



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACUTAD DE SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA

“PROTOTIPO DE ROBOT SEMIAUTÓNOMO, ESPECIALIZADO EN
FUMIGACIÓN AGRÍCOLA BAJO LA TECNOLOGÍA “ARDUINO”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTOR

FIGUEROA SARCOS JOSÉ ANTONIO.

PROFESOR TUTOR

VERA GONZÁLEZ SENDEY, ING.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015-2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación denominado: **“PROTOTIPO DE ROBOT SEMIAUTÓNOMO, ESPECIALIZADO EN FUMIGACIÓN AGRÍCOLA BAJO LA TECNOLOGÍA ARDUINO”**, elaborado por el egresado **FIGUEROA SARCOS JOSÉ ANTONIO**, de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes y autorizo para que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, 03 de Julio del2015

.....

Ing. Sendey Vera González.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, quien es mi fortaleza mi fuente de fe y esperanza, a mis padres Galo Eustacio Figueroa Figueroa y Ángela María Sarcos Arreaga quienes han sido la lumbrera de mi camino, me ayudaron a dar mis primeros pasos y a pesar de los años, aun me siguen enseñando, a mi esposa Narcisa Yusting Rivera Intriago, mi ayuda idónea, mi fuente de inspiración a mi hija Danna Carla Figueroa Rivera quien me alienta día a día a seguir adelante con su bella sonrisa y lo fuerte de sus abrazos que no me dejaron desmayar.

José Antonio Figueroa Sarcos

AGRADECIMIENTO

A Dios quien no me ha dejado desmayar en este arduo camino, desde mis primeros pasos de mi formación estudiantil, a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA por haberme acogido convirtiéndose en mi segundo hogar, a mis profesores quienes enriquecieron mi alma con sus conocimientos, a mis padres Galo Eustacio Figueroa Figueroa y Ángela María Sarcos Arreaga, quienes aun con obstáculos nunca desistieron en su sueño de verme convertido en un profesional, a mi esposa Narcisa Yusting Rivera Intriago y mi hija Danna Carla Figueroa Rivera los más grandes amores de mi vida, a mi tutor Ing. Sendey Vera que gracias a su ayuda incondicional, estoy terminando una etapa más de mi vida.

José Antonio Figueroa Sarcos

TRIBUNAL DEGRADO

Ing. Walter Orozco Iguasnia, MSc.

DECANO DE FACULTAD

Ing. Washington Torres Guin MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Sendey Vera González

PROFESOR TUTOR

Ing. Samuel Bustos Gaibor.

PROFESOR DE ÁREA

Ab. Joe Espinoza Ayala
SECRETARIO GENERAL

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**PROTOTIPO DE ROBOT SEMIAUTÓNOMO, ESPECIALIZADO EN
FUMIGACIÓN AGRÍCOLA BAJO LA TECNOLOGÍA “ARDUINO”**

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación , se tomó como tema de titulación el diseñar e implementar un robot prototipo semiautónomo para la fumigación de los cultivos que se generan en la provincia de Santa Elena; esta implementación estará montada sobre un chasis o estructura rígida que alojará en él un sistema de bombeo de agua, además de circuitería electrónica: se realizó el estudio y análisis de la fusión entre los sistemas, motriz, fumigación y monitoreo mediante el software de desarrollo arduino; el objetivo para este prototipo es concebir un sistema autónomo que permita el funcionamiento adecuado y sincronizado de los componentes; sin embargo, se fijan dos principios el manejo automático y manual todo esto apoyado en el software labview que permite la interacción hombre-máquina, a través de un sistema de comunicación inalámbrica; para la realización de este proyecto fue enmarcados en eventos como la investigación previa, la conceptualización de los requerimientos para el sistema, diseño y análisis técnico, programación además de simulación, implementación y pruebas de campo se tomaron en cuenta técnicas e instrumentos como la observación directa e indirecta, material bibliográfico, documentales, históricos y ensayos inspirados en la innovación tecnológica, además de encuestas para medir el nivel de aceptación; con la implementación de este proyecto se busca abarcar dos frentes, el desarrollo productivo de la provincia de Santa Elena preservando los recursos naturales del medio ambiente y también en la apertura hacia nuevas tecnologías con relación a la robótica aplicada enmarcados a la adquisición de nuevos conocimientos.

TABLA DE CONTENIDOS

ITEM	Página
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
TRIBUNAL DEGRADO.....	IV
RESUMEN	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICO	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. MARCO REFERENCIAL.....	3
1.1. IDENTIFICACIÓN DELPROBLEMA.....	3
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DELTEMA.....	4
1.4. OBJETIVO	5
Objetivo General.....	5
Objetivos específicos.	5
1.6 RESULTADOSESPERADOS	6
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES.....	7
Robots en el sector agrícola	9
SISTEMA PARA EL CONTROL	14
Introducción a los sistemas de riego.	16
2.3. VARIABLES.....	18
Variable dependiente	18

2.4. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.5. TÉRMINOS BÁSICOS.....	20
3. ANÁLISIS	24
3.1. DIAGRAMA DE PROCESOS.....	24
Sistemas conexión Wi-Fi.....	26
Sistema de potencia.....	27
Sistema de sensado.....	28
3.2. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	29
3.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA.....	30
Análisis técnico.....	30
Costos.....	31
Costos de suministro para la redacción del proyecto.....	32
Costos de software para el desarrollo de la implementación.....	33
Costo total de la implementación.....	35
3.4. ANÁLISIS OPERATIVO	35
Rendimiento.....	35
Productividad:.....	36
4. DISEÑO.....	37
4.1. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN.....	38
Diseño del robot manipulador.....	38
Estructura del chasis.....	39
Algoritmo para funcionamiento motriz del robot prototipo.....	40
Diseño del sistema de fumigación.....	42
Algoritmo para el funcionamiento del sistema de fumigación	44
Diseño para el sistema de sensado.....	45
Diseño del sistema de control	46
Diseño de tarjeta para el puente H.....	47
4.2. DISEÑO Y GENERACIÓN DE PROGRAMACIÓN ARDUINO.....	49
4.3. DISEÑO DE INTERFAZ (GRÁFICA).....	49
Pantalla principal de la Interfaz de Labview.....	49
Desarrollo del vi de funcionamiento de la interfaz gráfica.....	50
Desarrollo del vi de comunicación serial Ethernet.....	51

Desarrollo del Vi de dato a enviar.	52
Vi de comunicación a través de Joystick o (PTZ).....	53
5. IMPLEMENTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS	56
5.1. CONSTRUCCIÓN	56
Construcción chasis base plataforma.	56
Construcción de la tarjeta de potencia.	59
Construcción y montaje del sensor de nivel.....	60
Montaje y conexión de tarjetas.	62
Montaje de la tarjeta ARDUINO mega.....	63
Montaje de la tarjeta transceiver serial RS 232 Ethernet.	64
Montaje de la tarjeta del puente H.	65
5.2. SISTEMA E INSTRUCCIONES PARA EL DISPOSITIVO.	66
Pruebas.....	68
5.3. DOCUMENTACIÓN	71
5.4. DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS.	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA	76

ÍNDICE DE GRÁFICO

N.	Descripción	Página
Figura. 1	Robot en el sector agrícola.	10
Figura. 2	Diagrama de proceso general robot semiautónomo fumigador de cultivos.....	25
Figura. 3	Diagrama del sistema de control	26
Figura. 4	Diagrama del sistema de comunicación.	27
Figura. 5	Diagrama del sistema de comunicación.	28
Figura. 6	Diagrama del sistema de comunicación.	28
Figura. 7	Diagrama de bloque del prototipo robot fumigador.	37
Figura. 8	Dimensiones de los cultivos para los que se pretende añadir la implementación. ..	39
Figura. 9	Diseño para del chasis.	40
Figura. 10	Diagrama de funcionamiento de los motores.	41
Figura. 11:	Diseño para el sistema de fumigación.	43
Figura. 12	Esquema del sistema de fumigación.....	44
Figura. 13	Estructura para la cámara	46
Figura. 14	Diseño tarjeta para puente h	47
Figura. 15	Esquema electrónico para funcionamiento del robot a través de isis proteus.....	48
Figura. 16:	Pantalla principal de la interfaz gráfica.	50
Figura. 17	Etapa de vi de funcionamiento	51
Figura. 18	Comunicación serial Ethernet.....	52
Figura. 19	Interfaz de estado para el robot.....	53
Figura. 20	Vi de la interfaz para comunicación de joystick.....	54
Figura. 21	Comunicación con el video	55
Figura. 22	Etapas para la construcción del chasis.....	57
Figura. 23.	Montaje del sistema de fumigación.	58
Figura. 24	Layout de la tarjeta de potencia.....	59
Figura. 25	Construcción y perforación de la baquelita	60
Figura. 26	Construcción de la baquelita para el sensor de nivel.....	61
Figura. 27	Tarjeta para el sensor de nivel	62
Figura. 28	Montaje y cableado de tarjetas y dispositivos.	63
Figura. 29	Instalación de la tarjeta arduino.....	64
Figura. 30	Tarjeta serial rs-232 Ethernet	65
Figura. 31	Montaje del puente h.	66
Figura. 32	Implementación de robot semiautónomo fumigador de cultivos terminada.....	67
Figura. 33	Implementación de robot semiautónomo fumigador de cultivos terminada de perfil.....	67
Figura. 34	Ensayo numero 1 prueba de sensores	69

ÍNDICE DE TABLAS

N.	Descripción	Página
Tabla. 1	Variable independiente.	18
Tabla. 2	Variable dependiente.	19
Tabla. 3	Hardware para el desarrollo	30
Tabla. 4	Software para el desarrollo.	30
Tabla. 5	Hardware para la implementación.	31
Tabla. 6	Costo de suministros.	32
Tabla. 7	Costo de hardware para el desarrollo.	33
Tabla. 8	Costo de software para el desarrollo.	33
Tabla. 9	Costo de hardware para el desarrollo de la implementación.....	34
Tabla. 10	Costo total de la implementación.....	35
Tabla. 11	Funcionamiento de los sensores sharp.	70
Tabla. 12	Manejo de los sensores y actuadores.	71

LISTA DE ANEXOS

N.	Descripción
-----------	--------------------

	ANEXO. 1 CERTIFICADO DE REVISIÓN GRAMATICAL.
--	--

	ANEXO. 2 CARTA AVAL PARA LA APLICACIÓN.
--	---

	ANEXO. 3 TABULACIÓN DE LAS ENCUESTAS
--	--------------------------------------

	ANEXO. 4 PROGRAMACIÓN DE ARDUINO
--	----------------------------------

	ANEXO. 5 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW
--	----------------------------------

	ANEXO. 6 MANUAL DE USUARIO
--	----------------------------

	ANEXO. 7 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA APLICACIÓN Y UN MODELO COMERCIAL
--	--

	ANEXO. 8 REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
--	---

INTRODUCCIÓN

Una fumigadora es una máquina agrícola encargada de fumigar zonas de terreno grandes como pequeñas. La tarea de fumigar consiste en esparcir un compuesto plaguicida de diferentes formas, para proteger un cultivo o un terreno de agentes nocivos para el mismo.

La acción de fumigar también se puede hacer con equipo terrestre como fumigadoras tipo mochila manual o motor de combustión interna, como las avionetas destinadas para esta aplicación.

Este proyecto está orientado a las personas que ejercen actividades agrícolas a lo largo del perfil costanero de la provincia de Santa Elena, y tiene como finalidad el desarrollo de las comunidades en la inserción de nuevas tecnologías y procesos que ayudarán al mantenimiento de sus cultivos con mejores técnicas, confiables de menor coste y amigables con el medio ambiente.

La consolidación de este proyecto permitirá a los estudiantes de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones reforzar sus conocimientos en robótica aplicada, en el manejo de dispositivos móviles, orientando sus mecanismos de acuerdo al entorno en el que se desempeñan.

Para su desarrollo se lo ha dividido en 5 capítulos a saber:

Capítulo I: se incluye el marco referencial, la identificación del problema, objetivo general y específico, además de la hipótesis y los resultados esperados.

Capítulo II: está fundamentado el marco teórico de la investigación, las bases teóricas tomadas de diferentes autores.

Capítulo III: en este capítulo se incluyen aspectos como el análisis, los diagramas de bloques, la identificación de cada uno de los requerimientos el análisis técnico y los

costos de implementación que nos darán una idea más clara del enfoque de nuestro proyecto.

Capítulo IV: en esta sesión se manejan puntos como el diseño para la implementación, diagrama de bloques para la ejecución de códigos fuentes que aportaran en el desarrollo del proyecto además del diseño de esquemas en diferentes herramientas de simulación.

Capítulo V: como punto final está la implementación y demostración de la hipótesis en este capítulo se unen todos los capítulos anteriores y se plasman en el armado construcción, conexión de circuitería electrónica y demás; para después realizar las pruebas necesarias cuya finalidad el demostrar la validez de la hipótesis para la cual el proyecto fue concebido.

CAPÍTULO I

MARCOREFERENCIAL

1. MARCO REFERENCIAL.

Dentro de esta sección se incluirá la identificación del problema, situación del problema, justificación del tema de tesis, los objetivos, la hipótesis los resultados a esperar

1.1. IDENTIFICACIÓN DELPROBLEMA

Es constante la problemática en las zonas aledañas de la comunas del norte y parte del sur de la provincia de Santa Elena donde se genera la agricultura de ciclo corto cuyas personas, ejercen esta labor son de escasos recursos para adquirir equipo de fumigación especializada, y que además tienen sus cultivos en lugares de difícil acceso, también poniendo en riesgo las prácticas de cuidado del medio ambiente.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA

Son muchas las personas que están dentro del ámbito laboral de la agricultura que forma parte de la producción de la provincia de Santa Elena, se conoce que en esta rama existe complicaciones con respecto a la fumigación como el mal manejo de residuos de pesticidas, excesivo coste de operatividad en maquinaria y recursos humanos, y el deterioro del medio ambiente que compromete a agricultores de la zona de la provincia de santa Elena que ejercen dicha actividad agrícola en pequeña o

gran escala.

Se estima que a lo largo del perfil costanero de la provincia se ejerce esta actividad que logra ocupar más de 1000 hectáreas de terreno en el año.

También se sabe que cientos de personas han abandonado esta práctica por el excesivo coste de mantenimiento ya que este demanda un mayor cuidado, por medio de esta actividad se conocen técnicas y herramientas dentro del área del cultivado de cebolla como lo son bombas de mochilas, motobombas pero estas técnicas con el pasar de los años han ido perdido eficacia en el manejo de maleza y control de insectos que afectan a dichos cultivos

1.3. JUSTIFICACIÓN DELTEMA

Mediante esta propuesta se busca erradicar la mala utilización de los recursos agro forestales no renovable de la tierra y del medio ambiente que disminuyen la producción agrícola enfocándose en el mal manejo de sustancias agroquímicas que innecesariamente son emitidas debido al desconocimiento por parte de los agricultores de la provincia de Santa Elena que afecta directa e indirectamente en la labor de siembra, mantenimiento y cosecha de cultivos, por dicha razón nace la propuesta de implementar un dispositivo nombrado robot prototipo semiautónomo fumigador de cultivos agrícolas, para manipular sustancias químicas a una distancia segura, a una altura conveniente entre el líquido aspersor y los cultivos con dosis permisibles a pequeña escala y con gran efectividad de contacto sobre el área a tratar

1.4. OBJETIVO

Se pretende consolidar este proyecto con la necesidad de desarrollar una herramienta que permita manipular sustancias peligrosas nocivas para el ser humano y el medio ambiente en base a los conocimientos adquiridos.

Objetivo General

Implementar un prototipo de robot semiautónomo para la fumigación de agroquímicos sobre los cultivos, a través de un sistema de bombeo hidráulico continuo, asistido bajo la plataforma ARDUINO.

Objetivos específicos.

- Estudio de un chasis compatible con el sistema de aspersión y el sistema motriz para la estructura del robot semiautónomo.
- Elaboración del código fuente y hardware adicional de control para el funcionamiento adecuado y sincronizado de rutinas aplicadas al robot semiautónomo.
- Análisis de datos recogidos por los sensores del robot para determinar eficiencia el accionamiento y funcionamiento del robot
- Implementar un prototipo de robot semiautónomo para la fumigación de agroquímicos con un sistema de comunicación adecuado para la tele operación.

1.5. HIPÓTESIS

La implementación de un prototipo de robot para fumigación específicamente sobre

un sistema capaz de monitorear el entorno del terreno y el control de fumigación autónoma, este será de mucha ayuda en el ámbito agrícola aumentando la eficiencia de fumigación reduciendo el tiempo en función del área a tratar con el fin de mejorar y superar los modelos tradicionales para dicha actividad.

1.6 RESULTADOS ESPERADOS

Con el desarrollo de esta implementación se pretende concebir un robot semiautónomo prototipo que permita realizar fumigaciones controladas a pequeña escala a través de una aplicación conocida como ARDUINO, cuya función estará destinada a mantener el equilibrio de la estructura dentro del área a tratar, sortear pequeños obstáculos dentro de la ruta de trabajo, mejorar las condiciones en el tratamiento de sustancias nocivas para el ser humano, aumentar y mejorar el área de cobertura que otros equipos no logran bajo las mismas condiciones.

Detectar procesar y enviar una señal de bajo nivel de líquido en el interior del tanque contenedor, siendo este capaz de enviar una señal a través de nuestro sistema de comunicación.

Controlar el robot semiautónomo a una distancia segura, pudiendo ejercer una transmisión y recepción de datos fiable a través de un sistema de comunicación inalámbrica capaz de ejercer una respuesta casi en tiempo real.

Establecer una armonía entre el hardware de desarrollo y el código fuente a través de ARDUINO, con la finalidad de mantener una operatividad correcta entre sensores y actuadores.

Manejar datos exactos de la funcionalidad y respuesta en tiempo real del robot semiautónomo, tanto en el manejo de actuadores motrices como de control.

CAPÍTULO II

MARCOTEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

En esta parte de la investigación se van a incluir todos los fundamentos y bases teóricas que aportará al entendimiento del proyecto y que servirán como herramientas de apoyo para el manejo de hardware y software que éste proyecto necesitará.

2.1. ANTECEDENTES.

Para hacer referencia a este proyecto, prototipo robot semiautónomo para fumigar cultivos, será necesario consolidar todos los conocimientos adquiridos a través del tiempo e incorporarlos a una aplicación tipo prototipo para el manejo de sustancias químicas sobre los sembríos que se cultivan en la provincia de Santa Elena.

Dada esta particularidad, se tomará como material de análisis científico, material bibliográfico como información existente dentro de la biblioteca de la universidad, documentación en internet, revistas científicas cuyos datos muy relevantes aportarán con el desarrollo de dicha aplicación.

2.2 HISTÓRICOS.

En esta sesión se presenta una introducción acerca de los datos relevantes que aportarían al desarrollo de la investigación.

Historia de la robótica

Por siglos, el ser humano ha construido máquinas que se asemejan a las partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses; los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales eran utilizados para fascinar a los adoradores de los templos.

El inicio de la robótica actual puede fijarse en la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforadas. Luego, la Revolución Industrial impulsó el desarrollo de estos agentes mecánicos. Además de esto, durante los siglos XVII y XVIII, en Europa, fueron construidos muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. Jacques de Vaucansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del siglo XVIII. En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos.

La palabra robot se utilizó por primera vez en 1920 en una obra llamada "Los Robots Universales de Rossum".

A Isaac Asimov se le atribuye a la utilización del término Robótica y con él surgen las llamadas tres leyes de robótica, que son las siguientes:

Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, que este sufra daños.

Un robot debe de acatar las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflictos con la primera ley.

Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes mencionadas anteriormente.

Robots en el sector agrícola

El uso de los robots para los estudios industriales, desde hace varios años ha dado un gran adelanto en la contribución de soluciones para muchas necesidades del hombre, optimando el desarrollo de las comunidades en todas las áreas en que exista la eventualidad de introducir la robótica.

Y por ende, aparece una nueva época para el sector agrícola, la época de los robots agricultores manuales y autónomos.

Con esto no se habla de un reemplazo de los seres humanos, más bien equipos, artefactos y técnicas que pueden ayudar.

Hoy ya es posible que un robot pueda realizar tareas propias del hombre. Su empleo en el caso de la agricultura, específicamente en los invernaderos, abre amplias posibilidades productivas, sobre todo en países donde la escasez de mano laboral es un inconveniente o resulta de muy elevado coste.

Así veremos robots que cultiven, corten o apliquen riego de sustancias para el control de plagas emergentes en los cultivos con una exactitud que además, superaría la mano del hombre.



Figura. 1 Robot en el sector agrícola.

Fuente: Mercado Libre.Com

2.2. BASES TEÓRICAS.

Debido a las particularidades y condiciones bajo la que se pretende construir este prototipo, se tomará todo en base a investigaciones, revistas y ensayos de robótica en la agricultura, tanto como la construcción de prototipos en esta sección se tomará en cuenta algunos conceptos básicos que ayudarán a resolver el problema que plantea el primer capítulo de este documento.

Para ello se distribuirá las bases teóricas por medio de etapas:

SISTEMA PARA POTENCIA.

Tipología de los robots:

Los robots se puntualizan como entes virtuales o mecánicos que se manejan para labores automáticas y son controlados por medio de computadoras.

Con breves rasgos se pueden mencionar los siguientes:

Movibles: estos cuentan con orugas, ruedas o patas que les permiten desplazarse de acuerdo a la codificación bajo la que fueron concebidos, también cuentan con sistemas de sensores.

Además, son muy útiles para investigar zonas muy distantes o remotas, de hecho que se los puede utilizar para realizar búsquedas espaciales o submarinas.

Industriales: Estos pueden ser electrónicos o mecánicos y se los utiliza para la elaboración de los métodos de manipulación o fabricación automática. También se les denomina autómatas industriales a algunos electrodomésticos que ejecutan conjuntamente diferentes rutinas.

Tele operadores: Estos son dirigidos de manera remota por un operador humano, de estos artefactos se los utilizaría en circunstancias de riesgo como la manipulación de artefactos explosivos, para manejar desechos tóxicos.

Medio terrestre.

Estos funcionan en el medio terrestre como arcilla, arena, y terrenos sueltos (tratados

¹<http://www.tiposde.org/general/460-tipos-de-robots/#ixzz3QkUW9gjQ>

con maquinaria agrícola), este será sometido a muchos factores como la humedad, cambios de temperatura en suelo. Inclinación de los terrenos a tratar.

Además se tomará en cuenta el propio peso que el prototipo estará en capacidad de desplazar tanto lleno como vacío después de culminar su ruta de trabajo.

Vehículos terrestres (ugvs).

Son vehículos terrestres no tripulados, este opera mientras está en contacto con el suelo y sin presencia humana a bordo.

UGVS₂ se pueden manejar para muchas aplicaciones donde puede ser riesgoso, o imposible tener un operador presente.

El UGV es el equivalente terrestre de vehículos aéreos no tripulados y vehículos submarinos operados remotamente sin tripulación a bordo.

Por su diseño.

Existen dos tipos de diseño de vehículos terrestres no tripulados: operado remotamente y autónoma.

- **Maniobrados por control remoto**

Un UGV que funciona con un vehículo transportador que es manipulado por un operador a través de una conexión de comunicaciones. Toda acción se establece por el operador en base a la información visual directa o el uso remoto de sensores, tales como cámaras de vídeo.

² Unmanned ground vehicle (vehículo terrestre no tripulado)

- **Autónomos**

Un UGV el vehículo utiliza sus sensores para desarrollar un juicio limitado del medio ambiente, que se maneja por los algoritmos de control para determinar la siguiente acción a tomar en el marco de un objetivo.

Un robot completamente autónomo puede tener la capacidad de:

- Recopilar información sobre el medio ambiente, tales como la construcción de mapas de interiores de edificios.
- Detectar objetos de interés, como personas y vehículos.
- Viaja entre waypoints³ sin ayuda a la navegación humana.
- El trabajo para periodos prolongados de tiempo sin intervención humana.
- Evite situaciones que son perjudiciales para las personas, los bienes o sí, a menos que esas son parte de las especificaciones de diseño
- Desarmar o retirar los explosivos.
- Reparar sí misma sin ayuda externa.

Baterías de lipo.

Las batería de polímero de litio⁴ (abreviadamente Li-poli, Li-Pol, LiPo, LIP, PLI o LiP) son pilas recargables (células secundaria), dispuestas generalmente de varias células secundarias idénticas en paralelo que se utilizan para incrementar la capacidad de la corriente de descarga, y están a menudo disponibles en serie de "packs" para aumentar el voltaje total utilizable.

³coordenadas para ubicar puntos de referencia tridimensionales utilizados en la navegación fundamentada en GPS

⁴http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_pol%C3%ADmero_de_litio

SISTEMA PARA EL CONTROL

El microcontrolador

Los PIC están constituidos dentro de familia de microcontroladores s tipo RISC fabricados por Microchip Technology, derivados del PIC1650, inicialmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

En realidad, el nombre completo es PIC micro, aunque generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller(controlador de interfaz periférico).

El PIC original se fabricó para ser usado con un CPU de 16 bits CP16000. Siendo en general una buena CPU, ésta tenía malas prestaciones de entrada y salida, y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento del sistema quitando peso de E/S a la CPU. El PIC utilizaba micro código simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador.

Software.

Se conoce como software⁶ al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Los componentes lógicos incluyen, entre muchos otros, las aplicaciones informáticas; tales como el procesador de texto, que permite al usuario realizar todas las tareas concernientes a la edición de textos; el llamado software de sistema, tal como el

⁵http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC

⁶<http://es.wikipedia.org/wiki/Software>

sistema operativo, que básicamente permite al resto de los programas funcionar adecuadamente, facilitando también la interacción entre los componentes físicos y el resto de las aplicaciones, y proporcionando una interfaz con el usuario.

El software es desarrollado mediante distintos lenguajes de programación, que permiten controlar el comportamiento de una máquina, estos lenguajes consisten en un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas, que definen el significado de sus elementos y expresiones. Un lenguaje de programación permite a los programadores del software especificar, en forma precisa, sobre qué datos debe operar una computadora.

Mega Arduino

Es una placa electrónica esquematizada del ATmega1280.

Cuenta con 54 pines digitales de entrada y salida (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertas seriales), un 16 MHz del oscilador de cristal, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a una PC con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar. La Mega es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Arduino Duemilanove o Diecimila.

Atmega1280

El gran desempeño del microcontrolador RISC de mínimo consumo de energía el atmel 8 bits AVR combina la memoria 128KB ISP flash, 8 KB de SRAM, EEPROM 4KB, 86 de propósito general de E/S líneas, registros de trabajo 32 de propósito general, contador de tiempo real, seis temporizador flexibles / contadores con comparan modos, PWM, 4 USARTs, interfaz serial de 2 hilos orientado a bytes, convertidor de 10 bits de 16 canales A / D, y una interfaz JTAG para depuración on-chip. El dispositivo logra un rendimiento de 16 MIPS a 16 MHz y funciona entre 2.7

a 5.5 voltios se presenta en el (anexo 5) la tabla 1: la hoja de especificaciones técnicas.

Mediante la ejecución de instrucciones potentes en un solo ciclo de reloj, el dispositivo logra un rendimiento que se acerca 1 MIPS por MHz, equilibrando el consumo de energía y velocidad de procesamiento.

Introducción a Hmi (interfaz hombre maquina).

Los sistemas HMI es una ventana hacia un proceso, esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora, los sistemas HMI en computadora se le conoce con el nombre como software HMI o de monitoreo y control de supervisión, las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada y salida en la computadora. PLC (controladores lógicos programables, RTU (unidades remotas de E/S) o DRIVE (variadores de velocidades de motores).

Introducción a los sistemas de riego.

En esta parte de la investigación vale tomar en cuenta los conceptos básicos acerca de los sistemas de riego.

Electroválvulas.

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para manejar o controlar el paso de un fluido a través de un conducto o tubería. La válvula se activa mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y

cerrado, o 1 y 0. Las electroválvulas⁷ se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos

Bomba de aspas.

La bomba radica en un rotor excéntrico que contiene un grupo de aspas deslizantes simétricas que circulan dentro de una carcasa. Un anillo de levas en la carcasa controla la posición radial de las aspas. La selección de la entrega variable es manual, eléctrica, hidráulica o neumática.

También se les denomina como bombas de paleta que son esenciales para la eliminación de fluidos, a pesar de ser usadas para agua también se utilizan para aceites en usos de hidráulica.

Micro aspersores.

Diseñados para brindar una amplia gama de caudales y diámetros de mojados, desde 20 cm hasta 16 metros, con el fin de obtener un riego eficiente en todas las fases de crecimiento y para ahorrar agua y fertilizantes.

El agua distribuida por sistemas a presión a través de una serie de conductos, hasta los ramales de aspersión⁹, es esparcida a la atmósfera exterior a través de boquillas de desagüe apropiadas, dispuestas en un mecanismo aspersor, fijo o rotatorio, que constituye el último elemento dentro de los sistemas de riego.

⁷<http://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>

⁸<http://www.monografias.com/>

⁹<http://www.riego.org/glosario/riego-por-aspersion/>

2.3. VARIABLES

Variable independiente.

Implementación de un robot prototipo semiautónomo para la fumigación de cultivos agrícolas.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Implementación de un robot prototipo semiautónomo para la fumigación de cultivos agrícolas.	Es un dispositivo capaz de realizar fumigaciones de cultivos, a través del reconocimiento del entorno donde opera, con la capacidad de ejercer la autonomía o su vez por medio de la teleoperación a distancia sobre el medio	<p>Sistema motriz</p> <p>Sensores de proximidad</p> <p>Sistema de fumigación</p> <p>Sistema de visión</p> <p>Sistema de comunicación remota</p> <p>Sistema de detección de líquido</p> <p>Sistema de fumigación</p>	<p>Efectividad del modelo motriz y estructural.</p> <p>Eficacia en la detección de objetos.</p> <p>Ejercer con éxito una fumigación controlada y uniforme.</p> <p>Entorno correcto del medio que se maneja.</p> <p>Confiabilidad en el nivel de transmisión sobre el módulo de comunicaciones</p> <p>Veracidad en el dato que genere la conversión analógica digital.</p>	<p>Técnica:</p> <p>Observación directa.</p> <p>Observación indirecta.</p> <p>- recolección de datos.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>- desarrollo de la aplicación bajo Arduino de los gestos del robot.</p> <p>- desarrollo del entorno grafico bajo labview.</p> <p>- simulación bajo programas de desarrollo.</p> <p>- comunicación entre la</p>

Tabla. 1 Variable independiente.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Variable dependiente

Contribuye como una herramienta que aportara en el desarrollo productivo, tecnológico; con el fin de optimizar las labores de fumigación agrícolas, de las personas quienes ejercen la agricultura en la provincia de Santa Elena

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Contribuye como una	Permite el manejo de nuevas tecnologías y	Actitud científica.	Manejo de herramientas de	

herramienta que aportara en el desarrollo productivo, tecnológico; con el fin de optimizar las labores de fumigación agrícolas, de la personas quienes ejercen la agricultura en la provincia de Santa Elena	el desarrollo de habilidades en favor de los agricultores de la provincia de Santa Elena.	Innovación y productividad agro tecnológica Crear y reinventar en base a los problemas de diseño.	desarrollo de software y simulación. Crear un entorno amigable para cualquier usuario. Actuar con pensamiento investigativo orientado a la ingeniería. Mejorar las condiciones de fumigación.	<u>Técnicas:</u> Observación directa Observación indirecta
---	---	--	--	--

Tabla. 2 Variable dependiente.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

2.4. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La metodología que mejor se acopla al desarrollo de la investigación científica en base a la aplicación “prototipo de robot semiautónomo fumigador de cultivos, de los que se toma algunos modelos de métodos que son:

Método de modelación.

Es una herramienta de investigación de carácter material o teórico, diseñado para reproducir el objeto que se está estudiando. Constituye una reproducción simplificada de la realidad que cumple una función heurística que permite descubrir nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio (Perez, 1996).

Método empírico.

Es una guía de investigación científica, que se basa en la experimentación y la lógica empírica, que se muestra junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico¹⁰.

Por lo tanto los datos empíricos son conseguidos de las pruebas acertadas y los errores, es decir, de experiencias logradas en la implementación de robots agrícolas que hayan sido de éxito o no. Su aporte al proceso de investigación es resultado fundamentalmente de la experiencia.

Método sistémico:

Un proceso mediante el cual se relaciona hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad.

2.5. TÉRMINOS BÁSICOS.

A continuación se hace referencia a los términos básicos dentro de la investigación, que para un mejor entendimiento es precisa una definición de cada uno de ellos.

Ptz: permite a los usuarios cambiar la vista de la cámara, inclinación y Zoom, lo cual permite al usuario ajustar al cuadro de video para enfocarse en áreas específicas dentro del campo de vista de la cámara

Aspersor: Mecanismo que esparce o dispersa a presión un líquido, como el agua para el riego o los herbicidas químicos, en gotas muy finas

¹⁰http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_emp%C3%ADrico-anal%C3%ADtico

Asperjada Esparcir un líquido mediante uno o varios chorros con un meneo o acción tal que hace que se rompa en gotas antes de llegar al suelo o a la planta.

Electroválvula: Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide.

Duemilanove: El Arduino Duemilanove (“2009”) es una placa con microcontrolador basada en el ATmega168o el ATmega328 Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz.

Uarts: (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter). Chip de ciertos sistemas digitales cuyo principal objetivo es convertir los datos recibidos en forma paralela, a forma serial, con el fin de comunicarse con otro sistema externo. También realiza el proceso inverso.

Pwm: La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de pulse-width modulation) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada).

Risc: En arquitectura computacional, RISC(del inglés Reduced Instruction Set Computer, en español Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas) es un tipo de diseño de CPU generalmente utilizado en microprocesador eso microcontroladores con las siguientes características fundamentales

Avr: Automatic Voltage Regulator (Regulador automático de voltaje): dispositivo de hardware empleado para mantener un voltaje específico en dispositivos electrónicos.

Sram: son las siglas de la voz inglesa Static Random Access Memory, que significa memoria estática de acceso aleatorio (o RAM estática), para denominar a un tipo de tecnología de memoria RAM basada en semiconductores, capaz de mantener los datos, mientras siga alimentada, sin necesidad de circuito de refresco.

Eeprom:(ElectricallyErasableProgrammableReadOnlyMemory) Memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente. Chip de memoria que retiene su contenido sin energía. Puede borrarse, tanto dentro del computador como externamente. Por lo general requiere más voltaje para el borrado que el común de +5 voltios usado en circuitos lógicos. Funciona como RAM no volátil, pero grabar en EEPROM es mucho más lento que hacerlo en RAM.

Interfaz Jtag: Una interfaz JTAG es una interfaz especial de cuatro o cinco pines agregadas a un chip, diseñada de tal manera que varios chips en una tarjeta puedan tener sus líneas JTAG conectadas en daisychain, de manera tal que una sonda de testeo JTAG necesita conectarse a un solo "puerto JTAG" para acceder a todos los chips en un circuito impreso.

Hmi: “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina.

Plc: Son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el **PLC** está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

RTU (unidades remotas de E/S): sigla más conocida como RTU (sigla en inglés), define a un dispositivo basado en microprocesadores, el cual permite obtener señales independientes de los procesos y enviar la información a un sitio remoto donde se procese.

Drive (variadores de velocidades de motores): Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD AdjustableFrequency Drive)

es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Heurística: es la capacidad que ostenta un sistema determinado para realizar de manera inmediata innovaciones positivas para sí mismo y sus propósitos

Feudalismo:

Sistema de gobierno y de organización económica y social propio de la Edad Media, basado en el feudo o contrato por el que un soberano o gran señor cedía a un noble una tierra o un derecho a cambio de su fidelidad.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS

3. ANÁLISIS

En torno a la problemática planteada en el proyecto, mediante el análisis se mejorará las condiciones para la solución asociadas al mismo.

3.1. DIAGRAMA DE PROCESOS

Mediante la implementación del prototipo del robot semiautónomo fumigador de cultivos se presentan a continuación los diagramas de bloques de cada una de las etapas del sistema que moverá a la aplicación tipo prototipo, como solo son los bloques de control, comunicación, censado y potencia a continuación en la **Fig. 2**. Se muestra el diagrama de proceso general.

Descripción funcional de los procesos

En esta sección se describe cada uno de los procesos que forman parte del proyecto:

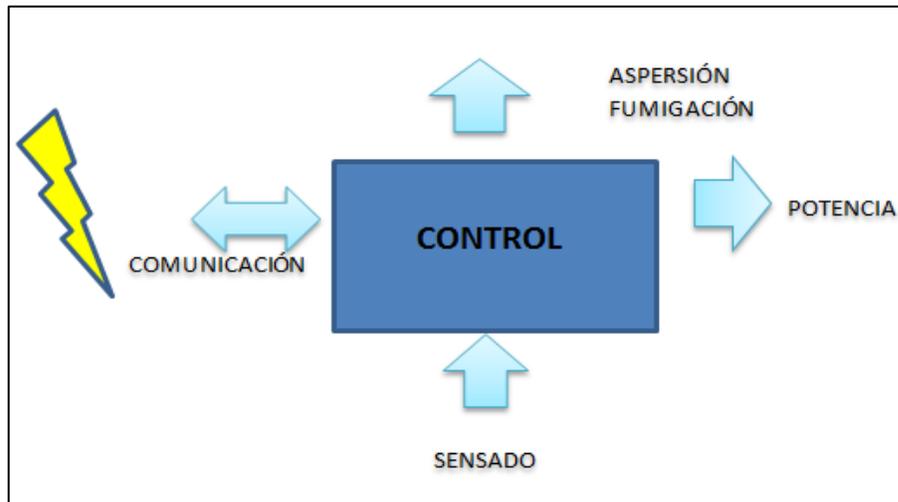


Figura. 2 Diagrama de proceso general robot semiautónomo fumigador de cultivos

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Sistema de control.

El sistema de control estará encargado de unificar todas las etapas del robot como son las etapas de comunicaciones, potencia, monitoreo y por las condiciones del equipo la etapa de aspersión o fumigación.

Sincronizar los sensores seguidores de línea con los motores DC con el fin de que el robot no pierda el curso y poder culminar la ruta de trabajo con éxito. Como se muestra en la **Fig. 3**.

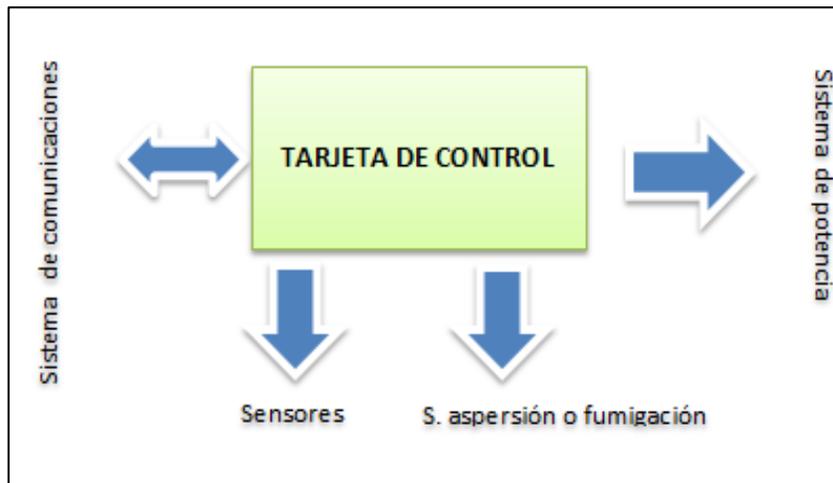


Figura. 3 Diagrama del sistema de control

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Sistemas conexión Wi-Fi.

Para este sistema de comunicación se establecerá una conexión inalámbrica para la recepción y envío de señales al prototipo a través de la conexión serial inalámbrico por medio de conexión Wi-Fi como se muestra en la **Fig. 4**.

En base al desarrollo de esta etapa en el prototipo es lograr diseñar un sistema de comunicación fiable, confiable entre el emisor y receptor con el fin de optimizar las destrezas del robot casi en tiempo real.

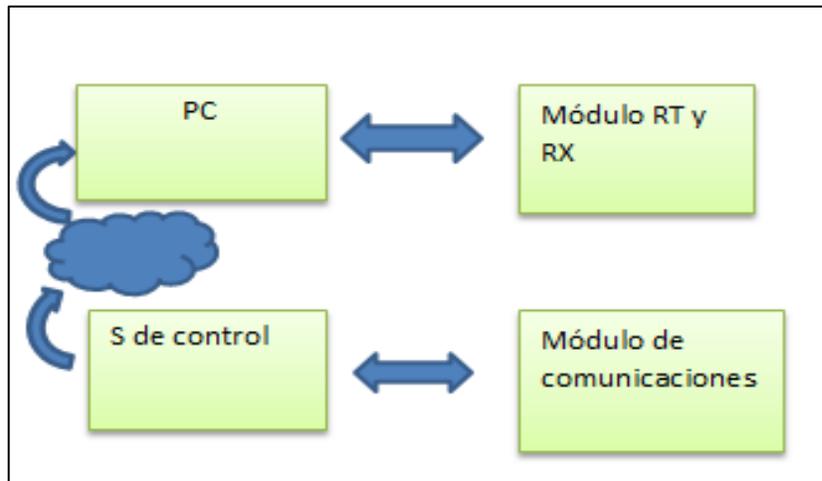


Figura. 4 Diagrama del sistema de comunicación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Sistema de potencia.

Esta parte del prototipo deberá estar a cargo del sistema de potencia es decir el sistema de motricidad del robot semiautónomo fumigador de cultivos agrícolas. Esta se puede considerar después del sistema de control el segundo más importante ya que dará movimiento a las partes móviles del prototipo por ejemplo los actuadores como se presenta en la **Fig. 5**.

Se pudo determinar que los sistemas de potencia para robótica son para mantener protegidos y aislados los sistemas sensibles al cambio brusco de corrientes dentro del sistema.

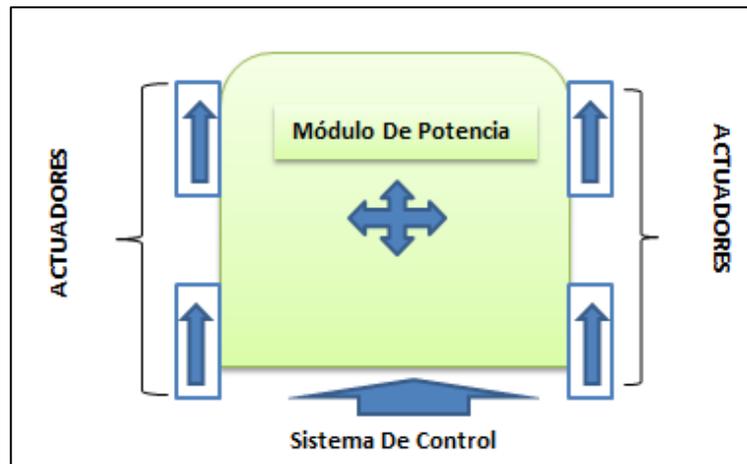


Figura. 5 Diagrama del sistema de comunicación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Sistema de sensado.

Esta parte del esquema se detalla en la **Fig. 6**: el sistema de sensado. Tiene como finalidad mantener agrupado todos los sensores con los que cuenta el dispositivo como lo son: sensor infrarrojo y de nivel que en esta aplicación su finalidad será para seguir la ruta de trabajo para el robot semiautónomo.

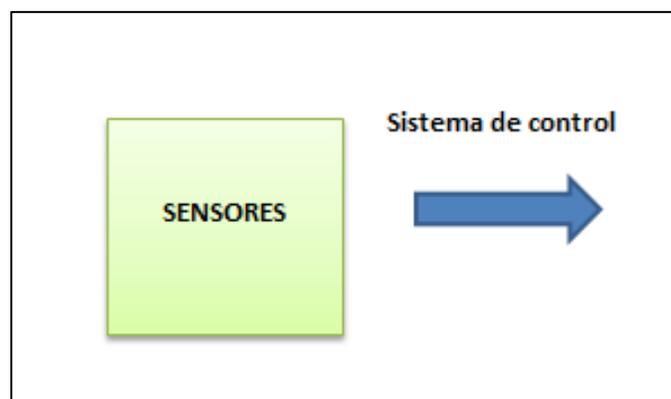


Figura. 6 Diagrama del sistema de comunicación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

3.2. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

En esta sección se va a determinar las funcionalidades del robot prototipo para fumigaciones agrícolas en los requerimientos de cada etapa o sistema para el correcto funcionamiento de la aplicación.

En base a las investigaciones realizadas, los artículos examinados, destrezas y conocimientos adquiridos como estudiante de ingeniería, se puede enumerar las condiciones bajo las que se debería elaborar el diseño.

A continuación los requerimientos para la construcción del robot prototipo semiautónomo para la fumigación de cultivos:

1. El robot prototipo deberá ser lo menos pesado posible, se considera los materiales de aluminio y placa de acrílico, lo más delgada para el efecto.
2. Este deberá estar provisto con ruedas grandes que puedan operar en suelos húmedos o secos.
3. El prototipo deberá estar construido con motores que compensen el esfuerzo o torque, que irán a una velocidad adecuada que se estima entre 5 a 8 Km/h aproximadamente, lo que una persona logra en una caminata rápida.
4. El prototipo tendrá que estar provisto de un sistema de energía que perdure bajo las condiciones de trabajo con baterías de Lipo recargables, anexado a un sistema de carga.
5. Este sistema deberá contar con un sistema de comunicación fiable seguro, que pueda transmitir casi en tiempo real con el fin de manipular el dispositivo a distancia.
6. Se considera el uso de una cámara para tener un enfoque del entorno considerando que va a ser un manipulador de sustancias.

Se puede estimar que estos puntos serían los más relevantes dentro del proyecto pero sin duda se espera que en el transcurso del mismo se vayan presentando algunas modificaciones.

3.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA

A continuación se presentarán los requerimientos como análisis técnico y económico para determinar la viabilidad del proyecto en su realización.

Análisis técnico.

A continuación en esta sesión se van a enumerar las características técnicas asociadas al proyecto con la finalidad de establecer y desglosar la cantidad y descripción de cada elemento como lo muestra en la **tabla. 3 y 4.**

CANTIDAD	HARDWARE	DESCRIPCIÓN
1	Laptop	Procesador Intel core i5, 4Ghz de RAM, disco duro, 520 Gb
1	Tarjeta arduino	Arduino mega 2560
1	Modem router	Huawei e 53330- a638 Wi-Fi
1	impresora	Canon p250

Tabla. 3 Hardware para el desarrollo

Fuente: Jose Antonio Figueroa Sarcos.

CANTIDAD	SOFTWARE	DESCRIPCIÓN
1	sistema operativo	Windows 7 Ultimate de 64 bits
1	Microsoft office	2010 professional, Word, excel, power point
1	Labview 2012	Versión de 32bits para Windows
1	Arduino	Versión 1.0.5
1	Proteus	Isis Cs3

Tabla. 4 Software para el desarrollo.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

CANTIDAD	HARDWARE	DESCRIPCION
1	arduino	arduino mega 2560
2	cables	cables dupon
1	sensor	sensor sharp
2	módulos	módulos transeivers
1	cable	cable serial usb
5	sensores	sensores tcrt5000
4	motores	motores dc de 1A 12v, 100 Rpm
1	ángulo	ángulo aluminio 3/4
4	soportes	soportes para ruedas
6	postes metálicos	postes metálicos
1	estructura	2 grados de libertad servos
1	envase aluminio	recipiente de aluminio
2	baterías	Li-po recargable de 5000 mA y 5050 mA de 12v
2	manguera plástica	Plastimetal 1/8"
1	bomba de agua	1A , de aspas 12v
4	acoples manguera	Bronce de 1/8
2	aspersores	Giratorios de 2000mL/min

Tabla. 5 Hardware para la implementación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Costos.

A continuación se presenta el estudio y costo desglosado en partes que ayudara a conocer los montos económicos es decir el costo operativo para el desarrollo de nuestro robot semiautónomo prototipo, cabe recalcar que se establecerán en esta sesión costos como hardware, software y demás artículos que pudieran irse presentando a l

Costos de suministro para la redacción del proyecto.

En esta sesión en la **tabla. 6** se detalla los gastos en materiales para la elaboración del proyecto, en este caso se contempla el gasto de redacción del documento tanto como hojas, tinta, gastos de internet etc.

Cantidad.	Descripción	Valor	Subtotal
2	Resma de hojas formato A4	\$ 9.00	\$ 18.00
4	Tinta Impresora Canon	\$ 7.50	\$ 30.00
6	Conexión a internet por mes	\$ 40.00	\$ 240.00
1	Materiales y herramientas varias	\$ 10.00	\$ 10.00
TOTAL			\$302.00

Tabla. 6 Costo de suministros.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Costos para el desarrollo de hardware y software del diseño del proyecto.

Se presenta en esta sesión los gastos para la implementación, como el desarrollo y adquisición de hardware y software se detallan a continuación en la **tabla 7.**

CANTIDAD	HARDWARE	VALOR	SUBTOTAL
1	Laptop	\$1200.00	\$1200.00
1	Tarjeta arduino	\$75.00	\$75.00
1	Modem router	\$80.00	\$80.00
1	impresora	\$250.00	\$250.00
		TOTAL	\$1605.00

Tabla. 7 Costo de hardware para el desarrollo.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Costos de software para el desarrollo de la implementación.

A continuación se presenta los costos de software para la implementación en la **tabla 8**. Se presentan costos que por adquisición de licencias gratuitas que no representan gastos pero que de igual manera se contemplan.

CANTIDAD	SOFTWARE	VALOR	SUBTOTAL
1	Sistema operativo Windows Ultimate	\$100.00	\$100.00
1	Microsoft office 2010	\$60.00	\$60.00
1	Labview 2012	\$1720.00	\$1720.00
1	Arduino		
1	Proteus	\$50.00	\$50.00
			\$1930.00

Tabla. 8 Costo de software para el desarrollo.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

A continuación en la **tabla. 9** se detallan los costos para la implementación del prototipo.

CANTIDAD	DETALLE	COSTO
4	Motores dc	\$200.00
1	Acrílico 6mm	\$50.00
1	Aluminio Angulo	\$15.00
30	Tornillos base	\$1.50
4	Ruedas duralon	\$45.00
4	Soportes para ruedas	\$30.00
20	Tornillos ruedas	\$1.00
6	Postes metálicos	\$4.50
1	Estructura 2 grados de libertad servos	\$150.00
1	Envase aluminio	\$6.00
2	Baterías	\$180.00
2	Metros manguera plástica	\$3.00
1	Bomba de agua	\$15.00
4	Acoples manguera	\$10.00
2	Aspersores	\$8.00
	TOTAL	\$719.00

Tabla. 9 Costo de hardware para el desarrollo de la implementación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Costo total de la implementación

A continuación en la **Tabla 10** se detallan los costos totales de la implementación tanto como materiales de redacción, hardware y software, dispositivos mecánicos eléctricos y electrónicos

DESCRIPCIÓN	COSTO
Costo de suministros	\$ 302
Hardware para el desarrollo	\$ 1605
Desarrollo de software	\$ 1930
Hardware para desarrollo de la implementación	\$ 719
TOTAL	\$ 4556

Tabla. 10 Costo total de la implementación

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

3.4. ANÁLISIS OPERATIVO

Luego de haber realizado el enfoque técnico y económico del prototipo es de vital importancia realizar el análisis operativo y tratar de medir el grado de aceptación para el desarrollo del mismo en base a la encuesta dirigida a los estudiantes de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, ver (anexo 1).

Por experiencia comprobada, se considera que el sistema sería de mucha aceptación tanto en el área técnica y el desarrollo agrícola dentro de la provincia de Santa Elena.

Rendimiento.

Se consideraría que el sistema será de mucha acogida en el desarrollo de tecnología agraria.

El innovar y promover mediante una herramienta tecnológica el desarrollo de la agricultura en beneficio de los agricultores de la provincia de Santa Elena y a favor de las prácticas del cuidado del medio ambiente.

Productividad:

Generar tecnologías en el ámbito de la robótica aplicada, el poder ser una herramienta de trabajo que ayudará en las labores agrícolas, como el de manejar sustancias nocivas para el ser humano y mejorar las condiciones de fumigaciones actuales.

CAPÍTULO IV

DISEÑO

4. DISEÑO

En esta sesión se establecerán los criterios técnicos bajo el cual se diseñará el robot prototipo semiautónomo fumigador de cultivos agrícolas, tomando en cuenta todos los requerimientos y parámetros para la construcción del mismo.

Se presenta a continuación en la **Fig. 7** un esquema o diagrama de bloques la arquitectura general del proyecto.

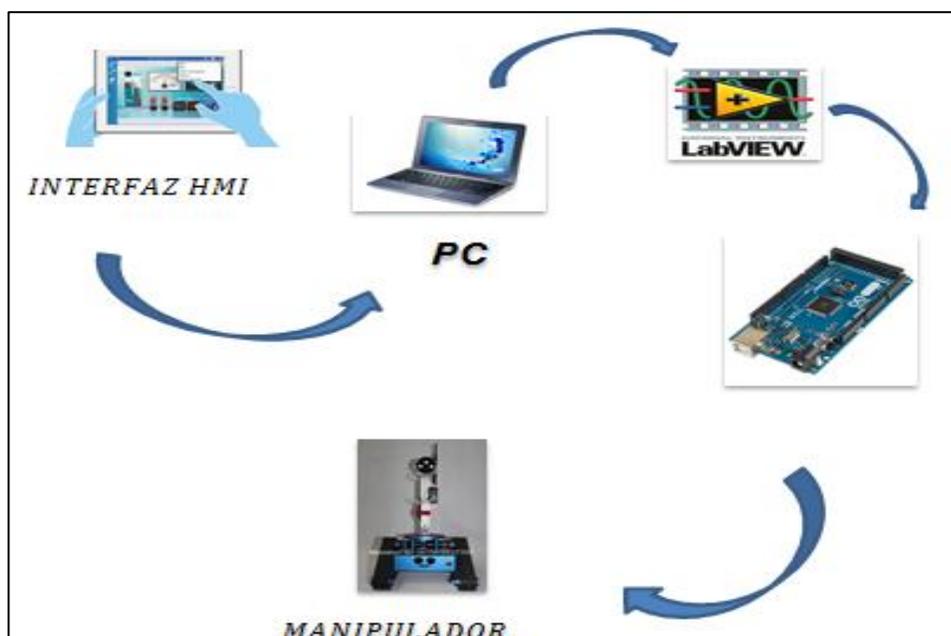


Figura. 7 Diagrama de bloques del prototipo robot fumigador.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

4.1. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

En esta sección el proyecto va ser un sistema llamado robot semiautónomo fumigador de cultivos agrícolas, dicho robot estará provisto de un sistema de sensores infrarrojos que censarán el medio, a través de la ruta de trabajo, esto estará en un chasis con cuatro actuadores que generarán la fuerza motriz pero en este caso estará provisto de un sistema de fumigación bajo presión de líquido que estará ligada mediante una combinación hombre-máquina, con el hardware arduino con una interfaz, mediante el software de desarrollo labview.

A este punto se aporta característica para el desarrollo de la investigación; por ejemplo, qué peso estará en capacidad de mover el prototipo, escoger apropiadamente los materiales para que este sea lo más liviano posible, con mucho cuidado determinar los motores que van a mover el manipulador profundizar el conocimiento en sistemas para aspersion de agua.

A este proyecto se lo puede dividir en cuatro partes para enmarcar y tratar a las actividades de maneras distintas sin obviar que al final van a ser conjunto para esta aplicación.

1. Diseño del robot manipulador.
2. Diseño del sistema de fumigación
3. Diseño del sistema de sensado.
4. Diseño del sistema de control.

Diseño del robot manipulador.

Para la elaboración del prototipo se llevan a consideración algunos requerimientos como que el manejo del equipo; es decir, concebir una aplicación que se ajuste a las

condiciones de operación, hacer el equipo lo más ligero posible sin debilitar la estructura del robot, mantener los regímenes donde este operara ya que este tendrá que cubrir un área entre 45 cm y 80 cm en línea recta ver la **Fig. 8.** aunque esto suele variar con respecto a la implementación de los sistemas de riego pero estas son las medidas más habituales.

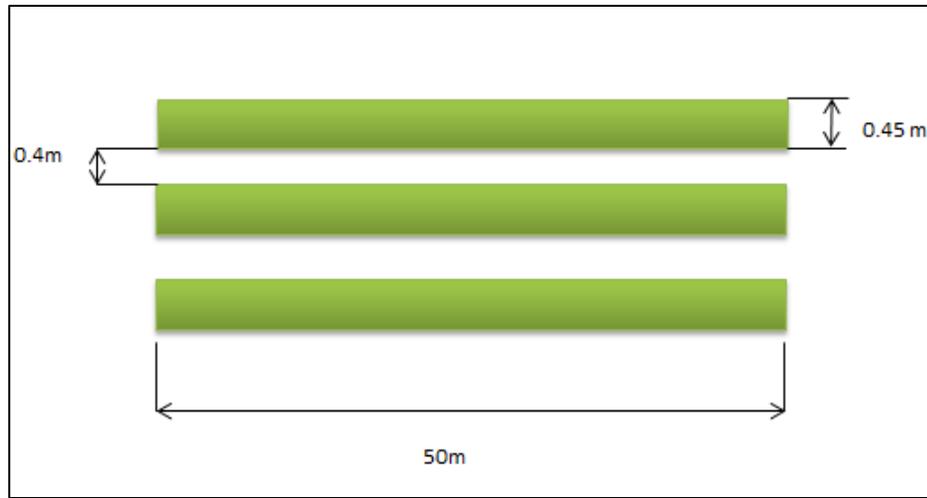


Figura. 8 **Dimensiones de los cultivos para los que se pretende añadir la implementación.**

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Dentro de este diseño se contemplan materiales ligeros como el aluminio y placa de acrílico de 6 mm de espesor, también es importante no olvidar que peso adquirirá el dispositivo, una vez unificadas todas sus etapas.

Estructura del chasis.

Luego de haber planteado los diferentes materiales para la construcción del chasis se optó por las planchas de acrílico por su resistencia y durabilidad.

Este chasis estará en condiciones de llevar consigo peso como los motores, circuitería, las tarjetas electrónicas, los servomotores, cámara, un tanque de 5 litros de capacidad, baterías, actuadores y sensores que vayan presentados como

requerimientos a medida que avanza el proyecto.

En esta etapa se consideró la construcción de un chasis recto como se muestra en la **Fig. 9** en medida que el presente está en la propuesta investigativa como prototipo.

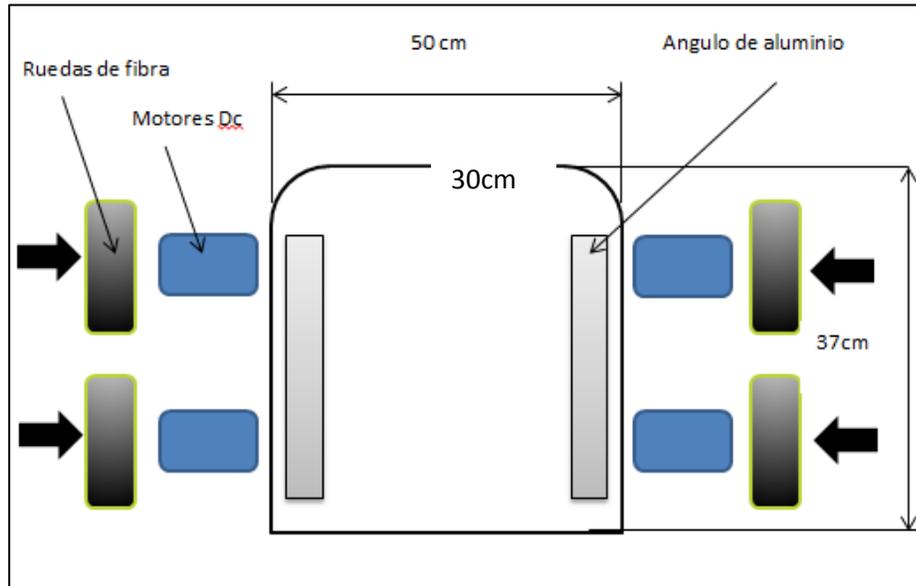


Figura. 9 Diseño para del chasis.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Se considera que los motores deben ir sujetos a los ángulos de aluminio para mejorar la rigidez de la estructura estos estarán unidos por medio de tornillos de sujeción con tuercas.

Algoritmo para funcionamiento motriz del robot prototipo.

Se destaca que mediante el algoritmo de control de motricidad, es decir el funcionamiento de los motores en función de los sensores que obtienen información del medio, pudiendo actuar a favor del robot con las habilidades concebidas gracias a la programación que se creó para dicha aplicación, a continuación la ilustración de la **Fig. 10**.

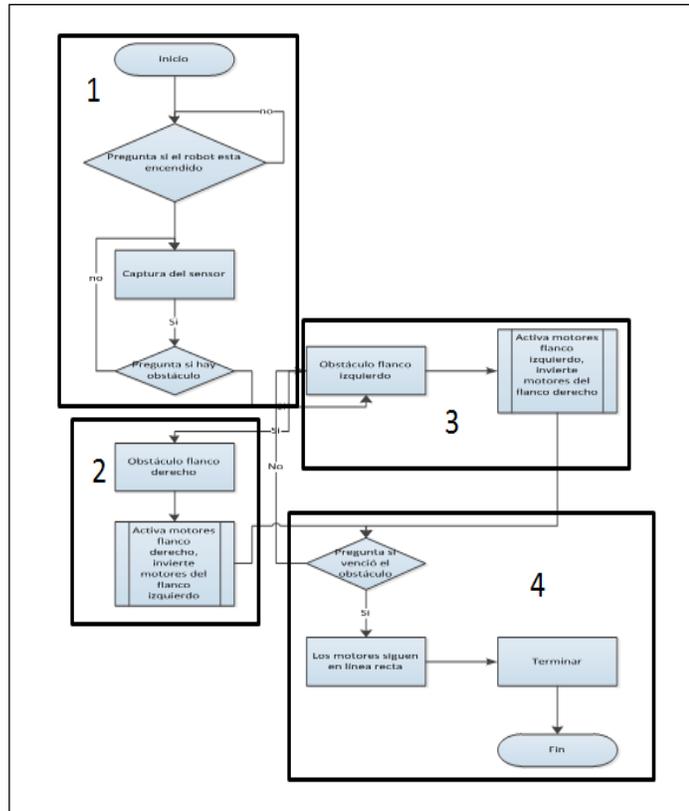


Figura. 10 Diagrama de funcionamiento de los motores.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Recuadro 1:

Dentro de la programación de arduino se resalta algunos puntos como la utilización de variables y constante, para tener mejor identificado los procesos se les otorga un nombre en concreto.

Se les asigna un estado a cada puerto, sea de salida o de entrada con la sentencia PINMODE.

Recuadro 2:

En el segundo recuadro se establece la condición si existe un obstáculo por el lado derecho a través del sensor Sharp, si el nivel es bajo o tiende a 0 el trabajo del código

fuerza para el motor derecho (1) será high y low para el motor izquierdo (2) y el proceso inverso para el lado izquierdo motor izquierdo (1) low y para el motor izquierdo (2) high por esta sentencia el robot seguirá curva a la izquierda.

Recuadro 3:

En el tercer recuadro muestra la situación opuesta a la del segundo recuadro, es decir, con el obstáculo del lado izquierdo del robot el sensor Sharp detecta nivel bajo entra la subrutina curva a la derecha el motor izquierdo (1) estará en bajo y el motor izquierdo (2) en alto inverso el proceso para el lado izquierdo de los motores siguiendo estas condiciones el robot seguirá la curva a la derecha.

Recuadro 4:

En el recuadro número 4 pregunta el estado para el sensor Sharp 2, es decir el que se encuentra en la parte frontal del robot si detecta un nivel bajo por parte del sensor espera 50 ms y sigue la subrutina sensor adelante.

El motor izquierdo (1) en bajo, motor izquierdo (2) en alto esto significa el lado izquierdo atrás, para el lado derecho es el proceso idéntico al del lado izquierdo el robot ira hacia atrás por 1 seg luego repite la sentencia de curva hacia la izquierda por 3 seg y luego se detiene al modo manual (M).

Diseño del sistema de fumigación.

A esta implementación se propone el uso de un sistema de fumigación a través de una bomba de aspas de 12v, a esta implementación le asistirá una electroválvula también de 12v cuyo objetivo es de impedir que el líquido dentro del sistema sufra el efecto de la gravedad luego que la bomba deje de funcionar y se evite el retardo en el que la misma reinicie el fluido, succione el líquido, haga el recorrido por todo el sistema, hasta llegar a los micro aspersores, como se muestra en la **Fig.11**.

Este estará en la capacidad de cubrir el área por donde pase el robot de una manera homogénea y equitativa, gracias al micro aspersor que estará ubicado a cada costado del prototipo que dispersará el líquido a medida que el dispositivo se movilice en el campo.

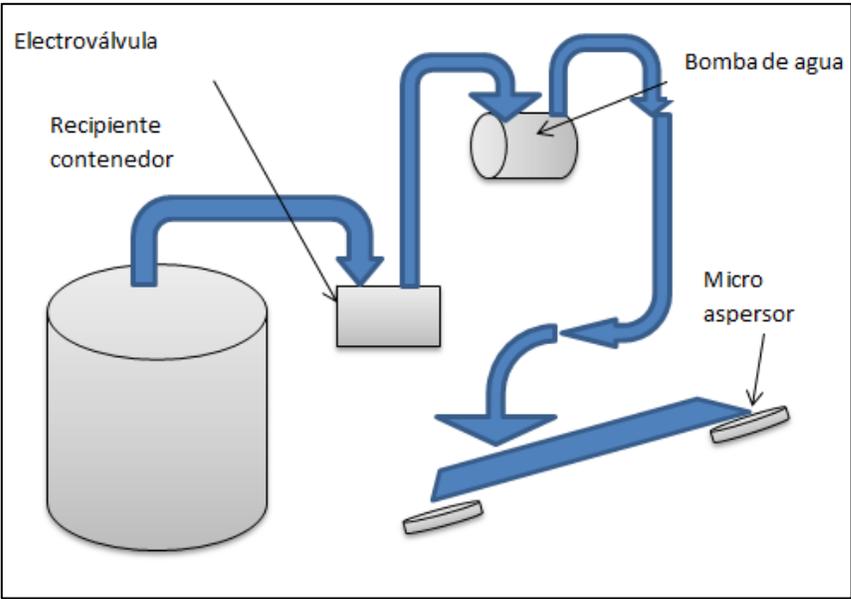


Figura. 11: Diseño para el sistema de fumigación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Algoritmo para el funcionamiento del sistema de fumigación

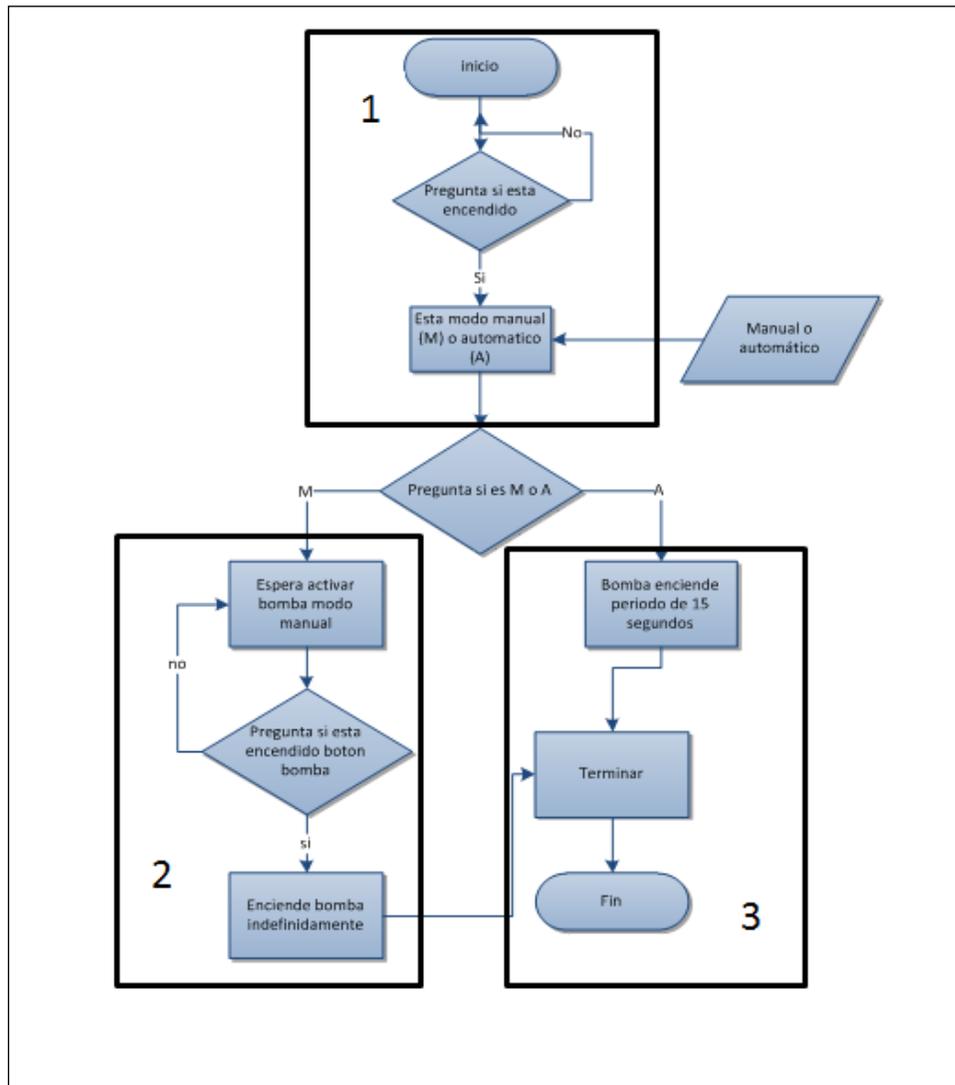


Figura. 12 Esquema del sistema de fumigación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Como se muestra en la Fig. 12 está planteado el esquema para el sistema de fumigación; dentro del esquema se propone una secuencia en el que el sistema funcione con una lógica positiva es decir 0 no funciona y 1 activa la bomba y solo

permitirá activarla solo cuando el robot fumigador este moviéndose hacia adelante.

Recuadro 1:

En el recuadro número 1 pregunta si está encendido, es decir, si hay dato dentro del buffer como está dentro del código fuente todo dato que este en el buffer se ejecutará, es decir si esta (M) seguirá bajo el modo manual y la letra (A) para el modo automático.

Recuadro 2:

En este recuadro se presenta el algoritmo para el modo manual, bajo este modo espera la acción del botón riego, es decir “R” Riego_on() la bomba enciende por tiempo indefinido, para este caso, dentro de la programación ese valor se puede cambiar por un tiempo definido en intervalos de (0-1).

Pregunta el dato en el buffer y seguirá regando hasta la sentencia “G” Riego_off() en donde parará la bomba.

Recuadro 3:

En este recuadro se presenta el modo automático lee el dato (A) dentro del buffer el robot adopta el modo automático y por características de la programación la bomba pasa al estado “R” Riego_on() por periodo de apertura de 15seg, esta constante también es programable, según la característica para las que se necesite el riego.

Diseño para el sistema de sensado.

El sistema para monitoreo estará a cargo de la cámara tipo domo KaiCong IP camera SIP 1602, que irá colocada en la parte frontal de la plataforma chasis, esta cámara tendrá una estructura con dos grados de libertad.

Cada grado de libertad estará gobernado por motores DC que pasa por la etapa de monitoreo a cargo de la tarjeta de comunicaciones y la parte de control para manipular los motores en la **Fig. 13** se muestra la estructura sobre la que irá la cámara

para monitorear el entorno alrededor del robot fumigador de cultivos.



Figura. 13 Estructura para la cámara

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Sistema para nivel de líquido

Como se tiene planteado en este proyecto, el poder visualizar el líquido que transportara el robot fumigador en todo instante se pretende utilizar el C.I. **LM358P** ver (**anexo 8**), que recibirá una señal analógica de voltaje, ahí entra en funcionamiento el circuito integrado encargado de transformar la señal analógica por ser un amplificador operacional (ecuared, 2015) se ajusta para este medidor con la finalidad de detectar una señal analógica de baja tensión de voltaje hasta un voltaje intermedio y máximo.

Diseño del sistema de control

De acuerdo a los requerimientos planteados en el objetivo este dispositivo funcionará

a través de la tarjeta arduino mega que estará a cargo de la parte de control los CI 7805 reguladores de voltaje, una tarjeta para la etapa de potencia construida en base al circuito integrado L298D, 2 sensores infrarrojos Sharp, cámara IP con dos grados de libertad, una electroválvula y bomba de agua.

Diseño de tarjeta para el puente H

Se estableció en un principio que el sistema de motricidad para el sistema de riego del robot semiautónomo estará gobernado por el circuito integrado L298 que por sus características permite mover motores de gran torque (W.evans, 2007). A consideración, luego de realizar pruebas preliminares con el circuito integrado trabaja en perfectas condiciones con un disipador de calor pero que se estima el instalar un ventilador para disipar el calor que genera el CI luego de trabajar por tiempos prolongados.

A continuación se presenta la **Fig. 14** donde se esquematiza el diagrama a través de leds de pruebas con el simulador ISIS PROTEUS.

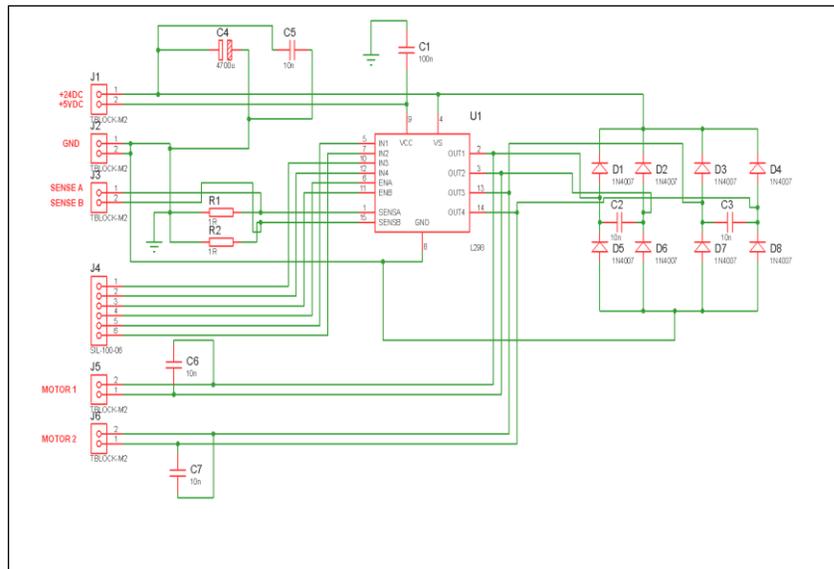


Figura. 14 Diseño tarjeta para puente h

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Diseño de tarjeta de control.

Dentro de esta sección se puede describir todo el sistema de funcionamiento del robot fumigador de cultivos a través del sistema arduino que gobernará el dispositivo actuadores y sensores. Ver **Fig. 15**

Dicho esquema está conformado por la parte de control que está gobernado por la tarjeta arduino mega la parte de potencia por parte del C I L298d que constituye el puente h de nuestro sistema motriz, el puerto serial a través del transceiver para hacer la conexión con la máquina remotamente a través del router.

Los reguladores de voltaje para controlar los motores la cámara ip el propio arduino el router y demás componentes que necesita de un voltaje diferente al que generan las baterías de polímero de litio.

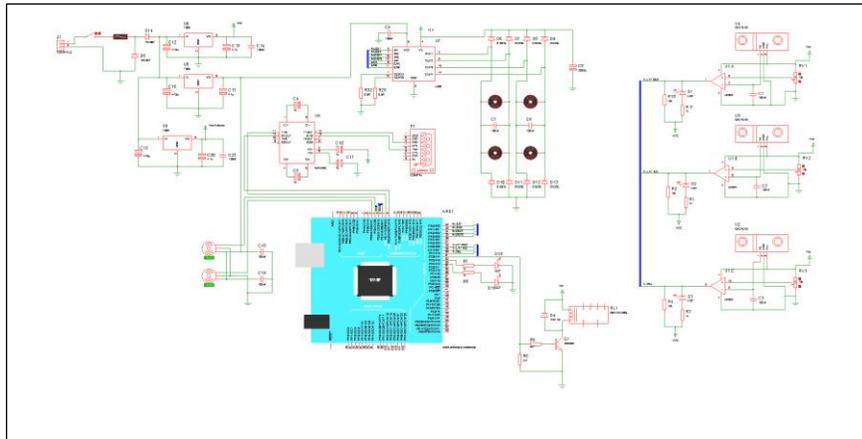


Figura. 15 Esquema electrónico para funcionamiento del robot a través de ipsis proteus.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

4.2. DISEÑO Y GENERACIÓN DE PROGRAMACIÓN ARDUINO.

En esta sección se establecerá los parámetros bajo los que se diseñará la programación (**ver anexo 4**). En la plataforma ARDUINO, que para esta investigación se planteó al comienzo del documento como lo es:

- Controlar los motores del dispositivo en función de la información obtenida por los sensores, a través del medio que se desempeñan, en este caso la vegetación (Pablo E, manuel hidalago, & loza, 2006).
- Procesar y controlar los datos de entrada y salida de la comunicación serial Ethernet.
- Habilitar y deshabilitar las bomba y electroválvula en la implementación.

4.3. DISEÑO DEINTERFAZ(GRÁFICA)

En esta sesión se establecerá como modo de interfaz el lenguaje de programación Labview que será la encargada de proporcionar el entorno grafico a través de la aplicación robot semiautónomo fumigador de cultivos

En esta interfaz se prediseñó los módulos por etapas con el fin de minimizar la cantidad de comandos gráficos que se generan en torno a la programación.

Dentro de la programación en labview es mejor dividir la programación en bloques a estos se los conoce, es decir hacer dentro de las rutinas subrutinas más bien pasar de los VI a los subVi como se los denomina en labview.

Pantalla principal de la Interfaz de Labview

Luego de haber terminado la programación de cada VIB se obtiene como resultado

una interfaz amigable con el entorno para la manipulación del robot semiautónomo desde la pc, a continuación en la **Fig. 16** se muestra la pantalla principal de la interfaz. (**Ver anexo 5**)

La pantalla principal está conformada esencialmente por las siguientes ventanas o entornos gráficos para el usuario que se enumeran a continuación.

1. Cuadro de direcciones
2. Cuadro de señalización de direcciones
3. Luz piloto de modo manual y automático.
4. Cuadro de estado conexión serial.
5. Pantalla de visualización a través de la cámara.

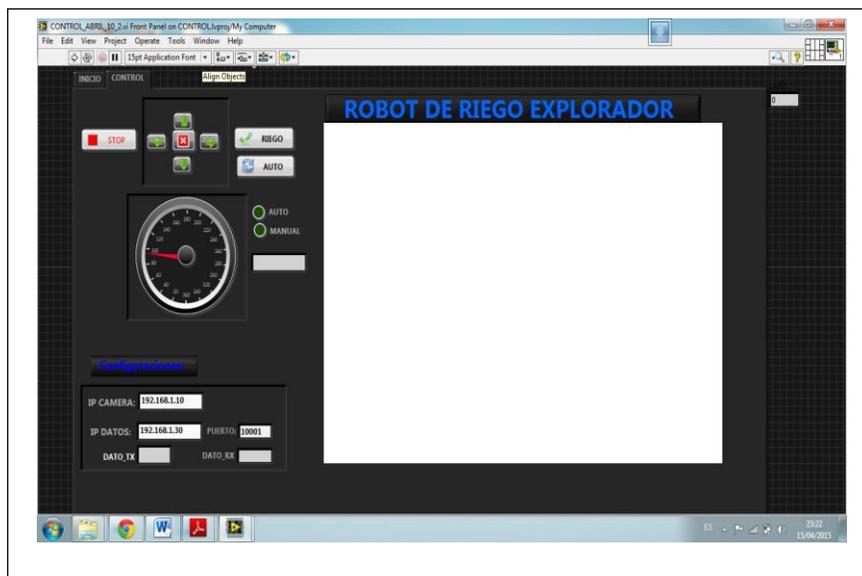


Figura. 16: Pantalla principal de la interfaz gráfica.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Desarrollo del vi de funcionamiento de la interfaz gráfica.

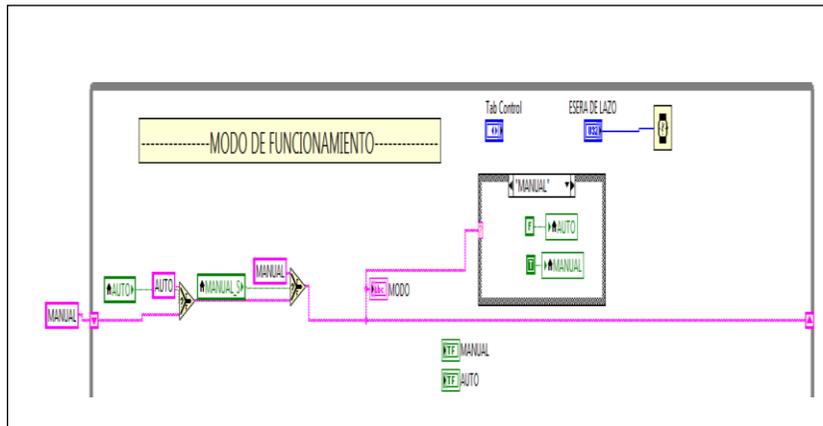


Figura. 17 Etapa de vi de funcionamiento

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

En la **Fig. 17** se describe la etapa del modo de funcionamiento del robot semiautónomo es decir poder mantener el sistema de modo autónomo o modo manual dentro del sistema.

Desarrollo del vi de comunicación serial Ethernet.

En esta parte se puede denotar el diseño en labview para la conexión serial Ethernet en la **Fig. 18**, se destaca la interfaz de comunicación por medio de una dirección IP que se presentará a través de un cuadro de escritura; de igual manera se fija por qué puerto se enviarán los datos de comunicación y bajo qué modo estará nuestro equipo ya sea manual o automático por medio de un botón o luz piloto dentro de la interfaz.

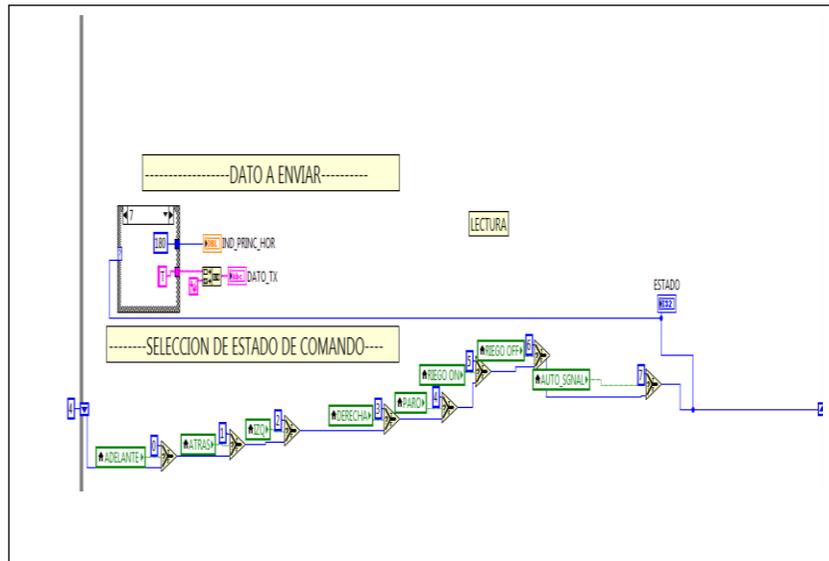


Figura. 19 Interfaz de estado para el robot.

Fuente: Jose Antonio Figueroa Sarcos.

Vi de comunicación a través de Joystick o (PTZ)

En esta sesión se debe de obtener toda la información que el usuario a través del joystick envía hacia la conexión serial ARDUINO mega, para esto es necesario conocer la dirección del joystick (alan g, 2011) con la que este funciona dentro del sistema operativo.

En esta parte de la interfaz se torna un tanto complejo, ya que se necesita estimar bajo que parámetros trabajan los joystick, estos varían según el modelo y marca; en esta sesión se tienen que definir todos los procesos que se desea controlar como adelante, atrás, izquierda o derecha, seguido esto se fijan coordenadas semeando un plano cartesiano que para este tipo de joystick está en un rango de -32767 en el eje negativo y 32676 en el eje positivo, en donde el robot para moverse se situó en un rango de 15000 para mover hacia adelante y de -15000 para mover hacia atrás y para un rango entre -9000 entre 9000 para detenerse.

Para girar a la derecha e izquierda se fijó el intervalo de (4000, -4000) respectivamente en cuanto al intervalo (500, -500) para detener los motores. Es necesario ya que generó inconvenientes en un principio el poder delimitar un límite para cuando se necesite detener el mecanismo, es decir preestablecer bajo qué rango el robot estará detenido obviamente bajo el modo manual del equipo.

Como se muestra en la **Fig. 20**.

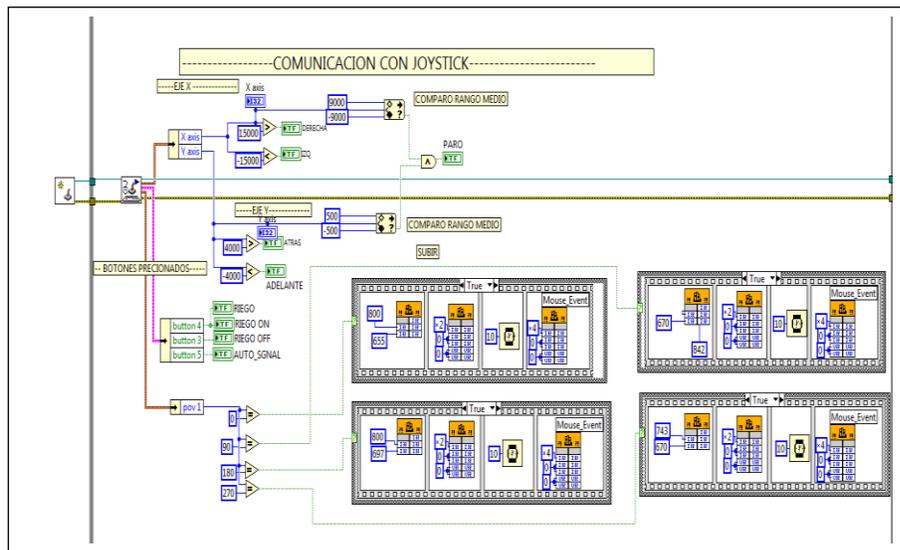


Figura. 20 Vi de la interfaz para comunicación de joystick.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Vi comunicación mediante video.

En esta parte se crea un cuadro o página de internet que se visualizará a través de una dirección IP en este caso la de la cámara que se identificará por medio del browser en semejanza a la configuración de un router. Permitirá llamar a la cámara a través de labview. **Fig. 21**.

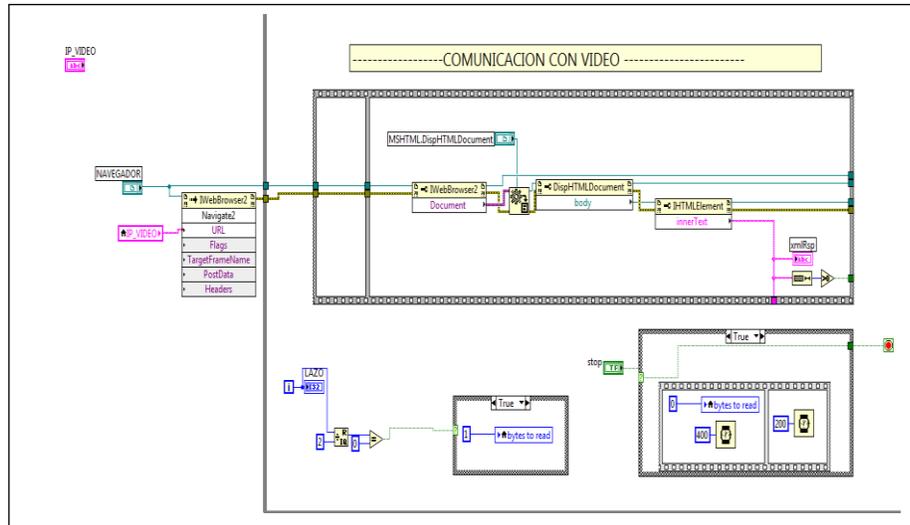


Figura. 21 Comunicación con el video

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN

5. IMPLEMENTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS

En este capítulo se tomará cada una de las etapas que se pre diseñaron en la sesión anterior de este proyecto de investigación. La consolidación del robot semiautónomo prototipo fumigador de cultivos depende de las pruebas que se realizaron para el correcto funcionamiento, con cada una de las etapas como control, potencia, comunicaciones y fumigación, esta última siendo la etapa principal del proyecto de investigación.

Cumplir con cada uno de los objetivos que se planteó al inicio del proyecto y demostrar el éxito de la hipótesis es la misión de este capítulo mediante el armado del prototipo, comprobación de su funcionamiento con ensayos de pruebas.

5.1. CONSTRUCCIÓN

En esta parte se lleva a cabo la construcción de la aplicación robot semiautónomo fumigador de cultivos consolidando toda la investigación en base a los objetivos planteados al principio.

Construcción chasis base plataforma.

En esta parte del proyecto se decidió el uso de las placas de acrílico de 6 mm de espesor que funcionaría como estructura rígida para la aplicación, en un principio se

optó por anclar los motores de “Motor reductor metal 37Dx52L mm” a la placa acrílica pero la falta de rigidez a través de los pernos de sujeción se incorporó un ángulo de aluminio que ayudará a una mejor estabilidad para los motores, como se muestra en la **Fig. 22**.



Figura. 22 Etapas para la construcción del chasis

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

En esta sesión se optó por la adquisición de una bomba limpia para brisas de 12v de funcionamiento de aspas de uso comercial, este se le incorporó mangueras con acoples rápidos que ayudaron con la hermeticidad dentro del sistema.

A continuación se procedió a fijar el recipiente portador de líquido al chasis como se ve en la **Fig. 23** a), la mejor opción fue de adherir unas orejas extras al recipiente de aluminio que estarán fijadas a los extremos con unos pequeños resortes helicoidales, que ayudarán a que el recipiente este fijo a la estructura y servirá para evacuar

cualquier residuo de líquido sobrante.

Después se procede a perforar el recipiente en uno de los extremos para conectar la manguera que pasará a través de la bomba como se muestra en la fig. b).

En las pruebas manuales se notó que si se dejaba desactivaba la bomba el líquido dentro del recipiente, salía por efecto de la gravedad y se optó por la implementación de una electroválvula que impidiera la salida del líquido, incluso cuando este apagado.

En el siguiente punto se diseñó la base portadora de aspersores que llevará en cada extremo un micro aspersor que estará compuesta por un ángulo de aluminio ligero.

Los micros aspersores están sujetos a la base de aluminio con permatex café para impermeabilizar la goma sin que se aflojen las cañerías de agua, como se muestra en la figura c).

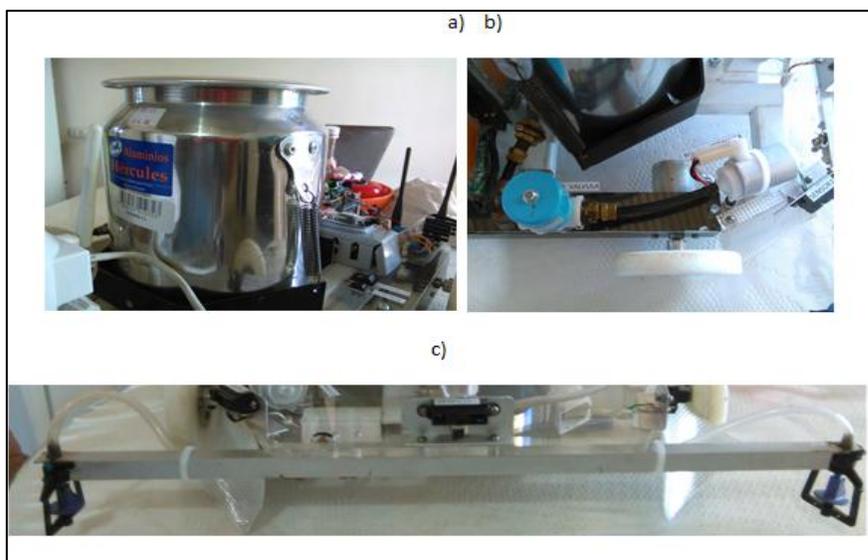


Figura. 23. Montaje del sistema de fumigación.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Construcción de la tarjeta de potencia.

Con la adquisición de los componentes electrónicos como el CI el 7805 que se presta por sus características para regular el voltaje, se construyó la tarjeta de potencia para mejorar las condiciones y ubicación estratégica, se optó por el montaje unificado de ambas partes en la misma tarjeta, que previamente se armó en protoboard sabiendo que todo funcionó correctamente por medio de las simulaciones en Proteus, luego se incorporó el diseño de pistas en ARES sobre la baquelita virgen como se muestra en la Fig. 24.

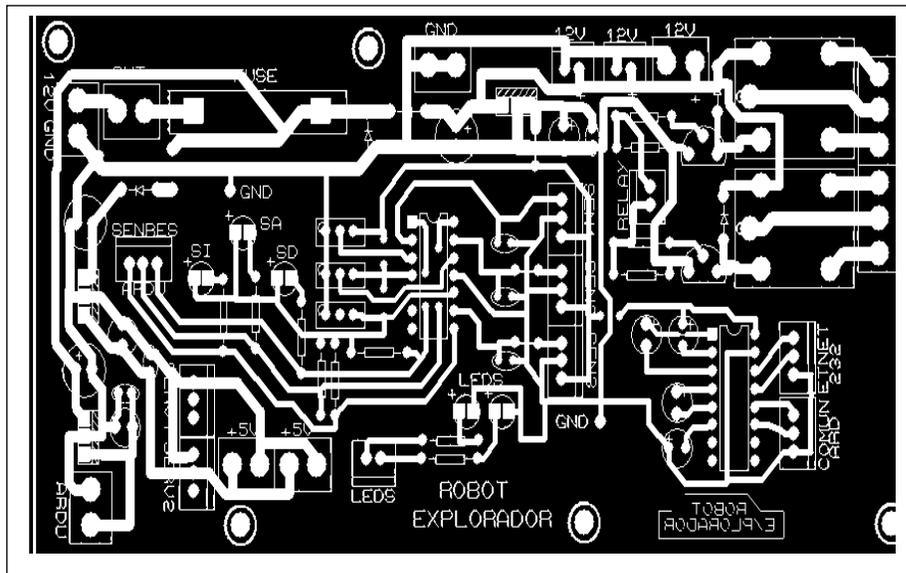


Figura. 24 Layout de la tarjeta de potencia

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Luego de haber plasmado el sistema de pista en la baquelita virgen se manejó el ácido férrico para retirar el exceso de la lámina de cobre como se muestra en la **Fig. 25**.

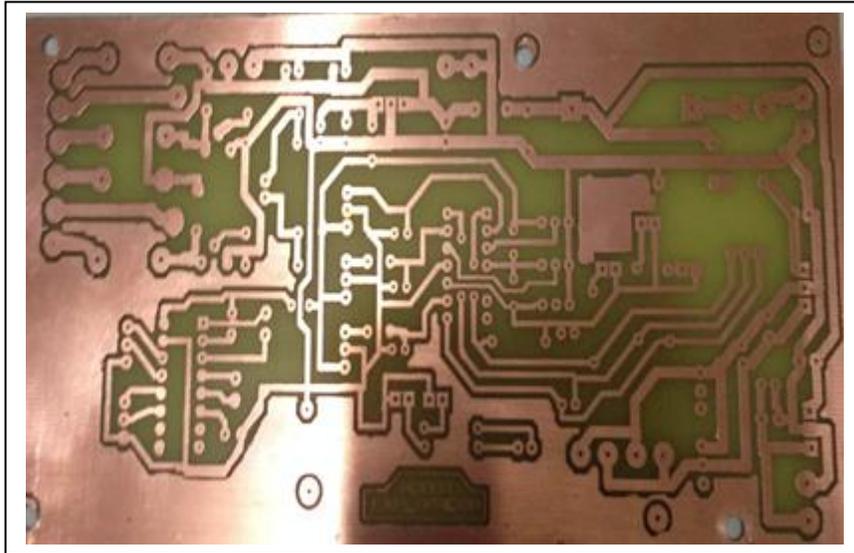


Figura. 25 Construcción y perforación de la baquelita

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Para el correcto montaje de los dispositivos se implementaron las tarjetas con socket y borneras para evitar el riesgo por calentamiento de los semiconductores a la hora de soldar.

Construcción y montaje del sensor de nivel.

A continuación se presenta la Construcción del sensor de nivel para medir el nivel de líquido que está en depósito dentro del recipiente contenedor, en sí la construcción de esta sonda es muy fácil, en primer lugar se necesita de dos baquelitas virgen de 21 cm x 4.5 cm para representar la sonda que irá dentro del agua con dos hilos de cobre en cada extremo, cubiertos de una capa de estaño para soldar el cable como se muestra en la **Fig.26**.

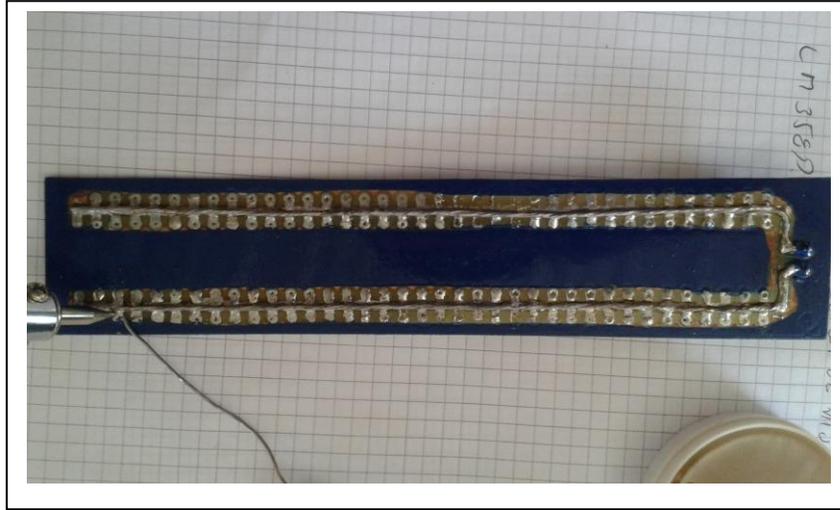


Figura. 26 Construcción de la baquelita para el sensor de nivel

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Luego se arma la tarjeta electrónica en la que estará alojado el C.I. LM358P que estará diseñado con un potenciómetro para calibrar con exactitud la precisión de la sonda. A continuación la **Fig. 27** se muestra ya lista estas tarjetas necesitan ser impermeabilizadas debido al contacto con el agua por lo que se utilizó papel fotográfico que sirve perfecto como aislante.



Figura. 27 Tarjeta para el sensor de nivel

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Es necesario que la sonda sea introducida sobre un recipiente más pequeño dentro del tanque, ya que el golpe del líquido sobre la superficie del tanque produciría variaciones de la lectura real.

Montaje y conexión de tarjetas.

A continuación se presenta la elaboración de conexiones de cada uno de los dispositivos como tarjeta de control y potencia la tarjeta de conexión serial Ethernet sensores actuadores y demás elementos. **Fig. 28.**

Es necesario que en la conexión de los dispositivos se trate de ocupar y aprovechar todo el espacio que se dispuso en la plataforma detrás del tanque contenedor, se propuso extender un cableado entre componentes manejando la estética y procurando minimizar las dimensiones de los cables de cobre UTP. En este proyecto se necesita el montaje de un router Wireless Access Point Router w/ 4Port Switch 802.11g.

Fabricante Linksys para establecer la conexión inalámbrica a través del robot hacia la pc este equipo se desmontó de su carcasa comercial para poder acoplarse a la estructura del robot semiautónomo

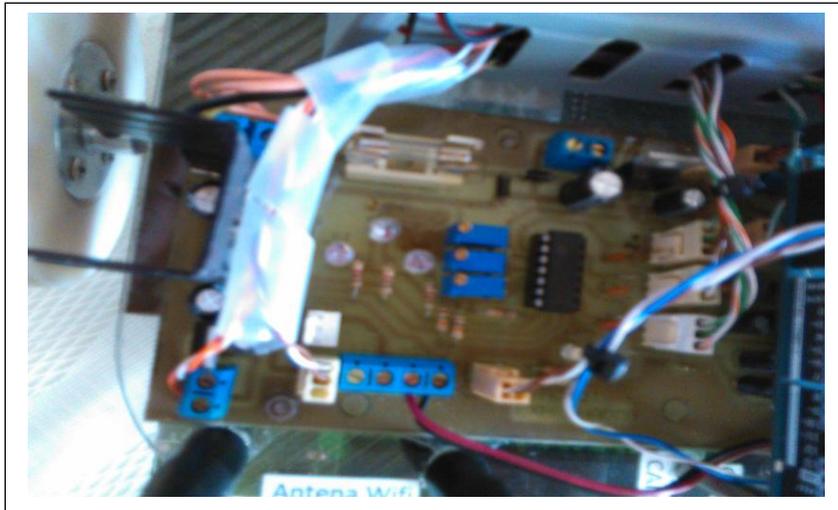


Figura. 28 Montaje y cableado de tarjetas y dispositivos.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Montaje de la tarjeta ARDUINO mega.

Dentro de la aplicación se denota el uso de la tarjeta arduino mega para la parte de control donde se habilitan los puertos Rx, Tx también los puertos que generan la señal PMW(Artero, 2013) para el uso y manipulación de los motores dc (ver anexo 5), energizar la tarjeta por medio del CI 7805 reduciendo el voltaje de las baterías de LIPO de 12 a 9 v voltaje operacional de arduino mega.

Se fijó la tarjeta con pernos de sujeción estrella como se muestra en la **Fig. 29**, se incorporó conectores para los sockets y mantener un buen contacto entre dispositivos.

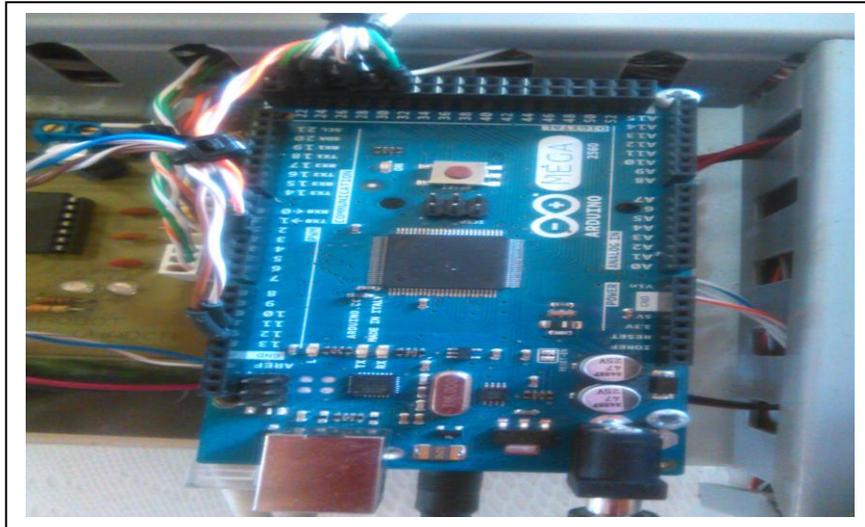


Figura. 29 Instalación de la tarjeta arduino

Fuente. José Antonio Figueroa Sarcos

Montaje de la tarjeta transceiver serial RS 232 Ethernet.

En este punto, se instaló la tarjeta a un costado del chasis en la parte posterior esta es la encargada de transformar la información generada por el puerto serial de la PC (Equipo Terminal de Datos) a RS 232 (Equipo de Comunicación de Datos), se fijó a la estructura a través de cinta adhesiva para un fácil desmontaje como se muestra en la **Fig. 30**.

Se energiza la tarjeta a través de un CI 7805 regulador de 12 a 6v por medio de un socket macho, se conecta la salida serial a un Jack RJ45 con conexión serial a un patchcord de unos 15 cm.



Figura. 30 Tarjeta serial rs-232 Ethernet

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Montaje de la tarjeta del puente H.

En este diseño se incorporó el uso del CI L298 D como puente h para la implementación, se comporta de muy buena forma pese a que está encargado de mover motores de gran torque, por prolongar la vida del dispositivo se incorpora un disipador de calor con un Cooler que mantendrá en una temperatura de funcionamiento optima como se muestra en la **Fig. 31**.



Figura. 31 Montaje del puente h.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

5.2. SISTEMA E INSTRUCCIONES PARA EL DISPOSITIVO.

Luego de haber terminado el cableado del robot sigue la fase final del ensamblaje y acoplamiento del software a la aplicación como primer punto:

- El precargar la programación en la tarjeta arduino mega
- Hacer las configuraciones respectivas al router como asignar la IP máscara de red y puerta de enlace
- Copilar la programación creada a través del software de programación labview introducir de la misma forma las configuraciones ip para el sistema inalámbrico PC /robot y en este caso por el puerto que van a trasmitirse los datos que se consideró el puerto 10001 para que no exista conflictos con otros dispositivos a través de la red inalámbrica,
- Luego de esto se inicializa la parte de control del robot a través del interruptor de control donde se energiza la tarjeta de arduino los sensores. Ver **Fig. 32 y 33**

- Se activa la parte de potencia a cargo de los motores DC la tarjeta de potencia, los sistemas de comunicación inalámbricas la cámara IP, la tarjeta de potencia.



Figura. 32 Implementación de robot semiautónomo fumigador de cultivos terminada

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos



Figura. 33 Implementación de robot semiautónomo fumigador de cultivos terminada de perfil

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

Pruebas.

En esta sesión se determina mediante ensayos pruebas preliminares sobre la aplicación de robot semiautónomo fumigador de cultivos para un mejor desarrollo se manejó 2 pruebas o ensayos:

Ensayo 1:

Funcionamiento de sensores frontales.

Objetivo:

Verificar el funcionamiento y estado de cada sensor infrarrojo sharp, con la distancia bajo la que operan.

Criterio exitoso: Se establecerá el éxito en esta prueba si los sensores detectan la presencia de un objeto a la distancia apropiada para el desempeño de la aplicación en el menor tiempo posible, que se estima no exceda el tiempo de 0.5 Seg.

Prueba:

La prueba consiste colocar tres objetos enfocados hacia cada sensor por separados y obtener los valores los valores de tiempo y distancia con el fin de demostrar la efectividad de la detección en las condiciones bajo que estos están sometidos, y que gracias a este experimento también analizar que los factores externos como el sol, el agua, el polvo no influyen en la detección como se muestra en la **Fig.34**.



Figura. 34 Ensayo numero 1 prueba de sensores

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Resultados:

En esta prueba se tomó distancias bases en torno a la utilidad de la aplicación que esta entre filas de cultivos que van de (1m – 1.25m), pese a que nuestro dispositivo está provisto con potenciómetros variables que permiten variar la distancia de trabajo entre el sensor y el objeto.

	Estado	Distancia al objeto (cm)	Margen de error (cm)	Tiempo de transición (0-1) Seg
Sensor 1	Activo	43 cm	0.8 cm	0.45 Seg
	Pasivo	43.8 cm		
Sensor 2	Activo	30 cm	0.9 cm	0.38 Seg
	Pasivo	30.9cm		
Sensor 3	Activo	42.5 cm	0.4 cm	0.4 Seg
	pasivo	42.9 cm		

Tabla. 11 Funcionamiento de los sensores sharp.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos

Cabe recalcar que los sensores 1 y 3 siempre deberán estar con la misma calibración a excepción del sensor 2 que estará calibrado a la distancia que sea más conveniente

Con este ensayo se logró demostrar que los sensores prestan un tiempo de reacción no mayor a 0.5 seg con la cual el ensayo basado en los criterios se considera exitoso.

Ensayo 2.

Manejo del sistema automático/ manual de la programación en labview.

Con este ensayo se pretende demostrar la operatividad de la programación que se generó a través del software labview sobre la tarjeta y la programación en arduino.

Demostrar los tiempos que cada dispositivo mediante los estados en que opera como se muestra en la **Tabla 12**.

Exitoso: el ensayo se establece exitoso si cumple con intervalos de tiempo entre (0.5 – 1 Seg) que harán de la implementación un dispositivo veloz y fiable

	SEMIAUTÓNOMO BAJO SIMULACIÓN	TIEMPO DE RESPUESTA SEG	SEMIAUTÓNOMO BAJO OPERACIÓN	ESTADO
Adelante	100%	0.3 Seg	90%	Exitoso
Atrás	100%	0.4 Seg	85%	exitoso
Izquierda	100%	0.2 Seg	95%	exitoso
Derecha	100%	0.2 Seg	95%	exitoso
paro	100%	0.4 Seg	85%	exitoso
automático	100%	1 Seg	80%	exitoso

Tabla. 12 Manejo de los sensores y actuadores.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

En este ensayo se obtuvo datos positivos, siendo un dispositivo prototipo se muestra con fiabilidad la respuesta de cada gesto del robot en tiempos óptimos para el desarrollo de la aplicación.

5.3. DOCUMENTACIÓN

En torno al desarrollo de la aplicación se generó un manual de usuario para el fácil manejo y entendimiento de la aplicación, que por su arquitectura y diseño necesita de estas condiciones para el funcionamiento eficiente que se presenta a continuación **(ver anexo 6)**.

5.4. DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS.

Con la demostración de los ensayos y luego de obtener datos favorables y muy alentadores por parte del robot semiautónomo fumigador de cultivos, se manejó valores de tiempo de 0.38 – 0.4 seg en la transición de (0 -1) para el uso de los actuadores y sensores lo que demuestra que estos operan con gran efectividad bajo funcionamiento, en el ensayo para demostrar el tiempo de retardo por cada gesto del robot donde se obtuvo valores de tiempo de (0.2 – 0.4 seg) sobre una base de 1 seg obteniendo efectividad y velocidad muy convincente para el desarrollo de la

aplicación.

Dentro de las expectativas el robot cumple con los parámetros bajo el que diseñó pudiendo este ser una herramienta de práctica y aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones que aportará conocimientos y generación de destrezas.

CONCLUSIONES

Con la implementación del robot semiautónomo fumigador de cultivos por medio de la plataforma ARDUINO se logró concluir lo siguiente.

1. De acuerdo a los ensayos realizados en campo se determina que la estructura concebida para el prototipo se ajusta a suelos llanos con irregularidades no mayores a 4cm.

1. El diseño de chasis y el uso de materiales totalmente ligeros como la placa de acrílico y ángulos de aluminio permite que la estructura del dispositivo sea totalmente liviana obteniendo un peso bruto de 5.45 kg.

2. La programación que se generó a través del software ARDUINO para manipular la bomba y la electroválvula se utilizó un pulso de 5 seg que permanecerá en 0 y “digitalWrite (rele, HIGH);delay (2000)” que mantendrá en 1 la bomba durante 2 seg es el objetivo de esta sentencia es de economizar el líquido dentro del tanque contenedor.

3. Además una de las ventajas del código fuente al asignarle direcciones para seguir cada subrutina a través de la conexión inalámbrica por ejemplo adelante estaba definido por la letra (A)

4. Gracias al análisis de datos sobre el funcionamiento de los sensores infrarrojos Sharp se determinó que el tiempo de respuesta para el estado de (0 – 1) oscila entre 0.38 a 0.45 Seg tienen un margen de error de 0.4 a 0.9 cm

5. El sistema de aspersores que se diseñó para el robot fueron concebidos con una distancia entre aspersores de 33 cm. con la finalidad que estos ejerzan una cobertura

homogénea sobre el terreno gracias a que estos ofrecen un radio de cobertura de 25 cm individualmente.

6. El prototipo necesitó de dos baterías de **LIPO** de 12v de 5050 mA, para compensar las cargas que el robot necesita para alimentar el sistema dividiéndolo en dos partes. De control compuesto por la tarjeta arduino mega, control, el router, los sensores sharp y la otra para el sistema de potencia compuesta por , el puente h, 4 motores dc de 300 mA c/u, la electroválvula, la bomba de agua 250 mA respectivamente y la cámara IP

7. Se diseñó el control PTZ a través de la aplicación labview para manejar el robot a través del joystick (Palanca de mando, Alámbrico). Este joystick se manejó en un rango de -32767 en el eje negativo y 32676 en el eje positivo se situó en un rango de 15000 para mover hacia adelante y de -15000 para mover hacia atrás y para un rango entre - 9000 entre 9000 para detenerse para girar a la derecha e izquierda se fijó el intervalo de (4000, -4000) respectivamente en cuanto le intervalo (500, -500) para detener los motores.

8. El tiempo que se demora en reaccionar la conexión inalámbrica presta una gran eficacia debido a que los datos de transmisión se manejan de manera real estableciendo parámetros a través del ensayo #2 que arroja resultados entre (0.2 – 0.4 Seg) en el modo automático y para el modo manual de menos 1 Seg a una distancia de 15m del dispositivo al terminal.

RECOMENDACIONES.

En base a los estudios generados en base a esta investigación se puede recomendar.

- El manipulador o robot fumigador presta sus condiciones de operatividad en suelos totalmente llano debido a sus dimensiones en un futuro se puede repotenciar estas características para manejar la implementación en suelos más hostiles.
- Se pueden mejorar las bondades y operatividad del robot con respecto al sensado y ruta de trabajo.
- Adquirir motores de mayor torque o caja de reducción de piñones y un puente H con mejores prestaciones y características para evitar recalentamiento del actual.
- Mejorar las características del sistema de fumigación, repotenciar el sistema de aspersion del líquido para una mayor cobertura.
- A la hora de encender el dispositivo es mejor encender la etapa de control y luego la de potencia para optimizar el rendimiento de las baterías de lipo.

BIBLIOGRAFÍA

alan g, s. (2011). introduction to arduino. En s. alan g, *introduction to arduino* (págs. 30-36). EE-UU: copyright 2011.

Artero, O. T. (2013). Arduino curso practico de formacion. En oscar, *Arduino* (págs. 50-62). mexico: alfaomega editorial S.A. de C.V.

Castell. (1998). *Propuesta de un diseño de software educativo tutorial*. Recuperado el jueves de octubre de 2014, de Propuesta de un diseño de software educativo tutorial: <http://www.monografias.com/trabajos100/propuesta-diseno-software-educativo-tutorial/propuesta-diseno-software-educativo-tutorial.shtml>

Gallardo. (2008). *Propuesta de un diseño de software educativo tutorial*. Recuperado el miercoles de octubre de 2014, de Propuesta de un diseño de software educativo tutorial: <http://www.monografias.com/trabajos100/propuesta-diseno-software-educativo-tutorial/propuesta-diseno-software-educativo-tutorial.shtml>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Din%C3%A1mica>. (s.f.).

Pablo E, g., manuel hidalago, j. l., & loza, j. m. (2006). practica con arduino. En g. Pablo E, j. l. manuel hidalago, & j. m. loza, *practica con arduino* (págs. 10-15). mexico: edubasica.

Perez, G. (1996). metodologia de la investigacion . En G. Perez, *metodologia de la investigacion* (págs. 21-22). La Habana: Pueblo y Educacion.

W.evans, B. (2007). Arduino programming. En B. W.evans, *Arduino programming notebook* (págs. 20-45). EE.UU: creative commors.

ANEXOS

Anexo 1.

ANEXO. 1 CERTIFICADO DE REVISIÓN GRAMATICAL.

Anexo 2

ANEXO. 2 CARTA AVAL PARA LA APLICACIÓN.

CARTA AVAL

CERTIFICADO DE

IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE TESIS

Por medio de la presente certifico que el egresado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, **Sr. Figueroa Sarcos José Antonio**, con cedula de identidad **092636583-4**, se encuentra AUTORIZADO para realizar las pruebas necesarias de su propuesta de tesis **“PROTOTIPO DE ROBOT SEMIAUTÓNOMO, ESPECIALIZADO EN FUMIGACIÓN AGRÍCOLA BAJO LA TECNOLOGÍA “ARDUINO”** en la Finca Punta Carnero parroquia José Luis Tamayo del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

Es todo en cuanto puedo certificaren honor a la verdad, y ponemos a disposición los accesos necesarios para que el Sr. Figueroa pueda presentar sobre su tesis.

Sr. Galo Figueroa Figueroa

Propietario de la Finca Punta Carnero

Anexo 3

ANEXO. 3 TABULACIÓN DE LAS ENCUESTAS.

ENCUESTAS DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones

Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

**“PROTOTIPO DE ROBOT SEMIAUTÓNOMO, ESPECIALIZADO EN
FUMIGACIÓN AGRÍCOLA BAJO LA TECNOLOGÍA “ARDUINO año 2015”** Previo
a la obtención del título de ingeniero en **ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

ENCUESTAS ESTUDIANTES DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

1. ¿Cree usted que la insuficiencia de tecnología orientada a la robótica dentro del laboratorio de electrónica, hacen que se aborden solo concepto teórico y más no práctico?

SI

NO

2. ¿Dentro del ámbito de la robótica aplicada, encontraría beneficioso el uso de una herramienta tecnológica que aporte al desarrollo productivo de la provincia de Santa Elena?

SI

NO

3. ¿Mostraría agrado y aceptación en la implementación de una herramienta tecnológica que reduzca el impacto ambiental por el uso indiscriminado de agroquímicos dentro de la provincia de Santa Elena donde se ejerce la agricultura?

SI

NO

4. ¿Usted consideraría beneficioso el desarrollo y creación de tecnología robótica dentro de la carrera de electrónica y telecomunicaciones?

SI

NO

5. ¿Encontraría beneficioso para la carrera de electrónica y telecomunicaciones que se construya un prototipo semiautónomo fumigador para realizar prácticas?

SI

NO

6. ¿Dentro de las expectativas que tiene acerca de su carrera encontraría algún beneficio realizar prácticas sobre un modelo prototipo que aparte de contribuir al desarrollo productivo de un sector afianzarían y enriquecerían sus conocimientos sobre robótica aplicada?

SI

NO

7. ¿Qué tanto conoce sobre el software de desarrollo LabView?

Mucho

Poco

Algo

Nada

8. ¿Qué tanto conoce sobre el software de desarrollo arduino?

Mucho

Poco

Algo

Nada

9. ¿Si la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones impartiera cursos sobre el desarrollo de software, LABVIEW y ARDUINO dentro de la universidad, asistiría?

SI

NO

10. ¿En qué ámbito cree usted que deba fortalecerse la carrera de electrónica y telecomunicaciones?

1. Docentes.
2. Tecnología.
3. Infraestructura.

4. Otros: _____

Tabulación de la encuesta.

Encuesta para los estudiantes de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones dirigida a los alumnos que cursan el semestre de fundamentos de robótica para tener una idea más clara sobre el grado de aceptación de la implementación con una muestra confiable y fiable.

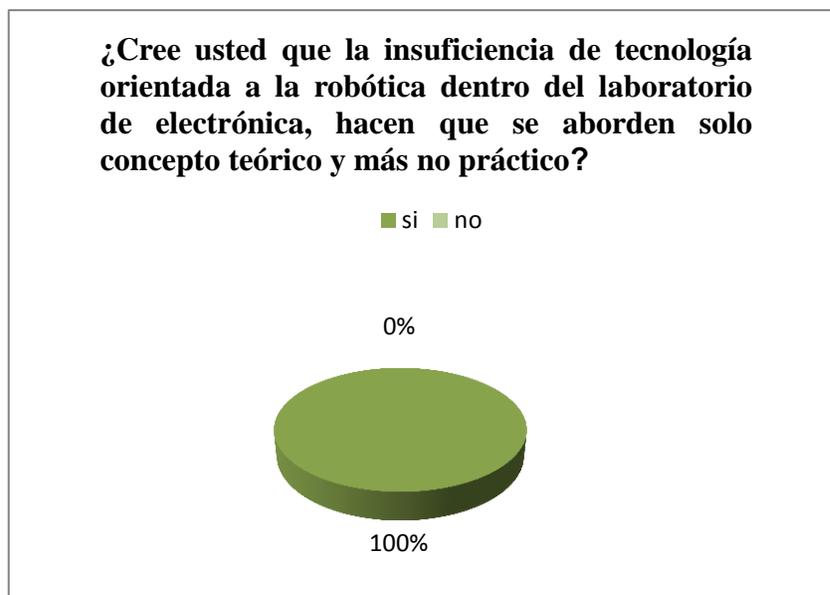


GRÁFICO 1: PREGUNTA n° 1.

Dentro de los datos que se recopilaron en la primera pregunta de la encuesta #2 dice que todos los estudiantes opinaron que la falta de tecnología en los laboratorios es el principal factor para que los estudiantes no realicen prácticas constantemente.

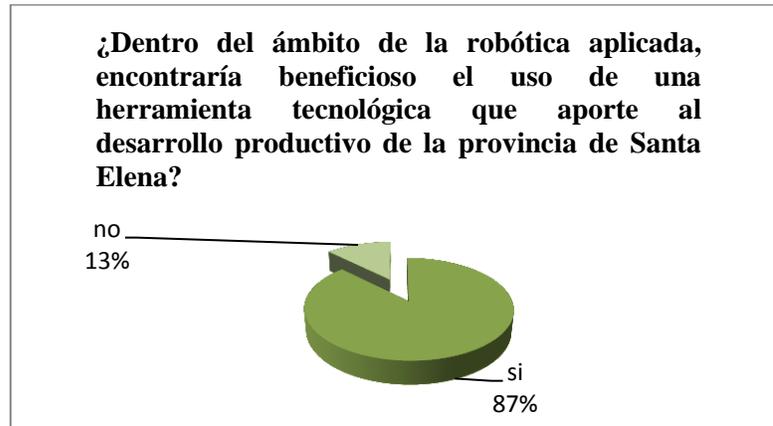


GRÁFICO 2: PREGUNTA n° 2.

Con la encuesta se obtuvo que el 87% de la muestra, mediante una afirmación que encontraría beneficioso el uso de una herramienta tecnológica que aportará al desarrollo productivo de la provincia de Santa Elena, mientras que el 13% cree que no lo sería.

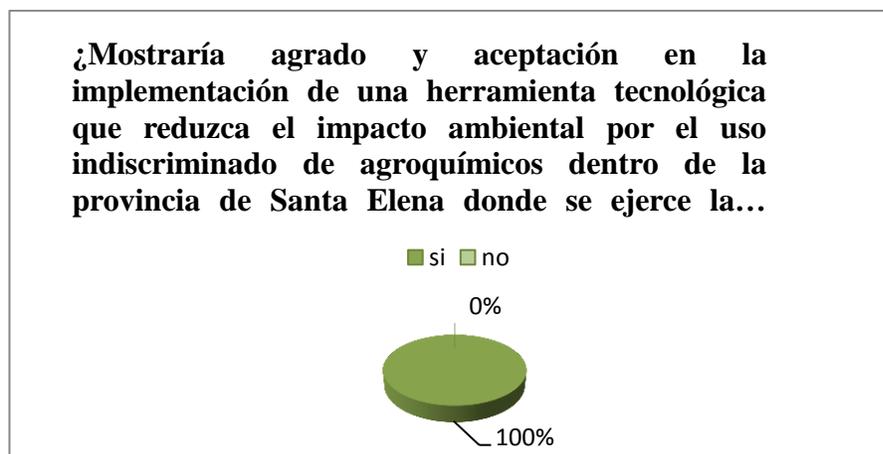


GRAFICO 3: PREGUNTA n° 3.

La pregunta número 3 de la encuesta al igual que en la encuesta número 1 determinó que el 100% de la muestra tendría gran acogida de implementar una aplicación como herramienta tecnológica que permita reducir el impacto ambiental debido al uso indiscriminado de sustancias químicas con fines agrícolas en este caso se encuentra valores semejantes por el hecho de concebir una herramienta en favor del medio ambiente todos dirían si intempestivamente ya si se tratase de una tecnología o no. Por lo que se considera que el prototipo de robot fumigador no solo es viable sino también contaría con el agrado de la población universitaria.

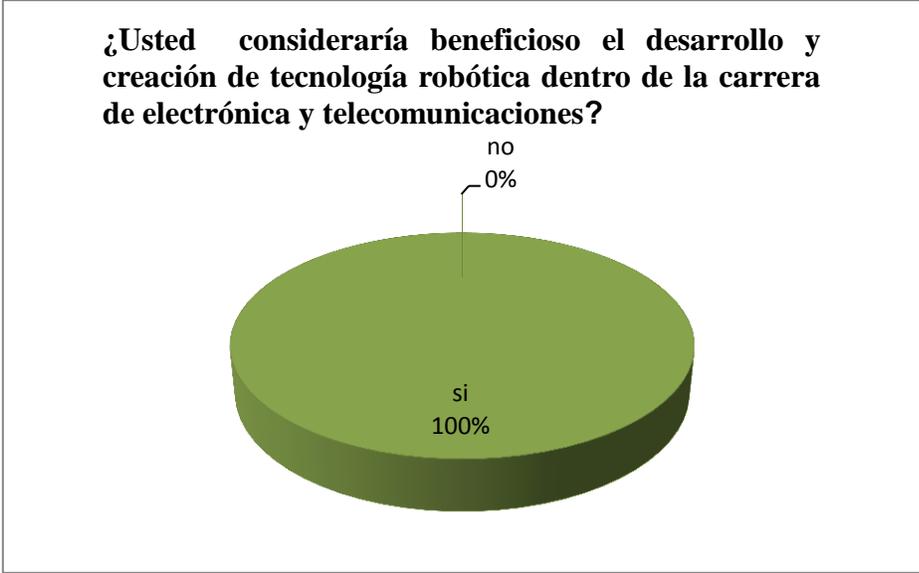


GRAFICO 4: PREGUNTA N° 4.

Con el análisis de la pregunta n° 4 de la encuesta n° 2 da como resultado que el 100% de la muestra está de acuerdo que sería beneficioso la creación y desarrollo de tecnología robótica para la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.

¿Encontraría beneficioso para la carrera de electrónica y telecomunicaciones que se construya un prototipo semiautónomo fumigador para realizar prácticas?

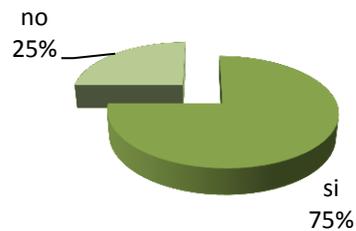


GRAFICO 5: PREGUNTA # 5.

En la tabulación de la encuesta n° 2 se demuestra que sería de mucho beneficio para la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones la construcción y el uso de una aplicación prototipo semiautónomo fumigador de cultivos, el 87% de encuestados mantuvo que sí serviría para la realización de prácticas mas no el 13% que se mantuvo en que no sería útil para la carrera.

De lo cual se estima una gran acogida por la realización del prototipo.

¿Dentro de las expectativas que tiene acerca de su carrera encontraría algún beneficio realizar prácticas sobre un modelo prototipo que aparte de contribuir al desarrollo productivo de un sector afianzarían y enriquecerían sus conocimientos sobre robótica

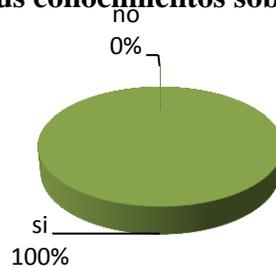


GRAFICO 6: PREGUNTA # 6.

En esta pregunta los encuestados contestaron que sí sería de mucho beneficio para ellos realizar prácticas en base a un modelo prototipo para afianzar los conocimientos adquiridos y reforzar los ya existentes, con la totalidad del 100% de la muestra está de acuerdo que dicha aplicación sirva como herramienta para aprendizaje.

Como conclusión se estima que existe viabilidad para el robot prototipo para ser de éste, una herramienta para realizar prácticas por los estudiantes que cursan el semestre sobre fundamentos de robótica.

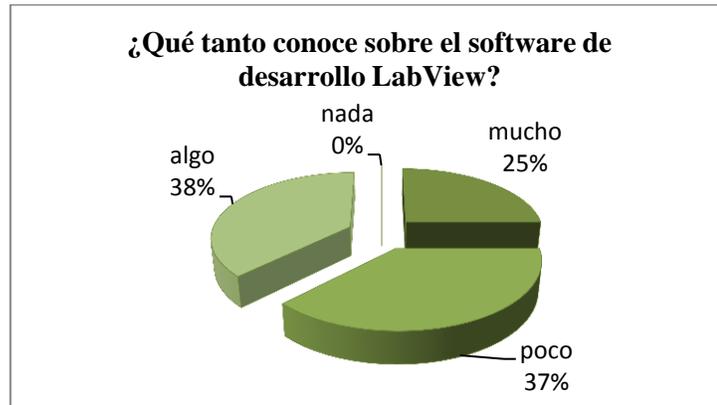


GRAFICO 7: PREGUNTA # 7.

El sondeo a través de esta pregunta demostró que el 25% de la población de Electrónica y Telecomunicaciones domina y entiende el software, mientras un 37% asegura conocer un poco en cuanto a este ámbito y la parte de un 38% expresa que solo conoce algo en cuanto al software Labview.

Se considera y estima que es de vital importancia que se profundice y se dé a conocer el software, no solo de forma teórica sino también práctica con prototipos utilizando este programa.

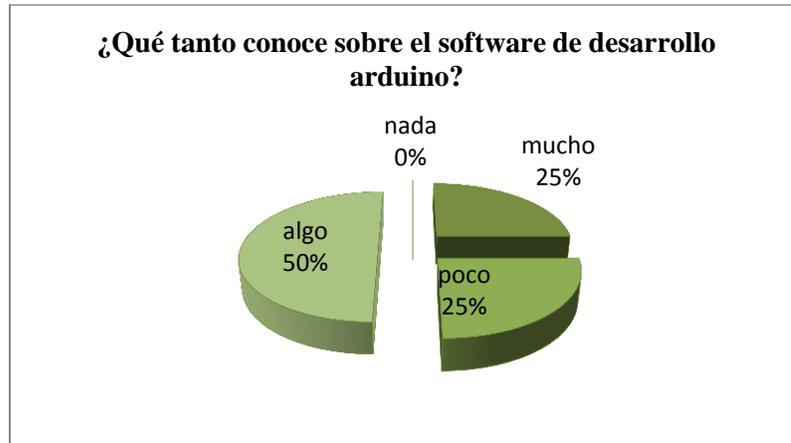


GRAFICO 8: PREGUNTA # 8.

Dentro de las expectativas que se espera en base a esta pregunta dice que 25% de los encuestados expresa conocer mucho sobre este software mientras que el 25% indica conocer poco sobre este tema y a su vez el 50% de la población universitaria de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones revela que tiene algo de conocimientos en cuanto al software Arduino.

¿Si la facultad de sistemas y telecomunicaciones impartiera cursos sobre el desarrollo de software, LABVIEW y ARDUINO dentro de la universidad, asistiría?

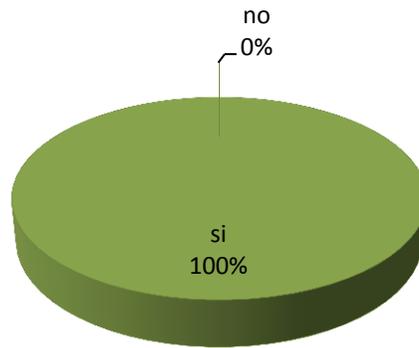


GRAFICO 9: PREGUNTA # 9

La pregunta que se planteó, revela que al 100% de los estudiantes de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones les interesaría recibir capacitación a sobre software Labview.

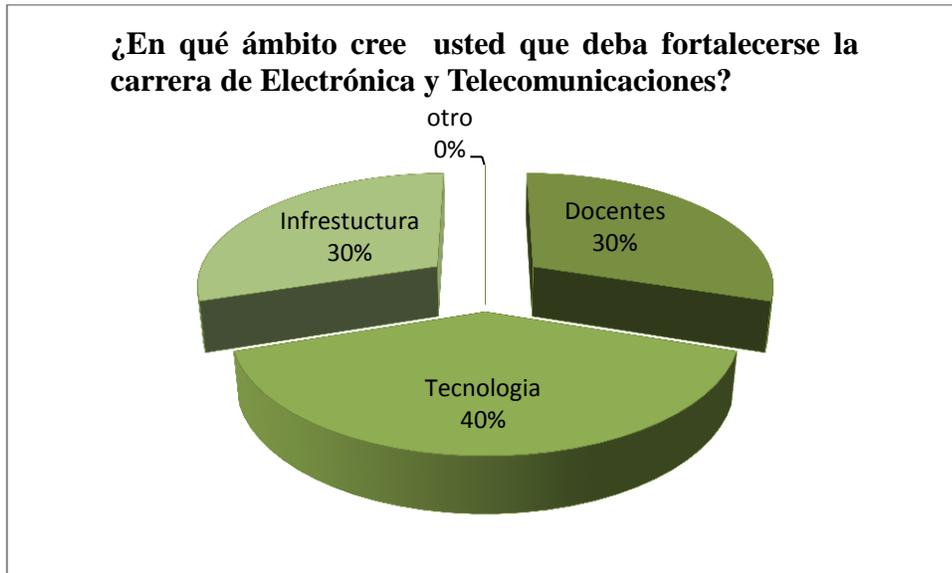


GRAFICO 10: PREGUNTA # 10

De los datos obtenidos de la pregunta n° 10 denota que el 30% de los encuestados señala que la carrera debe fortalecer sus bases en torno a la infraestructura, mientras que el 40% indica que la tecnología es uno de los puntos que se debe fortalecer, a su vez el 30% asegura que el área de cambios se encuentra en los docentes. Por lo que se deduce que la gran parte de encuestados señala como zona o área de mejoramiento la tecnología, lo que permitiría a los estudiantes poner en práctica los conocimientos adquiridos lo aprendido.

ANEXO 4

ANEXO. 4 PROGRAMACIÓN DE ARDUINO

```
#include<Servo.h>

Servo servo_hor;
Servo servo_vert;

int ENA = 2; // ENA
int ENB = 3; // ENB
int MTR_IZQ1 = 22; //Motor A
int MTR_IZQ2 = 23;//Motor A
int MTR_DER1 = 24;//Motor B
int MTR_DER2 = 25;//Motor B

intSENS_LtralDER=28;
intSENS_LtralIZQ=29;
int SENS_DEL=30;
intrele=31;
int led=13;
longcont = 0;
int x;
booleanflag;
```

```
char cadena[3];
charcadena_letra;
char cadena_num1;
char cadena_num2;
char cadena_num3;
byteposicion=0;

//intdato;
int num_1;
int num_2;
int num_3;
intnumero;
void setup()
{
servo_hor.attach(4);
servo_vert.attach(5);
pinMode (ENA, OUTPUT); // Input4 conectada al pin 4
pinMode (ENB, OUTPUT); // Input4 conectada al pin 4
pinMode (MTR_IZQ1, OUTPUT); // Input3 conectada al pin 5
pinMode (MTR_IZQ2, OUTPUT);
pinMode(MTR_DER1, OUTPUT);
pinMode(MTR_DER2, OUTPUT);
pinMode(led, OUTPUT);
pinMode(rele,OUTPUT);
pinMode (SENS_LtralDER,INPUT);
pinMode (SENS_LtralIZQ,INPUT);
```

```
pinMode (SENS_DEL,INPUT);
```

```
Serial.begin(57600);
```

```
analogWrite(ENA,100);//200
```

```
analogWrite(ENB,100);
```

```
for(x=0;x<6;x++)
```

```
{
```

```
digitalWrite (led, HIGH);
```

```
delay(500);
```

```
digitalWrite (led, LOW);
```

```
delay(500);
```

```
Serial.println ('M');
```

```
flag=0;
```

```
}
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
contador();
```

```
adelante();
```

```
sensar_der();
```

```
sensar_izq();
```

```
sensar_adelante();
```

```
comunicacion();
```

```
calculos();
```

```
comparacion();
```

```
manual();
}
voidcontador()
{
if(flag==0)
{
cont++;
//Serial.println (cont);
if (cont ==50000)
{
cont=0;
digitalWrite (rele, HIGH);
delay (2000);
digitalWrite (rele, LOW);
delay (100);
}
}
}
voidadelante()
{
if(flag==0)
{
digitalWrite (MTR_DER1, HIGH);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//MOTOR DERECHO
ADELANTE
digitalWrite (MTR_IZQ1, HIGH);digitalWrite (MTR_IZQ2, LOW);//MOTOR IZQUIERDO
ADELANTE(VISTO DE ATRAS)
}
}
```

```

}

voidsensar_der()
{
if(flag==0)
{
if (digitalRead (SENS_LtralDER)==LOW)
{
//curva IZQUIERDA

digitalWrite (MTR_DER1, HIGH);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//MOTOR DERECHO
ADELANTE

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, HIGH);//MOTOR IZQUIERDO
ATRAS

sensar_der();
}
}
}

voidsensar_izq()
{
if(flag==0)
{
if (digitalRead (SENS_LtralIZQ)==LOW)
{
//curva derecha

digitalWrite (MTR_DER1,LOW);digitalWrite (MTR_DER2, HIGH);//MOTOR DERECHO
ATRAS

digitalWrite (MTR_IZQ1, HIGH);digitalWrite (MTR_IZQ2, LOW);//MOTOR IZQUIERDO
ADELANTE

```

```

sensar_izq();
    }
    }
}

voidsensar_adelante()
{
if(flag==0)
{
if (digitalRead (SENS_DEL)==LOW)
{
delay(50);

digitalWrite (MTR_DER1, LOW);digitalWrite (MTR_DER2, HIGH);//MOTOR DERECHO
ATRAS

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, HIGH);//MOTOR IZQUIERDO
ATRAS

delay(1000);

digitalWrite (MTR_DER1, HIGH);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//CURVA IZQ

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, HIGH);//CURVA IZQ

delay(3000);

digitalWrite (MTR_DER1, LOW);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//MOTOR DERECHO
PARADO

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, LOW);//MOTOR IZQUIERDO
PARADO

for(x=0;x<6;x++)
    {

digitalWrite (led, HIGH);

delay(200);

digitalWrite (led, LOW);

```

```

delay(200);
Serial.println ("T");
flag=1;
    }
}
}
}
void comunicacion()
{
if (Serial.available())//Nos dice si hay datos dentro del buffer
    {
memset(cadena, 0,sizeof(cadena));//memset borra el contenido del array "cadena" desde la
posición 0 hasta el final de la cadena con sizeof
while(Serial.available(>0)//Mientras haya datos en el buffer ejecuta la función
    {
delay(5); //Poner un pequeño delay para mejorar la recepción de datos
        cadena[posicion]=Serial.read();//Lee un carácter del string "cadena" de la "posicion",
luego lee el siguiente carácter con "posicion++"
posicion++;
    }
posicion=0;//Ponemos la posicion a 0
}
}
void calculos()
{
cadena_letra = cadena[0];//guardo el primer digito del dato "A180" es decir guardo la letra A
para despues comparar.

```

```
cadena_num1 = cadena[1];//guardo el segundo digito del dato"A180" es decir guardo eñ # 1
para despues comparar.
```

```
cadena_num2 = cadena[2];//guardo el segundo digito del dato"A180" es decir guardo eñ # 8
para despues comparar.
```

```
cadena_num3 = cadena[3];//guardo el segundo digito del dato"A180" es decir guardo eñ # 0
para despues comparar.
```

```
num_1=cadena_num1-'0';// transformo char a numero
```

```
num_2=cadena_num2-'0';// transformo char a numero
```

```
num_3=cadena_num3-'0';// transformo char a numero
```

```
num_1=num_1*100; //RUTINA PARA TRANSFORMAR UNIDADES DECENAS Y
CENTENAS
```

```
if (num_1>100)
```

```
{
```

```
    num_1=num_1/10;
```

```
    num_2=num_2*1;
```

```
}
```

```
else if (num_1=100)
```

```
{
```

```
    num_2=num_2*10;
```

```
num_3=num_3*1;
```

```
}
```

```
numero=num_1+num_2+num_3; //SOLO SUMAMOS UNIDADES
+DECENAS+CENTENAS SIN EL CARACTER DE INICIO "A"
```

```
}
```

```
voidcomparacion()
```

```
{
```

```
switch (cadena_letra)
```

```
{
```

```
case 'H':servo_hor.write(numero-30);
break;
case 'V':servo_vert.write(numero-10);
break;
case'A': adelante_aut();
break;
case'P': parar();
break;
case'S':atras();
break;
case'M': manual();
break;
    case'R':riego_on();
break;
    case'G':riego_off();
break;
case'D':derecha();
break;
case'T':izquierda();
break;

}
}

voidadelante_aut()
{
```

```
if(flag==1)
{
digitalWrite (MTR_DER1, HIGH);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//MOTOR DERECHO
ADELANTE

digitalWrite (MTR_IZQ1, HIGH);digitalWrite (MTR_IZQ2, LOW);//MOTOR IZQUIERDO
ADELANTE(VISTO DE ATRAS)

}
}

void derecha()
{
//curva derecha
if(flag==1)
{
digitalWrite (MTR_DER1,LOW);digitalWrite (MTR_DER2, HIGH);//MOTOR DERECHO
ATRAS

digitalWrite (MTR_IZQ1, HIGH);digitalWrite (MTR_IZQ2, LOW);//MOTOR IZQUIERDO
ADELANTE

}
}

void izquierda()
{
if(flag==1)
{
digitalWrite (MTR_DER1,HIGH);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//MOTOR DERECHO
ATRAS

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, HIGH);//MOTOR IZQUIERDO
ADELANTE

}
}
}
```

```

void parar()
{
if(flag==1)
{
digitalWrite (MTR_DER1, LOW);digitalWrite (MTR_DER2, LOW);//MOTOR DERECHO
PARADO

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, LOW);//MOTOR IZQUIERDO
PARADO

}
}

voidatras()
{
if(flag==1)
{
digitalWrite (MTR_DER1, LOW);digitalWrite (MTR_DER2, HIGH);//MOTOR DERECHO
ADELANTE

digitalWrite (MTR_IZQ1, LOW);digitalWrite (MTR_IZQ2, HIGH);//MOTOR IZQUIERDO
ADELANTE(VISTO DE ATRAS)

}
}

void manual()
{
if((flag==1)&&(cadena_letra=='M'))
{
for(x=0;x<6;x++)
{

```

```
digitalWrite (led, HIGH);  
delay(200);  
digitalWrite (led, LOW);  
delay(200);  
Serial.println ('M');  
flag=0;  
  }  
}  
}
```

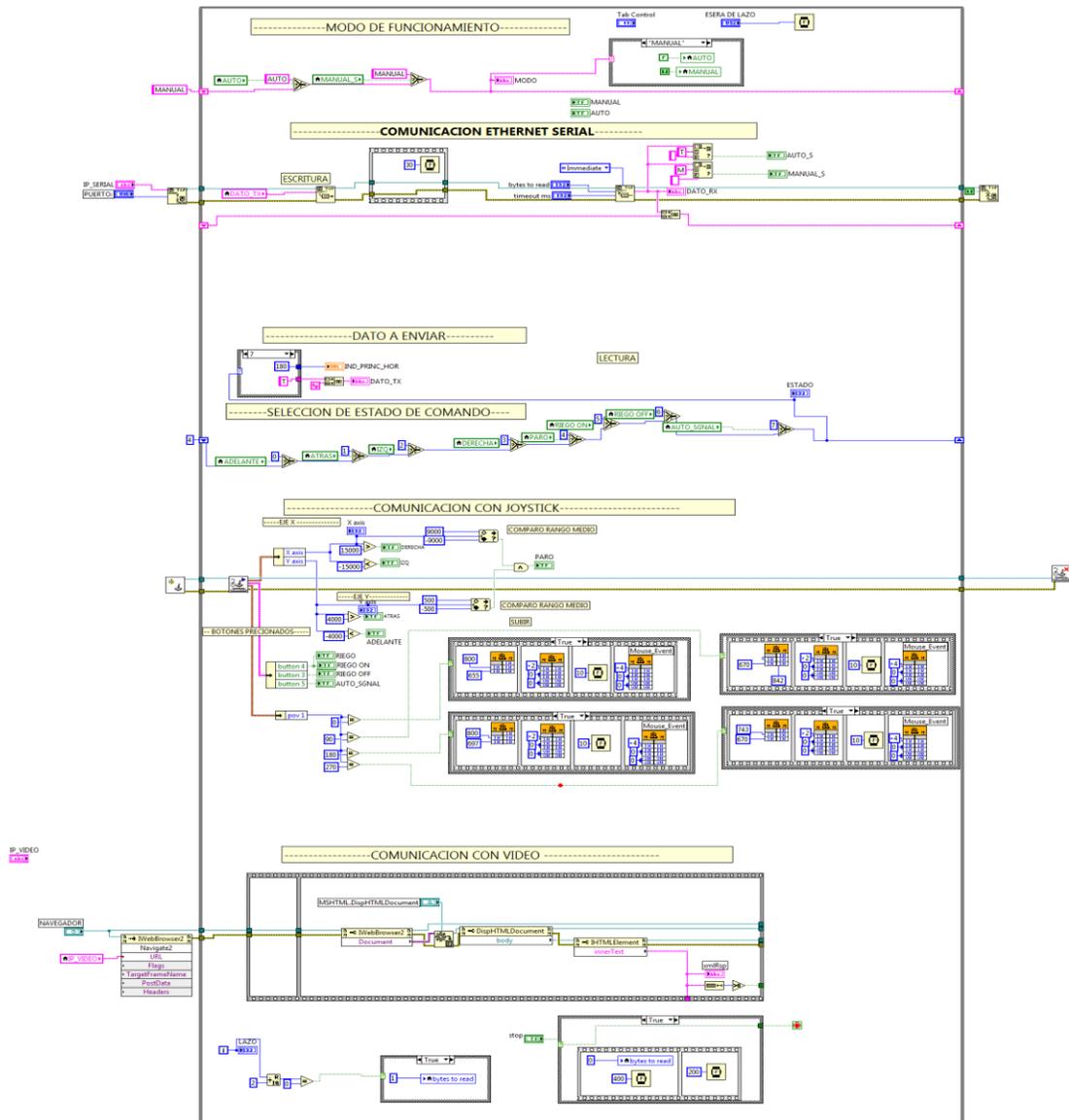
```
voidriego_on()  
{  
digitalWrite (rele, HIGH);  
}
```

```
voidriego_off()  
{  
digitalWrite (rele, LOW);  
}
```

ANEXO 5

ANEXO. 5 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW

En este anexo se presenta toda la programación en la plataforma labview.



ANEXO 6

MANUAL DE USUARIO

ANEXO. 6 MANUAL DE USUARIO

Manual de usuario para la aplicación robot semiautónomo fumigador de cultivos.

En este manual se presenta el uso y aplicación del robot semiautónomo fumigador de cultivos detallando cada aspecto desde su inicialización y compilación en labview hasta el manejo del prototipo.

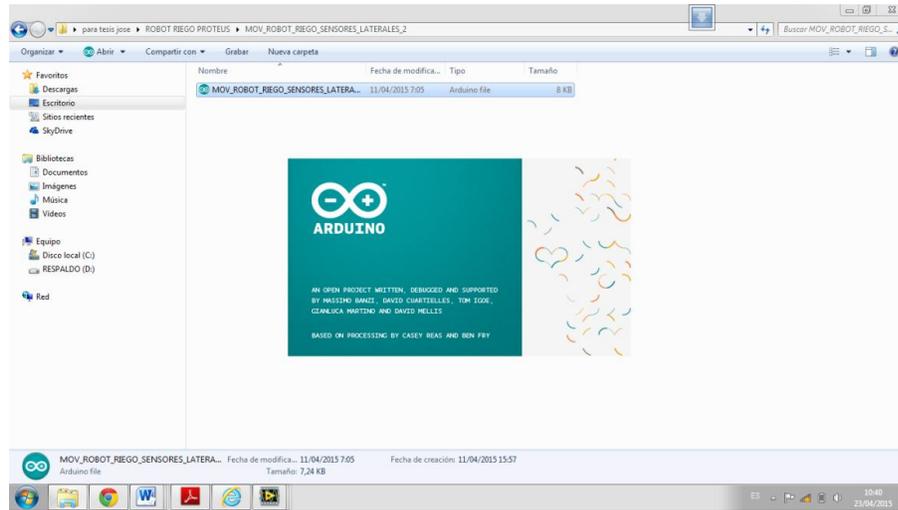
Requisitos para el funcionamiento del robot

Dentro de Windows es necesario contar con algunos requerimientos como son:

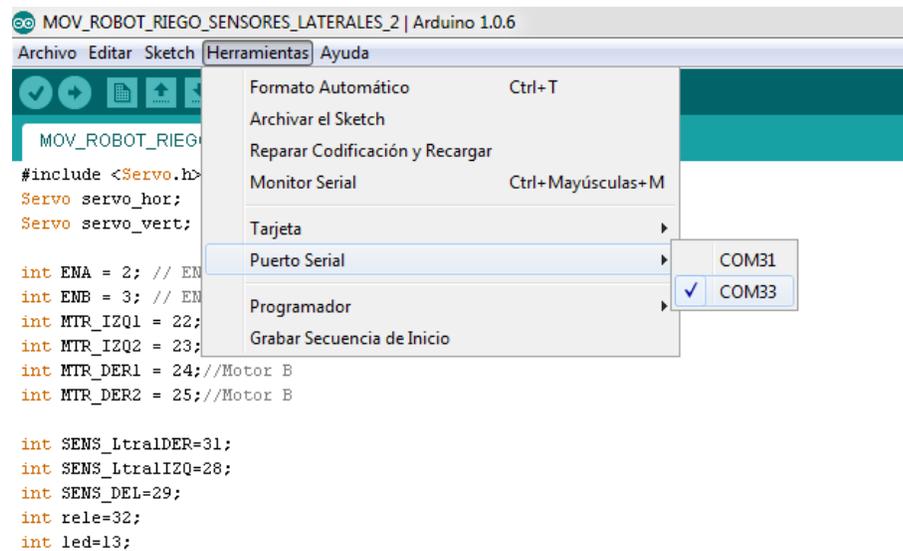
- Software arduino 1.6.0
- Labview 2012

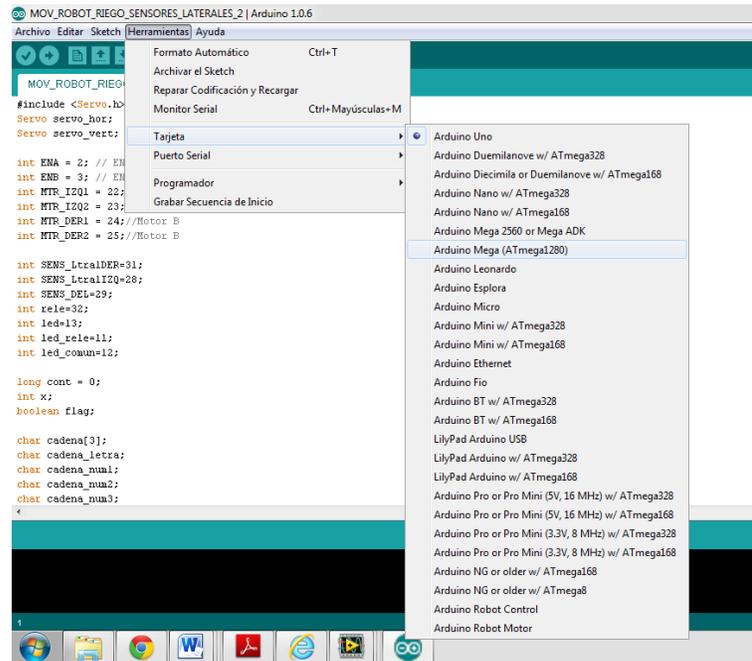
1. Antes de ejecutar labview debe estar precargada la programación en la tarjeta arduino mega.

La ejecución es muy sencilla se conecta el cable de datos con la computadora a la tarjeta arduino mega se guarda la programación en la memoria interna de la siguiente manera:

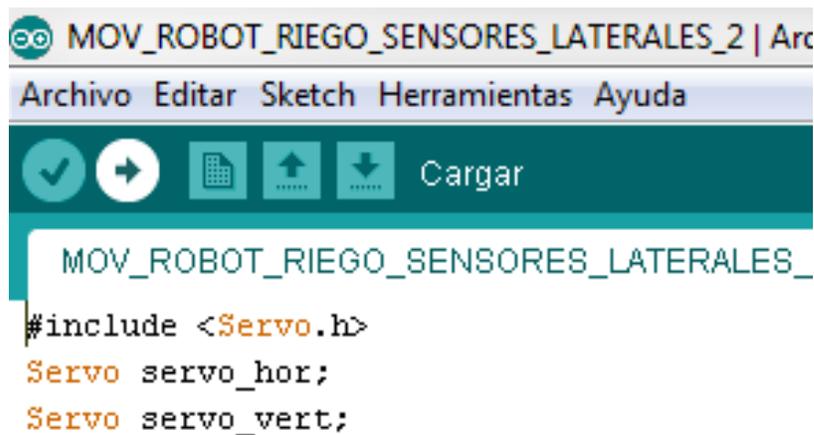


Luego iniciado arduino se llama a la programación se precarga la programación, antes se fija la ruta y el dispositivo en este caso la tarjeta arduino mega

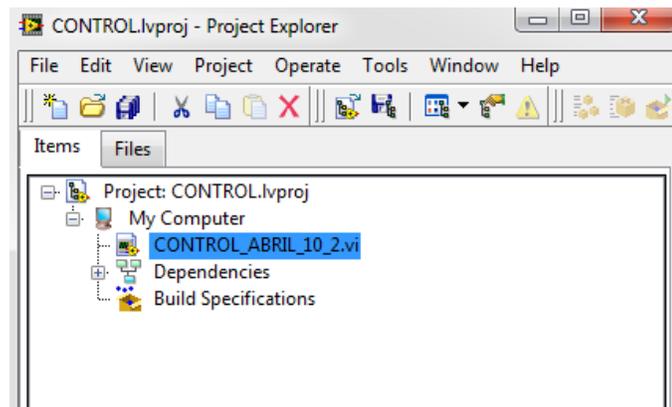




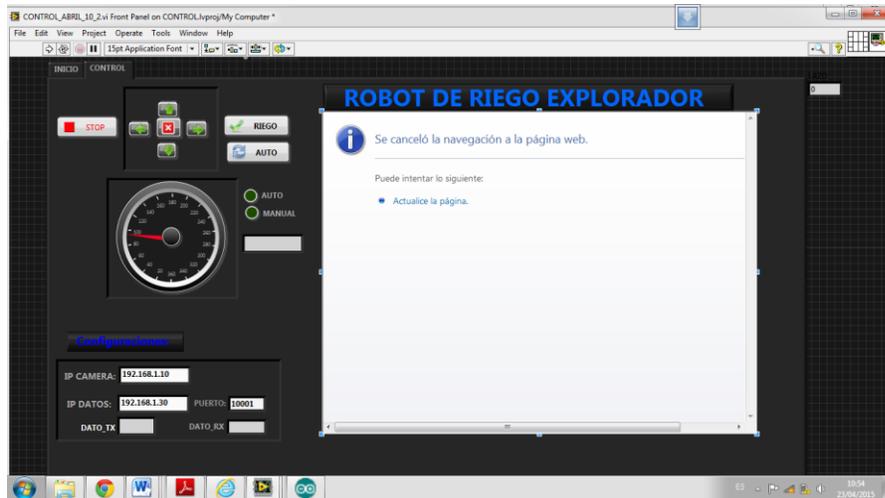
Luego se carga la información de la programación a la tarjeta arduino



2. Se inicializa el programa labview encargado de establecer la interfaz entre la pc y el robot.



En este caso la programación esta con el nombre de CONTROL_ABRIL_10_2.vi se damos doble click esperamos que cargue la pantalla.

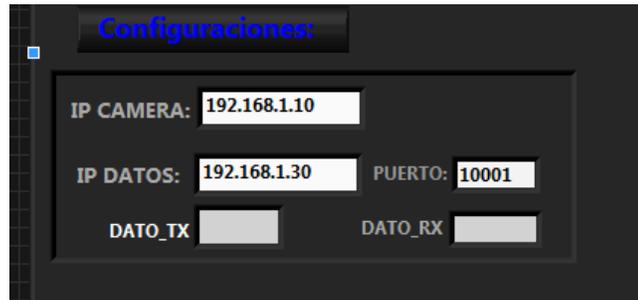


Luego conectamos el joystick a través del puerto USB de la máquina, esperamos mientras Windows reconoce el dispositivo.

3. configuraciones de escritura en labview

En esta parte escribimos la dirección ip de la cámara donde se genera la interfaz con el browser.

Escribimos la dirección donde pasa el dato es decir la ip del router y por último el puerto donde se va establecer la comunicación que para este ejemplo se fijó en 100001

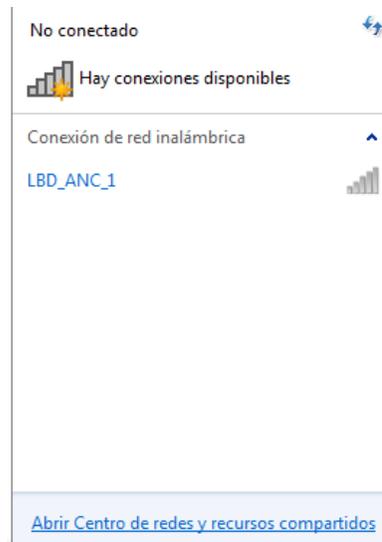


4. cambios en las configuraciones de la red inalámbrica para establecer conexión remota.

Damos click en la barra de tareas donde está el botón de estado de señal



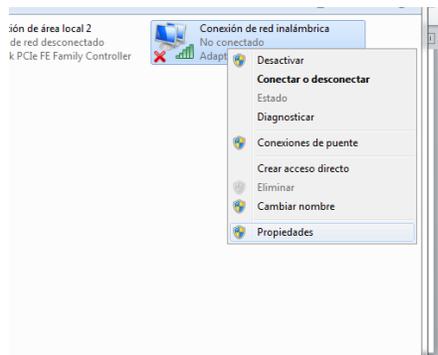
Luego damos click en abrir centro de redes y recursos compartidos.



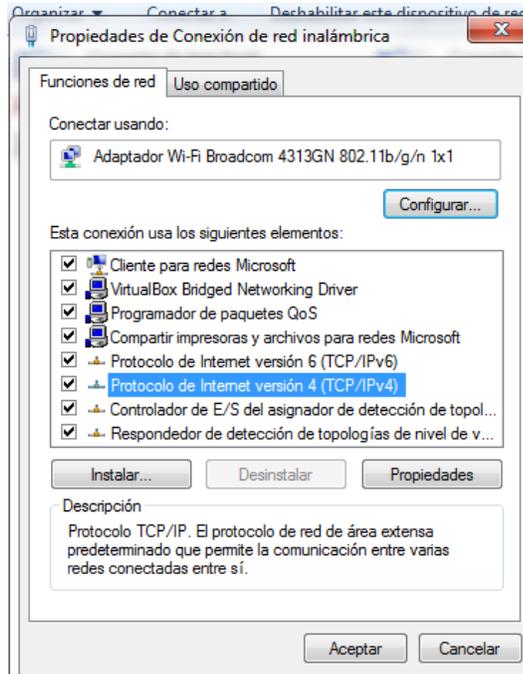
Damos click en la opción cambiar configuración del adaptador



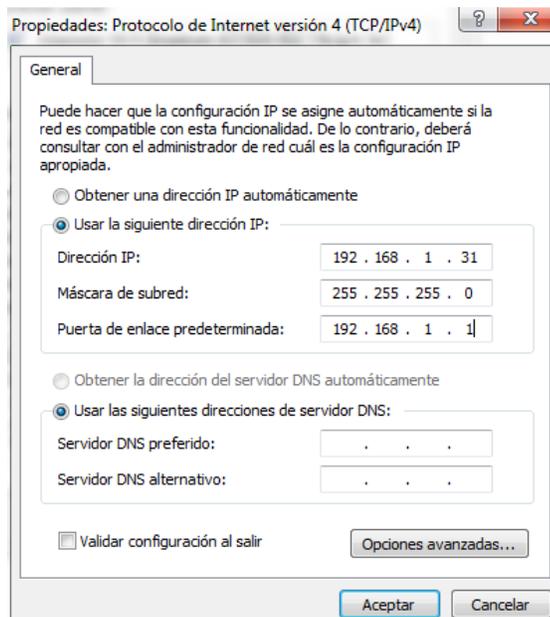
Luego damos click derecho en conexión de red inalámbrica y en propiedades.



Aparecerá el cuadro propiedades de conexión de red inalámbrica hacemos click en protocolo de internet versión 4(TCP/IPv4).



Luego definimos la IP para mi máquina, la máscara de red y la puerta de enlace y damos clic en el botón aceptar y ya está lista la pc para establecer la conexión.



5. configuración de router



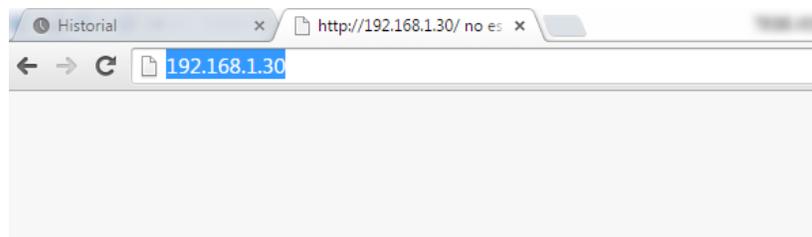
Use this guide to install:

WRT54G

Establecemos la conexión al router por medio del puerto Ethernet a través de un cable de red Ethernet

Damos un link en el browser de una página de internet

En este caso la ip del router como en la figura.



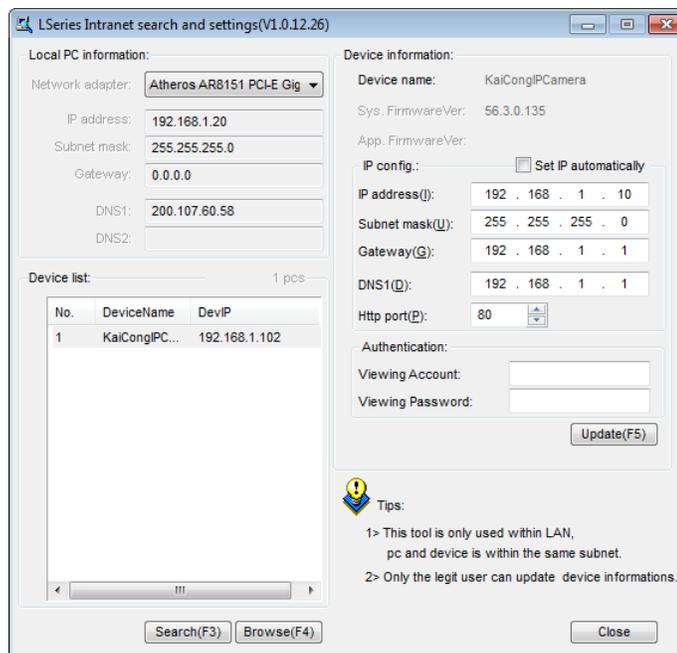
Una vez establecida la conexión con el router aparecerá un recuadro donde me pedirá un usuario y contraseña



Una vez en las configuraciones del router hacemos el mismo proceso que con la maquina claro que esta vez la ip del router es distinta como la es 192.168.1.30

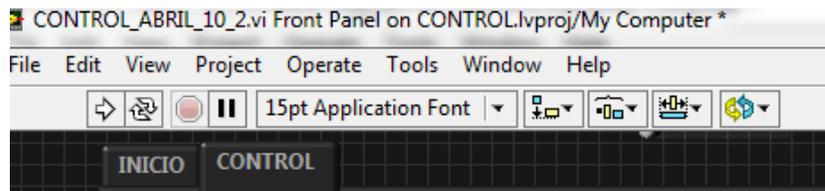
6. Configuraciones de la cámara ip

En esta parte se siguen los mismos pasos que para configurar el router.



7. Encendido y Control del robot.

En esta sesión vamos a operar el robot semiautónomo fumigador de cultivos. Encendemos el robot es aconsejable encender la parte de control para que arduino inicialice y ejecute su programación luego encendemos la parte de potencia.



Una vez hecho esto se activa la red inalámbrica de la PC deberá reconocer la red LINKSYS donde me pedirá usuario: admin contraseña: 123456

Hecha la conexión inalámbrica se procede a continuación a correr la programación en labview y estará listo el robot para moverse en modo manual o automático

ANEXO 7

ANEXO. 7 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA APLICACIÓN Y UN MODELO COMERCIAL

En esta comparación se pretende establecer comparaciones entre una bomba ordinaria concebida para las mismas características bajo las que se diseñó el robot manipulador semiautónomo fumigador de cultivos agrícolas.

Para la comparación dentro del enfoque técnico, tomaremos como referencias uno de los equipos destinados para las mismas condiciones del robot como lo es el caso de la bomba de mochila **JACTO** plus con cámara de bronce de fabricación brasileña destinada para fumigaciones en campo abierta de bajo impacto sobre el suelo. A continuación se presenta un cuadro comparativo entre la aplicación de robot semiautónomo fumigador de cultivos Vs la bomba de mochila jacto plus.

			
Modelo	Robot semiautónomo fumigador de cultivos agrícolas	Modelo	Jacto plus con cámara de bronce
Capacidad del tanque	10 litros	Capacidad del tanque	21 litros
Tipo de material	acrílico	Tipo de material	Polietileno (plástico)
Dimensiones		Dimensiones	355 X 200 X545 MM
Peso bruto	5.45 kg	Peso bruto	4.5 Kg
Base	aluminio	Base	Metálica y separable
Presión de trabajo (Max)	2kgf/cm (equivalente a 30 lbs presión)	Presión de trabajo (Max)	6 Kgf/cm (equivalente a 90 lbs presión)
Flujo de boquilla	2000ml/min	Flujo de boquilla	615 ml/min
Tipo de bomba	De aspas KS-209A, 12V	Tipo de bomba	PISTÓN DOBLE
Boquilla instalada	Tipo ultra de 5mm con limitador de alcance	Boquilla instalada	JD-12 P
Área de cobertura de la boquilla	50cm	Área de cobertura de la boquilla	35cm

Tabla. 13 cuadro comparativo entre un modelo convencional y el robot semiautónomo fumigador de cultivos.

Fuente: José Antonio Figueroa Sarcos.

ANEXO 8

ANEXO. 8 REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ATMEGA 1280

MICROCONTROLADORES	ATMEGA1280
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	54 (de las cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC por Pin I / O	40 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria Flash	128 KB, 4 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MOTORES DC

These motors are intended for use at 12 V, though in general, these kinds of motors can run at voltages above and below the nominal voltage (they can begin rotating at voltages as low as 1 V). Lower voltages might not be practical, and higher voltages could start negatively affecting the life of the motor.

Exact gear ratio: $25 \times 30 \times 28 \times 28 \times 30 \times 10 \times 12 \times 12 \times 12 \approx 102.083$

Especificaciones generales

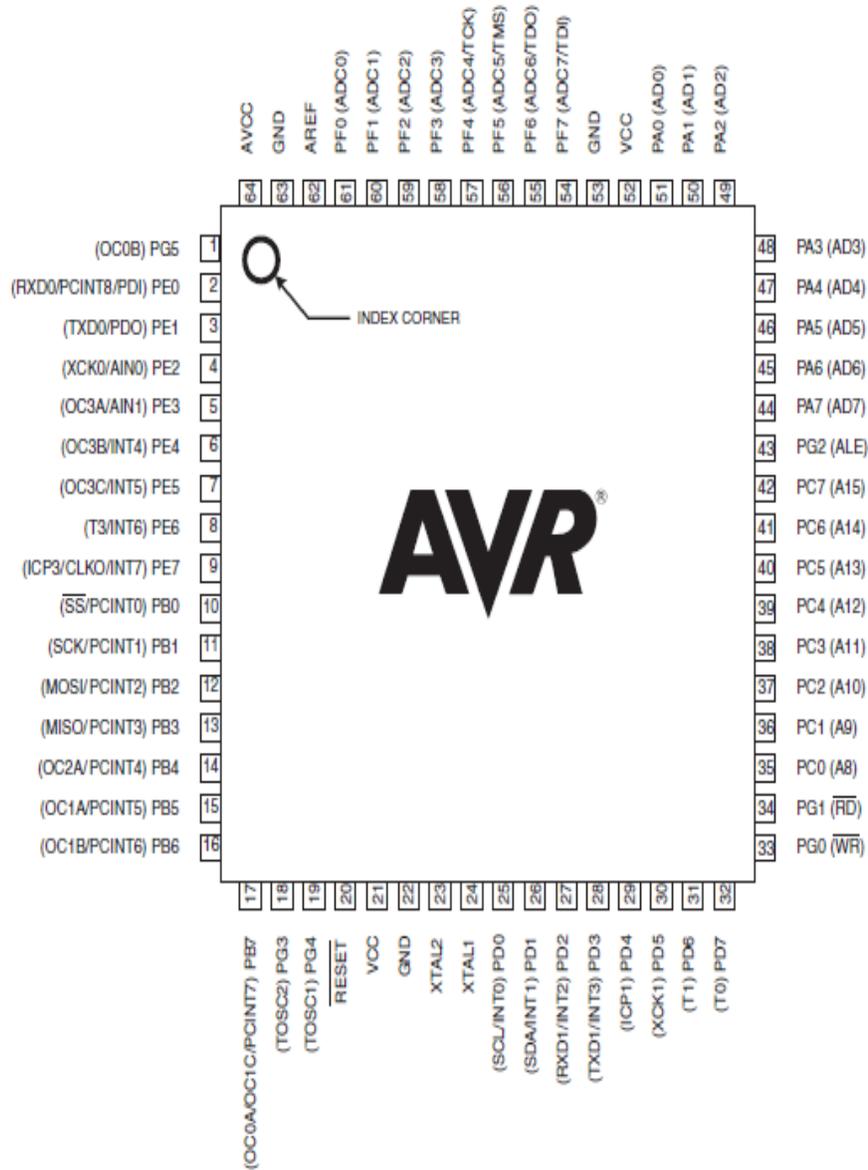
Gear ratio:	100:1
Free-runspeed @ 6V:	50 rpm ¹
Free-runcurrent @ 6V:	250 mA ¹
Stallcurrent @ 6V:	2500 mA ¹
Stall torque @ 6V:	110 oz·in ¹
Free-runspeed @ 12V:	100 rpm
Free-runcurrent @ 12V:	300 mA
Stallcurrent @ 12V:	5000 mA
Stall torque @ 12V:	220 oz·in

Dimensiones

The picture below shows the dimensions (in mm) of the 37D mm line of gearmotors. The value of X is 22 mm for the 19:1 37Dx52L mm and 30:1 37Dx52L mm versions, 24 mm for the 50:1 37Dx54L mm and 70:1 37Dx54L mm versions, and 26.5 mm for the 100:1 37Dx57L mm and 131:1 37Dx57L mm versions.

HOJA TÉCNICA DEL C.I. LM 358 P

Figure 1-3. Pinout ATmega1281/2561

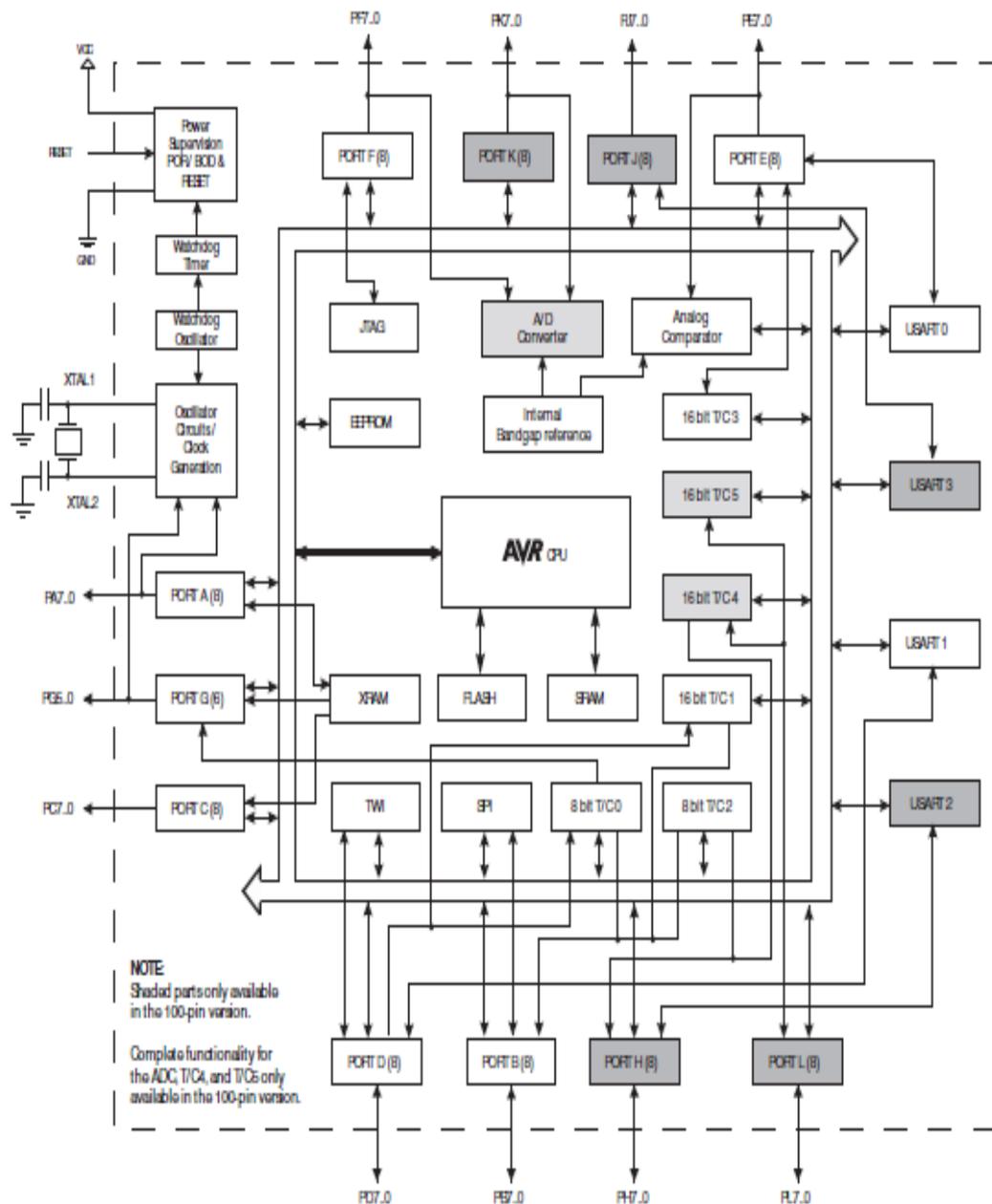


2. Overview

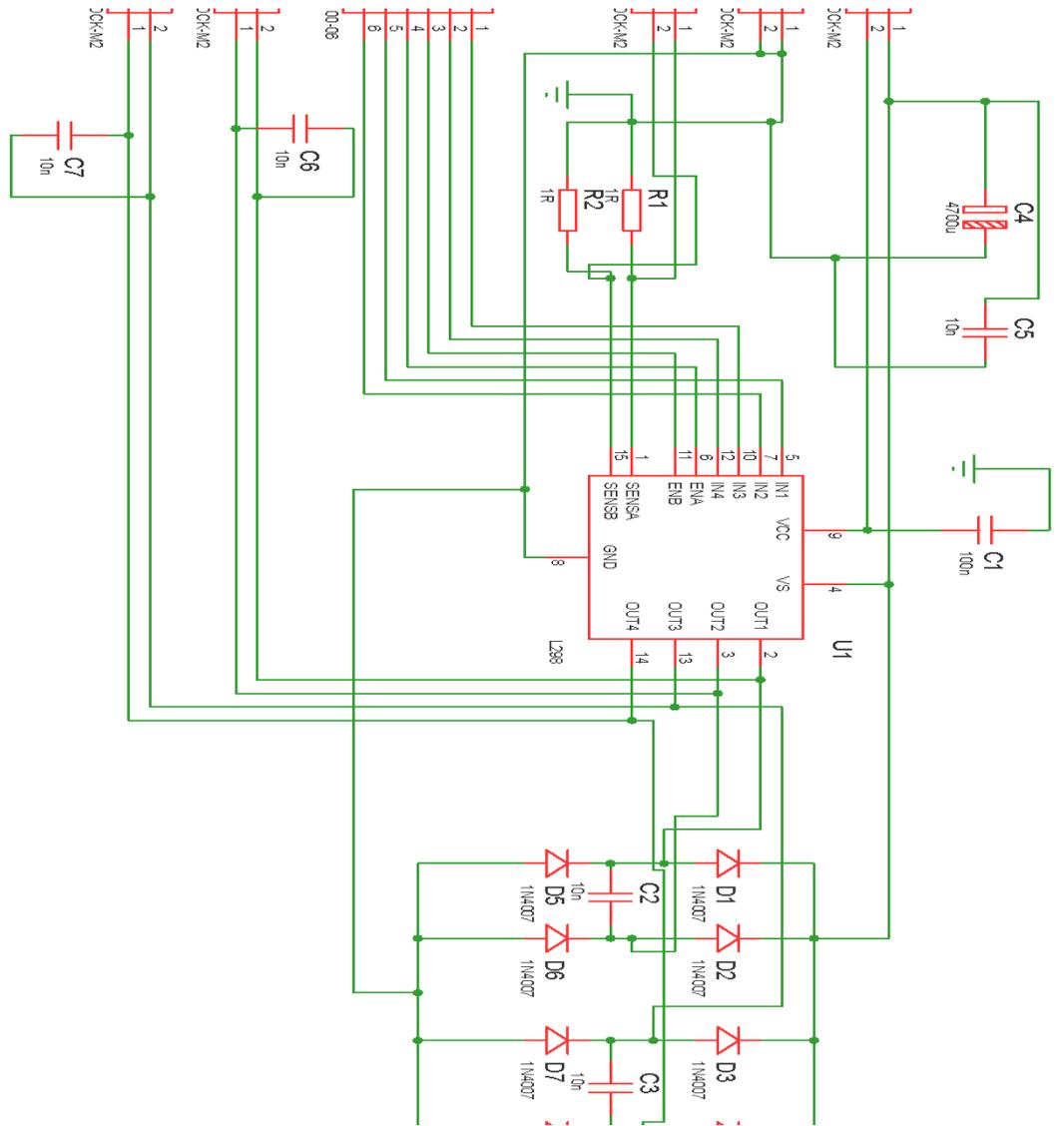
The ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega640/1280/1281/2560/2561 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



ESQUEMA DE LA TARJETA PARA PUENTE H



DISEÑO DE TARJETA DE CONTROL.

