	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

21.

<b>FECHA</b>	jueves, 5 de diciembre de 2019
--------------	--------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Sede Fusagasugá
------------------------	-----------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
-----------------	------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
-----------------------------------------------	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Electrónica
---------------------------	------------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Duque Tenjo	Yeimi Andrea	1069755617
Duque Tenjo	Rosa Ángelica	1069751537

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Criollo Velásquez	Edgar Hernando
Roa Guerrero	Edgar Eduardo
Palomá Parra	Esaú

**TÍTULO DEL DOCUMENTO**



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 2 de 7</b>

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL SEGUIMIENTO AUTOMÁTICO DE UN ACTOR EN ESCENA CINEMATOGRAFICA MEDIANTE BÚSQUEDA POR RADIO DIRECCIÓN.

**SUBTÍTULO**  
(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía  
Ingeniero Electronico

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
26/11/2019	72

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Arduino	Arduino
2. Emisor	Transmitter
3. Receptor	Receiver
4. Prototipo	Prototype
5. Actor	Actor
6. Cinematografía	Cinematography



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Este proyecto está orientado al diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante la técnica de búsqueda por radio dirección, permitiendo así reducir el tiempo, costos del rodaje y obteniendo una toma de calidad. Se inicia con la elección del módulo y lenguaje de programación que se va a utilizar, junto con las herramientas necesarias para su implementación, además de una metodología de desarrollo (Extreme Programming). Posteriormente con base en los requerimientos utilizados para la creación del sistema y utilizando la metodología ágil previamente elegida se realizan una serie de reuniones que permitieron adquirir nuevos requerimientos, los cuales proporcionan una mayor claridad de las necesidades del usuario respecto al sistema, luego se realiza la codificación del procedimiento automático y mediante una serie de pruebas se determina la validez del sistema.

**AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN**

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 7</b>


3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *“Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 5 de 7</b>

RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** \_\_\_ **NO** x\_\_.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 7 de 7</b>

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Diseño e implementacion de un prototipo para el seguimiento automatico de un actor en escena cinematografica	texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Duque Tenjo Rosa Angelica	ANGELICA OQUE TENJO
Duque Tenjo Yeimi Andrea	Yeimi A. Duque

21.1-51-20

# **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL SEGUIMIENTO AUTOMÁTICO DE UN ACTOR EN ESCENA CINEMATOGRAFICA MEDIANTE BÚSQUEDA POR RADIO DIRECCIÓN**

Autor (as)

Rosa Angélica Duque Tenjo

Yeimi Andrea Duque Tenjo

Universidad de Cundinamarca

Facultad de ingeniería

Ingeniería electrónica e Ingeniería de sistemas

Fusagasugá, Colombia

2019



# **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL SEGUIMIENTO AUTOMÁTICO DE UN ACTOR EN ESCENA CINEMATOGRAFICA MEDIANTE BÚSQUEDA POR RADIO DIRECCIÓN**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de  
Ingeniera Electrónica  
Ingeniera De Sistemas

Autor (as)

Rosa Angélica Duque Tenjo  
Yeimi Andrea Duque Tenjo

Director:

EDGAR EDUARDO ROA GUERRERO

Co-director:

EDGAR HERNANDO CRIOLLO VELASQUEZ  
ESAU PALOMÁ PARRA

Línea de investigación:

Diseño, instrumentación y control  
Software, sistemas emergentes y nuevas tecnologías

Universidad de Cundinamarca  
Facultad de ingeniería  
Ingeniería electrónica e Ingeniería de sistemas  
Fusagasugá, Colombia  
2019

## **AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto lo agradecemos primero que todo a Dios quien nos da la sabiduría, fuerza e inspiración para poder salir adelante.

Nuestros más sinceros agradecimientos a los tutores del proyecto, principalmente al ingeniero Edgar H Criollo Velásquez quien, con sus conocimientos, paciencia y su guía fueron una pieza clave para que pudiéramos desarrollar un conjunto de hechos que fueron imprescindibles para cada etapa de desarrollo del trabajo.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos junto con su experiencia del diario vivir.

Por último, queremos agradecer a la base de todo, a nuestra familia, en especial a nuestros padres, Rosa María y José Vicente que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y nuestra constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

¡Muchas gracias por todo!

## CONTENIDO

INDICE DE IMAGENES .....	7
INDICE DE TABLAS .....	8
INDICE DE DIAGRAMAS .....	8
1. RESUMEN .....	9
2. INTRODUCCIÓN .....	10
3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	11
4. ANTECEDENTES .....	11
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
5.1. Formulación del problema .....	14
5.2. Descripción del problema .....	14
6. OBJETIVOS .....	15
6.1. Objetivo general .....	15
6.2. Objetivos específicos .....	15
7. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	15
6.1 Alcances .....	15
6.2 Limitaciones .....	16
8. JUSTIFICACIÓN .....	16
9. MARCO TEÓRICO .....	17
9.1. Producción cinematográfica .....	17
9.2. Trípode .....	17
9.3. Búsqueda por radio-dirección .....	18
9.4. Radiogoniómetro o receptor RDF .....	19
9.4.1. Principios de funcionamiento .....	20
9.5. Técnicas de posicionamiento .....	21
9.6. Transceptores .....	22
9.6.1. Microcontrolador ESP8266 .....	22
9.6.2. Placa ESP- 12 .....	23
10.1.1. Sistema de Alimentación .....	24
11. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO .....	24

11.1.	Modelos Circuitales .....	26
11.1.1.	Módulo Objetivo .....	26
11.1.2.	Módulo Sensor de RF (cliente/concentrador).....	27
11.1.3.	Sistema de control RDF.....	31
12.	PRUEBAS .....	35
12.1.	Pruebas de directividad.....	35
12.2.	Prueba distancia .....	37
13.	METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	39
13.1.	Planeación .....	41
13.1.1.	Impact Mapping .....	41
13.1.2.	Personas y roles.....	42
13.1.3.	Cronograma .....	43
13.1.4.	User story mapping.....	44
13.1.5.	Product Backlog.....	45
13.1.6.	Requerimientos .....	46
13.1.7.	Historias de usuario .....	47
13.1.8.	Velocidad del proyecto .....	57
13.1.9.	Iteraciones .....	58
13.1.10.	Entregas pequeñas .....	58
13.1.11.	Reuniones .....	58
13.1.12.	Traslado de personal .....	59
13.1.13.	Ajustes a XP.....	59
13.2.	Diseño .....	59
13.2.1.	Simplicidad del diseño.....	60
13.2.2.	Metáfora del sistema.....	60
13.2.3.	Soluciones puntuales .....	60
13.2.4.	Refactorización (refactoring).....	60
13.2.5.	Diagrama de clases con responsabilidades .....	61
13.2.6.	Diagrama secuencia.....	62
13.3.	Codificación .....	63

13.3.1.	Cliente siempre presente .....	63
13.3.2.	Programación en parejas .....	64
13.3.3.	Integración secuencial .....	64
13.3.4.	Integración frecuente .....	64
13.3.5.	Estándares y propiedad colectiva de código .....	64
13.3.6.	Descripción interfaz del sistema .....	64
13.3.7.	Pruebas .....	65
13.3.7.1.	Pruebas unitarias .....	66
13.3.7.2.	Pruebas de aceptación .....	66
13.3.7.3.	Cuando se encuentra un error .....	66
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
14.1.	Conclusiones .....	66
14.2.	Recomendaciones .....	67
	GLOSARIO .....	67
	Bibliografía.....	68

## INDICE DE IMAGENES

Imagen. 1. Trípode. (Amazon, 2018).....	18
Imagen. 2. Diagrama de un radiogoniómetro. (Alcívar, 2011).....	20
Imagen. 3. Funcionamiento del radiogoniómetro. (Alcívar, 2011).....	21
Imagen. 4. Módulo ESP8266 (Autor).....	23
Imagen. 5. partes de un NodeMCU. (Del Valle Hernández, s.f.).....	24
Imagen. 6. Escenario de implementación del prototipo. (Autor).....	25
Imagen. 7. Esquema de conexión cliente. (Autor).....	27
Imagen. 8. Diseño caja contenedora para módulo cliente. (Autor).....	28
Imagen. 9. Esquema de conexión concentrador. (Autor).....	30
Imagen. 10. Esquema de conexión Servidor. (Autor).....	32
Imagen. 11. caja contenedora del motor. (Autor).....	33
Imagen. 12. Descripción escenario de pruebas directividad. (Autor).....	35
Imagen. 13. Descripción de escenario de pruebas distancia. (Autor).....	38
Imagen. 14. Metodología XP. (Autor).....	40
Imagen. 15. Cronograma en Project. (Autor).....	44
Imagen. 17. User story mapping. (Autor).....	45
Imagen. 18. Product Backlog. (Autor).....	46
Imagen. 19. Delimitación del sistema. (Autor).....	47
Imagen. 20. Caso de uso enviar potencias de señal. (Autor).....	48
Imagen. 21. Caso de uso leer potencia de señal. (Autor).....	49
Imagen. 22. caso de uso guardar potencia de señales. (Autor).....	50
Imagen. 23. Caso de uso comparar potencias de señales. (Autor).....	52
Imagen. 24. Caso de uso guardar menor potencia de señal. (Autor).....	53
Imagen. 25. caso de uso localizar modulo. (Autor).....	55
Imagen. 26. caso de uso mostrar potencias de señales. (Autor).....	56
Imagen. 27. Interfaz página web. (Autor).....	65
Imagen. 28. Menor potencia. (Autor).....	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos del escenario. (Autor) .....	26
Tabla 2. Componentes dentro del esquema del cliente. (Autor).....	28
Tabla 3. Componentes dentro del esquema del concentrador. (Autor).....	30
Tabla 4. Componentes dentro del esquema del sistema de control. (Autor).....	33
Tabla 5. Elementos en el escenario de pruebas directividad. (Autor). .....	36
Tabla 6. Pruebas directividad. (Autor). .....	37
Tabla 7. Elementos en el escenario de pruebas distancia. (Autor). .....	38
Tabla 8. Pruebas distancia. (Autor). .....	39
Tabla 9. Personas y roles. (Autor).....	42
Tabla 10. Cronograma de actividades. (Autor).....	43
Tabla 11. enviar potencias de señal. (Autor). .....	49
Tabla 12. Leer potencia de señal. (Autor). .....	50
Tabla 13. Guardar potencias de señales. (Autor).....	51
Tabla 14. comparar potencias de señales. (Autor).....	53
Tabla 15. guardar menor potencia de señal. (Autor). .....	54
Tabla 16. localizar módulo. (Autor).....	56
Tabla 17. mostrar potencias de señales. (Autor).....	57
Tabla 18. Fechas de entregas. (Autor). .....	58

## INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Componentes (bloques) típicos de un sistema RDF. (Denisowski) .....	19
Diagrama 2. Función cliente. (Autor).....	29
Diagrama 3. Proceso en el concentrador. (Autor). .....	31
Diagrama 4. proceso del sistema de control. (Autor). .....	34
Diagrama 5. Impact Mapping. (Autor). .....	41
Diagrama 6. Clases con responsabilidades. (Autor). .....	61
Diagrama 7. Función del sistema. (Autor). .....	62
Diagrama 8. Guardar menor potencia de señal. (Autor).....	62
Diagrama 9. Mostrar potencias de señal. (Autor). .....	63

# 1. RESUMEN

---

Este proyecto está orientado al diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante la técnica de búsqueda por radio dirección, permitiendo así reducir el tiempo, costos del rodaje y obteniendo una toma de calidad. Se inicia con la elección del módulo y lenguaje de programación que se va a utilizar, junto con las herramientas necesarias para su implementación, además de una metodología de desarrollo (Extreme Programming). Posteriormente con base en los requerimientos utilizados para la creación del sistema y utilizando la metodología ágil previamente elegida se realizan una serie de reuniones que permitieron adquirir nuevos requerimientos, los cuales proporcionan una mayor claridad de las necesidades del usuario respecto al sistema, luego se realiza la codificación del procedimiento automático y mediante una serie de pruebas se determina la validez del sistema.

---



## 2. INTRODUCCIÓN

---

En el presente proyecto se implementa la técnica de *Búsqueda por Radio Dirección* (RDF, por sus siglas en inglés) para ubicar espacialmente y capturar de forma automática videos de objetivos en movimiento.

La producción cinematográfica es el proceso por el cual se organizan contenidos para el cine, en los cuales se incluyen aspectos económicos, institucionales, técnicos y humanos; el desarrollo de este arte y el acceso a novedosa tecnología audiovisual propició un incremento en el número de producciones a lo largo del mundo, debido a esto muchos estudiantes, aficionados o productores experimentados desarrollan sus propios cortometrajes, largometrajes, comerciales, videos musicales, crónicas, documentales, etc. Sin embargo, no todos los interesados cuentan con suficientes recursos económicos y/o técnicos para llevar a cabo una producción, por lo anterior, en este proyecto pretende aplicar tecnologías para el desarrollo de herramientas que permitan optimizar el proceso cinematográfico.

La tecnología RDF se refiere al uso de instrumentos especializados, antenas y metodologías para determinar la ubicación física de una fuente de energía de Radio Frecuencia (de aquí en adelante RF) u 'objetivos' que pueden ser estacionarios o móviles (a diferentes velocidades). RDF comúnmente se ha utilizado en la búsqueda de fuentes de interferencia de radio, localización de transmisores conocidos, desconocidos o no autorizados, manejo de técnicas de espectro expandido, fuerzas militares y de seguridad, búsqueda y rescate civil, seguimiento, etc.

RDF ubica un objetivo por medio de un único tipo de fuentes de variación en la señal requerida: *amplitud*, frecuencia o fase; estas variaciones se utilizan para determinar la dirección hacia la fuente de la señal. La modulación (o falta de modulación) en la señal objetivo generalmente no es importante para la búsqueda de dirección (Clarricoats, 2006). Aunque hasta el momento no se encuentra ningún trabajo que referencie la utilización de esta tecnología en la producción cinematográfica, el uso de esta en la ubicación de objetivos es ampliamente documentado, por lo cual se decidió utilizarla para el desarrollo del presente trabajo.

Se aplica la tecnología RDF en la producción de cine, utilizándola como una entrada a un sistema de control compuesto por un trípode y una cámara de video. El objetivo debe ser un actor con una fuente de RF que servirá como indicador de su ubicación. El sistema RDF informará al comando de control la dirección hacia donde la cámara debe obtener la secuencia de video mediante el censado en la variación de la potencia de la señal objetivo.

Mediante la implementación del sistema automatizado “RDF - trípode – cámara” el proyecto pretende desarrollar una herramienta tecnológica para la filmación en movimiento buscando mejorar la productividad, las condiciones de trabajo y simplificando acciones complejas para que haya una mejor calidad de video. Se utilizarán accesorios de bajo costo y fácil adquisición.

### 3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

---

Telecomunicaciones, instrumentación y control,  
Software, sistemas emergentes y nuevas tecnologías.

### 4. ANTECEDENTES

---

En el campo de la producción cinematográfica se hace necesario el uso de tecnologías que optimicen las diferentes fases y procesos involucrados, en ese contexto se han desarrollado herramientas en busca de diseñar y construir novedosas tecnologías no solo funcionales sino caracterizadas por su bajo costo, tamaño y fáciles de utilizar para cualquier usuario. La literatura de la temática cuenta con diversos estudios reportados, entre los principales se puede encontrar.

Un el estudio realizado por (Segura, 2017) en el cual se plantea que, en cuanto a la movilidad de la cámara los pioneros del cine ya se planteaban ciertas inquietudes y desarrollos de herramientas para servir de apoyo estructural a cámaras de video en movimiento, entre las principales podemos mencionar: el trípode, es un estabilizador de tres patas que se ajusta a la cámara evitando imágenes movidas. Los *steadycam* que permite a los operadores soportar la cámara atada a su cuerpo en caso de que estas sean pesadas. Los *dolly slider camera* que son plataformas con ruedas de caucho que permite un movimiento suave y controlado de la cámara de cierto lugar hacia otro en el momento de la filmación.

Otro proyecto de interés relacionado con el desarrollo de herramientas para la movilidad de cámaras de video es el planteado en (Moya, 2012), el trabajo presenta un tratado multimedia sobre la elaboración de herramientas y/o técnicas para realizar movimientos de cámara e iluminación en producciones audiovisuales de la universidad Israel en Quito Ecuador, el resultado es un manual denominado “DINÁMICA VISUAL” y está diseñado para la construcción de estabilizadores de cámara y montajes de

sistemas de iluminación a bajo presupuesto lo que convierte a esta herramienta en un apoyo considerable para los realizadores audiovisuales.

La tecnología de búsqueda por radiofrecuencia se refiere al uso de instrumentos especializados, antenas y metodologías para determinar la ubicación de una fuente de RF u "objetivos" que pueden ser estacionarios o móviles (a diferentes velocidades). Aunque hasta el momento no se encuentra ningún trabajo que referencie la utilización RDF en la producción cinematográfica, el uso de esta tecnología en la ubicación de objetivos es ampliamente estudiado.

Como punto de referencia documental se toma el estudio realizado en (Sánchez, 2015) el estudio detalla y compara varias técnicas de búsqueda por radio dirección aplicadas a la regulación y monitoreo del espectro radioeléctrico, tomando en cuenta no solo los niveles de potencia o interferencia, sino también localización de emisiones legales e ilegales. Se informa el desarrollo de implementaciones de algoritmos para RDF, buscando diferentes alternativas como arreglos de antenas o sistemas de múltiples entradas y salidas (MIMO, por sus siglas en inglés) como aplicaciones sobre radio definida por software (SDR, por sus siglas en inglés). Implementaciones de técnicas de RDF en plataformas alternativas como las FPGA y DSP donde estiman la posición de un emisor en tiempo real.

Otros trabajos enmarcados en la tecnología RDF de interés para trabajo realizado son:

Radiogoniómetro de un canal (Ramirez, 2010). El Instituto Politécnico Nacional México desarrolló un trabajo sobre búsqueda por radiofrecuencia de un canal, el estudio describe el proceso para determinar el ángulo de llegada de una señal de RF que se emite desde un transmisor con localización desconocida. El sistema implementado opera en la banda de frecuencias que va de 0.7 a 1 GHz y permite identificar señales de sistemas de telefonía celular de primera generación, algunos sistemas de comunicación de seguridad pública, así como los sistemas de identificación por radio frecuencia para la banda de frecuencia de 915 MHz.

*Radiobalizas y radiogoniometría: identificación y localización* (Díaz, 2014). Presenta una revisión de los diferentes tipos de radiobalizas para buques, se desarrolla el fundamento teórico de la tecnología de búsqueda por radiofrecuencia y su utilidad para el acercamiento a radiobalizas y transmisores, especialmente en situaciones de poca visibilidad (noche, nieblas y densas calimas).

*Sistema de radiolocalización de embarcaciones en la laguna Mar Chiquita* (Chersich. Facundo Santiago, 2008). Se evalúa la factibilidad técnica de la realización de un sistema de radiolocalización de embarcaciones de pequeño, mediano y gran porte en la Laguna Mar Chiquita, Córdoba, Argentina. Inicialmente se hará el trabajo

cartográfico y topográfico de la región, seguido de esto se triangulará la señal del transmisor para dar con su ubicación y para poder situar la posición de una estación transmisora se necesitan dos o más radiogoniómetros.

Direction finding in the cellular land mobile radio environment (S.C Swales, 2002) Propone una antena de estación base adaptativa de haz múltiple. Las capacidades de búsqueda de direcciones de un conjunto de antenas forman parte integral del esquema que se especifica en este documento.

Estudio De La Factibilidad De La Conexión De Dos Equipos De Radiogoniometría Para La Determinación De Una Señal De Telefonía Móvil Celular Tecnología GSM (Paulina Adriana, 2011); Estudian la factibilidad de utilizar el sistema de radiogoniometría en la detección de señales de telefonía móvil celular. Al iniciar el proyecto realizan un análisis de la tecnología GSM, ya que es la base para desarrollar la herramienta que permite mitigar el fraude por sistemas de telefonía internacional no autorizados.

Detección de la emisión radioeléctrica en FM y localización del sistema irradiante de una estación radiodifusora no autorizada por el MTC utilizando sistemas de radiogoniometría móvil (Morales, 2011). En muchas ciudades existen estaciones radiodifusoras en FM que operan normalmente y no están autorizadas por el organismo de regulación existente, es por esto que en este trabajo se desarrolla un sistema de RDF cuyo objetivo es detectar estas señales en FM dando una idea precisa de la ubicación de su fuente.

Software Defined Radio for direction-finding in UAV wildlife tracking (Kurt VonEhr, 2016). Una de las aplicaciones para la búsqueda por radio dirección se implementa mediante SDR y su objetivo es el seguimiento asistido de la vida silvestre con un vehículo aéreo no tripulado (UAV) multirrotor, donde el Pseudo Doppler utiliza el efecto Doppler al muestrear digitalmente cuatro (o más) antenas monopolaes en un orden secuencial y circular, simulando la rotación de una sola antena monopolo.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

### 5.1. Formulación del problema

¿De qué manera se puede utilizar las tecnologías de RDF para desarrollar una herramienta automática de bajo costo que pueda ser utilizada en la realización de escenas de video en movimiento?

### 5.2. Descripción del problema

La producción de trabajos cinematográficos es una actividad que involucra gran cantidad de equipos especializados los cuales incrementan el costo de su elaboración y propician que los realizadores principiantes o independientes creen sus proyectos con herramientas muy básicas y de baja calidad.

Una de las formas de grabación más comunes, son las tomas con seguimiento de objetos o actores. Estas tomas solo se logran si el operador de cámara conserva buena estabilidad y precisión para realizarlas lo cual resulta ser muy tedioso e inexacto. A pesar de su complejidad, existen herramientas llamadas trípodes que facilitan hacer este tipo de tomas, los trípodes no siempre son cómodos y en su mayoría son de operación manual, lo que genera imperfecciones en los videos al quedar evidenciados los movimientos bruscos y poco fluidos por el contacto humano, por esta razón es necesario repetir la toma varias veces repercutiendo negativamente en tiempos y costos de filmación. Los trípodes motorizados que existen se caracterizan por sus precios elevados. En cuanto al seguimiento de personas los trabajos conocidos están basados en sistemas complejos de identificación y detección de rostros.

No son muy comunes los sistemas capaces de detectar y procesar la intensidad de potencia de las señales recibidas de una fuente emisora de RF, los dispositivos que trabajan con esta técnica de RDF presentan problemas debido a los fenómenos físicos como la dispersión, reflexión, refracción, etc., principalmente para la recepción de las señales, esto dificulta tener resultados rápidos y precisos en la identificación de la ubicación de objetivos sobre todo si están en movimiento.

## 6. OBJETIVOS

---

### 6.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo para el seguimiento de un actor en escenas cinematográficas mediante la tecnología de búsqueda por radiofrecuencia o RDF.

### 6.2. Objetivos específicos

- Análisis de requerimientos y restricciones del prototipo para el seguimiento de actores en escenas cinematográficas.
- Diseñar o implementar el sistema de búsqueda por radiofrecuencia. Antenas, dispositivos de recepción y transmisión de RF, técnica para el seguimiento del actor en la escena a través de la comparación de la intensidad de potencia recibida, Interfaz de comunicación con el sistema de control para la captura de video.
- Diseñar e implementar el sistema de control para la captura de video.
- Evaluar el comportamiento del prototipo en cuanto al seguimiento del actor en la escena, el tiempo de rodaje, su estabilidad y fluidez.

## 7. ALCANCES Y LIMITACIONES

---

### 6.1 Alcances

Se desarrolla un prototipo para el seguimiento automático de un (1) actor en escenas de video empleando la búsqueda por radiofrecuencia. El prototipo propuesto consta de un sistema de ubicación por radiofrecuencia, una herramienta para el manejo de cámara, una cámara de video y un sistema de control que ajustan la ubicación del objetivo con un ángulo de rotación sobre su propio eje de 180°.

## 6.2 Limitaciones

Las limitaciones de este proyecto se determinan en dos sentidos, el primero referido al costo y la disponibilidad de equipos tales como: transmisor/ receptor de RF, cámara de video, trípodes, etc.; el segundo, relativo a las características operativas, ya que el sistema se puede ver afectado por fenómenos de propagación de la señal objetivo.

## 8. JUSTIFICACIÓN

---

Según estudios realizados por “*Pro imágenes Colombia*” (Proimagenes Colombia, 2018), la industria cinematográfica ha venido creciendo evidenciándose en el número de asistentes a las salas de cine del país; para el año 2007 un total de 20.66 millones de espectadores con un ingreso de 54.15 millones de dólares; en 2017 asistieron 62.61 millones de personas generando un ingreso de 182.2 millones de dólares. El auge del cine colombiano también se refleja en la cantidad de estrenos de filmes colombianos, en la década de los 90 se estrenaba, en promedio, un total de tres películas anuales y en 2017 se tuvo un promedio de 41 estrenos anuales.

Detrás de este éxito están dos leyes de la república, la primera ley la 814 de 2003 o más conocida como la ley del cine, por la cual, se dictan las normas para el fomento de la actividad cinematográfica en Colombia; el objetivo principal de esta ley es fomentar la producción cinematográfica por pequeños productores convirtiéndola gradualmente en una industria rentable y sostenible (Ministerio De Cultura, 2003). La segunda, es la ley 1556 de 2012, por la cual, se fomenta la actividad cinematográfica en el país, promoviendo el territorio nacional como elemento de patrimonio cultural para la filmación de audiovisuales (Congreso De Colombia, 2012); la ley tiene como fin proveer recursos económicos para pequeños productores que se ven limitados al no tener acceso a herramientas que permitan mostrar sus trabajos con calidad profesional, por ejemplo, accesorios como los trípode con motor que puede llegar a tener un costo que oscila entre \$1'500.000 hasta los \$3'000.000 (Proimagenes Colombia, 2018).

Esta investigación tiene como trasfondo minimizar el riesgo de cometer errores en el seguimiento de los actores en una escena al implementar un sistema de seguimiento mediante la tecnología de radiofrecuencia o RDF, actualmente esta técnica cuenta con un amplio conjunto de aplicaciones, por lo que existe una buena cantidad de literatura

que describe sus características. Sin embargo, al momento de realizar el proyecto no se encuentra referencia del empleo de esta tecnología en el área de la cinematografía; en este sentido el desarrollo de prototipo RDF de bajo costo se hace innovador y de alto impacto no solo en la industria de los pequeños productores sino también para grandes entidades como nuestra institución donde se puede iniciar una nueva línea de investigación en cuanto a la aplicación de comunicaciones en esta área.

## **9. MARCO TEÓRICO**

---

### **9.1. Producción cinematográfica**

La producción cinematográfica hace referencia al proceso por el cual se organiza contenidos para cine o televisión como lo son los cortometrajes, largometrajes, documentales, etc., dependiendo de la complejidad del producto audiovisual, la duración y la preparación del mismo será diferente.

Es el proceso de hacer una película. Se utiliza la palabra "producción" en relación con la cinematografía y en todo proceso creativo en donde intervienen medios audiovisuales. Toda película es el resultado de un largo proceso en el cual intervienen varios tipos y categorías de colaboradores. El papel del productor es el de reunir los elementos necesarios para la fabricación de la película: temas, estrellas, realizador, técnicos y financiación. Se describe a continuación las cuatro etapas de la producción cinematográfica.

### **9.2. Trípode**

Un trípode es un aparato de tres patas que permite la estabilización de la cámara en la parte superior. Su objetivo es evitar movimientos bruscos que se pueden generar a la mano de la persona; Según Manuel Portillo la función de un trípode es sostener la cámara de la forma más estable y fija posible, transmitiendo las mínimas vibraciones. (Francisco, 2018).





Imagen. 1. Trípode. (Amazon, 2018)

**Partes de un trípode** Un trípode básico consta de las siguientes partes (Francisco, 2018): **Rótula o cabeza.** Es la que permite el movimiento de la cámara una vez que ésta está sujeta al trípode. Se trata del nexo de unión entre la columna y la propia cámara, elegir una buena rótula es determinante para el buen manejo del trípode. Es imprescindible, que permita posicionar la cámara en cualquier posición. (Horizontal, vertical, inclinada, arriba, abajo). **Zapata.** Es el punto de unión entre la cámara y el trípode, por lo que es el punto débil que hará que la estabilidad triunfe o no. Cuanto más grande sea la zapata normalmente más fijación traerá, si bien hay que fijarse en el tipo de tornillo que trae y que permita una sujeción fuerte a la cámara. **Columna.** Es la parte del trípode sobre la que se sitúa la cámara y que sirve de unión de ésta con las patas. La columna vertical añade versatilidad, pero también peso e inestabilidad en un uso normal en paisaje, panorámico o arquitectura. **Patas.** Las patas le confieren estabilidad al trípode, definen el peso máximo de la cámara que podrán soportar con solvencia y la calidad de éstas será muy importante para definir la calidad global del trípode.

### 9.3. Búsqueda por radio-dirección

La búsqueda por radio dirección (Radio Direction Finding “RDF”) también es llamada radiogoniometría, del latín radius (rayo, radio) y del griego gonía (ángulo) y metría (medida), lo cual es la medida de ángulos por radio. En cuanto a la unión internacional de las Telecomunicaciones, la define como ‘radiodeterminación’ que maneja la recepción de ondas radioeléctricas para establecer la dirección de una estación o de un objeto. (Alcívar, 2011).

Las potenciales fuentes de variación de una señal recibida pueden ser la amplitud, la frecuencia y la fase; las cuales son usadas para determinar la dirección hacia la fuente de esta señal. La mayoría de las metodologías utilizan un solo tipo de variación (Denisowski). Cualquier sistema de geolocalización inalámbrica cuenta con unos elementos básicos, estipulados en el diagrama de bloques del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

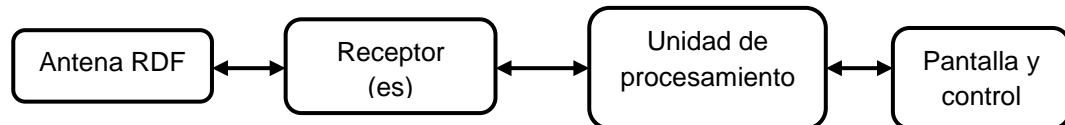


Diagrama 1. Componentes (bloques) típicos de un sistema RDF. (Denisowski)

Descripción de los elementos:

- Antena: Diseño generalmente específico para una determinada metodología de RDF.
- Receptor y unidad de procesamiento: Tiene uno más canales de recepción con conversor análogo digital; Procesamiento digital de señales integrado o separado.
- Interfaz de usuario: Contiene software para la visualización y control; Software de visualización de mapas y fijación de posición.

## 9.4. Radiogoniómetro o receptor RDF

El radiogoniómetro es un receptor que determina la dirección y el sentido en que llega la señal de un transmisor, lo que involucra la medida del ángulo formado por el círculo máximo terrestre que pasa por el transmisor y receptor con una dirección de referencia, por lo general el norte magnético (N). (Alcívar, 2011).

Una de las diferencias del receptor regular de radio con un receptor RDF, es que este último con el equipo indicado; encuentra la dirección aproximada a lo largo de una línea imaginaria en la que se encuentra un transmisor distante. Aunque la información que se obtiene mediante la radiogoniometría no es siempre lo suficientemente exacta, en la mayoría de los casos puede determinar la dirección de un transmisor distante. Empleando una sola posición radiogoniométrica se puede determinar tan la dirección aproximada de un transmisor distante, pero mediante el uso de dos o tres sitios de radiogoniometría, se puede encontrar una posición fija. (Alcívar, 2011).

### 9.4.1. Principios de funcionamiento

Los sistemas de ubicación por dirección generan líneas de rumbo ('bearings' en inglés) que apuntan hacia un objetivo o fuente de RF. Una única línea de rumbo se puede utilizar cuando se dirige hacia un solo objetivo, las líneas de rumbo múltiples tomadas de diferentes ubicaciones pueden usarse para calcular la ubicación más probable de un objetivo. Los algoritmos utilizados para procesar múltiples marcaciones y calcular una ubicación de destino también desempeñan un papel no trivial en la precisión (Denisowski).

El radiogoniómetro se fundamenta en una antena directora que examina el horizonte buscando una determinada señal. La radiogoniometría clásica emplea antenas de cuadro, que son una o varias espiras en un plano, combinadas con dipolos, generalmente unidos mecánicamente al cuadro (Alcívar, 2011). Una descripción del modelo descrito se presenta en la imagen. **2.**Diagrama de un radiogoniómetro. Imagen. **2.**

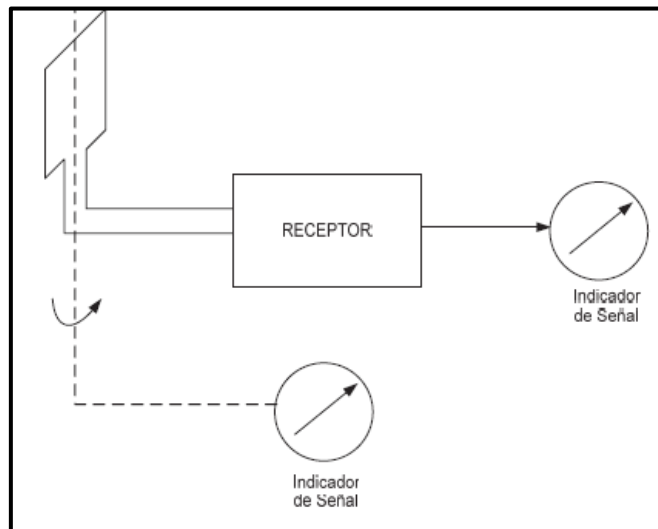


Imagen. 2. Diagrama de un radiogoniómetro. (Alcívar, 2011)

El resultado de la unión de un dipolo y una antena de cuadro, es el diagrama de radiación en forma de cardioide, el cual cambia al girar el cuadro sobre su eje vertical. Como el nulo del cardioide es fijo y su máximo es muy suave, la antena gira hasta que la señal incidente desaparece; es donde se sabe que ésta proviene de la dirección hacia la que apunta el nulo de la antena. (Alcívar, 2011).

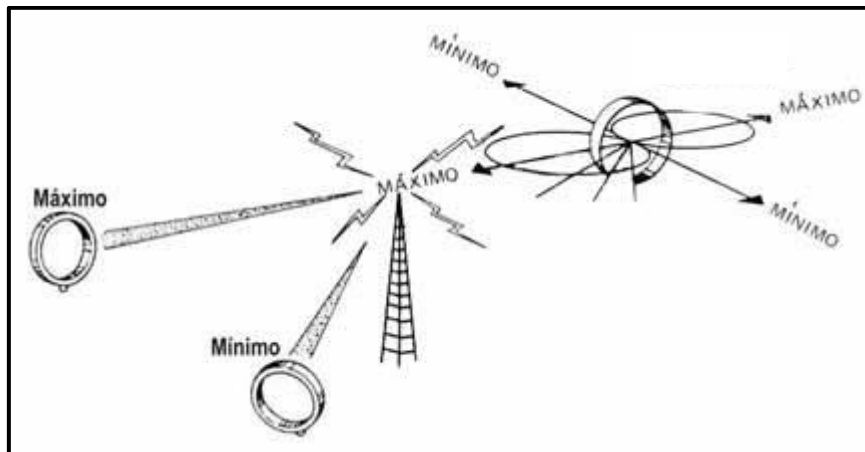


Imagen. 3. Funcionamiento del radiogoniómetro. (Alcívar, 2011)

Es esencial que en la etapa de recepción de los radiogoniómetros se cuente con instrumentos de medición para leer la intensidad de la señal. En la práctica, las antenas rotan alrededor de una escala graduada en 360 grados azimut, donde el operante lee la dirección relativa de la ubicación de la estación recibida. (Alcívar, 2011).

## 9.5. Técnicas de posicionamiento

Existe un monitoreo constante del espectro radioeléctrico para regular la potencia y la interferencia que existe en este, de igual manera se sitúan emisiones legales e ilegales. Por todo esto y por la reciente aparición de aplicaciones basadas en la localización, se han venido implementando las diversas técnicas de posicionamiento. (Lagunas Tagarona, 2009).

Por triangulación. Para localizar un objeto dentro de un mapa o un área, usualmente se mide la distancia que existe entre este y tres o más puntos cuya posición es conocida y luego se procede a utilizar triangulación para conocer su ubicación exacta. (Lagunas Tagarona, 2009)

Por radar o sonar. Técnica muy utilizada para la localización de objetos, consiste en enviar una señal y se mide el tiempo que tarda en llegar el eco, la localización se puede obtener por medio del cálculo de ángulos y/o distancias de llegada. (Lagunas Tagarona, 2009)

Método Signal Strength. Se mide la atenuación de una señal de radio a través del RSSI (Received Signal Strength Indication, en inglés) la cual indica la intensidad

de la señal recibida para la ubicación; se necesita un mínimo de un punto de referencia teniendo en cuenta las características de propagación del canal. La precisión de la medida depende enteramente del canal de propagación y de la distancia entre cada uno de los elementos. (Lagunas Tagarona, 2009)

Método TOA. Opera en función de la medida de retardo de propagación que induce el canal; se estima la diferencia en los tiempos de llegada de la señal y no es necesario que el transmisor y el receptor estén sincronizados, pero sí que todos los receptores lo estén. (Lagunas Tagarona, 2009)

## **9.6. Transceptores**

Cuando un mecanismo posee un emisor y un receptor en la misma caja compartiendo la totalidad o una parte del circuito se denomina transceptor (Alegsa, 2010), en este caso explicaremos dos chips utilizados en el desarrollo del prototipo RDF.

### **9.6.1. Microcontrolador ESP8266**

La compañía Espressif situada en Shanghai, China, fabrica el microcontrolador de bajo costo ESP8266 el cual tiene la capacidad de comunicarse vía wifi y posee una pila TCP/IP completa. En agosto del año 2014 este chip incursiono en el mercado y desde entonces han surgido múltiples placas y módulos que lo utilizan. (Zorrilla, 2019).

#### **9.6.1.1. Placa ESP- 01**

Este es un módulo wifi de bajo coste que trabaja con el microcontrolador ESP8266. Su programación puede realizarse a través de un Arduino UNO. existen varias versiones del ESP-01 pero básicamente todas tienen los mismos componentes. (Del Valle Hernández, s.f.).

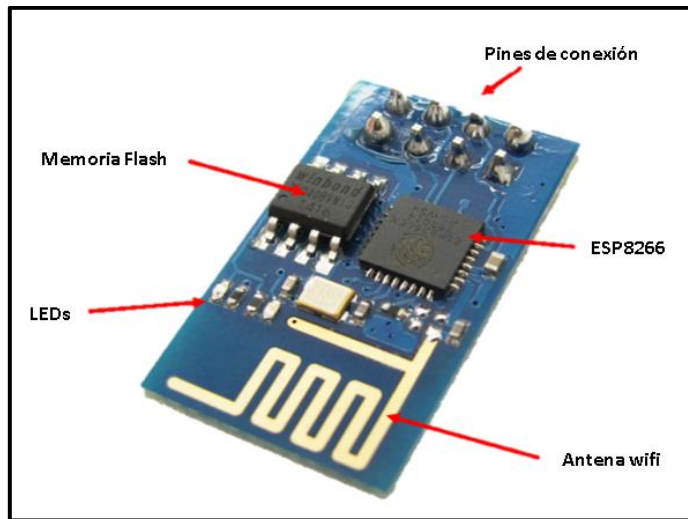


Imagen. 4. Módulo ESP8266 (Autor).

#### Descripción de los componentes principales

- Pines de conexión: alimentación, sensores y carga del programa.
- ESP8266: microcontrolador del módulo ESP-01.
- Antena wifi: permite que el módulo pueda conectarse a una red/internet.
- LEDs: informan si el módulo está encendido y si existe transmisión y/o recepción de datos.
- Memoria flash: donde residen los programas o sketches.

El módulo ESP-01 no posee pines analógicos, por lo cual no se pueden utilizar sensores de este tipo. Por otra parte, soporta la comunicación I2C, permitiendo conectar esta clase de sensores utilizando solo dos pines de la placa. (Zorrilla, 2019). Una descripción técnica más detallada del chip se adjunta en: [anexos\DATASHEET\esp-01.pdf](#)

#### 9.6.2. Placa ESP- 12

También llamada placa NodeMCU. Es un módulo de desarrollo totalmente abierto basado en el microcontrolador ESP8266, su objetivo es facilitar la programación gestionando todas las salidas, entradas y cálculos necesarios para que funcione el programa que se quiera cargar. (Del Valle Hernández, s.f.). En la Imagen. 5 se indican cada una de las partes de este kit de desarrollo.

## 10.

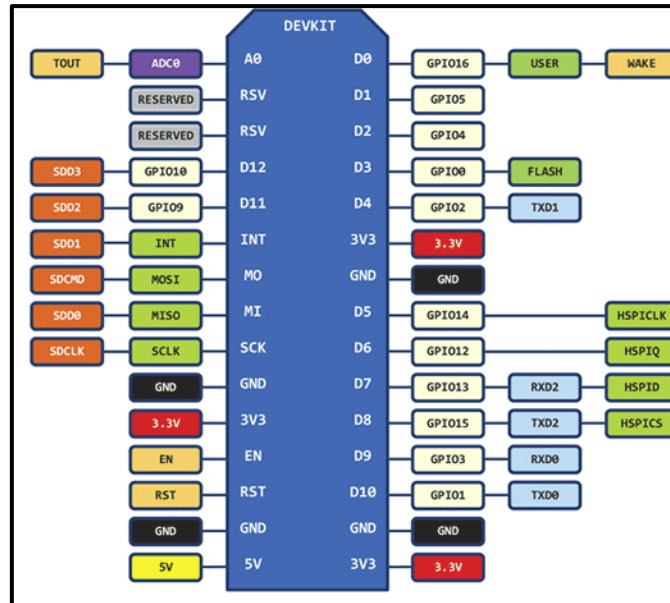


Imagen. 5. partes de un NodeMCU. (Del Valle Hernández, s.f.)

Una descripción técnica más detallada del chip se adjunta en: [anexos\DATASHEET\ESP-12.pdf](#)

### 10.1.1. Sistema de Alimentación

El módulo ESP-01 y ESP-12 funciona en un rango de voltaje de [3,3 – 3.6]V hasta los 5V. Se recomienda una intensidad mayor de 200 mA ya que cuando se encuentran transmitiendo a través de WiFi puede alcanzar picos de consumo de más de 200mA. Existen diferentes posibilidades para alimentar los chips ESP, entre las cuales están: Arduino UNO, Adaptador USB-serie y probablemente la mejor opción mediante la fuente de alimentación MB102 que suministra 3,3 V y/o 5 V y 700 mA y/o 800 mA lo que asegura un correcto funcionamiento de los chips cuando se trabaja con WiFi.

## 11. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO



En esta sección del documento se pretende describir el marco típico de implementación y pruebas utilizado para el desarrollo del prototipo; para ello, se presenta una serie de figuras y tablas con las cuales se pretende describir los diferentes escenarios. Todos los módulos del prototipo y su correspondiente

ubicación dentro un escenario completo se presentan en la **Imagen. 6** (remarcados en círculos rojos).



Imagen. 6. Escenario de implementación del prototipo. **(Autor)**.

En la Tabla 1 Diagrama 2 se describe cada uno de los módulos del sistema y su representación dentro del escenario básico planteado.

Componente	Función	Representación dentro de los escenarios
<p><b>Objetivo</b></p>	<p>En el contexto de la toma cinematográfica es el actor en movimiento.</p> <p>En el contexto del prototipo es la fuente de energía RF.</p>	
<p><b>Sensor de RF</b></p>	<p>Módulos programados como cliente: se encargan de leer la potencia del dispositivo emisor de RF y enviarla al concentrador (servidor).</p> <p>Módulo programado como concentrador: recibe las lecturas de potencia y sirve de</p>	




	<p>entrada al sistema de control.</p> <p>Está compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tres sistemas transceptores de RF.</li> <li>• Un concentrador de información o unidad de procesamiento.</li> </ul>	
<p><b>Sistema de control RDF</b></p>	<p>Módulo programado como sistema de control. Recibe la señal de ajuste a la posición de la cámara de video.</p> <p>Está compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sistema central de control electrónico.</li> <li>• Un servomotor.</li> <li>• Una cámara de video.</li> <li>• Un trípode con cabeza rotacional.</li> </ul>	

Tabla 1. Elementos del escenario. (Autor)

## 11.1. Modelos Circuitales

A nivel circuital, cada uno de los módulos está compuesto por diferentes componentes con las siguientes características:

### 11.1.1. Módulo Objetivo.

Cualquier fuente de RF que opera a 2400MHz. El dispositivo debe ser portable. Para el caso de implementación, por disponibilidad, costos y por facilidad de utilización se utiliza un dispositivo móvil celular con la función de *punto de acceso móvil* activada.

### 11.1.2. Módulo Sensor de RF (cliente/concentrador).

El módulo está conformado por los transceptores ESP-01 para el cliente y ESP-12 para el concentrador, los chips operan a una frecuencia de 2400MHz y tienen embebido una antena microstrip. Los tres clientes se encargan de leer la potencia de la señal que emite el módulo objetivo, seguidamente envían la información al concentrador para su posterior evaluación.

#### 11.1.2.1. Cliente ESP-01.

El diagrama de conexión se detalla en la Imagen. 7. Una de las formas para programar este módulo es mediante "Arduino UNO", después de esto no es necesario mantenerlo conectado; sencillamente se alimenta con la fuente seleccionada y se inicia con su funcionamiento.

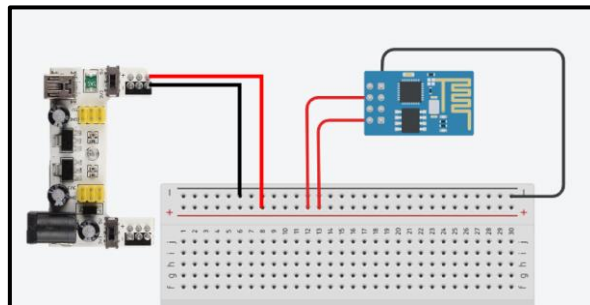
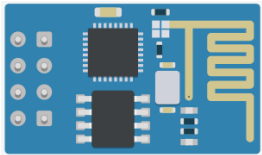


Imagen. 7. Esquema de conexión cliente. (Autor).

En la Tabla 2. Tabla 2. Componentes dentro del esquema del cliente. (Autor).

se describe cada uno de los elementos que están dentro del esquema de conexión del módulo programado como cliente.

Componente	Función	Representación dentro de los escenarios
<b>Módulo ESP-01</b>	Microcontrolador de bajo costo con una frecuencia de trabajo de 2,4 GHz. Requiere 3.3V de alimentación. Su programación se realizó	

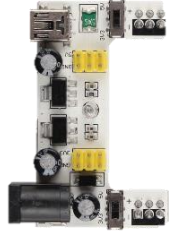
	a través de un Arduino UNO.	
<b>Fuente de alimentación MB102</b>	Proporciona 3.3V y 5V, es idóneo para la alimentación de los módulos ESP01 – ESP12 ya que suministra de 700mA a 800 mA, necesario para el correcto funcionamiento cuando se trabaja en wifi.	

Tabla 2. Componentes dentro del esquema del cliente. (Autor).

Para proteger y estabilizar todos los componentes del módulo, se diseñó una caja contenedora, la cual se representa en la Imagen. 8.

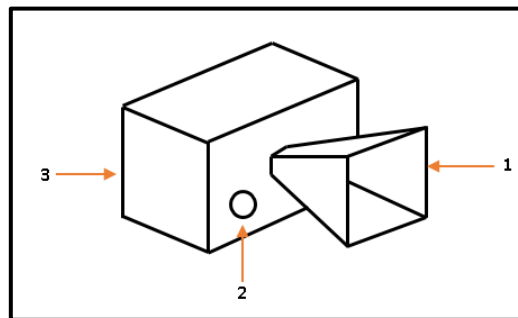


Imagen. 8. Diseño caja contenedora para módulo cliente. (Autor).

En la imagen se puede detallar las siguientes partes:

- **1** (bocina). Dispuesta en la salida de la antena receptora del módulo ESP-01, para garantizar una mayor directividad; está compuesta por cuatro caras de cartón forrado de papel conductor, mide 6cm de longitud y profundidad, con 2cm en el recuadro que empata con la antena.
- **2** (carga). Abertura que cumple la función de dejar pasar el cable conector del cargador para alimentar el módulo MB102.
- **3** (caja). Caja de madera que contenga y proteja todo el circuito de funcionamiento para el módulo ESP-01; su altura es de 5cm, una profundidad de 7cm y una longitud de 11cm.

El proceso que se lleva a cabo en el cliente (módulo ESP-01) está detallado en el siguiente diagrama:

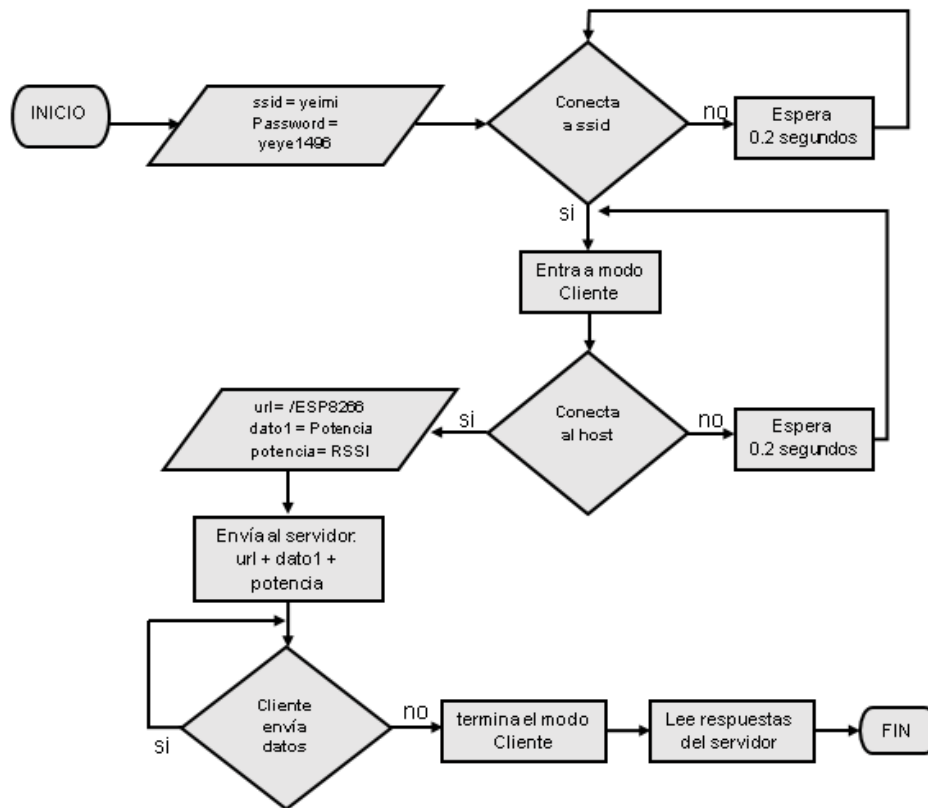


Diagrama 2. Función cliente. (Autor).

El diagrama presentado anteriormente se encuentra más detallado y visible en documentos adjuntos en: [anexos\DIAGRAMAS\diagramas.docx](#)

El Script tipo Arduino que referencia el comportamiento antes descrito se adjunta en: [anexos\codigo\conexion cliente\conexion cliente.ino](#)

### 11.1.2.2. Concentrador ESP-12.

En el segmento del concentrador se encuentra el chip ESP-12, trabajando en la frecuencia de los 2.4GHz. Se encarga de la recopilación de las potencias enviadas por los clientes, las procesa y decide la dirección en la cual la cámara debe direccionarse.

Este módulo requiere una alimentación de 5V, suministrados por la fuente de alimentación MB102. Para su programación no es necesaria una placa externa ya

que se puede programar directamente del computador. El diagrama general de conexión se especifica en la Imagen. 9.

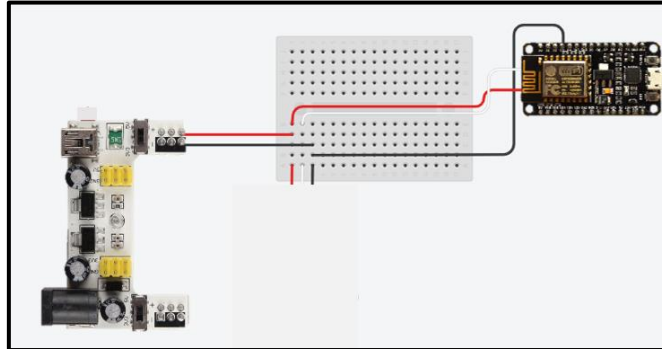


Imagen. 9. Esquema de conexión concentrador. (Autor).

En la Tabla 4. Componentes dentro del esquema del sistema de control. (Autor).

se especifica cada uno de los componentes dentro del esquema concentrador.


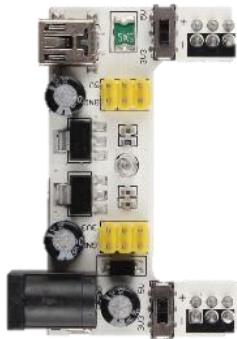
Componente	Función	Representación dentro de los escenarios
<b>Módulo ESP-12 o NodeMCU</b>	Placa de desarrollo ESP-12, con una frecuencia de trabajo de 2,4 GHz. Requiere 5V de alimentación y se encarga de recibir y procesar las lecturas de potencias enviadas por los clientes.	
<b>Fuente de alimentación MB102</b>	Proporciona 3.3V y 5V, es idóneo para la alimentación del módulo ESP8266 ya que suministra de 700mA a 800 mA, necesario para el correcto funcionamiento cuando se trabaja en wifi.	

Tabla 3. Componentes dentro del esquema del concentrador. (Autor).

El proceso que se lleva a cabo en el concentrador (módulo ESP-12) está detallado en el siguiente diagrama:

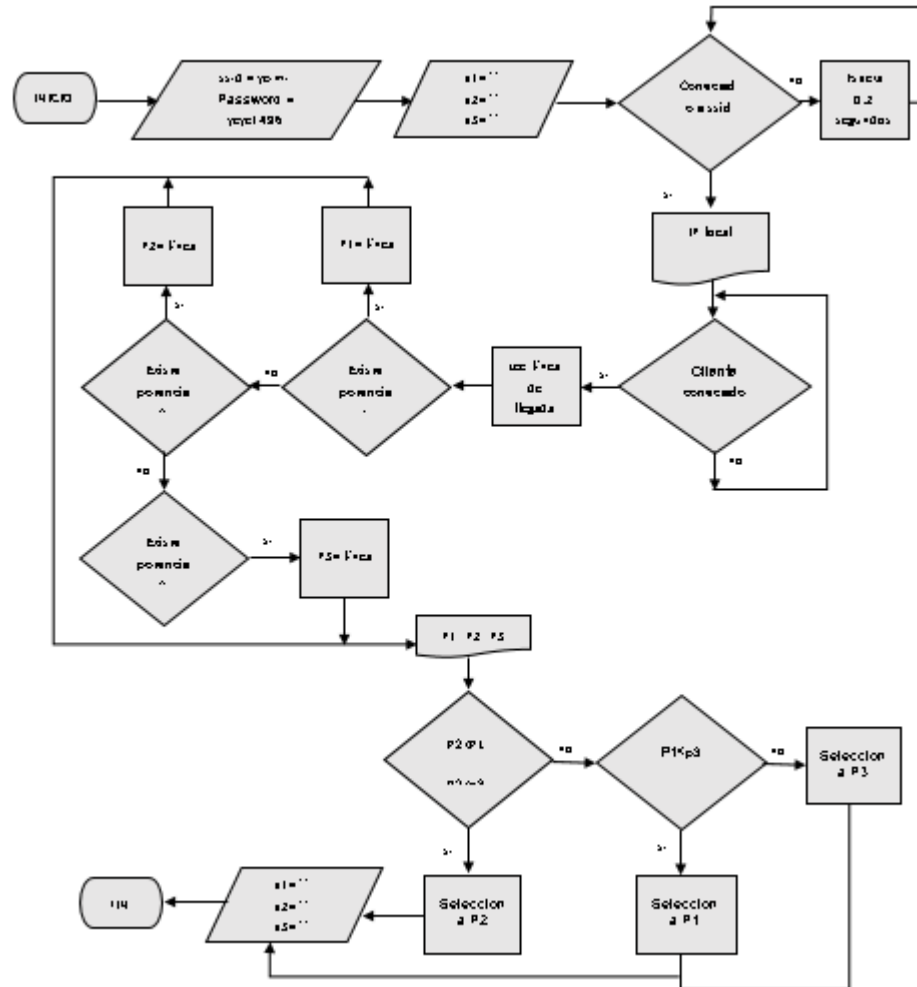


Diagrama 3. Proceso en el concentrador. (Autor).

El diagrama presentado anteriormente se encuentra más detallado y visible en documentos adjuntos en: [anexos\DIAGRAMAS\diagramas.docx](#)

El Script tipo Arduino que referencia el comportamiento antes descrito se adjunta en: [anexos\codigo\conexion\\_servidor\conexion\\_servidor.ino](#)

### 11.1.3. Sistema de control RDF.

Aprovechando la capacidad de procesamiento del chip ESP-12, el sistema de control se realiza sobre el mismo dispositivo utilizado para el módulo concentrador.

El sistema de control recibe la decisión tomada por el segmento del concentrador y envía la orden para que el motor gire hacia al ángulo indicado, obteniendo el seguimiento esperado. El diagrama de conexión se puede visualizar en la Imagen. 10.

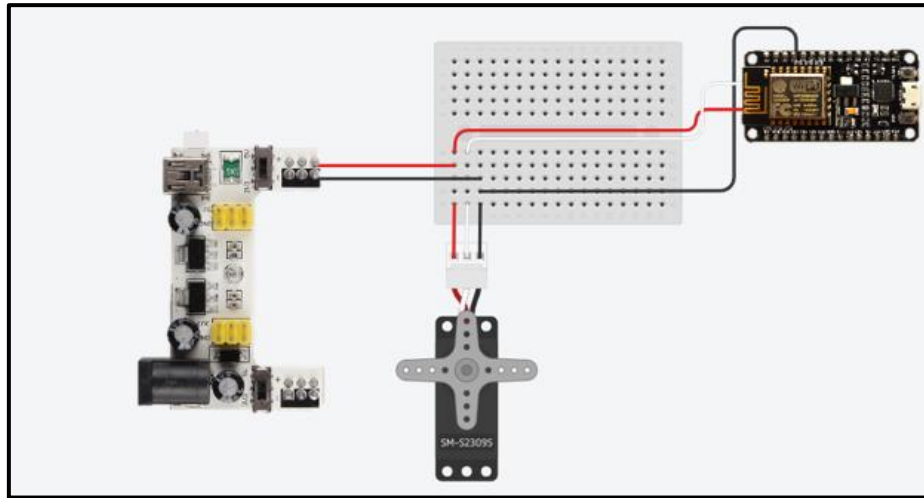



Imagen. 10. Esquema de conexión Servidor. (Autor).

En la Tabla 4 se describe cada uno de los elementos que están dentro del esquema de conexión del módulo para el sistema de control.

Componente	Función	Representación dentro de los escenarios
Módulo NodeMCU	Placa de desarrollo basada en el ESP8266, con una frecuencia de trabajo de 2,4 GHz. Requiere 5V de alimentación y posee diversos pines de entrada que generalmente son utilizados para sensores o en este caso para controlar el motor.	

<p>Fuente de alimentación MB102</p>	<p>Proporciona 5V, es idóneo para la alimentación del módulo ESP-12 ya que suministra de 700mA a 800 mA, necesario para el correcto funcionamiento cuando se trabaja en wifi al mismo tiempo puede proveer la potencia necesaria para el funcionamiento del motor.</p>	
<p>servomotor MG995</p>	<p>Proporciona un margen de funcionamiento de 0 a 180, trabaja con una alimentación desde los 5v.</p>	

Tabla 4. Componentes dentro del esquema del sistema de control. **(Autor).**

Para proteger y garantizar el correcto funcionamiento del motor, se diseña una caja en madera para todo el circuito del módulo programado como concentrador y de control, sus medidas son de 12 cm de longitud y profundidad y 7cm de altura como se muestra en la Imagen. **11.**

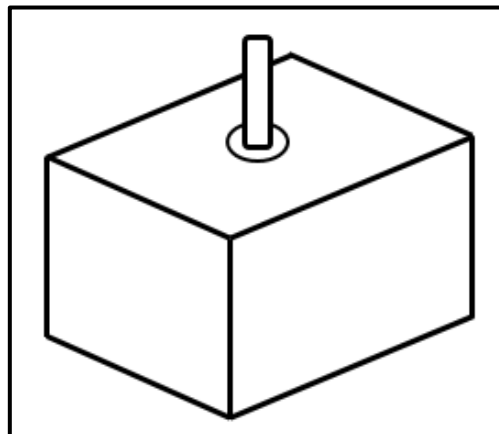


Imagen. 11. caja contenedora del motor. **(Autor).**



El proceso que se lleva a cabo dentro del módulo ESP NodeMCU está detallado en el siguiente diagrama:

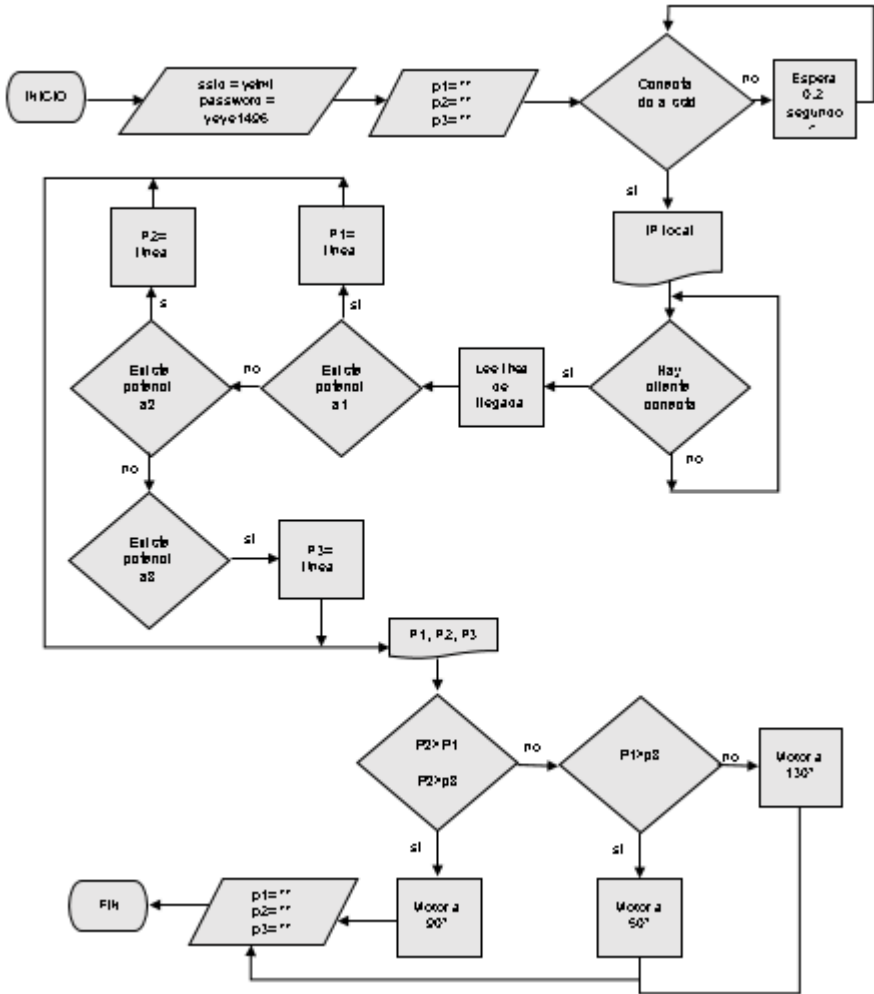


Diagrama 4. proceso del sistema de control. (Autor).

El diagrama presentado anteriormente se encuentra más detallado y visible en documentos adjuntos en: [anexos\DIAGRAMAS\diagramas.docx](#)

## 12. PRUEBAS

### 12.1. Pruebas de directividad

La primera prueba que se realizó, fue determinar la posición correcta de las antenas integradas en los módulos ESP-01. Para ello se tomó como referencia P2 (módulo receptor 2) ubicándolo en el centro del escenario con un ángulo de  $90^\circ$  y una altura de 70 cm. A partir de ahí P1 (módulo receptor 1) y P3 (módulo receptor 3) se ubican en los extremos laterales de P2 a una distancia no mayor a 2,70 m alineando la altura y el ángulo de los tres dispositivos como se muestra en la Imagen. **12.** Descripción escenario de pruebas directividad. (Autor). Imagen. **12.** Una vez posicionados los tres módulos receptores se inicia la prueba #1 tomando las medidas de potencia de señal y registrando los datos en la Tabla 6; luego para la prueba #2 P1 gira su dirección a un ángulo de  $60^\circ$ , P3 a un ángulo de  $120^\circ$  y P2 permanece en la misma posición, y se procede a registrar los datos en la tabla; Por ultimo P1 se dispone a un ángulo de  $180^\circ$ , P3 a un ángulo de  $0^\circ$  y P2 continúa en la misma dirección anterior, se repite el procedimiento y se registran los datos.

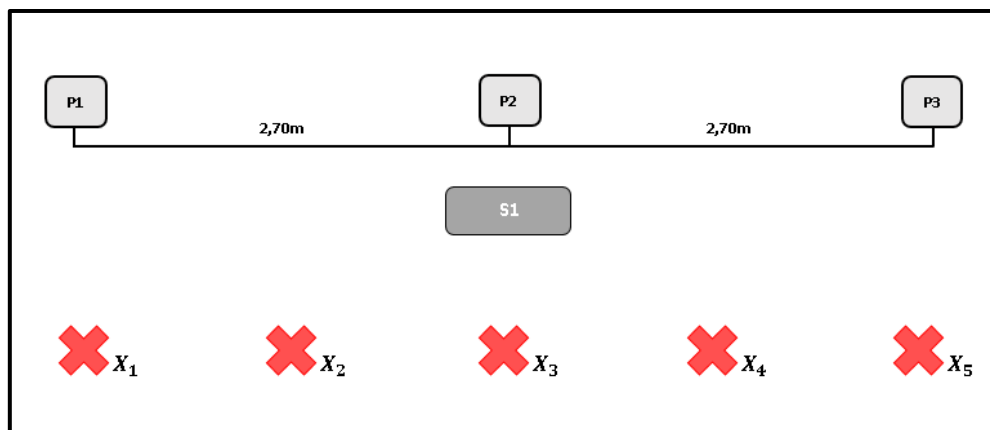


Imagen. 12. Descripción escenario de pruebas directividad. (Autor).

En la Tabla 5 se describe cada uno de los elementos involucrados en las pruebas de directividad del prototipo.

Componente	Función	Representación dentro de los escenarios
------------	---------	-----------------------------------------




Módulo Receptor	Módulos programados como clientes, se encargan de recibir la potencia emitida por el dispositivo móvil y luego envían este dato al servidor para su posterior tratamiento.	
Sistema de control	Módulo programado como servidor, en este, se procesan las potencias recibidas por los clientes y se toma la decisión de hacia dónde direccionar la cámara para seguir el actor.	
Posición específica	Punto específico dentro del escenario de pruebas.	

Tabla 5. Elementos en el escenario de pruebas directividad. (Autor).

En la Tabla 6 se registran cada uno de los resultados de las pruebas de directividad del prototipo.

<b>PRUEBA #1</b>			
	P1=90°	P2=90°	P3=90°
POSICIÓN	P1 dBm	P2 dBm	P3 dBm
X1	-51	-61	-65
X2	-61	-61	-65
X3	-69	-61	-65
X4	-66	-68	-65
X5	-68	-68	-65
<b>PRUEBA #2</b>			
	P1=60°	P2=90°	P3=120°
POSICIÓN	POSICIÓN	POSICIÓN	POSICIÓN
X1	-48	-77	-57
X2	-60	-61	-75
X3	-62	-48	-50
X4	-61	-55	-46
X5	-77	-65	-46

PRUEBA #3			
	P1=180°	P2=90°	P3=0°
POSICIÓN	P1 dBm	P2 dBm	P3 dBm
X1	-58	-77	-57
X2	-60	-61	-75
X3	-62	-48	-48
X4	-61	-55	-66
X5	-77	-65	-46

Tabla 6. Pruebas directividad. (Autor).

De los datos resultados de las pruebas (almacenados en la tabla anterior) se puede evidenciar: Primero, la directividad como la variable que más afecta al funcionamiento del prototipo. Segundo, cuando todas las antenas receptoras (Px) se encuentran posicionadas a 90°, existe una diferencia muy corta entre las potencias recibidas, facilitando así que ocurran errores en el direccionamiento de la cámara para el seguimiento del actor; de igual manera en la prueba # 3 la ubicación de estos módulos hace que presenten fallas, ya que al estar uno en frente del otro llegan a captar una potencia muy similar del dispositivo móvil; finalmente al colocar las antenas en los ángulos especificados en la prueba # 2, se garantiza una línea de vista de estos módulos con el elemento emisor, trascendiendo en que el sistema de seguimiento apunte de manera correcta. Por lo cual se puede decir que la posición idónea para el funcionamiento de todo el sistema es el especificado para la prueba #2.

## 12.2. Prueba distancia

La segunda prueba que se realizó fue determinar la distancia apropiada para el funcionamiento del sistema. Para ello se deben ubicar las antenas receptoras (Px) en las posiciones procedentes de las pruebas de directividad; donde P1 tiene un ángulo de 60°, P2 de 90° y P3 de 120°.

Una representación del escenario utilizado para la prueba se presenta en la Imagen. **12**. Descripción escenario de pruebas directividad. (Autor). Imagen. **13** En la parte superior el sistema de control (S1); se posiciona debajo del motor y encima del trípode la cámara a una distancia prudente de las antenas. A continuación, se puntean los lugares seleccionados para la toma de potencias recibidas por los módulos (Px) a una distancia de 1m, 2m y 3m; consecutivamente, se registran estas medidas en la Tabla **8**, siguiendo un orden vertical iniciando en la posición  $X_{10}$

siguiendo a la  $X_{20}$  hasta llegar a la  $X_{30}$ , luego pasamos a la  $X_{11}$  siguiendo el mismo procedimiento hasta llegar a la posición  $X_{34}$ .

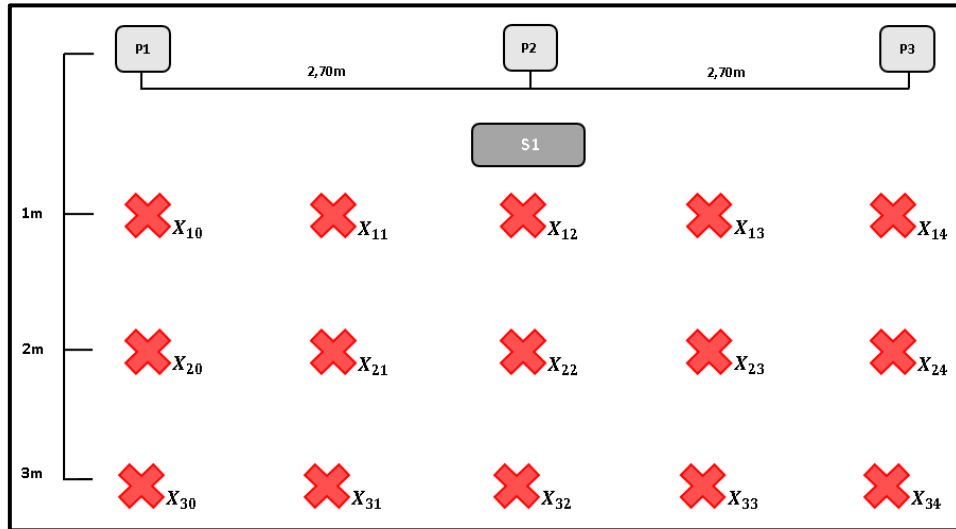


Imagen. 13. Descripción de escenario de pruebas distancia. (Autor).

En la Tabla 7 se describe cada uno de los elementos involucrados en las pruebas de distancia del prototipo.

Componente	Función	Representación dentro de los escenarios
Módulo Receptor	Módulos programados como clientes, se encargan de recibir la potencia emitida por el dispositivo móvil y luego envían este dato al servidor para su posterior tratamiento.	
Sistema de control	Módulo programado como servidor, en este, se procesan las potencias recibidas por los clientes y se toma la decisión de hacia dónde direccionar la cámara para seguir el actor.	


Posición específica	Punto específico dentro del escenario de pruebas.	
---------------------	---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 7. Elementos en el escenario de pruebas distancia. (Autor).

En la Tabla 8 se describe cada uno de los elementos involucrados en las pruebas de distancia del prototipo.

PRUEBA #1			
POSICIÓN	P1	P2	P3
X10	-47	-56	-61
X20	-43	-65	-52
X30	-63	-65	-57
X11	-70	-58	-64
X21	-59	-57	-66
X31	-60	-53	-50
X12	-67	-52	-57
X22	-61	-52	-58
X32	-67	-58	-51
X13	-69	-52	-66
X23	-66	-60	-58
X33	-60	-54	-53
X14	-60	-67	-35
X24	-67	-63	-28
X34	-64	-70	-49

Tabla 8. Pruebas distancia. (Autor).

Después de tomar las medidas de potencia en los diferentes puntos del escenario, se entiende que la distancia óptima para el correcto funcionamiento del sistema es de 1m a 2m, a medida que aumenta la distancia entre los receptores y el dispositivo móvil, mayor será la dispersión de la señal enviada, por lo tanto, se tendrán errores de lectura en las potencias de llegada.

## 13. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

Después de analizar diversas metodologías se decide aplicar XP o programación extrema. Esta metodología es la combinación de varias metodologías y se van

utilizando de acuerdo a como sea necesario (Cevallos, Metodología de Desarrollo Ágil: XP y Scrum, 2008). Con el fin de dar a conocer la metodología empleada en el proyecto se detallan las etapas y pasos a realizar para cumplir con el objetivo general propuesto; luego se describen cada uno de los ítems. En la **Imagen. 14** se identifican cada una de las fases de esta metodología.

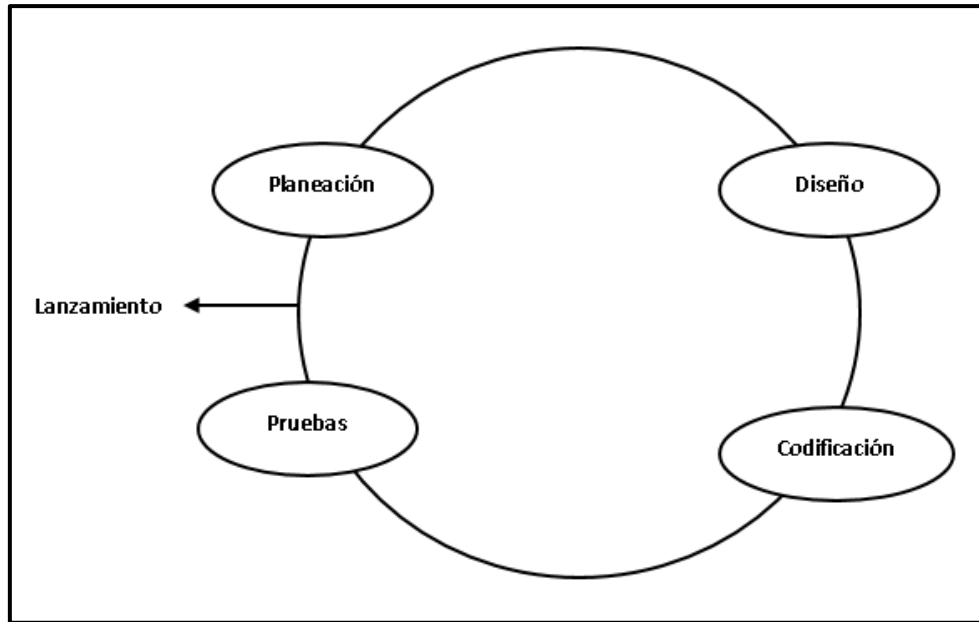


Imagen. 14. Metodología XP. (Autor).

**Planeación.** Es plantear la problemática, justificación, objetivos tanto generales como específicos, cumpliendo ciertos requerimientos para que el proyecto sea aprobado con éxito. (CUBIDES Adrián, 2019)

**Diseño.** El diseño XP sigue rigurosamente el principio MS (mantenlo sencillo). Un diseño sencillo siempre se prefiere sobre una representación más compleja. Además, el diseño guía la implementación de una historia conforme se escribe: nada más y nada menos. (CORTES Paola, 2018)

**Codificación.** Es la parte de la codificación del diseño planteado anteriormente, la importancia de esta etapa, es, que el código se pueda adaptar fácilmente a los cambios ya que se trata es de realimentar. (CUBIDES Adrián, 2019)

**Pruebas.** La creación de pruebas unitarias antes de que comience la codificación es un elemento clave del enfoque de XP, ya que esto asegura la calidad del software. (CORTES Paola, 2018)

La metodología XP define cuatro variables para cualquier proyecto de software: costo, tiempo, calidad y alcance; permitiendo fijar arbitrariamente tres de ellas por actores externos: el cliente y los jefes y el tiempo que establecerá el equipo de desarrollo según el valor en función de las otras tres. También favorece al desarrollo de programación ordenada y cuenta con una tasa de errores muy pequeña (Cevallos, Metodología de Desarrollo Ágil: XP y Scrum, 2015).

## 13.1. Planeación

### 13.1.1. Impact Mapping

El impact Mapping es un método muy eficiente para realizar una planificación estratégica de forma colaborativa y visual, para conocer los impactos que generara el proyecto.

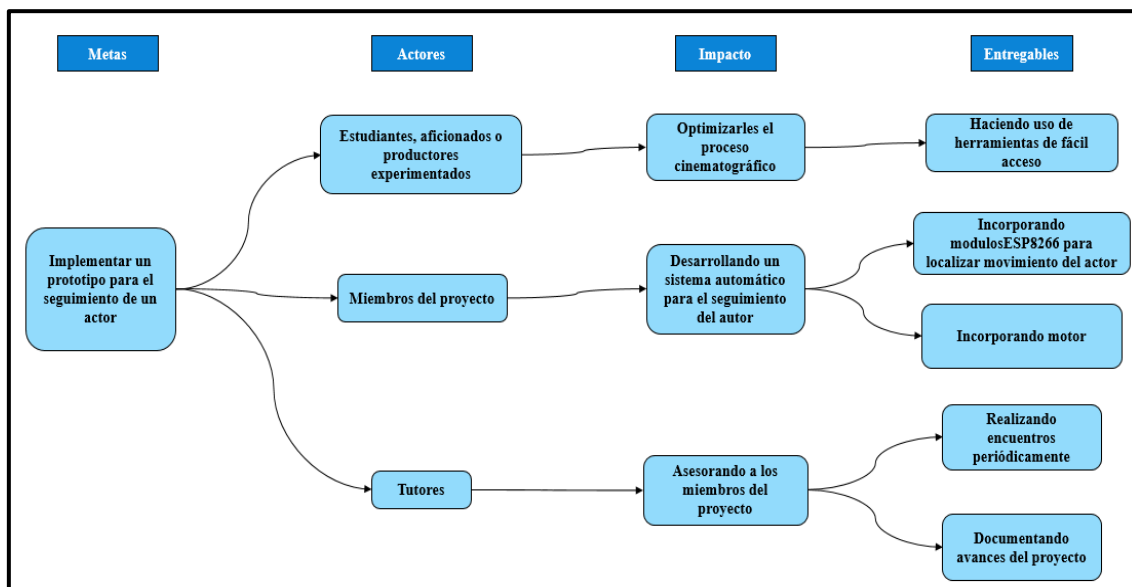


Diagrama 5. Impact Mapping. (Autor).

En Diagrama 5 explica detalladamente el objetivo principal que se quiere cumplir con el proyecto y sus respectivos actores, el impacto que generaría y los entregables para poder cumplirlos.



### 13.1.2. Personas y roles

En la **Tabla 9** se especifica cada uno de los roles que tiene cada miembro del proyecto y su respectivo nombre.

<b>Rol</b>	<b>Nombre</b>
<b>Programador:</b> escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema	Yeimi Andrea Duque y Rosa Angélica Duque
<b>Ciente:</b> permite realizar historias de usuario y las pruebas que validan su implementación.	Rosa Angélica Duque y Fabio Murillo
<b>Encargado de pruebas (Tester):</b> ayuda al cliente a realizar las pruebas de aceptación	Yeimi Andrea Duque
<b>Encargado de seguimiento (Tracker):</b> verifica el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado.	Yeimi Andrea Duque y Rosa Angélica Duque
<b>Entrenador (Coach):</b> Es responsable del proceso global	Edgar Eduardo Roa Guerrero
<b>Consultor:</b> Es un miembro del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto.	Edgar Hernando Criollo Velásquez y Esaú Palomá Parra

Tabla 9. Personas y roles. **(Autor).**

### 13.1.3. Cronograma

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha final	Duración (días)
<b>Determinación de requerimientos</b>	10/10/2018	14/11/2018	34
Recopilación de información	10/10/2018	20/10/2018	10
Análisis de la información	21/10/2018	29/10/2018	8
Identificar la técnica más adecuada	30/10/2018	14/11/2018	15
<b>Diseño del sistema</b>	04/05/2019	11/06/2019	37
Simulación de antenas a utilizar	04/05/2019	14/05/2019	10
Elaboración de diagramas	15/05/2019	20/05/2019	5
Diseñar el cabezal del trípode	22/05/2019	11/06/2019	20
<b>Desarrollo del software</b>	12/06/2019	24/09/2019	100
Sprint 1	12/06/2019	02/07/2019	20
Sprint 2	03/07/2019	23/07/2019	20
Sprint 3	24/07/2019	13/08/2019	20
Sprint 4	14/08/2019	03/09/2019	20
Sprint 5	04/09/2019	24/09/2019	20
<b>Prueba del sistema</b>	25/09/2019	06/10/2019	10
Pruebas de funcionamiento	25/09/2019	30/09/2019	5
Pruebas de calidad	01/10/2019	06/10/2019	5
<b>Implementación y evaluación</b>	07/10/2019	18/10/2019	11
Entrega final y capacitación al cliente	07/10/2019	15/10/2019	8
Análisis de resultados	13/10/2019	18/10/2019	5
<b>Documentación</b>	20/10/2019	06/11/2019	17
Manual de usuario	28/10/2019	01/11/2019	5
Documento final	25/10/2019	06/11/2019	11

Tabla 10. Cronograma de actividades. (Autor).

Como se muestra en la **Tabla 10** se adaptó el cronograma para poder realizar las actividades en un tiempo adecuado sin tener demoras en los entregables, la duración del proyecto fue de 209 días en total.

En la siguiente figura se detalla cómo se implementó este cronograma en “Project” con el fin de visualizar correctamente el tiempo estimado para su desarrollo.

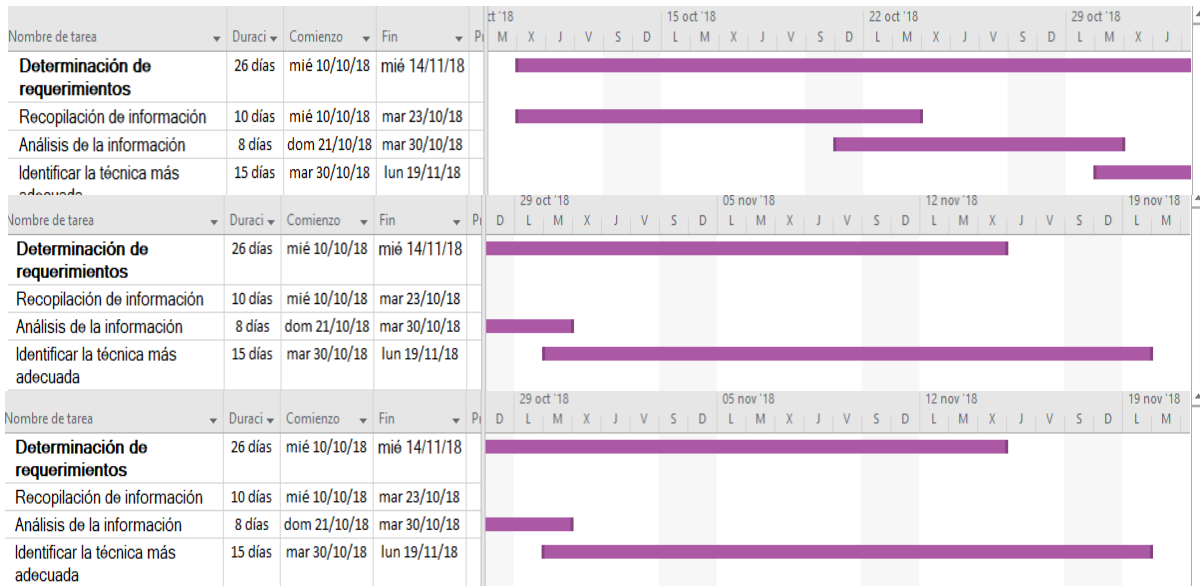


Imagen. 15. Cronograma en Project. (Autor).

El cronograma anteriormente descrito se encuentra detallado en los documentos adjuntos en: [anexos\DIAGRAMAS\CRONOGRAMA.docx](#)

### 13.1.4. User story mapping

Por medio de esta herramienta se facilita la organización y asignación de tareas, también da un marco general para el “product backlog” por consiguiente se tendrán más claras las prioridades del cliente.



Imagen. 16. User story mapping. (Autor).

### 13.1.5. Product Backlog

Una vez realizado el “*User Story Mapping*”, se genera el “*Product Backlog*” en el cual se ilustran todas las tareas que se pretenden realizar durante el desarrollo del proyecto y se asigna la prioridad de cada una de ellas; donde A es alta y M es media. En la **Imagen. 17** se evidencian las 9 historias de usuario, donde cada color forma parte de un Sprint.

Enviar potencia de señal al servidor	A
Leer potencia de señales	A
Guardar potencia de señales	A
Comparar potencia de señales	A
Guardar menor potencia de señal	A
Localizar módulo de menor potencia	A
Mostrar potencia de señales en la página	M
Mostrar menor potencia de señal encontrada	M
Mostrar video de grabación	M

Imagen. 17. Product Backlog. (Autor).

### 13.1.6. Requerimientos

#### Funcionales

- RF01: El sistema deberá ubicar automáticamente un (1) actor en una escena cinematográfica
- RF02: El sistema deberá ser capaz de seguir el movimiento del actor en la escena cinematográfica
- RF03: El sistema deberá permitir un ángulo de rotación sobre su propio eje de 180 grados
- RF04: El sistema deberá constar de búsqueda por radiofrecuencia
- RF05: El sistema deberá leer todas las potencias de señal que le envían
- RF06: El sistema deberá comparar la intensidad de potencia recibida para el seguimiento del actor

- RF07: El sistema deberá localizar el módulo hacia donde se debe dirigir el motor
- RF08: El sistema debe tener estabilidad y fluidez en el seguimiento del actor

### No funcionales

- RNF01: El sistema se desarrollará en el lenguaje de programación Arduino
- RNF02: El sistema podrá ser utilizado en sistemas operativos windows, Linux, OSX
- RNF03: El sistema debe tener una interfaz de comunicación para la captura de video
- RNF04: El sistema deberá contar con una interfaz clara y comprensible

### 13.1.7. Historias de usuario

A continuación, se detallan las historias de usuario establecidas para este proyecto.

#### 13.1.7.1. Delimitación del sistema de un prototipo automatizado para el seguimiento de un actor

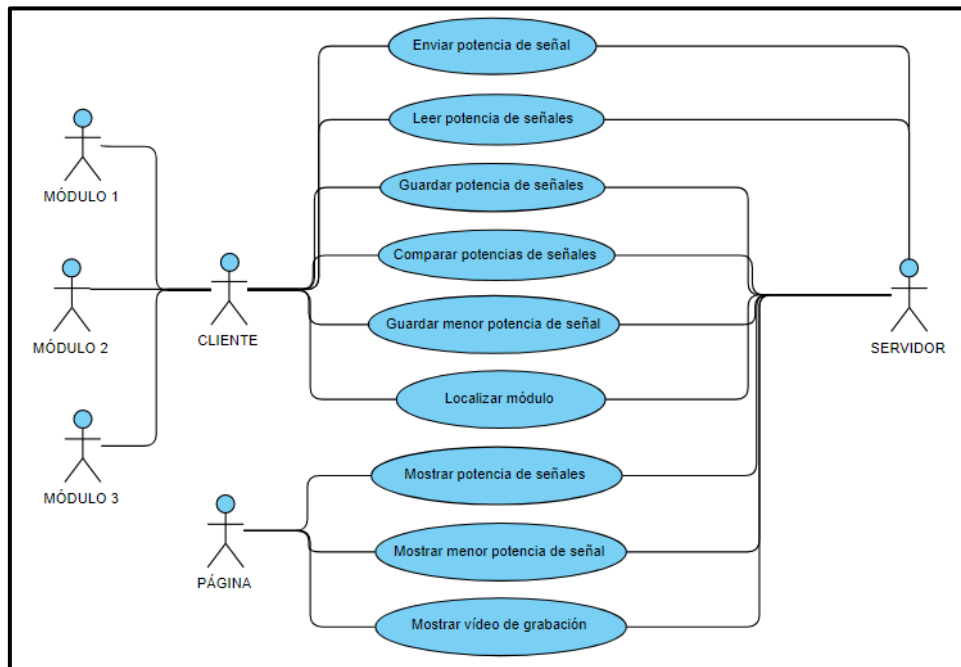


Imagen. 18. Delimitación del sistema. (Autor).

De la delimitación del sistema, se desglosan los casos de uso en detalle los cuales se explican a continuación.

**a. Caso de uso enviar potencias de señal**

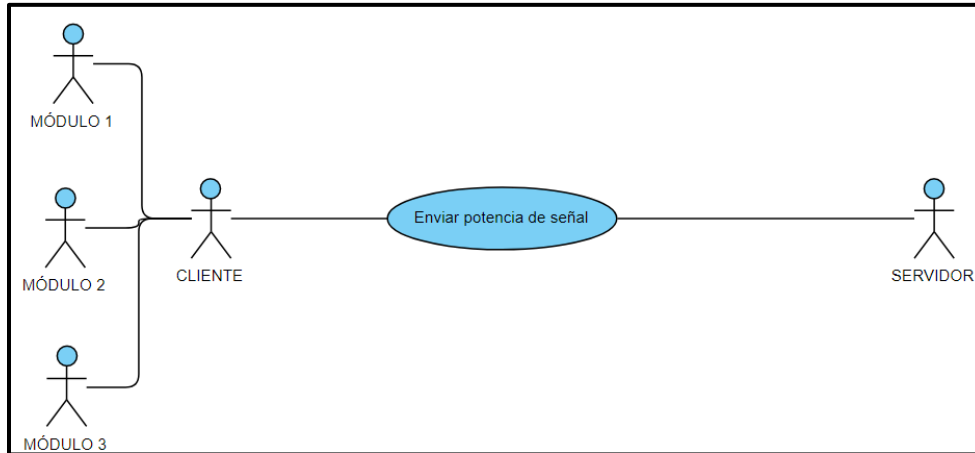


Imagen. 19. Caso de uso enviar potencias de señal. (Autor).

Información de Catalogación			
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección		
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO		
Versión	1,0	Estado de Desarrollo	REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -01		
Nombre	Enviar potencias de señal		
Objetivo	Cada uno de los módulos enviará la potencia de señal al servidor		
Descripción	Debe contar con un servidor y tres clientes para que cada cliente pueda enviar su potencia de señal al servidor		
Actores	Cliente-Servidor		
Precondición	Cada cliente (módulo) debe estar ubicado en el escenario y deben estar conectados al igual que el servidor		
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>	
	1	Conectar cada uno de los clientes (módulos) y el servidor	
	2	El servidor recibe cada una de las potencias de los clientes y las almacena	
Escenario Alternativo	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>	
	2A	Alguno de los clientes no conecta	
	3A	Se verifica si el servidor está leyendo las potencias	

Escenarios de Excepción	4A	Se debe resetear el cliente
	5A	El caso de uso continúa en el paso 2
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>
	2A	Alguno de los clientes no conecta
	3A	El sistema no funciona y finaliza grabación
Postcondición	Los clientes logran enviar cada uno su potencia de señal al servidor	

Tabla 11. enviar potencias de señal. (Autor).

### b. Caso de uso leer potencia de señal

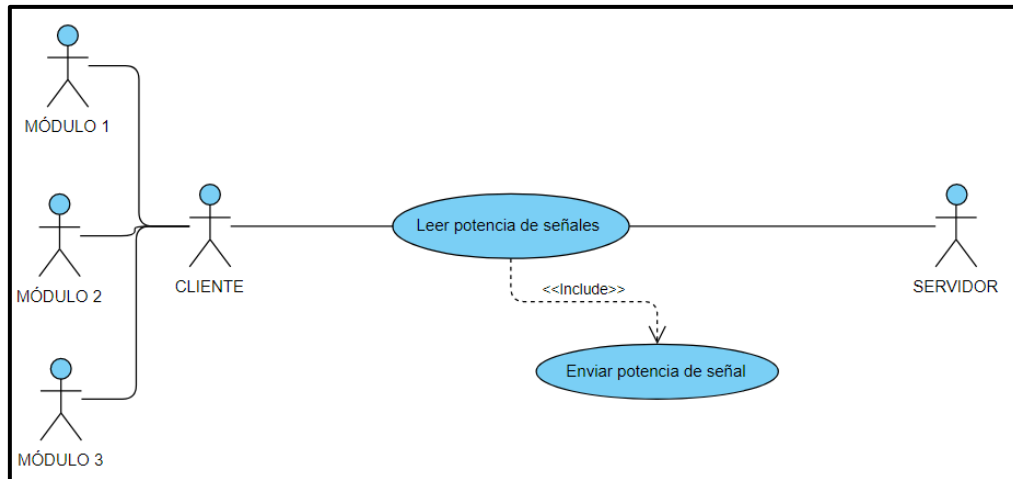


Imagen. 20.Caso de uso leer potencia de señal. (Autor)

Información de Catalogación			
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección		
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO		
Versión	1,0	Estado de Desarrollo	REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -02		
Nombre	Leer potencias de señales		
Objetivo	El servidor leerá cada una de las potencias de señal que fueron enviadas por los clientes		



Descripción	El servidor debe leer por medio del serial cada una de las potencias que han sido enviadas por los clientes	
Actores	Cliente-Servidor	
Precondición	Cada cliente (módulo) y el servidor deben estar ubicados y conectados en el escenario y los clientes deben estar enviando las potencias de señal que correspondan	
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>
	1	Los clientes (módulos) y el servidor deben estar conectados y enviando la potencia de señal
	2	Se envían las potencias de cada uno de los clientes
Escenario Alternativo	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>
	3A	El servidor no responde y no lee las potencias
	4A	Se debe resetear el servidor
Escenarios de Excepción	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>
	3A	El servidor no funciona
	4A	El sistema no funciona y finaliza grabación
Postcondición	Los clientes logran enviar cada uno su potencia de señal al servidor y el servidor lee cada una de ellas	

Tabla 12. Leer potencia de señal. (Autor).

### c. Caso de uso guardar potencia de señales

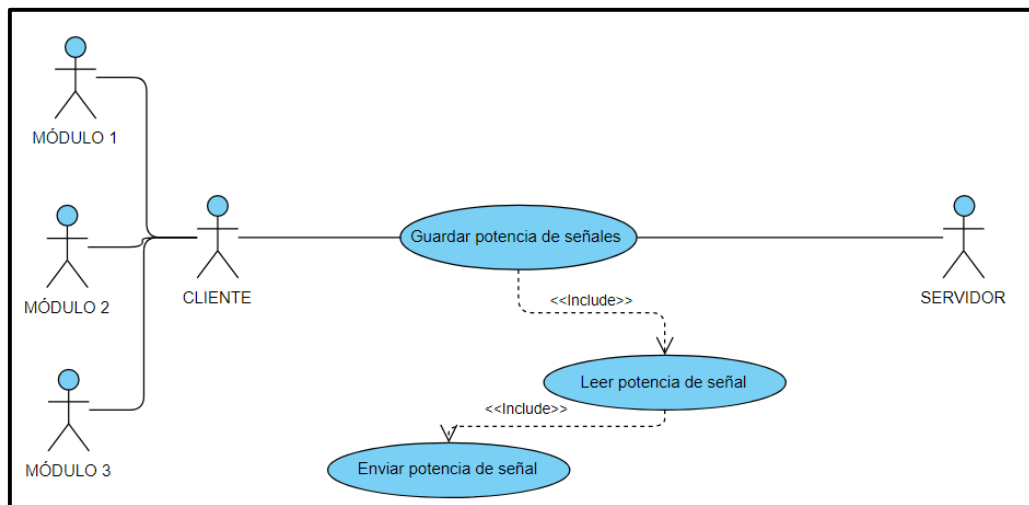


Imagen. 21. caso de uso guardar potencia de señales. (Autor).

Información de Catalogación			
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección		
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO		
Versión	1,0	Estado de Desarrollo	REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -03		
Nombre	Guardar potencias de señales		
Objetivo	El servidor guardará cada una de las potencias de señal que fueron enviadas por los clientes		
Descripción	El servidor debe leer y guardar cada una de las potencias que han sido enviadas por los clientes		
Actores	Cliente-Servidor		
Precondición	Cada cliente (módulo) y el servidor deben estar ubicados y conectados en el escenario y los clientes deben estar enviando las potencias de señal que correspondan para que el servidor pueda guardarlas		
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>	
	1	Los clientes (módulos) y el servidor deben estar conectados y enviando la potencia de señal	
	2	Se envían las potencias de cada uno de los clientes	
	3	El servidor lee cada una de las potencias de señal	
	4	El servidor guarda las potencias de señal	
Escenario Alternativo	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>	
	3A	El servidor no responde y no guarda las potencias	
	4A	Se debe resetear el servidor	
	5A	El caso de uso continúa en el paso 4	
Escenarios de Excepción	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>	
	3A	El servidor no funciona	
	4A	El sistema no funciona y finaliza grabación	
Postcondición	Los clientes logran enviar cada uno su potencia de señal al servidor y el servidor lee y guarda cada una de ellas		

Tabla 13. Guardar potencias de señales. (Autor).

#### d. Caso de uso comparar potencia de señales

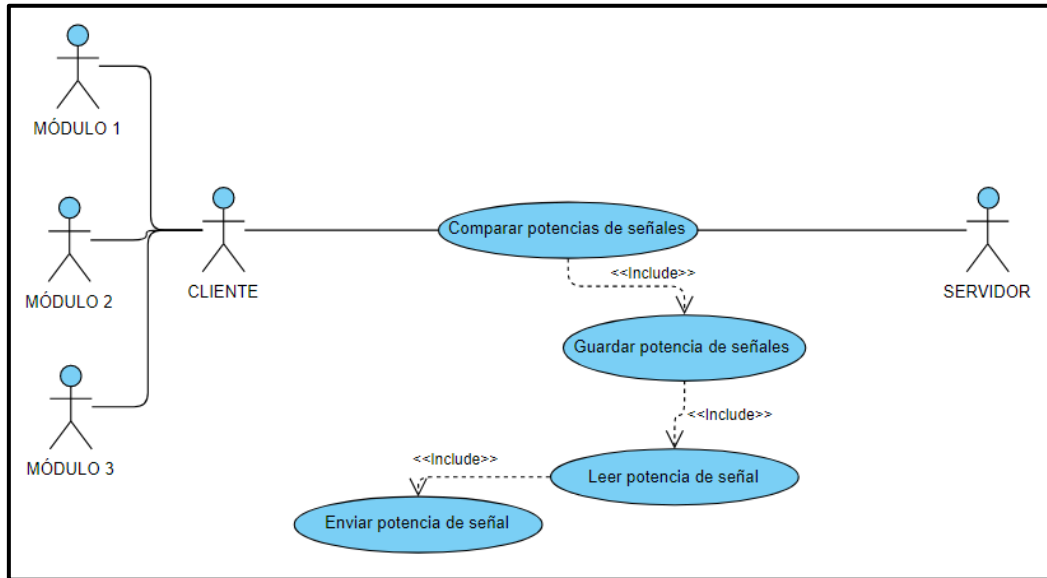


Imagen. 22. Caso de uso comparar potencias de señales. (Autor).

Información de Catalogación			
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección		
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO		
Versión	1,0	Estado de Desarrollo	REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -04		
Nombre	Comparar potencias de señales		
Objetivo	El servidor comparará todas las señales que fueron enviadas por los clientes y debe mostrar la que tiene menor potencia de señal		
Descripción	El servidor debe guardar y comparar las potencias que han sido enviadas por los clientes y una vez comparadas debe mostrar cual es la potencia de menor señal		
Actores	Cliente-Servidor		
Precondición	Cada cliente (módulo) y el servidor deben estar ubicados y conectados en el escenario y los clientes deben estar enviando las potencias de señal que correspondan para que el servidor pueda guardarlas y compararlas para saber la menor potencia de señal		
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>	
	1	Los clientes (módulos) y el servidor deben estar conectados	

Escenario Alternativo	2	Se envían las potencias de cada uno de los clientes
	3	El servidor lee cada una de las potencias de señal
	4	El servidor guarda las potencias de señal
	5	El servidor compara todas las potencias guardadas y muestra la menor
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>
Escenarios de Excepción	3A	El servidor no responde y no guarda las potencias
	4A	Se debe resetear el servidor
	5A	El caso de uso continúa en el paso 3
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>
Postcondición	3A	El servidor no funciona
	4A	El sistema no funciona y finaliza grabación
	El servidor lee y guarda cada una de las potencias recibidas por los clientes, luego las compara y muestra la que tenga menor potencia de señal	

Tabla 14. comparar potencias de señales. (Autor).

### e. Caso de uso guardar menor potencia de señal

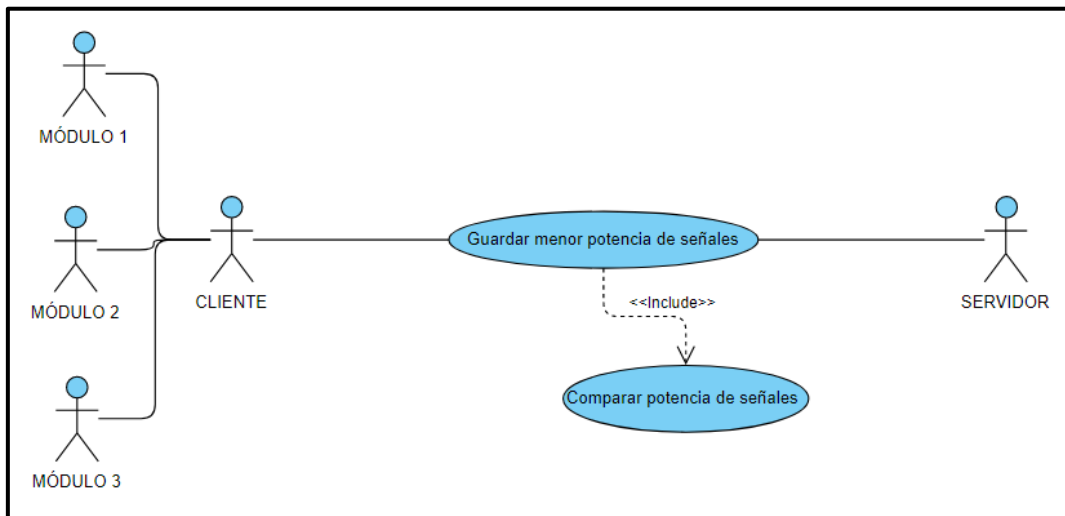


Imagen. 23. Caso de uso guardar menor potencia de señal. (Autor).

Información de Catalogación	
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO

Versión	1,0	Estado de Desarrollo	de REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -05		
Nombre	Guardar menor potencia de señal		
Objetivo	Una vez comparadas todas las señales que fueron enviadas por los clientes el servidor guardará la que tiene menor potencia de señal		
Descripción	El servidor debe guardar y comparar las potencias que han sido enviadas por los clientes y una vez comparadas debe guardar la potencia de menor señal		
Actores	Cliente-Servidor		
Precondición	Cada cliente (módulo) y el servidor deben estar ubicados y conectados en el escenario y los clientes deben estar enviando las potencias de señal que correspondan para que el servidor pueda guardarlas y compararlas para saber la menor potencia de señal y guardarla		
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>	
	1	Los clientes (módulos) y el servidor deben estar conectados	
	2	Se envían las potencias de cada uno de los clientes	
	3	El servidor lee cada una de las potencias de señal	
	4	El servidor guarda las potencias de señal	
	5	El servidor compara todas las potencias guardadas y muestra la menor	
Escenario Alternativo	6	El servidor guarda la potencia de menor señal	
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>	
	3A	El servidor no responde y no guarda las potencias	
	4A	Se debe resetear el servidor	
Escenarios de Excepción	5A	El caso de uso continúa en el paso 3	
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>	
Postcondición	4A	El sistema no funciona y finaliza grabación	
	El servidor lee y guarda cada una de las potencias recibidas por los clientes, luego las compara y guarda la que tenga menor potencia de señal		

Tabla 15. guardar menor potencia de señal. (Autor).

## f. Caso de uso localizar módulo

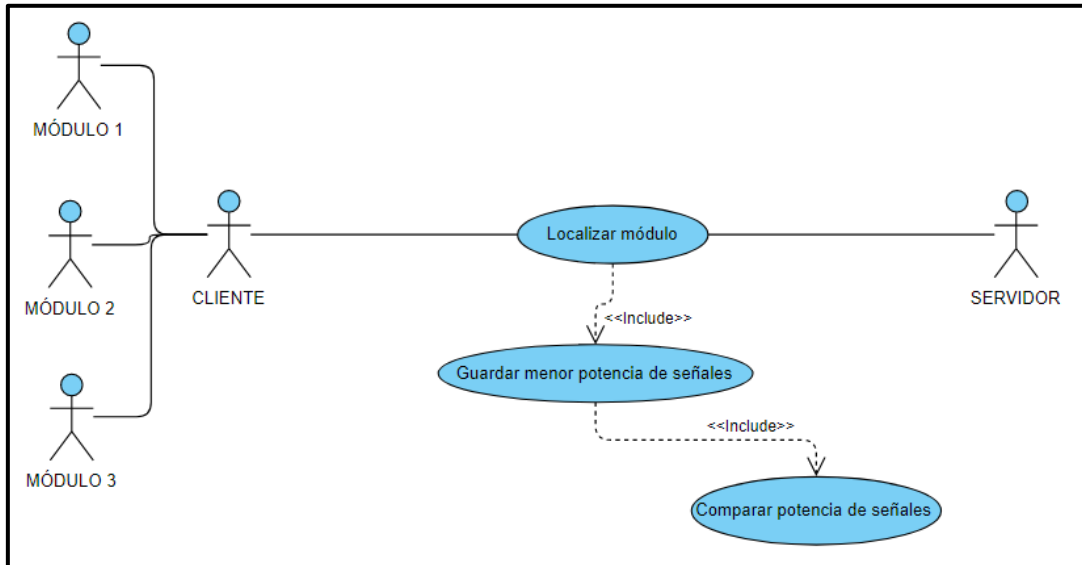


Imagen. 24. caso de uso localizar modulo. (Autor).

Información de Catalogación			
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección		
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO		
Versión	1,0	Estado de Desarrollo	REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -06		
Nombre	Guardar menor potencia de señal		
Objetivo	Una vez comparadas todas las señales que fueron enviadas por los clientes el servidor guardará la que tiene menor potencia de señal		
Descripción	El servidor debe guardar y comparar las potencias que han sido enviadas por los clientes y una vez comparadas debe guardar la potencia de menor señal		
Actores	Cliente-Servidor		
Precondición	Cada cliente (módulo) y el servidor deben estar ubicados y conectados en el escenario y los clientes deben estar enviando las potencias de señal que correspondan para que el servidor pueda guardarlas y compararlas para saber la menor potencia de señal y guardarla		
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>	
	1	Los clientes (módulos) y el servidor deben estar conectados	
	2	Se envían las potencias de cada uno de los clientes	

Escenario Alternativo	3	El servidor lee cada una de las potencias de señal
	4	El servidor guarda las potencias de señal
	5	El servidor compara todas las potencias guardadas y muestra la menor
	6	El servidor guarda la potencia de menor señal
	7	El servidor localiza el cliente que tiene la menor potencia de señal
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>
	3A	El servidor no responde y no localiza la potencia de menor señal
Escenarios de Excepción	4A	Se debe resetear el servidor
	5A	El caso de uso continúa en el paso 3
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>
	3A	El servidor no funciona
Postcondición	4A	El sistema no funciona y finaliza grabación
	El servidor lee y guarda cada una de las potencias recibidas por los clientes, luego las compara y guarda la que tenga menor potencia de señal y por ultimo localiza el cliente que tiene esa potencia de señal menor	

Tabla 16. localizar módulo. (Autor).

### g. Caso de uso mostrar potencias de señales

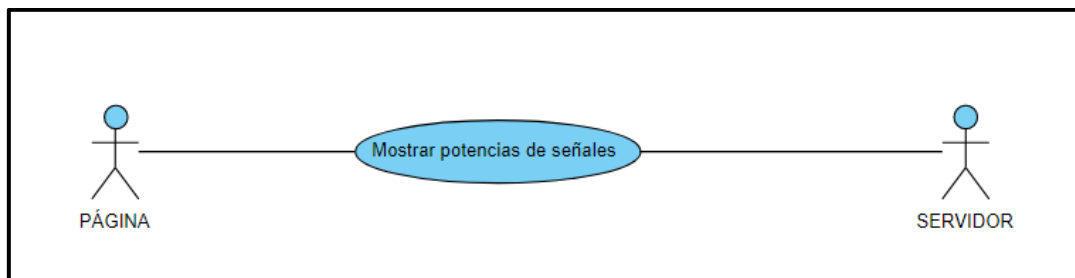


Imagen. 25. caso de uso mostrar potencias de señales. (Autor).

Información de Catalogación			
Proyecto	Diseño e implementación de un prototipo para el seguimiento automático de un actor en escenas cinematográficas mediante búsqueda por radio dirección		
Autor	YEIMI ANDREA DUQUE TENJO Y ROSA ANGÉLICA DUQUE TENJO		
Versión	1,0	Estado de Desarrollo	REVISADO
Definición del Caso de Uso			
Código	Caso de uso -07		

Nombre	Mostrar potencias de señales	
Objetivo	El servidor enviará cada una de las potencias de señal que fueron enviadas por los clientes a la página	
Descripción	El servidor guarda todas las potencias de señal que han sido enviadas por los clientes y una vez guardadas las envía a la página y las muestra	
Actores	Cliente-Servidor	
Precondición	Cada cliente (módulo) y el servidor deben estar ubicados y conectados en el escenario y los clientes deben estar enviando las potencias de señal que correspondan para que el servidor pueda guardarlas	
Escenario Principal	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones</b>
	1	Los clientes (módulos) y el servidor deben estar conectados
	2	Se envían las potencias de cada uno de los clientes
	3	El servidor lee cada una de las potencias de señal
	4	El servidor guarda las potencias de señal
	5	El servidor envía las potencias guardadas a la página
Escenario Alternativo	6	La página muestra las potencias recibidas
	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones alternas</b>
	3A	El servidor no responde y no guarda las potencias
	4A	Se debe resetear el servidor
	5A	El caso de uso continúa en el paso 4
	6B	La página no responde
	7B	Se vuelve a cargar página
	8B	El caso de uso continúa en el paso 5
Escenarios de Excepción	<b>No.</b>	<b>Descripción de acciones de excepción</b>
	3A	El servidor no funciona
	4A	El sistema no funciona y finaliza grabación
	6B	La página no responde
	7B	No mostrará las potencias enviadas por el servidor
Postcondición	El servidor enviará las potencias que han sido guardadas de los clientes a la página y allí las mostrará	

Tabla 17. mostrar potencias de señales. (Autor).

### 13.1.8. Velocidad del proyecto

En total surgieron 9 historias de usuario las cuales se agruparon en 5 sprint o iteraciones, a cada una de ellas se le estimó 20 días para el desarrollo completando un total de 3 meses y 10 días, también se estimó el tiempo de desarrollo de cada fase completando un total de 7 meses; hubo cierto incumplimiento en la entrega de los sprint ya que se nos presentó dificultades en el desarrollo de estas. Sin embargo, se cumplió con el tiempo establecido en el cronograma.



### 13.1.9. Iteraciones

El proyecto se dividió en cinco (5) sprint o iteraciones con un total de 9 historias de usuario. La primera iteración consistió en que cada cliente (módulo) enviara la potencia de señal al servidor, en cada una de las iteraciones tiene una duración de 3 semanas aproximadamente. La segunda iteración consistió en que el servidor leyera todas las potencias que enviaba cada cliente y guardarla en el servidor. La tercera iteración consistió en comparar cuál de las señales es la que tiene la menor potencia de señal y ese dato guardarlo. La cuarta iteración se encargaba de localizar cuál de los clientes era el que tenía menor potencia de señal para así saber a donde debía dirigirse el trípode. La última iteración consistió en mostrar por medio de la página web todas las señales de potencia que son leídas por el servidor y mostrarlas, además mostrar la potencia de menor señal y localizar al cliente.

### 13.1.10. Entregas pequeñas

Cada uno de los Sprint que se realizaron fue una entrega, a continuación, se registra la fecha de inicio y finalización de cada entrega.

Número de sprint	Fecha de inicio	Fecha final
Sprint 1	12/06/2019	02/07/2019
Sprint 2	03/07/2019	23/07/2019
Sprint 3	24/07/2019	13/08/2019
Sprint 4	14/08/2019	03/09/2019
Sprint 5	04/09/2019	24/09/2019

Tabla 18. Fechas de entregas. (Autor).

### 13.1.11. Reuniones

Se realizaron reuniones continuas para tener un plan de trabajo bien realizado, en cada una de las reuniones se realizaba un acta donde se documentaba cada uno de los avances, entregas, tareas, actividades y demás que se desarrollaban en cada reunión. [anexos\ACTAS](#)

### 13.1.12. Traslado de personal

Uno de los objetivos de la metodología XP, es que cada integrante tenga conocimiento previo del funcionamiento del proyecto, esto para disminuir las dependencias necesarias. Se inició estudiando cada una de las herramientas a utilizar por el grupo de desarrolladores para que estuvieran en condiciones de hacer implementaciones en cualquiera de las iteraciones si fuera necesario. Luego se instaló Arduino para el entorno de desarrollo, posteriormente se instalaron cada una de las librerías necesarias, y por último se decidió el modulo con el que se iba a trabajar que fue ESP01, el ESP-12 y el motor.

### 13.1.13. Ajustes a XP

Algunas de las prácticas que la metodología propone fueron cambiadas para beneficio de los integrantes y para el rápido proceso del desarrollo del proyecto, siempre teniendo en cuenta la opinión de cada integrante, así que fueron las siguientes:

**Horario laboral:** Por obligaciones laborales por parte de los integrantes del proyecto no se podía dedicar el total de horas que propone XP, por lo tanto, se ajustó el horario para minimizar el número de horas dedicadas.

**Programación en parejas:** los integrantes del proyecto siempre trabajaron de forma conjunta. El conductor escribe el código, mientras que el observador lo supervisa si algo está mal. Por lo tanto, estuvieron conectados y actualizados de los cambios que se realizaban en todo momento.

## 13.2. Diseño

En esta fase de diseño se debe ir desarrollando durante todo el proceso del proyecto siendo revisado y modificado, en caso de posibles cambios que se puedan presentar. La fase del diseño consta con 6 elementos que deben ser aplicados los cuales son los siguientes:

### **13.2.1. Simplicidad del diseño**

Esta es una de las características que se aplicó al proyecto tanto en el diseño como en el desarrollo de la interfaz gráfica, se logró que mostrara cada una de las potencias de señal que enviaba cada uno de los clientes al servidor y cuál de las tres señales era la de menor potencia, esto con un diseño elegante y sencillo.

También aplicamos la simplicidad al código ya que todo fue orientado a objetos, lo cual nos sirvió para poder incorporar funcionalidades respecto a la aplicación.

### **13.2.2. Metáfora del sistema**

Debido a que el desarrollo de la aplicación fue complejo, se necesitó comprender muchos de los elementos de la plataforma arduino, se necesitó ser estudiada y entendida, para que la implementación por parte de los desarrolladores fuera fácil. Se crearon comentarios en las líneas de código, para que así, cualquier integrante del proyecto tenga conocimiento de la función que se implementa dentro del sistema.

### **13.2.3. Soluciones puntuales**

Durante el transcurso del desarrollo de la aplicación, éste elemento se tomó muy en cuenta, ya que la finalidad del grupo fue cumplir el objetivo general, por lo tanto, cumpliendo éste optimizábamos tiempo y el resultado se vio reflejado en el rendimiento en términos de las funcionalidades implementadas.

En el momento en que se cumplió el propósito de la aplicación se adiciono algo importante, que fue la página web donde el cliente puede observar cada una de las potencias que le llegan al servidor y la potencia que menor señal tiene para así poder llevar un mejor control de la grabación.

### **13.2.4. Refactorización (refactoring)**

En el proceso de desarrollo se trató de ser lo más simple y claro a la hora de crear el código fuente de la aplicación, ya que nuestro primordial objetivo al aplicar esta metodología es que todos los integrantes del proyecto colaboraran y entendieran lo que se está creando, por lo tanto continuamente se ha hecho la refactorización del

código dado que se han mejorado constantemente la lectura de las potencias, los ángulos para donde debe girar el motor, el tiempo de cada operación y las interfaces de usuario, a partir del código inicial.

### 13.2.5. Diagrama de clases con responsabilidades

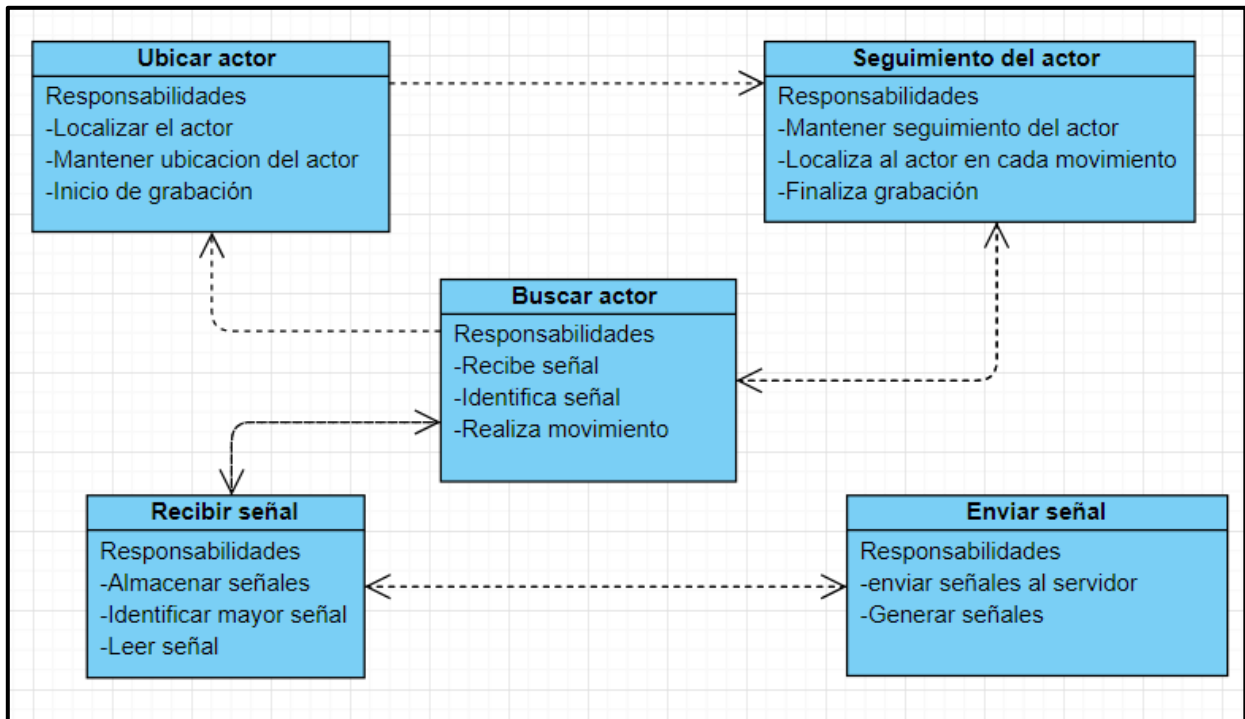


Diagrama 6. Clases con responsabilidades. (Autor).

En el Diagrama 6 se observa las diferentes clases del sistema y sus respectivas responsabilidades o funciones que desarrolla cada una de ellas.

### 13.2.6. Diagrama secuencia

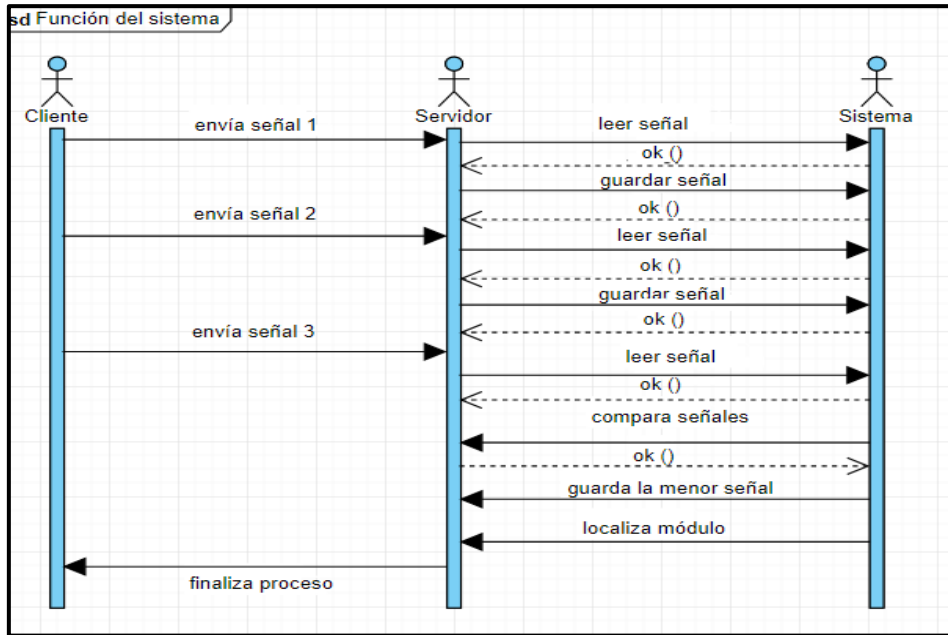


Diagrama 7. Función del sistema. (Autor).

En el Diagrama 7 describe el proceso del sistema desde que se envía las señales hasta cuando localiza el módulo de menor señal.

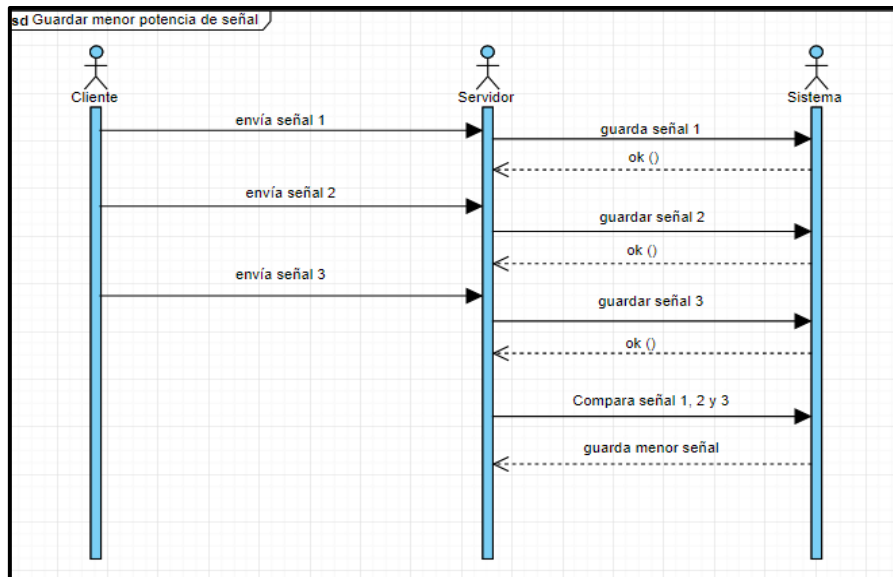


Diagrama 8. Guardar menor potencia de señal. (Autor)

En el Diagrama 8 describe el proceso cuando compara guarda la potencia de menor señal.

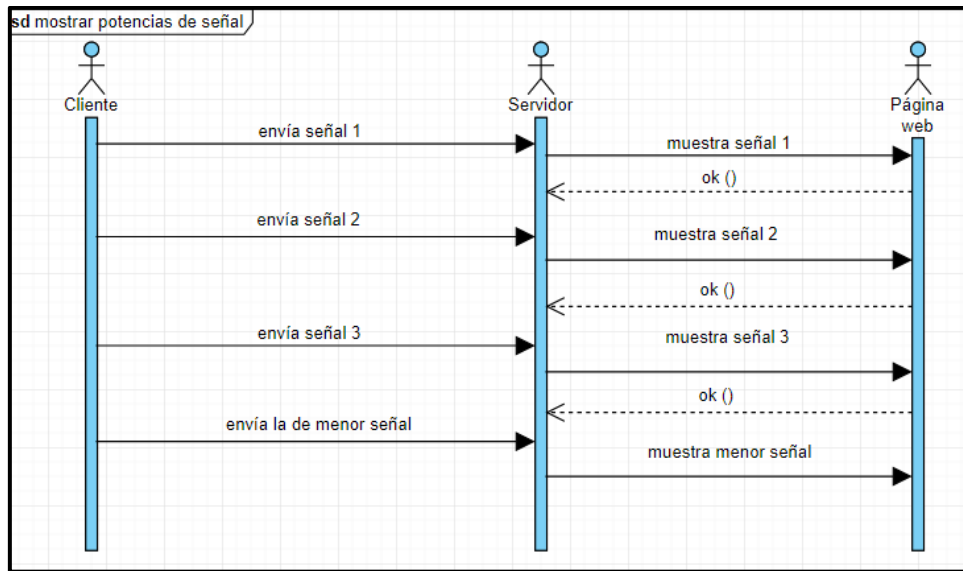


Diagrama 9. Mostrar potencias de señal. (Autor).

En el Diagrama 9 describe el proceso para mostrar por medio de la página web todas las potencias de señal recibidas.

### 13.3. Codificación

El desarrollo en metodologías ágiles, se empiezan desde que se aclaran requerimientos, favoreciendo así, el logro de uno de los objetivos que plantea XP, que son las entregas frecuentes.

A continuación, se explican elementos importantes de esta fase:

#### 13.3.1. Cliente siempre presente

En este elemento como uno de los clientes hacia parte del equipo de desarrollo, siempre estuvimos en contacto con él, estuvo informado de todos los cambios que se iban presentando. En el caso del otro cliente se mantuvo informado por vía telefónica y realizando reuniones breves, aclarando dudas que se hayan presentado durante el desarrollo de la aplicación.

### **13.3.2. Programación en parejas**

Los desarrolladores compartieron computador en algunas ocasiones, pero cuando no, siempre se estuvo en el mismo sitio de trabajo, por lo tanto, no hubo problema ya que ambas tenían conocimiento total de la aplicación, no hubo motivos para generar cuello de botella ya que mantuvieron una comunicación permanente.

### **13.3.3. Integración secuencial**

Esta tarea se les asignó a los desarrolladores, cada uno de los cuales se fue alternando con el otro durante todo el proyecto. Cada desarrollador se encargaba de hacer la integración y de garantizar que la nueva versión no tuviera errores, también de saber en qué lugar se encontraba situada, por lo tanto, esto no desequilibró la participación colectiva del código, ya que el grupo tenía conocimiento total y lo podía modificar, siempre y cuando, quien fuera el propietario del proyecto en ese momento coordinara el proceso para así tenerla en cuenta y poderla implementar en la siguiente iteración.

### **13.3.4. Integración frecuente**

Generalmente se realizaban de 2 a 3 integraciones semanales garantizando así que en todo momento los desarrolladores estuvieran trabajando bajo la última versión de la aplicación y así evitar problemas relacionados con versiones obsoletas.

### **13.3.5. Estándares y propiedad colectiva de código**

En cuestión de la propiedad colectiva del código, se trató siempre de que cada integrante del proyecto supiera de los cambios implementados en la aplicación. Una disciplina que se acogió para lograr este elemento fue comunicar al otro integrante cuando se había realizado una modificación significativa, la importancia de esta medida era evitar que un desarrollador creyera conocer el código, cuando la última versión de esta se diferenciaba de la que él conociera.

### **13.3.6. Descripción interfaz del sistema**

Al ingresar al link [tesisesp8266.000webhostapp.com](http://tesisesp8266.000webhostapp.com) de la página web el usuario observará la Imagen. 26 con cada una de las potencias recibidas por el servidor.



Imagen. 26, Interfaz página web. (Autor)

En la parte inferior de la página se especifica que el módulo tiene la menor potencia y hacia donde se debe dirigir el trípode como se observa en la Imagen. 27

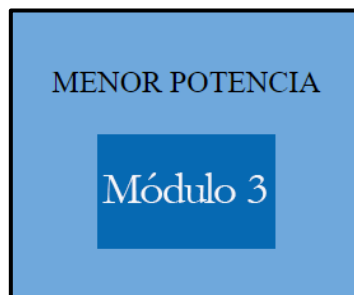


Imagen. 27.. Menor potencia. (Autor)

### 13.3.7. Pruebas

La idea de esta fase, es que se hagan un sin número de pruebas a lo largo del proyecto, con el fin de asegurar con lo planteado en el diseño, dentro de esta es muy importante la participación del cliente sobre todo en las pruebas de aceptación. A continuación, explicaremos las experiencias obtenidas durante el proceso de esta fase:



### **13.3.7.1. Pruebas unitarias**

En esta práctica fue necesaria la escritura de las pruebas antes del desarrollo, ya que implica un proceso de diseño previo, luego de esto, ya que contábamos con una plataforma de desarrollo como arduino, se realizaron pruebas a determinadas unidades de código, es decir clases y métodos que describen la lógica del negocio, lo que permitió validar el cumplimiento de las funcionalidades.

### **13.3.7.2. Pruebas de aceptación**

Estas pruebas se enfocaron en verificar que el sistema fuera “apto para el uso”. El cliente probó el software y verifico que cumpliera con todas las expectativas. Se verifico que el software localizara al actor y que lo siguiera en un ángulo de 180 grados sobre su propio eje.

### **13.3.7.3. Cuando se encuentra un error**

Cuando el código de una de las clases principales pasaba la prueba que se había diseñado con anterioridad, pero los desarrolladores encontraban que la funcionalidad no era correcta se modificaba la prueba y se corregía el código, para que el cliente logre tener completamente claro donde se encontraba el error y él junto con el grupo de desarrolladores pudieran solucionarlo.

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

### **14.1. Conclusiones**

- Si los módulos receptores ubicados a los extremos del escenario, se sitúan muy cerca o de frente uno del otro, se presentan interferencias en la línea de vista y crean errores de lectura de potencias, provocando así un mal direccionamiento de la cámara.

- Método RDF usado para este caso, es el llamado Signal Strength que consiste en medir la atenuación de una señal de radio a través del RSSI, la cual indica la intensidad de la señal recibida respecto al dispositivo emisor.
- Para el desarrollo del proyecto se siguieron los parámetros especificados en la metodología XP, que son planeación, diseño, codificación y pruebas; esto garantiza obtener los resultados esperados y concluir con todas las actividades propuestas.

## 14.2. Recomendaciones

- Se recomienda diseñar un sistema de control más robusto para que el método de rastreo sea más eficaz.
- El dispositivo móvil utilizado, es el celular; por lo que la emisión de señal RF está completamente sometida al fenómeno de la dispersión, por esta razón se exhorta a la búsqueda de un aparato emisor mucho más directivo.
- La precisión de la potencia de señales depende la fijación de las antenas receptoras ubicadas a los extremos del escenario, por esto se debe tener en cuenta las medidas y ángulos que se especifican en los resultados de las pruebas.

## GLOSARIO

**Prototipo:** Es un primer ejemplar o modelo que sirve como representación o simulación del producto final.

**Radio dirección:** Maneja la recepción de ondas radioeléctricas para establecer la dirección de una estación o de un objeto

**RDF:** (Búsqueda por Radiofrecuencia) Se refiere al uso de instrumentos especializados, antenas y metodologías para determinar la ubicación de una fuente de RF u "objetivos" que pueden ser estacionarios o móviles (a diferentes velocidades).

**Receptor:** Es el encargado de recibir las potencias de señal

**Emisor:** Es el encargado de enviar las potencias de señal

**Antena:** Es un dispositivo usado para las transmisiones en frecuencias AM o FM, diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.

**Arduino:** Es una compañía de desarrollo de software y hardware libre, así como una comunidad internacional que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real.

**Punto de acceso:** Es un dispositivo de red que interconecta equipos de comunicación inalámbricos, para formar una red inalámbrica que interconecta dispositivos móviles o tarjetas de red inalámbricas.

**Potencia de señal:** El gasto que supone enviar o transmitir una señal.

**Antena Microstrip:** Es una antena fabricada utilizando técnicas de microstrip en una placa de circuito impreso. Es un tipo de antena interna. Se utilizan principalmente en frecuencias de microondas.

**Servidor:** Se encarga de recibir información y enviar respuesta.

**Cliente:** Se encarga simplemente de iniciar la comunicación con el servidor.

## Bibliografía

Abellan, A. (15 de Febrero de 2018). *Producción Audiovisual*. Obtenido de <https://productoravideomarketing.es/produccion-audiovisual-definición-etapas>

Alcívar, P. A. (2011). Estudio de la factibilidad de la conexión de dos equipos de radiogoniometría para la determinación de una señal de telefonía móvil celular tecnología GSM.

Alegsa, L. (17 de Febrero de 2010). *Elegsa.com.ar* . Obtenido de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/transceptor.php>

Aliexpress. (Septiembre de 2018). *Aliexpress*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/Camera-Accessories-Tripod-Heads-Tripod-Monopod-Metal-Ball-Head-with-Arca-Swiss-Type-PU60-Quick-Release/32484664689.html>

- amaina. (Septiembre de 2018). *amaina*. Obtenido de <https://www.amaina.com/tripodes-completos/1639-tripode-profesional-e-image-7050-aa-cabeza-fluida.html>
- Amazon. (Septiembre de 2018). *Amazon*. Obtenido de <https://www.amazon.es/AmazonBasics-Tr%C3%ADpode-completo-panor%C3%A1mico-posiciones/dp/B005KP473Q>
- Aprendiendo Arduino*. (20 de junio de 2017). Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/06/20/programacion-arduino-6/>
- Arduino. (22 de Marzo de 2015). *Arduino*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/22/que-es-el-hardware-libre/>
- Arduino. (2018). *Prometec*. Obtenido de <https://www.prometec.net/producto/arduino-uno/>
- Bachimport. (Septiembre de 2018). *Bachimport*. Obtenido de <https://www.bachimport.com/es/columnas/17005-tripode-columna-210cm-mbx-1mbx-0.html>
- Camaralia. (Septiembre de 2018). *camaralia*. Obtenido de <https://www.camaralia.com/Articulo~x~Sachtler-flowtech-75-ms-tripode-de-fibra-de-carbono-con-triangulo-intermedio-y~IDArticulo~3359.html>
- Camarasreflexcom. (Septiembre de 2018). *Camarasreflexcom*. Obtenido de <http://camarasreflexcom.blogspot.com/2010/08/que-tripode-me-compro.html>
- Cevallos, K. (5 de mayo de 2008). *Metodología de Desarrollo Ágil: XP y Scrum*. Obtenido de <https://ingsoftwarekarlacevallos.wordpress.com/2015/05/08/metodologia-de-desarrollo-agil-xp-y-scrum/>
- Cevallos, K. (8 de Mayo de 2015). *Metodología de Desarrollo Ágil: XP y Scrum*. Obtenido de Ingeniería del Software: <https://ingsoftwarekarlacevallos.wordpress.com/2015/05/08/metodologia-de-desarrollo-agil-xp-y-scrum/>
- Chersich. Facundo Santiago, G. F. (mayo de 2008). *rdu*. Obtenido de <https://rdu.iua.edu.ar/handle/123456789/1643>

- Clarricoats, P. (2006). Radio Direction Finding and Superresolution. *IET Electromagnetic Waves Series* 33.
- COMINT, E. Y. (3 de 10 de 2018). Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/539/1/CD-1043.pdf>
- Congreso De Colombia. (2012). *Ley 1556 9 de Julio de 2012 por la cual se fomenta el territorio nacional como escenario para el rodaje de obras cinematograficas.*
- CORTES Paola, D. I. (2018). DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA MOVIL QUE PERMITA DETERMINAR LAS SALIDAS DE EMERGENCIA Y PUNTOS DE ENCUENTRO, EN LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE FUSAGASUGA, UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA. Fusagasugá.
- CUBIDES Adrián, C. G. (2019). SISTEMA MÓVIL DE ORIENTACIÓN CON SÍNTESIS DE VOZ PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ. Fusagasugá.
- Del Valle Hernández, L. (s.f.). *Programar facil* . Obtenido de <https://programarfacil.com/podcast/como-configurar-esp01-wifi-esp8266/>
- Denisowski, P. (s.f.). An introduction to radio direction finding methodologies. *Rohde & schwarz*.
- Díaz, A. C. (2014). *Radiobalizas y radiogoniometría: identificación y localización*. San Cristóbal de La Laguna.
- dzoom. (Septiembre de 2018). *dzoom*. Obtenido de <https://www.dzoom.org.es/tripode-o-monopie-ventajas-e-inconvenientes/>
- Electronilab. (2019). *Electronilab*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/mg995-tower-pro-servo-motor-metalico/>
- Fotografiarte. (Septiembre de 2018). *Fotografiarte*. Obtenido de <https://www.fotografiarte.es/catalogo/tripodes-manfrotto/4471-mini-tripode-709b.html>
- Fotovega. (Septiembre de 2018). *Fotovega*. Obtenido de <http://www.fotovega.com/zapata-plato-tripode-hama-velbon>
- Francisco, L. B. (3 de 10 de 2018). Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/128/1/T-UTC-0053.pdf>
- kitsplit. (Septiembre de 2018). *kitsplit*. Obtenido de <https://kitsplit.com/rent/dolly-camdolly-cinema-system-full-size-slider-tabletop-beverly-hills-ca>

- Kurt VonEhr, S. H. (2016). Software Defined Radio for direction-finding in UAV wildlife tracking. *Conferencia Internacional IEEE 2016 sobre Electro Tecnología de la Información (EIT)*. Grand Forks, ND, USA: IEEE Xplore.
- Lagunas Tagarona, E. (2009). Estimación conjunta de TOA y DOA en sistemas UWB para localización. En *Estimación conjunta de TOA y DOA en sistemas UWB para localización*. Barcelona .
- Mercado libre. (Septiembre de 2018). *Mercado libre*. Obtenido de [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-454346097-tripode-semiprofesional-jmary-kp-2264-azul-negro-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-454346097-tripode-semiprofesional-jmary-kp-2264-azul-negro-_JM)
- Ministerio De Cultura. (2003). *La Ley Del Cine Para Todos*.
- Morales, C. A. (09 de 05 de 2011). *pucp*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/245>
- Moya, M. J. (2012). *Diseño de un manual multimedia sobre la elaboración de herramientas técnicas para realizar movimientos de cámara y sistemas de iluminación en producciones audiovisuales*. Quito, Ecuador.
- okhosting. (20 de 09 de 2018). *www.okhosting.com*. Obtenido de [https://okhosting.com/blog/metodologias-del-desarrollo-de-software/#Metodologia\\_en\\_cascada\\_Framework\\_lineal](https://okhosting.com/blog/metodologias-del-desarrollo-de-software/#Metodologia_en_cascada_Framework_lineal)
- Paulina Adriana, M. A. (2011). Estudio De La Factibilidad De La Conexión De Dos Equipos De Radiogoniometría Para La Determinación De Una Señal De Telefonía Móvil Celular Tecnología GSM.
- Proimagenes Colombia. (02 de Marzo de 2018). *Proimagenes Colombia*. Obtenido de Cine En Cifras: [http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine\\_colombiano/cine\\_en\\_cifras/cine\\_cifras\\_listado.php](http://www.proimagenescolombia.com/secciones/cine_colombiano/cine_en_cifras/cine_cifras_listado.php)
- Ramirez, A. Y. (2010). *Radiogoniómetro de un canal*. México.
- S.C Swales, M. B. (2002). Direction finding in the cellular land mobile radio environment. *Fifth International Conference on Radio Receivers and Associated Systems*. Cambridge, UK: IEEE Xplore.
- Sánchez, T. (2015). Implementaciones en hardware de técnicas de radiogoniometría. *revista Ingeniería y región*.

SCHWARZ, R. (2001). *Radiomonitoring and Radiolocation, introduction*. Germany: Rohde & Schwarz.

Segura, H. E. (2017). *Diseño e implementación de un Dolly automatizado de bajo costo para camaras DSLR*. Santiago de Cali.

Vistronica . (2019). Obtenido de <https://www.vistronica.com/robotica/motores/servomotor-mg995-pinoneria-metalica-180-detail.html>

Zorrilla, J. (09 de Marzo de 2019). *Internet de las cosas*. Obtenido de <https://www.internetdelascosas.cl/2019/03/09/el-microcontrolador-esp8266-programando-el-modulo-esp-01/>