



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE
VIGILANCIA Y SEGURIDAD ROBÓTICA PARA ÁREAS
RESTRINGIDAS DE LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA
AÉREA”**

**AUTORES: TNTE. OSCAR EFRÉN COELLO QUISILEMA
DIEGO FRANCISCO JERÉZ BUNCES**

**DIRECTOR: ING. EDDIE GALARZA
CODIRECTOR: ING. OSCAR ARTEAGA**

LATACUNGA

2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA****CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA****CERTIFICADO**

ING. EDDIE GALARZA (DIRECTOR)

ING. OSCAR ARTEAGA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD ROBÓTICA PARA ÁREAS RESTRINGIDAS DE LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA**”, realizado por: **TNTE. OSCAR EFRÉN COELLO QUISILEMA y DIEGO FRANCISCO JERÉZ BUNCES** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Debido a que constituye un trabajo con alto contenido científico, que aportará al desarrollo profesional y educativo si aprobamos su publicación.

Latacunga, Octubre del 2015.

Ing. Eddie Galarza
DIRECTOR

Ing. Oscar Arteaga
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

TNTE. OSCAR EFRÉN COELLO QUISILEMA
DIEGO FRANCISCO JERÉZ BUNCES

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD ROBÓTICA PARA ÁREAS RESTRINGIDAS DE LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las referencias que constan en las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Octubre del 2015.

Tnte. Oscar Efrén Coello Quisilema
C. C. : 171941699-0

Diego Francisco Jeréz Bunces
C. C. : 050298505-4

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

AUTORIZACIÓN

NOSOTROS: Tnte. OSCAR EFRÉN COELLO QUISILEMA
DIEGO FRANCISCO JERÉZ BUNCES

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo denominado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD ROBÓTICA PARA ÁREAS RESTRINGIDAS DE LA ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA", cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Octubre del 2015.

Tnte. Oscar Efrén Coello Quisilema
C. C.: 171941699-0

Diego Francisco Jeréz Bunces
C. C.: 050298505-4

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado con todo el cariño a mi familia. A mis Padres Paco y Norma a quienes quiero desde lo más profundo de mi corazón por ser artífices en la culminación de mis estudios superiores, quienes con sus consejos y apoyo constante me dieron el impulso para poder salir adelante. A mi hermano Javier que ha compartido conmigo momentos felices y tristes pero después de todo sé que siempre está ahí esperando lo mejor de mí. A mis enanas Alexandra y Sarahí por apoyarme incondicionalmente y estar conmigo compartiendo hermosos momentos y que constituyen ese complemento perfecto de mi vida. Y a mis pequeños primos Tony, Anahí y Miguelito por ser como mis hermanos y sé que esto lo tomaran como un ejemplo para en un futuro ustedes también sean unos buenos profesionales.

Diego Francisco

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto dedicar este trabajo de tesis a los pilares fundamentales de mi vida, motor y motivación de cada acto de la misma:

- A mis padres Jorge y Alicia por haber sido la guía fundamental espiritual y personal al haberme inculcado todos y cada uno de mis valores así como el sentimiento de constancia y superación.
- A mi esposa María Fernanda por haber tenido la paciencia de la espera en las arduas jornadas de trabajo y la tenacidad de soportar los debates del destino y continuar alumbrando mi camino con su ternura.
- A mi hija Samantha Rafaella por tener la dulzura de pintar un momento gris con miles de colores regalándome una sola sonrisa y por observar en mi persona su protector y héroe.
- A mi hermana, cuñados, sobrinos, suegros que han estado pendientes de mi carrera profesional y del cumplimiento de todas y cada una de mis metas y proyectos.
- A mis profesores y compañeros que me enseñaron en cada una de las etapas lo mejor de ellos y conocimientos que serán fructíferos en toda mi vida.

Oscar Efrén

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Les doy gracias a mis Padres Paco y Norma, que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias Papi y Mami por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, los quiero con todo mi corazón y este trabajo es por y para ustedes, solamente les estoy devolviendo todos los esfuerzos que hicieron por ver a sus hijos profesionales.

A mi hermano Javier por estar conmigo y apoyarme siempre.

A mi esposa Alexandra y a mi pequeña princesa Sarahí muchas gracias por su apoyo y ánimo incondicional que me brindan día a día para poder alcanzar nuevas metas profesionales y personales. Y juntos poder salir adelante como la familia unida que somos.

A mis tíos Edy y Sandry por apoyarme y brindarme su apoyo de una u otra forma para hoy poder culminar una etapa más de mi vida.

A mis primos Tony, Nena y Miguelito los quiero mucho enanos, gracias por estar conmigo y estar pendientes de ver si termino la tesis, pues hoy lo hice y algún día ustedes también lo harán y estaré igual pendiente de ustedes.

A mis directores de tesis Ing. Eddie Galarza e Ing. Oscar Arteaga por tenerme paciencia y por guiarme en cada paso para que este proyecto concluyera de la mejor manera.

A mis grandes amigos que me brindó la ESPE-L por compartir momentos de alegrías y tristezas, y que el sueño que tuvimos en nuestro primer día de clases la gran mayoría lo pudo cumplir.

Diego Jeréz B.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios porque tengo la ferviente creencia de que predetermino mi destino y tuvo preparado todas las mieles que he saboreado en mi vida.

A mis padres porque su sacrificio, constancia y deseos de un futuro mejor para sus hijos se tradujo a la crianza de un hombre provechoso para la sociedad, respetuoso de sus normas y reglamentos.

A mi familia Fer y Samy por estar siempre a mi lado en los momentos de ausencia y cansancio haciendo propios mis fracasos y éxitos, sacrificando su estabilidad por mis actos de servicio y mis jornadas académicas.

A la Fuerza Aérea Ecuatoriana por haber depositado su confianza en mi persona y haberme concedido el tiempo y las facilidades para el estudio convirtiéndome en un profesional capacitado y siempre listo para cumplir todas las tareas encomendadas diariamente.

A mi Director y Co-director de tesis ya que sus conocimientos alumbraron los momentos de intriga y desconocimiento cumpliendo el sueño de llegar a una nueva meta, escalar una cumbre y conquistar otra estrella.

Oscar Coello Q.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL	1
1.1. <i>Robótica</i>	1
1.1.1. <i>Definición de robot</i>	2
1.1.2. <i>Leyes de la robótica</i>	3
1.1.3. <i>Clasificación de los robots</i>	4
1.2. <i>Motores DC</i>	7
1.2.1. <i>Definición</i>	7
1.2.2. <i>Características mecánicas</i>	8
1.3. <i>Sensores</i>	9
1.3.1. <i>Introducción</i>	9
1.3.2. <i>Definición</i>	9
1.3.3. <i>Descriptores estáticos de un sensor</i>	9
1.3.4. <i>Descriptores dinámicos de un sensor</i>	10
1.3.5. <i>Tipos de sensores</i>	11
1.4. <i>Microcontroladores</i>	15
1.4.1. <i>Definición</i>	15
1.4.2. <i>Características de los microcontroladores</i>	16

1.4.3. Tipos de arquitectura de los microcontroladores	17
1.4.4. Aplicaciones de los microcontroladores.....	17
1.5. Procesamiento de Imágenes	18
1.5.1. Introducción	18
1.5.2. Visión artificial.....	18
1.5.3. Software de adquisición y procesamiento de imágenes	20

CAPÍTULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	26
2.1. Esquema general de funcionamiento.....	26
2.1.1. Diseño del prototipo.....	27
2.2. Diseño mecánico de la unidad de vigilancia	30
2.2.1. Parámetros del diseño mecánico.....	31
2.2.2. Dimensionamiento del mecanismo de la dirección	31
2.2.3. Determinación de cargas.....	38
2.2.4. Selección del motor para la dirección	40
2.3. Análisis de esfuerzos en el mecanismo de dirección.....	41
2.3.1. Modelo completo de la unidad de vigilancia.....	52
2.4. Sistema electrónico.....	52
2.4.1. Parámetros de diseño del prototipo.	53
2.4.2. Ubicación de la cámara.....	54
2.4.3. Sistema de control	54
2.5. Sistema de alimentación	55
2.5.1. Tarjeta de control.....	56
2.5.2. Monitoreo y vigilancia	59
2.5.3. Tarjeta de control general.....	60
2.6. Software de control.	62
2.6.1. Diseño HMI	62
2.6.2. Modo manual.....	63
2.6.3. Modo automático	64
2.7. Software de adquisición de datos	65
2.7.1. Configuración del modem CNT modelo HG 530.....	66
2.7.2. Conexión de la cámara inalámbrica a la red axis.....	69
2.8. Prototipo implementado.	71

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y RESULTADOS.....	74
3.1. Pruebas y resultados de maniobras de la unidad de vigilancia.....	74
3.1.1. <i>Condiciones del ambiente externo.....</i>	75
3.1.2. <i>Condiciones de manejo</i>	75
3.2. Pruebas y resultados del sistema de control.....	76
3.2.1. <i>Pruebas y resultados en modo manual.....</i>	78
3.2.2. <i>Pruebas y resultados en modo automático.....</i>	80
3.3. Pruebas y resultados del sistema de posicionamiento.....	81
3.2.3. <i>Visualización HMI</i>	83
3.4. Pruebas y resultados del funcionamiento del programa.	84
3.4.1. <i>Detección de objetos o intrusos.....</i>	85
3.5. Funcionamiento general.....	89

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS FINANCIERO DE COSTOS	92
4.1. Factibilidad del proyecto.	92
4.1.1. <i>Viabilidad técnica</i>	92
4.2. Inversión inicial del proyecto.	92
4.3. Costos detallados de los componentes.....	93

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
5.1. Conclusiones	96
5.2. Recomendaciones	98

BIBLIOGRAFÍA	100
---------------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Prototipo de un Robot Móvil	5
FIGURA 1.2 Prototipo de un Robot Zoomórfico.....	6
FIGURA 1.3 Prototipo de Robots Médicos (Prótesis)	6
FIGURA 1.4 Robot Industrial (Brazo Robótico)	7

FIGURA 1.5 Esquema básico de un motor DC.....	8
FIGURA 1.6 Descriptores dinámicos de un sensor.....	10
FIGURA 1.7 Funcionamiento de los sensores inductivos.....	13
FIGURA 1.8 Detección por un sensor de efecto Hall con imán permanente	13
FIGURA 1.9 Principio de funcionamiento de un sensor capacitivo.....	14
FIGURA 1.10 Funcionamiento de un sensor de ultrasonido.....	14
FIGURA 1.11 Esquema de un microcontrolador.....	16
FIGURA 1.12 Sistema de formación de imágenes	19
FIGURA 1.13 Procesamiento de imágenes de medio nivel.....	19
FIGURA 1.14 Diagramas de bloques en el Software Labview.....	20
FIGURA 1.15 Ejemplo detección de bordes 1) líneas de búsqueda 2) bordes.....	21
FIGURA 1.16 Reconocimiento de patrones en diferentes posiciones	22
FIGURA 1.17 IMAQ Vision en el Software Labview.....	22
FIGURA 1.18 Ejemplo de ajuste de patrones de imágenes de contraste bajo	23
FIGURA 1.19 Ejemplo de juego piramidal donde se reduce el tamaño del original.....	23
FIGURA 1.20 Ejemplo de seguimiento de objetos, aplicación monitoreo de tráfico	25
FIGURA 1.21 Ejemplo de un soporte de múltiples líneas.....	25
FIGURA 2.1 Esquema de funcionamiento.....	26
FIGURA 2.2 Esquema preliminar de la unidad de vigilancia	30
FIGURA 2.3 Mecanismo de dirección.....	32
FIGURA 2.4 Nomenclatura utilizada en el mecanismo de dirección.....	33
FIGURA 2.5 Nomenclatura utilizada en el mecanismo de dirección.....	36
FIGURA 2.6 Geometría final del mecanismo de la dirección.....	37
FIGURA 2.7 Torque requerido en el eje de la mangueta.....	38
FIGURA 2.8 Diagrama para estimar el coeficiente de fricción.....	39
FIGURA 2.9 Ensamblaje completo de la máquina pulidora.....	52
FIGURA 2.10 Batería tipo LiPo.....	56
FIGURA 2.11 Esquema de Control de los Motores	57
FIGURA 2.12 Tarjeta para impresión del regulador de voltaje 12V a 5V.....	57
FIGURA 2.13 Regulador de Voltaje simulado.....	58
FIGURA 2.14 Tarjeta para impresión Puente H.....	58
FIGURA 2.15 Circuito Puente H	59
FIGURA 2.16 Esquema Sistema de Vigilancia y Monitoreo	60
FIGURA 2.17 Arduino UNO	61
FIGURA 2.18 Pantalla principal de Monitoreo	62
FIGURA 2.19 Diagrama de Bloques LabView	63
FIGURA 2.20 VISIÓN DE IMÁGENES EN TIEMPO REAL	63
FIGURA 2.21 Diagrama de flujo Forma Manual	64

FIGURA 2.22 Diagrama de flujo Modo Automático	65
FIGURA 2.23 Presentación Software LabView.....	66
FIGURA 2.24 Direcciones IP	67
FIGURA 2.25 Configuración Modem CNT	68
FIGURA 2.26 Selección de IP estáticos	69
FIGURA 2.27 Protocolo De internet Cámara	70
FIGURA 2.28 Visualización de la cámara En la PC.....	70
FIGURA 2.29 Prototipo Vista Inferior.....	71
FIGURA 2.30 Prototipo Vista Frontal.....	72
FIGURA 2.31 Prototipo Vista Posterior.....	72
FIGURA 2.32 Prototipo Vista Lateral	73
FIGURA 3.1 Emisor 3DR	77
FIGURA 3.2 Receptor 3DR.....	77
FIGURA 3.3 VERIFICACIÓN DE ENLACE DE LA CÁMARA	82
FIGURA 3.4 Inclinación Cámara.....	82
FIGURA 3.5 Conexión inalámbrica de la cámara con el software LabVIEW	83
FIGURA 3.6 Selección del Puerto de Entrada.....	83
FIGURA 3.7 Imagen Adquirida y procesada en HMI	84
FIGURA 3.8 Programación Diagrama de Bloques para la obtención de imágenes.....	85
FIGURA 3.9 Iniciando Asistente de visión	85
FIGURA 3.10 Área a Monitorear, Figura 3.11 Selección Manual del Intruso.....	86
FIGURA 3.12 Pattern Matching Setup.....	87
FIGURA 3.13 Select Controls	87
FIGURA 3.14 HMI detectando Intruso	88
FIGURA 3.15 Detecta Extintor	88
FIGURA 3.16 Modem Access Point.....	89
FIGURA 3.17 Detecta un Objeto grande	89

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Requerimiento del Prototipo.....	28
TABLA 1.2 Requerimiento Solución	29
TABLA 2.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA ARDUINO UNO	61
TABLA 3.1 Distribución de pines.....	78
TABLA 3.2 Pruebas 1.....	79
TABLA 3.3 ESTADO DE LO PINES PARA LOS GIROS.....	79
TABLA 3.4 Pruebas Trayectorias Curvas.....	79
TABLA 3.5 Pruebas Trayectoria recta modo Automático	80

TABLA 3.6 Pruebas Giros.....	81
TABLA 3.7 PRUEBAS MODO MANUAL TRAYECTORIAS RECTAS Y CURVAS	90
TABLA 3.8 PRUEBAS MODO AUTOMATICO TRAYECTORIA PROGRAMADA.....	91
TABLA 4.1 Inversión Inicial	92
TABLA 4.2 Materiales mecánicos empleados y sus costos	93
TABLA 4.3 Materiales Hardware	93
TABLA 4.4 Materiales de Vigilancia	94
TABLA 4.5 Materiales Varios	94
TABLA 4.6 Costo Total.....	94

RESUMEN

Los avances tecnológicos permiten mejorar la eficacia y eficiencia, de las aplicaciones de la robótica, mediante los cuales se ha optimizado diferentes recursos como los métodos de transmisión de comunicación, sistemas de control y monitoreo, y de esta manera poder mejorar la calidad de seguridad y vigilancia de las diferentes áreas donde puedan ser implementados. La presente tesis consiste en el **“Diseño y construcción de una unidad de vigilancia y seguridad robótica para áreas restringidas de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea”**. El prototipo propuesto será capaz de monitorear y vigilar las diferentes áreas de acceso restringido que posee la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, mediante 2 modos. Modo automático cuenta con una programación en Arduino Uno donde se define la trayectoria que el prototipo va a realizar, tomando en cuenta distancias y tiempos de recorrido. Y modo manual en el cual el operador es capaz de controlar el prototipo a cierta distancia teniendo botones de mando para la cámara (arriba y abajo) y para la unidad (izquierda, derecha, adelante y atrás) los cuales permitirán realizar una vigilancia completa de dicha área. El procesamiento de imágenes se realiza con el Software LabView mediante comparación, al inicio se tiene una base de datos (imágenes) capturadas del área monitoreada y la comparación se realiza una vez que el prototipo inicia el recorrido en modo automático, cuando el prototipo detecta que la imagen obtenida no coincide con la guardada, emite una señal de alarma visual y auditiva en el HMI.

PALABRAS CLAVE:

- **UNIDAD DE VIGILANCIA**
- **SEGURIDAD ROBÓTICA**
- **PROCESAMIENTO DE IMÁGENES**
- **SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO**

ABSTRACT

Technological advances can improve the effectiveness and efficiency of robotic applications, through which different resources as optimized transmission methods of communication, control and monitoring systems, and thus to improve the quality and safety monitoring the different areas where they can be implemented. This thesis consists of "**Design and construction of a monitoring unit and robotics security restricted areas of the Escuela Técnica de la Fuerza Aérea**". The proposed prototype will be able to monitor and oversee the different areas of restricted access that owns the School of the Air Force, with 2 modes. Automatic mode programming features in Arduino Uno path where the prototype is to be performed is defined, taking into account distances and travel times. And manual mode in which the operator is able to control at a distance the prototype having control buttons for the camera (up and down) and the unit (left, right, forward and back) which will allow for a complete surveillance that area. Image processing is performed with the LabView software by comparison, at the beginning you have a database (images) captured from the monitored area and the comparison is made once the prototype tour starts in automatic mode, when the prototype detects the resulting image does not match the saved, it emits a visual and audible alarm in the HMI.

KEYWORDS:

- **SURVEILLANCE UNIT**
- **SECURITY ROBOTICS**
- **IMAGE PROCESSING**
- **CONTROL AND MONITORING SYSTEMS**

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

1.1. ROBÓTICA

"El origen de la palabra robótica, proviene a través de la unión de dos términos: Robota que se puede definir como trabajo forzado y rabota que es sinónimo de servidumbre.¹

La robótica es la ciencia y la técnica necesarias para poder desenvolverse en el inicio de la construcción de robots que cumplen diversas actividades desde su diseño estructural, electrónico y eléctrico; así como el correcto uso de los materiales con los que fabricaremos el mismo² que se encuentra involucrada en el diseño, fabricación y utilización de robots afines a su construcción.

Para poder crear algo de la dimensión y utilidad de un robot, es necesario tener conocimiento de diversas áreas que combinadas entre sí darán un producto de calidad y nos harán llegar a implementar la robótica al máximo grado, estas disciplinas son la informática, electrónica, mecánica y la ingeniería. La informática, la electrónica, la mecánica y la ingeniería son algunas de las disciplinas que se combinan entre sí para poder conformar lo que es la robótica. La robótica fue creada con el objetivo de construir dispositivos que funcionen de manera automática e independiente y que realicen trabajos difíciles o imposibles para los seres humanos.³

Con la robótica hemos conseguido crear robots que son útiles para ayudar a las personas que sufren algún tipo de discapacidad física parcial o permanente. Y todo esto sin olvidar que también existe un grupo de robots que se están diseñando para ayudar en el ámbito militar, como por ejemplo,

¹ <http://prezi.com/nf6nj9fism-q/la-robotica/>

² <http://definicion.de/robotica/#ixzz2o1y2kfGN>

³ <http://definicion.de/robotica/>

llevar a cabo operaciones de salvamento en caso de ser necesario en algún conflicto, también son utilizados para vigilancias de áreas restringidas en las diversas bases donde sean requeridos, y por último para exploraciones en lugares de alto riesgo y de difícil acceso para el personal.

1.1.1. DEFINICIÓN DE ROBOT

El robot puede ser un mecanismo electromecánico físico, que funciona en conjunto con un sistema virtual de software.⁴ Los robots nos deben brindar la sensación de contar con capacidad de pensamiento y una posible resolución de problemas, aunque en realidad se limitan a ejecutar órdenes dictadas por los operadores en este caso los seres humanos.⁵

En la actualidad se podría considerar que un robot es una computadora capaz de desarrollar múltiples tareas de manera flexible según la programación insertada por el operador, y así es que se diferencia de cualquier tipo de electrodoméstico comúnmente utilizado en nuestro vivir.

Los robots por el hecho de ser flexibles, se utilizan en diferentes áreas y para diferentes aplicaciones como podríamos citar en el ámbito industrial, en la medicina y en el campo militar, entre otros.

En general, un robot, para ser considerado como tal, debería presentar estas propiedades:

Haber sido creado artificialmente.

Puede sentir su entorno.

Ser capaz de manipular cosas de su entorno.

Tener una cierta inteligencia o habilidad para tomar decisiones.

Ser reprogramable.

Poder moverse en uno o más ejes de rotación o traslación.

Poder realizar movimientos coordinados.

⁴ <http://virtual.itspa.edu.mx/Robotica/archivos/Club-de-Robotica-del-ITSPA.pdf>

⁵ <http://definicion.de/robot/>

1.1.2. LEYES DE LA ROBÓTICA⁶

Las leyes de la robótica nacen como medida de protección para los seres humanos. Según Asimov, la concepción de las leyes de la robótica quería contrarrestar un supuesto "complejo de Frankenstein", es decir, un temor que el ser humano desarrollaría frente a unas máquinas que hipotéticamente pudieran rebelarse y alzarse contra sus creadores.

Si se diera el caso de que un robot por lo menos intentará violar una ley de la robótica, el dispositivo electrónico que le permite realizar las tareas para la que fue diseñado sufriría un daño irreversible que lo llevaría al final de su vida útil. De intentar desobedecer una de las leyes, el cerebro o la memoria del robot resultarían dañados irreversiblemente. La complejidad está en que el robot pueda distinguir cuáles son las situaciones que abarcan las tres leyes, o sea capaz de poder deducirlas en el momento adecuado.

Pero no podríamos dejar pasar por alto la ley cero de la robótica, que se podría considerar como superior a todas las demás, y a partir de esta surgen las otras tres leyes.

Ley CERO: ⁷ En 1985, Asimov publicó un relato en la que uno de sus robots se ve obligado a herir a un ser humano por el bien del resto de la humanidad. Surge así una nueva ley, considerada la Ley Definitiva, la llamada Ley Cero, "Un robot no puede lastimar a la humanidad o, por falta de acción, permitir que la humanidad sufra daños". Quedando así modificada la primera ley: "Un robot no debe dañar a un ser humano, o permitir, por inacción, que un ser humano sufra daño, a menos que tal acción viole la Ley Cero".

De acuerdo a estos antecedentes y con las debidas modificaciones quedaría ya definido las leyes de la siguiente manera:

Primera Ley.- Un robot no puede hacer daño a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.

⁶ <http://www.ladelec.com/teoria/informacion-tecnica/290-las-3-leyes-de-la-robotica>

⁷ <http://www.ladelec.com/teoria/informacion-tecnica/290-las-3-leyes-de-la-robotica>

Segunda Ley.- Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la Primera Ley.

Tercera Ley.- Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley.

1.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS⁸

Los robots pueden clasificarse de varias formas y maneras. Una de las más conocidas formas de clasificación es la determinada por su arquitectura. Cabe decir que existen otras clasificaciones no menos importantes donde se tiene más en cuenta la potencia del software en el controlador, lo que determinante la utilidad y flexibilidad del robot dentro de las limitantes del diseño mecánico y la capacidad de los sensores.

Por esta posición concordamos en que los robots han sido clasificados de acuerdo a:

- Su generación.
- Su nivel de inteligencia.
- Su nivel de control.
- Su nivel de lenguaje de programación.

Para realizar esta clasificación se han basado en la potencia del software en el controlador. La generación de un robot se determina por el orden histórico de su creación en la robótica. Hasta el momento existen cinco generaciones asignadas a los robots industriales. Dentro de ellas la tercera generación es utilizada en la industria, la cuarta se desarrolla en los laboratorios de investigación, y la quinta generación es un sueño.

Nos enfocaremos en la clasificación según su arquitectura, debido a que este proyecto va dirigido a un tipo de robot que está dentro de esta clasificación.

⁸ <http://es.scribd.com/doc/12687023/Clasificacion-de-Los-Robots>

Dentro de los robots que están inmiscuidos en la clasificación por su arquitectura tenemos los siguientes:

Robots Móviles:

Los robots móviles son aquellos que pueden estar provistos de patas, ruedas u orugas los cuales permiten desplazarse de acuerdo su programación. Elaboran la información que reciben a través de sus sistemas de sensores y actuadores, además se emplean en determinado tipo de instalaciones industriales, sobre todo para el transporte de mercancías en cadenas de producción y almacenes. También son utilizados para la investigación en lugares de difícil acceso o muy distantes para los seres humanos, como es el caso de la exploración espacial y las investigaciones o rescates submarinos, en la figura 1.1 apreciamos un robot móvil.



Figura 1.1 Prototipo de un Robot Móvil

Robots Zoomórficos :

Estos robots se caracterizan principalmente por su sistema de locomoción que imita a diversos seres vivos. Los androides también podrían considerarse robots como se presenta en la figura 1.2 zoomórficos.



Figura 1.2 Prototipo de un Robot Zoomórfico

Robots Médicos

Los robots médicos son fundamentalmente usados como prótesis para personas con capacidades físicas especiales ya que se adaptan al cuerpo y están dotados de diversos sistemas de mando. Con esto se logra igualar con precisión los movimientos y funciones de los órganos o extremidades que suplantán, como se aprecia en la figura 1.3.



Figura 1.3 Prototipo de Robots Médicos (Prótesis)

Robots Industriales

Los robots industriales son ingenios mecánicos y electrónicos los cuales están destinados a realizar determinados procesos de fabricación o manipulación. Estos en la actualidad son los más frecuentes y se indica en la figura 1.4.



Figura 1.4 Robot Industrial (Brazo Robótico)

1.2. MOTORES DC

1.2.1. DEFINICIÓN

El motor de corriente continua es una máquina que se encarga de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, lo cual hace que se produzca un movimiento rotatorio.

El principal inconveniente de los motores de corriente continua es el realizar el mantenimiento, lo cual es muy caro y laborioso.

Un motor está compuesto de dos partes. La primera parte es un estator el mismo da el soporte mecánico al aparato y tiene un hoyo en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator se encuentran los polos, los mismos que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. La segunda parte es el rotor que por lo general es de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas.

También se construyen motores de CC con el rotor de imanes permanentes para aplicaciones especiales.

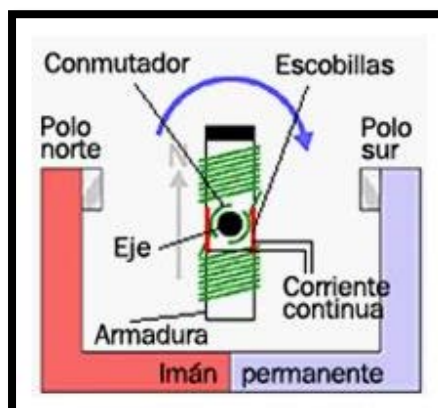


Figura 1.5 Esquema básico de un motor DC

1.2.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los tamaños y pesos de los servos son muy variados: desde los micro servos RC hasta RC 1/5. Asociado al tamaño del servo suele ir el par de fuerza que puede realizar, valor que también va ligado a la potencia consumida y a la calidad de los componentes internos.

La salida de fuerza de un servo es un eje estriado en el que se pueden acoplar diferentes accesorios: redondos o de 1 a 4 brazos en cruz, con agujeros de sujeción. Estos accesorios están estirados para encajar en el eje y que no deslicen. Además, van sujetos con un tornillo central para evitar que se desprendan. A diferencia de otros motores, el eje de salida no puede dar vueltas: normalmente está limitado para girar 180° (en realidad suelen alcanzar los 270°), o sea, menos de una vuelta de recorrido total. Esta limitación es tanto mecánica: físicamente NO puede girar; como electrónica: los valores de consigna fuera de rango no responden.

La entrada de alimentación de un servo se encuentra normalmente en un rango de tensiones de 4,8V a 6,0V. Los consumos de corriente pueden variar según el par que se necesite para mantener la posición o para intentar alcanzarla. La variación de la tensión de entrada influye directamente sobre la velocidad de giro, que se suele medir como el tiempo que tarda en girar una cantidad fija de grados, normalmente 60° .

1.3. SENSORES

1.3.1. INTRODUCCIÓN

En un proceso que necesita ser controlado, los sensores son los elementos que miden las diferentes variables, indican los errores, recogen los estados y transmiten esta información al sistema de control de proceso.

Para conseguir que el robot realice una tarea con la adecuada precisión es necesario que tenga conocimiento tanto de su propio estado como del estado de su entorno.

1.3.2. DEFINICIÓN

Un sensor es un dispositivo o elemento diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra normalmente eléctrica, la misma que se pueda cuantificar y manipular para poder obtener la información que el usuario necesita.

Estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc... todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

1.3.3. DESCRIPTORES ESTÁTICOS DE UN SENSOR

Los descriptores estáticos definen el comportamiento del sensor:

Rango: Valores máximos y mínimos para las variables de entrada y salida de un sensor.

Exactitud: La desviación de la lectura de un sistema de medida respecto a una entrada conocida. El mayor error esperado entre las señales medida e ideal.

Repetitividad: La capacidad de reproducir una lectura con una precisión dada.

Reproducibilidad: Tiene el mismo sentido que la repetitividad excepto que se utiliza cuando se toman medidas distintas bajo condiciones diferentes.

Resolución: La cantidad de medida más pequeña que se pueda detectar.

Error: Es la diferencia entre el valor medido y el valor real.

No linealidades: La desviación de la medida de su valor real, supuesto que la respuesta del sensor es lineal. No-linealidades típicas: saturación, zona muerta e histéresis.

Sensibilidad: Es la razón de cambio de la salida frente a cambios en la entrada: $s = \partial V / \partial x$

Excitación: Es la cantidad de corriente o voltaje requerida para el funcionamiento del sensor.

Estabilidad: Es una medida de la posibilidad de un sensor de mostrar la misma salida en un rango en que la entrada permanece constante:⁹

1.3.4. DESCRIPTORES DINÁMICOS DE UN SENSOR

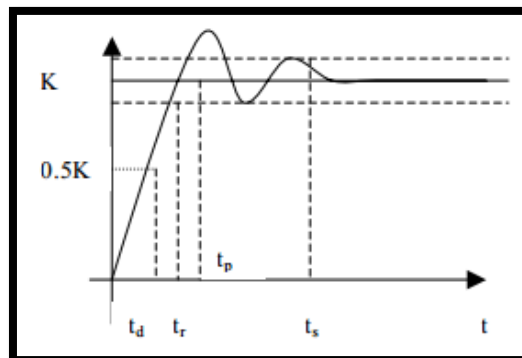


Figura 1.6 Descriptores dinámicos de un sensor

Tiempo de retardo: t_d , es el tiempo que tarda la salida del sensor en alcanzar el 50% de su valor final.

Tiempo de subida: t_r , es el tiempo que tarda la salida del sensor hasta alcanzar su valor final. => velocidad del sensor, es decir, lo rápido que responde ante una entrada.

Tiempo de pico: t_p , es el tiempo que tarda la salida del sensor en alcanzar el pico máximo de su sobreoscilación

⁹ <http://artemisa.unicauca.edu.co/~gavasquez/res/Sensores.pdf>

Pico de sobreoscilación: M_p , expresa cuanto se eleva la evolución temporal de la salida del sensor respecto de su valor final.

Tiempo de establecimiento: t_s , el tiempo que tarda la salida del sensor en entrar en la banda del 5% alrededor del valor final y ya no vuelve a salir de ella.

Proceso de calibración: consiste en realizar la comparación de la respuesta del sensor con otros que tienen una respuesta estándar conocida; de esta manera se establece la relación entre la variable medida por el sensor y su señal de salida.

1.3.5. TIPOS DE SENSORES

Existen sensores de diferentes tipos dependiendo de su funcionamiento, su ubicación y de la forma de adquirir las señales externas.

Entre los principales podemos mencionar los siguientes:

- Sensores Internos.
- Sensores Externos.
- SENSORES INTERNOS

Son sensores integrados en la estructura mecánica del robot, que dan información del estado del robot: fundamentalmente de la posición, velocidad y aceleración de las articulaciones.

SENSORES DE POSICIÓN¹⁰

El sensor de posición angular magnético, tiene dos elementos en su estructura, un detector y un emisor, el emisor es un imán que al momento de variar o cambiar su posición, hará que varíen sus polos. Este principio de funcionamiento corresponde a un sensor de ángulo absoluto.

¹⁰ http://www.sensores-de-medida.es/sensing_sl/SENSORES-Y-TRANSDUCTORES_35/Sensores-de-%25C3%25A1ngulo-y-rotaci%25C3%25B3n_39/Sensores-de-posici%25C3%25B3n-angular_175/

El detector interpreta la posición del emisor y calcula el ángulo de forma absoluta. Con este principio de funcionamiento se obtiene varias ventajas, la más importante es que se pueden medir giros de 360°, que con un potenciómetro común no sería posible. Otra ventaja es que no tiene rozamiento, debido a que no tiene contacto ni desgaste entre el emisor y el detector.

SENSORES DE VELOCIDAD

Los sensores de velocidad están diseñados para dar una alternativa a los conocidos como encoders. Estos no necesitan contacto con los dispositivos, ya que su sistema magnético en conjunto con una rueda dentada, permite la medición de movimientos rotatorios.

SENSORES DE ACELERACIÓN

Los sensores de aceleración son dispositivos que transforman la magnitud física de aceleración en una magnitud eléctrica que será utilizada en los equipos de automatización o adquisición estándar.

Para cubrir los diferentes rangos de medida, precisión y protección, existe una gran variedad de acelerómetros, fabricados con diferentes tecnologías, que permiten cubrir todas las necesidades.

SENSORES EXTERNOS

El objetivo principal de estos sensores es proporcionar información sobre los objetos en el entorno del robot, ya que por su ubicación en la parte externa permiten identificar superficies cercanas al mismo.

Dan información del entorno del robot: alcance, proximidad, contacto, fuerza, etc. Se utilizan para guiado de robots, para identificación y manipulación de objetos.

SENSORES INDUCTIVOS

Este tipo de sensores modifican un campo magnético por presencia de objetos metálicos. Están conformados por una bobina situada junto a un imán permanente. En condiciones estáticas no hay ningún movimiento en las líneas de flujo y no se induce ninguna corriente en la bobina, pero cuando un objeto metálico se aproxima al campo del imán o lo abandona, el cambio resultante en las líneas de flujo induce un impulso de corriente, cuya amplitud es proporcional a la velocidad del cambio del flujo.

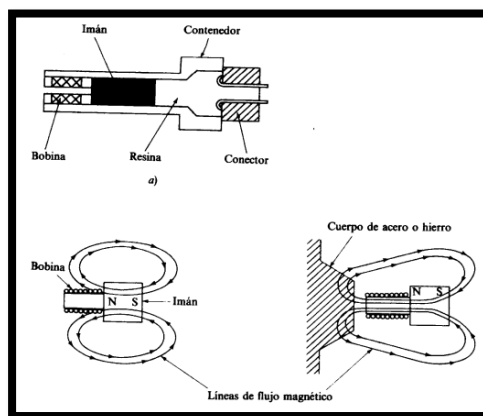


Figura 1.7 Funcionamiento de los sensores inductivos

SENSORES DE EFECTO HALL

El efecto Hall relaciona la tensión que está entre dos puntos de un material conductor o semiconductor con un campo magnético a través de un mismo material. En la figura 1.8 se muestra la detección de efecto hall con imán permanente.

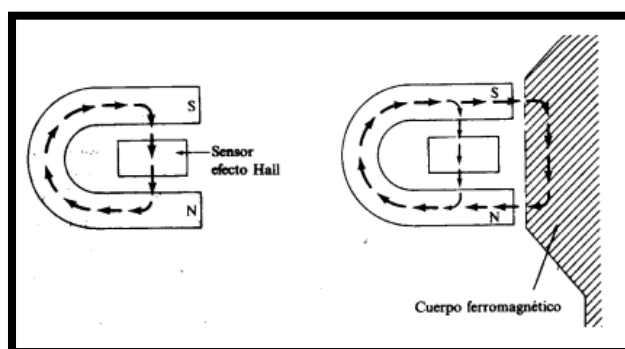


Figura 1.8 Detección por un sensor de efecto Hall con imán permanente

SENSORES CAPACITIVOS

Modificación de la capacidad de un condensador por presencia de objetos sólidos.

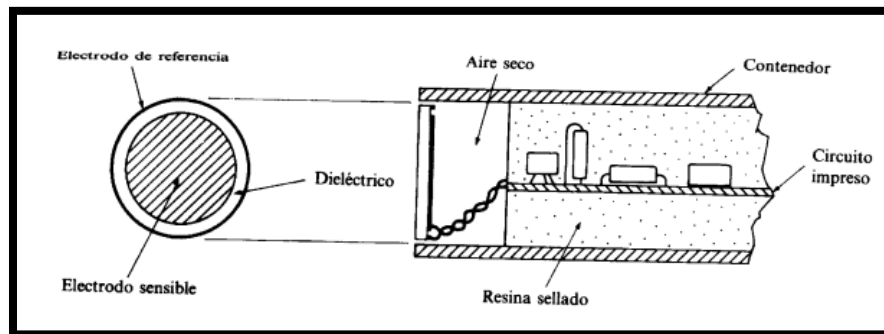


Figura 1.9 Principio de funcionamiento de un sensor capacitivo

El sensor es un condensador formado por dos electrodos, un electrodo sensible y un electrodo de referencia, separados por un dieléctrico, también existe una cavidad de aire seco para aislar y un conjunto de circuitos electrónicos.

El elemento capacitivo es parte de un circuito que es excitado de manera continua por una forma de onda sinusoidal de referencia.

SENSORES DE ULTRASONIDOS

Son sensores que modifican la distancia de objetos mediante la detección de ecos de ultrasonidos.

Estas ondas ultrasónicas tienen la capacidad de que cuando viajan por un medio cualquiera son reflejadas si encuentran en su trayectoria una discontinuidad o algún elemento extraño fuera de lo normal.

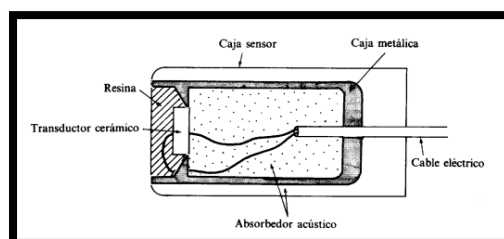


Figura 1.10 Funcionamiento de un sensor de ultrasonido

Tienen muchos problemas: ángulo de incidencia de la onda sobre el objeto, temperatura, induce cambios en la densidad del aire, cambio en la velocidad de propagación de la onda, aire, superficie del objeto, distancia mínima detectada, la forma de onda es cónica y solo detecta objetos dentro del cono del ultrasonido, falsos ecos, etc.

1.4. MICROCONTROLADORES

1.4.1. DEFINICIÓN

"Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene en su estructura todos los componentes de un computador. Son empleados para controlar el funcionamiento de diversas tareas que previamente fueron programadas y debido a su reducido tamaño, suelen ir incorporados en el propio dispositivo al que gobierna. Esta característica es la que le confiere la denominación de "controlador incrustado" (embedded controller).¹¹

El microcontrolador es básicamente un computador dedicado ya que en su memoria sólo dispone espacio para guardar un programa destinado a realizar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan la conexión de diversos sensores y actuadores del dispositivo a controlar.

El microcontrolador está constituido por un Microprocesador y un conjunto de subsistemas que normalmente requiere un microprocesador los cuales son: memoria volátil, memoria no volátil, entrada y salida. En la figura 1.11 se muestra el esquema interno de un micro controlador"¹²

¹¹ <http://ingenio-upp.blogdiario.com/>

¹² <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

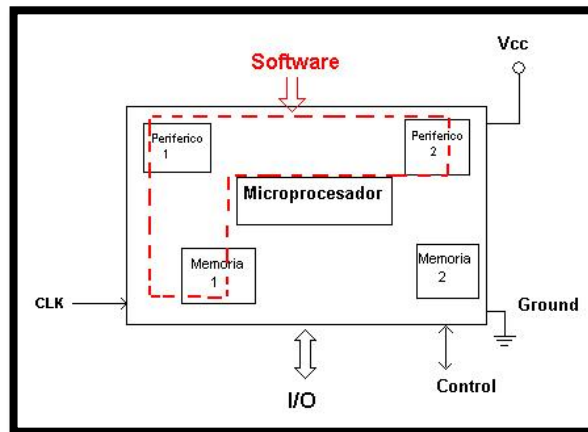


Figura 1.11 Esquema de un microcontrolador

1.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES

"Los microcontroladores están diseñados para disminuir el costo económico y reducir el consumo de energía".¹³

Los microcontroladores representan la mayoría de los chips de computadoras vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a DSPs más especializados. Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo electrónico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos, etc.

Un microcontrolador se diferencia de una CPU, ya que facilita convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos que servirán de apoyo.

Un microcontrolador posee un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM/FLASH, para que entre en funcionamiento necesita unos programas de control y un cristal de sincronización.

Los microcontroladores disponen de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital, temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializado.

Además negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso en las diversas aplicaciones a las que se le puede encomendar." ¹⁴

¹³ www.ecured.cu/index.php/Microcontrolador

1.4.3. TIPOS DE ARQUITECTURA DE LOS MICROCONTROLADORES

Según la arquitectura interna de la memoria de un microcontrolador se puede clasificar, en 2 tipos:

ARQUITECTURA VON NEUMANN

Fue desarrollada por Jon Von Neumann, se caracteriza por tener una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. La CPU se conecta a través de un sistema de buses (direcciones, datos y control). Esta arquitectura es limitada cuando se demanda rapidez.¹⁵

ARQUITECTURA HARVARD

Fue desarrollada en Harvard, por Howard Aiken, esta arquitectura se caracteriza por tener 2 memorias independientes una que contiene sólo instrucciones y otra, que contiene sólo datos. Ambas, disponen de sus respectivos sistemas de buses para el acceso y es posible realizar operaciones de acceso simultáneamente en ambas memorias.

Este tipo de arquitectura ofrece ciertas ventajas que son:

Posee una mayor velocidad y menor longitud de programa.

El tiempo de acceso a las instrucciones puede superponerse con el de los datos, logrando una mayor velocidad de operación.

1.4.4. APLICACIONES DE LOS MICROCONTROLADORES

Los microcontroladores son empleados en un sin número de sistemas presentes en nuestra vida cotidiana, como pueden ser juguetes, hornos microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc.

¹⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

¹⁵ <http://www.monografias.com/trabajos28/arquitectura-von-neumann/arquitectura-von-neumann.shtml>

Y existen también otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como son la instrumentación electrónica, el control de sistemas en una nave espacial, etc.

Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes de un sistema.

1.5. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

1.5.1. INTRODUCCIÓN

El propósito principal de la visión artificial es programar un computador en diversos tipos de lenguajes en los que el operador se sienta identificado, para que el ordenador entienda las características de una imagen.¹⁶

El procesamiento digital de la imagen permite realizar una modificación en forma de una matriz de enteros, en lugar de las clásicas manipulaciones necesarias para las imágenes analógicas y señales de video.

Podemos considerar una imagen digital como una matriz cuyos índices de filas y columnas identifican un punto en la imagen y el correspondiente elemento de matriz identifica el valor de gris en ese punto.

Toda la imagen se puede descomponer en tres bandas representando el brillo de rojo, de verde y de azul, por lo tanto, el color visualizado en un punto concreto será el resultante de combinar los valores de ese punto en las tres bandas.

1.5.2. VISIÓN ARTIFICIAL

Un sistema de visión artificial trata de emular el sentido de la visión del ser humano; y para esto utilizan diferentes algoritmos y métodos que permiten capturar información del entorno físico y luego extraer características visuales relevantes, utilizando procedimientos automáticos.

¹⁶ <http://visionartificial.fpcat.cat/wp-content/uploads/Conocimientos.pdf>

Los dos pilares fundamentales de un sistema de visión artificial son: el sistema de formación de imágenes y el sistema de procesamiento de éstas.

El sistema de formación de imágenes, mostrado de forma general en la figura 1.12, está constituido por varios subsistemas de iluminación, de captación de la imagen y de adquisición de la señal en el computador. Mientras que el sistema de procesamiento, está constituido por el sistema de procesamiento digital de la imagen dentro del computador.

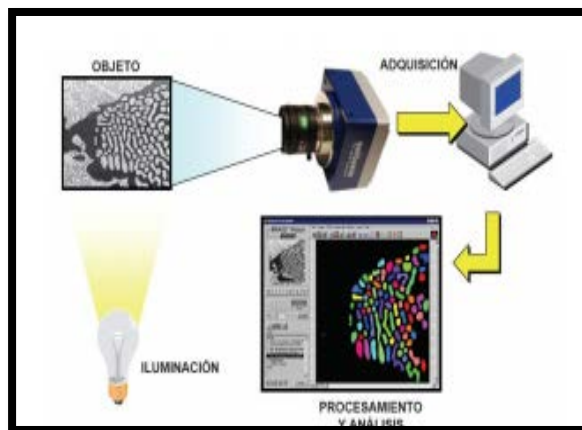


Figura 1.12 Sistema de formación de imágenes

Una vez que se ha adquirido la imagen, se continúa con el procesamiento de la misma para ello se deben utilizar diferentes etapas y algoritmos los cuales variarán de acuerdo a la aplicación que el usuario necesite, para tomar referencia de mejor manera se usa el esquema mostrado en la figura 1.13.



Figura 1.13 Procesamiento de imágenes de medio nivel

Posteriormente se procede con la segmentación que es una etapa en la cual se particiona la imagen en áreas con significado.

1.5.3. SOFTWARE DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Existe un sin número de programas para el proceso de adquisición de imágenes pero entre los más utilizados suelen ser el lenguaje ensamblador o lenguaje C, es decir, se utilizan aquellos que son más cercanos al lenguaje de máquina, para optimizar tiempo y tamaño de la memoria.

- **LABVIEW – NATIONAL INSTRUMENTS**

El software LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos, mediante el uso de lenguaje G (diagramas de bloques).

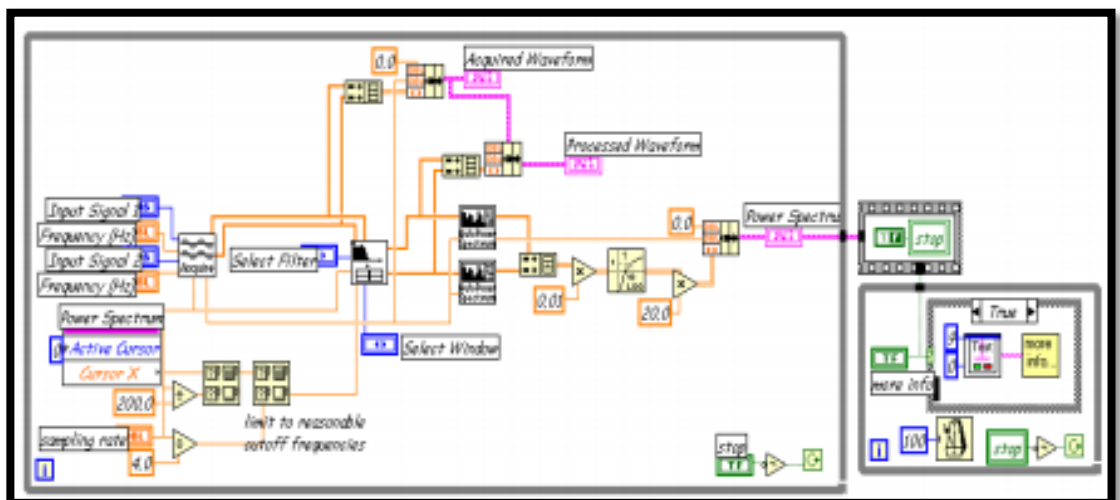


Figura 1.14 Diagramas de bloques en el Software Labview

- **IMAQVISION**

IMAQ Vision es una librería para trabajar en LabView que permite al usuario implementar aplicaciones inteligentes de una imagen y visión, IMAQVision presenta herramientas complejas de procesamiento digital de imágenes como detectores de borde y reconocimiento de patrones complejos. Dentro de las aplicaciones que se realizan en IMAQ Vision se tienen que tomar en cuenta una serie de conceptos y de pasos para lograr

un mejor desempeño en la elaboración de sistemas de reconocimiento de imágenes.¹⁷

Detección de bordes

La detección de bordes es usada en las aplicaciones en donde se requiera identificar y localizar discontinuidades en la intensidad de los píxeles de la imagen. A un borde se le conoce como un cambio significativo de valores en escala de grises entre los píxeles adyacentes de una imagen.

El detector de bordes de IMAQ Vision trabaja usando un arreglo de una sola dimensión como se muestra en la figura 1.15.

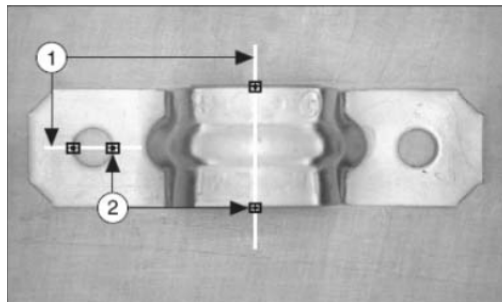


Figura 1.15 Ejemplo detección de bordes 1) líneas de búsqueda 2) bordes

Reconocimiento de patrones

El reconocimiento de patrones permite localizar regiones completas en escala de grises que correspondan con la imagen patrón predeterminada. La herramienta de reconocimiento de patrones de IMAQ funciona correctamente incluso cuando la imagen se encuentra girada, escalada o cuando existen varias copias de la misma.

La Figura 1.16 muestra el patrón a reconocer (1.16a), y los patrones localizados en diferentes posiciones y escalamiento.

¹⁷http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/ramirez_r_ja/capitulo_4.pdf

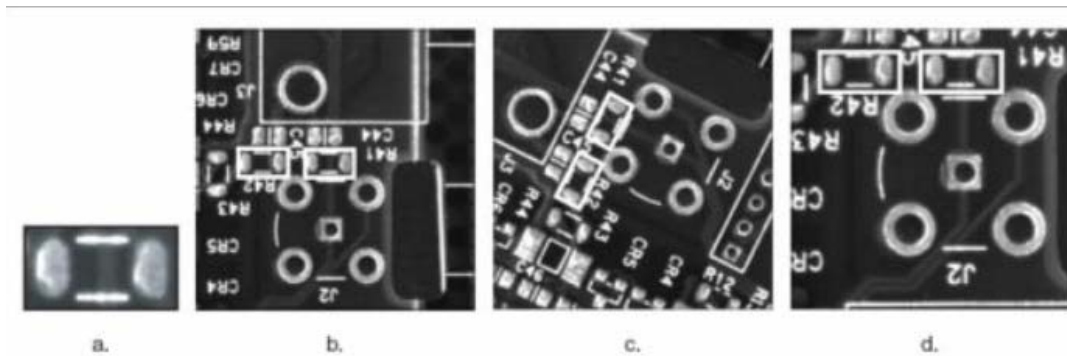


Figura 1.16 Reconocimiento de patrones en diferentes posiciones

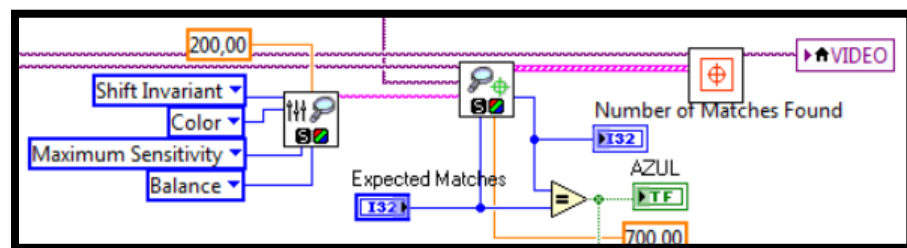


Figura 1.17 IMAQ Vision en el Software Labview

- **VISIÓN DE CONJUNTO**

El Módulo NI Vision del software Labview 2013 incluye en su librería nuevas y diversas características y esto implica una mejora en el rendimiento del mismo, además permite una mayor facilidad para poderse familiarizar con estas actualizaciones. A continuación hay que enfocarse en temas como son la visión general sobre los nuevos progresos del algoritmo y se describirá cómo estas características pueden beneficiarse cuando va a implementar su sistema de visión.

- **ALGORITMO DE COINCIDENCIA DE PATRONES**

Para empezar, se debe conocer que la coincidencia de patrones es una técnica que se utiliza para encontrar áreas y regiones de una imagen las cuales deben coincidir con un patrón de referencia conocido que se debe guardar en una base de datos almacenada en el computador, la misma que se puede hacer referencia como una plantilla. Los algoritmos de

correspondencia de patrones son algunas de las diversas funciones más importantes que se pueden encontrar en el área de la visión artificial debidos a que se la puede utilizar en diversas aplicaciones, tales como la alineación, medición e inspección. El Módulo NI Visión incorpora en su librería un nuevo patrón de algoritmo de coincidencia conocido como juego piramidal, lo cual mejora el rendimiento en el procesamiento de las imágenes con la falta de definición o de bajo contraste.



Figura 1.18 Ejemplo de ajuste de patrones de imágenes de contraste bajo

El juego piramidal permite optimizar el tiempo de cálculo de la coincidencia de patrones a través de la reducción del tamaño de la imagen y la plantilla, lo cual se realiza de manera interna en el computador. Dentro del juego piramidal, tanto la imagen a procesar como la plantilla se deben muestrear a resoluciones espaciales mucho más pequeñas que la original para ello se utiliza pirámides gaussianas. Este método consiste en recolectar muestras cada dos píxeles, tanto de la imagen y de la plantilla, en este caso ambos pueden ser reducidos a una cuarta parte de su tamaño original para cada pirámide "nivel" sucesiva

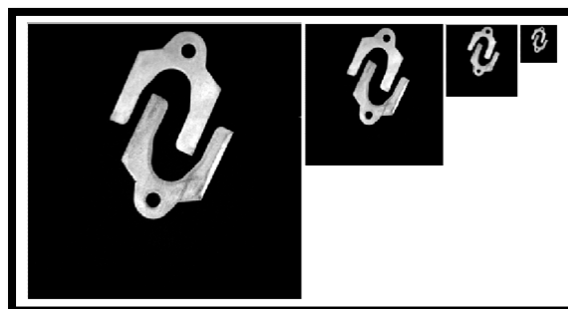


Figura 1.19 Ejemplo de juego piramidal donde se reduce el tamaño del original

- **CONTROL DE OBJETOS**

Dentro del Módulo NI Vision se encuentra un nuevo algoritmo, el mismo que se lo puede utilizar para el seguimiento de objetos, este consiste en rastrear la ubicación de un objeto mediante una secuencia de imágenes para así poder determinar cómo se está moviendo en relación con otros objetos que estén dentro de la misma imagen.

El seguimiento de objetos es una aplicación que hoy en día permite facilitar el trabajo dentro de muchas áreas como: ¹⁸

Seguridad y vigilancia.- Dentro de la industria de vigilancia, se puede encontrar diversos objetos de interés, como personas y vehículos que pueden ser rastreados y áreas restringidas que pueden ser monitoreadas constantemente y desde cualquier lugar.

La gestión del tráfico.- Se puede utilizar para detectar que áreas tienen mayor afluencia de flujo de tráfico las mismas que permitan analizar y poder dar solución al problema suscitado.

Medicina.- Las células también pueden ser rastreadas en imágenes médicas, para observar y monitorear si sufren algún cambio fuera de lo normal.

Robótica y de navegación.- Los robots están aptos para seguir la trayectoria de un objeto. La asistencia robótica puede maniobrar en un taller (objetos de-paletización), otro campo dentro de la robótica es los sistemas inteligentes autónomos.

La interacción persona-ordenador (HCI).- Los usuarios pueden realizar un seguimiento en un entorno de juego, o la secuencia del mismo.

Objeto de modelado.- Un objeto rastreado desde múltiples perspectivas se puede utilizar para crear un modelo 3D parcial del objeto.

Biomecánica.- Seguimiento de las partes del cuerpo para interpretar los gestos o movimientos que realiza la o las personas monitoreadas.

¹⁸ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/msp/florencia_y_an/capitulo3.pdf



Figura 1.20 Ejemplo de seguimiento de objetos, aplicación monitoreo de tráfico

- **OCR**

Reconocimiento óptico de caracteres (OCR) que facilita funciones de procesamiento de imágenes que se pueden utilizar para leer el texto o los caracteres de la imagen. Este sistema incluye varias líneas, la tolerancia de rotación débil, y una mejor segmentación, para una mayor eficiencia al momento de realizar el procesamiento de imágenes.

La detección de líneas múltiples permite establecer una región de interés (ROI) la misma que se encarga de encerrar varias líneas de texto a la vez, este procedimiento evita tener que especificar un retorno de la inversión para cada línea de lo esperado, es decir, permite optimizar tiempo.

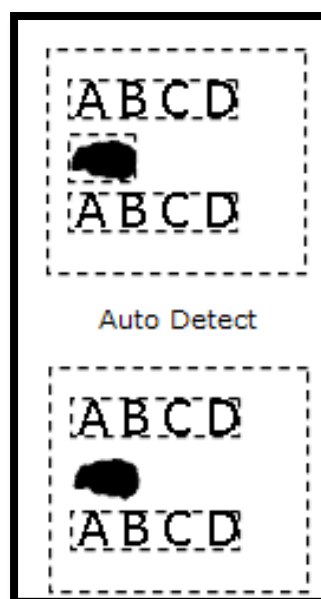


Figura 1.21 Ejemplo de un soporte de múltiples líneas

CAPÍTULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1. ESQUEMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.

En el presente capítulo se describen los pasos a seguir para realizar un correcto diseño tanto mecánico, electrónico y de control del prototipo, empezando por conocer el esquema de funcionamiento del mismo.

El diseño del prototipo del sistema de seguridad y vigilancia inició con la formulación de una idea central y a partir de esta se conformó un sistema general de funcionamiento, que se indica en la figura 22

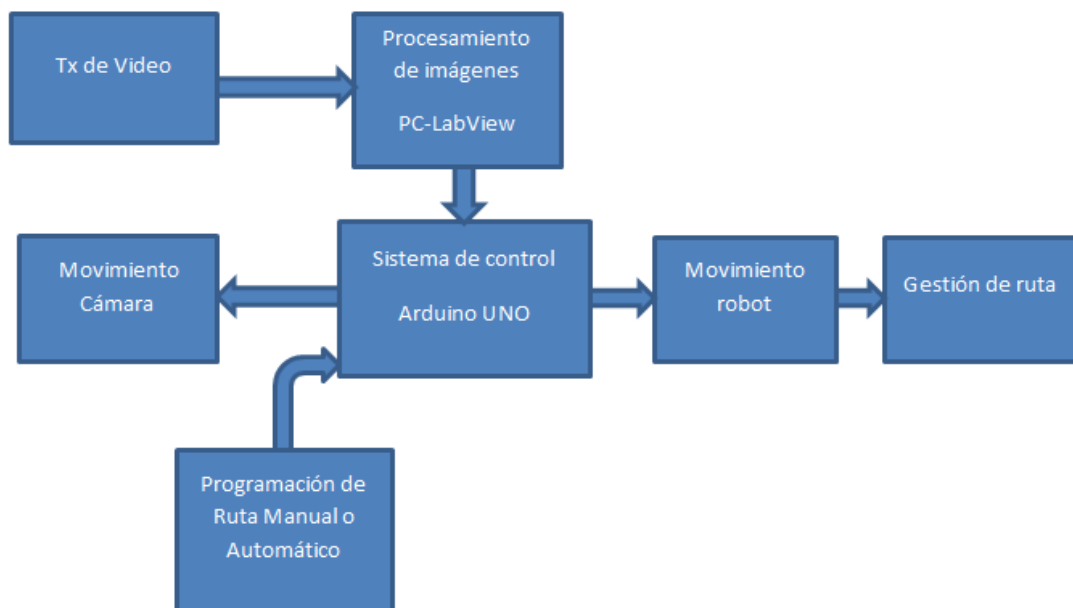


Figura 2.1 Esquema de funcionamiento

El sistema de control, ubicación y vigilancia del prototipo se ha dividido en 2 partes fundamentales: la primera que se encarga del sistema de monitoreo, vigilancia, transmisión de imágenes y video por medio de una cámara inalámbrica a la PC por medio de conexión WiFi. La segunda parte que se encargará de la parte de gestión de la ruta y el control en general de

cada una de las actividades que realizará ya sea en forma automática o manual.

2.1.1. DISEÑO DEL PROTOTIPO

A partir de un enfoque completamente organizativo, tanto para el desarrollo del prototipo como para la manufactura del mismo, se establecen las condiciones de funcionalidad, estructura y fabricación.

La etapa de planificación, dentro del diseño mecatrónico, requiere de la descripción y análisis del problema de diseño, en este caso el prototipo.

El prototipo debe estar dotado de un sistema mecánico capaz de permitir la locomoción del mismo a una velocidad determinada y apropiada, para que no exista ningún tipo de distorsión de la imagen al momento de realizar el monitoreo, así como también debe contar con un sistema de dirección para que brinde una mayor facilidad al momento de la ubicación. Además, su estructura debe ser capaz de soportar 9 Kg de peso incluidos todos los elementos que requiera el prototipo.

Dentro del sistema electrónico, el prototipo tiene 2 modos: 1) Automático (Rutas Programadas) y 2) Manual. Dentro del modo Automático el prototipo es capaz de seguir rutas programadas por el operador dependiendo del área en donde se lo quiera incorporar, y en el modo manual, el operador puede controlar desde un computador la ruta por donde crea conveniente seguir. La transmisión de video será permanente, sin importar en qué modo se encuentre trabajando el prototipo. Además es capaz de transmitir y recibir datos de manera inalámbrica, para ello utilizamos el radio 3DR (radio frecuencia), adicionalmente la ventaja de la cámara incorporada en el prototipo es que permite la comunicación directa entre el software a utilizar. El procesamiento de imágenes es a través de un computador portátil el cual interactúa en tiempo real con el prototipo.

En la tabla 1.1 se detalla los requerimientos del prototipo

Tabla 1.1

Requerimiento del Prototipo

N°	REQUERIMIENTO	DEFINICIÓN
1	MODULAR	Los elementos que forman parte del prototipo son desmontables.
2	ROBUSTEZ MECÁNICA	La construcción garantiza durabilidad y resistencia frente al uso.
3	PERSONALIZABLE	Es compatible con diversos elementos existentes en el mercado
4	CAPACIDAD DE CARGA	En condiciones normales soporta una carga de 9 Kg.
5	DIRECCIÓN ACKERMAN	Configuración de dirección utilizada en los automóviles.
6	TRACCIÓN TRASERA	Los ejes traseros son encargados de transmitir el movimiento
7	COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	Transmisión y recepción entre el prototipo y el computador hasta una distancia de 9 Kg.
8	AUTONOMÍA	El prototipo puede funcionar durante 6 horas hasta una nueva carga.
9	VELOCIDAD VARIABLE	El usuario puede manipular la velocidad del prototipo de acuerdo al requerimiento.
10	TRAZADO DE TRAYECTORIAS	El prototipo puede movilizarse usando trayectorias programadas en su base de datos.
11	INTERFAZ AMIGABLE	Permite al usuario manipular el prototipo sin ningún inconveniente y de una manera sencilla.

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8362>

A partir de los requerimientos antes mencionados, en la tabla 1.2 se puede definir la solución o posibles soluciones que corresponde a cada de los requerimientos.

Tabla 1.2

Requerimiento Solución

N°	REQUERIMIENTO	SOLUCIÓN
1	MODULAR	Dispositivos desmontables.
2	ROBUSTEZ MECÁNICA	Uso de materiales livianos y resistentes.
3	PERSONALIZABLE	Tarjeta de Control (Arduino UNO)
4	CAPACIDAD DE CARGA	Estructura resistente y carcasa estética.
5	DIRECCIÓN ACKERMAN	Diseño de mecanismo de 4 barras.
6	TRACCIÓN TRASERA	Transmisión de potencia de acuerdo a ejes. Uso de Motores con cajas reductoras.
7	COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	Protocolos de comunicación WiFi protocolos IP.
8	AUTONOMÍA	Capacidad de la batería tipo LiPo (baterías de polímero de litio). 12V 12 A.
9	VELOCIDAD VARIABLE	Controlador implementado en el software
10	TRAZADO DE TRAYECTORIAS	Algoritmos de control para trayectorias.
11	INTERFAZ AMIGABLE	Implementación de un HMI en el Software LABVIEW

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8362>

Dentro de los principales aspectos para el diseño y construcción del prototipo tenemos los siguientes:

Tanto en la confiabilidad en el prototipo, la autonomía de la batería y la estabilidad en la comunicación inalámbrica; en conjunto con los requerimientos de Capacidad de carga y los aspectos relacionados al control de velocidad, trazado de trayectorias y la Interfaz de usuario.

Adicionalmente los principales aspectos de ingeniería que requiere el prototipo son los siguientes:

Capacidad de la batería, uso de un microcontrolador (ARDUINO UNO), Motor DC con caja reductora para la tracción, protocolos de comunicación y la precisión del servomotor de la dirección; para de esta manera poder generar correctamente la programación de los algoritmos de control de velocidad y para el trazado de trayectorias.

2.2. DISEÑO MECÁNICO DE LA UNIDAD DE VIGILANCIA

En esta sección se describe el proceso de dimensionamiento y diseño mecánico de los diferentes elementos del mecanismo de dirección de la unidad de vigilancia, así como también de la estructura soporte, con el fin de que la unidad robótica cumpla con todos los requerimientos funcionales y de rigidez exigidos para este tipo de equipos.

Para lograr este objetivo se parte de un esquema preliminar de la unidad robótica (figura 2.2), de manera que su geometría y tamaño permita la instalación de los diferentes componentes mecánicos y eléctricos requeridos para su adecuado funcionamiento.

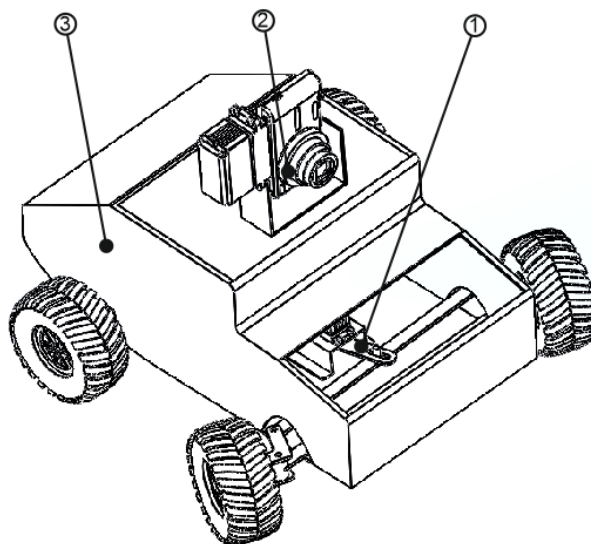


Figura 2.2 Esquema preliminar de la unidad de vigilancia

1. Sistema de dirección.
2. Sistema de visión.

3. Carrocería del robot.

2.2.1. PARÁMETROS DEL DISEÑO MECÁNICO

Tomando en consideración los requerimientos funcionales de la unidad de vigilancia, así como también las especificaciones técnicas que tienen equipos semejantes existentes en el mercado, a continuación se establecen los principales parámetros que influyen directamente en su diseño mecánico:

Peso máximo de la unidad robótica con accesorios (W):	150 N (15 kg)
Velocidad máxima de desplazamiento (V_{max}):	
Ancho máximo de la unidad robótica (b):	210 mm
Distancia máxima entre ejes de las ruedas (L):	220 mm
Inscribirse en una corona circular con radio:	Exterior (R): 1500 mm Interior (R'): 750 mm
Ángulo de giro máximo (α), entre:	35° y 45°

En base a estos parámetros de diseño y con el fin de acelerar el proceso iterativo de diseño, se aplicaron hojas de cálculo y programas de Diseño Asistido por Computador (CAD) y de Ingeniería Asistida por Computador (CAE), para evaluar de forma rápida y precisa las diferentes alternativas de diseño hasta determinar las dimensiones, geometría y disposición óptimas de los diferentes componentes de la máquina, garantizando de esta manera el funcionamiento adecuado y seguro de la unidad de vigilancia bajo condiciones críticas de operación.

2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL MECANISMO DE LA DIRECCIÓN

El mecanismo de la dirección de la unidad de vigilancia tiene por objeto orientar de forma precisa las ruedas directrices (ruedas delanteras) del vehículo, de acuerdo a lo establecido en el programa de control, y está compuesta por los elementos mostrados en la figura 2.3.

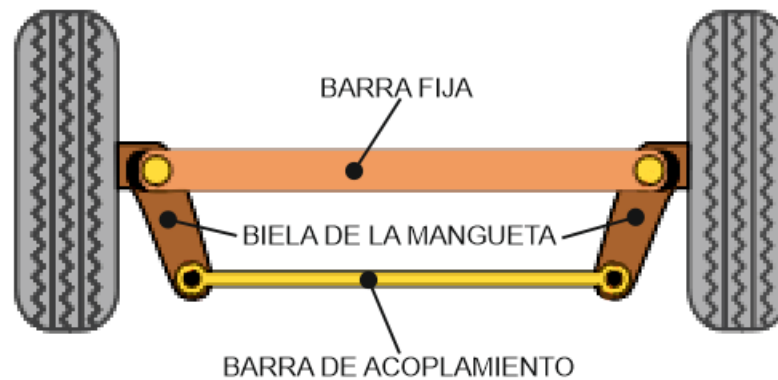


Figura 2.3 Mecanismo de dirección

Cuando las ruedas directrices se orientan para tomar una curva, todas las ruedas del vehículo deben rodar sin que al mismo tiempo se deslicen. Esto sólo es posible cuando todas las ruedas describen arcos con un mismo centro instantáneo de rotación, situado sobre la recta prolongación del eje trasero (figura 3). Sin embargo, esto no es posible en toda la gama de ángulos de giro de las ruedas directrices, por lo que el problema se centra en buscar la solución más cercana a la ideal.

Para dar solución al requisito de centro de rotación único, el mecanismo de dirección adoptado será del tipo Ackerman, por lo que, al girar la dirección las ruedas toman la posición de la figura 2.4, de tal forma que el radio de giro, del arco que describe cada una de las ruedas del vehículo, sea perpendicular a la proyección de la rueda sobre la prolongación del eje trasero.

Con el objetivo de garantizar una buena maniobrabilidad de la unidad robótica, el ángulo de giro máximo de las ruedas del vehículo se establece en 40°.

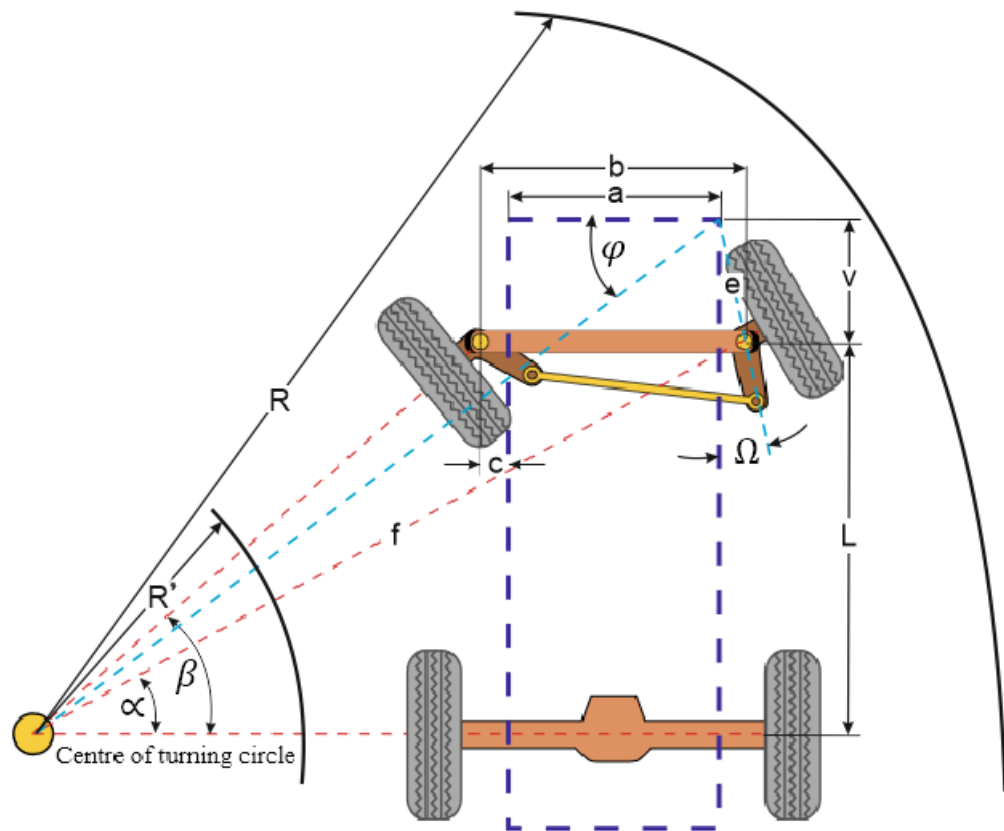


Figura 2.4 Nomenclatura utilizada en el mecanismo de dirección

El ángulo mínimo de giro (α_{min}), para que el vehículo pueda inscribirse en un anillo de radio exterior R y radio interior R' , se obtiene mediante el siguiente procedimiento:

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{L + v}{R}$$

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{220 \text{ mm} + 60 \text{ mm}}{1500 \text{ mm}}$$

$$\varphi = 10,76^\circ$$

Donde:

v = Voladizo delantero del vehículo = 60 mm

$$c = \frac{b - a}{2}$$

$$c = \frac{210 \text{ mm} - 225 \text{ mm}}{2}$$

$$c = -22,50 \text{ mm}$$

Entonces, la distancia e , viene dada por:

$$e = \sqrt{c^2 + v^2}$$

$$e = \sqrt{(-22,50)^2 + 60^2}$$

$$e = 64,08 \text{ mm}$$

Al ángulo Ω entre el eje longitudinal y la línea e , se obtiene de la ecuación siguiente:

$$\Omega = \tan^{-1} \frac{c}{v}$$

$$\Omega = \tan^{-1} \frac{-22,50 \text{ mm}}{60 \text{ mm}}$$

$$\Omega = -20,56^\circ$$

Aplicando la ley de cosenos, se obtiene la distancia f :

$$f = \sqrt{e^2 + R^2 - 2 \cdot e \cdot R \cdot \cos(90 - (\Omega + \varphi))}$$

$$f = \sqrt{64,08^2 + 1500^2 - 2 \cdot 64,08 \cdot 1500 \cdot \cos(90 - (-20,56^\circ + 10,76^\circ))}$$

$$f = 1512,22 \text{ mm}$$

A partir de estos valores se obtiene el ángulo mínimo de giro (α_{min}), para que el vehículo quede inscrito en un radio máximo de 1500 mm:

$$\alpha_{min} = \varphi - \sin^{-1}\left(\frac{e}{f}\sin(90 - (\Omega + \varphi))\right)$$

$$\alpha_{min} = 10,76^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{64,08}{1512,22}\sin(90 - (-20,56^\circ + 10,76^\circ))\right)$$

$$\alpha_{min} = 8,38^\circ$$

Como éste valor es menor que el ángulo de giro máximo (α) de las ruedas del vehículo, establecido en 40° , la dimensiones estimadas son adecuadas.

Con respecto al radio interior del anillo (R'), se debe cumplir la siguiente relación:

$$f \cdot \cos \alpha - R' \geq \frac{b + a}{2}$$

$$1512,22 \cdot \cos 40^\circ - 750 \geq \frac{210 + 255}{2}$$

$$408,43 \geq 232,50$$

Por lo tanto, se continúa con el dimensionamiento.

Como se muestra en la figura 26, para garantizar que el centro de giro esté situado sobre la prolongación del eje trasero, es necesario que la prolongación de las bielas, cuando las ruedas directrices se encuentran en posición de marcha recta, se corte en un punto situado sobre el eje longitudinal del vehículo, a una distancia L' .

Se estima una distancia de corte de la prolongación de las bielas (L'), de 450 mm, entonces, el ángulo entre las bielas de las manguetas y el eje longitudinal es:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{a}{2 \cdot \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + L'^2}}$$

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{255 \text{ mm}}{2 \cdot \sqrt{\left(\frac{255 \text{ mm}}{2}\right)^2 + 450 \text{ mm}^2}}$$

$$\gamma = 15,82^\circ$$

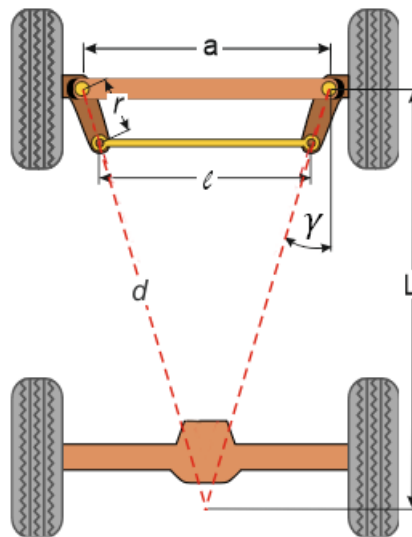


Figura 2.5 Nomenclatura utilizada en el mecanismo de dirección

La distancia (d), desde la rueda delantera al punto de corte de la prolongación de las bielas, viene dado por:

$$d = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + L'^2}$$

$$d = \sqrt{\left(\frac{255}{2}\right)^2 + 450^2}$$

$$d = 467,71 \text{ mm}$$

A partir de los datos calculados, se determina la longitud de la biela de la mangueta (r) y de la barra de acoplamiento (l), para un ángulo máximo de giro de 40° .

$$r = \left(\sin(\gamma - \alpha) + 1 - \frac{a}{d} \right) \frac{2 \cdot d^2}{2 \cdot d - a}$$

$$r = \left(\sin(15,82^\circ - 40^\circ) + 1 - \frac{255}{467,71} \right) \frac{2 \cdot 467,71^2}{2 \cdot 467,71 - 255}$$

$$r = 29,05 \text{ mm}$$

Por lo tanto, se considera una longitud de 30 mm para las bielas de las manguetas.

$$l = \frac{a(d - r)}{d}$$

$$l = \frac{255(467,71 - 29,05)}{467,71}$$

$$l = 239,16 \text{ mm}$$

Se considera una longitud de 239,5 mm para la barra de acoplamiento.

En la figura 2.6 se muestra la geometría final del mecanismo de la dirección.

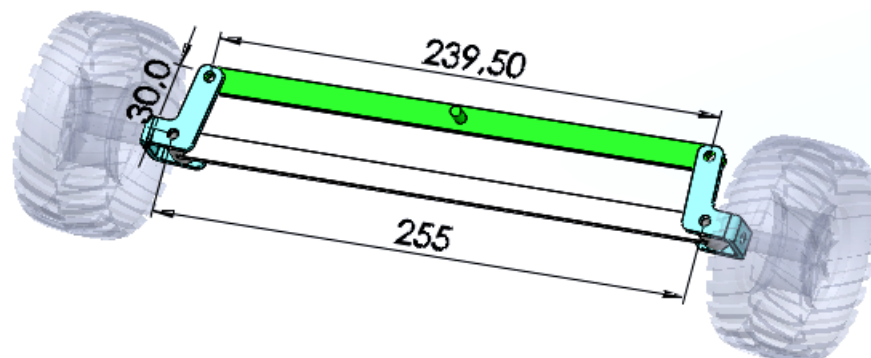


Figura 2.6 Geometría final del mecanismo de la dirección

2.2.3. DETERMINACIÓN DE CARGAS

El torque (T), requerido para girar las ruedas del mecanismo de dirección, en el eje de la mangueta (kingpin), se determina a partir de la figura 2.7.

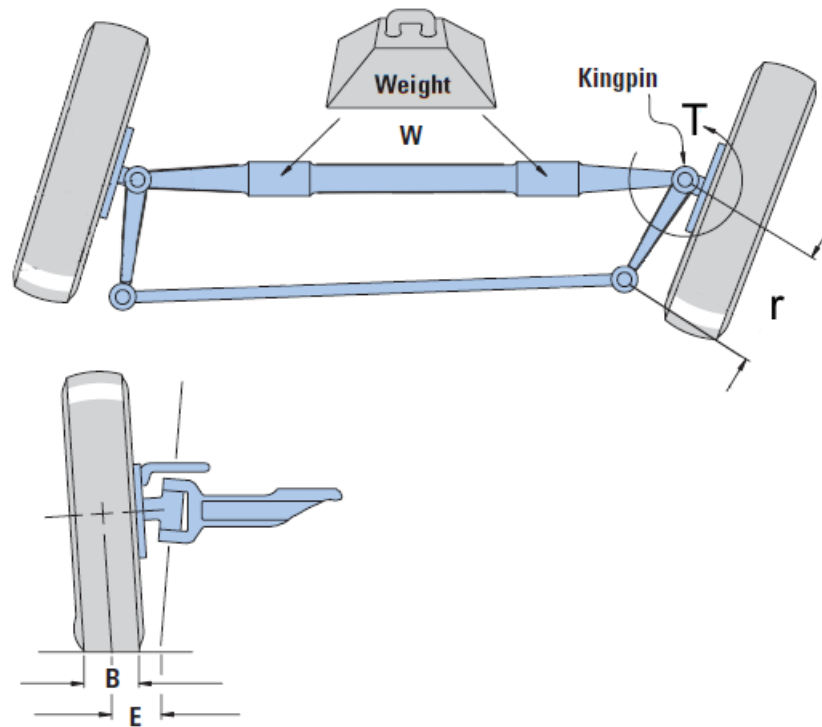


Figura 2.7 Torque requerido en el eje de la mangueta

$$T = W \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{B^2}{8} + E^2}$$

$$T = 150 \text{ N} \cdot 0,18 \cdot \sqrt{\frac{40^2 \text{ mm}^2}{8} + 35^2}$$

$$T = 1019 \text{ Nmm} = 1,02 \text{ Nm}$$

Dónde:

W = peso máximo del vehículo con todos los accesorios = 150 N

μ = coeficiente de fricción entre el neumático y el suelo = 0,18 (se obtiene de la figura 2.8)

B = ancho nominal de la huella del neumático = 40 mm

E = distancia entre la línea central del neumático y la proyección del eje de giro = 35 mm

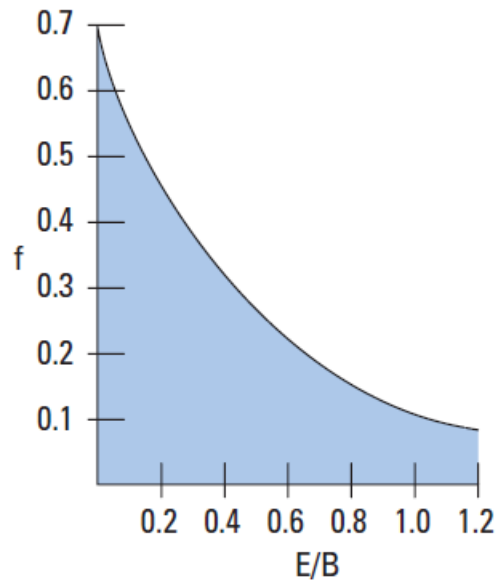


Figura 2.8 Diagrama para estimar el coeficiente de fricción

La relación E/B es:

$$\frac{E}{B} = \frac{35 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} = 0,87$$

Por lo tanto, la fuerza tangencial (F_{tan}), requerida en la barra de acoplamiento para generar el torque de giro en el neumático, viene dado por:

$$F_{tan} = \frac{T}{r}$$

$$F_{tan} = \frac{1019 \text{ Nmm}}{30 \text{ mm}}$$

$$F_{tan} = 33,97 \text{ N}$$

2.2.4. SELECCIÓN DEL MOTOR PARA LA DIRECCIÓN

Para generar el torque de accionamiento del mecanismo de dirección se utiliza un servo motor del alto torque, el mismo que se ensambla a la barra de acoplamiento mediante un brazo de 50 mm de longitud. Por lo tanto, el torque mínimo requerido para accionar el mecanismo de dirección, viene dado por:

$$T_{acc} = F_{tan} \cdot l_{bm}$$

$$T_{acc} = 33,97 \text{ N} \cdot 50 \text{ mm}$$

$$T_{acc} = 1698 \text{ Nmm} = 1,68 \text{ Nm}$$

Donde:

l_{br} = longitud del brazo del servo motor = 50 mm

Considerando una eficiencia total del sistema de dirección del 60% con el objeto de contemplar situaciones particulares adversas, así como los diferentes tipos de pérdidas en el sistema, la torque efectivo requerido en el servo motor es:

$$T_{mot} = \frac{T_{acc}}{\eta_T}$$

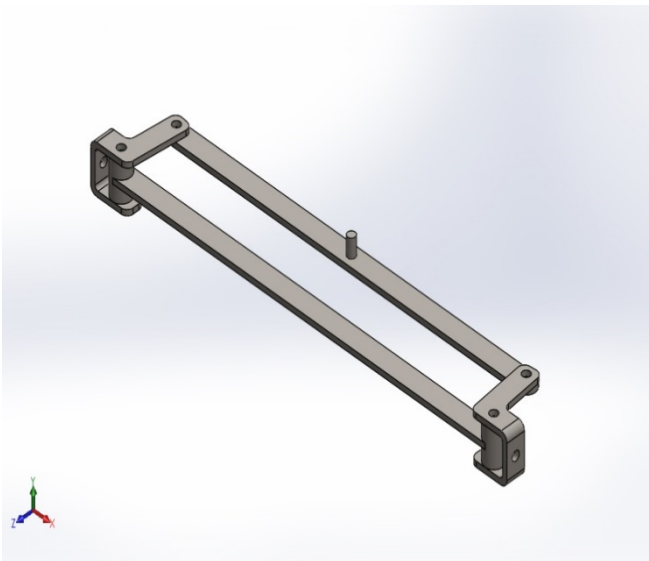
$$T_{mot} = \frac{1,68 \text{ Nm}}{0,6}$$

$$T_{mot} = 2,83 \text{ Nm} = 28,85 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Se selecciona el servo motor HSB-9380 TH Ultra Torque, que entrega un torque de 34,0 kg-cm a 6.0 voltios.

2.3. ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL MECANISMO DE DIRECCIÓN

Para fabricar los diferentes componentes del mecanismo de dirección de la unidad de vigilancia, se utiliza platinas de acero estructural ASTM A36, de 12 mm de ancho y 3 mm de espesor.



El análisis de esfuerzos en el sistema de la dirección se realiza en base a las cargas calculadas en la sección 2.5, con ayuda de un software de ingeniería asistida por computador.

Simulación de Ensamblaje Mecanismo Dirección

Fecha: miércoles, 24 de junio de 2015

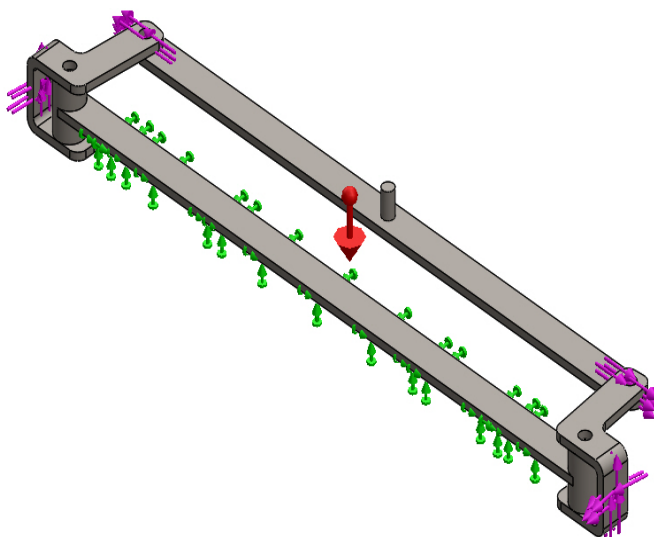
Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis estático
1

Tipo de análisis: Análisis estático

Información de modelo	422
Propiedades de estudio	3
Propiedades de material	4
Cargas y sujeciones	5
Información de malla	7
Fuerzas resultantes	8
Resultados del estudio	9

Información de modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje mecanismo direccion D
 Configuración actual: Predeterminado

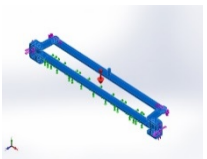
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir2 	Sólido	Masa:0.0709627 kg Volumen:9.03983 e-006 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:0.695434 N	C:\Users\OSCAR\Downloads\&T abajos SoliD\Unidad Robotica\Unidad robotica SolidWorks\Barra de acoplamiento.SLDPRT Jun 23 22:59:11 2015
Línea de partición1 	Sólido	Masa:0.098681 kg Volumen:1.25708 e-005 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:0.967074 N	C:\Users\OSCAR\Downloads\&T abajos SoliD\Unidad Robotica\Unidad robotica SolidWorks\Esfuerzos\Barra fija D.SLDPRT Jun 24 22:18:47 2015

<p>Redondeo2</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0255425 kg Volumen:3.25382e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.250317 N</p>	<p>C:\Users\OSCAR\Downloads\&Trabajos SoliD\Unidad Robotica\Unidad robotica SolidWorks\Mangeta Der.SLDPRT Jun 23 22:50:45 2015</p>
<p>Cortar-Extruir3</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.0255425 kg Volumen:3.25382e-006 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:0.250317 N</p>	<p>C:\Users\OSCAR\Downloads\&Trabajos SoliD\Unidad Robotica\Unidad robotica SolidWorks\Mangeta Izq.SLDPRT Jun 23 22:50:31 2015</p>

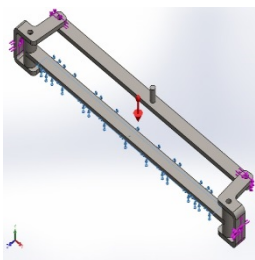
Propiedades de estudio

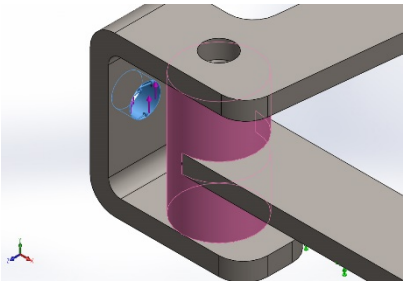
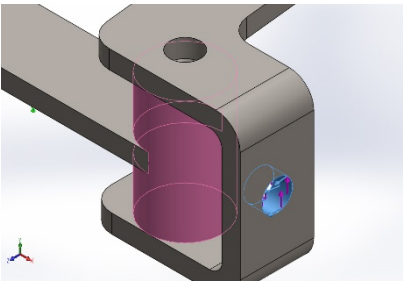
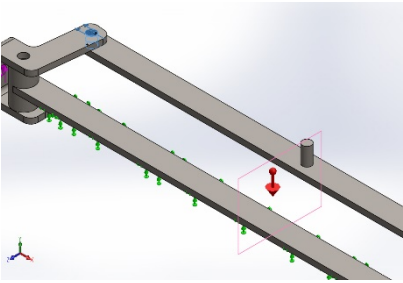
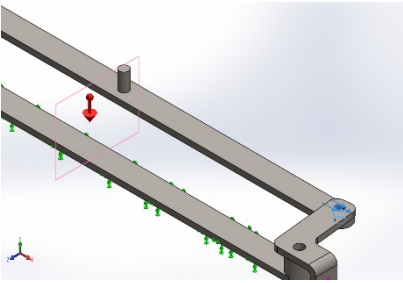
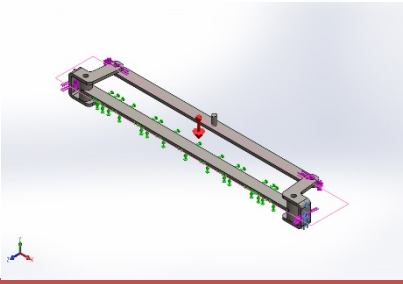
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	25 Celsius
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\OSCAR\Downloads\&Trabajos SoliD\Unidad Robotica\Unidad robotica SolidWorks\Esfuerzos)

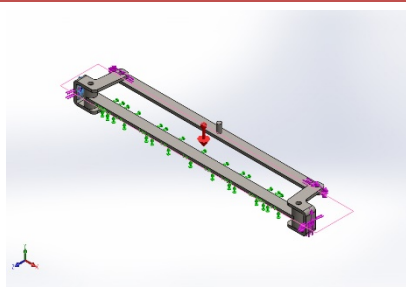
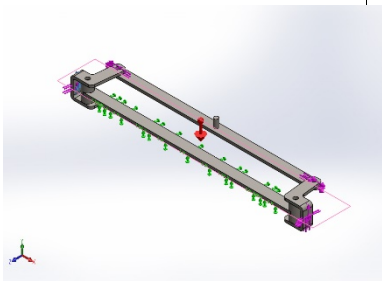
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes	
	Nombre:	ASTM A36 Acero	Sólido 1(Saliente-Extruir2)(Barra de acoplamiento-1), Sólido 1(Línea de partición1)(Barra fija D-1), Sólido 1(Redondeo2)(Mangeta Der-1), Sólido 1(Cortar-Extruir3)(Mangeta lzq-1)
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	
	Criterio de error predeterminado:	Desconocido	
	Límite elástico:	250 N/mm ²	
	Límite de tracción:	400 N/mm ²	
	Módulo elástico:	200000 N/mm ²	
	Coeficiente de poisson:	0.26	
Densidad:	7850 g/cm ³		
	Módulo cortante:	79300 N/mm ²	
Datos de curva:N/A			

Cargas y Sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades:	1 cara(s)		
		Tipo:	Geometría fija		
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-0.0259865	-147.907	-0.0169606	147.907	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
T		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 0.51 N.m
T-		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 0.51 N.m
Ftan		Entidades: 2 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Vista lateral Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -16.99 N
Ftan-		Entidades: 2 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Vista lateral Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 16.99 N
W		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza

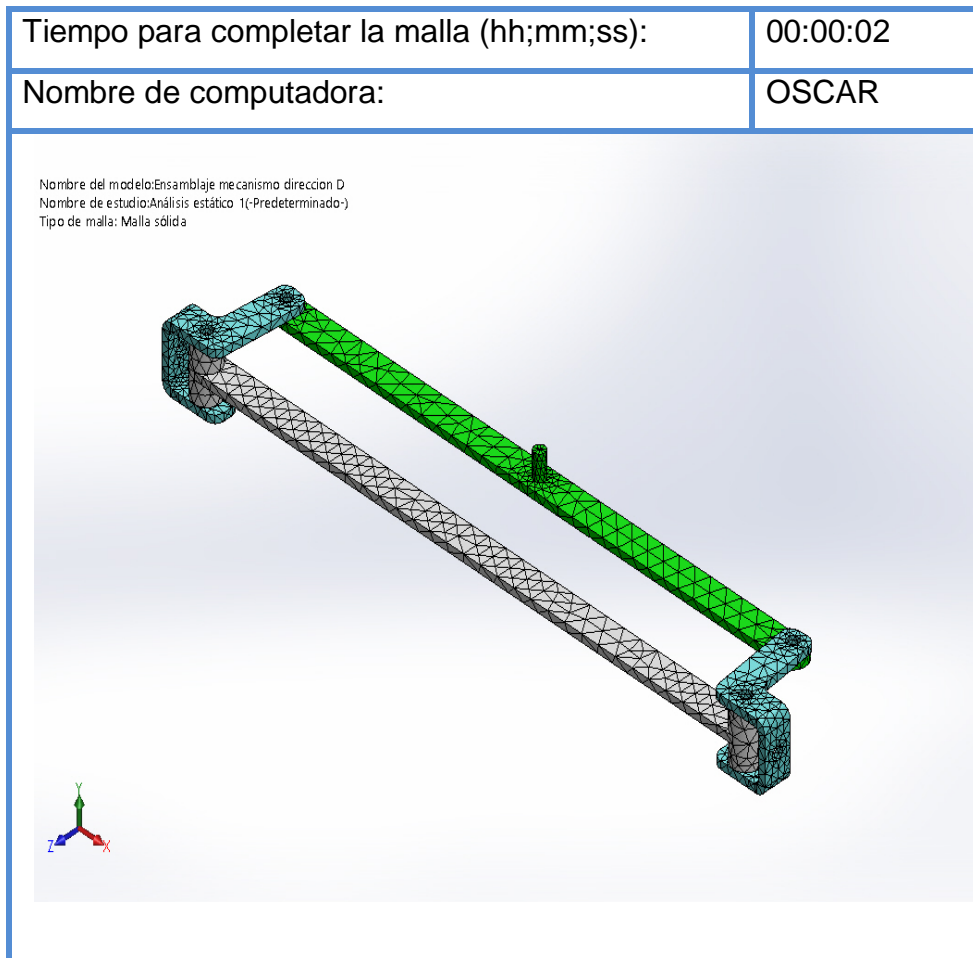
		Valores: ---, ---, 75 N
W-		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 75 N
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: SI

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	6.5 mm
Tamaño mínimo del elemento	2.16664 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	12379
Número total de elementos	6332
Cociente máximo de aspecto	14.75
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	91.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.079
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0



Fuerzas resultantes

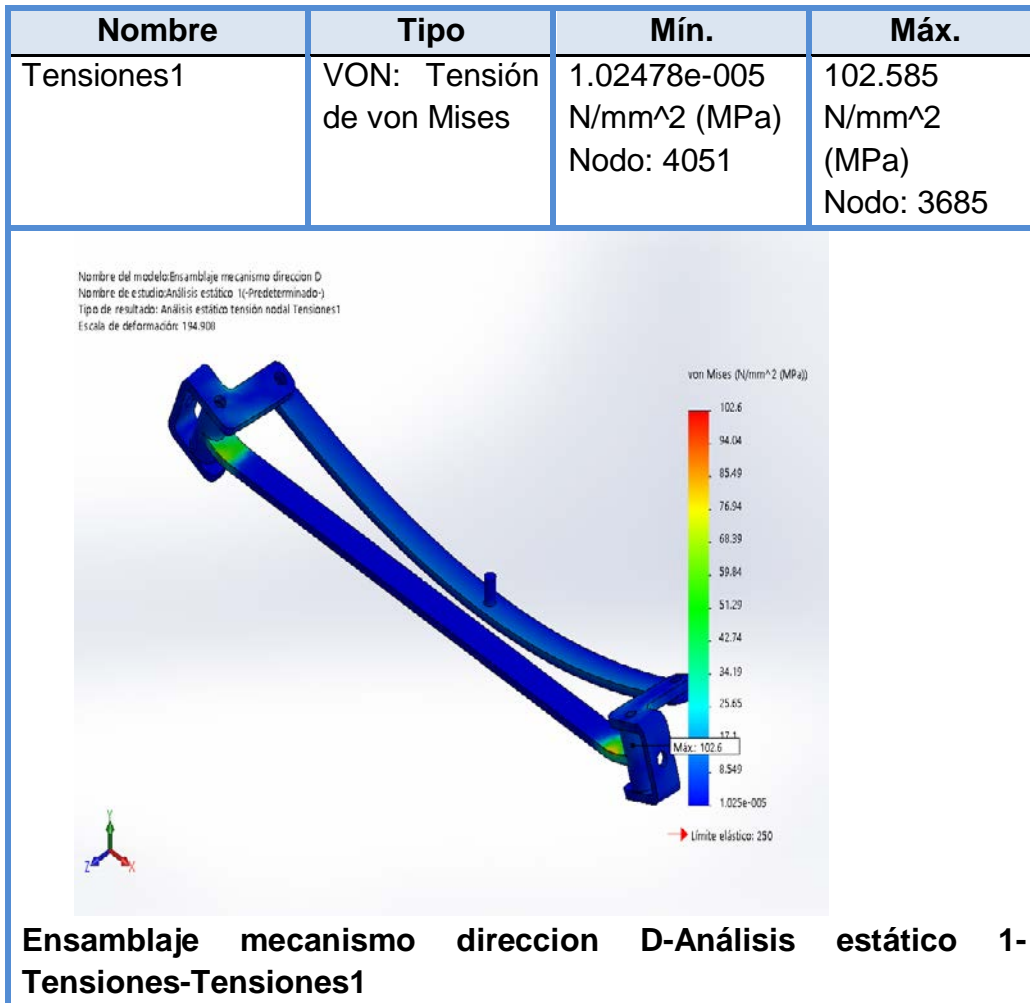
1.1. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	- 0.0259865	-147.907	-0.0169606	147.907

1.2. Momentos de reacción

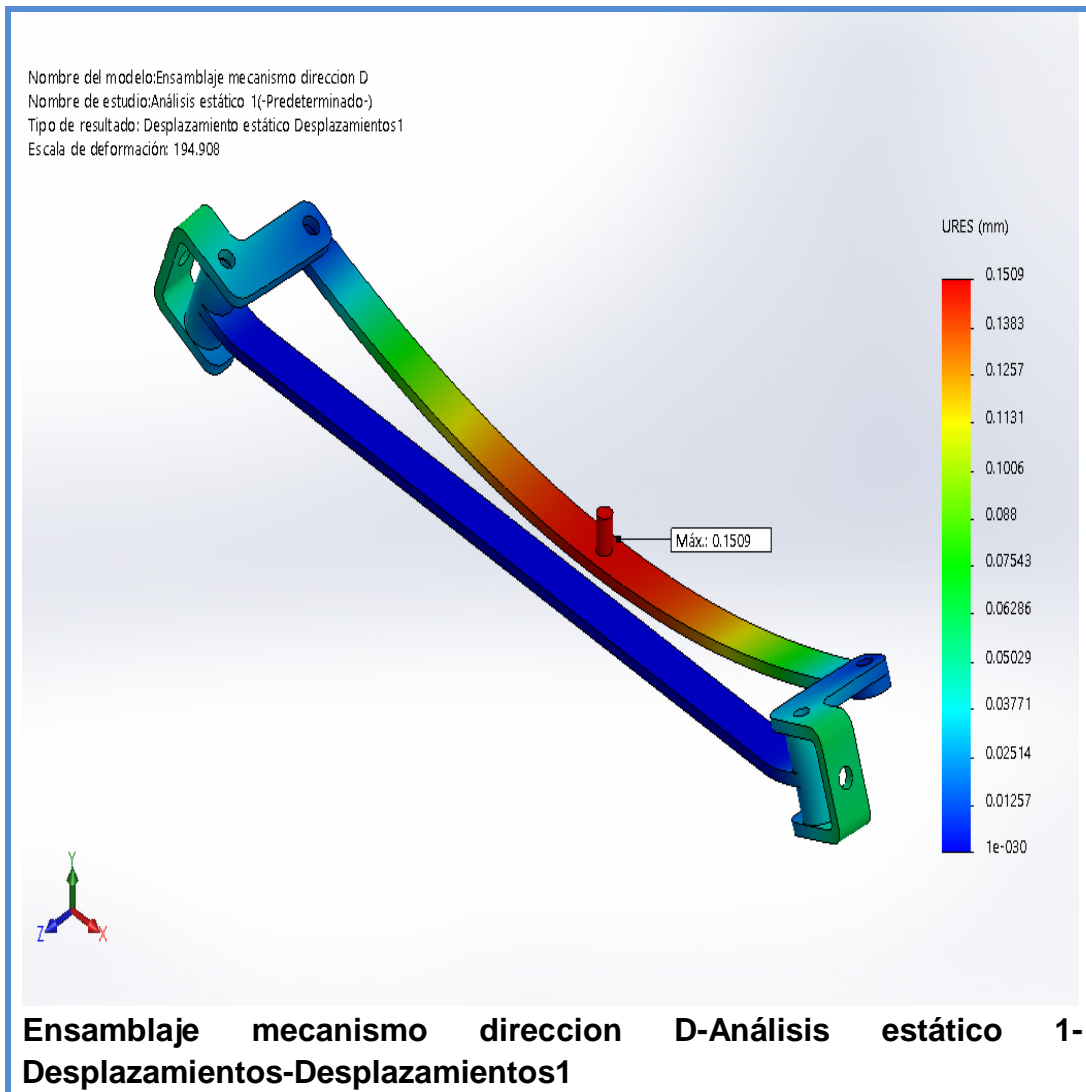
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio



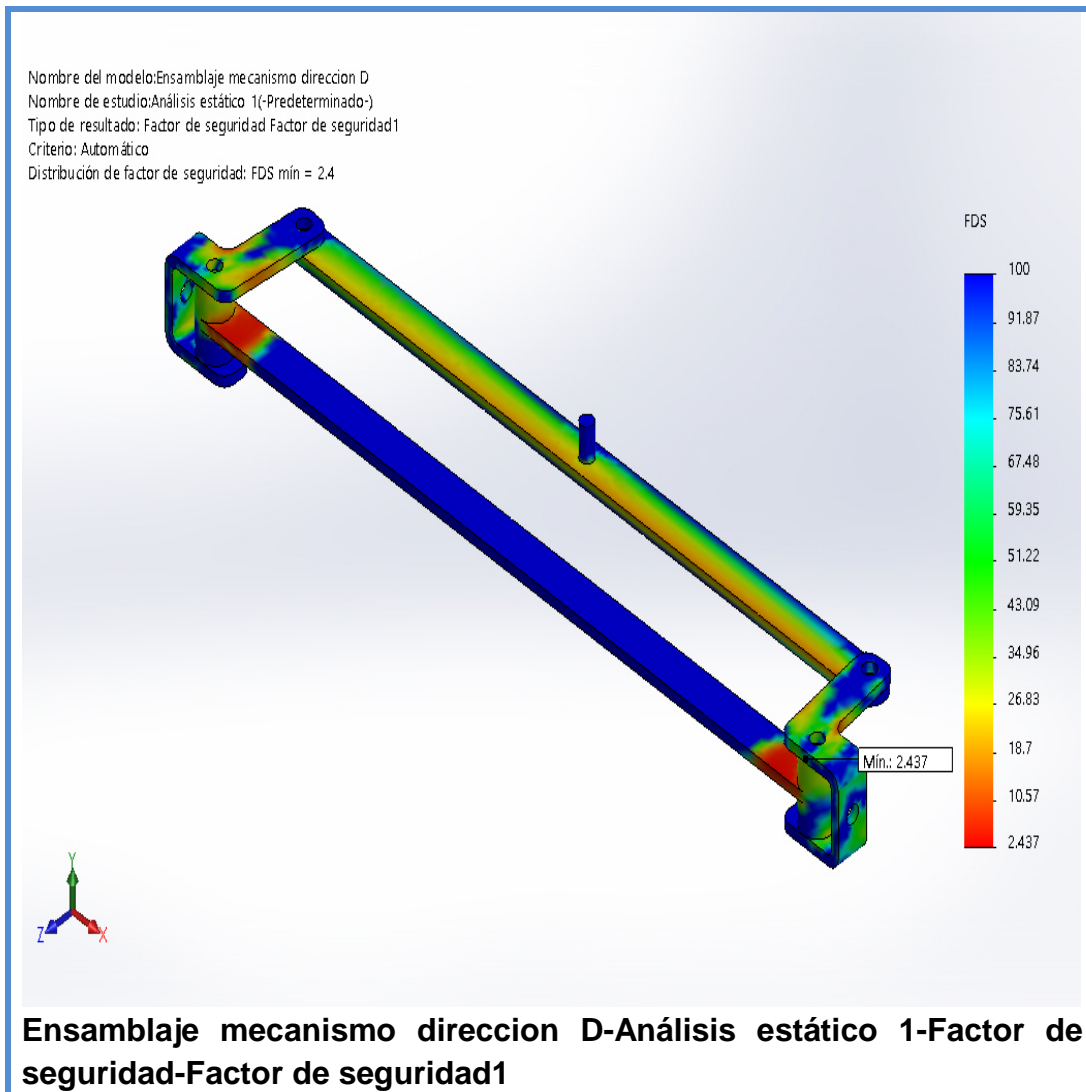
En la figura se observa que la tensión máxima de Von Mises se produce en los extremos de la barra fija y su valor es de 102,6 MPa, pero debido a que dicha tensión es menor que el límite elástico del acero ASTM A 36, se concluye que el eje no falla

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 2792	0.150856 mm Nodo: 109



Al analizar la figura se determina que los desplazamientos máximos resultantes se producen en la zona media de la barra de acoplamiento y su valor máximo es de 0.151 mm, sin embargo, al ser este valor muy pequeño, no afecta el funcionamiento normal del mecanismo de la dirección.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.43701 Nodo: 3685	100 Nodo: 3



En la figura se muestra la distribución del factor de seguridad y al analizarla se determina que las zonas críticas en color rojo se encuentran en los extremos de la barra fija, sin embargo, al ser su valor mínimo igual a 2,437, se puede concluir que el diseño del mecanismo de la dirección es adecuado.

2.3.1. MODELO COMPLETO DE LA UNIDAD DE VIGILANCIA

En la figura 2.9 se muestra el ensamblaje completo de la unidad de vigilancia robótica.

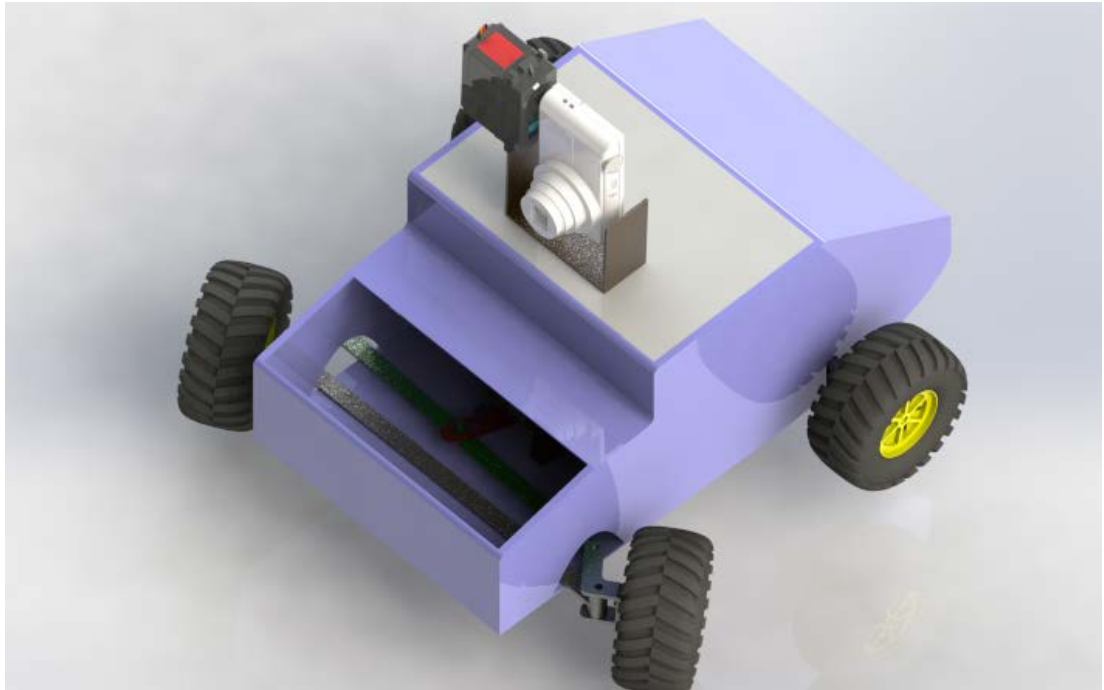


Figura 2.9 Ensamblaje completo de la máquina pulidora

2.4. SISTEMA ELECTRÓNICO

En esta sección se encuentra descrita la parte esencial del prototipo, ya que se presenta como fue desarrollado tanto la implementación de la parte mecánica del robot así como también los diferentes componentes y circuitos de funcionamiento del prototipo.

El sistema electrónico general del prototipo es controlado por el ARDUINO UNO el cual, debido a sus características permite controlar diversas partes del prototipo como son los motores principales y también los servomotores que controlan el movimiento de la cámara de vigilancia.

Todo esto permite al usuario tener la facilidad de poder controlar las diversas funciones que va a cumplir el prototipo desde una sola tarjeta, además beneficia al sistema de alimentación del diseño ya que al ser una sola tarjeta brinda una mayor autonomía.

Además de la tarjeta Arduino Uno, también se encuentra una mini tarjeta con el circuito L298N que permite controlar el sentido de giro de los motores es decir sirve como Puente H.

El sistema electrónico que posee el prototipo, consta de diferentes elementos que le permiten al mismo tener la habilidad de seguir rutas predeterminadas por el operador cuando este se encuentre en el modo Automático y de igual manera tener la habilidad de recorrer por donde el operador lo requiera, esto en el modo Manual. Estos procesos deberán enlazarse mediante diferentes etapas hasta llegar al punto del procesamiento de las señales que generen, y a partir de las mismas poder controlar el prototipo.

2.4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROTOTIPO.

Para el proceso de monitoreo y sistema de vigilancia que vamos a implementar, primeramente es necesario determinar ciertos parámetros para que el diseño seleccionado sea el apropiado y brinde la total confiabilidad de que el área está siendo vigilada por completo y no existan puntos muertos durante el recorrido. Para cerciorarnos por completo que el prototipo debe cumplir los siguientes parámetros.

El reconocimiento del lugar. Es el primer paso que el prototipo debe cumplir para así poder saber cuáles rutas seguir para poder hacer un recorrido completo del área a vigilar.

Localización de posibles Intrusos. Esta localización se la va a poder comprobar mediante el procesamiento de imágenes que el prototipo tiene previsto realizar al comparar las fotografías tomadas en tiempo real con las fotografías guardadas en una base de datos.

La visualización mediante el uso del software. Una vez que se ha detectado la presencia de posibles intrusos, el prototipo se detiene y realiza una minuciosa inspección en la zona hasta poder visualizar cualquier tipo de anomalía que se encuentre en el lugar, si la señal de alerta es falsa el prototipo continuará con su recorrido hasta poder terminar con su ruta.

La evaluación, una vez que se ha comprobado que existe la presencia de algún objeto extraño en la zona vigilada, el prototipo envía una señal de alerta a través de un HMI lo cual permitirá que la persona que está monitoreando se dirija hacia la zona donde exista una posible anomalía.

2.4.2. UBICACIÓN DE LA CÁMARA

La cámara inalámbrica utilizada se encuentra colocada en la parte superior del prototipo, la misma está acoplada a un servomotor que le permite mover la cámara para la visualización.

La cámara se comunica de forma directa a la Computadora PC por medio Access point. Gracias a las características de la cámara la conexión es por WiFi facilitando la comunicación entre cámara y computador.

Las características técnicas de la cámara inalámbrica son:

Frecuencia: 2.414 Ghz

Potencia: 200 mW

Voltaje Operativo: 12 V DC

Antena: Omni Direccional

Píxel: 250 k

Resolución: 380 líneas Horizontales

Exposición: Automática

Especificaciones del receptor:

Video input/output: 1Vp-p/75 ohm

Audio Output: 10 K ohm/ 200m Vp-p

Voltage de Operación: 12V

Tamaño: 96 mm x 79 mm x 30mm

Peso: 141 g

2.4.3. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control del prototipo de Robot Móvil debe presentar funciones para el recorrido del área a vigilar de forma Manual y Automática, transmisión en tiempo real de imagen y video del área a vigilar la misma que será monitoreada desde un computador a cierta distancia por un operador.

El prototipo debe contar con dos modos de trabajo: un Modo Manual en el cual se puede maniobrar mediante órdenes sobre los motores para que se desplace a conveniencia del usuario y poder vigilar el área por el sitio donde se crea conveniente, en este modo solo se permitirá la transmisión de video en tiempo real. El segundo método es el Modo Automático donde se ha programado previamente la ruta por donde se requiere que el prototipo realice el monitoreo y el procesamiento de imágenes de toda el área, realizando las paradas que el operador crea conveniente para así poder abarcar con toda el área de vigilancia. Los modos de funcionamiento deberán ser programados y visualizados mediante un HMI (Human Machine Interface) en un computador portátil.

Para dotar al computador de la capacidad de obtener las variables requeridas en el prototipo, se trabaja con una tarjeta electrónica y un radio 3DR que sea capaz de adquirir y enviar los datos provenientes del robot al computador para que estos sean procesados y devueltos al mismo para poder realizar cualquier operación posterior.

Para el control de los actuadores, tanto el servomotor como el motor DC, se requiere de la implementación de tarjetas electrónicas que cumplan la función de controladores y puedan a su vez convertir las órdenes enviadas al prototipo en acciones de movimiento para sus motores.

Para lograr que el prototipo cumpla de forma adecuada cada uno de los trazados de las trayectorias, se necesita tener la información acerca del estado del prototipo, así como el estado de su entorno, para así poder programar de manera adecuada la ruta y de esta manera el prototipo no tenga ningún tipo de inconvenientes al momento de desplazarse, de tomar las fotografías y hacer el respectivo procesamiento de imágenes.

2.5. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación se encuentra internamente del robot. Las baterías a utilizar son tipo LiPo (Polímero de litio), ya que son baterías de última generación especialmente para trabajar bajo radio control, y su

principal característica que es de bajo peso optimizando el robot en cuestión de peso ver figura 2.10.



Figura 2.10 Batería tipo LiPo

Fuente: <http://tienda.bricogeek.com/26-baterias-lipo>

Esta batería es la encargada de alimentar al prototipo, para su correcto funcionamiento.

2.5.1. TARJETA DE CONTROL

El control de los motores se realizó mediante la tarjeta Arduino UNO, la cual se conecta al circuito L293 lo que permite hacer un puente H para el control de los motores, en la figura 2.11 se muestra el esquema de control de los motores para la tracción trasera.

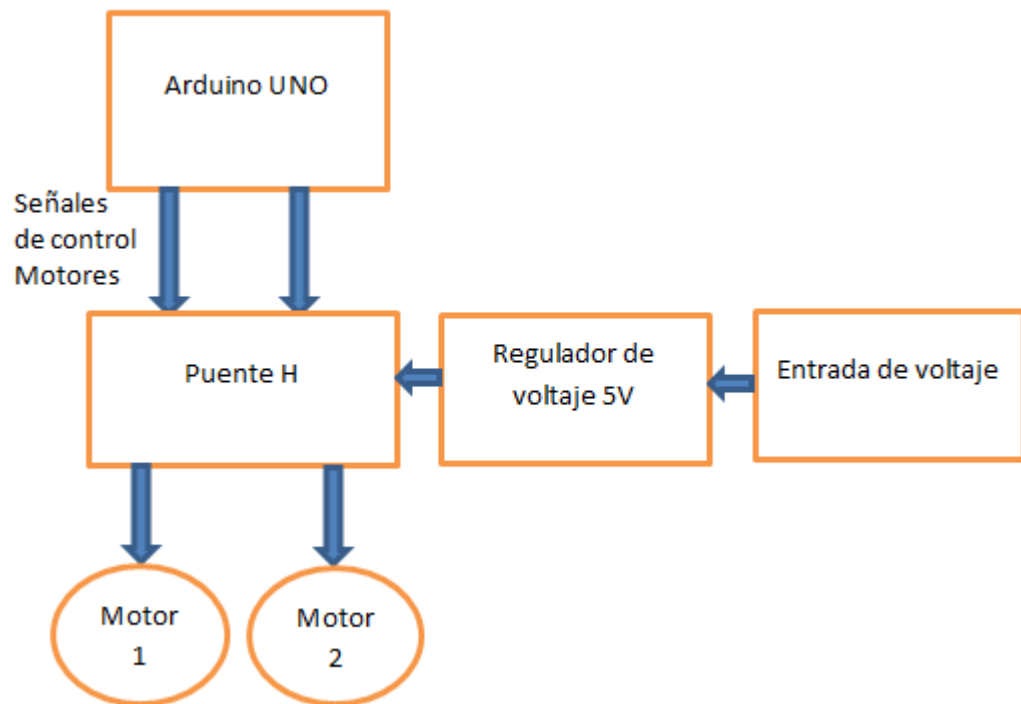


Figura 2.11 Esquema de Control de los Motores

Para que funcione el robot se implementaron placas adicionales simuladas en Proteus. Estas placas permiten proporcionar la corriente necesaria para que el motor genere el torque necesario para el movimiento del prototipo.

Se requiere un regulador de voltaje de 5V. En la figura 2.12 se presenta el diseño de la tarjeta del regulador de voltaje y en la figura 2.13 está el regulador de voltaje simulado.

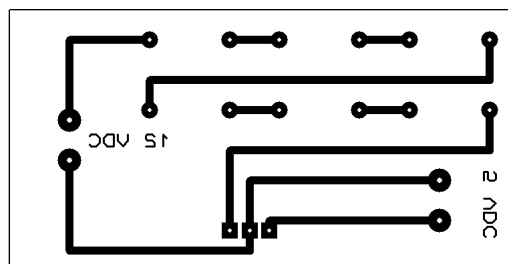


Figura 2.12 Tarjeta para impresión del regulador de voltaje 12V a 5V

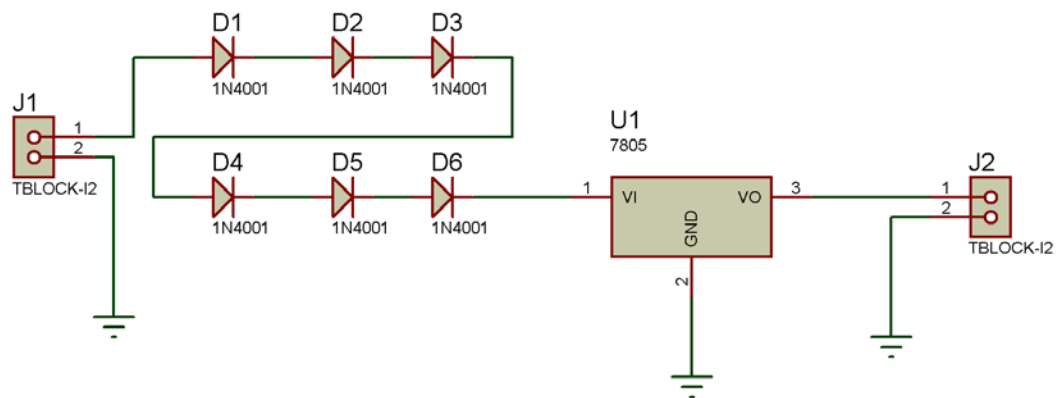


Figura 2.13Regulador de Voltaje simulado

Además de la tarjeta de regulador de voltaje, se dispone de la tarjeta del circuito L293 que es un puente H la misma se presenta en la figura 2.14 el circuito y en la figura 2.15 Se indica la simulación y diagrama de conexión.

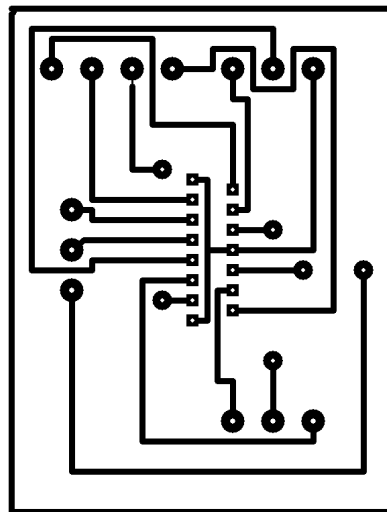


Figura 2.14 Tarjeta para impresión Puente H

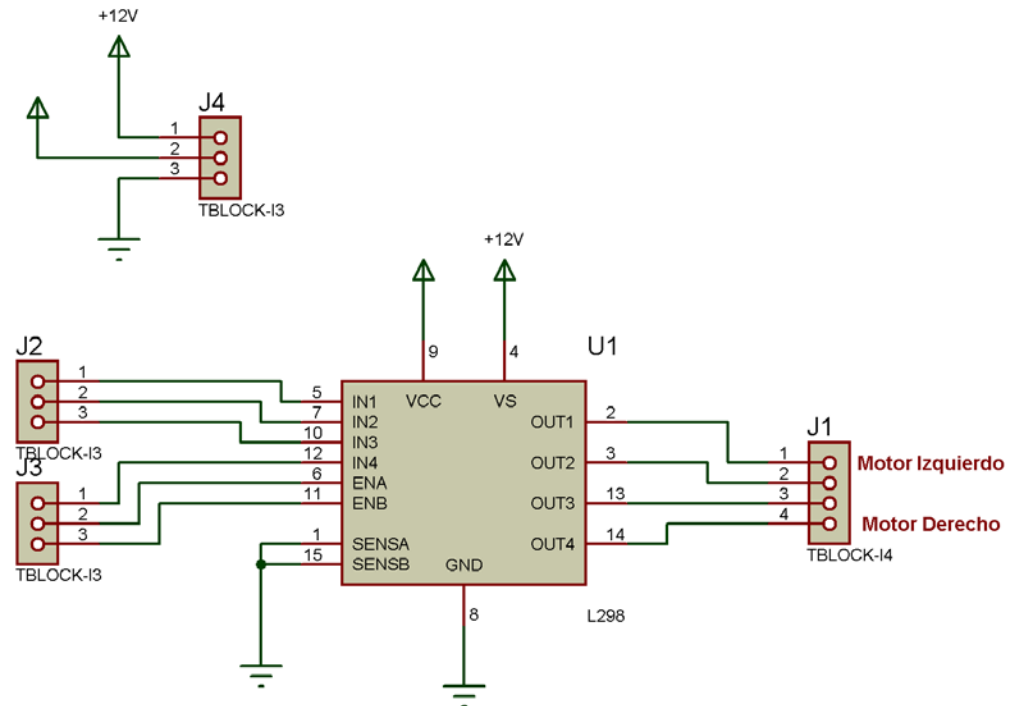


Figura 2.15 Circuito Puentes H

2.5.2. MONITOREO Y VIGILANCIA

El monitoreo y vigilancia se realiza mediante una cámara inalámbrica que se comunica a la PC directamente, y envía imágenes en tiempo real. La computadora recibe las imágenes por medio del software LabView para el procesamiento de imágenes, una vez realizado el procesamiento de imagen envía la señal de reconocimiento a la tarjeta Arduino y este a su vez mueve el servo motor de la cámara.

En la figura 2.16 se indica el esquema de vigilancia y monitoreo.

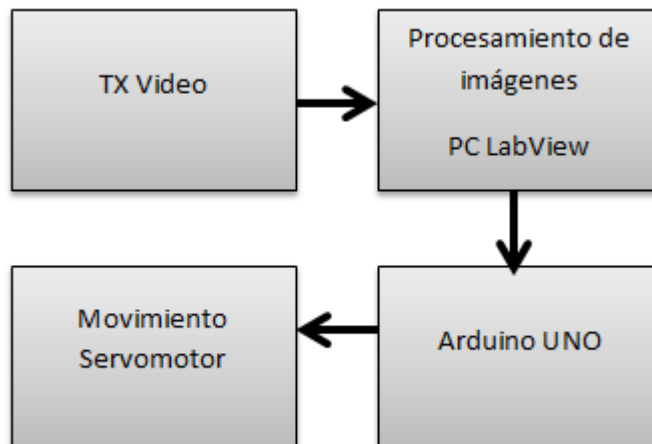


Figura 2.16 Esquema Sistema de Vigilancia y Monitoreo

La PC mediante el software Labview es la encargada de detectar el objetivo previamente seleccionado, el mismo se puede visualizar en la pantalla de la PC.

2.5.3. TARJETA DE CONTROL GENERAL

La encargada de coordinar y controlar cada uno de los dispositivos y componentes con los que cuenta el prototipo es la tarjeta de control general, la misma que corresponde a la tarjeta Arduino UNO la cual se presenta en la figura 2.17, la cual es capaz de adquirir y gestionar la ruta a seguir por el prototipo, de la misma forma se encarga de controlar y accionar los servomotores y motores DC del prototipo.

Se programó la tarjeta de control para adquirir la información necesaria. Para la ejecución de una determinada tarea, dicha información es enviada desde el programa del computador hacia la memoria EEPROM del robot.

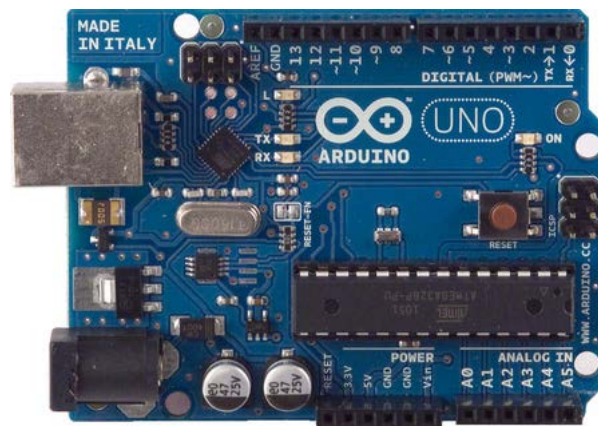


Figura 2.17 Arduino UNO

Fuente: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

Las características básicas de la Arduino UNO son las que se muestra en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA ARDUINO UNO

Microcontrolador	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	14 (de las cuales 6 proporcionan salida PWM)
Entradas analógicas	6
Corriente DC por E / S	40 mA
Corriente DC de 3.3V	50 mA

Continúa →

Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz
Longitud	68,6 mm
Anchura	53,4 mm
Peso	25 g

Fuente: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

SOFTWARE DE CONTROL.

El prototipo tiene la parte principal o el cerebro para su correcto funcionamiento dentro del software con el cual fueron programados, el cual se encarga de gestionar y controlar cada una de las tareas y actividades que debe realizar el prototipo.

El programa de forma general utiliza librerías propias de la tarjeta Arduino para el control de los motores del prototipo.

El prototipo se programa de dos maneras: modo manual y modo automático, el mismo requiere de un HMI para el monitoreo en la PC en tiempo real.

2.5.4. DISEÑO HMI

El monitoreo se realiza mediante el software LabView previamente instalado en la PC, ya que este programa realiza el procesamiento de imágenes y la obtención de la imágenes en tiempo real.

En la figura 2.18 se encuentra la interface realizada en LabView

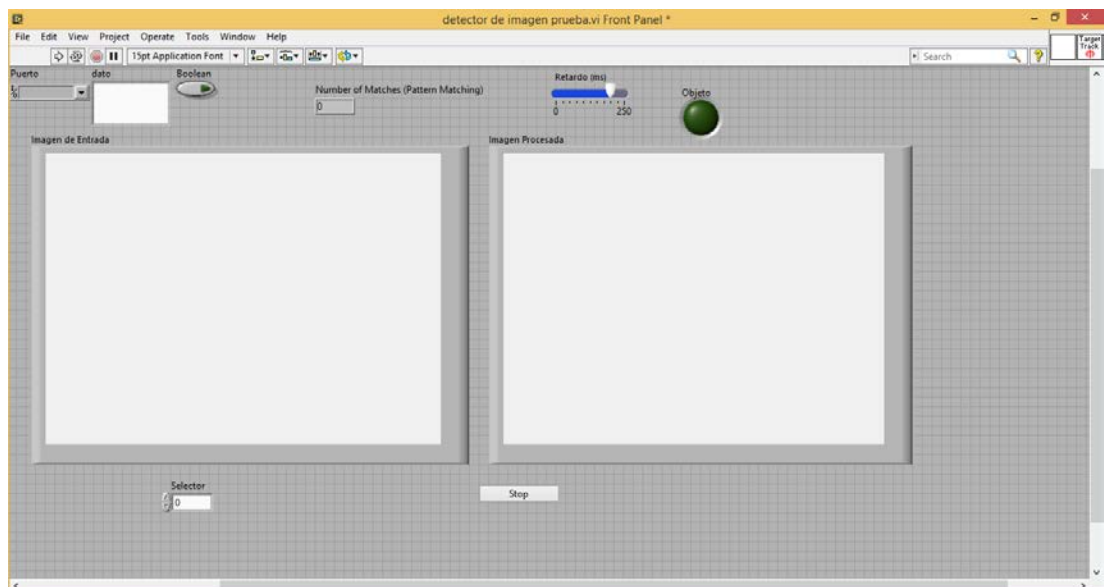


Figura 2.18 Pantalla principal de Monitoreo

En la figura 2.19 se indica el diagrama de bloques de la programación en el software LabView. En esta sección es donde se realiza la programación para la comunicación con la cámara, y el procesamiento de imágenes.

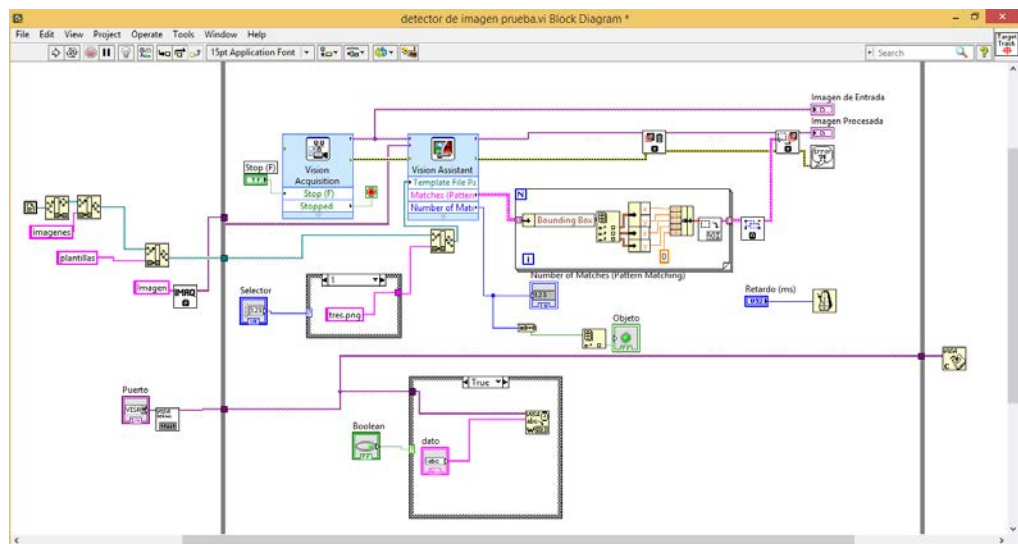


Figura 2.19 Diagrama de Bloques LabView

2.5.5. MODO MANUAL

Para el modo manual, el control del robot la realiza el usuario monitoreando las imágenes enviadas por la cámara en el HMI del computador, controlando la trayectoria por medio del software LabView como se ve en la figura 2.20.

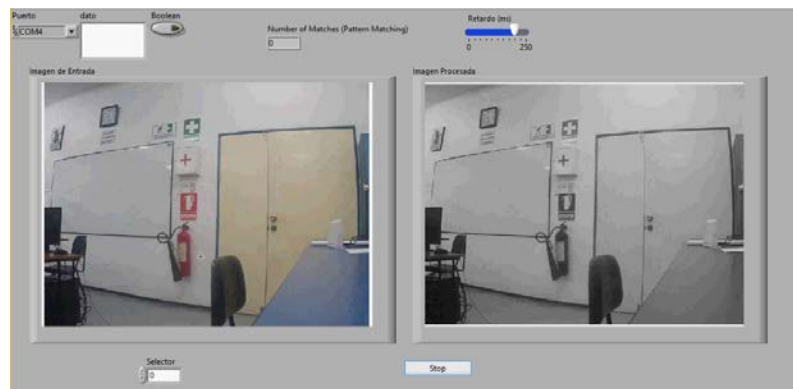


Figura 2.20 VISIÓN DE IMÁGENES EN TIEMPO REAL

En la figura 2.21 Se observa el diagrama de flujo de la operación en modo manual y la forma lógica cómo se comporta el robot.

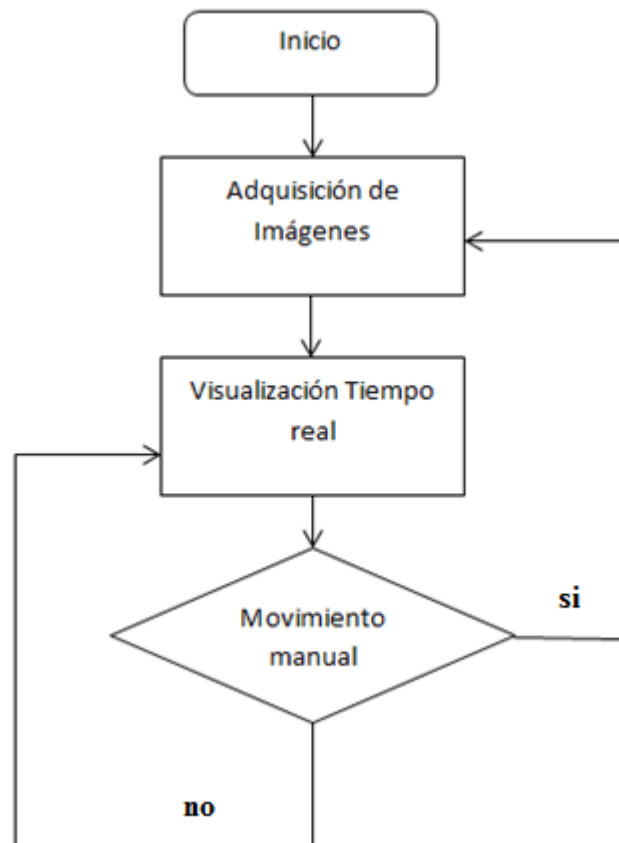


Figura 2.21 Diagrama de flujo Forma Manual

Como se ve el diagrama de flujo de la figura 2.22, el usuario maneja la ruta del robot, mientras el prototipo envía las señales al computador y se puede visualizar en el HMI. Cuando el robot está en movimiento se realiza la adquisición de datos constantemente y en caso que el robot este estático, se presenta la misma imagen.

2.5.6. MODO AUTOMÁTICO

A diferencia del modo manual el modo automático tiene las trayectorias pre programadas, es decir ya está descrita la trayectoria a realizar

previamente. Para entender mejor ver la figura 43 la cual presenta el diagrama de flujo de la forma automática del robot para su desplazamiento.

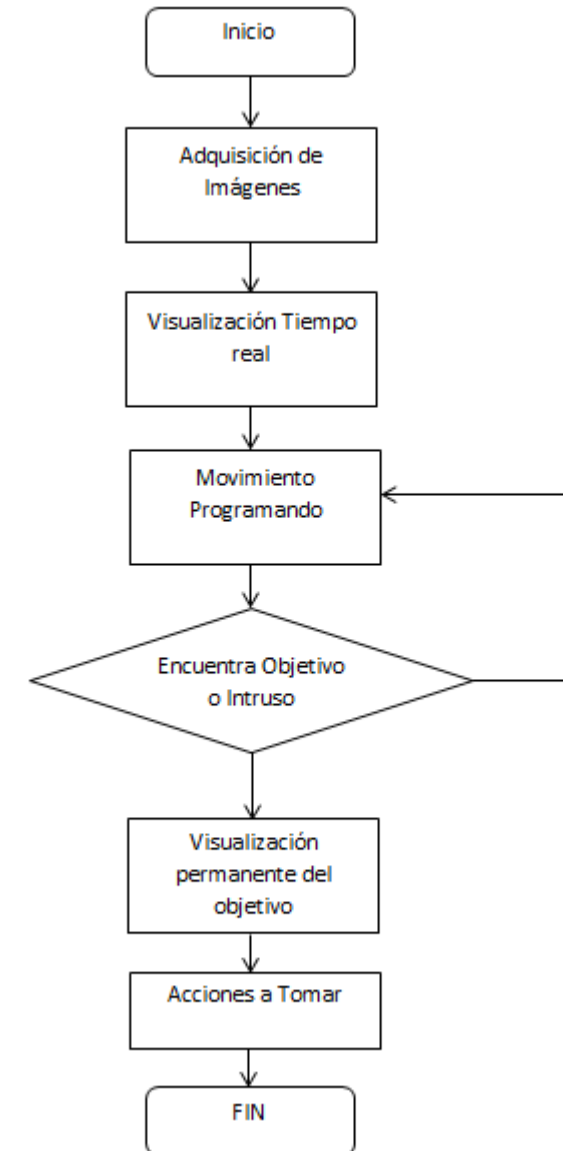


Figura 2.22 Diagrama de flujo Modo Automático

2.6. SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Se utilizó el Software LabView en el cual se solicita datos para el envío de intervalo de trabajo para el recorrido del prototipo, la Figura 2.23 muestra la presentación inicial del programa.



Figura 2.23 Presentación Software LabView

Fuente: <http://www.ni.com/labview/esa/>

Para la adquisición de datos se realiza mediante la comunicación de cámara con la PC por medio de Access Point, es decir que se realizará mediante WiFi en forma inalámbrica.

2.6.1. CONFIGURACIÓN DEL MODEM CNT MODELO HG 530 COMO ACCESS POINT

Para la conexión de la cámara se debe realizar una conexión Access Point para realizar esta conexión se debe, conectar el modem mediante un cable de red al computador asignando una dirección IP a la máquina como por ejemplo 192.168.1.6 es una configuración IP de clase C común usadas por las empresas de internet figura 2.24.

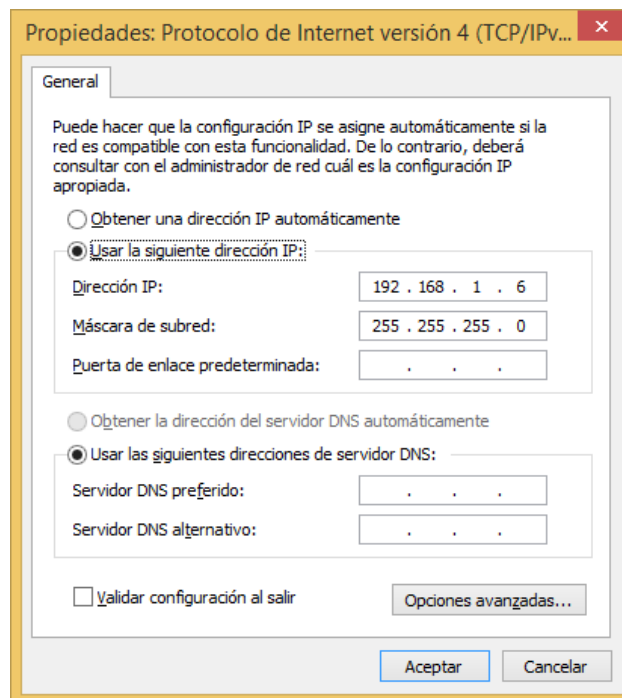


Figura 2.24 Direcciones IP

Se debe abrir el navegador Firefox y en la barra de navegación escribir la dirección IP 192.168.1.1, aparece el configurador web del modem. En la opción Basic se debe seleccionar Wireless Lan, habilite Acces Point y escriba en SSID el nombre de la red inalámbrica en este caso axis, al final de la página pulse Submit ver figura 2.25.

Web Configurator x +

192.168.1.1

Más visitados Comenzar a usar Firefox ¡Bienvenido a Faceboo...

Cnt nos une!

Achieving Together

Wireless Lan

Wireless Setting

Access Point	<input checked="" type="radio"/> Enable <input type="radio"/> Disable
Channel ID	ECUADOR Channel11 2462MHz Current Channel: 11 <small>(If you select Auto Channel Select, it need to reboot CPE after submitting settings!)</small>
SSID Number	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
SSID Index	1
SSID	axis
Broadcast SSID	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
Use WPS	<input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No

Figura 2.25 Configuración Modem CNT

En la opción WAN Setting se debe seleccionar la opción Static IP Address y escribir la dirección IP 192.168.0.2, al final de la página seleccionar Submit como se indica en la figura 2.26.

WAN Setting	
PVC	0
VPI	0
VCI	32
Active	No
Mode	Routing
Encapsulation	RFC2684B
Multiplex	LLC
IP Address	
Default Route	<input type="radio"/> Enable <input checked="" type="radio"/> Disable
NAT	<input checked="" type="radio"/> Enable <input type="radio"/> Disable
	<input type="radio"/> Obtain an IP Address Automatically <input checked="" type="radio"/> Static IP Address
IP Address	192.168.0.2
Subnet Mask	255.255.255.0
Gateway	192.168.0.1

Figura 2.26 Selección de IP estáticos

Es necesario desconectar el cable de red de la computadora, en la conexión a red se observa en redes inalámbricas la red llamada axis que se creó con los pasos anteriores.

2.6.2. CONEXIÓN DE LA CÁMARA INALÁMBRICA A LA RED AXIS

Para conectarse a la red inalámbrica de la cámara axis, se debe asignar al adaptador de red inalámbrico la dirección IP 192.168.0.6 porque está debe ir dentro de la red del Access Point (192.168.0.2) como se ve en la figura 2.27.

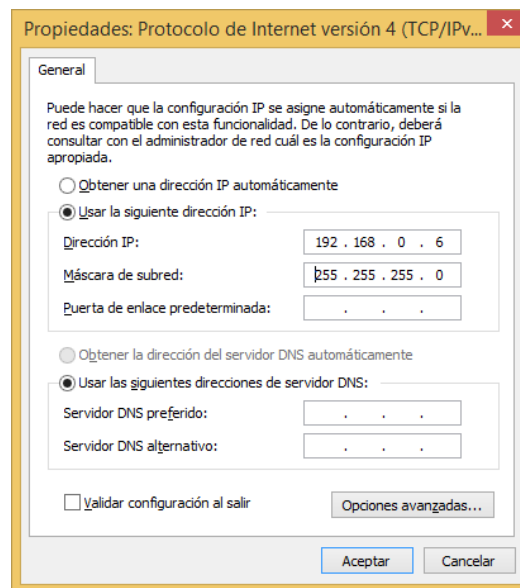


Figura 2.27 Protocolo de internet Cámara

Se debe Abrir el navegador Firefox y en la barra de navegación escribir la dirección IP 192.168.0.90 que corresponde a la dirección de la cámara. Esta dirección viene de fábrica.

Aparece una ventana llamada identificación. Requerida, en Nombre de usuario escriba *root*, en Contraseña escriba *hola12345*. Inmediatamente aparece en el navegador la imagen que la cámara está captando en ese momento como se ve en la Figura 2.28.

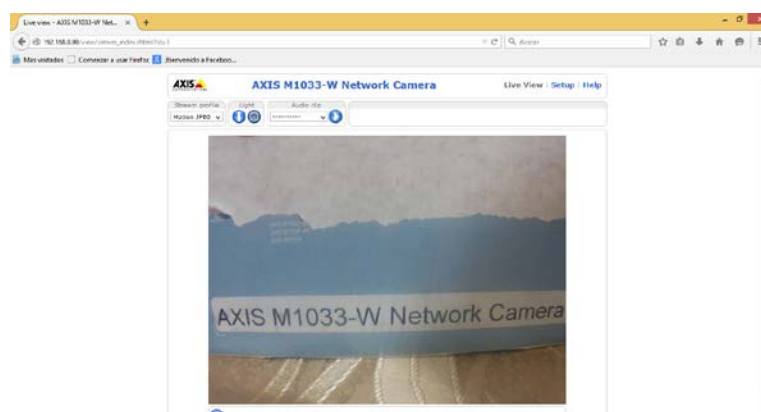


Figura 2.28 Visualización de la cámara En la PC

Con estas gestiones ya se puede ver la imagen que adquiere la cámara en forma inalámbrica.

Como ya se analizó en el inciso 2.6.1 este software adquiere las señales, en este caso las imágenes y las procesa para realizar la acción programada por el usuario.

2.7. PROTOTIPO IMPLEMENTADO.

El prototipo ya finalizado se muestra en las figuras 2.29, 2.30, 2.31 y 2.32. Como se puede observar en las diferentes vistas, cada una de los componentes y dispositivos han sido colocados y construidos de tal forma que permiten la distribución de peso y de las placas electrónicas ya finalizadas y probadas colocadas de tal forma que permiten la modularidad de cada una de sus partes.



Figura 2.29 Prototipo Vista Inferior



Figura 2.30 Prototipo Vista Frontal



Figura 2.31 Prototipo Vista Posterior



Figura 2.32 Prototipo Vista Lateral

Como se observa en la figura 2.32, el prototipo final muestra el tipo tanque con la mayoría de sus componentes en su interior, lo que le permite salvaguardar los componentes y elementos. Adicionalmente su estructura superior es desmontable, cada una de las partes pueden ser separadas de la estructura principal permitiendo de esta forma acceder fácilmente a cualquier dispositivo interno del robot.

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1. PRUEBAS Y RESULTADOS DE MANIOBRAS DE LA UNIDAD DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD.

Las diferentes pruebas que se han realizado a la unidad de vigilancia y seguridad, no presentaron complicación alguna al momento de realizar los giros de maniobra y determinación de velocidad para poder tener una adquisición de imágenes en tiempo real y si el caso lo amerita poder realizar el procesamiento de imágenes, tanto en para el modo Automático como para el modo Manual.

Este prototipo ha sido diseñado y construido de tal forma que es capaz de desenvolverse sin ningún problema sobre superficies planas, en las que se ha podido realizar las diferentes pruebas de funcionamiento.

El prototipo se mueve en la ruta programada por lo que hay que tomar en cuenta el tiempo que demora de un punto a otro punto o el tiempo que demora en realizar un determinado giro, este prototipo es capaz de ejecutar rutas aleatorias dentro de una determinada área.

Los giros son muy amplios, debido a que tiene un ángulo de giro ϕ entre 35° y 45° los cuales se los determinó en la parte del diseño mecánico, por lo que se debe tomar en cuenta una gran distancia al momento de girar por la configuración de la dirección y por el ángulo para el cual fue diseñado.

Además, la velocidad de traslado o de avance se debe calibrar para poder obtener las imágenes de video en tiempo real lo más nítido posible, pues a una gran velocidad el prototipo no es capaz de poder detectar los diferentes obstáculos, objetivos e intrusos (es la persona/s que se ha introducido en una propiedad o lugar, sin autorización) que pueden existir en el área destinada a ser vigilada.

3.1.1. CONDICIONES DEL AMBIENTE EXTERNO

Para el buen funcionamiento del prototipo se ha tomado varias condiciones en las que el robot vigilante tiene el más alto desempeño, éstas se enumeran a continuación:

La superficie, el terreno o el piso en el cuál el robot realiza su misión debe de ser lo más uniforme posible (recomendable superficies planas).

Evitar gradas y otras superficies que pudieran estar en desnivel con el suelo.

Evitar en lo posible obstáculos en los que pueda chocar el dispositivo y no dejar que continúe la ruta.

El lugar de vigilancia no debe de tener objetos que estén en movimiento ya que el robot lo detectaría como un intruso, enviando como una falsa alarma.

Al realizar las pruebas del prototipo de vigilancia y seguridad en suelos o terrenos con grandes obstáculos el prototipo tiende a quedarse atascado por lo que se recomienda que el terreno o superficie donde opere el prototipo sea plano o lo más uniforme posible.

El prototipo de vigilancia y seguridad puede arrastrar objetos pequeños, ya que los motores son de un alto torque, por lo que se recomienda mantener limpio el área a ser vigilada. Esto también ayuda a que objetos como hilos y basuras pequeñas se enreden en las ruedas y así poder evitar un atascamiento del prototipo.

3.1.2. CONDICIONES DE MANEJO

Para obtener un correcto funcionamiento del prototipo de vigilancia y seguridad, se debe tomar en cuenta ciertos parámetros que ayudaran a mantener y optimizar así al prototipo de una mejor manera. Los parámetros sugeridos se detallan a continuación:

Las baterías deben estar cargadas completamente para evitar descargas, y que el prototipo no pueda realizar una inspección de una manera eficaz.

Distribuir el peso uniformemente para evitar sobre peso en algún motor.

Calibrar los tiempos necesarios para realizar los giros tanto derecha como izquierda y así evitar chocar con la pared u obstáculo que se pueda presentar en el recorrido.

El prototipo de vigilancia y seguridad realiza los movimientos deseados con la dificultad en las curvas por lo que necesita un espacio amplio para realizar giros de 90°. En las pruebas realizadas el prototipo se detuvo inesperadamente, debido a que las baterías no estaban cargadas adecuadamente provocando paros inesperados durante el recorrido.

3.2. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE CONTROL.

En el capítulo II se mencionó que el sistema del control se realiza utilizando una Tarjeta Arduino UNO. El sistema de control se encarga de realizar los movimientos programados en el motor de tracción trasera, luego mueve el servomotor de dirección para realizar los giros deseados, de la misma manera mueve al servo de la cámara para el enfoque del área a vigilar.

Para la realización de las pruebas de comunicación entre PC y el prototipo se utilizó el 3DR emisor y el 3DR receptor, la prueba de distancia de comunicación entre estos dispositivos, dio como resultado que la comunicación funciona correctamente a 400metros de distancia con línea de vista. La distancia de comunicación se puede reducir por obstáculos que interfieren la señal tales como paredes, puertas, etc. Pese a estos obstáculos, las pruebas realizadas entre el cuarto de control y el área vigilada a una distancia de 50 metros funcionan sin ningún problema.

La distancia de funcionamiento se ve afectada o limitada por la comunicación del Access Point que es entre la cámara y la PC debido a que el modem CNT no tiene gran cobertura (30 - 50 metros). La figura 54 muestra el enganche entre cada 3DR en modo emisor.

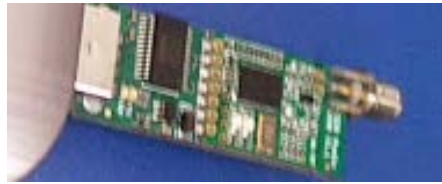


Figura 3.1 Emisor 3DR

En la figura 3.2 se observa el 3DR receptor que se conecta al prototipo de vigilancia y seguridad.



Figura 3.2 Receptor 3DR

La comunicación utilizada es half duplex es decir se envía datos desde la PC a la tarjeta ARDUINO UNO o viceversa, pero no de forma simultánea. Una de las maneras de comprobar que estos dispositivos están conectados o enganchados es mediante el dispositivo 3DR (Emisor - Receptor), que tiene un led indicador de conectividad. Cuando el led permanece encendido constantemente quiere decir que los dispositivos están conectados o enganchados de manera correcta, por lo tanto existe comunicación. Por otro lado cuando el led indicador está titilando (prende / apaga con cierta frecuencia) quiere decir que los dispositivos no están conectados o enganchados y por lo tanto no existe comunicación.

Se puede utilizar solo una antena ya sea en el 3DR emisor o en el 3DR receptor para que exista conexión, pero se reduce la distancia de comunicación y si ninguno de los dispositivos tiene antena, no se enganchan.

3.2.1. PRUEBAS Y RESULTADOS EN MODO MANUAL

El desarrollo de la ruta en modo manual permite controlar el prototipo de vigilancia y seguridad a una cierta distancia, los parámetros a controlar son:

Velocidad de desplazamiento (motor Tracción) que permite realizar los movimientos hacia adelante y hacia atrás.

Los grados de dirección de curvatura de giro (servo motor dirección) que permite realizar los movimientos de izquierda y derecha. En donde lo más importante viene a ser la velocidad de reacción del usuario para evitar colisiones o algún daño en el prototipo.

Se puede controlar también los movimientos (arriba –abajo) del servomotor de la cámara, esto permite tener un área de cobertura de monitoreo mayor por parte del operador del prototipo.

Adicionalmente, en el modo manual, se puede verificar el correcto funcionamiento electrónico del prototipo, así como el funcionamiento de la Tarjeta Arduino UNO.

Los pines de control de la tarjeta Arduino Uno se muestran en la tabla 3.1:

Tabla 3.1

Distribución de pines

Pin	Control	Parte que Actúa
6	Motor DC	Velocidad
4	Servo Motor Ultra Torque	Giro Izquierda
8	Servo Motor Ultra Torque	Giro Derecha
5	Servo Motor	Cámara

En la tabla 3.2 se detalla las pruebas del prototipo de vigilancia y seguridad a diferentes velocidades del motor de tracción.

Tabla 3.2**Pruebas 1**

Velocidad	Distancia	Tiempo	Observaciones
100%	12m	3s	Mucha vibración para la cámara.
75%	6m	5s	Se obtienen imágenes con las que se pueden realizar el procesamiento solicitado.
50%	8m	10s	No existe la fuerza necesaria para moverlo

A partir de las pruebas realizadas se puede deducir que la velocidad adecuada para obtener los resultados requeridos es del 75% de su velocidad nominal, ya que con las otras velocidades se presentan problemas al momento de tener un control de la unidad de vigilancia.

Las pruebas también fueron realizadas con trayectorias curvas. Antes de realizar estas pruebas se debe tener en cuenta que en la programación para realizar los giros, los pines deben tener diferentes estados como se indica en la tabla 3.3.

Tabla 3.3**ESTADO DE LO PINES PARA LOS GIROS**

Giro Izquierda		Giro Derecha	
Pin	Estado	Pin	Estado
4	High	4	Low
8	Low	8	High

Elaborado por: Coello, Oscar y Jerez, Diego

Con datos de las pruebas previas, en la tabla 3.4 se indica los tiempos que se demora en realizar la trayectoria curva para diferentes ángulos.

Tabla 3.4**Pruebas Trayectorias Curvas**

Ángulo aproximado	Tiempo	Velocidad
120°	4s	75%
100°	10s	75%
93	5,5s	75%

Para las trayectorias curvas el tiempo óptimo es de 5,5s para un giro tanto hacia la derecha como hacia izquierda a 90 grados.

En conclusión la velocidad del prototipo debe ser al 75% de la velocidad nominal tanto en trayectorias rectas y curvas, de igual manera para giros de 90° izquierda o derecha, el tiempo de curva debe ser 5,5 s.

3.2.2. PRUEBAS Y RESULTADOS EN MODO AUTOMÁTICO

Las pruebas en Modo Automático, se definen como las pruebas realizadas en trayectorias programadas que deben cumplir el prototipo al momento de recorrer un área de vigilancia, en donde se han localizado ciertos inconvenientes en el desarrollo de estas trayectorias.

Los principales problemas que se han encontrado y que afectan el desempeño de la unidad de vigilancia y seguridad son los siguientes:

El prototipo no alcanza el punto final a donde debería llegar. Tiene un cierto grado de error, el cual es aceptable dentro de los criterios de diseño.

La calibración de los tiempos en especial curvas de 90°.

En la tabla 3.5 se muestra la trayectoria y tiempos programados en trayectorias rectas.

Tabla 3.5

Pruebas Trayectoria recta modo Automático

Velocidad	Distancia	Tiempo	Observaciones
100%	12m	5s	Mucha vibración para la cámara
75%	6m	7s	Problemas mínimos del prototipo.
50%	8m	12s	No existe la fuerza necesaria para moverlo

En los resultados obtenidos podemos observar que se mantiene la distancia pero aumenta el tiempo de retardo que se da por seguridad, esto es debido a que en la programación se considera lo siguiente: una vez enviada la orden para que el prototipo entre en funcionamiento, este lo hará

después de 2 segundos luego de haberse dado la orden y de a partir de este momento el prototipo empieza con la ruta programada.

La velocidad óptima para la movilización del robot vigilante de un punto a otro es al 50% de su velocidad nominal.

La prueba de giros en modo automático se muestra en la tabla 3.6.

Tabla 3.6

Pruebas Giros

Ángulo aproximado	Tiempo	Velocidad
30°	5s	75%
100°	11s	75%
93	6,5s	75%

Al igual que el caso de la trayectoria recta, en modo automático se aumenta un segundo de tiempo de paro el cual es necesario para realizar primero la curva y luego movilizar el robot de vigilancia, es por eso la variación de tiempo en relación al modo manual.

Los tiempos de retardo pueden variar según la programación, en este caso se ha seleccionado 2 s de retardo para que el prototipo entre en funcionamiento después de haber sido dada la orden y de 1 segundo para que el prototipo pueda realizar los giros deseados, tanto a la derecha como a la izquierda.

3.3. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DE LA CÁMARA.

Como se indicó el Capítulo II, la comunicación que se utiliza para el prototipo se da mediante Access point entre la cámara y la PC.

Para utilizar la cámara de manera correcta, primero se debe conectar la PC a la red axis. Para comprobar que la cámara se encuentra enganchada o conectada a la PC, se lo puede hacer de manera sencilla ya que la cámara cuenta con una luz idicadora en el borde del lente la cual debe estar color verde para indicar su correcta conexión. Cuando esta de luz naranja significa

que la cámara está en proceso de enlace o simplemente que la conexión está incompleta o ha fallado, ver la figura 3.3.



Figura 3.3 VERIFICACIÓN DE ENLACE DE LA CÁMARA

Como se ve en la figura 3.3 cuando el led indicador de la cámara esta en color naranja significa que aun no existe comunicación. Cuando el led indicador de la cámara esta en color verde significa que está listo para usarse, el tiempo de enganche o conexión es de 1,44s aproximadamente.

A continuación se prueba el movimiento de la cámara enviado desde labVIEW para el monitoreo y giro de la cámara. Ver figura 3.4.



Figura 3.4 Inclinación Cámara

La cámara, al iniciar el programa, automáticamente se coloca en la posición de 90 grados perpendicular a la tapa del vehículo.

En la figura 3.5 se puede observar que para la comunicación entre la cámara y el software labVIEW se necesita de una contraseña para configuración previa al monitoreo.

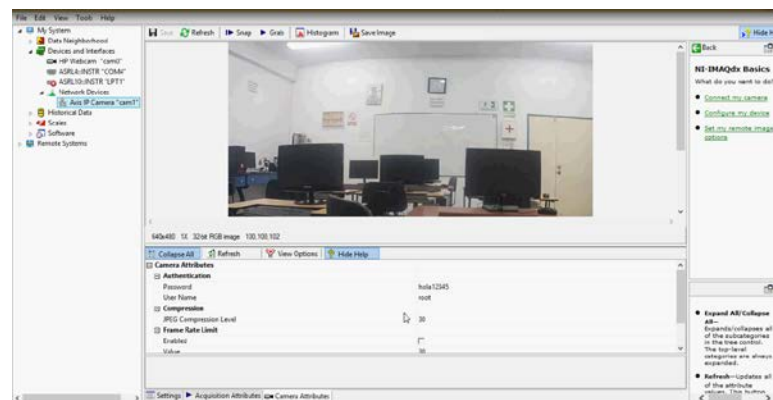


Figura 3.5 Conexión inalámbrica de la cámara con el software LabVIEW

3.2.3. VISUALIZACIÓN HMI

Para la visualización, ya se cuenta con el programa HMI y realizada todas las conexiones. Antes de hacer correr el programa, seleccionamos el puerto por el cual se realiza la comunicación de la cámara en este caso es el COMP4 (ver figura 3.6).

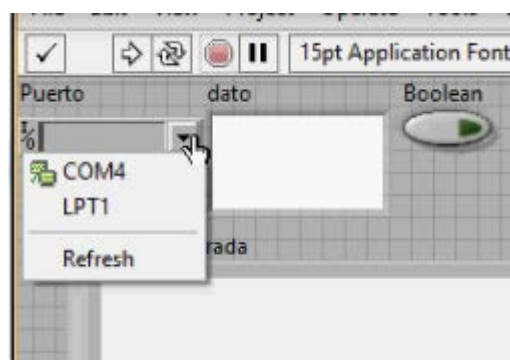


Figura 3.6 Selección del Puerto de Entrada

Al ejecutar el programa se observa la imagen de entrada de la cámara y la imagen procesada en la figura 3.7.

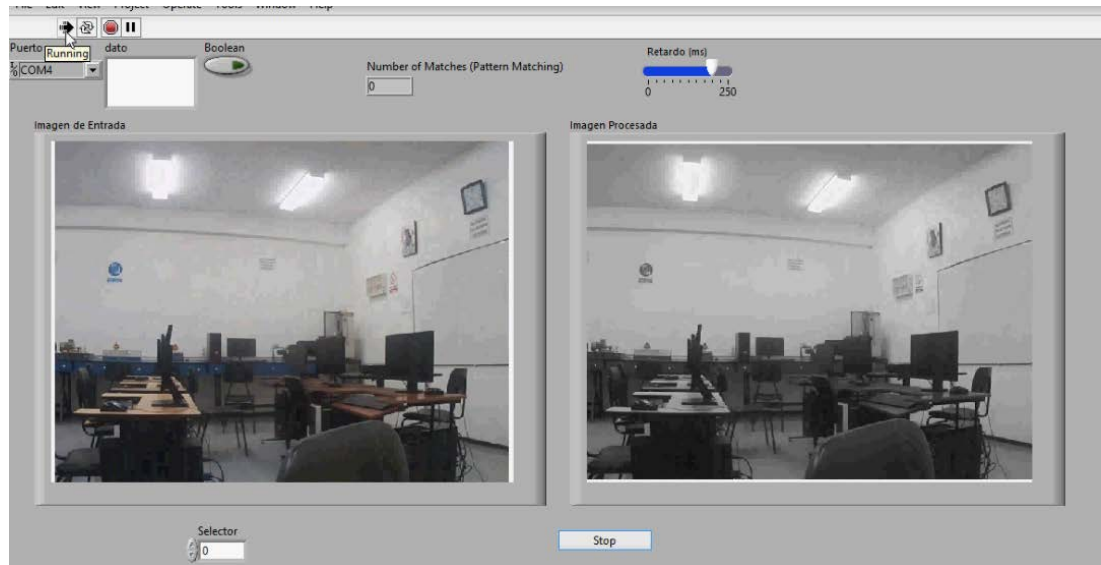


Figura 3.7 Imagen Adquirida y procesada en HMI

La cámara realiza los movimientos de arriba hacia abajo y la imagen abarca la mayor área posible para no dejar puntos muertos y no poder reconocer intrusos u objetivos.

3.4. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES.

En este apartado se analiza los resultados obtenidos en el programa para la obtención de imágenes. Como se mencionó anteriormente el programa está desarrollado en la plataforma LabVIEW. La programación se la observa en el diagrama de Bloques figura 3.8.

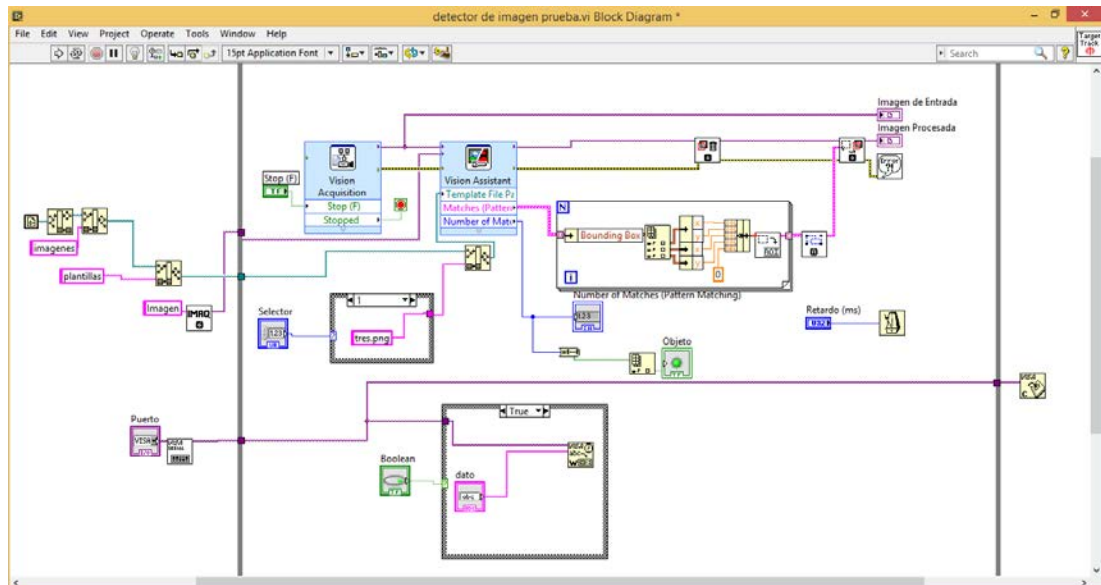


Figura 3.8 Programación Diagrama de Bloques para la obtención de imágenes en tiempo real

3.4.1. DETECCIÓN DE OBJETOS O INTRUSOS

Para realizar la detección de intrusos, el software Labview ofrece un asistente de visión (Vision Assistant). En la figura 3.9 se observa que el asistente de visión se está inicializando y mediante la programación mostrada en el diagrama de bloques, en conjunto con el asistente permitirá realizar la detección de objetos intrusos.

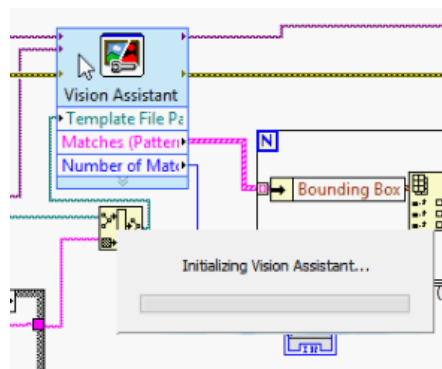


Figura 3.9 Iniciando Asistente de visión

Una vez que se ejecuta la ventana de Asistente de Visión, procedemos a detectar al intruso en forma manual, en la figura 3.10 se observa el área

seleccionada para que el prototipo de vigilancia y seguridad realice el monitoreo, y en la figura 3.11 se indica la selección del intruso en forma manual en este caso un botiquín. Se puede guardar muchos intrusos en la base de datos de nuestra programación, para que el prototipo en su recorrido los pueda ir reconociendo y poder realizar un monitoreo de manera eficiente.

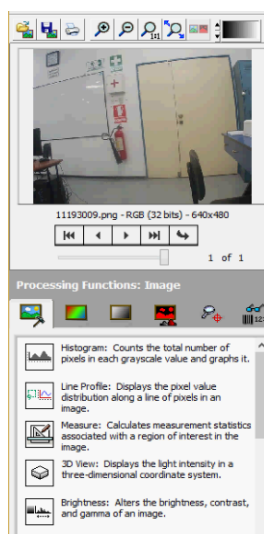


Figura 3.10 Área a Monitorear

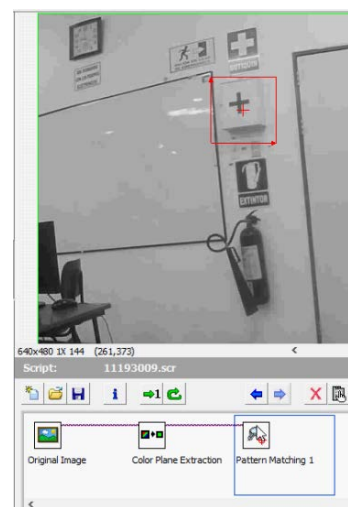


Figura 3.11 Selección Manual del Intruso

Con la función Pattern matching que el software Labview facilita para este tipo de aplicaciones, se observa las dimensiones de dicho intruso como se indica en la figura 3.12.

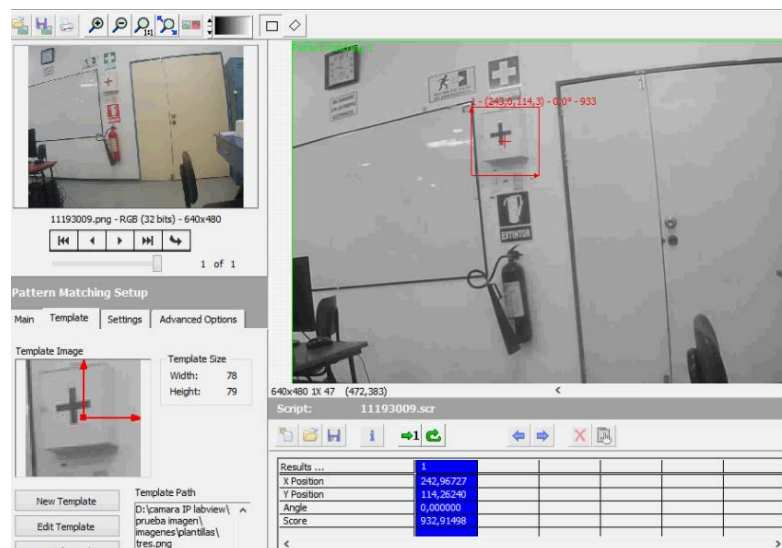


Figura 3.12 Pattern Matching Setup

Una vez que se ha seleccionado el intruso de forma manual, procedemos a regresar a la pantalla anterior y seleccionamos el icono que se puede ver en la figura 3.12. Si se requiere seleccionar más intrusos dentro del área a seleccionar podemos utilizar el icono que se muestra en la figura 3.12.

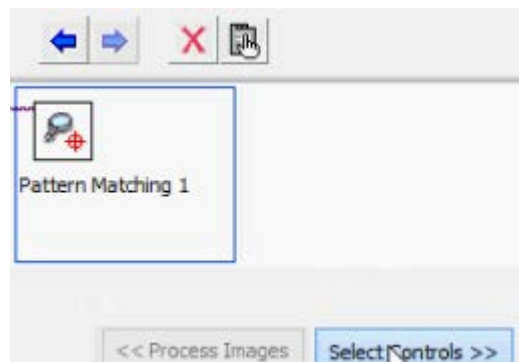


Figura 3.13 Select Controls

Una vez concluido el procedimiento anterior, procedemos a cerrar, guardar y ejecutar el programa nuevamente y el HMI reconoce al botiquín como intruso como se ve el Figura 3.13.

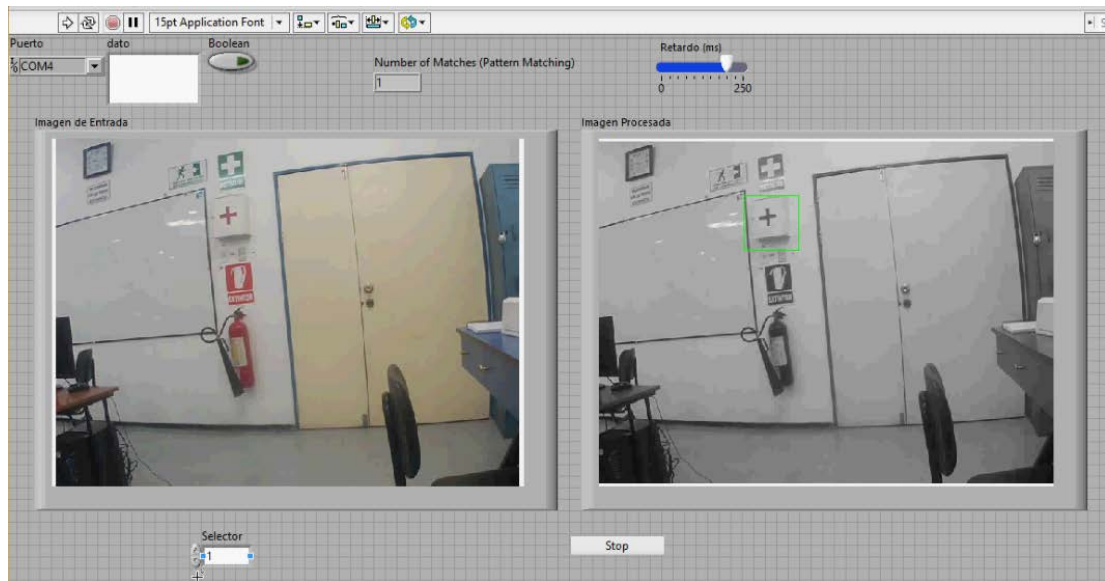


Figura 3.14 HMI detectando Intruso

En la figura 3.15 se muestra otro ejemplo donde detecta al extintor de incendios como objetivo o intruso.

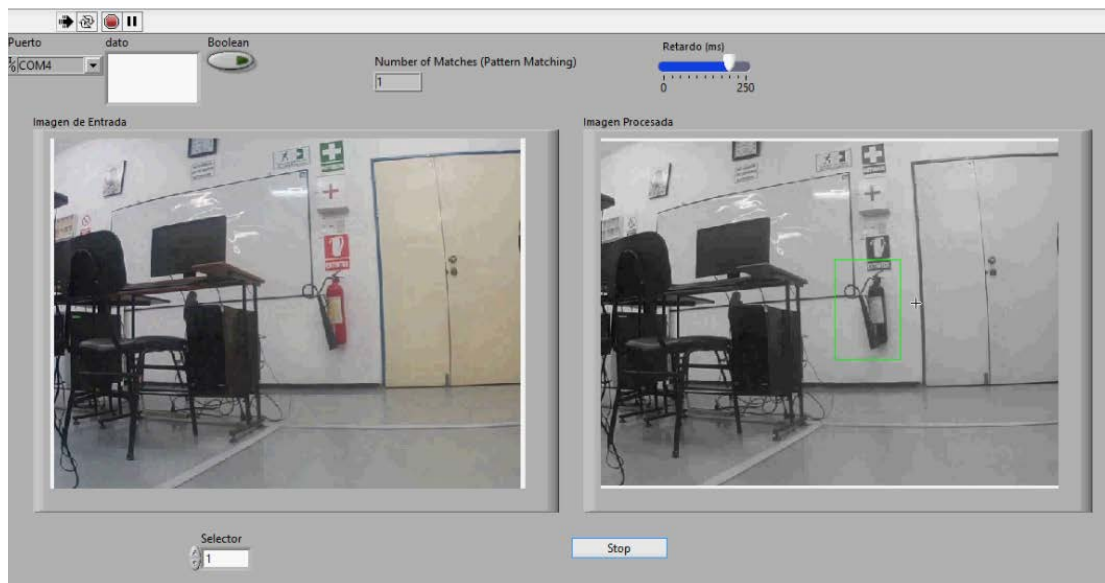


Figura 3.15 Detecta Extintor

En la figura 3.16 obtenemos la imagen del modem CNT y como no encuentra ningún objetivo o intruso el programa no lo selecciona.

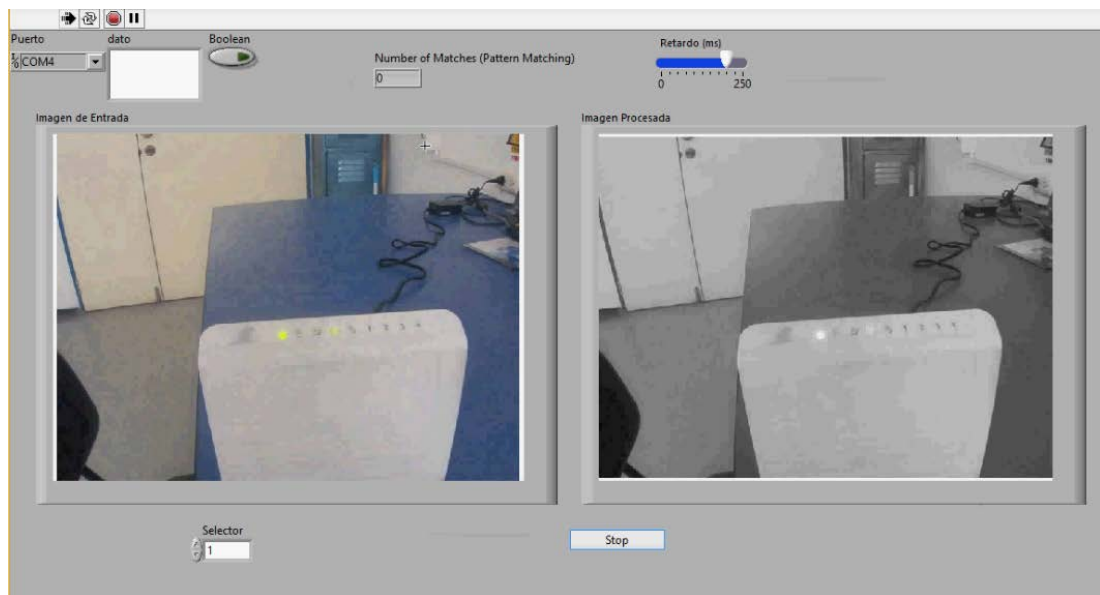


Figura 3.16 Modem Access Point

Por último, en la figura 3.17 se realiza la identificación de un intruso de mayor dimensión y se observa como el prototipo es capaz de reconocerlo a pesar de no estar tan cerca del mismo, obteniendo como resultado la captura y detección del objeto programado y almacenado en la base de datos.

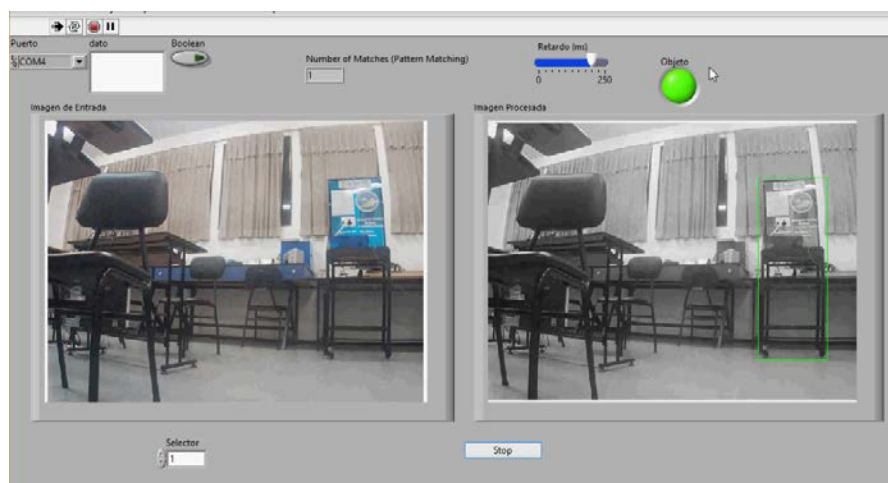


Figura 3.17 Detecta un Objeto grande

3.5. FUNCIONAMIENTO GENERAL

El Funcionamiento General del robot se lo realiza en modo automático y en modo manual como se detalla a continuación.

- El robot se moviliza en el terreno.
- El robot realiza los giros necesarios programados.
- La cámara envía en tiempo real la imagen capturada.

En la tabla 10 se detallan los tiempos totales en funcionar el sistema, combinación de trayectorias rectas y curvas en modo manual.

Tabla 3.7

PRUEBAS MODO MANUAL TRAYECTORIAS RECTAS Y CURVAS

Velocidad	Ángulo	Distancia	Tiempo	Observaciones
100%	30°	12m	15s	Mucha vibración para la cámara
75%	91°	6m	15s	Mínimos Problemas
50%	50°	8m	22s	No existe la fuerza necesaria para moverlo

Son tiempos un poco más altos en relación a los obtenidos en las pruebas realizadas en Modo Automático pues la ruta es en línea recta y se incluye una curva y luego la detección de un objeto

Con los resultados obtenidos se llega a la conclusión que la velocidad del 75% es la más óptima para realizar el monitoreo y vigilancia de diferentes áreas sin importar que tengan trayectorias rectas o curvas en su trayectoria.

Esto en cuanto compete al modo manual. Para el modo automático donde la ruta está programada se tiene los siguientes resultados:

Tabla 3.8**PRUEBAS MODO AUTOMATICO TRAYECTORIA PROGRAMADA (RECORRIDO COMPLETO)**

Velocidad	Ángulo	Distancia	Tiempo	Observaciones
100%	30°	12m	16s	Mucha vibración para la cámara
75%	90°	6m	15s	Problemas Mínimos
50%	50°	8m	23s	No existe la fuerza necesaria para moverlo

Al igual que en el modo manual, se analiza a la velocidad del 75% de su velocidad nominal.

Tiempo de enganche de la cámara con la PC 1,44 s, movimiento cámara de 90 a 60 grados tiempo de 2s, movimiento en línea recta por 6s, se detiene 1 segundo para curvar, 5,5segundos.

En base a los resultados obtenidos, se concluye que el prototipo de vigilancia y seguridad se puede mover libremente, la estructura soporta todo el peso necesario, los motores son capaces de mover al robot, el sistema de dirección realiza sus giros sin problemas manteniendo la velocidad a un 75 por ciento de su velocidad nominal.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS FINANCIERO DE COSTOS

4.1. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

En este capítulo se determina el costo debido a que todo proyecto o actividad que se realice siempre conlleva un gasto económico, mayor o menor según haya sido necesario. Es por ello que a continuación se detallan los costos involucrados en el desarrollo del presente proyecto.

4.1.1. VIABILIDAD TÉCNICA

Este estudio es de vital importancia, en él se determina si la tecnología disponible, permite hacer realidad el proyecto y también si es conveniente hacerlo.

El estudio de viabilidad técnica provee la información sobre la unidad de vigilancia y seguridad para que pueda utilizarse para producir un buen servicio a la comunidad. La información técnica obtenida es utilizada para determinar cuál es la forma más eficiente de materializar el proyecto.

La determinación de la eficiencia, se hace basándose en criterios técnicos y económicos, esto ha de ser así, puesto que puede ocurrir que una solución óptima desde el punto de vista técnico, no lo sea desde un punto de vista económico.

4.2. INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO.

La inversión inicial se detalla en la tabla 4.1.

El proyecto fue financiado por los estudiantes del proyecto.

Tabla 4.1

Inversión Inicial

N°	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	MATERIA PRIMA	300	300
2	COMPONENTES MECÁNICOS	200	200
3	COMPONENTES	350	350

ELECTRÓNICOS			
4	SOFTWARE DE APLICACIÓN	250	250
5	TARJETAS DE COMUNICACIÓN	400	400
6	INTERNET	50	50
7	TRANSPORTE	150	150
8	VARIOS	300	300
TOTAL		2000	2000

4.3. COSTOS DETALLADOS DE LOS COMPONENTES.

En la tabla 4.2 se detallan los materiales de la parte mecánica utilizada para la unidad de vigilancia y monitoreo para que pueda funcionar de manera más óptima.

Tabla 4.2

Materiales mecánicos empleados y sus costos

Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
4	Llantas	8	48,00
3	Motores DC	130	190,00
1	Servomotor	27,25	27,25
1	Carcasa	30	30,00
		Total	295,25

En la tabla 4.3 se detalla el listado de los materiales de la parte de hardware utilizada para la unidad de vigilancia y monitoreo para que pueda funcionar correctamente.

Tabla 4.3

Materiales Hardware

Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
1	batería	30	30,00
1	Resistencias	2	2,00
1	Capacitores	5	5,00
1	Varios circuitos	20	20,00
		Total	57,00

En la tabla 4.4 se detallan los materiales del sistema de vigilancia utilizada para el prototipo de seguridad y monitoreo para que pueda funcionar de manera eficiente.

Tabla 4.4

Materiales de Vigilancia

Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
1	Cámara inalámbrica	300	300,00
1	Receptor	20	20,00
	Total		320,00

En la tabla 4.5 se detallan los materiales varios utilizados para la unidad de vigilancia y monitoreo para que pueda funcionar en forma adecuada

Tabla 4.5

Materiales Varios

Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
3	Baquelita	3	9,00
	Brocas, tornillos, acido, cables etc.	10	10,00
	Otros		800,00
	Total		819,00

En la tabla 4.6 se detalla el costo total.

Tabla 4.6

Costo Total

Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total
	Mecánicos		295,25
	Hardware		57,00
	Vigilancia		320,00
	Varios		819,00
	Ingeniería		1000,00

La inversión total es de 2491,25 financiada por los estudiantes involucrados en este proyecto.

Como la mayoría de áreas a ser monitoreadas son áreas cerradas, ya que en dichos lugares se puedan encontrar objetos de valor o por lo general son áreas restringidas a personal no autorizado, con la implementación del

prototipo se puede monitorear sin ningún inconveniente dicho lugar a cierta distancia sin la necesidad de que exista una persona de manera permanente en la zona de vigilancia.

Es por ello que con el prototipo de seguridad y vigilancia el usuario va a poder monitorear y vigilar cualquier área (siempre y cuando estas sean superficies planas) y poder obtener imágenes en tiempo real. En caso de que el prototipo emita la señal de un posible intruso en dicha área vigilada, solo en ese momento el operador creará si es o no es conveniente hacer una vigilancia personalizada.

La unidad de vigilancia presta el beneficio de permitir que el usuario que brinda el servicio de guardianía, no sufra un desgaste de energía de acuerdo a las diligencias cumplidas en el transcurso del día, ya que el robot le permite vigilar el área de forma permanente en forma automática (cada determinado tiempo) o en forma manual (cada vez que el usuario lo creyera conveniente).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizado el diseño total del prototipo, las pruebas y la validación del mismo; así como los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, las conclusiones obtenidas y las recomendaciones se detallan en este capítulo, las cuales servirán para tomar como punto de partida para realizar las posibles mejoras del prototipo.

5.1. CONCLUSIONES

El prototipo de la unidad de vigilancia y seguridad es capaz de realizar el recorrido sobre superficies planas sin ningún inconveniente, es por ello que una aplicación efectiva es el monitoreo de las diferentes áreas restringidas que posee la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea.

- El diseño y construcción de la unidad de vigilancia y seguridad robótica permite salvaguardar de mejor manera los materiales o equipos de las áreas restringidas que posee la escuela técnica de la fuerza aérea.
- Los parámetros necesarios para obtener una óptima área de vigilancia que nos permite la cámara se han configurado de manera satisfactoria.
- El algoritmo está creado en la plataforma Labview™, diseñado para ejecutarse a tiempo real y es en modo automático y manual; aunque se ve afectada la velocidad de procesamiento de la información contenida en las imágenes por el tiempo compartido de Windows™, que este a su vez depende de la computadora encargada de procesar el programa.
- La imagen ha sido binarizada con la finalidad de que el programa se ejecute satisfactoriamente bajo cualquier condición normal de luz ambiental y se pueda discriminar solo la información contenida en el área a vigilar.

- Debido a que el proyecto es creado con fin de prototipo, se consiguió la cámara web de mejor resolución existente en el mercado y que permita la conexión con la plataforma de LABVIEW través de la red WI-FI para poder facilitar la comunicación en tiempo real de las imágenes.
- El algoritmo realizado puede ejecutarse en cualquier computador que posea instalado el software Labview™ propiedad de NI™, a pesar de que para un desempeño aceptable debería ejecutarse en una máquina que cuente con un procesador Core i5™ o superior.
- La programación expuesta anteriormente y detallada a lo largo de este documento permitirá que se la tome como punto de partida para futuras aplicaciones en las que se requiera usar procesamiento digital de imágenes debido a que se basa en la adquisición, búsqueda del área de interés, filtrado selectivo de la información útil, acondicionamiento, binarización e interpretación de los resultados obtenidos.
- Los algoritmos de control implementados para el trazado de las trayectorias (en modo automático), satisfacen las necesidades del usuario, al terminar un recorrido total del área sin ningún inconveniente.
- Las interfaces gráficas (HMI), diseñadas tanto para la obtención de imágenes, control manual y el control automático del prototipo, brindan la facilidad de operación para el usuario, ya que en la misma se puede observar la imagen del área monitoreada en tiempo real, también la señal de alerta de un posible intruso no deseado en dicha área.

5.2. RECOMENDACIONES

- Sería más eficiente y rápida la ejecución del programa, al ejecutarlo en un dispositivo configurado específicamente para la tarea indicada, es decir tener un computador dedicado específicamente para esta aplicación de monitoreo.
- Un punto a tomar en cuenta es que el lente al igual que el cristal protector de la cámara se encuentren siempre limpios para que se pueda realizar una buena captura de las imágenes y que no interfieran negativamente en el resultado final del procesamiento.
- Debido a la reducida cantidad de elementos que se puedan desgastar con el uso, el mantenimiento sería mínimo y más bien enfocados a que las conexiones estén bien realizadas, el pc se encuentre en buen estado y el lente de la cámara se encuentre siempre limpio para capturar imágenes nítidas.
- Mientras el computador tenga menos programas instalados y de preferencia se lo use solo para el funcionamiento del proyecto, tendrá mejores resultados en el procesamiento.
- Tener bien cargadas las baterías para que el prototipo realice su recorrido de vigilancia sin ningún inconveniente.
- Para la implementación del proyecto debería tomarse en cuenta la resolución de la cámara a ser usada, la velocidad de captura de las imágenes y la capacidad de procesamiento a tiempo real que posea el computador que se encargará de albergar el software.
- En caso de mejorar el prototipo se puede reemplazar el controlador Arduino Uno por un computador a bordo, y así poder realizar la comunicación directa entre 2 computadores para facilitar la transmisión y recepción de datos.
- El uso prototipos de seguridad y vigilancia no se los debería implementar solo para áreas restringidas de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, sino también implementarlos como parte de seguridad para casas

particulares y/o negocios debido a que su implementación no es muy costosa y se lo puede realizar con materiales que se los puede encontrar fácilmente en el mercado.

- Incentivar a los alumnos de la ESPE, especialmente a los alumnos de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica, a investigar sobre las diferentes aplicaciones que tiene la robótica e implementarlas para beneficio personal o el de la colectividad.

BIBLIOGRAFÍA

AA-IPN. (30 de Enero de 2009). <http://es.scribd.com/>. Obtenido de <http://es.scribd.com/>: <http://es.scribd.com/doc/12687023/Clasificacion-de-Los-Robots>: Recuperado 26 feb 2015.

Guzman, E. (s.f.). *monografias.com*. Obtenido de [monografias.com](http://www.monografias.com): <http://www.monografias.com/trabajos28/arquitectura-von-neumann/arquitectura-von-neumann.shtml>: Recuperado 15 mar 2015.

<http://es.wikipedia.org/>. (10 de Abril de 2015). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/>: <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>: Recuperado 15 mar 2015.

ingenio-upp. (10 de marzo de 2008). *blogdiario.com*. Obtenido de blogdiario.com: <http://ingenio-upp.blogdiario.com/>: Recuperado 17 mar 2015.

ladelec.com. (2006-2015). Obtenido de [ladelec.com](http://www.ladelec.com): <http://www.ladelec.com/teoria/informacion-tecnica/290-las-3-leyes-de-la-robotica>: Recuperado 18 mar 2015.

Sensing. (20 de diciembre de 2014). Obtenido de [Sensing](http://www.sensores-de-medida.es): http://www.sensores-de-medida.es/sensing_sl/SENSORES-Y-TRANSDUCTORES_35/Sensores-de-%25C3%25A1ngulo-y-rotaci%25C3%25B3n_39/Sensores-de-posici%25C3%25B3n-angular_175/: Recuperado 27 mar 2015.

Vision Artificial. (2012). Union Europea.

Zea, M. (23 de Septiembre de 2013). <http://prezi.com/nf6nj9fism-q/la-robotica/>. Obtenido de <http://prezi.com/nf6nj9fism-q/la-robotica/>: <http://prezi.com/nf6nj9fism-q/la-robotica/>: Recuperado 11 abr 2015.

González, N., & Reinoso, E. (Marzo de 2011). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1921/14/UPS-CT002354.pdf>: Recuperado 28 abr 2015.

Guerrero, G. N. (30 de Septiembre de 2012). <http://geeksknowledge.blogspot.com/>. Obtenido de <http://geeksknowledge.blogspot.com/>: <http://geeksknowledge.blogspot.com/2012/09/rsf-o-middleware-para-robots.html>: Recuperado 10 may 2015.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN

Latacunga, Octubre 2015

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el señor TNTE. OSCAR EFRÉN COELLO QUISILEMA y el señor DIEGO FRANCISCO JERÉZ BUNCES.

ING. EDDIE GALARZA
DIRECTOR

ING. OSCAR ARTEAGA
CODIRECTOR

ING. VICENTE HALLO
DIRECTOR DE CARRERA

DR. FREDDY JARAMILLO
SECRETARIO ACADÉMICO