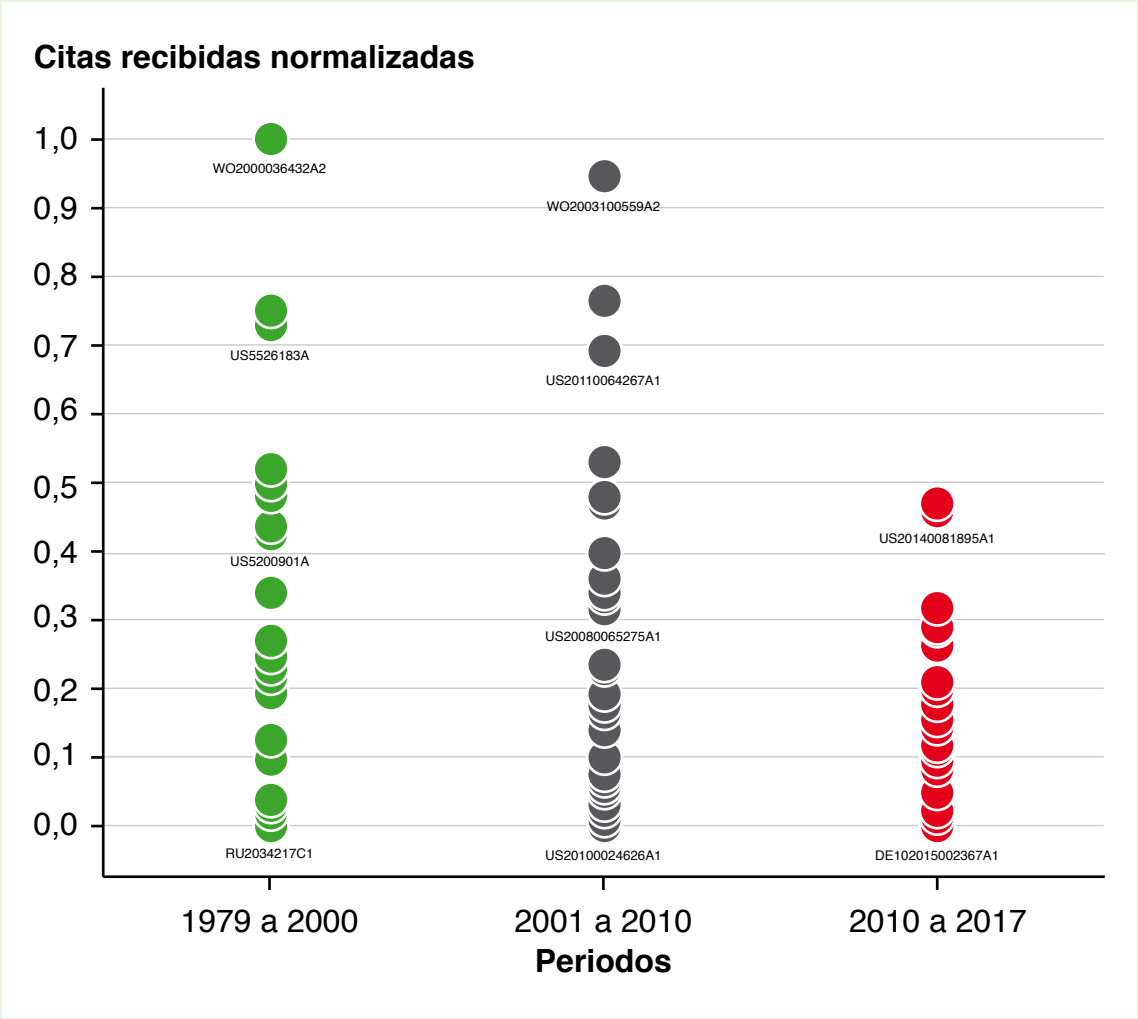


En este análisis, en el eje Y se mide la novedad de las invenciones, de manera que aquellas patentes situadas en la parte superior son las más novedosas. En el eje X, por su parte, las que están ubicadas más a la derecha tienen mayor altura inventiva y aplicación industrial.

Fuente: Thomson Innovation.

Asimismo, analizamos el indicador de citaciones recibidas normalizadas[6] en tres periodos temporales: 1979-2000, 2001-2010 y 2011-2017; los resultados que se muestran en la gráfica 10 corresponden a las patentes más notables.

6. Las citaciones recibidas normalizadas comparan las citaciones recibidas de una patente x con el total de citaciones recibidas en el campo tecnológico en el año de publicación de la misma.



Gráfica 10.
Patentes clave por citas recibidas normalizadas

Fuente: Thomson Innovation.

La información general sobre las patentes más notables en el desarrollo de la tecnología es la siguiente:

Tabla 5.
Patentes clave identificadas

Número de publicación	Hipervínculo	Título
US20140081895A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2014081895	Spiking Neuron Network Adaptive Control Apparatus and Methods
CN103425135A	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=CN103425135	Near Space Vehicle Robust Control Method with Input Saturation
US20030078754A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2003078754	Multi-Sensor Information Fusion Technique
US20060123051A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2006123051	Multi-Level Neural Network Based Characters Identification Method and System
EP2037339A2	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=EP2037339	Method and System for Controlling OperationIMovement of an Apparatus Using the Integrated Simulation which has an Option of a Time Shift
US20030033542A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2003033542	Intrusion Tolerant Communication Networks and Associated Methods
US20110064267A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2011064267	Classifier Anomalies for Observed Behaviors in a Video Surveillance System
WO2003100559A2	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=WO03100559	Active Defense Against Wireless Intruders

Fuente: Thomson Innovation

Tabla 5.
Patentes clave identificadas

Número de publicación	Hipervínculo	Título
DE3305688A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=DE3305688	Varioobjektiv
US5408414A	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US5408414	Target Route Predicting Apparatus Utilizing Characteristic Parameters of Terrain Information
EP681232A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=EP681232	Set Value Learning Apparatus Including Neural Network
DE3048707A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=DE3048707	Kompaktes Photographisches Objektiv
US5526183A	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US5526183	Helmet Visor Display Employing Reflective, Refractive and Diffractive Optical Elements
DE3039545A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=DE3039545	Fotografisches Kompaktobjektiv
EP675420A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=EP675420	Flight Safety Monitoring Device for Aircraft
WO1993020544A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=WO1993020544	Fire Crisis Management Expert System
US5200901A	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US5200901	Direct Entry Air Traffic Control System for Accident Analysis and Training

Tabla 5.
Patentes clave identificadas

Número de publicación	Hipervínculo	Título
US6084510A	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US6084510	Danger Warning and Emergency Response System and Method
WO2000036432A2	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=WO0036432	Accurate Target Detection System
EP379989A1	http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=EP379989	A Prefabricated Air Conditioning System for the Air-Conditioning of a Building

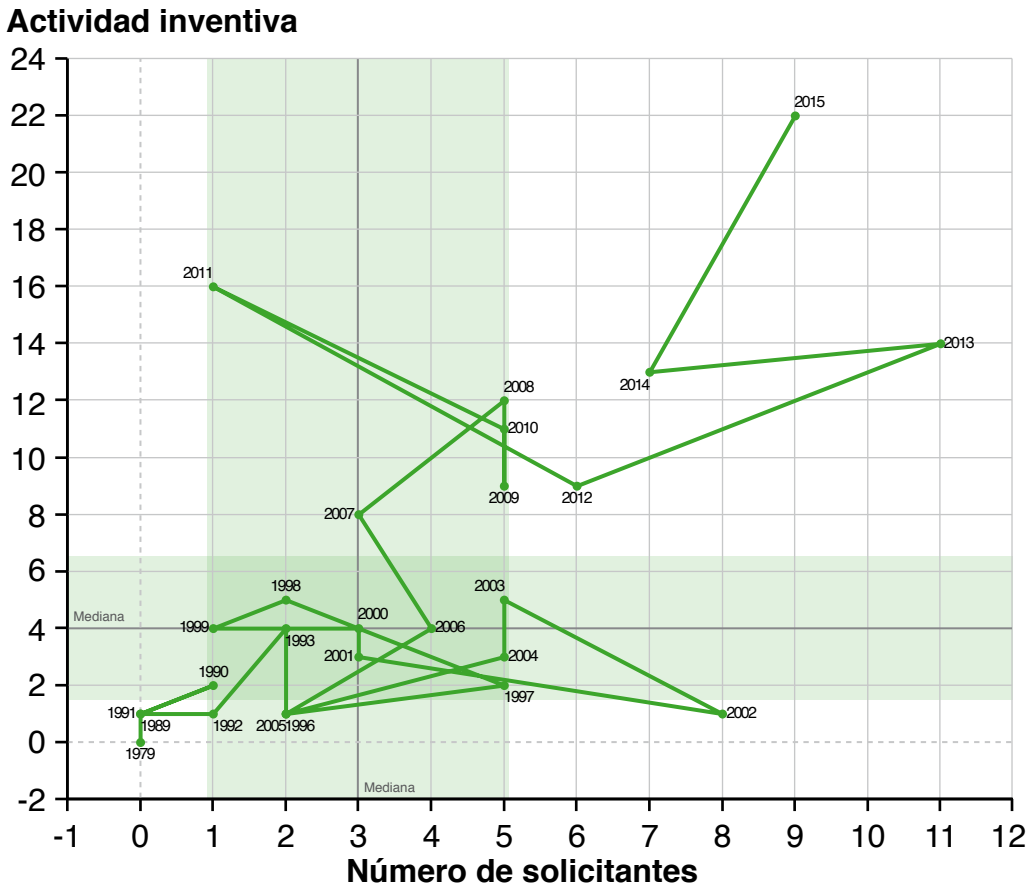
Contexto internacional

Contexto internacional

Encontramos, en total, 137 invenciones en 294 solicitudes de patente relacionadas con inteligencia artificial para el control del tráfico aéreo.

Ciclo de vida

El análisis del ciclo de vida lo hicimos utilizando dos indicadores (la cantidad de invenciones presentadas en años sucesivos y el número de solicitantes que las han desarrollado), lo cual nos permitió evaluar el grado de madurez de la industria. Al respecto, la fase embrionaria fue identificada en el periodo comprendido entre 1977 y 1991, mientras que la emergente tuvo lugar entre 1992 y 2000; en todo caso, puede afirmarse que entre 1977 y 2000, tanto la actividad inventiva como el número de organizaciones que desarrollaban tecnologías eran bajos. Por su parte, entre 2000 y 2010 la tecnología entró en su primera fase de crecimiento, ya que aumentó considerablemente el número de invenciones y solicitantes; y desde 2011 hasta ahora se encuentran en la fase de mayor productividad tecnológica, ya que la inversión se ha concentrado en en I+D.



Gráfica 11.
Ciclo de vida de la tecnología

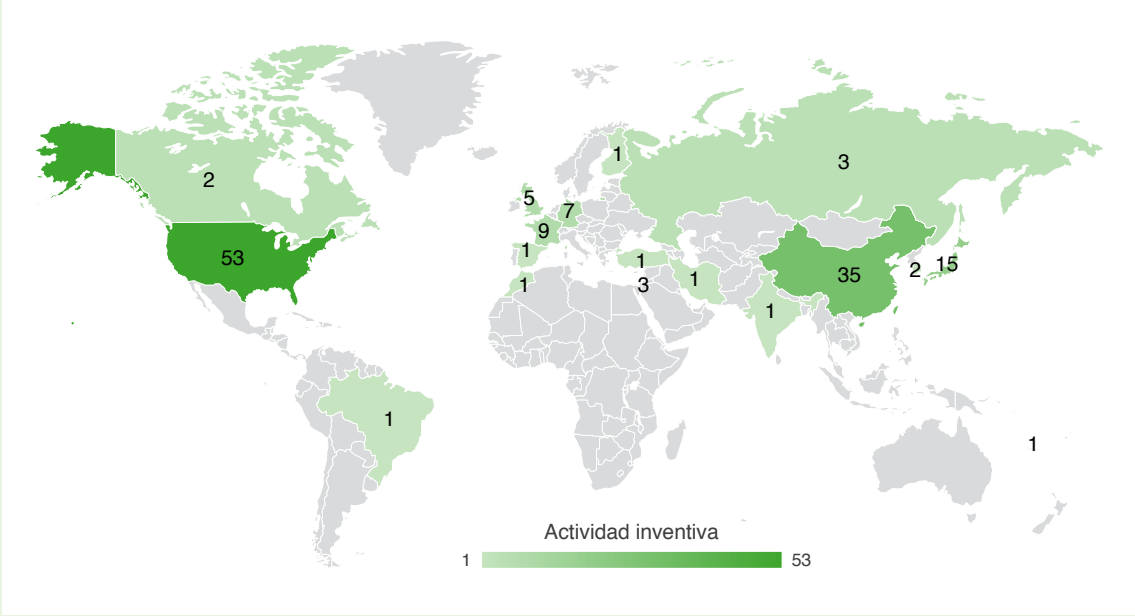
La metodología utilizada indica que esta tecnología se encontró en fases embrionarias y emergentes antes de pasar las rayas punteadas, es decir, la mediana. El cuadrante superior derecho muestra tecnologías que entraron en su fase de crecimiento, la cual se puede dividir en dos tipos: la primera etapa de crecimiento incipiente (cuando aún está en la zona rosada) y la segunda etapa de máximo crecimiento (que está en color blanco). El cuadrante superior izquierdo indica la fase de maduración, al igual que el inferior derecho.

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Países líderes

Determinamos la importancia de los países relacionados con la tecnología teniendo en cuenta dos variables: la inversión en I+D y el índice H. Los resultados indicaron que Estados Unidos, con 53 invenciones, es el líder en la materia, seguido por China con 35 y Japón con 15.

Gráfica 12.
Países líderes según la actividad inventiva

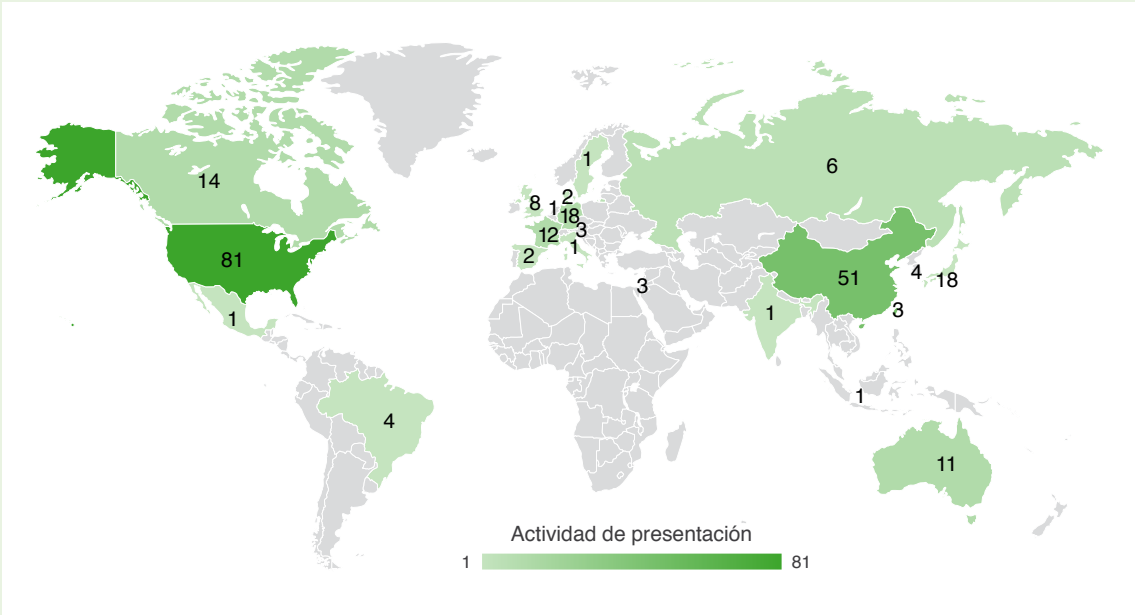


Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Estados Unidos, con 81 solicitudes, también está a la cabeza en cuanto a los países u oficinas más atractivas para la presentación de patentes relacionadas con inteligencia artificial para el control del tráfico aéreo; después figuran China con 51, y Japón y Alemania con 18 cada uno. En Latinoamérica, solo en Brasil se han presentado invenciones relacionadas con la tecnología (cinco en total).

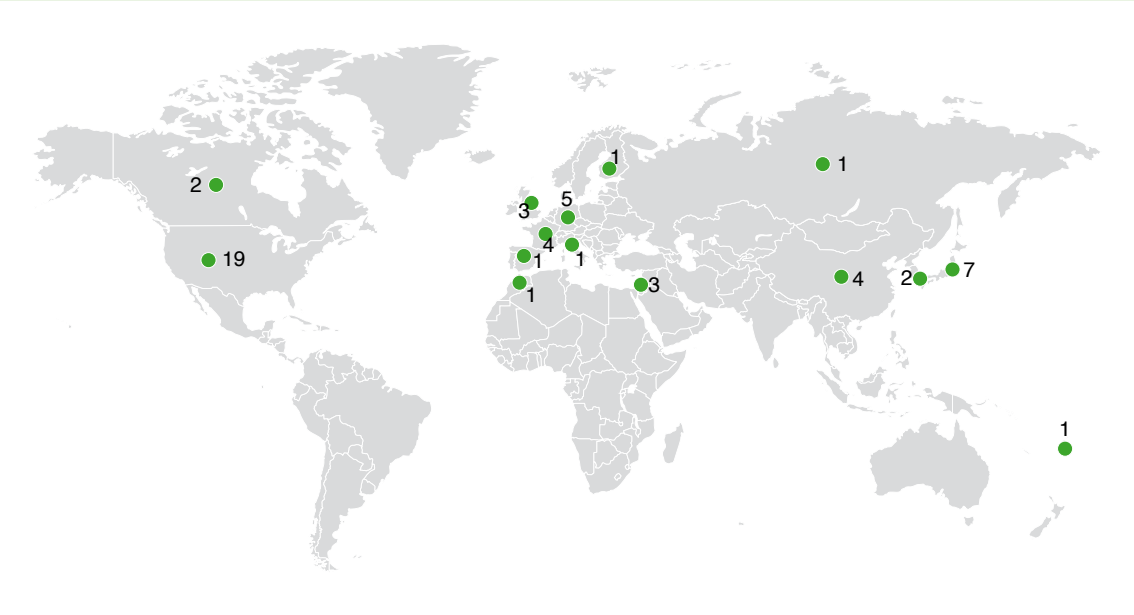
Gráfica 13.
Oficinas de destino líderes según la actividad de presentación

En el mapa se muestran los países en los que se presentan mayor cantidad de patentes, por lo cual deben ser considerados como mercados potenciales.



Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

En cuanto al índice H (indicador clave en los escalafones académicos internacionales, pues mide la productividad y el impacto de las organizaciones según las citaciones recibidas), encontramos que Estados Unidos, con 19 puntos,[7] va en primer lugar; después aparecen Japón con siete, Alemania con cinco y Francia con cuatro.



Gráfica 14.
Países líderes según su indice H

El índice H relaciona la productividad (es decir, el número de invenciones) con el impacto (es decir, la cantidad de citas recibidas). Si un país tiene un índice H de 5, quiere decir que 5 de sus invenciones han recibido cinco citaciones o más.

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

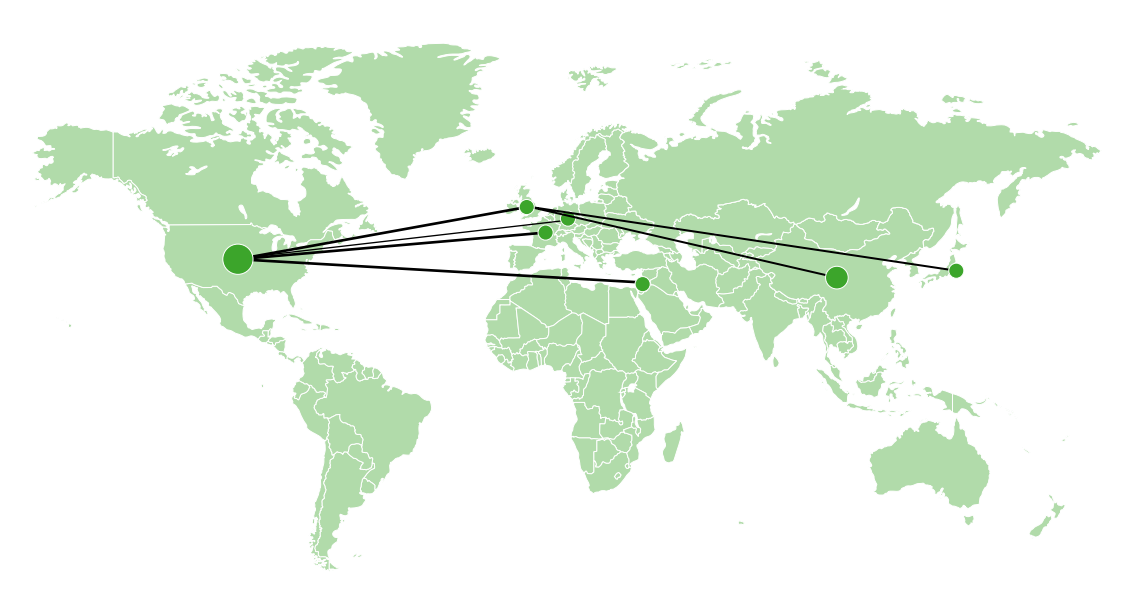
Para continuar con el análisis patentométrico, preparamos una tabla en la cual especificamos tres indicadores: el índice H de los países solicitantes (en el cual se destacan Estados Unidos, Japón, Francia y Alemania), que es determinante para medir tanto la inversión en I+D como la calidad de los inventos; de igual manera, las principales oficinas en las cuales se ha solicitado protección y los años con mayor actividad inventiva, dos criterios clave al determinar los mercados potenciales para las invenciones relacionadas con inteligencia artificial para el control del tráfico aéreo.[3]

7. Esto indica que al menos unas 19 invenciones estadounidenses tienen 19 o más citas recibidas.

Tabla 6.
Países líderes en el desarrollo de la tecnología, mercados potenciales y años con mayor actividad de patentamiento

País de origen de la invención [n.º de invenciones]	**Índice H**	**Alcance internacional** [n.º de oficinas donde se presentaron las solicitudes]	**Principales oficinas donde se presentaron las solicitudes** [n.º de invenciones]	**Años con mayor actividad inventiva** [n.º de invenciones]
Estados Unidos (53)	19	18	Estados Unidos (52) EPO (21) OMPI (15) China (11) Canadá (11)	2015 (14) 2016 (8) 2014 (8) 2012 (7) 2007 (7)
China (35)	4	4	China (35) Estados Unidos (1) EPO (1) OMPI (1)	2016 (10) 2013 (6) 2015 (4) 2014 (4) 2011 (3)
Japón (15)	7	12	Japón (13) Estados Unidos (10) Alemania (6) China (3) EPO (3)	1996 (3) 2006 (3) 2011 (3) 2005 (2) 1991 (2) 1979 (2)
Francia (9)	4	8	Francia (8) Estados Unidos (7) EPO (3) OMPI (3) China (2) Australia (2)	2012 (2) 2010 (2) 2013 (1) 2006 (1) 2011 (1) 2009 (1)
Alemania (7)	5	6	Alemania (6) Estados Unidos (3) EPO (2) OMPI (2) Austria (1) Israel (1)	2005 (2) 1997 (1) 2014 (1) 1994 (1) 2006 (1) 2005 (1)

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017



Gráfica 15.
Mapa mundial de colaboración entre países

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

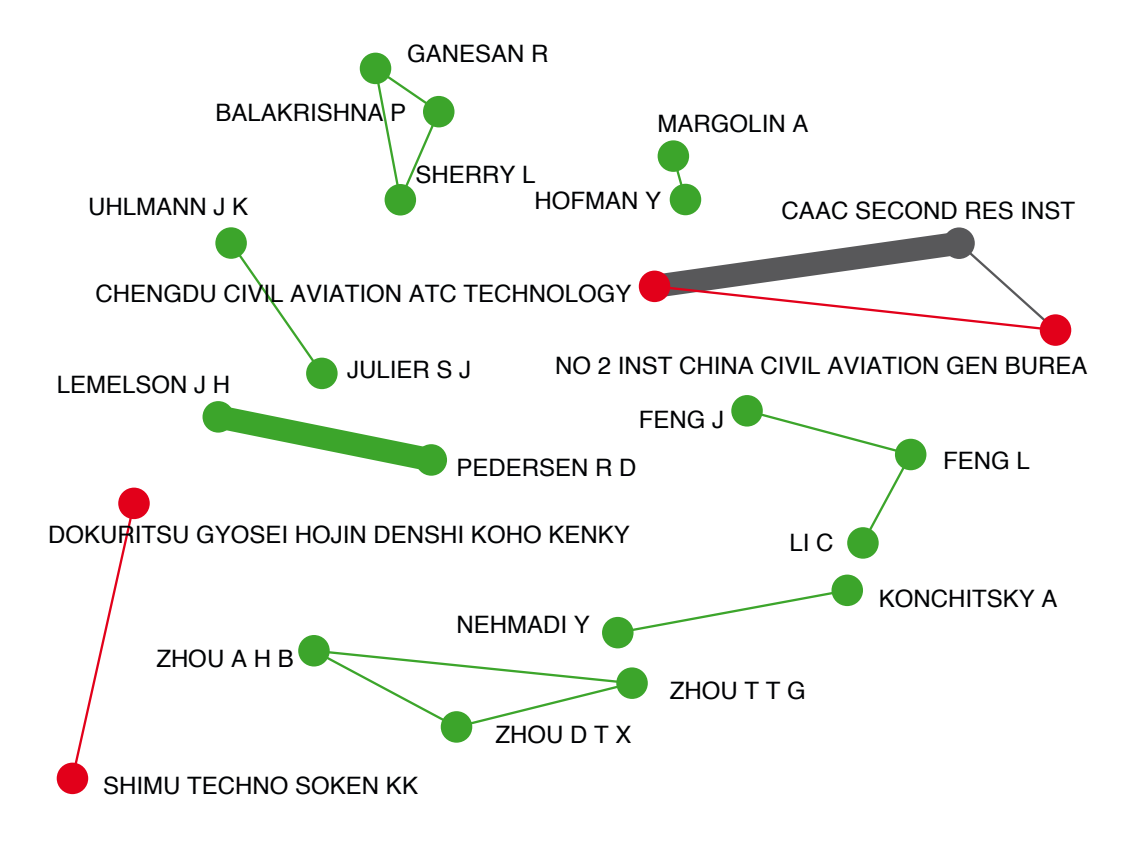
En cuanto a las redes de colaboración, que han sido identificadas como un factor competitivo fundamental,[8] observamos que ha habido poca actividad entre los países solicitantes: Estados Unidos, que es el líder en la materia, solo tiene una invención junto a Francia, Alemania y el Reino Unido; los demás países no superan las alianzas con más de tres naciones, de lo cual se infiere que por ahora esta una industria con bajos índices de colaboración.

Respecto a las redes de colaboración entre los solicitantes de tecnologías relacionadas con inteligencia artificial para tráfico aéreo, observamos los siguientes aspectos:

- No existe una red de colaboración que integre a más de cinco solicitantes.
- Las redes de solicitantes son principalmente de personas naturales (inventores).
- La red más destacada está conformada por empresas chinas (lideradas por Chengdu Civil Aviation).
- Las redes tienden a ser principalmente nacionales.

8. Cuéllar, S., Mejía, J., Shepard, D., y Benavides, D. (2017). *Business Networks in the Colombian Pharmaceutical Industry* (en preparación).

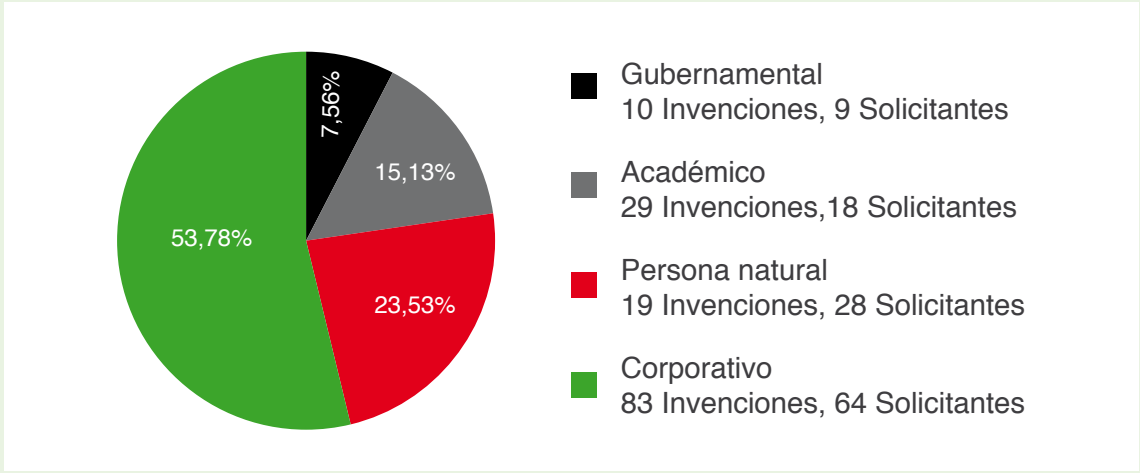
Gráfica 16.
Redes de colaboración entre los solicitantes



Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Solicitantes líderes

Encontramos 119 solicitantes, de los cuales 59 son corporaciones empresariales, 28 corresponden a personas naturales, siete figuran como instituciones gubernamentales y 18 son organizaciones académicas. En cuanto a las invenciones: 19 corresponden a personas naturales, 83 a corporaciones, 29 a organizaciones académicas y diez a instituciones gubernamentales.

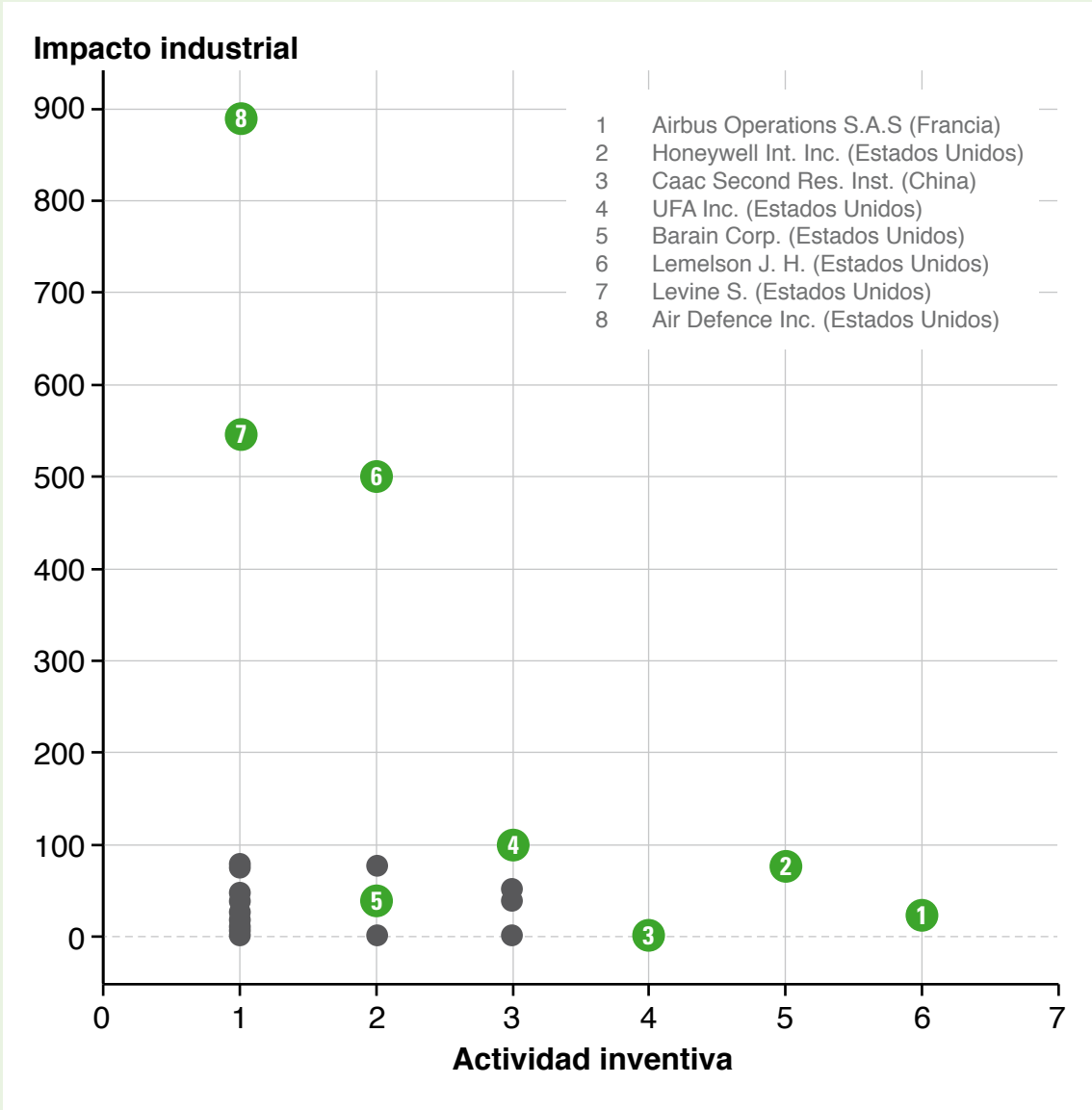


Gráfica 17.
Tipos de solicitantes de la tecnología

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Continuando con el análisis, en la Gráfica 18 dispusimos los solicitantes según su actividad inventiva e impacto industrial, indicadores que, respectivamente, informan sobre la inversión en I+D y la calidad. En la parte superior del eje Y de la gráfica aparecen los solicitantes con alto impacto industrial, reconocidos como tales por las citas recibidas; en la parte derecha del eje X de la gráfica se encuentran las empresas con mayor inversión en I+D. Airbus y Honeywell. fueron los solicitantes más notables por número de invenciones, mientras que Air Defense Inc. lo fue en materia de impacto industrial.

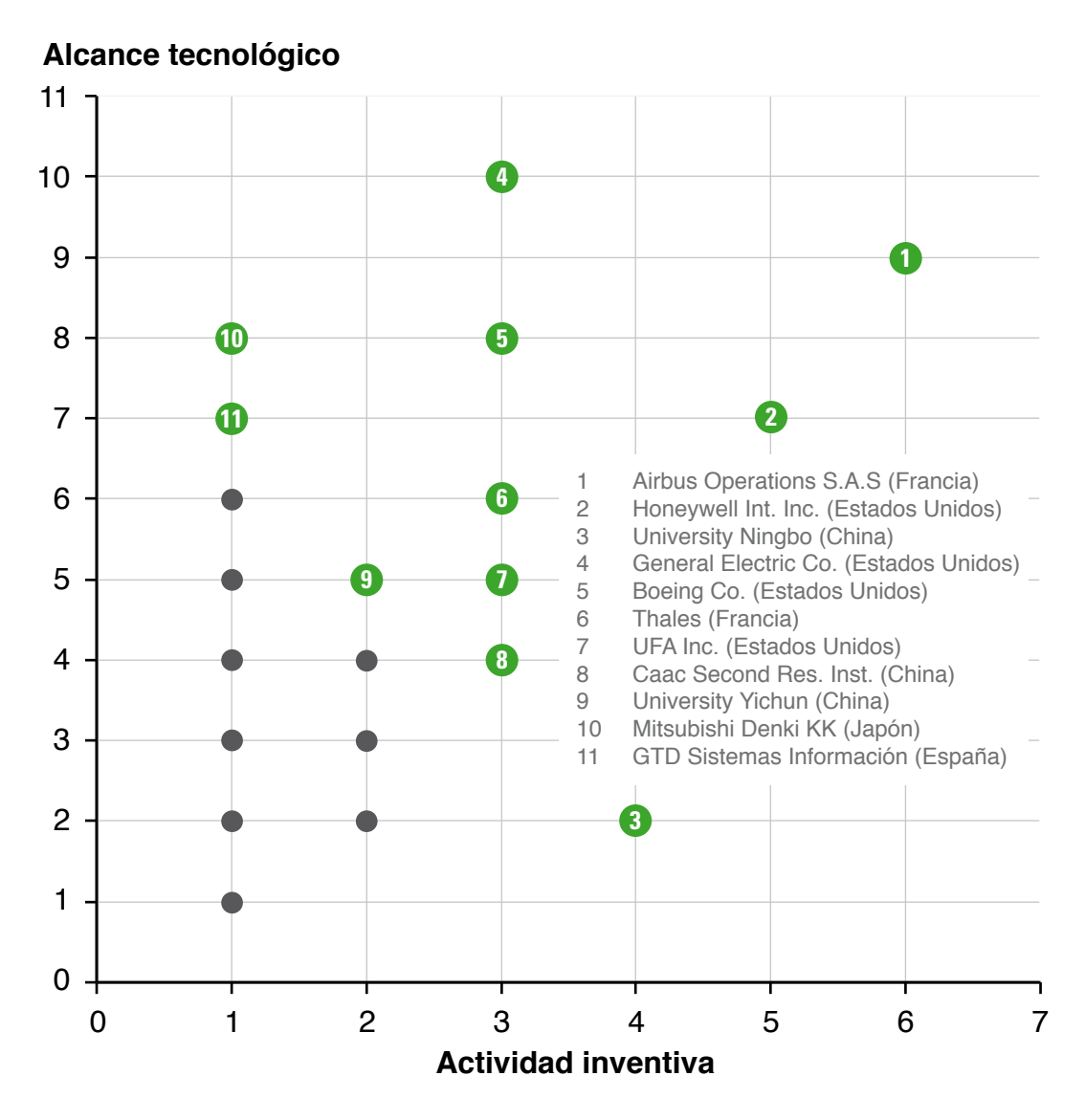
Gráfica 18.
Solicitantes líderes según la relación entre actividad inventiva e impacto industrial



En la gráfica, la actividad inventiva corresponde a la inversión en I+D y el impacto industrial a la calidad económica de las patentes. En el cuadrante superior derecho se encuentran las empresas más relevantes.

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

Con respecto a la variabilidad tecnológica, el indicador que permite establecer cuáles empresas lanzan productos que pueden aprovecharse en la mayor cantidad de industrias, encontramos las empresas también a Airbus y Honeywell, la empresa española GTD Sistemas de Información, que no se había destacado en los indicadores anteriores fue importante por su alcance tecnológico.



Gráfica 19.
Solicitantes líderes identificados según la relación entre actividad inventiva y variabilidad tecnológica

Fuente: Thomson Innovation, Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras, 2017

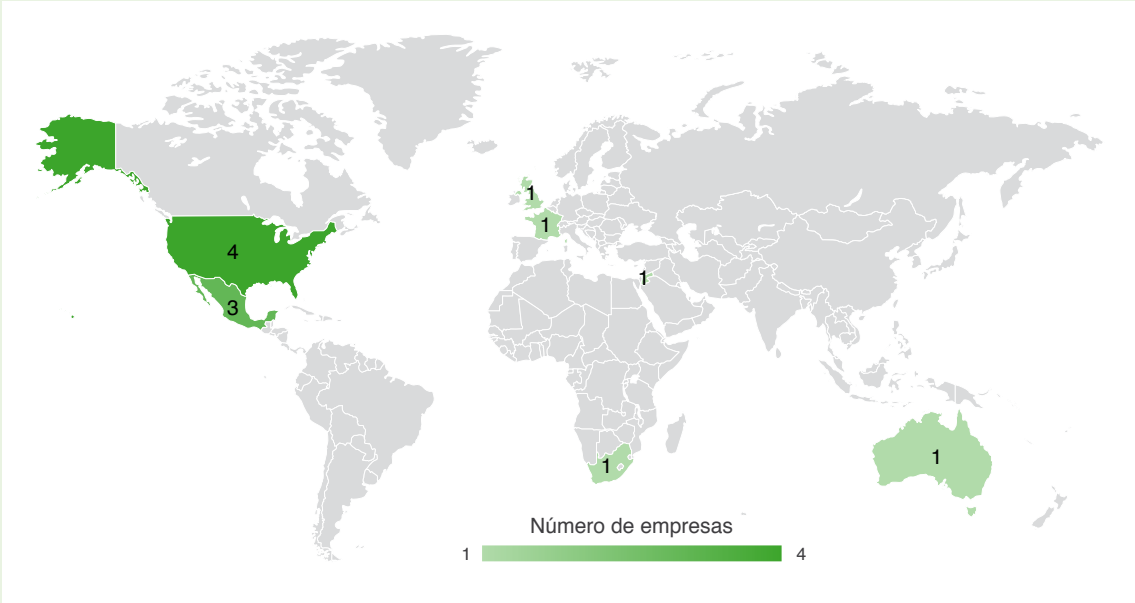
109.40 GUR
112.20 JSY
110.30 IDD 27
Lessay
Jersey
ATIS 129.72
110.90 IJJ 9
110.35 LN 11
110.75 DR 17
Granville
Lannion
345.0 LN
ATIS 124.57
110.35 LN 29
109.95 SB 24
27.8nm 304
353.0 SB
Fix02
Pleurtuit-St Malo
30.3nm 272
Armor
BOD
390.0 DR
109.95 SB 6
33.0nm 342
110.75 DR 35
332.0 GIF
Scaer
Pontivy
377.0 PNT
Loyat
St Jacques
ATIS 126.12
110.30 QR 28
359.0 LOR
109.10 BH 26
Meucon
Bains Sur Oust
109.10 BH 8
108.50 MT 26
Montoir
La Baule-Escoublac
ATIS 126.92
108.50 MT 8
398.0 MT
Nantes/Atlantique

Panorama competitivo

Análisis de contexto internacional comercial

Encontramos 13 empresas relacionadas con inteligencia artificial para el control de tráfico aéreo. Conviene aclarar que, por tratarse de una tecnología emergente, las empresas en cuestión aún no están consolidadas, en su mayoría son medianas y han sido creadas en los últimos siete años; el 31% de ellas fueron fundadas en Canadá y el 23% en Estados Unidos, lo que posiciona a estos dos países como los líderes en el campo. Por su parte, Reino Unido, Australia, Francia, Israel y Sudáfrica cuentan con una empresa fundada en su territorio, por lo cual cada uno de ellos representa representa un 7.6%.

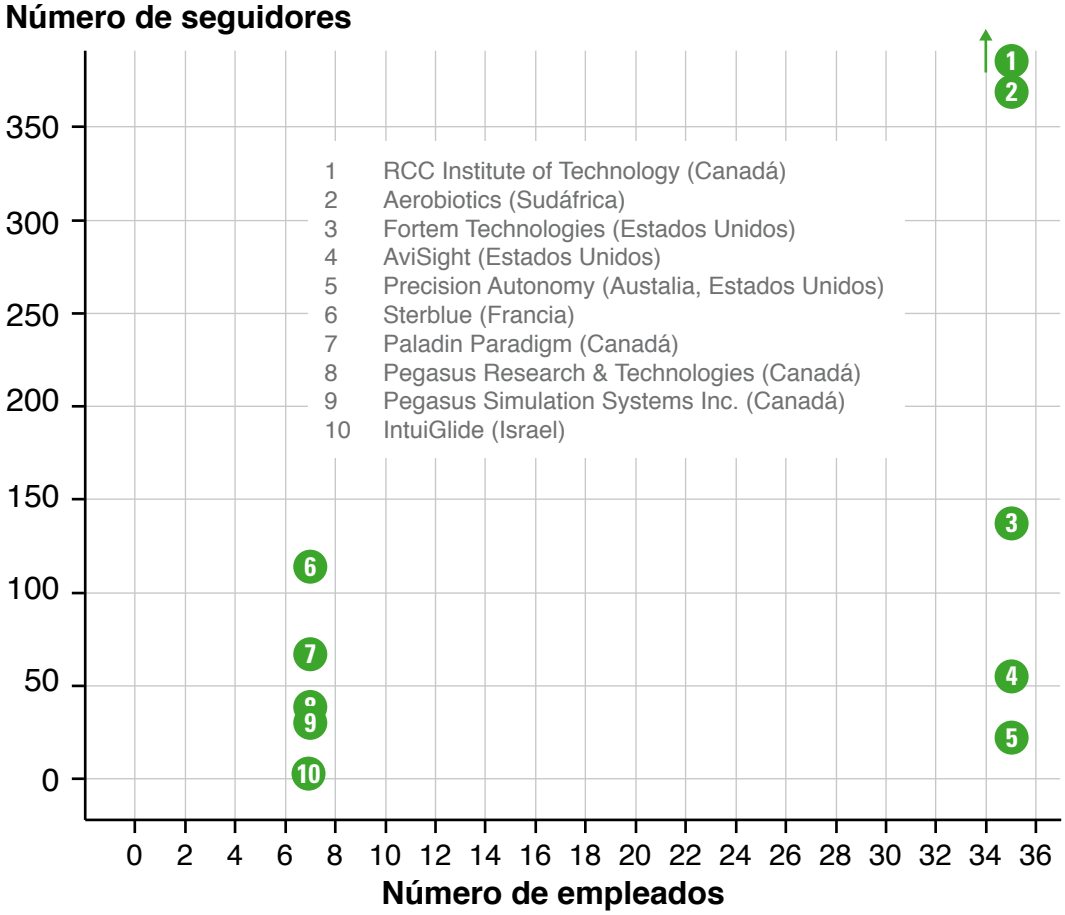
Gráfica 20.
Países de fundación de la industria



Fuente: Google, Bing

Notamos que el 54% de las empresas relacionadas con la tecnología cuentan con aproximadamente siete empleados, 38% con más o menos 40 trabajadores, y un 7% con unos 125 funcionarios.

Asimismo, nos fijamos en el número de seguidores con los que cuenta cada una de las empresas, ya que este indicador demuestra la popularidad de las mismas, facilita el acercamiento de clientes potenciales y da una idea del interés que puedan tener en los desarrollos de estas compañías. Los resultados al respecto indican lo siguiente: el RCC Institute of Technology de Canadá cuenta con 4776 seguidores, Aerobiotics con 369 y Fortem Technologies, de Estados Unidos, alcanza 137.



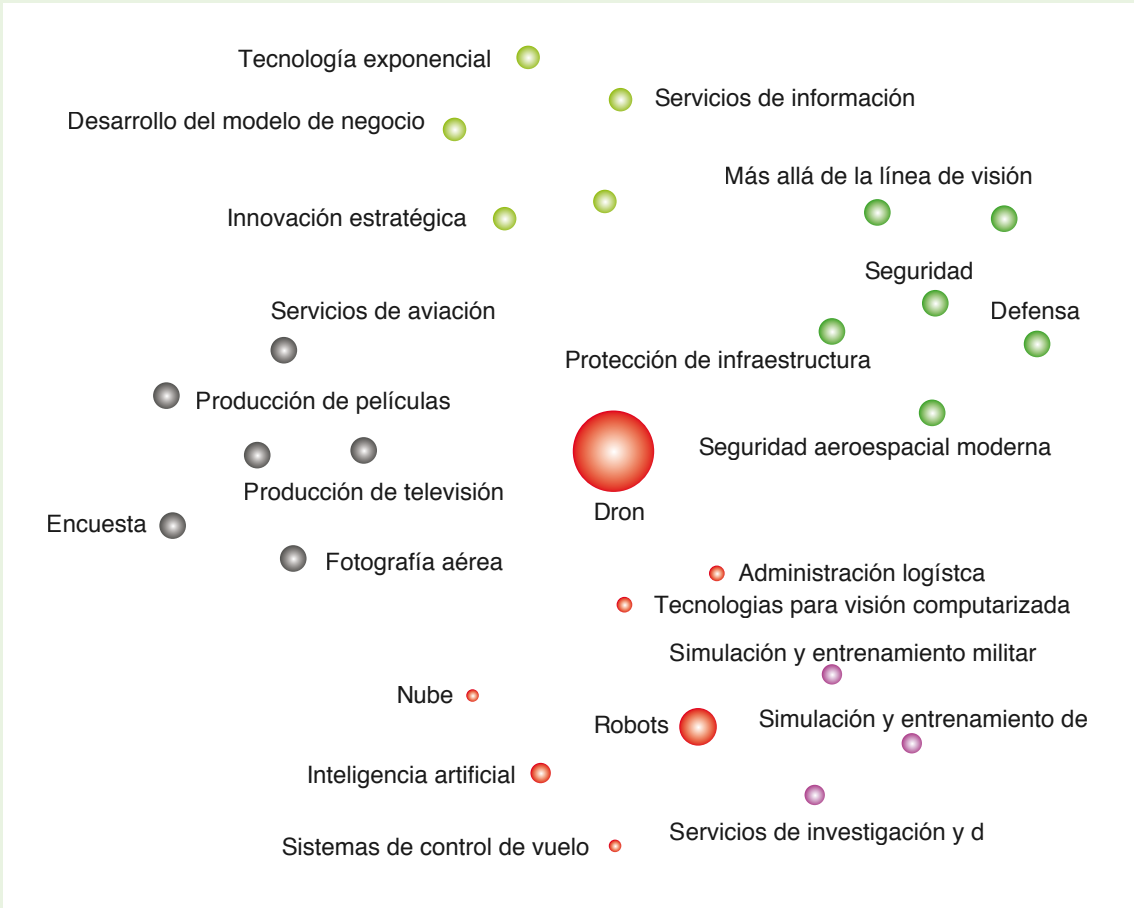
Gráfica 21.
Número de seguidores versus número de empleados

Fuente: Google, Bing

En cuanto a las empresas colombianas, el panorama ya fue presentado en la sección “Futuro en el ahora” de este mismo boletín, en el cual aseguramos que si bien en el país hay empresas que trabajan en inteligencia artificial, ninguna de ellas está relacionada con el campo del tráfico aéreo.

En cuando a los modelos de negocio de las empresas relacionadas con la inteligencia artificial para el control de tráfico aéreo, identificamos cuatro áreas en las cuales se enfocan los productos y servicios ofrecidos por estas: drones y robots, producción de medios visuales, seguridad, y servicios de información y comunicación (ver gráfica 22).

Gráfica 22.
Productos y servicios en la industria de la inteligencia artificial para control de tráfico aéreo



Fuente: Google, Bing

Anexos

Metodología

Realizamos el análisis de patentes sobre nuevas tecnologías relacionadas con inteligencia artificial y control del espacio aéreo a través de cuatro fases: coordinación, búsqueda, análisis de la información e interpretación de resultados. A lo largo de todo el proceso contamos con la colaboración de los expertos MY. Jimmy Florez y Capitán Gerson Jaimes.

- **Fase de coordinación:** este boletín fue dirigido a las nuevas tecnologías relacionadas con inteligencia artificial para el control de tráfico aéreo. El boletín fue elaborado por los vigías tecnológicos Paola Mojica, Claudia Medina y Sergio Cuéllar[7].

- **Fase de búsqueda:** la información de las patentes la obtuvimos con la ayuda del software Thomson Innovation,[8] que cuenta con los registros de más de 30 oficinas a nivel mundial, incluidas la europea, norteamericana, china, japonesa, británica, alemana, taiwanesa, francesa, suiza y latinoamericana, así como de las patentes solicitadas por el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT).[9]

---

7. Si desean consultar a los vigías sobre algún aspecto técnico del boletín los pueden ubicar en los siguientes correos:
sergisan2011@gmail.com, paola.mojica5@gmail.com

El perfil de linkedIN de los vigías es el siguiente:
https://www.linkedin.com/in/sergio-cuellar-28763129/
https://www.linkedin.com/in/paola-mojica-90017126/

8. En algunos casos, para poder analizar los documentos originales, consultamos las bases de datos Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras.

9. El Tratado de Cooperación de Patentes (PCT), administrado por la OMPI, estipula que se presente una única solicitud internacional de patente con el mismo efecto que las solicitudes nacionales presentadas en los países designados. Un solicitante que desee protección puede presentar una única solicitud y pedir protección en tantos países asociados como sea necesario.

Para llevar a cabo la búsqueda, que abarca el periodo comprendido entre los años 1922 y 2016, definimos así la ecuación que incluye las siguientes palabras clave:

(ALLD=(Artificial ADJ3 intelligence or intelligent ADJ3 agent or expert ADJ3 system* or AI or knowledge ADJ3 engineering or intelligent ADJ3 retrieval or machine ADJ3 learning OR “Network Vector Machine” or Neural ADJ3 network*) OR AIC=(G06N0099005 OR G06N000302 OR G06F001518)) AND (AIC=(G08G0005*) OR ALLD=(airspace or air ADJ3 space or air ADJ3 traffic OR (aircraft AND traffic)) OR ((ALLD=(Artificial ADJ3 intelligence or expert ADJ3 system* or AI or knowledge ADJ3 engineering or intelligent ADJ3 retrieval or machine ADJ3 learning OR “Network Vector Machine” or Neural ADJ3 network*) OR AIC=(G06N0099005 OR G06N000302 OR G06F001518)) AND ALLD=(“data fusion” OR “Digital image processing” OR “satellital imaging” or “multisensor data fusion” or radar or “support decision system” or navigation ADJ3 system or “multisensor environment” or Datamining)) AND (AIC=(G08G0005*) OR ALLD=(airspace or air ADJ3 space or air ADJ3 traffic))

En cuanto a la recolección de información en torno a patentes a nivel nacional recurrimos a la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio; sin embargo, no se encontraron solicitudes de patentes. La búsqueda comercial la hicimos con las mismas palabras clave, utilizando la base de datos Bing.

- **Fase de análisis e interpretación:** para analizar la información usamos el software The Vantage Point de la compañía Search Technology, así como métodos bibliométricos, indicadores de análisis de patentes, redes sociales y el apoyo del experto. A continuación, en la tabla, describimos los indicadores de patente usados en el análisis del presente boletín.[10]

10. Tomados de: Porter, A. L., Cunningham, S. W., Banks, J., Roper, A. T., Mason, T. W. y Rossini, F. A. (2011). *Forecasting and Management of Technology*. Hoboken: Wiley.

Tabla 7.
Descripción de los indicadores empleados en el análisis de patentes

Indicador	Descripción
Actividad inventiva	Cantidad de invenciones que han solicitado protección de una patente. Este indicador se puede medir por país, solicitante o inventor y se determina teniendo en cuenta la primera solicitud presentada en cualquier lugar del mundo a partir de la fecha de presentación (fecha de prioridad).
Solicitudes de patente presentadas o actividad de presentación	Número total de solicitudes de patente presentadas en un país determinado o en una oficina de patentes, es decir, la cantidad de solicitudes de patente donde se presenta o se solicita la protección. Este indicador permite conocer los principales mercados para una tecnología y realizar el análisis de países destino.
Actividad de patentamiento	Suma de las publicaciones de las solicitudes de patente presentadas en diferentes países para proteger las invenciones oriundas de un mismo país.
Impacto industrial	Cantidad de solicitudes de patente que citan un documento de patente X.
Variabilidad tecnológica	Número de clasificaciones de patente usadas en un documento de patente X.
Alcance internacional	Suma de oficinas donde se presenta un documento de patente.
Indice H	Relaciona la actividad inventiva con el impacto industrial, identificando el número de invenciones X que tienen al menos el mismo número de citas recibidas o mas
Novedad	Distancia de la patente X a sus antecedentes más cercanos
Altura inventiva	Número de reivindicaciones de las patentes y número de palabras clave que resuelven el problemas técnico

Indicador	Descripción
Aplicación Industrial	Número de áreas tecnológicas en donde es aplicable la tecnología X
Empleados	Número de empleados que tiene una compañía X
Seguidores	Número de seguidores que tiene una empresa X en redes sociales (Bing)

Biografía de los expertos

Mayor Jimmy Anderson Flórez Zuluaga

Ingeniero Electrónico de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Sistemas de Telecomunicaciones de la Universidad del Norte; Magister en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y estudiante de doctorado de la Universidad Pontificia Bolivariana. Como Oficial de la Fuerza Aérea, se ha desempeñado como operador de radar en la institución, además de Director de proyectos, lo que le ha permitido desarrollar habilidades de liderazgo y gestión en tecnologías. Se ha desempeñado como investigador líder de varios proyectos de la FAC en el área de Telemática Radar y Sistemas de Control Aéreo, donde ha liderado la implementación de sistemas inteligentes para la solución de problemas en la detección y seguimiento de blancos, entre otros. Actualmente es el Subdirector de I+D+i del Centro de desarrollo tecnológico aeroespacial para la defensa con sede en Rionegro Antioquia, que presta sus servicios al Comando Aéreo de combate N 5.

Capitán Gerson Ricardo Jaimes Parada

Licenciado en Matemáticas y Computación de la Universidad Francisco De Paula Santander, Especialista en Estadística Aplicada de la Universidad Francisco De Paula Santander, Magister en Tecnologías de Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, Magister en Innovación de la Universidad Escuela De Administración de Negocios EAN. Cuenta con más de 13 años de servicio como oficial de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) desempeñándose en el campo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, es investigador del Grupo de Investigación CIPAER de la Escuela de Posgrados de la FAC actualmente clasificado en Categoría B por el departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación Nacional COLCIENCIAS. Ha escrito diferentes publicaciones en la que se destacan el libro Gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación Resultados de I+D+i en la Fuerza Aérea Colombiana con ISBN No 978-958-99118-4-6, también el capítulo de libro titulado La Innovación Como Eje de Transformación y De Construcción Social y Económica en el libro Victorias Desde el Aire “La Fuerza Aérea Colombiana y el Término del Conflicto Armado con ISBN No. 978-958-749-762-5, ha desarrollado y asesorado diferentes proyectos de I+D+i aplicados al campo aeronáutico, actualmente se desempeña como Subdirector de Investigación Aplicada en la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, en la Jefatura de Educación Aeronáutica de la FAC.

Base de datos internacional

Para acceder a la información de todas las invenciones internacionales por favor consultar el siguiente enlace:

https://1drv.ms/x/s!Ar8SBmCzFgQWgzpHP-375M8xQE26

Glosario

Actividad inventiva: Cantidad de invenciones que han solicitado protección de una patente. Este indicador se puede medir por país, solicitante o inventor y se determina teniendo en cuenta la primera solicitud presentada en cualquier lugar del mundo a partir de la fecha de presentación (fecha de prioridad).

Actividad de presentación: Número total de solicitudes de patente presentadas en un país determinado o en una oficina de patentes, es decir el número de solicitudes de patente donde se presenta o se solicita la protección. Este indicador permite conocer los principales mercados para una tecnología y así realizar el análisis de países destino.

Actividad de patentamiento: Suma de las publicaciones de las solicitudes de patente presentadas en diferentes países para proteger las invenciones oriundas de un mismo país.

Alcance internacional: Número de oficinas donde se solicita la patente.

Ciclo de vida o evolución tecnológica: Secuencia anual de la actividad inventiva o la actividad de patentamiento de una tecnología. Proporciona información relativa a la inversión potencial realizada por las compañías del presente estudio (tanto en el año de solicitud como en los inmediatamente posteriores).

CIP: Sigla de Clasificación Internacional de Patentes, sistema jerárquico que divide los sectores tecnológicos en varias secciones, clases, subclases y grupos.

Citas: Referencias al estado anterior de la técnica contenidas en los documentos de patente, que pueden ser a otras patentes, a publicaciones técnicas, libros, manuales y demás fuentes.

Concesión: Derechos exclusivos de propiedad industrial que una oficina otorga a un solicitante. Por ejemplo, las patentes se conceden a los solicitantes para que hagan uso y exploten su invención durante un plazo limitado de tiempo. El titular de los derechos puede impedir el uso no autorizado de la invención.

Dominio público: Son aquellas invenciones en que la protección que otorga la patente ha finalizado por causas establecidas por la ley. Es decir, ha terminado el tiempo de protección, no ha sido solicitada en el territorio nacional aún estando vigente en otros países o fue abandonada.

Estado de la técnica: Es todo aquello 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. El estado de la técnica sirve para evaluar la patentabilidad de una invención.

Familia de patente: Conjunto de solicitudes de patente relacionadas entre sí que se presentan en uno o más países para proteger la misma invención.

Fecha de presentación de la solicitud: Es el día en que se presenta la solicitud de patente en una oficina determinada.

Fecha de prioridad: Primera fecha en la que se presenta la solicitud de una patente, en cualquier lugar del mundo (por lo general, en la oficina de patentes del país del solicitante), para proteger una invención. Es la más antigua y, por lo tanto, puede considerarse la más cercana a la fecha de la invención.

Fecha de publicación: Fecha en la que la oficina de propiedad industrial publica la solicitud de patente. Indica el momento en el que la información relativa a la invención se divulga públicamente. Por lo general, el público tiene acceso a la información relativa a la solicitud de patente 18 meses después de su fecha de prioridad.

Impacto industrial: Cantidad de solicitudes de patente que citan un documento de patente X.

Información tecnológica: Información que describe invenciones relacionadas con procesos y/o productos. Las fuentes de información son diversas (publicaciones, artículos, documentos especializados, tesis académicas, etc .); una fuente primordial son los documentos de patente, que, por su estructura normalizada, describen las invenciones en su totalidad incluyendo el estado de la técnica.

Invención: Es un nuevo producto (aparato, máquina, material, sustancia), procedimiento o forma de hacer algo que resuelve alguna necesidad o problema técnico.

Inventor: Autor de una invención que, por lo tanto, tiene derecho a ser reconocido como tal en la patente.

País de origen: País en que reside el solicitante o el inventor de la solicitud de patente. En caso de que sea una solicitud conjunta, corresponde al país en que reside el inventor o solicitante mencionado en primer lugar. El país de origen sirve para determinar el origen de la invención o de la solicitud de patente.

País u oficina destino: País(es) donde se busca proteger una invención.

País de prioridad: País en el que se presentó la solicitud de patente por primera vez en todo el mundo, antes de solicitarla en otros países.

Patente: Derecho exclusivo concedido por ley a los solicitantes o inventores sobre sus invenciones durante un periodo limitado (generalmente de 20 años). El titular de la patente tiene el derecho a impedir la explotación comercial de su invención por parte de terceros durante dicho periodo. Como contrapartida, el solicitante está obligado a dar a conocer su invención al público, de modo que otras personas expertas en la materia puedan reconocer y reproducir la invención. El sistema de patentes tiene como objetivo equilibrar los intereses de los solicitantes (derechos exclusivos) y los intereses de la sociedad (divulgación de la invención).

Solicitante: Persona o empresa que presenta una solicitud de patente o marca. Cabe la posibilidad de que en una solicitud figure más de un

solicitante. El nombre del solicitante permite determinar el titular de la patente o la marca.

Solicitud de patente: Procedimiento mediante el cual se solicita protección por patente en una oficina de propiedad industrial (PI). Para obtener los derechos derivados de una patente, el solicitante debe presentar una solicitud de patente y suministrar todos los documentos necesarios, así como abonar las tasas. La oficina de PI examina la solicitud y decide si concede o no la patente.

Solicitud prioritaria: Primera solicitud presentada en otro país para el mismo objeto.

Solicitud de patente publicada: En la mayoría de países se publica la solicitud de patente transcurridos dieciocho meses contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud o cuando fuese el caso desde la fecha de prioridad que se hubiese invocado. La publicación tiene por objeto permitir a las personas enterarse qué se está intentando proteger a través de la solicitud de patente.

Tecnología de uso libre: Producto o procedimiento que no tiene derecho de propiedad industrial vigente y puede ser utilizado por cualquiera sin cometer ningún tipo de infracción.

Titular de la patente: Persona natural o jurídica a la que pertenece el derecho exclusivo representado por la patente.

Transferencia de tecnología: Acto por medio del cual se produce una transmisión de conocimientos. Dicha transferencia se puede realizar a partir de publicaciones, bases de datos, compra de tecnología, asistencia técnica, documentos de patente, licencias de patente, cesiones entre otras.

Variabilidad tecnológica: Número de clasificaciones de patente usadas en un documento de patente X.

Este boletín fue publicado por la Superintendencia de Industria y Comercio, en el mes de noviembre de 2017, Bogotá, Colombia.

Cualquier inquietud o información tecnológica adicional, por favor consultar al Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI) al teléfono (57) 1 5870000 ext. 30022 o al correo electrónico cigepi@sic.gov.co

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Cra. 13 N0. 27 - 00, pisos 3, 4, 5 y 10,
Bogotá, Colombia
Conmutador (57 1) 587 0000
Fax (57 1) 587 0284
Call Center (57 1) 592 0400