

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Revisión estado del arte: SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y ANTENAS IMPLEMENTADAS EN UAVs

Francisco Javier Grisales Franco

Telecomunicaciones

Asesor: German David Goetz Sanchez

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

19 de mayo de 2016

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

En síntesis, en este documento se analizarán varios artículos relacionados con la comunicación de UAVs. Así mismo para el control y monitoreo de los UAVs por medio de aplicaciones. También analizaremos algunos diseños de antenas y arreglos para implementar en los UAV. Se usará estado del arte para dicho análisis basándonos en lo que están haciendo y como lo están haciendo, enfocándonos en los resultados y concluyendo que puede ser más útil y que usos se les puede dar en un futuro.

Palabras clave: UAVs, antenas microstrip, la nube, dieléctrico, comunicaciones, cobertura, monitoreo, control.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Gracias a German David Goetz por su asesoría en este tiempo, al simulador HFSS que sirvió para replicar algunos resultados y compararlos, a los laboratoristas que facilitaron el acceso a equipo pertinente.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

- UAV* Unmanned aerial vehicle (UAVs) plural
- P2P* Peer to Peer
- S11* parámetro de señales, difracción de la señal medida en la entrada de un sistema (en el caso de este análisis en el puerto de la antena)
- IEEE* Institute of Electrical and Electronics Engineers
- APA* American psychological association

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO TEÓRICO	7
3. METODOLOGÍA	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	19
REFERENCIAS	20

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

EL objetivo de este trabajo es analizar los sistemas de comunicación, así como las antenas y aplicaciones más usados para el control y monitoreo de los UAVs. Este tema se abordó dado a la importancia que hoy día tienen estos dispositivos y del creciente aumento de uso de la nube y el auge que tienen las antenas patch. Se busca obtener un buen apoderamiento de estos temas ya que son relevantes y lo van a ser mas en el futuro por medio del método de investigación de estado del arte.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

El termino UAV viene de sus siglas en inglés (Unmanned aerial vehicle, que traduce Vehículo aéreo no tripulado). También se les conoce como drones. Es un avión sin piloto a bordo. UAV pueden ser aviones de control remoto (por ejemplo, conducido por un piloto en una estación de control en tierra) o puede volar de forma autónoma sobre la base de los planes de vuelo preprogramados o sistemas de automatización dinámica más compleja. Los vehículos aéreos no tripulados se utilizan actualmente para un número de misiones, incluidas las funciones de reconocimiento y ataque. A los efectos de este artículo, y para distinguir los UAV de misiles, un UAV se define como capaz de controlar, el nivel de vuelo sostenido y alimentado por un avión o un motor alternativo (“The UAVs,” 2012).



Figura1. UAV tipo avión (“UAVs Plane,” 2012) .



Figura2. UAV tipo helicóptero (“UAVs Helicopter,” 2012) .

También analizaremos varias antenas microstrip o tipo parche estas antenas pueden ser como una moneda hasta el tamaño que se le requiera del orden de unos 10*10 mm, se basan en un parche rectangular generalmente hecho por un material conductor que va sobre un dieléctrico y este dieléctrico va sobre un plano tierra que generalmente es del mismo material del patch (estos no tienen contacto). En algunos casos se usan dos dieléctricos, para diseñarla, uno sobre el otro (“an overview of microstrip antennas,” 2010).

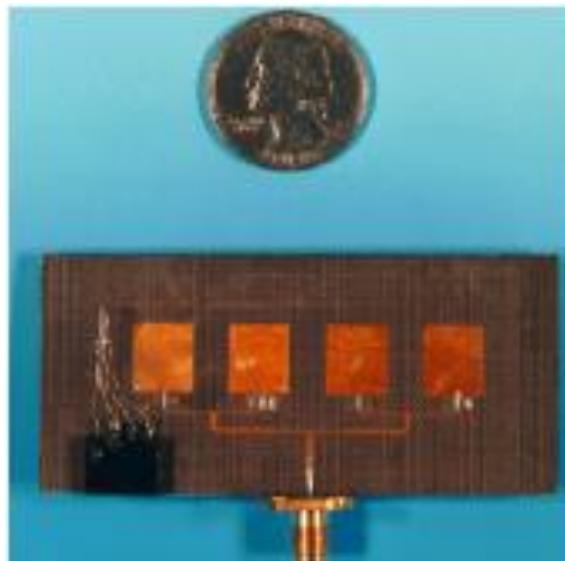


Fig3. Comparación de una microstrip con un amoneda (“an overview of microstrip antennas,” 2010).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

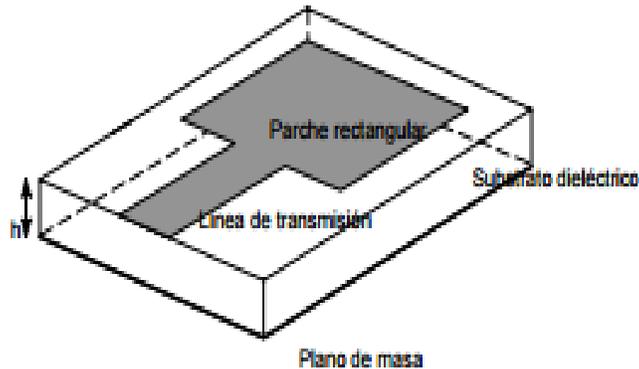


Fig4. Partes básicas de una antena microstrip (Plano de masa se refiere a la tierra)
 (“an overview of microstrip antennas,” 2010).

Al mismo tiempo viene un término que debemos tener claro “La nube”. Técnicamente la nube, que viene del inglés Cloud computing, es el nombre que se le dio al procesamiento y almacenamiento masivo de datos en servidores que alojen la información del usuario. En criollo esto significa que hay servicios, algunos gratuitos y otros pagos, que guardarán tanto tus archivos como información en Internet.

La idea detrás de todo esto nace en el acceso instantáneo y en todo momento a tus datos estés donde estés y a través tanto de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas, etc.), como de computadoras de escritorio o notebooks.

Lo mejor de todo es que la nube no fue creada para personas expertas en tecnología, sino para el usuario final que quiere solucionar las cosas de manera rápida y simple. Por ese motivo la mayoría de los servicios que hacen uso de esta tecnología son de lo más fáciles de usar. Ejemplos de la nube: Tu correo electrónico, Dropbox, Flickr, GrooveShark (“The cloud,” 2011).



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fig5. Computación en la nube (todo en internet)
("Pic cloud," 2012).

3. METODOLOGÍA

Con la modalidad de investigación utilizada se tomaron varios artículos a los cuales se les hizo una síntesis, basándose principalmente en que hicieron como lo hicieron y resultados, se buscaron varios artículos referentes y se filtraron los más interesantes o relevantes o con más aplicaciones

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

para futuro. Se corrobora su validez con Mendeley que es un programa para administrar tus referencias.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IMPLEMENTACIÓN DE UAV POR ENLACE SATELITAL

La implementación del control de UAVs a través de enlace satelital es uno de los sistemas más complejos debido a que este control está basado en muchos sistemas y/o herramientas, aplicaciones y servicios.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para citar un ejemplo se tendría que tener en cuenta la ruta de los satélites para conocer que cobertura tiene en el momento dicho satélite y que zona está disponible en el globo con ese satélite o si debe cambiarse de satélite, asegurando mantener un enlace siempre y suponiendo que el UAV recorrería todo el globo terráqueo.

Seguido a esto implementar el sistema de posicionamiento para saber a qué elevación y posición teniendo en cuenta que hay varios sistemas que hacen esto como:

- Global Positioning System (GPS): Desarrollado por Estados Unidos.
- Galileo: Desarrollado por la Unión Europea.
- Global Navigation Satellite System (GLONASS): Desarrollado por Rusia.
- BeiDou Navigation Test System (BNTS): Desarrollado por China.

Siendo el más utilizado GPS.

También se debe tener en cuenta el tiempo atmosférico, ya que este influye enormemente en los sistemas, este generalmente lo monitorea cada país.

Ya lo restante sería el tipo de UAV se utilizaría y el arreglo o tipo de antena que se usaría para el enlace satelital y como se implementaría el control interno del UAV que es un tema aparte.

Para concluir ha de tenerse en cuenta que cada sistema tiene su margen de error y que al utilizar varios sistemas este crece (**Francisco Sebastián Cuesta Soto René Játiva , Ph . D .(c) , Director de Tesis, n.d.**).

De forma comercial o para entretenimiento los UAVs tiene su control remoto o aplicación para ser implementada en Smartphone, por medio de las redes que estos pueden usar como WiFi, 3g entre otras.

La implementación de otros sistemas como zigbee, bluetooth; en las cuales varían el protocolo de comunicación.

ZigBee es un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación, se utiliza para la radiodifusión digital de datos buscando ahorrar lo máximo posible en energía. Una tecnología basada en el estándar de la IEEE, el IEEE 802.15.4. Este usa un código 50% más amplio que la tecnología bluetooth es decir se requieren de **128kB** de almacenamiento para almacenar el código fuente.

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales

En bluetooth cada paquete comienza con 72 bits de código de acceso derivados de la identidad del maestro y que es única para el canal.

PLATAFORMA DE VUELO POR RED INALÁMBRICA UAV BASADA EN UN SISTEMA DE ARQUITECTURA FLEXIBLE Y DISTRIBUIDA

Este artículo habla y describe la variedad de niveles concernientes al desarrollo de un UAV llamada aeronave inteligente con visión artificial AIVA, se recalca el uso de estos en misiones de supervivencia, una parte innovadora de este es que su red inalámbrica está basada en tecnología bluetooth.

Se diseñó un avión con una buena capacidad de procesamiento, cuyo control se basa totalmente en bluetooth con un control maestro (Master Module) que controla otros 6 dispositivos (Sensing & Actuation Module) bluetooth cada uno de ellos ubicado en diferentes partes del avión; con servidores en tierra para su constante control y monitoreo *(Coelho et al., 2006)* .

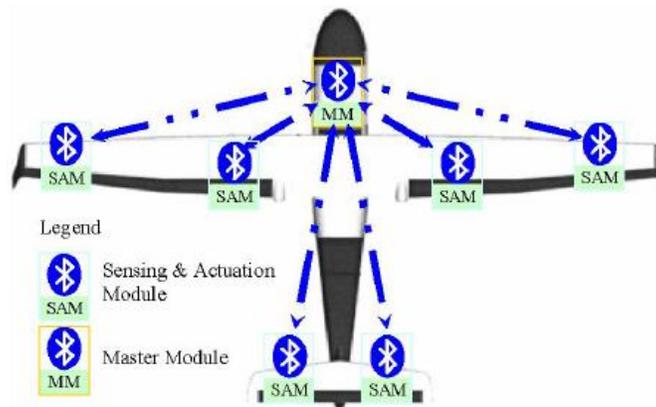


Fig6. Sistema de comunicación Bluetooth instalado en un UAVs

En la figura se ve la distribución de los dispositivos bluetooth que darían control total sobre el UAV para su maniobrabilidad estable.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ANTENA GPS/WIFI DOBLE BANDA DE SLOT EN ARCO PARA APLICACIÓN UAV

Esta antena es propuesta para una frecuencia de 1.575 GHz para aplicaciones GPS y Wi-Fi, la antena será puesta en un UAV para la comunicación con una estación base y recepción GPS, un disco de alimentación circular esta entre dos capas de sustrato la inferior de espuma y la superior de Rogers, la alimentación capacitiva es usada para mejorar el ancho de banda de la antena, y este es de 2390 a 2515 MHz dándole un soporte completo a la banda de 2.4GHz. La antena ha sido simulada y fabricada (**Chen & Wang, 2013**).

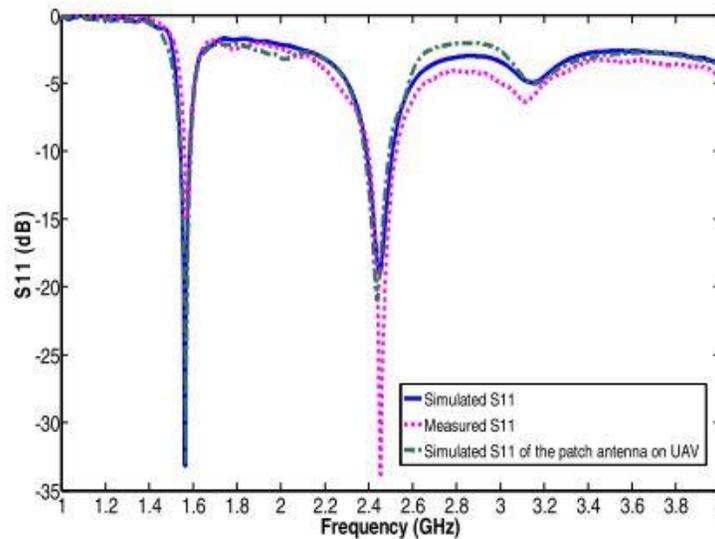


Fig7. Parametro S11 antena dual band

Resultado S11 de dicha simulación, se puede observar que en 1.58 Ghz tiene una resonancia, así como en 2.42 Ghz con muy poco ancho de banda lo que indica que en la meta de mejorar el ancho de banda no les fue muy bien.

ALGORITMO DE BÚSQUEDA DE CAMINO CON COMUNICACIÓN 3G

Los UAVs han sido ampliamente usados para varias aplicaciones como la guerra, transmisión de imagen militar, los UAVs generalmente usan satélites, GPS, 3G. En el artículo implementaron un buen conocido algoritmo para prevenir la muerte de la señal durante el vuelo. Los resultados de la simulación muestran que se mejoró 2.44 veces la calidad de comunicación (**Tseng, Liang, Lee, Chou, & Chao, 2014**).

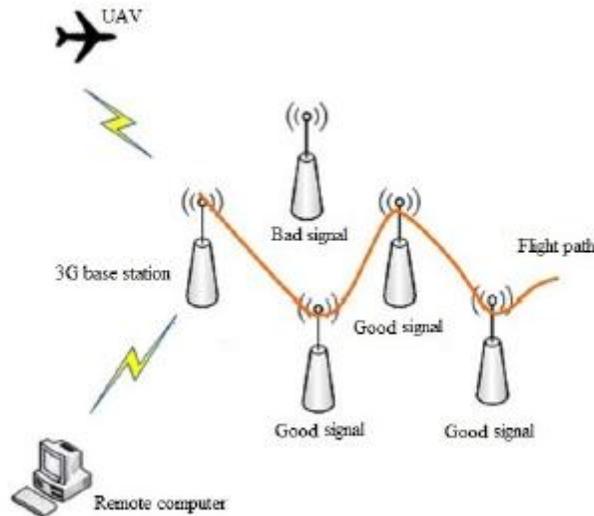


Fig8. Algoritmo trazando camino mas corto

En la figura se muestra el camino que va tomar el UAV donde en este se posicionan varias estaciones bases que cubre el recorrido que se va a hacer para que la señal no muera y el UAV quede fuera de control y o monitoreo.

el algoritmo mejora la comunicación por que al descartar las malas comunicaciones garantiza las de mayor calidad y conectividad.

ANTENA UAV SLOT PATCH EN ARCO DE TRIPLE BANDA PARA APLICACIONES GPS/WI-FI

En este artículo se usa un patch en forma de arco propuesta para una frecuencia de 1.575 Ghz y una de 2.4/5.2 Ghz para aplicaciones GPS y Wifi respectivamente, se busca mejorar el ancho de banda de la antena, se usa geometría doble capa la alimentación entre las dos capas, como se puede ver la antena tiene resonancia con varias frecuencias (*Chen, Tong, & Wang, 2013*) .

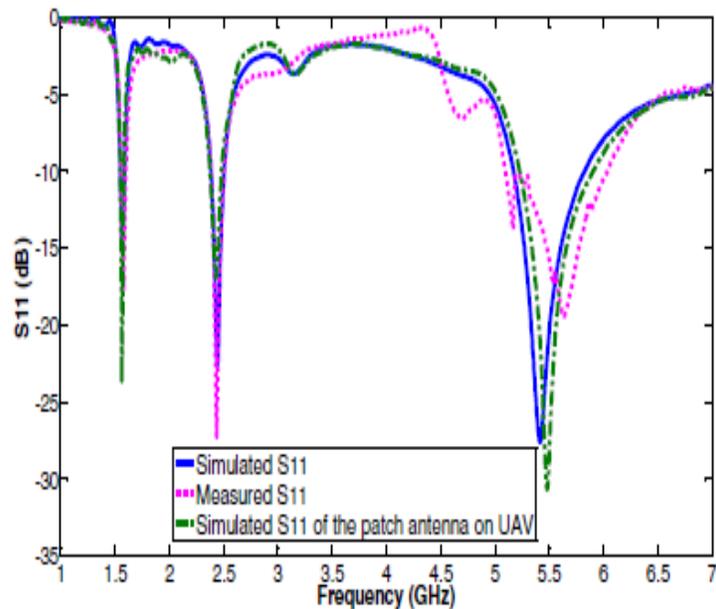


Fig9. Parámetro S11 antena triple banda

Como podemos ver su S11 muestra 3 frecuencias de resonancia las dos primeras muy cercanas a lo que querían y la tercera un poco alta

El disco de alimentación y el patch en forma de arco garantiza la operación de la antena en tres frecuencias.

ARREGLO DE ANTENAS PARA UN UAV

En este artículo se presentan dos soluciones de antena para UAV, en el UAV hay un espacio disponible para una antena de forma cilíndrica. Las antenas operaran a 2.45Ghz la banda de frecuencia del Wi-Fi, El diseño de las antenas está compuesto por un arreglo de antenas de cuatro elementos de forma cilíndrica. Una antena de patch rectangular ha sido seleccionada como base de radiación de cada arreglo, los resultados muestran respuesta muestra concordancia con el nivel de frecuencia de operación y con los patrones de radiación que tienen un comportamiento omnidireccional para ambas antenas **(Navarro-méndez, Moy-li, Carrera-suárez, Ferrando-bataller, & Baquero-escudero, n.d.)**.

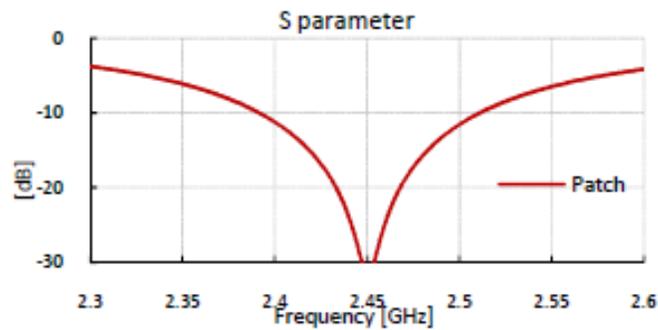


Fig10. Parámetro S11 arreglo de antenas

Podemos observar que la frecuencia de operación le dio muy bien y que tiene igualmente un muy ancho de banda aproximado de 120Mhz.

Se ve pocas veces este diseño versátil donde la superficie no es plana, lo cual resulta muy útil e interesante, por la cantidad de aplicaciones a las que esta se puede aplicar.

ARQUITECTURA PARA UAVS COLABORATIVA, COMPUTACION EN LA NUBE

Usualmente los UAVs son monitoreados y controlados usando comunicación de radio frecuencia P2P. Estos requieren enlaces directos entre los UAVs y la estación en tierra, o a través de saltos entre estos. Este enfoque restringe a los UAV a solo un área determinada. Se propone resolver este problema con una plataforma que integra los UAVs con la nube estas se convierten en servidores **(Mahmoud, Mohamed, & Ain, 2015)**.

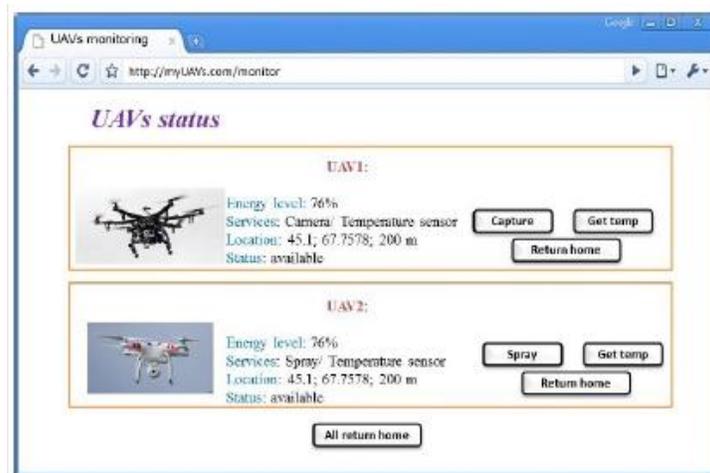


Fig11. Interfaz web de la aplicación para acceso a los UAVs

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la figura se ve una amigable interfaz por explorador de una aplicación para monitoreo de dos UAVs

Este sistema es muy útil versátil ya que mejora la utilidad y uso de los UAV a nivel mundial por que la nube estaría en todas partes, al contrario de la implementación normal que solo abarca solo un área determinada por la cobertura de la estación base, como plus que puedes acceder desde cualquier pc el mundo.

Los UVS son cada vez más importantes en el mundo es todos los aspectos desde llevar correo hasta salvar la vida de personas en alto riesgo en lugares de difícil acceso.

Nos facilitara en un futuro la vida y las acciones de cada día.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Nota: las conclusiones de cada artículo están en el resultado al que corresponden

- Los métodos de investigación son cada vez más eficientes y rápidos y facilitan el acceso a información importante en tiempo record.
- A medida que las comunicaciones avanzan también lo hacen los dispositivos que se encargan de esta.
- A futuro estos sistemas serán los más usados actualmente en el caso de la nube tiene un auge progresivo muy rápido.
- El futuro es la versatilidad la facilidad la rapidez para hacer las cosas, las antenas microstrip se adaptan muy bien a estas características.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- APA. (2013). Retrieved from http://www.ehowenespanol.com/definicion-del-formato-apa-sobre_149137/
- Chen, J., Tong, K.-F., & Wang, J. (2013). A triple band arc-shaped slot patch antenna for UAV GPS/Wi-Fi applications, *01*, 367–370.
- Chen, J., & Wang, J. (2013). A GPS / Wi-Fi Dual-Band Arc-Shaped Slot Patch Antenna for UAV Application, (November), 490–493.
- Coelho, T. E., Macedo, R., Carvalhal, P., Afonso, J. A., Silva, L. F., Almeida, H., ... Santos, C. (2006). A fly-by-wireless UAV platform based on a flexible and distributed system architecture. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology* (pp. 2359–2364). <http://doi.org/10.1109/ICIT.2006.372633>
- Estado del arte. (2008). Retrieved from <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1666>
- Francisco Sebastián Cuesta Soto René Játiva , Ph . D . (c) , Director de Tesis. (n.d.).
- IEEE. (2009). Retrieved from http://www.ehowenespanol.com/escribir-informe-estandares-ieee-como_476221/
- Mahmoud, S., Mohamed, N., & Ain, A. (2015). Broker Architecture for Collaborative UAVs Cloud Computing, 212–219.
- Navarro-méndez, D. V., Moy-li, H. C., Carrera-suárez, L. F., Ferrando-bataller, M., & Baquero-escudero, M. (n.d.). Antenna Arrays for Unmanned Aerial Vehicle, (1), 3–7.
- an overview of microstrip antennas. (2010). Retrieved from http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Transparencias_reducidas/Tema_9.pdf
- Pic cloud. (2012). Retrieved from <https://cloudcomputinguq.wordpress.com/fotografias/>
- The cloud. (2011). Retrieved from <http://www.conexionbrando.com/1389864-que-es-la-nube-para-que-sirve-y-cuales-son-los-servicios-que-tenes-que-conocer>
- The UAVs. (2012). Retrieved from <http://www.theuav.com/>
- Tseng, F. H., Liang, T. T., Lee, C. H., Chou, L. Der, & Chao, H. C. (2014). A star search algorithm for civil UAV path planning with 3G communication. In *Proceedings - 2014 10th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IIH-MSP 2014* (Vol. 2000, pp. 942–945). <http://doi.org/10.1109/IIH-MSP.2014.236>
- UAVs Helicopter. (2012). Retrieved from <http://www.aliexpress.com/item-img/SkyhawkRC-F700-hexacopter-frame-kit-ARF-UAV-drones-aircraft-hobby-aerial-photography-hobbies-radios-control-hexacopter/2012306215.html?spm=2114.12010408.1000017.2.KT4veB#>
- UAVs Plane. (2012). Retrieved from http://www.theuav.com/global_hawk_photo.html

FIRMA ESTUDIANTES _____

Guarín

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: 19 mayo 2016

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

 Institución Universitaria	MODALIDAD TRABAJO DE GRADO PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM	Código	FDE 146
	Registro de actividades y cumplimiento de horas / Talleres o Laboratorios de DOCENCIA	Versión	02
		Fecha	2015-09-30

Documento de identidad:	1036926896		
Nombre completo del estudiante:	FRANCISCO Javier BRISALES FRENTE		
Programa académico ITM:	TELECOMUNICACIONES		
Nombre completo del Docente Asesor:	GERMAN David GOMEZ SANCHEZ		
Fecha de iniciación del producto (aaaa/mm/dd):	2016/03/14	Fecha de terminación del producto (aaaa/mm/dd):	2016/05/18
Nombre Taller o Laboratorio:	Laboratorio de Robótica		
Ubicación:	Edificio I - Fraternidad		
Campus:	Fraternidad		

Fecha			Actividad desempeñada por el estudiante	Hora ingreso	Hora salida	Total horas	Firma Laboratorista	Firma Estudiante
A	M	D						
16	3	18	Busqueda bibliografica y estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	3	30	Busqueda bibliografica y estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	1	Busqueda bibliografica y estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	6	Busqueda bibliografica y estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	8	Busqueda bibliografica y estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	13	Estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	15	Estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	20	Estado del arte uso referencias de word	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	22	uso referencias en word usando word	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales
16	4	27	Analisis articulos, Estado del arte	10:00	14:00	4	<i>[Firma]</i>	Francisco Brisales

