

**DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA  
ENTRADA Y SALIDA DE AUTOMÓVILES – MOTOCICLETAS Y PERSONAS.**

**EDINSON JOSÉ HERRERA HERRERA**

**EDWIN GALARZA ROJAS**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

**2002**

**DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA  
ENTRADA Y SALIDA DE AUTOMÓVILES – MOTOCICLETAS Y PERSONAS.**

**EDINSON JOSÉ HERRERA HERRERA**

**EDWIN GALARZA ROJAS**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

Director:

**VLADIMIR QUIROZ M.**

Ingeniero Mecánico

**CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

**2002**

**Nota de Aceptación**

-----  
-----  
-----

-----  
**Presidente de la Junta**

-----  
**Jurado**

-----  
**Jurado**

Cartagena de Indias D.T. y C., Julio 8 del 2002

## **ARTICULO 105**

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, se reserva el derecho de propiedad intelectual de trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirnos disfrutar este logro con nuestros seres queridos.

A nuestras familias por darnos el apoyo diario en nuestro proyecto.

A Vladimir Quiroz M, Director del proyecto, por todo el apoyo, confianza y orientación brindada.

Cartagena de indias D.T y C, Julio 8 del 2002

Señores:

**COMITÉ DE FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**

Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar.

E. S. D.

Cordial saludo.

Respetuosamente nos dirigimos a ustedes con el fin de presentar nuestro Trabajo de Grado titulado **DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO PARA ENTRADA Y SALIDA DE AUTOMOVILES – MOTOCICLETAS Y PERSONAS**, como requisito exigido para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Agradeciendo de antemano la atención prestada, quedamos a la espera de respuesta.

Atentamente.

---

**EDWIN GALARZA ROJAS**

Código de pregrado 9603511

---

**EDINSON J. HERRERA H.**

Código de pregrado 9603525

Cartagena de indias D.T y C, Julio 8 del 2002

Señores:

**COMITÉ DE FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**

Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar.

E. S. D.

Cordial saludo.

Sometemos a consideración, estudio y aprobación el Proyecto de Grado titulado **DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO PARA ENTRADA Y SALIDA DE AUTOMOVILES – MOTOCICLETAS Y PERSONAS**, realizado por los estudiantes EDWIN GALARZA ROJAS Y EDINSON JOSÉ HERRERA HERRERA, para optar al titulo de Ingenieros mecánicos.

Atentamente,

---

**VLADIMIR QUIROZ M.**

DIRECTOR DEL PROYECTO

Cartagena de indias D.T y C, Julio 8 del 2002

Señores:

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

ATT: Oficina de Investigaciones

E. S. D.

Cordial saludo.

Por medio de la presente hago entrega y presentación de nuestro Trabajo de Grado titulado **DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO PARA ENTRADA Y SALIDA DE AUTOMOVILES – MOTOCICLETAS Y PERSONAS**, cuyo código de proyecto es el 0103001 y hace parte del mismo el siguiente material:

- Documento escrito ( 1 Original y 2 Copias)
- Manual de mantenimiento
- Copia en CD

Agradeciendo de antemano la atención prestada, quedamos a la espera de respuesta.

Atentamente.

---

**EDWIN GALARZA ROJAS**

Código de pregrado 9603511

---

**EDINSON J. HERRERA H.**

Código de pregrado 9603525



Cartagena de indias D.T y C, Julio 8 del 2002

Señores:

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

ATT: Oficina de Investigaciones

E. S. D.

**REF: DIRECCIÓN DE PROYECTO**

Cordial saludo.

Por medio de la presente notifico que el proyecto de grado titulado **DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO PARA ENTRADA Y SALIDA DE AUTOMOVILES – MOTOCICLETAS Y PERSONAS**, es entregado bajo mi dirección y constante asesoría al autor durante e desarrollo completo del mismo. Doy validez a la originalidad y ejecución, así como de los recursos humanos, técnicos, económicos y bibliográficos utilizados para este fin.

Atentamente,

---

**VLADIMIR QUIROZ M.**

Ingeniero Mecánico

## **RESUMEN**

**TITULO:** Diseño y montaje de sistema de control automático para entrada y salida de automóviles – motocicletas y personas.

**AUTORES:** Edwin Galarza Rojas, Edinson José Herrera Herrera

**DIRECTOR:** Vladimir Quiroz M.

### **OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar y montar un sistema de control automático para entrada y salida de automotores, motos y personas en la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar (CUTB) en el campus de Ternera.

### **METODOLOGIA:**

Como metodología de estudio, se realizó una investigación sobre los sistemas ya montados en el mercado, analizando sus componentes, como funciona y como es el mantenimiento de estos equipos. Adicionalmente estuvimos en uno de los fabricantes (SIMENS) de estos sistemas en Barranquilla para obtener datos más precisos que nos sirviera para el proyecto que queríamos realizar.

### **RESULTADOS:**

Como resultados se obtuvo un manual de mantenimiento que abarca todo el sistema diseñado y montado, con recomendaciones y soluciones para casos comunes de falla. También se obtuvo el buen funcionamiento del sistema de control automático con la salvedad de que quedó pendiente por parte de la universidad definir el sistema ID que accionaría el sistema en un principio, este podría ser una llave maestra, un código de barras en los estudiantes, etc.

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo # 1. Tabla de longitudes normalizadas de correas trapezoidales.

Anexo # 2. Tablas de coeficientes de diámetro pequeño y arco de contacto.

A Dios y a mi familia

Edwin Galarza Rojas

A Dios, a mi familia y amigos que  
siempre confiaron en mi.

Edinson José Herrera Herrera

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA CORPORACIÓN universitaria TECNOLÓGICA de BOLÍVAR</b>	<b>3</b>
1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	3
1.2 NATURALEZA JURÍDICA.	12
1.3 MISIÓN Y VISIÓN DE LA UNIVERSIDAD	13
1.3.1 Misión	13
1.3.2 Visión	13
<b>2. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b>	<b>14</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.2.1 Objetivo general	16
2.2.2 Objetivos específicos	16
2.3 DESARROLLO DEL PROYECTO	17
<b>3. SISTEMA GENERAL DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA</b>	<b>18</b>
3.1 Fundamentos básicos	20
3.1.1 Motor eléctrico y sus partes	20
3.1.2 Correas de transmisión	25
3.1.3 Reductor de velocidad	27
3.2 Diseño del sistema de transmisión de potencia	31
3.3 Diseño y selección del reductor de velocidad	43
<b>4. SISTEMA GENERAL DE CONTROL AUTOMÁTICO</b>	<b>45</b>
4.1 Sistema electrónico de control	45
4.1.1 Circuito control	46
4.1.2 Sensores de presencia	47

4.1.3	Detección del objeto (sistema control)	51
4.2	DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS	53
4.2.1	Receptor ultrasónico	53
4.2.2	Circuito transmisor	57
4.2.3	Funcionamiento	62
4.2.4	Circuito de control	63
<b>5.</b>	<b>MANTENIMIENTO GENERAL</b>	<b>72</b>
5.1	Tipos de mantenimiento	73
5.1.1	Mantenimiento Correctivo	73
5.1.2	Mantenimiento preventivo	74
5.1.3	Mantenimiento predictivo	75
5.2	Manual de mantenimiento del sistema de control de acceso	76
5.2.1	Mantenimiento de poleas y correas de conducción.	77
5.2.2	Mantenimiento del motor	78
5.2.3	Lubricación	79
5.2.4	Mantenimiento Eléctrico y electrónico	80
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## INTRODUCCIÓN

En toda institución que posea un flujo considerable de personal y de automotores es recomendable llevar un control para mayor seguridad de sus usuarios y de la institución misma, esto está comprometido con la necesidad de mejoramiento diario de una empresa y con su crecimiento, ya que al mostrarse como una empresa preocupada por el bienestar de aquellos que laboran o pasan gran parte de su tiempo en ella, mejoran el ambiente de trabajo y la confianza de todos.

En el caso de la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, tenemos un considerable número de material humano que permanece gran parte de su tiempo en la institución, nos referimos al cuerpo estudiantil, el personal administrativo, profesorado y empleados en general. Todas estas personas pueden llegar a la universidad como peatones o como usuarios de un automotor. En el primer caso, ya existe un pequeño control pues el personal se encuentra previamente identificado con el sistema de carnét, quedando por controlar tan sólo así la parte referente al personal visitante que ingresa a la institución.

Para controlar la entrada misma del personal que llega a pie a una institución existen varios modelos posibles, como lo son, las puertas normales con accionamiento de apertura por medio de un cerrojo electrónico, la entrega de una



señal y la retención de algún documento de identificación en la entrada, el cual será devuelto a la salida del portador de la señal, para el personal visitante, en el caso del personal de planta sólo la muestra de su carnét que lo identifica como personal de la institución. También se pueden usar puertas giratorias con doble accionamiento, es decir, con un sensor para la entrada y otro para la salida, que leen un código de barras en una tarjeta de control. Estos mecanismos van acompañados con dispositivos opcionales tales como cámaras de vídeo y sistemas de control para la seguridad apoyados en un software que por medio de una base de datos, registra las entradas y salidas de las personas y a demás se escatima el tiempo de permanencia.

El servicio de parqueadero que se puede ofrecer en una institución varía dependiendo del nivel de seguridad y de la rentabilidad que este servicio ofrece tanto para el usuario como para la institución que lo presta. Un servicio de parqueadero de alto nivel de seguridad cuenta con un sistema de control de entrada y salida de automotores y una vigilancia constante de los mismos. El sistema de control de entrada y salida puede contar con diferentes dispositivos para permitir el acceso, ya sean puertas que se abran manualmente para un flujo bajo de automóviles, pueden ser rejas deslizantes impulsadas por un sistema de potencia y accionadas por pulsadores desde una central por un operador, estas se utilizan para un flujo medio - bajo de automóviles, para el caso de un flujo alto de automotores se utiliza el sistema de brazo o talanquera que permite la apertura y cierre rápido de la vía de acceso, este sistema puede ser accionado por un

operador o de manera automática. En el caso de la Universidad Tecnológica de Bolívar el servicio de parqueadero que ofrece actualmente es gratuito y tiene un flujo alto de automóviles, dado el caso, el sistema de control de entrada y salida debe ser rápido, sencillo y flexible, entendiendo por flexibilidad, el estar abierto a la posibilidades de modificar la forma de accionamiento del sistema dependiendo de las circunstancias que se presenten y el mejoramiento del servicio de parqueadero.

## **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

### **1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA**

*Etapa de las dificultades... De donde vinimos*

A principio de la década de los 70, en la que sólo una “tablilla” marcaba la entrada de cientos de estudiantes ansiosos de título y deseos de aprender, apareció la **Universidad Tecnológica de Bolívar**, única institución universitaria cuestionada por si misma desde el principio de su fundación y cuyo honor fue haber nacido cartagenera.

La Tecnológica de Bolívar se convirtió el 5 de agosto de 1970 en la primera universidad privada y según en la historia de Cartagena.

El 26 de octubre de ese mismo año, el entonces gobernador de Bolívar MARTÍN ALONSO PINZÓN les pidió el documento para actuar como persona jurídica ( Resolución 0961 de 1970 ) y el 3 de marzo de 1971 se escucharon las primeras cátedras sobre los – en esa época – extraños temas de Ingeniería Mecánica y electricidad, esto, bajo la dirección del afamado cartagenero EDUARDO LEMAITRE ROMAN.

Sus fundadores fueron personas de variada disciplina profesional, que visionaron la necesidad más urgente de la ciudad de entonces: preparar la dirigencia empresarial, en especial aquella que había dejado de tener la centenaria Universidad de Cartagena.

Pero no fueron pocas dificultades que se encontraron, quizás muchas más que la que comúnmente encuentran las empresas nuevas, pues Cartagena se conformaba con tener una buena universidad, de las más antiguas de Colombia, y la nueva institución a pesar de proyectarse hacia el futuro, la falta de apoyo del estado se reflejó en la pérdida frecuente de su rumbo inicial.

*Así empezó el camino hace 28 años*

Poco menos de trescientos jóvenes se acomodaron a una pequeña construcción de la tercera avenida del tradicional barrio de Manga, lugar donde pronto se desplazaron a una bella casona republicana en el mismo sector, hoy convertida en nuestra escuela de postgrado, la más importante de la ciudad. Actualmente los jóvenes que vivieron las limitaciones iniciales recuerdan esa época sentados en los sillones de gerencia o de importantes posiciones de prosperas empresas.

Pero la batalla continuó: Don Eduardo entregó la rectoría al Humanista cartagenero MIGUEL BORGE ESCOBAR, quien pronto la delegó en FABIO MORON DIAZ, prestigioso constitucionalista que más adelante se vio precisado a ceder el paso a una parálisis temporal. Esto sucedió cinco años después de aquel agosto de 1970.

Un gobierno institucional interino, presidió por el entonces profesor RAFAEL BETANCOURT BUSTILLO, buscó y encontró el principio de solución: convencer a los fundadores de que la empresa había crecido con tanta rapidez que superó su capacidad económica y que en tales circunstancias lo único posible era que la ciudad asumiera de dirigir y dar todo el apoyo que necesitaba la nueva universidad. Así se hizo y fue cuando los gremios económicos de Cartagena (ACOPI – ANDI – CAMACOL – CAMARA DE COMERCIO Y FENALCO) asumieron la plena responsabilidad de su gobierno y dirección, comprometiéndose

en aportar los recursos económicos, además de todo lo que la institución requiriera, con el beneplácito de la ciudadanía, los profesores, los estudiantes y del ICFES.

A finales de 1975 se inició el desarrollo institucional de lo que hoy conoce la comunidad universitaria colombiana, como la **Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar**: Institución universitaria con personería jurídica de derecho privado, de utilidad común, sin ánimo de lucro, organizada como corporación. Bajo su segundo nacimiento se gestó un tremendo compromiso para aquellos que asumieron la responsabilidad de hacer para Cartagena la universidad que se necesitaba.

Otros diez años de esfuerzo y sin sabores se necesitaron para poner en orden la condición legal de la institución, lograr su estructura administrativa y la solidez económica indispensable para que, junto con la revisión de todo el esquema académico, estuviera acorde con las leyes educativas del estado y las necesidades de la entonces naciente industria cartagenera. No fue una tarea fácil la que debieron atender las nuevas entidades que ahora asumían la responsabilidad.

De ello se encargaron primero en comisión especial al director ejecutivo de la Cámara de Comercio Abogado EDUARDO PIÑÉRES VERGARA, posición desde la cual ya venían propiciando con especial entusiasmo el financiamiento de la

nueva universidad y luego el conocido y también cartagenero EDUARDO BOSSA BADEL.

Eran muchas la urgencias económicas y los requerimientos legales de todo orden que se debieron resolver entonces: en los bancos deudas morosas, en la Tesorería nóminas sin pagar, en las aulas estudiantes inconformes y en la comunidad falta de credibilidad.

Pero aunque estas dificultades se fueron atendiendo una a una, desafortunadamente, otras más graves fueron apareciendo: exigencias del ICFES que por vez primera se hacía presente. Fue entonces cuando se libró “**lucha por la vida**”, con la fortuna de que la razón empezó a imponerse, gracias a los propósitos firmes de los nuevos directores y ejecutores y a la confianza que se logró entre los estudiantes y profesores.

Así fue como las dificultades empezaron a ceder y una nueva etapa apareció en la vida de la Universidad.

#### *Etapa de consolidación*

Fue en 1980 cuando las dificultades se convirtieron en preocupación creciente para llevar a un buen término la magna idea de hacer para Cartagena una Universidad seria, con la capacidad suficiente para formar un profesional

universitario, con el liderazgo y la responsabilidad necesarias para asumir el reto de dirigir el desarrollo de la costa norte colombiana.

En esa época y desde 1977, ya actuaba como rector el ingeniero LUIS ENRIQUE BORJA BARON, formado en la Escuela Naval, convencido de la bondad de la idea y con entusiasmo necesario para continuar la empresa que ya estaba en marcha.

Las finanzas se empezaron a sanear y la angustiosa situación económica a ceder, el ICFES autorizó la graduación de los primeros profesionales, los estudiantes manifestaron su confianza duplicando su población y la comunidad empezó a ver el progreso de la nueva Institución.

Pero todo cambio, bueno o malo, engendra su propia crisis y por consiguiente es causante de nuevos problemas. Y éste no era la excepción. Tremendos problemas legales, fue necesario superar la reforma universitaria de los 80 hizo más difícil la transformación que la institución necesitaba. Fue la comunidad cartagenera, con sus gremios económicos a la cabeza y todos los estamentos universitarios de la época, profesores, estudiantes y empleados, los que hicieron frente a los nuevos problemas hasta superarlos en forma definitiva y positiva. Las autoridades académicas del estado, el ministerio de educación representado por el ICFES, dieron plena y legal validez al nuevo ordenamiento; estatutos y reglamentos quedaron de conforme a la ley y la consolidación académica empezó entonces a estructurarse y a tener la importancia que hoy tanto nos enorgullece.

La hermosa casona de don Daniel Lemaitre se alivió con la adquisición de tres de las residencias vecinas con espaciosos patios interiores en donde reino el bullicio de la juventud y la inquietud intelectual. Manteniendo la historia del lugar, esta se remplazaron por edificios, dotados para la actividad académica.

Pero como aprender requiere de aulas cómodas y espacios para prácticas en talleres y laboratorios y la práctica del deporte, la institución adquirió diez hectáreas en los límites de la ciudad en la vía hacia el municipio de Turbaco que satisface plenamente las necesidades básicas actuales y futuras.

Se encuentran ya en el campus las escuelas de ingeniería y ciencias administrativas y sociales, pero aún no hemos terminado, son muchos los recursos que aún se necesitan para entregar a la comunidad estudiantil la universidad que se le prometió en principio, pero también es mucho el entusiasmo que se tiene por cumplir esa promesa.

La actividad académica no tiene descanso: revisión tras actualización de programas buscaron y buscan el perfeccionamiento del perfil necesario y adecuado de nuestros egresados y la consolidación de toda la estructura docente, la serenidad y exigencia procuran formar el modelo de profesional que necesita nuestro desarrollo industrial y empresarial.



Una nueva dosis de formación humanística fluye en toda la actividad académica buscando el hombre justo, honrado, conocedor de sus valores y responsable de sus actos. Es un esfuerzo que se considera esencial.

El avance de la ciencia y el conocimiento de una nueva tecnología preocupa profundamente y motiva una actividad permanente. El uso del computador, en docentes y estudiantes es ya común y se tiene como la herramienta más importante en el momento, para enseñar y aprender. La biblioteca sistematizada y vinculada al sistema nacional de bibliotecas reciben dosis sustanciales de libros y revistas, sólo limitadas por la disponibilidad de los recursos.

El estudio de las necesidades y los intereses de la región nos marcan el ritmo de esa actividad y la auto evaluación y la crítica exterior la alimenta continuamente.

En resumen, la acción académica, aunque activa y permanentemente, se hace sin aparente afán pero con mucha preocupación por hacerla bien.

Por otra parte, nuestros egresados, tanto de la Escuela de Ingenierías como de Ciencias Administrativas y Sociales, conforman un aporte importante a la industria y el comercio cartagenero y de otras regiones del país, todos hablan del buen camino que hemos recorrido, de la claridad de propósitos y de la Justificación de los esfuerzos en que nos hemos comprometido. Pero falta mucho, siempre habrá por hacer.

Como un indicativo más de nuestra consolidación institucional, nos sentimos orgullosos de ser miembro de Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, **ACOFI** y de que la Asociación Colombiana de Universidades **ASCUN** nos aceptara como miembro efectivo. El **ICFES** mantiene su confianza en nuestro ordenamiento jurídico, avaló el funcionamiento de todos nuestros programas y nos dio la autorización para iniciar actividades de Postgrado, con base en lo cual ya están en ejecución especializaciones y maestrías, dentro de un esquema completo de educación permanente, actualización, complementación y perfeccionamiento en todas las áreas de desempeño de cualquier profesional, especialmente en nuestros egresados. Algunas de estas especializaciones se realizan en convenio con universidades como: Pontificia Bolivariana, **EAFIT** de Medellín, **UIS** y la Autónoma de Bucaramanga.

Los retos de la nueva ley de la educación superior nos encuentran con la plena capacidad para hacer el debido uso de la autonomía universitaria, funcionando en las sedes, la una en el parque industrial de Ternera cerca de tres mil jóvenes saborean la enseñanza de la ingeniería, administración, economía, contaduría o psicología, en apoyo de lo que puedan hacer nuestros graduandos en el ejercicio profesional, bien sea en el servicio, la empresa o la industria de la ciudad.

Pero aquí tampoco termina nuestros esfuerzos, seguiremos empeñados a ofrecer más oportunidades a nuestros graduados en otros campos del conocimiento, por

ejemplo la informática, para lo cual la Tecnológica tiene experiencia, espacio físico adecuado y dotación suficiente, pues desde hace diez años la institución inició un programa especial que ha permitido computarizar totalmente la administración académica, además del manejo y el control de todo el sistema financiero – contable, acorde con la nueva tecnología, con el cual se atiende con suficiencia todas las necesidades de investigación y práctica docente, las que además se ayudan con ocho salas de informática dotadas con equipos de la última tecnología. Facilidades computarizadas para diseño gráfico y Autocad apoyan la docencia y la educación continua sirviéndose de una eficiente comunicación a través de **INTERNET**.

En esta trabazón de hechos, ahora tenemos por guía la lámpara del futuro y saber para donde vamos. Estamos satisfechos con el pasado y sentimos un compromiso inmenso con el futuro sabiendo de donde venimos, mirando atrás sin temores ni vergüenzas, orgullosos de haber superado un camino difícil, ahora tenemos más claras nuestras metas, aunque siempre han estado al servicio de la comunidad, siempre orgullosos de seguir siendo cartageneros.

## **1.2 NATURALEZA JURÍDICA.**

La **Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar** es una persona jurídica de Educación Superior, de derecho privado, con autonomía administrativa y

patrimonio independiente de utilidad común, sin ánimo de lucro y organizada como **Corporación** con personería jurídica reconocida por la Gobernación de Bolívar mediante la Resolución No. 0961 de 1970.

### **1.3 MISIÓN Y VISION DE LA UNIVERSIDAD**

#### **1.3.1 Misión**

La **Tecnológica** tiene como misión fundamental:

Formar personas integrales, profesionales de excelencia, con las mejores cualidades morales y ciudadanas, comprometidos con el desarrollo humano, social, científico y tecnológico.

#### **1.3.2 Visión**

Seremos una institución reconocida por su compromiso con el desarrollo humano, social, científico y tecnológico del país y de la región en particular, con proyección internacional.

## **2. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La Universidad Tecnológica de Bolívar es una institución que maneja un alto número de personal y muchos de ellos se movilizan en automóviles particulares que permanecen un tiempo considerable en sus instalaciones, debido a esto se necesita de un control tanto del personal como de sus vehículos.

El control de personal y automotores que se lleva en la actualidad no es el más adecuado, no se exige identificación en la entrada, y los vehículos ingresan libremente a las instalaciones del lugar, tan sólo dando una leve información de hacia donde se dirige.

Para poder entonces controlar de manera eficaz el ingreso y la salida de personas y automotores se necesita de un sistema de control que en este caso en particular consiste en un sistema de rejas instaladas de forma tal que obliguen el paso por una puerta específica para el personal y otras destinadas para el tránsito vehicular. En las vías de acceso y salida de los automotores dispondremos de un sistema de brazo automático para que las personas pertenecientes a la institución puedan

entrar y salir al lugar y las que no entreguen un documento en la entrada y lleven una señal de visitante mientras permanezcan en las instalaciones de la Universidad.

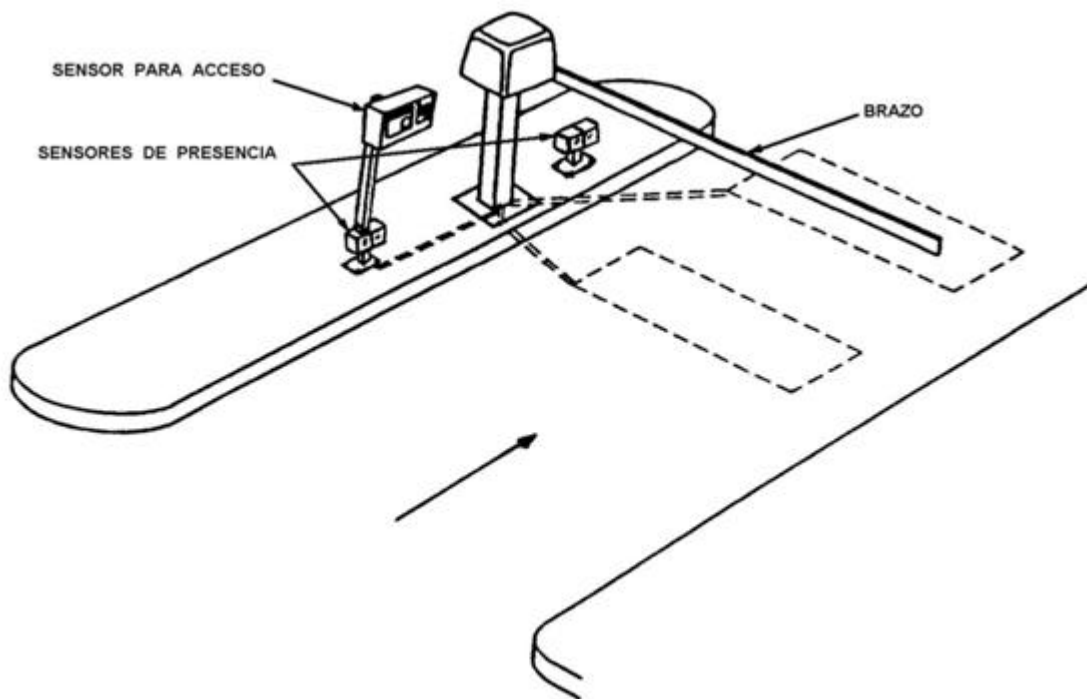


Fig. 2.1 Vía de acceso

## **2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1 Objetivo general**

Diseñar y montar un sistema de control automático para entrada y salida de automotores, motos y personas en la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar (CUTB) en el campus de Ternera.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

- Montar el sistema de brazo o talanquera en la entrada de la C.U.T.B con la propiedades de ser automático por medio de la utilización de sensores que manden una señal a su respectiva central de control, señal que será procesada por microcontroladores para subir o bajar el brazo, además permitir ser accionado por un operador por medio de pulsadores o de manera manual para el caso de no cortar con flujo eléctrico.
- Controlar el acceso de personas ajenas a la institución para saber cual es el objeto de su visita y a que dependencia van a llegar.
- Brindar una mayor sensación de seguridad a las personas con vehículos o motocicletas, así permitirles ver que la institución vela por ellos y de esa manera fortalecer el sentido de pertenencia.

## **2.3 DESARROLLO DEL PROYECTO**

En el instante en que fue propuesto realizar un proyecto que satisficiera la necesidad de la Universidad Tecnológica de diseñar, construir y montar un sistema de control para la entrada y salida del personal y los automotores en la institución, el proyecto nos pareció un poco sencillo y nos enfrentamos a puntos de vista que lo colocaban como un proyecto sin requisitos para ser presentado como tesis de grado, al momento de investigar al respecto nos encontramos con varios modelos ya existentes y del cual sólo uno de ellos calificaba para prestar un servicio óptimo, este fue el sistema de brazo con opciones de accionamiento automático por pulsador y manual. Al estudiar con detalle lo que implicaba llevar a cabo este proyecto nos enfrentamos con retos como diseñar la parte de control automático y ciertos dispositivos de carácter electrónico de los cuales no teníamos mucho conocimiento, este hecho nos incentivó para seguir a delante con el proyecto ya que no iba a ser en verdad nada sencillo lograr aplicar los pocos conocimientos teóricos que poseíamos al respecto. Quedó sumamente claro que todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera iban a ser aplicados en este proyecto y que además tocaba emprender una investigación exhaustiva para cerrar el círculo del proyecto con respecto a la parte electrónica.



### **3. SISTEMA GENERAL DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA**

Uno de los problemas principales de la Ingeniería Mecánica es la transmisión de potencia y movimiento, entre un conjunto motor y máquinas conducidas. Desde épocas muy remotas se han utilizado cuerdas y elementos fabricados de madera para solucionar los problemas de transporte, impulsión, elevación y movimiento.

Un sistema de transmisión de potencia debe ser seleccionado basándose en factores tales como la potencia a transmitir, la velocidad necesaria en la transmisión y otros factores varios como el mantenimiento requerido, limitaciones y condiciones de espacio y los costos generales con respecto a los diversos sistemas posibles. Entre los elementos de transmisión de potencia más comunes se encuentra la transmisión por correas - poleas, cadenas - ruedas dentadas, cable – tambor y engranajes en general.

En el sistema actual de brazo mecánico nos encontramos con condiciones de carga ligera, es decir, que no se necesita de una potencia elevada para realizar el trabajo ya que los elementos involucrados se reducen al brazo, el cual está elaborado en tubería de aluminio de 4 metros de extensión, soporte de acero y reductor de velocidad; para este caso se ha escogido un sistema de transmisión por correas trapezoidales y poleas acanaladas. Esta por ser una transmisión flexible nos permite absorber vibraciones y choques provenientes del motor y que

sólo un poco de ellas sean transmitidas al eje conectado, esta transmisión es silenciosa y bajo condiciones favorables de mantenimiento nos ofrecen una larga vida útil sin daños, además que es bastante fácil de reemplazar en caso de daño y de costo relativamente bajo.

Los elementos utilizados para la transmisión de potencia en sistema de talanquera pueden apreciarse en la siguiente figura.

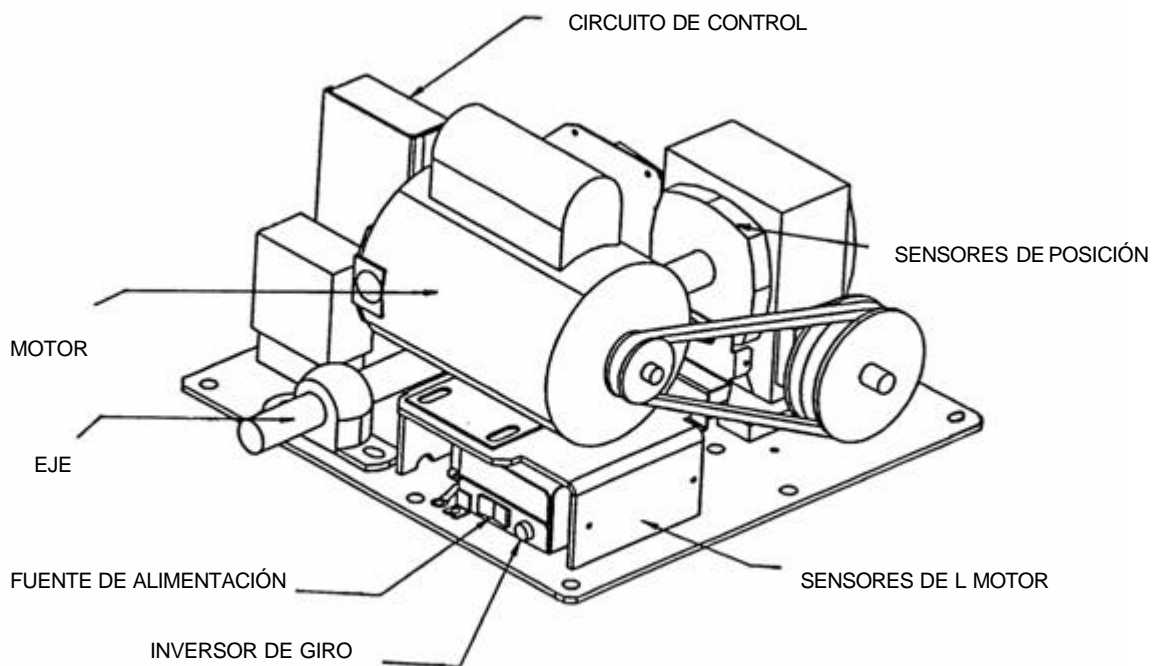


FIG. 3.1 Elementos internos del sistema de brazo.

### 3.1 Fundamentos básicos

A continuación se detallará la teoría básica de las principales partes que conforman la parte mecánica del sistema para entender mejor su funcionamiento, importancia, selección, diseño y mantenimiento.

#### 3.1.1 Motor eléctrico y sus partes

Se conoce como motor eléctrico a todo dispositivo que pueda transformar energía eléctrica en energía mecánica.

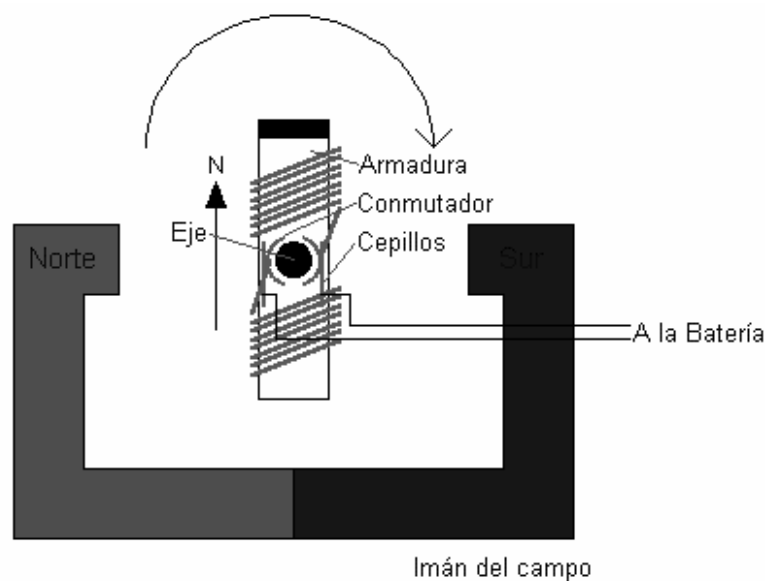


FIG. 3.2 Partes internas del motor eléctrico.

El funcionamiento de un motor eléctrico se basa en el efecto que produce un campo magnético sobre una corriente eléctrica que transita por un conductor, esta corriente eléctrica es capaz de producir un campo magnético, y un campo magnético externo puede ejercer una fuerza sobre los electrones que componen la corriente eléctrica que transita por el conductor, lo que quiere decir, que al ejercer un campo magnético sobre una corriente se verificarán dos fenómenos, el campo magnético producido por la corriente y la fuerza ejercida sobre esta por acción de un campo magnético externo. Si colocamos un hilo conductor de energía eléctrica en el campo magnético de un imán, de tal manera que quede situado de manera perpendicular a sus líneas de fuerza. En el momento en que la corriente transite, el hilo conductor se moverá de manera perpendicular a la dirección de la corriente y de las líneas del campo magnético. Si la corriente transita en el otro sentido, el movimiento será invertido también. Si este hilo conductor tiene forma de lazo que pueda moverse libremente y que la corriente entre por un extremo del hilo y salga por el otro y el campo se ejerza por dos imanes opuestos el uno del otro a lado y lado del lazo entonces se provocará un giro por las fuerzas opuestas ejercidas sobre cada lado del lazo y se detendría cuando las fuerzas lleguen a un equilibrio, si el sentido de la corriente cambiara cada vez que llegara a este estado de equilibrio el giro sería continuo. El cambio de sentido de la corriente se consigue al conectar el hilo a unos contactos conocidos como delgas, estos encargados de hacer contacto con los polos positivo y negativo de la corriente. En el caso en que el lazo se encontrara completamente perpendicular a las fuerzas magnéticas en el momento de conectar la corriente el giro no daría inicio, luego esto se corrige al

colocar tres lazos en vez de uno, entonces al menos dos de ellos estarán en posiciones adecuadas para dar inicio al movimiento giratorio.

Las diversas partes del motor eléctricos están diseñadas para aprovechar al máximo los fenómenos detallados anteriormente y facilitar su uso, a continuación las estudiaremos con más detalle.

- **Carcasa:** Su fabricación es por lo general en acero y su diseño y tamaño varían de acuerdo a la potencia nominal que maneja el motor, la carcasa ofrece protección a las partes internas del motor y permite una ventilación a las mismas por medio de orificios de ventilación.
- **Imanes:** Los materiales en que estos son elaborados son el acero y cobalto, amantándolos luego de ser vaciados en forma líquida en moldes para lograr mayor densidad; a mayor densidad del imán el campo magnético será mayor y por lo tanto el par de arranque aumentará, pero la velocidad se verá disminuida. Cuando los imanes se someten al calor pierden fuerza magnética, esto es reversible a menos que el calentamiento sea excesivo.
- **Cabezal:** Este está dispuesto para disipar el calor generado en el movimiento, entre más piezas metálicas este posea la disipación será mayor.

- Escobillas: Los materiales más tradicionales para su fabricación son el grafito, cobre y plata. Su diseño tiene como objetivo permitir el tránsito de fuertes corrientes eléctricas y tengan una auto lubricación que permita el rozamiento con el colector sin efectos de sobre calentamiento. El grafito utilizado en su fabricación es el responsable de la lubricación y de la resistencia a la corriente eléctrica, el cobre permite mayor potencia y la plata se utiliza en cantidades de 0 a 15% permitiendo mayores revoluciones y menor par de acuerdo a su proporción.
- Muelles: Estos son diseñados con el fin de garantizar el contacto físico entre el conmutador y las escobillas mientras el conmutador se encuentra girando. Las propiedades del motor dependen enormemente de la presión que ejercen los muelles. Los muelles pueden dividirse en dos grupos, en blandos y duros. Los muelles blandos ejercen una fuerza inferior y por lo tanto menor fricción, traducida en una resistencia menor de giro del inducido y mayor velocidad angular a menor consumo de corriente. La desventaja de estos muelles es que pueden permitirle rebote de la escobillas al acelerarse y producir chispas capaces de arrancar cobre del conmutador. Los muelles duros hacen que las escobillas se mantengan pegadas al conmutador, produciendo mayor fricción.
- Inducido: El material utilizado en su fabricación es el hierro dulce. Para su correcto funcionamiento se realiza el bobinado de los hilos en cada uno de los tres polos que posee y luego son soldados. La parte externa del

inducido se denomina *coraza* y allí se encuentra el bobinado de los hilos, la coraza esta conformada de finas láminas aisladas para evitar la pérdida de energía. Para que un inducido sea de óptima calidad debe seleccionarse un buen hilo para el bobinado, este por lo general es hecho de cobre con una fina capa aislante para evitar cortocircuitos. Las limitaciones de espacio y peso, indican que la cantidad de aislante debe ser mínima, pero suficiente para resistir las temperaturas elevadas, la longitud del hilo también debe ser pequeña al máximo y así reducir la resistencia y la masa a girar, por lo tanto se recomienda bobinar a mano, para ejercer una tensión máxima al hilo. El realizar un bobinado simple es difícil por el grosor del hilo a utilizar, este es muy rígido para realizarlo a mano. Es mucho más fácil realizar el bobinado con hilo doble, triples y cuádruples. El bobinado realizado a máquina utiliza más que todo hilo simple, pero para secciones de dimensiones razonables, esto no lo hace muy eficiente.

- **Arandelas:** Estas sirven para prevenir que el inducido presente movimientos ascendentes y descendentes y al centrarla en el campo magnético evitan que los rodamientos se gasten de manera prematura. Los materiales más utilizados son el teflón y el aluminio.
- **Rodamientos:** Estos deben ser seleccionados de alta calidad y resistentes a las altas temperaturas que se presentan en un motor. La tolerancia debe ser mínima y en caso de daño impiden el giro del conmutador.

Los motores seleccionados para el sistema de brazo son motores eléctricos, monofásicos, 110 voltios, potencia nominal de  $\frac{3}{4}$  HP, 1800 RPM y 3500 RPM para los dispositivos de acceso y salida respectivamente.

### **3.1.2 Correas de transmisión**

Las correas utilizadas en la transmisión de potencia y movimiento son elaboradas en materiales como el cuero y el caucho natural o sintético. Para el sistema actual utilizamos correas trapezoidales que poseen materiales internos distribuidos de forma tal que soportan la tracción inicial, la presión lateral y la flexión repetida. La capa resistente a la tracción inicial se elabora generalmente de cordón o tela, la capa resistente a la presión lateral es de caucho sintético o natural.

Las poleas utilizadas con las correas trapezoidales son denominadas *poleas acanaladas* o *poleas de garganta*, estas poleas vienen especificadas de acuerdo al tipo de sección de la correa trapezoidal a utilizar en la transmisión.



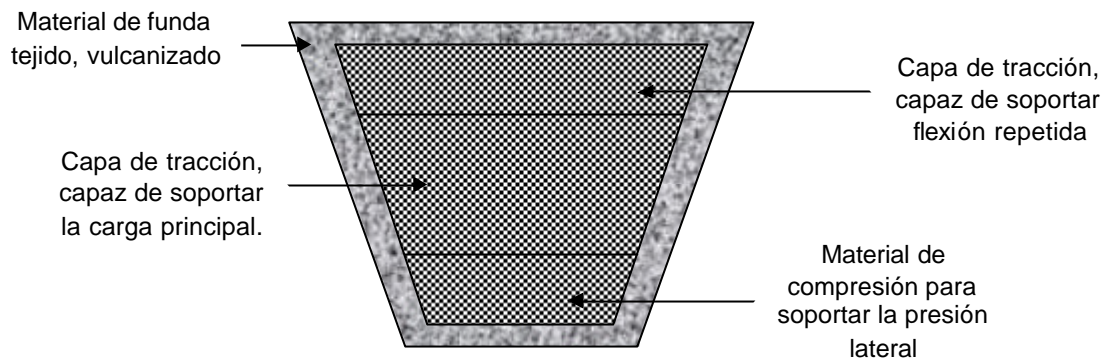


FIG. 3.3 Conformación interna de una correa trapecoidal.

Las secciones transversales de las correas trapecoidales se clasifican en secciones A, B, C, D y E de acuerdo a la potencia de proyecto y la velocidad que vaya a transmitir la correa.

Los elementos involucrados en una transmisión de potencia por correa – polea son ilustrados en la siguiente gráfica:

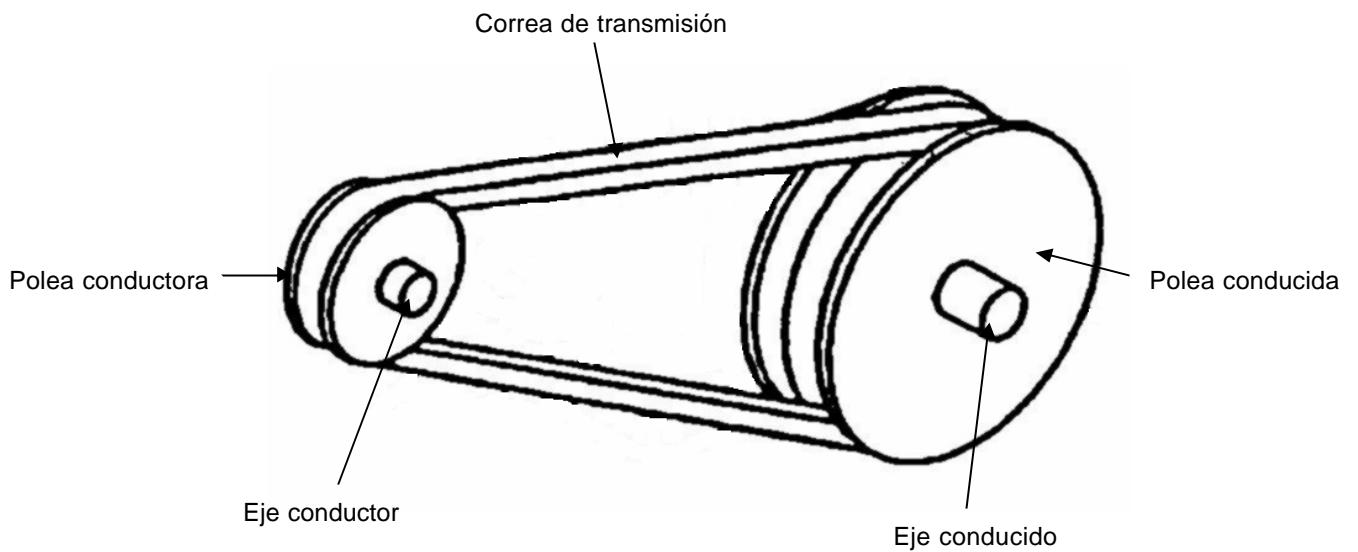


FIG. 3.4 Transmisión de potencia por correa – polea.

### 3.1.3 Reductor de velocidad

En un sistema de transmisión de movimiento, existe siempre un concepto que se define como relación de transmisión del mecanismo, este es el cociente de las velocidades de giro de los ejes:

$$i = \omega_{\text{resistente}} / \omega_{\text{motor}}$$

donde

$i$ : Relación de transmisión.

$\omega$  *resistente* : Velocidad de giro del árbol resistente.

$\omega$  *motor* : Velocidad de giro del árbol motor

Esta magnitud, por definición, es adimensional. En los casos en que la relación de transmisión es mayor que 1, el árbol resistente gira más rápidamente que el motor, y se dice que el sistema es *multiplicador*. El momento de torsión, sin embargo, es menor. Cuando pasa lo contrario, el sistema se llama *reductor*. Además de determinar las velocidades de giro, la relación de transmisión permite el aumento del momento resistente para una potencia determinada del árbol motor.

Existen diversas formas de transmitir potencia, pero en el caso de un reductor de velocidad el principal objetivo es la relación de velocidades que este maneja, existen diversos tipos de reductores, clasificados de acuerdo a su diseño, sus componentes y distribución de partes internas.



REDUCTOR COAXIAL DE UN TREN DE ENGRANAJES



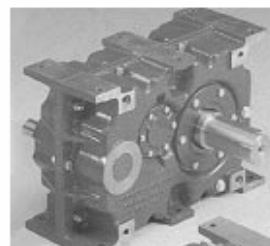
REDUCTOR DE TORNILLO SIN FIN



REDUCTOR COAXIAL



REDUCTOR PENDULAR DE ENGRANAJES



REDUCTOR DE EJES PARALELOS

FIG. 3.5 Tipos comerciales de reductores de velocidad.

Los reductores de velocidad son fabricados por lo general por medio de sistemas de engranajes cilíndricos, cónicos y configuraciones de tornillos sin fin y corona, este ultimo ofrece grandes relaciones y capacidad de transmisión.

Un reductor de tornillo sin fin y corona se compone de un tornillo cilíndrico o hiperbólico y de una rueda (corona) de diente helicoidal cilíndrica o acanalada. Es muy eficiente, dado que una vuelta del tornillo provoca un pequeño giro de la corona. Este tipo de reductor tiene muchas pérdidas por roce entre dientes, esto

obliga a utilizar metales de bajo coeficiente de roce y una lubricación abundante, se suele fabricar el tornillo (gusano) de acero y la corona de bronce.

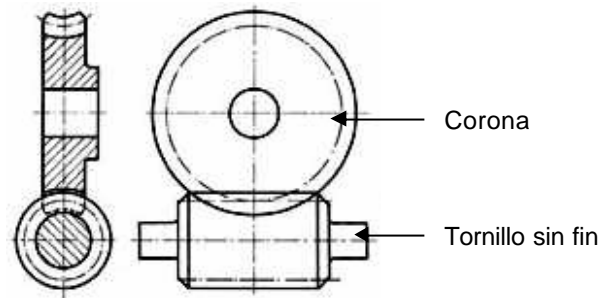


FIG. 3.6 Tornillo sin fin y corona

En la fabricación de reductores de velocidad de tornillo sin fin y corona se acostumbra a utilizar carcasas protectoras y cámara de aceite para lubricar el mecanismo sumergido en él y aliviar las altas temperaturas y el desgaste producido por la fricción.

### 3.2 Diseño del sistema de transmisión de potencia

*Determinación de la potencia a transmitir.*

Se necesita hacer girar un brazo mecánico para permitir el acceso de automóviles, con un ángulo de barrido de 90°, este brazo está constituido por una tubería de aluminio de 4 metros de largo y un diámetro de 1 ¼ in.

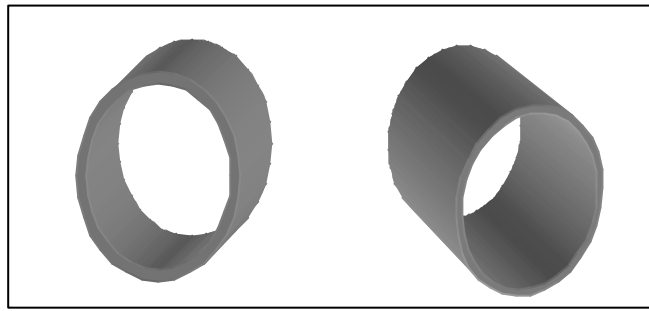


FIG. 3.7 Tubería de aluminio de 1 ¼ in y 3mm de espesor.

Para determinar el peso de la tubería que va a conformar el brazo mecánico acudimos a la siguiente formula:

$$W = \rho \cdot g \cdot V$$

Donde

W : Peso [N]

$\rho$  : Densidad [kg/m<sup>3</sup>]

g : Aceleración gravitatoria [m/s<sup>2</sup>]

V: Volumen [m<sup>3</sup>]

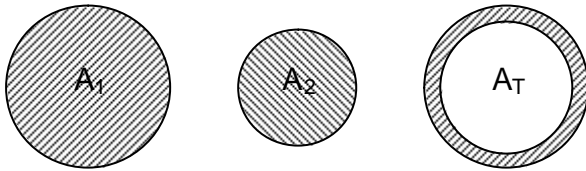
El volumen se determina de la siguiente manera:

$$v = A_T \cdot L$$

Donde

$A_T$ : Área total o Sección transversal de la tubería. [ $m^2$ ]

L: Largo de la tubería. [m]



Pero:

$$A_T = A_1 - A_2$$

Tenemos entonces que:

$$A_1 = \pi D^2/4 = (3.1416)(0.03175m)^2/4 \quad ; \quad A_1 = 0.00079m^2$$

$$A_2 = \pi D^2/4 = (3.1416)(0.02575m)^2/4 \quad ; \quad A_2 = 0.00052m^2$$

$$A_T = A_1 - A_2 = 0.00079m^2 - 0.00052m^2 \quad ; \quad A_T = 0.00027m^2$$

Luego el volumen es igual a,

$$V = (0.00027m^2)(4m) = 0.00108m^3$$

$$V = 0.00108m^3$$

La densidad del aluminio es  $\rho$ :  $2740.31 \text{ kg/m}^3$  y el valor de la aceleración de la gravedad  $g$ :  $9.81 \text{ m/s}^2$ , por lo tanto el peso queda determinado de la siguiente forma:

$$W = (2740.31)(9.81)(0.00108) \quad ; \quad W = 29.86 \text{ N}$$

Una vez hallada la carga producida por el brazo, se determina el Torque producido por este desde su punto de apoyo.

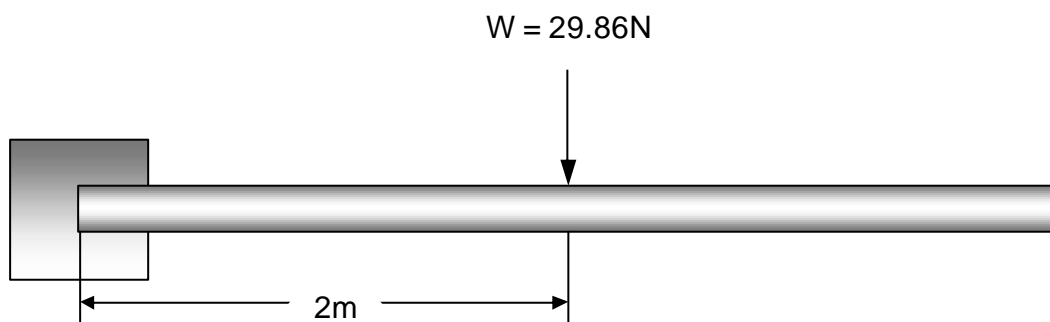


FIG. 3.8 Punto de acción del peso y longitud del brazo de Torque.



Entonces tenemos que:

$$T = W.b$$

Donde

T: Torque [N\*m]

W: Peso [N]

b: Brazo [m]

$$T = (29.03)(2) \quad ; \quad T = 58.06 \text{ N*m}$$

Luego, la potencia puede ser calculada con la relación del Torque y la velocidad angular en que girará el brazo.

$$P = T.n$$

Donde

P: Potencia [HP]

T: Torque [N\*m]

n: Velocidad angular [rev/s]

Tenemos que:

$$P = T.n$$

$$T = 58.06 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$n = 0.15 \text{ rps}$$

Esta revolución fue obtenida con base a los demás diseños ya montados.

Remplazando, tenemos que:

$$P = (58.06)(0.15) = 8.71 \text{ watts}$$

$$\mathbf{P = 0.012HP}$$

Esta potencia a transmitir estará limitada por la carga producida por el peso de la tubería, y por la oposición por fricción que se presenta en el reductor de velocidad, el peso de los demás accesorios, luego, se deben utilizar dispositivos capaces de proporcionar esta potencia con un factor de seguridad que contemple los factores expresados anteriormente.

Para este proyecto seleccionamos motores monofásicos de  $\frac{3}{4}$  HP por ser bastante comerciales y poder satisfacer las necesidades de trabajo pesado a los que se someterá al encontrarse operando en un espacio cerrado, con consideraciones de

trabajo continuo facilidades de hacerle las adaptaciones electrónicas necesarias referente a la inversión de giro.

Al tener un sistema motor capaz de proporcionar la potencia necesaria para movilizar el sistema, necesitamos de la selección de adecuados elementos de transmisión de potencia.

#### *Selección de los elementos de transmisión*

Un sistema de brazo mecánico o talanquera se caracteriza por su sencillez, fácil manejo y trabajo silencioso, la potencia que debe ser transmitida luego, los elementos ideales para la transmisión, correas y poleas. Las ventajas que estos elementos ofrecen ya fueron expuestas anteriormente en el presente documento y tan sólo falta seleccionar que tipo de correas y poleas son ideales para nuestras condiciones de trabajo.

Para el acceso tenemos un motor de 1800 R.P.M. y  $\frac{3}{4}$  HP, las dimensiones que debemos alcanzar en la caja de control deben ser pequeñas, luego empezaremos asumiendo los mínimos diámetros de polea sugeridos en el capítulo 17 del libro *Diseño Mecánico* de Faies.

$D_1 = 3 \text{ in.}$  ; Diámetro de la polea motora.

Para no sobrepasar las limitaciones de espacio que tenemos como objetivo, trabajaremos con una *relación de velocidades*,  $M_w$ , igual a dos, así la polea conducida tendrá el doble del diámetro de la conductora y la velocidad será reducida a la mitad.

El movimiento del brazo será limitado por finales de carreras dispuesto de tal forma que permitan que este sólo barra un ángulo de  $90^\circ$ , la inercia con que este llegue a la cámara de accionamiento debe ser pequeña, por lo tanto nos interesa que la velocidad sea bastante baja, y nos interesa no sólo transmitir potencia y movimiento sino también reducir la velocidad de giro.

Los finales de carrera están dispuestos de una forma especial cerca de la salida del reductor de velocidad, pues se aprovecha el giro lento del eje de salida para adaptarle unas cámaras previamente dispuestas de modo tal accionen los finales de carrera a los  $90^\circ$  desde la posición horizontal a la vertical.

Estos finales de carreras están conformados por interruptores de rodillo y las cámaras que los accionan, están diseñadas con el objetivo de activarlos de manera suavizada, no obstante es muy importante que la acción no sea brusca desde la fuente del movimiento, es decir del eje de salida del reductor.

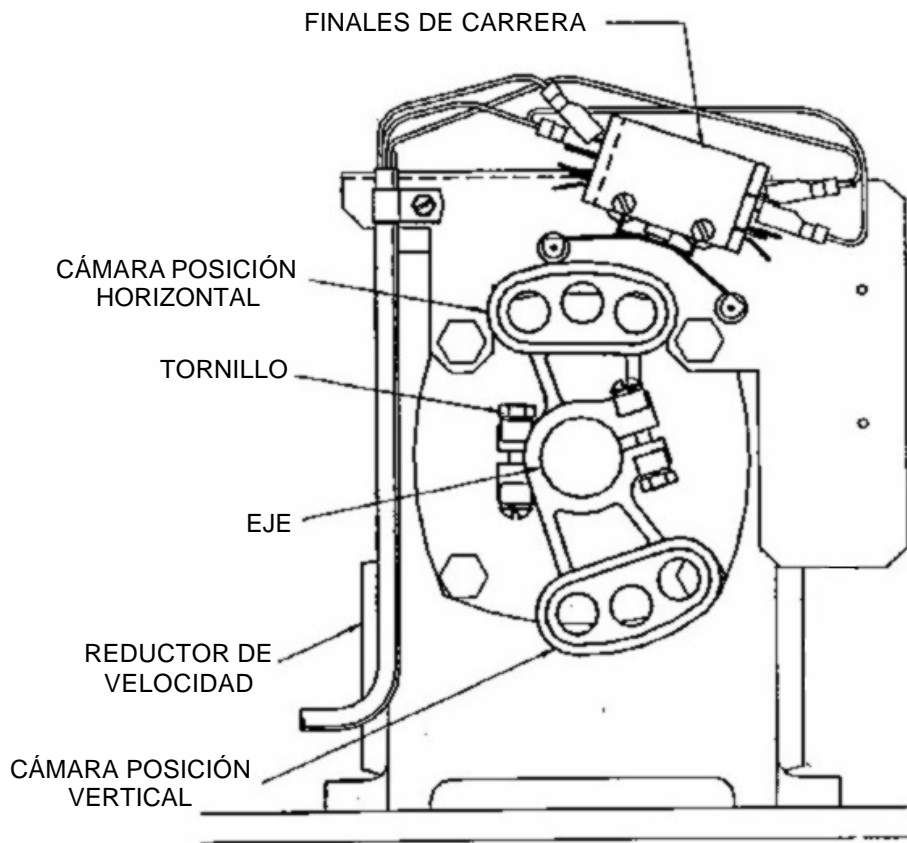


FIG. 3.9 Finales de carrera y cámaras vertical y horizontal

Los diámetros de las poleas a trabajar tentativamente serán:

$$D_1 = 3 \text{ in.}$$

$$D_2 = 6 \text{ in.}$$

Luego la velocidad en minutos,  $V_m$ , estará definida de la siguiente forma:

$$V_m = \frac{\pi D_1 n}{12} = \frac{(3.1416)(3\text{in})(1800\text{rpm})}{12} = 1413.7\text{ft/min}$$

Calculo de la distancia mínima entre centros.

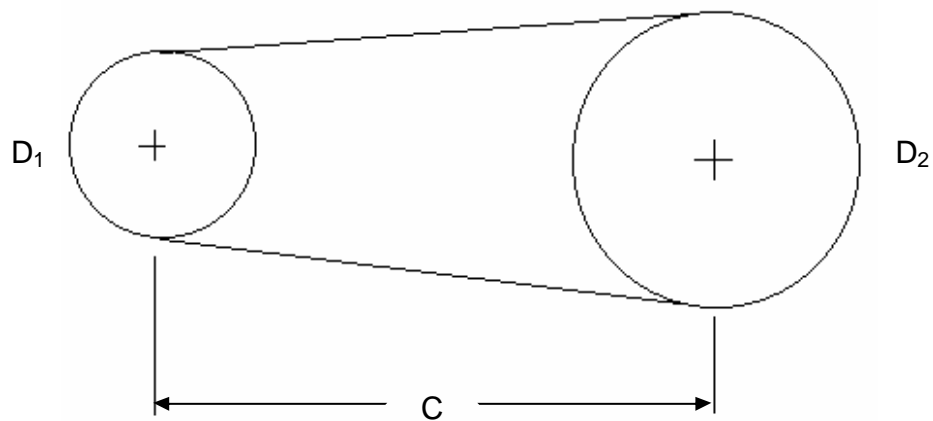


FIG. 3.10 Distancia entre centros.

La distancia mínima entre centros,  $C_{min}$ , recomendada para que la transmisión sea duradera y funcione óptimamente está definida de la siguiente manera.

$$C_{min} = \frac{D_1 + D_2}{2} + D_1 = \frac{3in + 6in}{2} + 3in = 7.5in$$

Calculo de la longitud de la correa

Para determinar la longitud de correa necesaria para la transmisión acudimos a la siguiente formula extraída del capítulo 17 de libro Diseño Mecánico de Faies:

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

Asumimos una distancia entre centros de 20cm, ideales para el espacio que queremos manejar.

$$C = 20cm = 7.87in$$

Al reemplazar los valores en la formula anterior obtenemos un valor de longitud de correa igual a:

$$L = 30.15in.$$

Normalización de la longitud de la correa.

De acuerdo a la tabla 17.3 extraída del capítulo 17 del libro Diseño Mecánico de Faired, **anexo #1**, encontramos las siguientes dimensiones de correa normalizadas.

Correa A31 ; L = 32.3in (82cm)

Correa B35 ; L = 36.8in (93.4cm)

Para seleccionar la correa ideal para la transmisión de potencia comparamos las potencias nominales de cada correa.

Para hallar las potencias nominales de cada correa acudimos a la siguiente fórmula de capacidad de transmisión de una correa trapezoidal.

$$P_{\text{Nom}} = \left[ a \left( \frac{10^3}{V_m} \right)^{0.09} - \frac{c}{K_d D_1} - e \frac{V_m^2}{10^6} \right] \frac{V_m}{10^3}$$

Para determinar el factor  $K_d$ , determinamos la relación  $D_2/D_1 = 1.733$ , luego en la tabla 17.4 extraída del capítulo 17 del libro Diseño Mecánico de Faired, **anexo #2**, encontramos el valor del factor.



$$K_d = 1.12$$

Los valores de las constantes a, c, y e, de la tabla 17.3, extraídos del capítulo 17 del libro Diseño Mecánico de Faires, **anexo #1**. se detallan a continuación.

<b>Correa A</b>	<b>Correa B</b>
a = 2.684	a = 4.737
c = 5.326	c = 13.962
e = 0.0136	e = 0.0234

Las potencias nominales resultantes luego de reemplazar los valores correspondientes de cada correa dan como resultado los siguientes valores:

$$P_{\text{nom A}} = 1.3\text{HP}$$

$$P_{\text{nom B}} = 0.56\text{HP}$$

Por lo tanto escogemos la correa A31 con longitud de 32.3in (82cm), una distancia entre centros corregida de 8.96in (22.757cm), poleas acanaladas de 3in y 6in y una relación de velocidad de 2. La correa tipo A es de sección más sencilla y en este caso tiene mayor capacidad de transmisión de potencia para nuestras condiciones de trabajo, por lo tanto la utilizaremos para nuestro proyecto.

### 3.3 Diseño y selección del reductor de velocidad

Para el diseño del reductor de velocidad debemos tener en cuenta las consideraciones de espacio y la relación de velocidades deseada. Hasta el momento se ha obtenido una reducción de velocidad de 1800 rpm a 900 rpm por la relación de los diámetros de las poleas en la transmisión de potencia.

Deseamos una velocidad de 9 rpm en la salida del reductor para el dispositivo de acceso por lo tanto la relación de salida del reductor debe ser de 100:1, lo ideal sería obtener esta reducción con un mecanismo de tornillo sin fin y corona, ya que estos son bastante eficientes y se pueden obtener grandes relaciones, pero el tamaño de un reductor con esta relación con un mecanismo de tornillo sin fin simple sería muy grande por lo tanto procederemos a escoger un reductor de ejes paralelos.

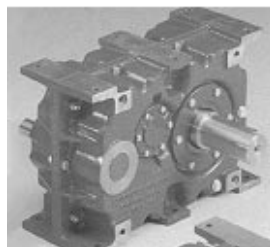


FIG. 3.11 Reductor de velocidad de ejes paralelos.

Los reductores de ejes paralelos son reductores que poseen dos mecanismos de tornillo sin fin y corona con relaciones iguales que se multiplican internamente para conseguir una resultante de salida como en este caso de 100:1, para esto la relación en que se encuentra cada mecanismo es de 10:1 y se encuentran cruzados.

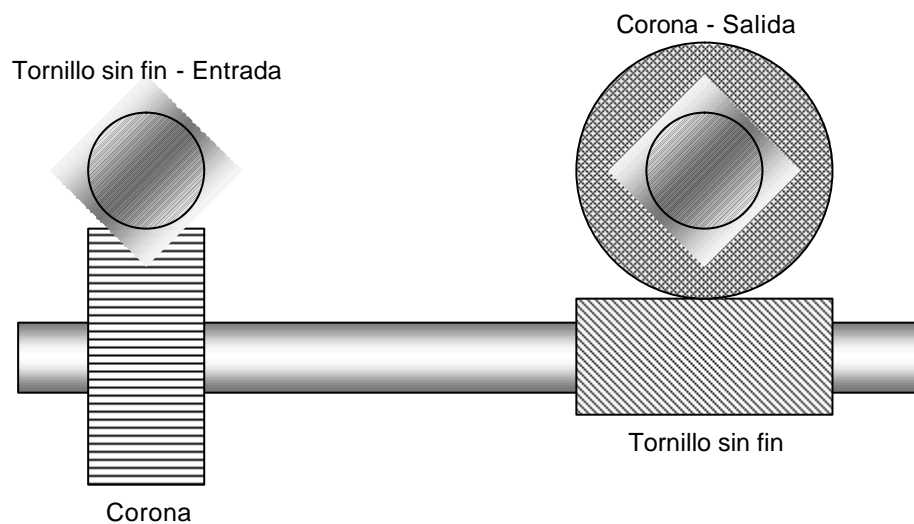


FIG. 3.12 Configuración interna del reductor de velocidad de ejes paralelos.

El reductor de velocidad posee tornillos sin fin de acero endurecido y ruedas de bronce fosforado, dientes de evolvente de  $14.5^\circ$ , cada tornillo sin fin y rueda tiene una distancia entre centros de eje de 4in, relación de 10:1.

## 4. SISTEMA GENERAL DE CONTROL AUTOMÁTICO

### 4.1 Sistema electrónico de control

Este sistema puede ser visualizado de manera general en el diagrama de bloques que se muestra a continuación:

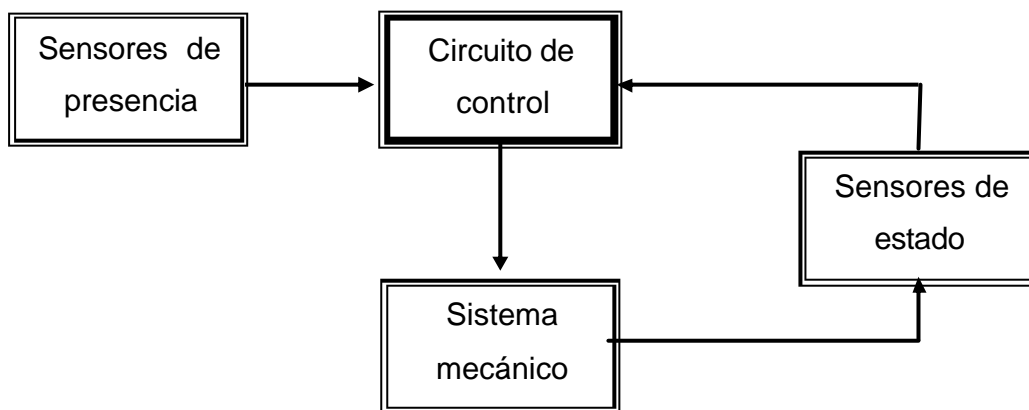


Fig. 4.1 Diagrama de bloques del sistema.

El sistema de control de entrada y salida de automóviles se encuentra apoyado por un dispositivo de control que tiene como función primordial determinar el estado de los sensores antes de ejecutar cualquier acción como detectar la presencia de vehículos y detectar el estado del brazo o talanquera.

#### **4.1.1 Circuito control**

Este circuito es el encargado del control del sistema, está compuesto básicamente por un dispositivo llamado microcontrolador, el cual es un circuito integrado, que tiene características especiales como una unidad central de procesos (CPU), memoria y periféricos de entrada y salida.

La ventaja que ofrece este elemento es la función de programación ya que esta permite una flexibilidad en el momento de hacer control, por lo tanto, con un mismo montaje se pueden variar las funciones del sistema sin necesidad de cambiar los elementos y mecanismos que lo componen, luego la atención se concentra sólo al proceso de programación.

El dispositivo empleado es un microcontrolador PIC16 F877 de la empresa MICROCHIP el cual tiene las siguientes características:

- Capacidad de memoria 8k.
- Memoria EPROM.

- Cinco puertos de entrada y salida.
- Velocidad de operación 20Mhz.
- Transmisión y recepción de datos sincrona y asíncrona.
- Rango de voltaje operación 2.2V a 5.5V.
- Consumo máximo de corriente 25ma.
- Un converso análogo digital multicanal de 10 bit.

El entorno de programación está basado en un lenguaje de bajo nivel llamado ensamblador para PIC desarrollado por la misma empresa, todo esto es manipulado por un software llamado MPLAB el cual incorpora las funciones de compilación, simulación y traducción al lenguaje de máquina.

#### **4.1.2 Sensores de presencia**

Estos elementos son los encargados de detectar la presencia de un vehículo y están dispuestos de forma tal que un grupo de sensores colocados en la parte anterior del acceso detecta cuando el vehículo se acerca al brazo y otro grupo colocado en la parte posterior indica cuando el vehículo ha pasado por completo de las zonas donde se encuentra el brazo.

La elección de estos sensores se hizo teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que ofrecen otros sensores para la misma aplicación:

Al utilizar sensores inductivos se presenta el problema que el vehículo tiene que pasar lo más cercano posible al sensor (alrededor de 8 mm) para poder ser detectado, los sensores infrarrojos presentan un problema para vehículos motorizados ya que proporcionan una señal falsa de la presencia del automotor, en cambio los sensores de ultrasonido brindan la ventaja de poder ajustar la distancia a la cual se debe detectar el vehículo, tienen un área de cobertura bastante amplia y pueden detectar cualquier objeto indistintamente de que sea metálico o no.

Los sensores ultrasónicos son simplemente un par de elementos, uno de ellos es el transmisor y el otro el receptor. Los sensores utilizados son de referencia RD25K2 D24K2.

Su funcionamiento está apoyado por el fenómeno de reflexión de las ondas sonoras.

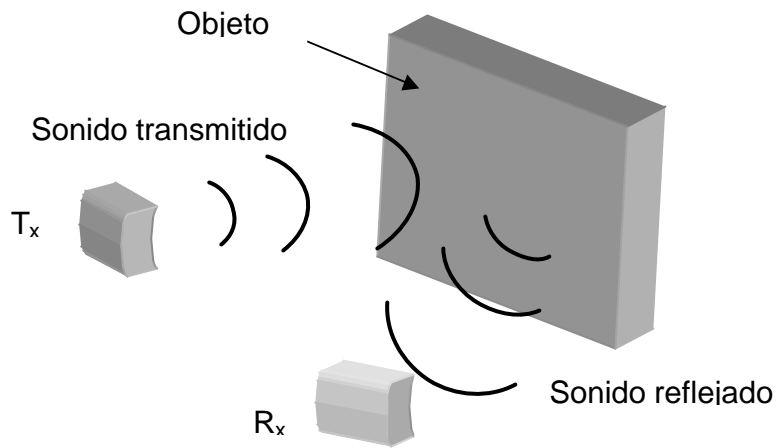


Fig. 4.2 Fenómeno de reflexión.

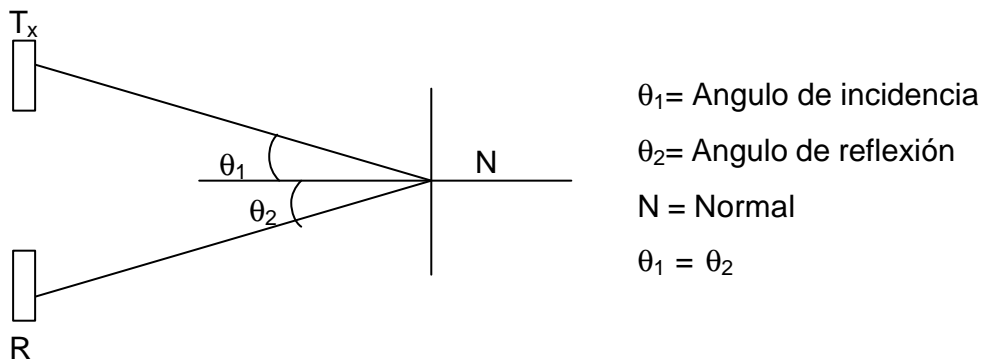


Fig. 4.3 Angulo de incidencia y de reflexión.

En el gráfico anterior se observa el fenómeno de reflexión, la señal transmitida por el elemento  $T_x$  viaja por el aire y al encontrar un obstáculo esta señal es reflejada y luego es captada por el elemento receptor  $R_x$ .

Es de resaltar la característica esencial de que el ángulo de incidencia del sonido con respecto a la normal es igual al ángulo de reflexión del sonido con respecto a



la normal; es posible saber la distancia si conocemos la velocidad del sonido y el tiempo que tarda en ir y regresar la señal con la siguiente fórmula.

$$x = v \times t$$

En condiciones normales el sonido tiene una velocidad de 340m/s sólo faltaría hallar el tiempo que tarda la señal en ir y venir.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es la direccionalidad del sonido, el rango de frecuencias en donde se encuentran los sonidos audibles está comprendido entre 20hz - 20khz y los ultrasónicos están entre 20khz-100khz, a medida que se va aumentando la frecuencia la señal de sonido se vuelve más direccional, por lo tanto trabajamos en el rango del ultrasonido, ya que podríamos apuntar un haz hasta el objetivo y por su reflexión saber dónde está y a que distancia se encuentra.

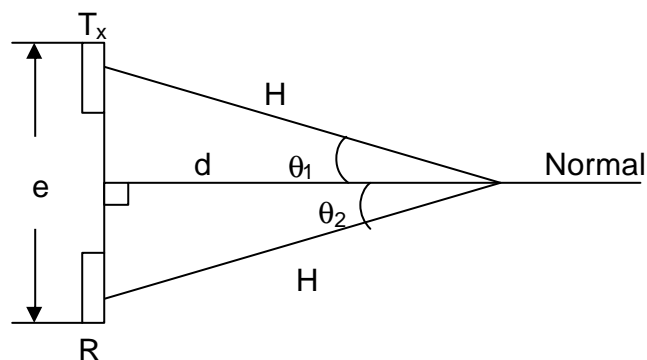


Fig. 4.4 Análisis de las distancias.

Es necesario anotar que entre más cerca estén los sensores las distancias H y d tendrán prácticamente el mismo valor y se podría descartar el análisis trigonométrico del sistema.

El tiempo que tarda la señal en ir y venir es el doble del tiempo que tardaría al recorrer la distancia buscada una sola vez por lo tanto habría que dividir entre dos.

Los dispositivos electrónicos colocados en el sistema permiten que se efectúe la transmisión a 20khz, y para el dispositivo  $R_x$  la función es la de adecuar o acondicionar la señal para que ésta pueda ser interpretada por la unidad de control. En el anexo se muestra diagrama del circuito.

En las pruebas efectuadas se pudo analizar que para distancias menores a 70 cm el objeto a detectar puede inclinarse máximo un ángulo de 10 grados sin pérdida de señal; entre más lejos esté más estricta se va volviendo la reflexión.

#### **4.1.3 Detección del objeto (sistema control)**

En el momento en que los sensores están conectados al dispositivo de control este envía tres señales consecutivas de 20Khz, luego de esto se empieza a contabilizar el tiempo. Cuando la señal reflejada llega al dispositivo o receptor esta

es amplificada y luego llevada al microcontrolador, al detectar la señal se detiene el conteo y se calcula la distancia, si la distancia medida está por debajo de 1.5 metros se considera un vehículo; de lo contrario no.

La forma de calcular la instancia es la siguiente:

$$x = \frac{v \times t}{2} = \frac{340 \times t}{2}$$

Por ejemplo, para un obstáculo que presenta un tiempo 4196ms la distancia aproximada es de 70 centímetros.

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS

### 4.2.1 Receptor ultrasónico

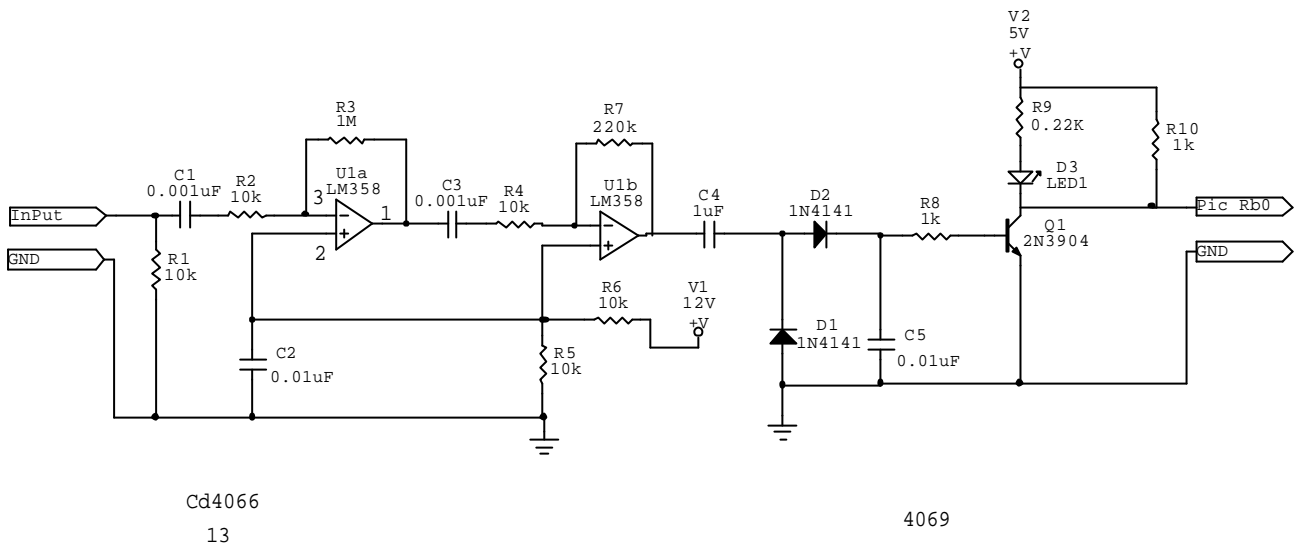


Fig. 4.5 Diagrama electrónico del receptor de señales de ultrasonidos.

El receptor ultrasónico es el circuito encargado de captar la señal de ultrasonido, amplificarla, detectarla para luego ser llevada al microcontrolador.

Se pueden identificar tres partes en el receptor:

- Circuito de amplificación.
- Circuito detector.
- Circuito de salida.

El circuito de amplificación contiene dos amplificadores inversores conectados en cascada, el primer amplificador está compuesto por C1, R1, R2, U1a, cuya ganancia es de 100, la ganancia se puede variar modificando los valores de las resistencias R1 y R2; el segundo amplificador está constituido por C3, R4, y R7, la ganancia al igual que el anterior circuito está dado por R4 y R7, la ganancia de este amplificador es de 22; hay que resaltar que cuando se tiene dos amplificadores conectados en cascada este se puede reemplazar por uno solo, con una ganancia equivalente al producto de las ganancias de cada uno de los amplificadores inversores.

La red compuesta por R5, R7, C2, proporcionan un voltaje de offset a los amplificadores, el valor de este voltaje es de 6V.

El circuito compuesto por los componentes D1, D2, C4, C5 permiten detectar los tres pulsos enviados por el transmisor, la sensibilidad del circuito se puede ajustar variando el valor de C4.

Cuando la señal de ultrasonido es detectada el transistor Q1 es activado, proporcionando cero voltios al diodo indicador LED1 permitiendo que este se encienda, como el microcontrolador será conectado a través del pin Rb0, un valor de cero voltios le indican al microcontrolador que se ha recibido una señal; cuando el circuito no está recibiendo señal el transistor es desactivado dando como consecuencia que el led LED1 se apague y el microcontrolador vea un estado alto indicándole que no hay señal.

Con el fin de economizar componentes se diseñó un circuito multiplexor; un multiplexor es aquel que puede seleccionar cualquiera de varias entradas, y comunicar a una línea común de salida, con este elemento se pueden tener dos sensores funcionando con el mismo receptor de ultrasonido como se muestra en el diagrama de bloques:

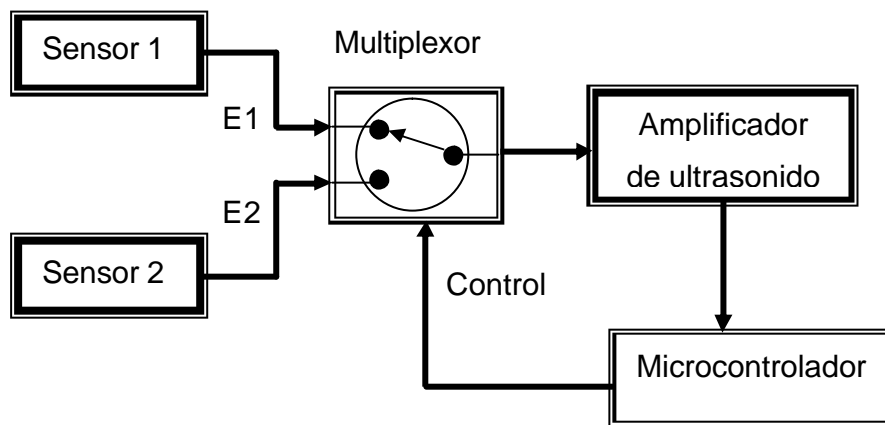


Fig. 4.6 Funcionamiento del multiplexor.

Cuando se quiere recibir la señal de ultrasonido por el sensor 1 es necesario enviarle al multiplexor un pulso de control para seleccionar el sensor 1; el microcontrolador es el encargado de decidir con que sensor trabajar. El dispositivo que permite hacer multiplexación es el 4066 el cual es un circuito integrado de tecnología CMOS, esta compuesto por cuatro interruptores bidireccionales semiconductores, cada interruptor dispone de un pin de control.

El circuito utilizado en nuestro proyecto se muestra a continuación:

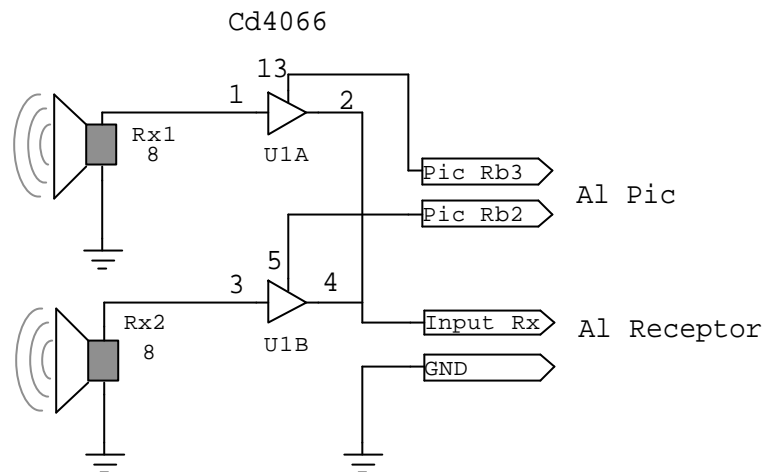


Fig. 4.7 Diagrama electrónico del multiplexor.

Los pines de salida de los interruptores están unidos, estos son llevados al circuito receptor de ultrasonido; los pines de control que corresponden a los valores 5 y 13 son llevados independientemente al microcontrolador (Rb2, Rb3), estos permiten seleccionar con que sensor se va a trabajar, por ejemplo, si se quiere recibir la señal por el sensor 1 el microcontrolador debe activar el pin Rb3 Y deshabilitar el pin Rb2 en este caso proporcionándole un voltaje de cero voltios (estado bajo).

El terminal designado como Input Rx será conectado a la entrada del circuito receptor mostrado en la figura 1, hay que resaltar que al momento de la

elaboración de los circuitos impresos este debe hacerse con mucho cuidado ya que el circuito tiene una gran ganancia de amplificación, característica que lo hace muy sensible al ruido, por esto en el diseño del circuito impreso se debe hacer un buen blindaje de tierra (masa) con el fin de evitar estos problemas, además el cable que se debe utilizar para los sensores debe ser blindado.

#### 4.2.2 Circuito transmisor

Gran parte del alcance del sistema (distancia máxima que puede captar un objeto), depende del transmisor ya que este es el encargado de proporcionar la suficiente potencia para excitar a los dispositivos traductores de ultrasonido.

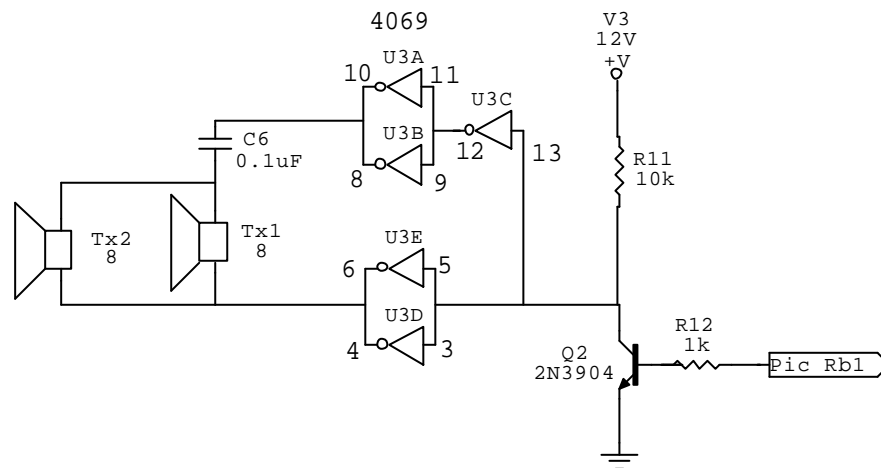


Fig. 4.8 Diagrama electrónico del circuito de potencia transmisor de ultrasonido.



En la figura 4.8 se muestra solo el diagrama electrónico de la etapa de potencia (driver), la cual hace parte del circuito transmisor, el circuito encargado de generar la señal no se muestra porque el elemento destinado para esto es el microcontrolador el cual hace parte del circuito de control.

El circuito de potencia del transmisor de ultrasonido esta compuesto por un circuito primario de amplificación y uno secundario; el circuito primario se encarga de proporcionar la interfaz entre el circuito secundario y el microcontrolador, esto con el fin de evitar problemas con los voltajes de polarización. El circuito esta compuesto por un transistor trabajando en modo de corte y saturación, la resistencia R11 proporciona la polarización necesaria para que el transistor funcione y R12 funciona como resistencia limitadora; el terminal designado como Pic Rb1 irá conectado al puerto B del pic, este terminal proporciona una señal cuadrada de 20Khz. Cuando esta señal es proporcionada al circuito de potencia, el transistor entrará en corte cuando el terminal Pic RB1 esté en estado bajo (0 voltios), estará en saturación cuando tenga un estado alto en el pin Pic RB1. La señal de salida será idéntica a la señal de entrada solo que su amplitud cambia, ya no variará entre 0 y 5v sino que estará entre 0 y 12 voltios. Básicamente este circuito cambia una señal pulsante de una amplitud a otra.

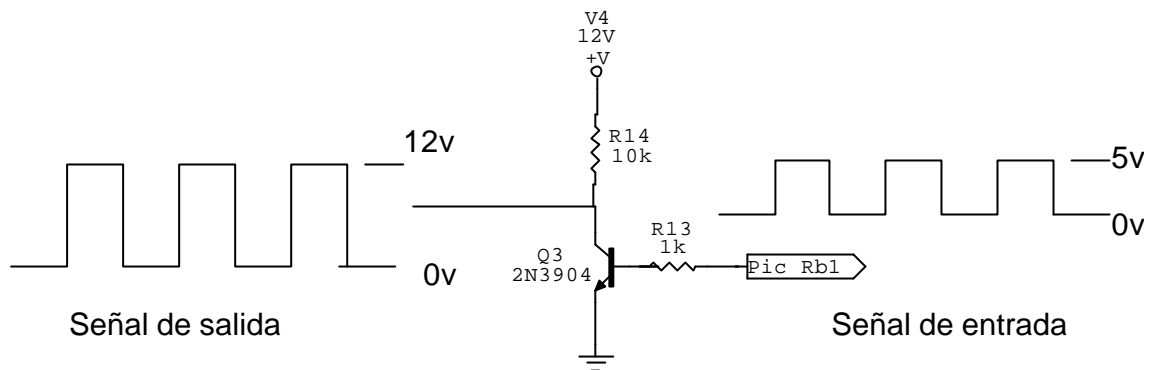


Fig. 4.9 Funcionamiento del circuito primario de amplificación.

El circuito secundario de amplificación está compuesto por cinco compuertas tipo NOT (negadoras) en una configuración especial, este es un circuito integrado de la tecnología CMOS, puede trabajar en el rango de 3 – 15 voltios, en nuestro caso lo estamos alimentando con 12 voltios. La señal proporcionada por este circuito es llevada directamente hasta los transmisores de ultrasonido, esta señal es aproximadamente de 24V pico-pico. Cuando la señal de entrada está en estado alto a la salida de U3A y U3B también estará en alto mientras que a la salida de U3E y U3D será bajo, permitiendo que el capacitor C6 se cargue a través de los transmisores de ultrasonido proporcionando el semiperiodo positivo de la señal con un voltaje de +12 voltios, cuando la señal está en estado bajo, la salida de U3A y U3B será baja, la salida de las U3E y U3D serán altas, esto hace que el capacitor se descargue proporcionando el semiperiodo negativo el cual tendrá un valor de -12 voltios.

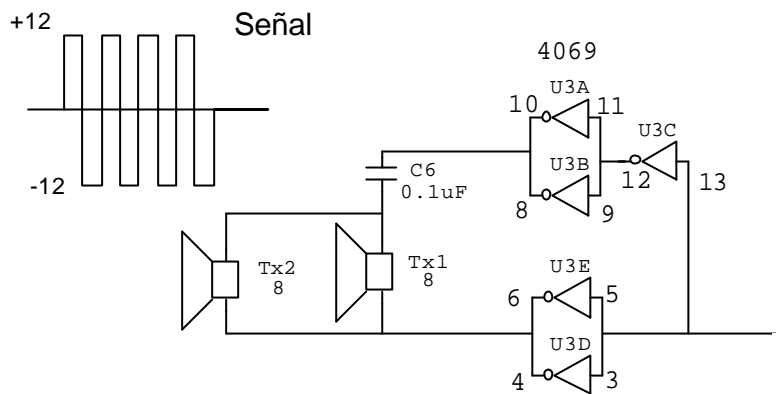


Fig. 4.10 Circuito secundario de amplificación, señal de salida

### 3.2.3 Tarjeta de control del motor

Es un circuito electrónico encargado de crear una interfaz entre el circuito de control y el motor, está compuesto por dispositivos de potencia, circuitos de protección tanto para sobre corriente como para el circuito de control.

Una de las características esenciales de este circuito es que trabaja con valores de corriente y de voltaje altos, por esto se necesitan circuitos de protección; otra característica es que permite cambiar el sentido de giro del motor.

En la siguiente figura se muestra el diagrama electrónico de la tarjeta.

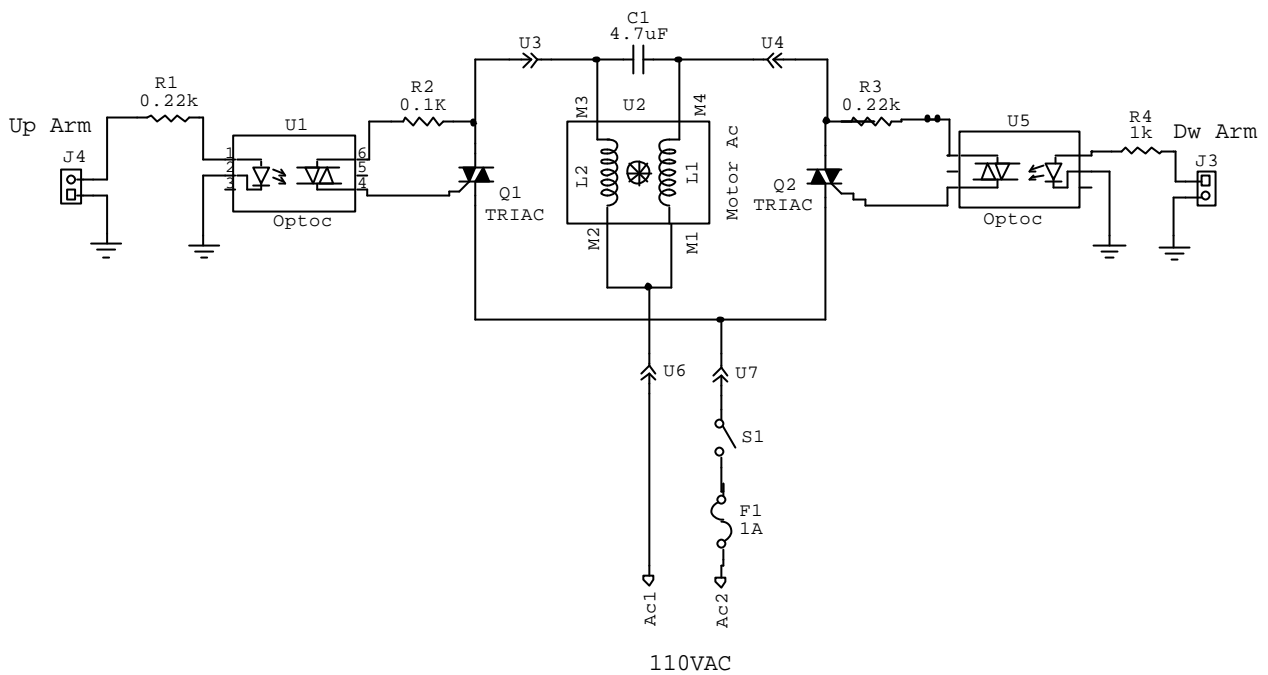


Fig. 4.11 Diagrama electrónico del circuito de control del motor.

Como se puede ver en el circuito, el motor es alimentado con 110Vac, eso significa que es un voltaje alto con respecto a los voltajes trabajados en las demás etapas (valores de 5Vdc y 12Vdc), se hace necesario establecer una protección para el manejo del motor desde la tarjeta de control.

Los componentes designados como U1 y U2 son opto acopladores, estos permiten un aislamiento total de la parte de control con la parte de potencia; el

opto acoplador u opto aislador como también se conoce, combina un diodo emisor de luz y un foto detector en un solo empaque. La ventaja principal del opto acoplador es el aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y de salida (tarjeta de control y motor), el único contacto se establece por medio de un rayo de luz.

Los otros componentes asociados son triac designados como Q1 y Q2, estos elementos se comportan como un interruptor, cuando se le aplica un voltaje a la compuerta o Gate este permite la circulación de corriente a través de el.

#### **4.2.3 Funcionamiento**

Los terminales J3 y J4 van conectados a los pines RB4 y RB5 de PIC; cuando el terminal J3 se pone en estado alto y J4 en estado bajo, el led que está dentro del opto acoplador es encendido, el foto detector se activa y a su vez activa al Triac permitiendo energizar la bobina L1 del motor; al energizar L1, estaría como bobinado de marcha y L2 como bobinado de arranque, esto permite que el motor gire en un sentido, al llevar J4 a estado alto y J3 a bajo el proceso se invierte, el motor gira en el otro sentido.

El interruptor S1 permite encender el sistema , el elemento F1 es un dispositivo de protección para sobrecorriente, es simplemente un fusible .

#### 4.2.4 Circuito de control

Como se había definido antes el circuito de control es el encargado de establecer el estado de los sensores y tomar las decisiones de control, básicamente es un circuito integrado dotado con ciertas características computacionales, como son puertos de entrada y salida, conversores análogo digital, generación de señales PWM, comunicación serial con otros dispositivos, memoria RAM, Memoria E<sup>2</sup> EPROM para almacenar programas, etc.

Las funciones del sistema de control se pueden resumir en el siguiente diagrama de bloques.

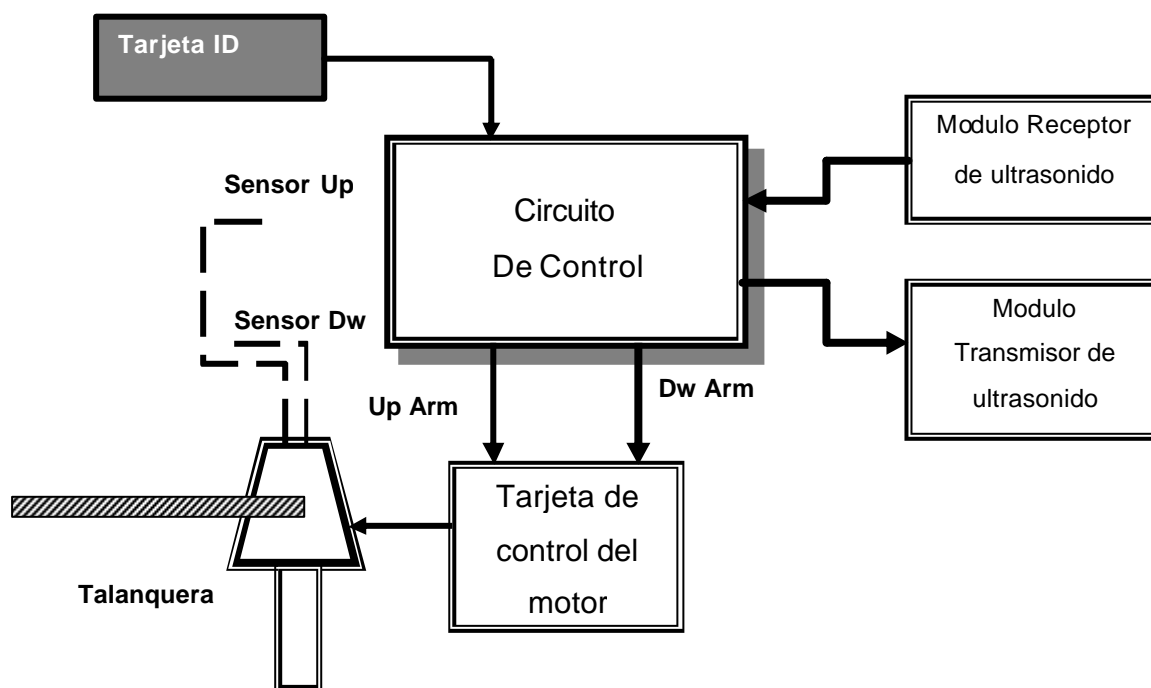


FIG. 4.12. Diagrama general del circuito de control

En el diagrama de bloques se puede observar que todos los módulos descritos anteriormente van conectados al circuito de control. El circuito de control esta diseñado con un microcontrolador de la serie 16F87X fabricado por MicroChip; este elemento no necesita de muchos componentes externos para que funcione, solo necesita un cristal de cuarzo el cual le permite establecer la frecuencia de trabajo, que para este caso debe ser de 4Mhz; también dispone de un circuito de auto reset utilizado para que el dispositivo se reinicie cuando este se alimente por primera vez en la fuente. Los demás dispositivos son capacitores empleados para eliminación de frecuencias parásitas. A continuación se muestra el diagrama del circuito electrónico:

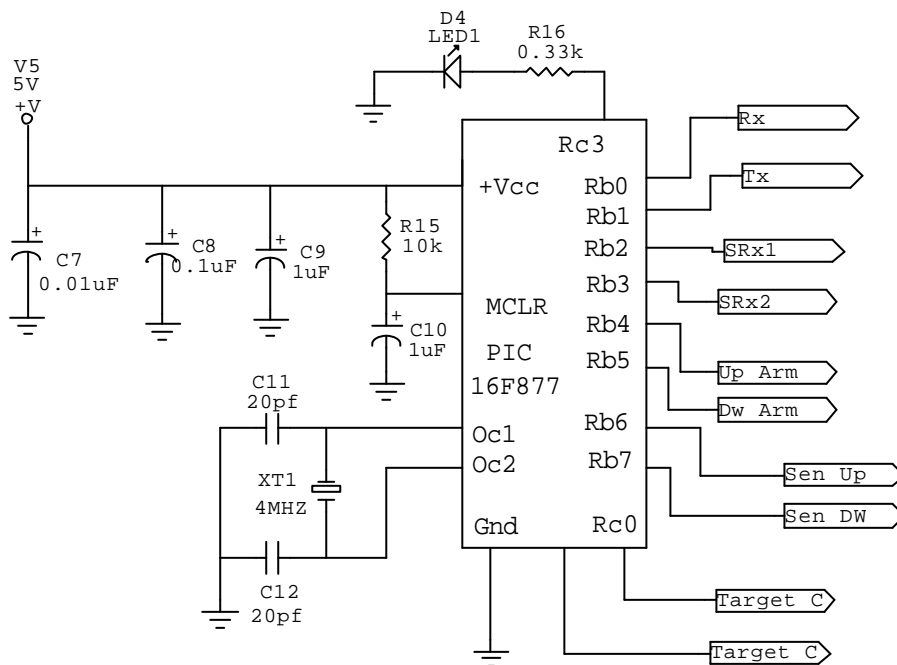


Fig. 4.13 Diagrama electrónico del circuito de control.

El circuito de control no está compuesto solo por la parte física, también existe una parte lógica o el programa. El programa es una secuencia de pasos que le permiten ejecutar las acciones al Pic, este va grabado en la memoria del Pic a través de un circuito especial de programación para este tipo de microcontrolador.

Para entender el programa instalado en el microcontrolador es necesario saber en que consiste el proceso a automatizar, a continuación se explica todos los eventos presentes.

El proceso consiste en automatizar la entrada y salida de automóviles en la entrada de la universidad. Cuando un automóvil entra el sensor ultrasónico de entrada detecta la presencia de un objeto, pero es indispensable estar seguro de que es un automotor, por esto el sensor lee el objeto durante un lapso de tiempo de 2 segundos, si no se encuentra presente el objeto durante un tiempo menor a 2 segundos, se restablece al sistema a su posición inicial (la secuencia lógica del pic).

Al estar seguro de que se ha detectado un vehículo se pasa al paso siguiente que consiste en leer el código de la tarjeta que tiene la persona para identificar el vehículo, cada persona que desee ingresar debe tener una tarjeta con el código asignado, si la identificación no es correcta el sistema no permite la apertura de la puerta, en el caso contrario se envía la orden para abrir la puerta, cuando se



esta efectuando la apertura de la puerta existen dos sensores que constantemente están chequeando la posición en la cual se encuentra el brazo. Luego de confirmar que el brazo se encuentra en la posición superior, el automóvil está habilitado para pasar. Existe otro sensor ultrasónico para detectar si el carro pasó o no, en caso de detectar que el carro pasó, se procede a bajar el brazo y el sistema vuelve a sus condiciones iniciales.

Dado el caso en que el carro se quede estacionado en la entrada por algún motivo o se retire sin entrar a la institución, el sistema esperara 25 segundos para bajar el brazo y colocar al sistema en sus condiciones iniciales.

A continuación se mostrara los diagramas de flujo del programa grabado en el pic.

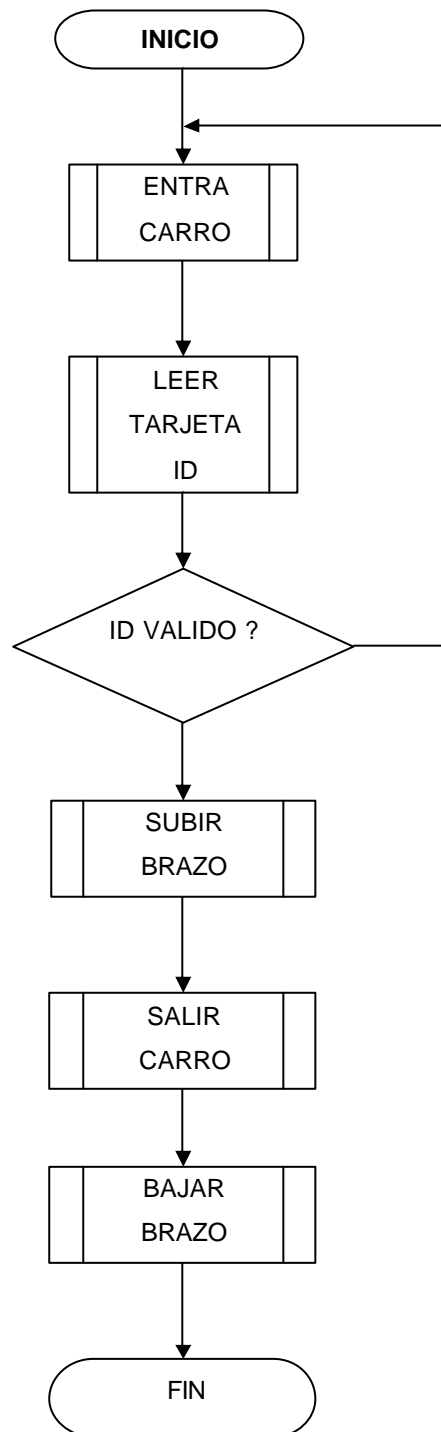


Fig. 4.14 Diagrama de flujo del programa principal

Las siguientes subrutinas fueron traducidas al código ensamblador para el PIC, con los mismos nombres de las variables que aparecen en el diagrama. La función entra carro se muestra en el siguiente diagrama de flujo.

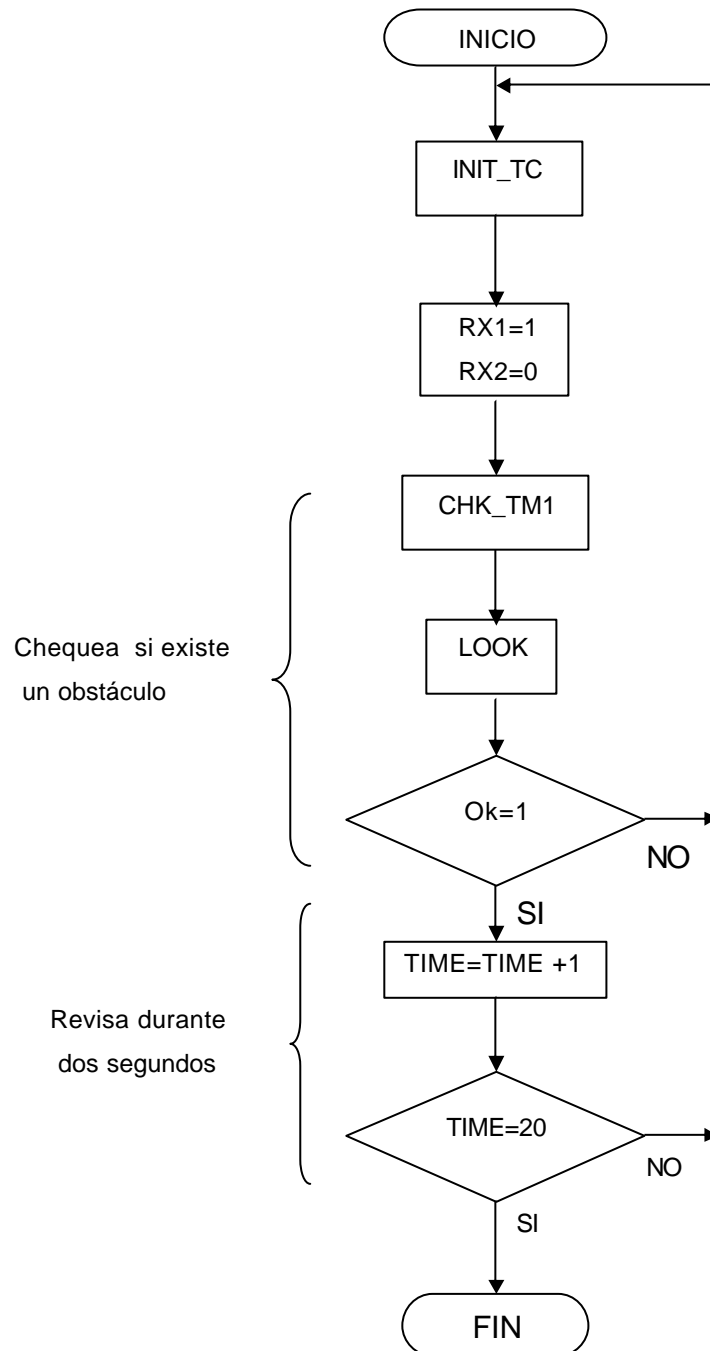


FIG. 4.15. Función Entra-Carro.

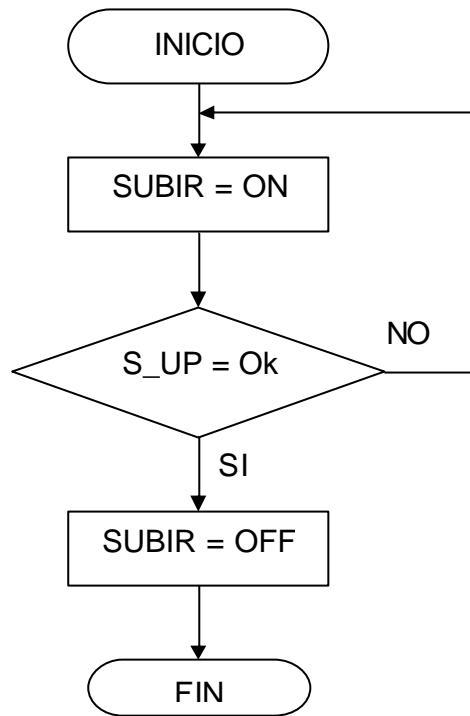


FIG. 4.16. Función Subir - Brazo.

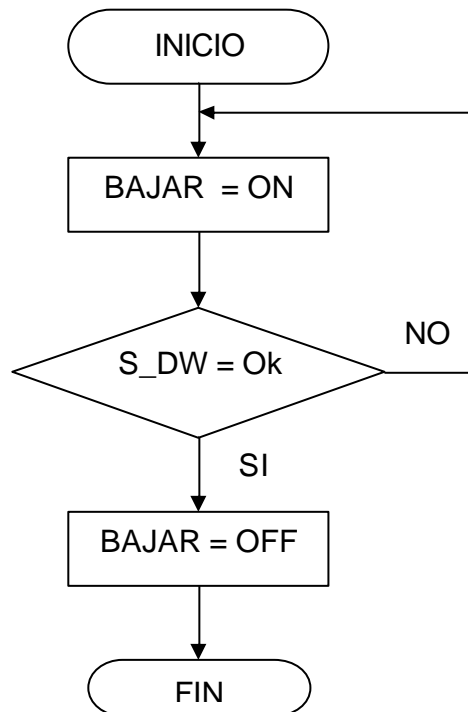


FIG. 4.17. Función Bajar - Brazo.

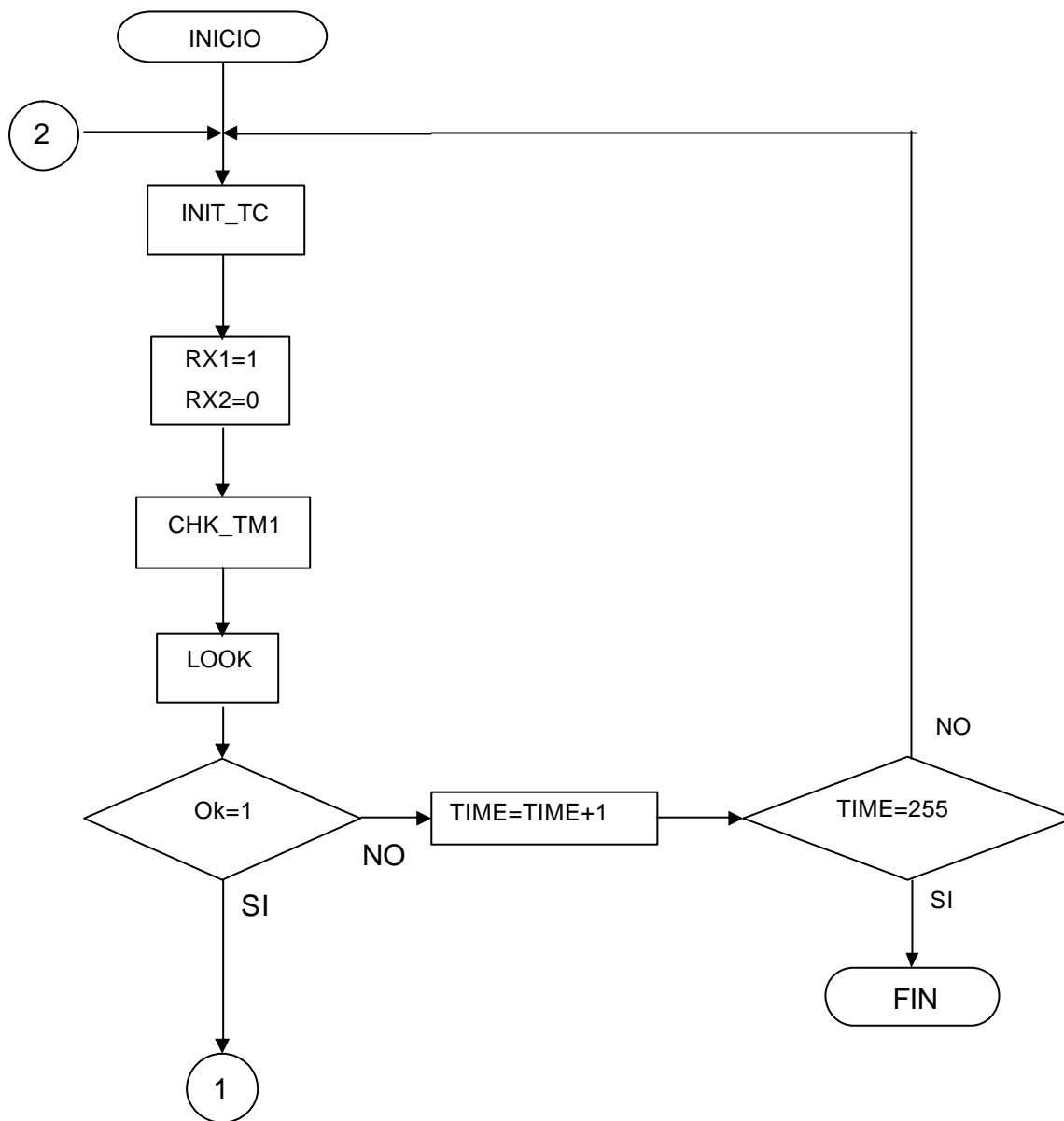


FIG. 4.18a. Función Sale – Carro.

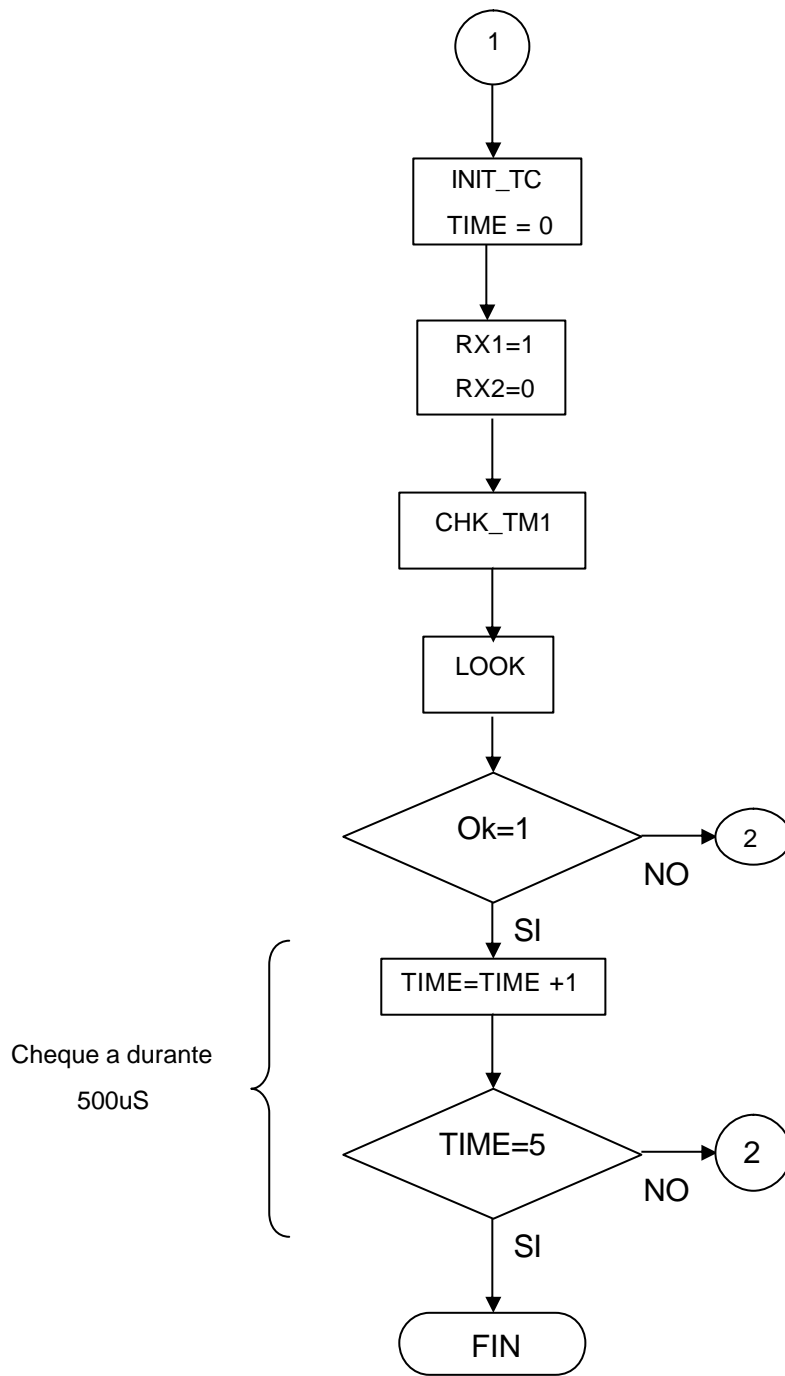


FIG. 4.18b. Función Sale – Carro.

## **5. MANTENIMIENTO GENERAL**

El mantenimiento puede ser definido como aquellas actividades previamente planeadas, sometidas a un control riguroso y evaluadas detenidamente que nos permiten por medio de los recursos disponibles llegar a optimizar el funcionamiento de un sistema, reflejándose esto en óptimo aprovechamiento de la vida útil de equipos, menores costos y seguridad industrial, ya que las fallas que posiblemente se puedan presentar se ven minimizadas.

La razón por la cual el mantenimiento es tan importante en el adecuado desempeño de una empresa está relacionada directamente al deterioro continuo que padecen las maquinarias que se utilizan a diario para el proceso productivo de la misma, por lo tanto debe realizarse un estudio previo y tener claros los pasos a seguir para prevenir las fallas, y el procedimiento para solucionar imprevistos.

El mantenimiento tiene como objetivo principal conservar los equipos, herramientas, maquinas, construcciones y servicios, de manera que las fallas imprevisibles sean reducidas al máximo para que la productividad se incremente y el ambiente de trabajo sea más agradable por la seguridad que esto representa y la empresa sea mucho más eficiente.

## **5.1 Tipos de mantenimiento**

Para poder efectuar una buena tarea de mantenimiento no se debe enfocar este por una vía única, ya que se omitirían alternativas que podrían representar pérdidas apreciables en consideración a los costos de mantenimiento. El mantenimiento correctivo, el preventivo y el predictivo son los tres tipos de mantenimiento más representativos, y para que un plan de mantenimiento sea efectivo debe abarcar estas alternativas como mínimo y así poder asegurarse de que se está haciendo de forma correcta y minuciosa. Estas variantes del mantenimiento tienen ventajas y desventajas entre ellas que mencionaremos a continuación, por lo tanto hay que hacer un balance para poder sacar el mejor provecho de todas.

### **5.1.1 Mantenimiento Correctivo**

Este mantenimiento consiste en arreglar o reemplazar las maquinas o equipos en caso de falla.

- **Ventajas del mantenimiento correctivo**

- Actividades mínima de reparación.
- Stock de repuestos bastante recudido.



- Fácil ejecución en el reemplazo de los equipos al tenerlos en estado de espera.

- **Desventajas del mantenimiento correctivo**

- Mayores costos de reparación.
- Parálisis de operaciones no previstas
- Posibilidad de daños severos e irreparables en la maquinaria.
- Mayor número de personal necesario en las reparaciones.

### **5.1.2 Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en realizar una serie de inspecciones previamente programadas para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos y lograr prever las posibles fallas y minimizar las causas de deterioro o daño.

- **Ventajas del mantenimiento preventivo**

- Menor tasa de deterioro de los equipos, por lo tanto mayor duración en servicio y menores inversiones compra de recursos.
- Optimización en la búsqueda de la calidad del producto.
- Mejoramiento en la seguridad industrial.
- Menor tiempo de parada de los procesos.

- **Desventajas del mantenimiento preventivo**

- Tiempo de ocio de repuestos en Stock.
- Deterioro de partes en buen estado de los equipos en inspecciones periodo muy corto.
- Fallas imprevistas cuando el periodo entre las inspecciones es muy largo.

### **5.1.3 Mantenimiento predictivo**

Este tipo de mantenimiento utiliza herramientas como análisis de vibraciones, mediciones de temperatura, ruido y propiedades asociadas con las posibles fallas que se pueden presentar en un equipo para predecir y evitar que ocurran de manera imprevista, para llegar a tener un alto de eficiencia se utilizan revisiones y estudios periódicos muy minuciosos.

- **Ventajas del mantenimiento predictivo**

- Se realizan las reparaciones estrictamente necesarias.
- Inexistencia de imprevistos en equipos y maquinarias.
- Incremento notable en la calidad de los trabajos de reparación.
- Tiempos de reparaciones bastante corto por efectos de la planeación.

- **Desventajas del mantenimiento predictivo**

- Programas extensivos de capacitación para los análisis o contratación de personal especializado.
- Inversión inicial bastante costosa para su ejecución.
- Se necesitan equipos especiales para los análisis periódicos.

## **5.2 Manual de mantenimiento del sistema de control de acceso**

Para realizar cualquiera de los procedimientos de mantenimiento que necesita el sistema, primero debe ser removida la cubierta de protección. Esta cubierta elaborada en fibra de vidrio con dimensiones de 600 mm de largo, 400 mm de ancho y 300 mm de alto como se muestra en la siguiente figura.

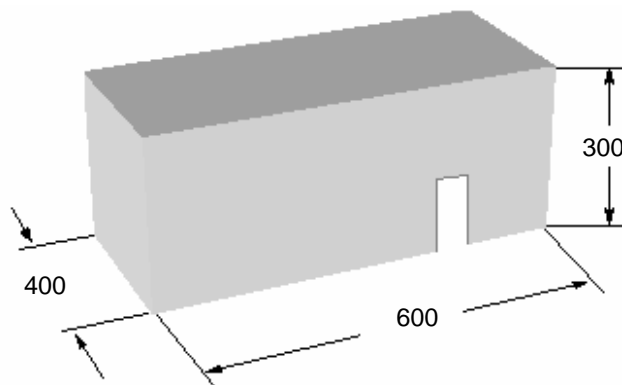


FIG. 5.1 Cubierta de protección del sistema de tala nquera.

Para extraer la cubierta debe ejercerse una ligera presión uniforme en la parte inferior de la tapa en dirección ascendente hasta liberarla completamente.

Para colocar nuevamente la cubierta de protección:

- Debe colocar la cubierta de modo tal que la muesca de entrada del eje coincida.
- Presione la tapa hasta que las guías interiores toquen el plato inferior, asegurándose que ningún alambre quede presionado por la cubierta.
- Asegúrese que la cubierta quede colocada en ángulo recto en el plato inferior, y no se balancee de un lado a otro.

### **5.2.1 Mantenimiento de poleas y correas de conducción.**

El mantenimiento que se le debe proveer a estos elementos del sistema se reduce a la limpieza periódica y mantener la tensión de la correa de conducción.

Para ajustar la tensión de la correa debe deslizar el motor a lo largo de sus guías de sujeción a la base. Para comprobar que el ajuste de la correa es adecuado usted debe ser capaz de presionar hacia abajo en el centro de la correa hasta ¼" (0.635 cm) Para finalizar asegure la polea del motor de forma que la correa se alinee en ángulos rectos a cada eje.

En caso de no poder lograr un ajuste adecuado revise el deterioro de la correa y su capacidad elástica por inspección visual previa, si esta muestra gran pérdida de sus propiedades reemplácela por una correa nueva Tipo A31.

## **5.2.2 Mantenimiento del motor**

Para realizar mantenimiento al motor eléctrico se debe desmontar el motor de su base y liberarlo de sus conexiones eléctricas principales. Debe ser conectado a una fuente de energía eléctrica de 110v y verificar si gira libremente y no tiene ruido fuerte, si esto es así tal vez sólo necesite limpieza. En caso de mostrar síntomas más graves debe procederse a desarmarlo. Para desarmar el motor se debe verificar la posición de la campana respecto a la caja, para evitar que el motor funcione mal luego de armarlo. Para garantizar que se armará adecuadamente debe marcarse un punto de coincidencia para mantener el avance y la polaridad, esto puede hacerse con un marcador indeleble o rasgando la pintura en las partes relacionadas con una hoja afilada o cuchilla.

Luego de abrir el motor se debe verificar si hay rebote de escobillas. Esto puede hacerse utilizando un destornillador pequeño para con él tocar ligeramente la parte superior de una de las escobillas con el motor en funcionamiento si existen anomalías en el conmutador empezará una alta vibración. Por otro lado, sino hay vibración, pero el motor aumenta la velocidad de giro significa que hay rebote de escobillas. Luego de efectuar estas pruebas hay que colocar una llave *Allen* en la

carcasa del motor, si se presenta vibración, esto nos indica que el inducido está mal. El mal balance del inducido puede producir la vibración de la escobillas y para corregir esto se recomienda la asistencia técnica del fabricante para equilibrarlo, en caso de ser problema del conmutador este debe ser torneado en un taller especializado en reparaciones y mantenimiento de motores eléctricos.

### **5.2.3 Lubricación**

El sistema debe recibir lubricación periódica cada vez que presente ruido irregular luego de determinar que no es motivado por ningún otro factor, las inspecciones deben realizarse al menos una vez al mes, deben ser lubricados las guías de los ejes, acoples y demás partes móviles con aceite SAE #10.

El reductor de velocidad debe mantener su nivel de aceite regularmente. Las lecturas deber ser realizadas con el sistema en estado apagado para evitar falsas lecturas. El reductor debe mantenerse correctamente ventilado, luego debe mantenerse limpio para evitar que las vías de ventilación no sean obstruidas.

Para su lubricación debe utilizarse uno de los siguientes aceites:

- Gulf – Syngear 75W90
- Mobile – SHC 629
- Exxon (Esso) – 75W90 Synthetic low temp

## **5.2.4 Mantenimiento Eléctrico y electrónico**

Aparte del mantenimiento requerido por el sistema mecánico de la talanquera, el mantenimiento de tipo electrónico y eléctrico se limita a revisar los sensores de fin de carrera (interruptores de subida o de bajada del brazo) de tal manera que no se permita la acumulación de residuos que puedan atrofiar el funcionamiento de los sensores y por lo tanto en todo el sistema. Además se deben revisar las conexiones de los cables que se conectan desde el motor hasta las regletas de potencia cerciorándose que los tornillos estén sujetando bien los cables.

Antes de efectuar cualquier procedimiento de mantenimiento se recomienda leer bien el funcionamiento del sistema electrónico.

Al momento de detectarse un mal funcionamiento del sistema se debe retirar la tapa protectora de la talanquera y cerciorarse de que todas las tarjetas estén bien conectadas y de que no haya ningún cable suelto en los circuitos. A continuación se enuncian algunas posibles fallas y la forma de solucionar el problema:

### **5.2.4.1 El sistema no enciende.**

Identifique el porta fusible y verifique que esté en buen estado, en caso contrario reemplazarlo por otro del mismo valor y verifique las conexiones del motor.

#### 5.2.4.2 El sistema enciende pero hace ninguna acción sobre el brazo.

Identifique que los sensores estén conectados a la tarjeta, en caso de estar bien la conexión, efectúe una prueba para comprobar que la tarjeta transmisora y receptora esta funcionando bien:

- Coloque un objeto cerca al sensor de entrada de carro, en la tarjeta receptora y transmisora de ultrasonido, el indicador que se encuentra en esta tarjeta debe mostrar alguna variación cuando el objeto se desplaza de un lugar a otro. En caso de que no exista una variación, mida los voltajes en la tarjeta correspondientes a la fuente de alimentación como se muestra en la Figura 1.
- Cerciórese que en la tarjeta de control este recibiendo +5 voltios y que el indicador también muestre un cambio cuando un objeto se acerca a los sensores.



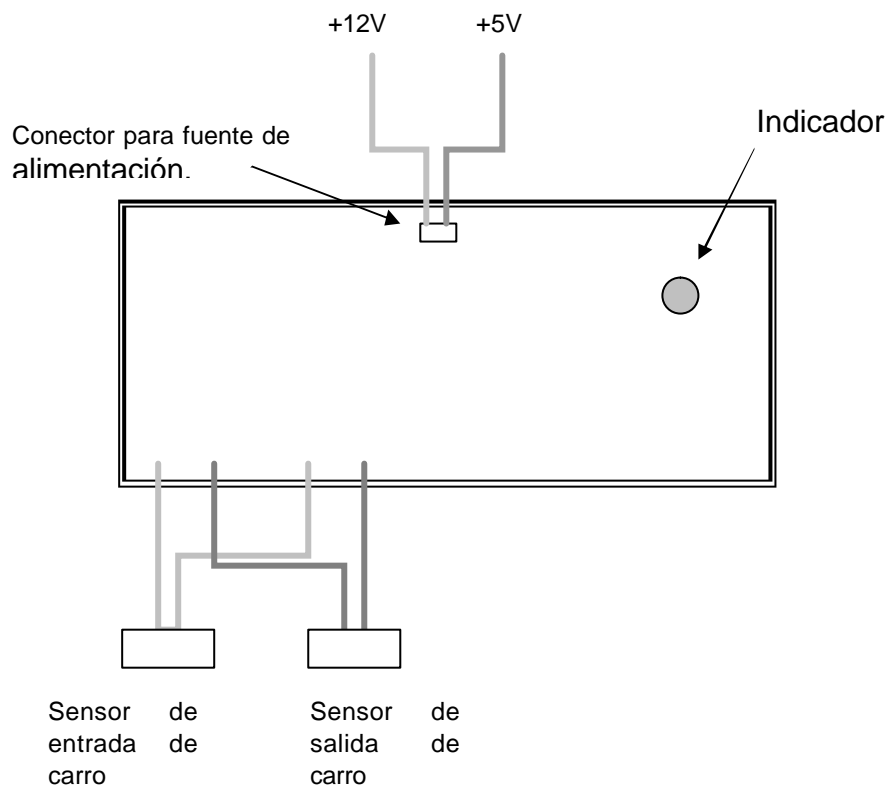


Figura 5.2 Diagrama general de la tarjeta de transmisión y recepción de ultrasonido.

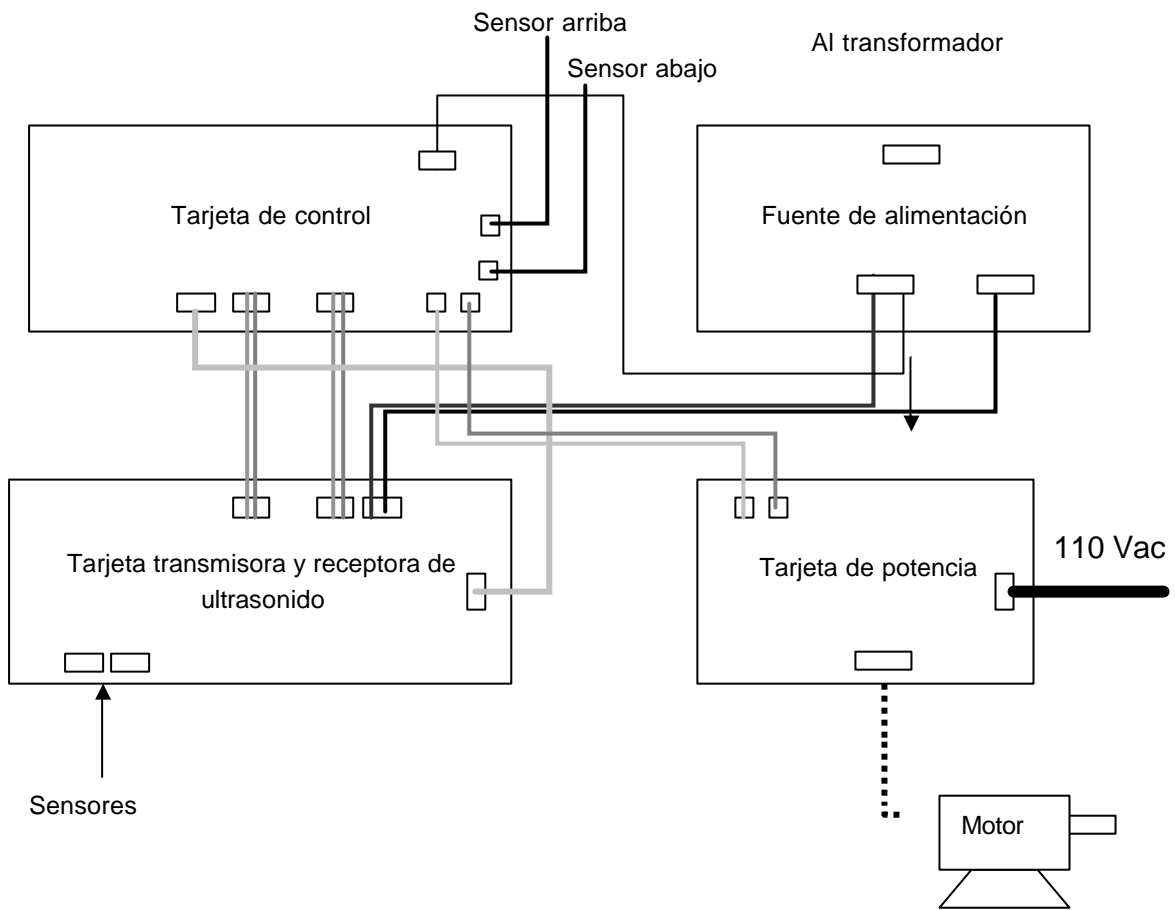


FIG. 5.3 Diagrama de conexión de los circuitos de la talanquera.

## **6. CONCLUSIONES**

La realización del presente trabajo nos permitió conocer la importancia de un adecuado sistema de acceso de automotores y personal en una institución, desde el punto de vista del usuario, quién necesita sentir seguridad en su espacio de trabajo y desde el punto de vista de la institución misma, en su continua labor de crecimiento y mejoramiento.

Nos fue posible analizar que hasta el momento el control para el ingreso y salida en la C.U.T.B. era mínimo y prácticamente se limitaba a preguntar los destinos de los visitantes y a ofrecer el servicio de parqueadero sin poder garantizar que el propietario del automóvil entrante, era quien salía nuevamente con su automóvil, procedimiento que se intentaba realizar con el escaso número de vigilantes que además se veían obligados a permanecer en una central o garita como porteros.

Todas estas situaciones presentadas hasta el momento fueron analizadas por los autores de este proyecto con ayuda de las opiniones de los usuarios y personas relacionadas con el control de ingreso y salida de la institución, hasta llegar al diseño de un sistema que permitiera solucionar las necesidades de la institución de ofrecer control, sensación de seguridad a sus usuarios y optimización en las tareas realizadas por el personal de vigilancia.

Podemos concluir que para mantener un mejoramiento continuo se deben identificar las fallas de la institución, traducirlas en necesidades y encontrarle soluciones prontas y eficaces que garanticen el crecimiento y satisfacción total. De esta manera todas las fallas serán convertidas en fortalezas y permitirán la exploración de alternativas nuevas para la institución y poder llegar a ser autosuficiente en todos los aspectos. Para el análisis de sus fallas o debilidades se pueden realizar comparaciones con instituciones similares que tengan estas fallas como fortalezas y tratar de adaptar los esquemas.

Entre los resultados de este proyecto, se logró la realización del Manual de mantenimiento del sistema de control automático de entrada y salida de automotores, este manual representa una herramienta de gran utilidad en la realización de las tareas de mantenimiento, reparación y correcto funcionamiento del sistema a lo largo de su servicio, este manual fue elaborado con vocabulario sencillo para fácil entendimiento y detallando como deben llevarse a cabo los procedimientos y la forma en que deben ser registrados los resultados de las inspecciones periódicas que deben realizarse cada vez que se necesite y según el programa de mantenimiento.

La instalación de un sistema automático de control de acceso de automotores y de personal en la Universidad Tecnológica de Bolívar va más allá del montaje y funcionamiento de los diferentes dispositivos que conforman el sistema, también significa un cambio en el comportamiento de los usuarios y del personal a cargo

del sistema, ya que la seguridad que este nuevo mecanismo ofrece exige la colaboración de todos para hacerlo efectivo, los usuarios ya no podrán entrar ni salir libremente sin ser sometidos a un control rutinario por parte del personal a cargo de la vigilancia del plantel y deberán llevar una identificación o distintivo que demuestre la relación con la C.U.T.B.

La correcta implementación de este proyecto queda como responsabilidad directa de la institución, aunque para el manejo de los dispositivos instalados sea necesario una pequeña capacitación preliminar al personal de operadores y técnicos encargados de realizar las inspecciones y mantenimientos periódicos que estos ameritan, dicha capacitación podrá llevarse a cabo con el estudio del presente documento.

A pesar de los logros alcanzados con este proyecto, no está de más señalar que la tecnología con que fue realizado es susceptible de continua mejora y crecimiento, el diseño fue realizado de manera flexible, es decir, fue realizado pensando en las posibles modificaciones futuras, en el caso que se amerite convertir este sistema en uno de mayor envergadura y restricciones de control, como manejo de base de datos e identificación del personal y de los automóviles por medio de sensores.

Este proyecto fue realizado esperando despertar en el personal de estudiantes y profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica las ganas de desarrollar

proyectos que exijan la implementación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y de conocimientos de otras ramas de la ingeniería, para este caso particular, nos apoyamos de la ingeniería Electrónica, Eléctrica, de Sistemas e Industrial, con el fin de cumplir nuestros objetivos trazados inicialmente.

Podemos afirmar y concluir que el valor agregado que tiene el proyecto como factor de diferenciador de los demás sistemas parecidos que se encuentran en el mercado. Este valor agregado es la capacidad que posee el sistema de accionar un brazo con una longitud de mas de 4mts a 6mts, haciéndolo único en el mercado y con un costo que no supera el 25% de lo que vale un sistema como este en el mercado.

## **7. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta el óptimo funcionamiento de los dispositivos instalados para el control automático de automotores y personal a la Universidad Tecnológica de Bolívar, se recomienda al personal administrativo a cargo de regular y supervisar este proceso, realice las actividades previas de capacitación y preparación para que el sistema no cause un choque en el medio universitario sino sea visto como una ventaja y una herramienta útil para todos.

Sería de gran ayuda para tener un óptimo proceso de control, unificar los procedimientos de control y de mantenimiento, es decir, que es recomendable estandarizar la forma de llevar registros de todo lo que entra y sale de la institución y la forma en que se identifica al personal visitante y la documentación mínima exigida para permitir el acceso. Los procedimientos de mantenimiento, aunque quedan unificados y detallados en el presente proyecto, es labor del personal administrativo velar porque este se cumpla y que los reportes de las inspecciones y reparaciones sean llevados y guardados de forma unificada para garantizar su entendimiento futuro.

En el presente documento se encuentra incluido como un capítulo más, el manual de mantenimiento del sistema de control de acceso de automotores, aunque el proyecto haya nacido para satisfacer la necesidad de controlar el acceso y haya

llegado a cumplir con los objetivos previstos, es recomendable divulgar la existencia del manual para que no se lleven a cabo tareas de mantenimiento no unificadas, de mala calidad o innecesarias.

De igual forma es importante que antes de cada inspección sea revisada la información detallada en los reportes de las inspecciones anteriores para mantenerse actualizado y al tanto del estado del sistema y de sus partes.

Recomendamos a la Universidad Tecnológica de Bolívar continuar apoyando proyecto como este en el que el estudiante puede aplicar todos sus conocimientos y llevarlos a la práctica, sumándole la importancia de dejar un fruto de su trabajo como agradecimiento a la institución.



## BIBLIOGRAFÍA

- Diseño de Maquinas de Faires
- Manual de instalación y operación. AMANO.
- Internet  
<http://www.terra.es/personal/jdellund/tutorial/Topic40.HTM>  
<http://perales.tripod.com.ar/pginarcdealfonsoperales/id12.html>  
<http://www.acerosarequipa.com/ingmec.asp>  
<http://www.salohogar.com/ciencias/tecnologia/comosehacen/motorelectrico.htm>
- Instrumentación Industrial. Edit. Alfaomega – Marcombo. CREUS A.
- Diseño electrónico C.J. SAVANT SEGUNDA EDICIÓN  
EDITORIAL EDDISON WESLEY Iberoamericana 1992.
- MICROCHIP TECHNICAL LIBRARY CD – ROM. SECOND EDITION  
2000
- <http://www.microchip.com/>
- MARKS. MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO NOVENA  
EDICIÓN. Eugene A. Awallone. Theodore Baumeister III. Mc Graw  
Hill.

## **ANEXO #1**

## ANEXO #2

**TABLA 17.4 COEFICIENTES DE DIÁMETRO PEQUEÑO  $K_d$  [17-22]**

$D_2/D_1$	$K_d$
1,000-1,019	1,00
1,020-1,032	1,01
1,033-1,055	1,02
1,056-1,081	1,03
1,082-1,109	1,04
1,110-1,142	1,05
1,143-1,178	1,06
1,179-1,222	1,07
1,223-1,274	1,08
1,275-1,340	1,09
1,341-1,429	1,10
1,430-1,562	1,11
1,563-1,814	1,12
1,815-2,948	1,13
2,949 y más	1,14

**TABLA 17.5 COEFICIENTES DE ARCO DE CONTACTO,  $K_\theta$  [17-13]**

$D_2 - D_1$ C	$K_\theta$	
	VY	V-plano
0,00	1,00	0,75
0,10	0,99	0,76
0,20	0,97	0,78
0,30	0,96	0,79
0,40	0,94	0,80
0,50	0,93	0,81
0,60	0,91	0,83
0,70	0,89	0,84
0,80	0,87	0,85
0,90	0,85	0,85
1,00	0,82	0,82
1,10	0,80	0,80
1,20	0,77	0,77
1,30	0,73	0,73
1,40	0,70	0,70
1,50	0,65	0,65

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA CORPORACIÓN universitaria TECNOLÓGICA de BOLÍVAR.....	3
1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA .....	3
1.2 NATURALEZA JURÍDICA.....	12
1.3 MISIÓN Y VISION DE LA UNIVERSIDAD.....	13
1.3.1 Misión.....	13
1.3.2 Visión .....	13
2. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	14
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	14
2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
2.2.1 Objetivo general.....	16
2.2.2 Objetivos específicos.....	16
2.3 DESARROLLO DEL PROYECTO .....	17
3. SISTEMA GENERAL DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA .....	18
3.1 Fundamentos básicos.....	20
3.1.1 Motor eléctrico y sus partes .....	20
3.1.2 Correas de transmisión .....	25
3.1.3 Reductor de velocidad.....	27
3.2 Diseño del sistema de transmisión de potencia.....	31
3.3 Diseño y selección del reductor de velocidad.....	43
	93

4.	SISTEMA GENERAL DE CONTROL AUTOMÁTICO .....	45
4.1	Sistema electrónico de control.....	45
4.1.1	Circuito control.....	46
4.1.2	Sensores de presencia .....	47
4.1.3	Detección del objeto (sistema control) .....	51
4.2	DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS .....	53
4.2.1	Receptor ultrasónico.....	53
4.2.2	Circuito transmisor .....	57
4.2.3	Funcionamiento .....	62
4.2.4	Circuito de control .....	63
5.	MANTENIMIENTO GENERAL.....	72
5.1	Tipos de mantenimiento .....	73
5.1.1	Mantenimiento Correctivo .....	73
5.1.2	Mantenimiento preventivo .....	74
5.1.3	Mantenimiento predictivo .....	75
5.2	Manual de mantenimiento del sistema de control de acceso .....	76
5.2.1	Mantenimiento de poleas y correas de conducción. ....	77
5.2.2	Mantenimiento del motor .....	78
5.2.3	Lubricación.....	79
5.2.4	Mantenimiento Eléctrico y electrónico .....	80
6.	CONCLUSIONES .....	84
7.	RECOMENDACIONES .....	88