



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Educación de calidad al alcance de todos

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS_ SEDE SOACHA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE TECNOLOGIA DE ELECTRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE TECNOLOGO EN
ELECTRÓNICA**

PROTOTIPO DE UNA TORRE GRUA AUTOMATIZADA

AUTORES:

FRANCISCO MORALES VILLALOBOS

WILMER ANDREY PEÑA ESCOBAR

SOACHA CUNDINAMARCA

JUNIO 2013

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS_ SEDE SOACHA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE TECNOLOGIA DE ELECTRONICA

TITULO:

PROTOTIPO DE UNA TORRE GRUA AUTOMATIZADA

NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACION:

AUTOR: FRANCISCO MORALES VILLALOBOS

WILMER ANDREY PEÑA ESCOBAR

JURADO CALIFICADOR

SOACHA CUNDINAMARCA

JUNIO 2013

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA DE ELECTRÓNICA

SIENDO LAS _____ HORAS, DEL DÍA _____ DEL MES _____ DEL AÑO _____

EL JURADO CALIFICADOR CONFORMADO POR:

OTORGA LA CALIFICACIÓN

INCOMPLETO: _____

APROBADO: _____

EXCELENTE: _____

AL TRABAJO DE GRADO TITULADO:

PROTOTIPO DE UNA TORRE GRUA AUTOMATIZADA

DEL AUTOR: FRANCISCO MORALES VILLALOBOS CC 1085167103

WILMER ANDREY PEÑA ESCOBAR CC 1073692531

DIRECTOR: _____ CC _____.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- 1. Recomendar para presentar en eventos científicos: _____
- 2. Recomendar para publicación: _____
- 3. Incluir en el fondo bibliográfico de la Corporación
Universitaria Minuto de Dios: _____
- 4. Recomendar para ser continuado en otros trabajos: _____
- 5. Recomendar para patente: _____
- 6. Recomendar continuar como trabajo de maestría: _____
- 7. Recomendar continuar como trabajo de doctorado: _____
- 8. Recomendar para categoría de meritorio: _____
- 9. Recomendar para categoría de laureado: _____
- 10. Otras: _____

FIRMAS DEL JURADO

PENSAMIENTO

¿POR QUE AGUARDAS CON IMPACIENCIA A LAS COSAS?
SI SON INUTILES PARA TU VIDA,
INUTILES TAMBIEN AGUARDARLAS,
SI SON NECESARIAS BELLAS VENDRAN Y VENDRAN A TIEMPO

FRANCISCO JAVIER MORALES VILLALOBOS

CONTROVERSI A ME SUELE CAUSAR
LOS DUROS CONTRASTES DE LA VIDA
POBREZA, RIQUEZA, ALEGRIA Y SOLEDAD
EL ROSTRO DE UN NIÑO ABANDONADO
CONTROVERSI A NO PUEDO CALLAR
UN MUNDO DONDE QUIEREN SER DIOS
Y SOLO HAY UN DIOS QUE SE HIZO HOMBRE
PARA ENTENDER MI CONDICION

WILMER ANDREY PEÑA ESCOBAR

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido lograr mis objetivos.

A mi madre María Del Carmen Villalobos Laguna por haberme dado el apoyo económico y moral, a mis hermanos Rubén Darío Morales Villalobos, Juan Carlos Morales Villalobos y a Diego Andrés Morales Villalobos por creer en mí, y a mi pareja Irina Daveiva Vieco Hernández por estar siempre a mi lado apoyándome en todo y a la universidad por haber facilitado los orientadores para enriquecerme como persona y a mis compañeros y amigos por el apoyo incondicional a todos mil gracias

Francisco Javier Morales Villalobos

Primordialmente a Dios Todopoderoso por ser la razón de mi vida, el aliento de vida que orienta mis pasos y el proveedor de bendición, "Bendito sea su santo nombre". A Jesucristo por su perfecto amor, por ser el camino la verdad y la vida, en el cual tengo puesta la mirada, y al cual agradezco por mi nuevo renacimiento," Bendito el que viene en Nombre del Señor"

A mi madre Blanca Lilia Escobar Ramírez Y Padre Edgar Peña Bohórquez, por su sacrificio y esfuerzo por brindarme la oportunidad de estudiar, sus consejos por tener una meta clara en la cual fuera enriquecido en conocimiento, a mi hermana Karen Daniela por ser motivo en el cual yo puedo ser ejemplo para ella, a mi Abuela Aura Del Carmen Ramírez, por su preocupación por mi salud y bienestar y por la crianza que me brindo desde pequeño, a mi mejor amiga Rocío Meneses, por su apoyo y cariño incondicional, con su alegría me motivo a continuar y luchar por mis sueños, a mi mejor amigo Jhoan Clavijo, que con su sentido del humor me ayudo a ver la vida con alegría y que a pesar de las caídas, siempre había una salida, me enseñó que siempre se debía sonreír, aunque la situación mas difícil prevaleciera, todos los que creyeron en mi mil gracias y Bendiciones espirituales en Cristo.

Wilmer Andrey Peña Escobar

RESUMEN

Los sistemas automatizados, se han vuelto indispensables en la actualidad, ya que hoy en día se esta implementando maquinaria para diversas funciones, tanto en el área industrial, como en el área constructora, con el fin de facilitar el proceso a realizar y en otros casos reducir costos de mano de obra.

Un sistema automatizado que pueda desenvolverse en el área constructora de forma eficaz, seria muy útil en la actualidad ya que en dichas constructoras son usadas maquinarias como las torre grúas, para mover de un lado a otro los materiales pesados que son usados en el ámbito de construcción, como vigas, láminas, bloques de concreto, varillas etc. Esta torre posee una cabina que esta ubicada a una altura de 50 a 80 metros aproximadamente en la cual el obrero controla de forma manual los diferentes procesos que requiere para el desenvolvimiento de su labor, por esta razón la implementación de una torre grúa automatizada, brindaría mayor seguridad al obrero ya que permitiría que el obrero controle la grúa sin exponerse al trabajo en alturas es decir desde la superficie del suelo.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	I
JUTIFICACIÓN	II
DELIMITACIÓN	III
CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO	
1.1 HISTORIA DE LA TORRE GRUA	1
1.1.1 Definición de torre grúa	1
1.1.2 Usos	2
1.1.2.1 Características	2
1.1.3 Partes	3
1.1.3.1 Mástil	3
1.1.3.2 Flecha	3
1.1.3.3 Contraflecha	4
1.1.3.4 Contrapeso	5
1.1.3.5 Lastre	5
1.1.3.6 Carro	6
1.1.3.7 Cables y gancho	6
1.1.3.8 Motores	7
1.1.3.9 Placa base	7
1.1.3.10 Clasificación	8
1.1.3.11 Torre grúa fija o estacionaria	8

1.1.3.12	Torre grúa desplazable en servicio	8
1.1.3.13	Torre grúa desmontable	8
1.1.3.14	Torre grúa auto desplegable	8
1.1.3.15	Torre grúa auto desplegable monobloc	8
1.1.3.16	Torre grúa trepadora	8
1.2	MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA	9
1.2.1	Utilidad	9
1.2.2	Composición del motor de corriente continua	9
1.2.2.1	Carcasa metálica o cuerpo del motor	9
1.2.2.2	Rotor o parte giratoria del motor.	10
1.2.2.3	Colector o conmutador	10
1.2.2.4	Escobillas	11
1.2.2.5	Tapa de la carcasa	11
1.2.3	Funcionamiento del motor de corriente continua	12
1.2.4	Fuerza contra electromotriz inducida en un motor	12
1.2.5	Número de escobillas	12
1.2.6	Sentido de giro	13
1.2.7	Reversibilidad	14
1.2.8	Variaciones en el diseño del motor	14
1.2.8.1	Motores de corriente continua	14
1.2.8.2	Motores de imán permanente	14
1.3	INTERFAZ RS-232	15
1.3.1	Conexiones (desde la perspectiva del DTE)	16

1.3.1.1 Conexión RS-232 DTE-DCE	16
1.3.2 Construcción física	17
1.3.3 Circuitos y definiciones	17
1.3.4 Características eléctricas de cada circuito	19
1.4 MAX232	20
1.4.1 Diagrama de conexiones	21
1.5 MODULO USART	22
1.5.1 Full duplex	23
1.5.2 Simplex	23
1.5.3 Duplex, half duplex o semi-duplex	23
1.6 ESTANDAR USB	23
1.6.1 Características estándar USB	23
1.6.1.1 Host (anfitrión)	24
1.6.1.2 Hub (concentrador)	24
1.6.1.3 Driver (controlador)	24
1.6.1.4 Endpoints (puntos terminales)	24
1.6.1.5 Pipes (tuberías)	24
1.6.2 Tipos de pipes	24
1.6.2.1 Stream pipes	24
1.6.2.2 Bulk	24

1.6.2.3 Isochronous	24
1.6.2.3.1 Interrupt	24
1.6.2.3.2 Messages pipes	24
1.6.2.3.3 Control	24
1.6.3 Características eléctricas	25
CAPITULO 2: IMPLEMENTACION	
2.1 ESTRUCTURA	26
2.2 Motor dazhen (dz-310aa)	29
2.2.1 Motor 1sk30	30
2.3 TARJETA LOGICA	31
2.3.1 Diseño de la tarjeta lógica	31
2.4 TARJETA DE COMUNICACIÓN	32
2.4.1 Diseño de la tarjeta de comunicación	33
2.5 CIRCUITO DE CONTROL	34
2.5.1 Diseño del circuito de control de motores	34
2.6 DESARROLLO DE ALGORITMOS	35
2.7 IMPLEMENTACION DE LA INTERFAZ RS-232	36
2.8 CONTROL DE MOTORES	37

CAPITULO 3: SOFTWARE

3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SOFTWARE 38

3.2 CODIGO FUENTE EN ASSEMBLER 38

3.2 CODIGO FUENTE EN PIC C 38

CAPITULO 4: PRUEBAS

4.1 PRUEBAS DE CONTROL 42

4.2 PRUEBAS DE ESTRUCTURA 42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura de una torre grúa	2
Figura 1.2. Mastil de la torre grúa	3
Figura 1.3. Flecha de la torre grúa	4
Figura 1.4. Contraflecha de la torre grúa	4
Figura 1.5. Contrapeso de la torre grúa	5
Figura 1.6. Lastre de la torre grúa	5
Figura 1.7. Carro de la torre grúa	6
Figura 1.8. Gancho de la torre grúa	6
Figura 1.9. Ubicación y movimientos de motores en una torre grúa	7
Figura 1.10 .Placa base de la torre grúa	7
Figura 1.11. Motor de corriente continúa	9
Figura 1.12 Carcasa metálica o cuerpo del motor	10
Figura 1.13 Rotor o parte giratorio del motor	10
Figura 1.14. Colector o conmutador	11
Figura 1.15 Escobillas	11
Figura 1.16 Tapa de la carcasa	12
Figura 1.17 Esquema de funcionamiento de un motor y el sentido de giro	13
Figura 1.18 Rotor de un motor con imán permanente	14
Figura 1.19 Conector (DB-25 hembra).	15
Figura 1.20 Conector (DB-25 macho)	15
Figura 1.21 Conector (DB-9 hembra).	15
Figura 1.22 Conector (DB-9 macho)	15
Figura 1.23 Señales RS-232 según los pines	16
Figura 1.24 Conexión RS-232 DTE-DCE	16

Figura 1.25 Voltaje respecto a la señal de tierra	18
Figura 1.26 Nombres de señales utilizados	19
Figura 1.27 Circuito integrado Max232	21
Figura 1.28 Diagrama de conexiones del Max232	22
Figura 1.29 Diagrama de un cable USB	25
Figura 1.30 Conversor USB-Serial	25
Figura 2.1 Estructura de la torre grúa	26
Figura 2.2 Base de fijación	27
Figura 2.3 Gancho	27
Figura 2.4 Mástil	27
Figura 2.5 Flecha	28
Figura 2.6 Motor Principal	28
Figura 2.7 Motor Secundario	28
Figura 2.8 Esquema del circuito lógico	31
Figura 2.9 Diseño en EAGLE de la tarjeta lógica	32
Figura 2.10 circuito de comunicación.	33
Figura 2.11 Diseño en EAGLE del circuito de comunicación.	33
Figura 2.12 Circuito de control de Motores	34
Figura 2.13 Diseño en EAGLE del circuito de control de motores	35
Figura 2.14 Conexión de inicio de interfaz	36
Figura 2.15 Botonería de Control	36
Figura 2.16 Conversor USB-Serial (USB-Serial Controller D)	37

INTRODUCCION

Después de trabajar varios meses en la investigación, diseño e implementación de este sistema, se quiere presentar una propuesta tecnológica que enriquecerá el conocimiento y despertará el interés por la innovación y el avance tecnológico de los próximos estudiantes con bases en electrónica y programación que permitirán un óptimo aprendizaje en esta rama, en el ámbito académico.

El alcance de este proyecto, es bastante extenso ya que es de mucha utilidad y de mucho provecho el desarrollo del mismo, no obstante como cualquier propuesta tiene sus ventajas, y son numerosas cada una lleva su respectivo análisis, tomado desde varios ángulos de la investigación para que sea más eficaz, más que la exposición de una torre grúa automatizada lo que se quiere lograr es enriquecer el conocimiento de los futuros estudiantes que quieran continuar con la investigación de este sistema, implementando nuevas bases que contribuyan con la formación profesional futura con enfoque competitivo y el avance de la nación a nivel tecnológico.

El fin de este proyecto, es facilitarle a las constructoras, un sistema automatizado que permita a los operarios de las torre grúas mayor seguridad y eficacia al momento de manipular las mismas, por medio de un modelo digital controlado desde una computadora que evitara la exposición del personal al trabajo en alturas y respectivamente una ganancia de tiempo a la hora de realizar las labores, ya que el operario no tendrá que subir hasta la cabina, sino el control de la grúa será desde la superficie.

Por otro lado este prototipo tiene variedad de temáticas que permiten, afianzar y extender nuestros conocimientos, preparándonos para ser competitivos y lograr alcanzar un avance en el área tecnológica.

JUSTIFICACION

Esta implementación está orientada a automatizar el área industrial, de manera que ofrezca mayores avances en la maquinaria pesada, haciéndola más segura y efectiva. La manipulación de la grúa torre por medio de un control digital, permite acciones más precisas en la ejecución de las tareas de la maquina al mismo tiempo que proporciona mayor seguridad al operario, al no tener el riesgo de falla de los controles análogos, y aun mejor, con fácil manipulación de la misma.

Poder brindar el prototipo de un sistema que facilite las labores del personal de construcción, promoviendo la seguridad y bienestar del operario, evitando el trabajo en alturas, promoviendo sistemas tecnológicos que brinden eficacia y fácil mantenimiento en el equipo, manteniendo el cuidado del entorno sin afectar los factores ambientales del área laboral.

OBJETIVO GENERAL

Construir un prototipo a escala de una torre grúa controlada desde el pc por medio de comunicación Serial, a través de un programa ejecutado en visual Basic.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el principal funcionamiento de una torre grúa y su estructura mecánica para implementar un sistema de control
- Desarrollar algoritmos en lenguaje de programación, que manipularan el proceso que realizara cada motor.
- Incorporar un sistema que permita que en el momento en que una instrucción sea enviada desde el pc, dicho sistema se activa el motor principal que inicia todo el proceso.
- Implementar un sistema de comunicación serial que interconectara el software creado con la estructura mecánica (Hardware)
- Generar un entorno de fácil manipulación y comprensión, en el que se definan las funciones de cada botón el cual ejecutara los procesos de la torre grúa
- Construir un modelo a escala de una torre grúa, configurando los motores que serán controlados por el pc a través de la tarjeta de control.
- Contribuir con un sistema automatizado que permita mejorar la calidad de vida y minimizar riesgos en la seguridad del personal de construcción.

ESTADO DEL ARTE

El presente proyecto tiene su origen a raíz de la participación en el “1er Concurso Nacional de Grúas con Palos de Helado”, organizado por la Delegación de Estudiantes de la Universidad Carlos III de Madrid, en la Categoría Funcionalidad y Estética.

Dicho evento se llevó a cabo en las instalaciones de la UC3M el día 24 de abril Del 2009 y por decisión del jurado, la grúa objeto de este proyecto obtuvo el 1er Premio en la categoría Funcionalidad y estética. (Para más información, ver concursogruas.es).

Ramiro F. Mena Andrade
Universidad Carlos III de Madrid

Basado en este proyecto nosotros lo diseñaremos con las siguientes innovaciones, los motores que emplearemos serán motores DC uno principal y otro secundario, el principal maneja la parte Left- Righth y el secundario maneja la parte Up-Down y adicionalmente, el sistema de agarre de elementos será mediante un gancho, la interfaz a utilizar será RS-232, y se controlara desde un PC por medio de Visual Basic.

SISTEMAS QUE POSEEN LAS TORRE GRUAS ACTUALES

SISTEMA ANTICOLISION DE TORRE GRUAS

Hoy en día la seguridad laboral se ha convertido, en una de las principales preocupaciones, de las empresas y de las administraciones, en todo el mundo, llegando a ocupar un lugar prioritario en las agendas de las mismas, el sector de la construcción s uno de los mas sensibles a este problema, dado a su histórico alto grado de accidentalidad. La preocupación en la mejora de la seguridad laboral en el ámbito de la construcción se ha traducido en una constante mejora de los equipamientos en los lugares de trabajo, tanto en los equipos de protección individual como en la maquinaria empleada.

Uno de los elementos que se emplea en la construcción, quizás el mas emblemático es la torre grúa ,que ha ido evolucionando para mejorar sus prestaciones incorporando cada vez tecnologías mas tanto en los sistemas de accionamiento como en los sistemas de control de esfuerzo máximo. Esta evolución tecnológica en la torre grúa da un salto diferencial con la incorporación de ultimas tecnologías en sensado, procesado y transmisión de datos en los sistemas anticolidión, siendo el **DynACS TC** un compendio de las ultimas tecnologías, aplicables a la seguridad de la construcción. El sistema ha sido diseñado por IEDelectronics, heredera de una gran tradición dentro del mundo de la torre grúa, sector para el que se ha realizado, toda serie de equipos orientados a maximizar la eficiencia de las grúas prestando especial atención a la seguridad.

SISTEMAS DE CONTROL UTILIZADOS ACTUALMENTE POR LA INDUSTRIA DE TORRE GRUAS DynACS TC

DynCALC

Unidad local de control del equipo, permite conocer en tiempo real la posibilidad de riesgo de colisión de la grúa con su entorno. El DynCALC recibe los datos que le aportan los sensores, para conocer su posición y la dinámica de sus movimientos, además, conoce las áreas de acceso prohibido y los obstáculos fijos de su entorno, así que es capaz de actuar sobre el movimiento sobre la antelación suficiente para evitar colisiones con los objetos de su entorno. Además, mediante la comunicación con las grúas colindantes, es capaz de calcular la posibilidad de colisión con las mismas para evitar actuar con la antelación necesaria que eviten tales colisiones.

DynCOMPASS

Sensor magneto-electrónico de giro, mide el campo magnético de la tierra, constantes para periodos de tiempo inferiores a 100 años y de esta manera obtiene una medida de donde está la grúa, Esto permite que no se vea afectada por fallos de alimentación u holguras en los sensores ya que DynCOMPASS no dispone de acoplamientos mecánicos, lo que disminuye considerablemente la instalación y mantenimiento del equipo.

DynIS

Software de configuración del sistema, una por grúa, y que define básicamente la definición de vecindades entre grúas y el establecimiento de zonas prohibidas.

Rotary Limit Switch

Sensor mecánico de posición de carro, y de posición de gancho, mediante potenciómetro. Permite tener una medida absoluta de la posición del movimiento que sensorizar, Su instalación requiere de realizar el acoplamiento entre el eje y el sensor y un eje de giro solidario al movimiento que queremos sensorizar.

Puente WI-FI

Modulo encargado de la comunicación entre equipos. conforme a IEEE 802.11B 2.4 GHZ, transmite de modo inalámbrico la información del estado de una grúa a las demás de su entorno, dado que se basa en un estándar muy extendido, permite incorporar un PC a la red para este modo realizar la configuración del sistema vía inalámbrica con un PC, que incorpore una tarjeta de red inalámbrica.

FUNCIONAMIENTO

MEDIDA

La medida es el proceso por el cual el sistema obtiene información del entorno, básicamente de cada uno de los elementos susceptibles de colisionar. Para cada equipo esta información se divide entre la información de la propia grúa y la información de las grúas colindantes, además de la ubicación geográfica de los obstáculos fijos o zonas de acceso restringido.

Las variables medidas por cada grúa son:

Posición angular de la pluma

Se mide con el equipo DynCOMPASS, que sensoriza el campo magnético de la tierra y le suministra información a la grúa de forma constante.

Posición del carro

Se mide con el RotaryLimitSwitch, que sensoriza la posición lineal del carro en la pluma

Final de carrera de carro en torre y en punta

Complementan la medida de la posición de carro

ALGORITMO

El algoritmo de cálculo integrado en el equipo DynCALC (DynamicCollisionAlgorithm Local Controller), es el que permite al sistema actuar en el momento adecuado en base a las medidas descritas.

El calculo se basa en las medidas de la misma grúa y en los datos que aportan las demás grúas de modo de que integrando en un mismo algoritmo todos estos datos, el sistema es capaz de conocer de forma dinámica el riesgo de colisión, lo que permite tomar el mando del mismo antes de que este se produzca.

Para tomar la determinación de cuando debemos tomar el control del sistema, debemos de saber que capacidad de pare tiene cada grúa, es por este motivo, que en la configuración de instalación debemos definir con precisión los accionamientos de giro y carro que incorpora cada grúa, puesto que no tiene la misma capacidad de parada que un ralentizador o un freno mecánico, ya que cada uno presenta una curva de par velocidad diferente. El sistema presenta una serie de parámetros que sirven para configurar los accionamientos de freno adecuadamente.

ACTUACIÓN

Una vez se determina el estado actual de los elementos de la Torre grúa y la evolución en el corto plazo de los mismos, el sistema decide que acción tomar para evitar las colisiones, para ello, cada movimiento dispone de distintos tipos de actuación que empleara dependiendo de la coyuntura a la que se enfrente.

Limitación

El equipo limita los movimientos cuando la grúa este en las mercancías de un área prohibida o de otra grúa, permitiendo al equipo trabajar pero a la velocidad limitada y previniendo de este modo que un arranque brusco de la grúa, dé lugar a una colisión con un elemento de la misma o por balanceo de la carga.

Parada

Es la acción de parar la grúa quitando el control de la misma al operario y realizando la maniobra de parada. Esta acción se ejecuta cuando la grúa esta acercándose a un obstáculo a una velocidad tal que si la mantuviéramos, la grúa colisionaría o invadiría una zona prohibida.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

1.1 HISTORIA DE LA TORRE GRUA

Los primeros vestigios del uso de las grúas aparecen en la antigua Grecia alrededor del siglo VI. Se trata de marcas de pinzas de hierro en los bloques de piedra de los templos. Se evidencia en estas marcas (cortes distintivos c.515) su propósito para la elevación ya que están realizadas en el centro de gravedad o en pares equidistantes de un punto sobre el centro de gravedad de los bloques.

La introducción del torno y la polea pronto conduce a un remplazo extenso de rampas como los medios principales del movimiento vertical. Por los siguientes doscientos años, los edificios griegos contemplan un manejo de los pesos más livianos, pues la nueva técnica de elevación permitió la carga de muchas piedras más pequeñas por ser más práctico, que pocas piedras más grandes. Contrastando con el período arcaico y su tendencia a los tamaños de bloque cada vez mayores, los templos griegos de la edad clásica como el Parthenon ofrecieron invariable cantidad de bloques de piedra que podían ser usados para cargar no menos de 15-20 toneladas. También, la práctica de erigir grandes columnas monolíticas fue abandonada prácticamente para luego usar varias ruedas que conforman la columna.

Aunque las circunstancias exactas del cambio de la rampa a la tecnología de la grúa siguen siendo confusas, se ha discutido que las condiciones sociales y políticas volátiles de Grecia hacían más convenientes al empleo de los equipos pequeños para los profesionales de la construcción que de los instrumentos grandes para el trabajo de inexpertos, haciendo la grúa preferible a los polis griegos que la rampa que requería mucho trabajo, esta había sido la norma en las sociedades autocráticas de Egipto y Asiria.

La primera evidencia literaria inequívoca para avalar la existencia del sistema compuesto de poleas aparece en los ejercicios mecánicos (Mech. 18, 853a32-853b13) atribuido a Aristóteles (384-322), pero quizás elaborado en una fecha poco posterior. Alrededor del mismo siglo, los tamaños de bloque en los templos griegos comenzaron a parecerse a sus precursores arcaicos otra vez, indicando que se debe haber encontrado la forma de usar polea compuesta más sofisticada en las obras griegas más avanzadas para entonces.

1.1.1 DEFINICION DE TORRE GRUA

Es un aparato de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir las cargas mediante un gancho suspendido de un cable, desplazándose por un carro a lo largo de una pluma. La grúa es orientable y su soporte giratorio se monta sobre la parte superior de una torre vertical, cuya parte inferior se une a la base de la grúa. La grúa torre suele ser de instalación temporal, y esta concebida para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos.

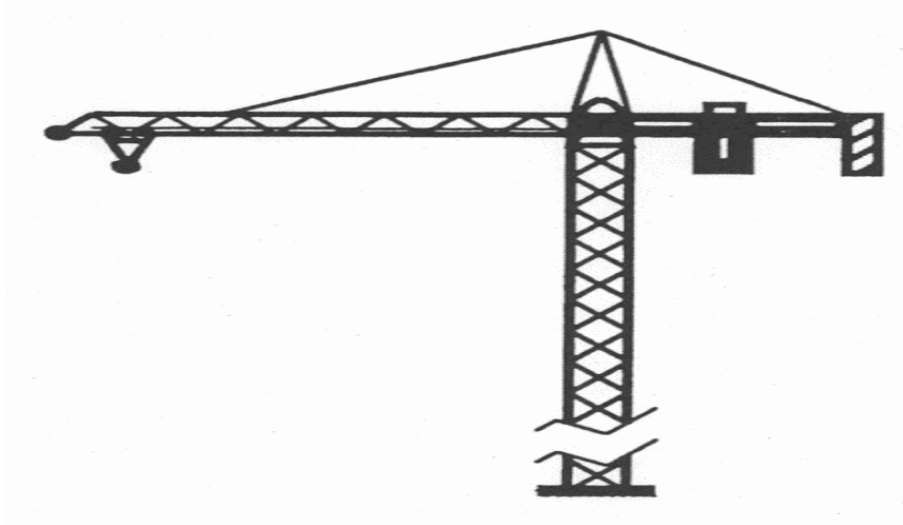


Figura 1.1 estructura de una torre grúa

1.1.2 USOS

Se utiliza sobretodo en las obras de construcción. Está constituida esencialmente por una torre metálica, con un brazo horizontal giratorio, y los motores de orientación, elevación y distribución o traslación de la carga. La torre de la grúa puede empotrarse en el suelo, inmobilizada sin ruedas o bien desplazarse sobre vías rectas o curvas. Las operaciones de montaje deben ser realizadas por personal especializado. Asimismo las operaciones de mantenimiento y conservación se realizarán de acuerdo con las normas dadas por el fabricante.

1.1.2.1 CARACTERISTICAS

La grúa se compone de tres partes cabeza con brazos, torre desmontable y base. La primera, cabeza con brazos, esta dimensionada de acuerdo a la influencia de las características de cargas y alcances. La segunda, torre desmontable, esta dimensionada principalmente por la influencia de la característica de altura. La tercera esta afectada por la influencia de las dos anteriores y tiene como misión principal la estabilidad tanto durante la carga como cuando no esta funcionando la grúa. Para este punto también habrá que tener en cuenta la posibilidad de movilidad de la grúa.

1.1.3 PARTES

1.1.3.1 MASTIL

Consiste en una estructura de celosía metálica de sección normalmente cuadrada, cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente. Normalmente esta formada por módulos de celosía que facilitan el transporte de la grúa. Para el montaje se unirán estos

módulos, mediante tornillos, llegando todos unidos a la altura proyectada. Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y altura.

En la parte superior del mástil se sitúa la zona giratoria que aporta a la grúa un movimiento de 360° horizontales. También según el modelo puede disponer de una cabina para su manejo por parte de un operario. Para el acceso de operarios dispondrá de una escala metálica fijada a la estructura.



Figura 1.2. Mastil de la torre grúa

1.1.3.2 FLECHA

Es una estructura de celosía metálica de sección normalmente triangular, cuya principal misión es dotar a la grúa del radio o alcance necesario. Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y longitud. También se le suele llamar pluma.

Al igual que el mástil suele tener una estructura modular para facilitar su transporte. Para desplazarse el personal especializado durante los trabajos de montaje, revisión y mantenimiento a lo largo de la flecha dispondrá de un elemento longitudinal, cable fiador, al que se pueda sujetar el mosquetón del cinturón de seguridad.



Figura 1.3. Flecha de la torre grúa

1.1.3.3 CONTRAFLECHA

La longitud de la contraflecha oscila entre el 30 y el 35 % de la longitud de la pluma. Al final de la contraflecha se colocan los contrapesos. Esta unido al mástil en la zona opuesta a la unión con la flecha. Está formada una base robusta formada por varios perfiles metálicos, formando encima de ellos una especie de pasarela para facilitar el paso del personal desde el mástil hasta los contrapesos. Las secciones de los perfiles dependerán de los contrapesos que se van a colocar.



Figura 1.4. Contraflecha de la torre grúa

1.1.3.4 CONTRAPESO

Son estructuras de hormigón prefabricado que se colocan para estabilizar el peso y la inercia que se produce en la flecha grúa. Deben estabilizar la grúa tanto en reposo como en funcionamiento.

Tanto estos bloques como los que forman el lastre deben de llevar identificado su peso de forma legible e indeleble.



Figura 1.5. Contrapeso de la torre grúa

1.1.3.5 LASTRE

Puede estar formada por una zapata enterrada o bien por varias piezas de hormigón prefabricado en la base de la grúa. Su misión es estabilizar la grúa frente al peso propio, al peso que pueda trasladar y a las condiciones ambientales adversas (viento).

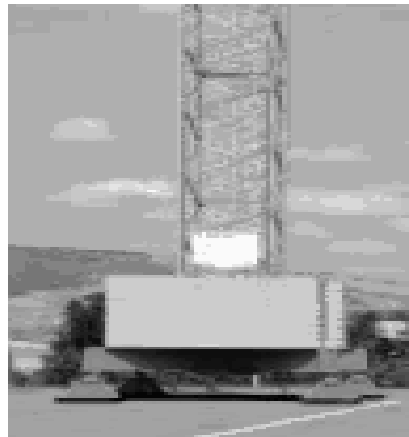


Figura 1.6. Lastre de la torre grúa

1.1.3.6 CARRO

Consiste en un carro que se mueve a lo largo de la flecha a través de unos carriles. Este movimiento da la maniobrabilidad necesaria en la grúa. Es metálico de forma que soporte el peso a levantar.



Figura 1.7. Carro de la torre grúa

1.1.3.7 CABLES Y GANCHO

El cable de elevación es una de las partes más delicadas de la grúa y, para que dé un rendimiento adecuado, es preciso que sea usado y mantenido correctamente. Debe estar perfectamente tensado y se hará un seguimiento periódico para que, durante su enrollamiento en el tambor no se entrecruce, ya que daría lugar a aplastamientos.

El gancho irá provisto de un dispositivo que permite la fácil entrada de cables de las eslingas y estobos, y de forma automática los retenga impidiendo su salida si no se actúa manualmente.

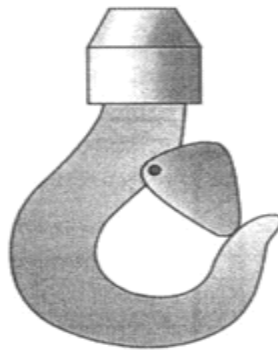


Figura 1.8. Gancho de la torre grúa

1.1.3.8 MOTORES

La grúa más genérica está formada por cuatro motores eléctricos:

1. **Motor de elevación:** permite el movimiento vertical de la carga.
2. **Motor de distribución:** da el movimiento del carro a lo largo de la pluma.
3. **Motor de orientación:** permite el giro de 360°, en el plano horizontal, de la estructura superior de la grúa.
4. **Motor de translación:** desplazamiento de la grúa, en su conjunto, sobre carriles. Para realizar este movimiento es necesario que la grúa este en reposo.

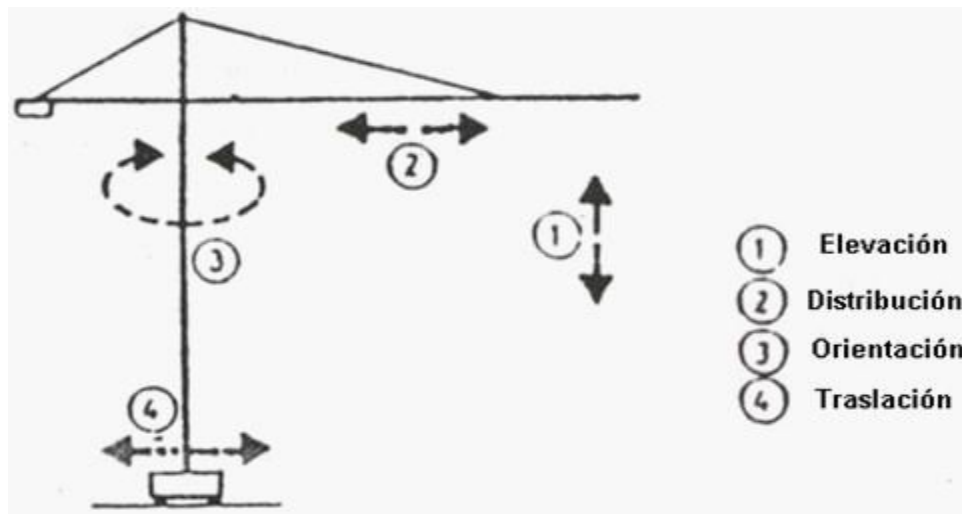


Figura 1.9. Ubicación y movimientos de motores en una torre grúa

1.1.3.9 PLACA BASE

Es la estructura de la grúa en contacto con el suelo. Será la encargada de resistir y repartir los esfuerzos que se transmitan desde la estructura de la grúa hasta el terreno. Sus dimensiones serán los marcados por las bases del concurso.



Figura 1.10. Placa base de la torre grúa

1.1.3.10 CLASIFICACION

Esta clasificación esta basada en la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-2, dentro de los tipos aquí descritos puede hacerse nueva divisiones dependiendo de la capacidad de carga, la altura o la longitud de alcance de la flecha.

1.1.3.11TORRE GRUA FIJA O ESTACIONARIA

Grúa torre cuya base no posee medios de translación o que poseyéndolos no son utilizables en el emplazamiento, o aquellas en que la base es una fundación o cualquier otro conjunto fijo.

1.1.3.12 TORRE GRUA DESPLAZABLE EN SERVICIO

Es aquella cuya base está dotada de medios propios de traslación sobre carriles u otros medios y cuya altura máxima de montaje es tal que sin ningún medio de anclaje adicional sea estable tanto en servicio, como fuera de servicio, para las sollicitaciones a las que vaya a estar sometida.

1.1.3.13. TORRE GRUA DESMONTABLE

Grúa torre, concebida para su utilización en las obras de construcción u otras aplicaciones, diseñada para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos.

1.1.3.14. TORRE GRUA AUTODESPLEGABLE

Grúa pluma orientable en la que la pluma se monta sobre la parte superior de una torre vertical orientable, donde su parte inferior se une a la base de la grúa a través de un soporte giratorio y que está provista de los accesorios necesarios para permitir un rápido plegado y desplegado de la torre y pluma.

1.1.3.15. TORRE GRUA AUTODESPLEGABLE MONOBLOC

Grúa torre auto desplegable cuya torre está constituida por un solo bloque y que no requiere elementos estructurales adicionales para su instalación, que puede ir provista de ruedas para facilitar su desplazamiento.

1.1.3.16 TORRE GRUA TREPADORA

Grúa torre instalada sobre la estructura de una obra en curso de construcción y que se desplaza de abajo hacia arriba por sus propios medios al ritmo y medida que la construcción progresa

1.2 MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica, provocando un movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

1.2.1 UTILIDAD

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motor, etc.)



Figura 1.11. Motor de corriente continúa

1.2.2 COMPOSICION DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

Un motor común de corriente directa o continua se compone de las siguientes partes o piezas:

1.2.2.1 CARCASA METÁLICA O CUERPO DEL MOTOR

Aloja en su interior, de forma fija, dos imanes permanentes con forma de semicírculo, con sus correspondientes polos norte y sur.



Figura 1.12 Carcasa metálica o cuerpo del motor

1.2.2.2 ROTOR O PARTE GIRATORIA DEL MOTOR.

Se compone de una estructura metálica formada por un conjunto de chapas o láminas de acero al silicio, troqueladas con forma circular y montadas en un mismo eje con sus correspondientes bobinas de alambre de cobre, que lo convierten en un electroimán giratorio. Por norma general el rotor de la mayoría de los pequeños motores de C.D. se compone de tres enrollados o bobinas que crean tres polos magnéticos. Los extremos de cada una de esas bobinas se encuentran conectados a diferentes segmentos del colector.



Figura 1.13 Rotor o parte giratorio del motor

1.2.2.3 COLECTOR O CONMUTADOR

Situado en uno de los extremos del eje del rotor, se compone de un anillo deslizante seccionado en dos o más segmentos. Generalmente el colector de los pequeños motores comunes de C.D. se divide en tres segmentos.



Figura 1.14 Colector o conmutador

1.2.2.4 ESCOBILLAS

Representan dos contactos que pueden ser metálicos en unos casos, o compuesto por dos piezas de carbón en otros. Las escobillas constituyen contactos eléctricos que se deslizan por encima de los segmentos del colector mientras estos giran. Su misión es suministrar a la bobina o bobinas del rotor a través del colector, la corriente eléctrica directa necesaria para energizar el electroimán. En los pequeños motores las escobillas normalmente se componen de dos piezas o flejes metálicos que se encuentran fijos en la tapa que cierra la carcasa o cuerpo del motor.



Figura 1.15 Escobillas

1.2.2.5 TAPA DE LA CARCASA

Es la tapa que se emplea para cerrar uno de los extremos del cuerpo o carcasa del motor. En su cara interna se encuentran situadas las escobillas de forma fija. El motor de esta foto utiliza en función de escobillas dos flejes metálicos.



Figura 1.16 Tapa de la carcasa

1.2.3 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

Según la ley de Fuerza de Lorentz simplificada, cuando un conductor por el que pasa una corriente eléctrica se sumerge en un campo magnético, el conductor sufre una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la regla de la mano derecha.

$$F = B \cdot l \cdot I$$

- **F:** Fuerza en newton
- **I:** Intensidad que recorre el conductor en amperios
- **l:** Longitud del conductor en metros
- **B:** Densidad de campo magnético o densidad de flujo teslas

El rotor tiene varios repartidos por la periferia. A medida que gira, la corriente se activa en el conductor apropiado. Normalmente se aplica una corriente con sentido contrario en el extremo opuesto del rotor, para compensar la fuerza neta y aumentar el momento.

1.2.4 FUERZA CONTRA ELECTROMOTRIZ INDUCIDA EN UN MOTOR

Es la tensión que se crea en los conductores de un motor como consecuencia del corte de las líneas de fuerza, es el efecto generador de pines. La polaridad de la tensión en los generadores es inversa a la aplicada en bornes del motor. Las fuertes puntas de corriente de un motor en el arranque son debidas a que con la máquina parada no hay fuerza contra electromotriz y el bobinado se comporta como una resistencia pura del circuito. La fuerza contra electromotriz en el motor depende directamente de la velocidad de giro del motor y del flujo magnético del sistema inductor.

1.2.5 NÚMERO DE ESCOBILLAS

Las escobillas deben poner en cortocircuito todas las bobinas situadas en la zona neutra. Si la máquina tiene dos polos, tenemos también dos zonas neutras. En consecuencia, el número total de escobillas ha de ser igual al número de polos de la máquina. En cuanto a su posición, será coincidente con las líneas neutras de los polos.

1.2.6 SENTIDO DE GIRO

El sentido de giro de un motor de corriente continua depende del sentido relativo de las corrientes circulantes por los devanados inductor e inducido. La inversión del sentido de giro del motor de corriente continua se consigue invirtiendo el sentido del campo magnético o de la corriente del inducido. Si se permuta la polaridad en ambos bobinados, el eje del motor gira en el mismo sentido.

Los cambios de polaridad de los bobinados, tanto en el inductor como en el inducido se realizarán en la caja de bornes de la máquina, y además el ciclo combinado producido por el rotor produce la fuerza magneto motriz. El sentido de giro lo podemos determinar con la regla de la mano derecha, la cual nos va a mostrar el sentido de la fuerza. La regla de la mano derecha es de la siguiente manera: el pulgar nos muestra hacia donde va la corriente, el dedo índice apunta en la dirección en la cual se dirige el flujo del campo magnético, y el dedo medio hacia donde va dirigida la fuerza resultante y por lo tanto el sentido de giro.

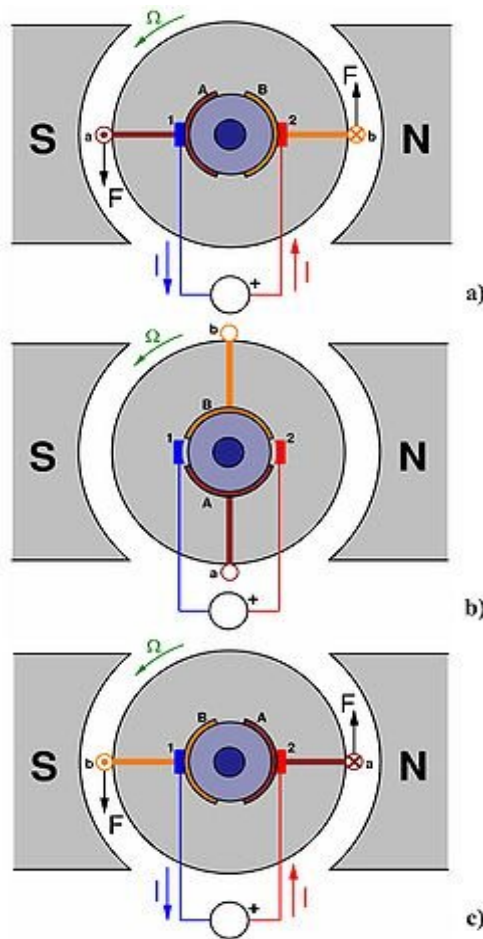


Figura 1.17 Esquema de funcionamiento de un motor y el sentido de giro

1.2.7 REVERSIBILIDAD

Los motores y los generadores de corriente continua están constituidos esencialmente por los mismos elementos, diferenciándose únicamente en la forma de utilización. Por reversibilidad entre el motor y el generador se entiende que si se hace girar al rotor, se produce en el devanado inducido una fuerza electromotriz capaz de transformarse en energía en el circuito de carga.

En cambio, si se aplica una tensión continua al devanado inducido del generador a través del colector de delgas, el comportamiento de la máquina ahora es de motor, capaz de transformar la fuerza contra electromotriz en energía mecánica. En ambos casos el inducido está sometido a la acción del campo inductor principal.

1.2.8 VARIACIONES EN EL DISEÑO DEL MOTOR

Los motores de corriente continua se construyen con rotores bobinados, y con estatores bobinados o de imanes permanentes. Si el estator es bobinado, existen distintas configuraciones posibles para conectar los dos bobinados de la máquina:

1.2.8.1 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Motor de CD en serie: el devanado de estator y el devanado de rotor se conectan en serie.

Motor de CD en paralelo: el devanado de estator y de rotor se conectan en paralelo.

Motor de CD compuesto: se utiliza una combinación de ambas configuraciones.

1.2.8.2 MOTORES DE IMAN PERMANENTE

Los de imán permanente tienen algunas ventajas de rendimiento frente a los motores síncronos de corriente continua de tipo excitado y han llegado a ser el predominante en las aplicaciones de potencia fraccionaria. Son más pequeños, más ligeros, más eficaces y fiables que otras máquinas eléctricas alimentadas individualmente.



Figura 1.18 Rotor de un motor con imán permanente

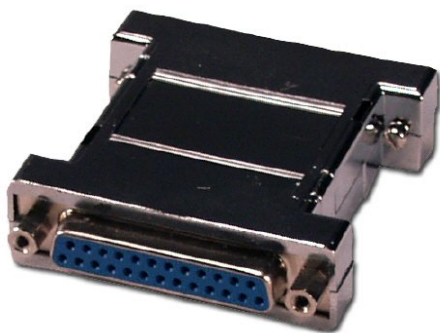
1.3 INTERFAZ RS-232

RS232 (Recommended Standard 232, también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C) es una interfaz que designa una norma para el intercambio de una serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Data Communication Equipment, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras en las que también se utiliza la interfaz RS-232.

En particular, existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipamientos, como pueden ser computadores. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE (Data Terminal Equipment) con otro DTE. Para ello se utiliza una conexión entre los dos DTE sin usar módem, por ello se llama: null módem ó módem nulo.

El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DE-9, o popularmente también denominados DB-9), más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

RS-232 DCE



RS-232 DTE



Figura 1.19 Conector (DB-25 hembra)

.Figura 1.20 Conector (DB-25 macho)



Figura 1.21 Conector (DB-9 hembra).

Figura 1.22 Conector (DB-9 macho)

1.3.1 CONEXIONES (DESDE LA PERSPECTIVA DEL DTE)

En la siguiente tabla se muestran las señales RS-232 más comunes según los pines asignados:

Señal		DB-25	DE-9 (DB-9, TIA-574)	EIA/TIA 561	Host	RJ-50	MMJ
Common Ground	G	7	5	4	4,5	6	3,4
Transmitted Data	TD	2	3	6	3	8	2
Received Data	RD	3	2	5	6	9	5
Data Terminal Ready	DTR	20	4	3	2	7	1
Data Set Ready	DSR	6	6	1	7	5	6
Request To Send	RTS	4	7	8	1	4	-
Clear To Send	CTS	5	8	7	8	3	-
Carrier Detect	DCD	8	1	2	7	10	-
Ring Indicator	RI	22	9	1	-	2	-

Figura 1.23 Señales RS-232 según los pines

1.3.1.1 CONEXIÓN RS-232 DTE-DCE

- Conexión Típica DTE-DCE: DCE es el equipo de comunicación capaz de soportar clocking (generalmente un modem), DTE es el terminal (PC, Impresora etc.).
- Utiliza 22 de los 25 pines cableados straight-through (DB-25) lo que no da lugar a errores de cableado. Permite trabajar en modo sincrónico y asincrónico.
- Permite utilizar 9 de los 25 pines (conector DB-9), para modo solamente asincrónico.
- Existen conexiones DTE-DTE o DCE-DCE con diferentes cableados (cross-over).

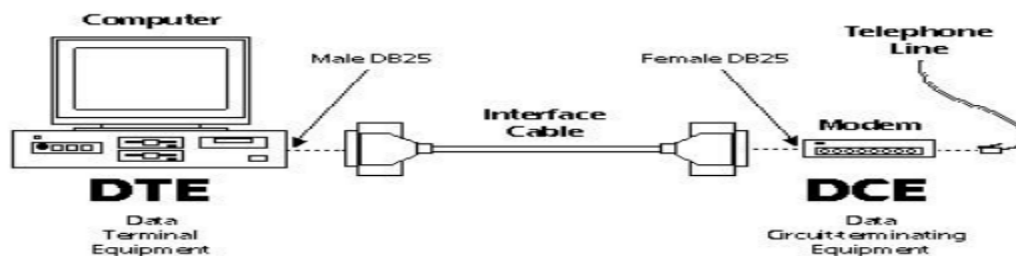


Figura 1.24 Conexión RS-232 DTE-DCE

1.3.2 CONSTRUCCIÓN FÍSICA

La interfaz RS-232 está diseñada para imprimir documentos para distancias cortas, de hasta 15 metros según la norma, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 kbps. A pesar de esto, muchas veces se utiliza a mayores velocidades con un resultado aceptable. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, halfduplex o full dúplex. En un canal simplex los datos siempre viajarán en una dirección, por ejemplo desde DCE a DTE. En un canal halfduplex, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal full dúplex, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente. Las líneas de handshaking de la RS-232 se usan para resolver los problemas asociados con este modo de operación, tal como en qué dirección los datos deben viajar en un instante determinado.

Si un dispositivo de los que están conectados a una interfaz RS-232 procesa los datos a una velocidad menor de la que los recibe deben de conectarse las líneas handshaking que permiten realizar un control de flujo tal que al dispositivo más lento le de tiempo de procesar la información. Las líneas de "handshaking" que permiten hacer este control de flujo son las líneas RTS y CTS. Los diseñadores del estándar no concibieron estas líneas para que funcionen de este modo, pero dada su utilidad en cada interfaz posterior se incluye este modo de uso.

1.3.3 CIRCUITOS Y DEFINICIONES

Las UART o U(S) ART (Transmisor y Receptor Asíncrono Universal) se diseñaron para convertir las señales que maneja la CPU y transmitir las al exterior. Las UART deben resolver problemas tales como la conversión de voltajes internos del DCE con respecto al DTE, gobernar las señales de control, y realizar la transformación desde el bus de datos de señales en paralelo a serie y viceversa. Debe ser robusta y deberá tolerar circuitos abiertos, cortocircuitos y escritura simultánea sobre un mismo pin, entre otras consideraciones. Es en la UART en donde se implementa la interfaz.

Generalmente, cuando se requiere conectar un micro controlador (con señales típicamente entre 3.3 y 5 V) con un puerto RS-232 estándar, se utiliza un driver de línea, típicamente un MAX232 o compatible, el cual mediante dobladores de voltaje positivos y negativos, permite obtener la señal bipolar (típicamente alrededor de +/- 6V) requerida por el estándar.

Para los propósitos de la RS-232 estándar, una conexión es definida por un cable desde un dispositivo al otro. Hay 25 conexiones en la especificación completa, pero es muy probable que se encuentren menos de la mitad de éstas en una interfaz determinada. La causa es simple, una interfaz full dúplex puede obtenerse con solamente 3 cables.

Existe una cierta confusión asociada a los nombres de las señales utilizadas, principalmente porque hay tres convenios diferentes de denominación (nombre común, nombre asignado por la EIA, y nombre asignado por el CCITT).

En la tabla, el carácter que sigue a los de número de pin: (ver figura)

- Raramente se usa (*).
- Usado únicamente si se implementa el canal secundario (+).
- Usado únicamente sobre interfaces sincrónicas (#).

También, la dirección de la flecha indica cuál dispositivo, (DTE o DCE) origina cada señal, a excepción de las líneas de tierra (---).

Sobre los circuitos, todos los voltajes están con respecto a la señal de tierra.

Las convenciones que se usan son las siguientes:

Voltaje	Señal	Nivel Lógico	Control
+3 a +15	Espacio	0	On
-3 a -15	Marca	1	Off

Figura 1.25 Voltaje respecto a la señal de tierra

Los valores de voltaje se invierten con respecto a los valores lógicos. Por ejemplo, el valor lógico positivo corresponde al voltaje negativo. También un 0 lógico corresponde a la señal de valor verdadero ó activado. Por ejemplo, si la línea DTR está al valor 0 lógico, se encuentra en la gama de voltaje que va desde +3 a +15 V, entonces DTR está listo (ready).

El canal secundario a veces se usa para proveer un camino de retorno de información más lento, de unos 5 a 10 bits por segundo, para funciones como el envío de caracteres ACK o NAK, en principio sobre un canal halfduplex. Si el módem usado acepta esta característica, es posible para el receptor aceptar o rechazar un mensaje sin tener que esperar el tiempo de conmutación, un proceso que usualmente toma entre 100 y 200 milisegundos.

En la siguiente tabla se muestran los tres nombres junto al número de pin del conector al que está asignado (los nombres de señal están desde el punto de vista del DTE (por ejemplo para Transmit Data los datos son enviados por el DTE, pero recibidos por el DCE):

PIN	EIA	CCITT	E/S	Función DTE-DCE
1	CG	AA 101		Chassis Ground
2	TD	BA 103	Salida	Transmit Data
3	RD	AA 104	Entrada	Receive Data
4	RTS	CA 105	Salida	Request To Send
5	CTS	CB 106	Entrada	Clear To Send
6	DSR	CC 107	Entrada	Data Set Ready
7	SG	AB 102	---	Signal Ground
8	DCD	CF 109	Entrada	Data Carrier Detect
9*			Entrada	Pos. Test Voltage
10*			Entrada	Neg. Test Voltage
11				(no tiene uso)
12+	SCDC	SCF 122	Entrada	Sec. Data Car. Detect
13+	SCTS	SCB 121	Entrada	Sec. Clear To Send
14+	SBA 118		Salida	Sec. Transmit Data
15#	TC	DB 114	Entrada	Transmit Clock
16+	SRD	SBB 119	Entrada	Sec. Receive Data
17#	RC	DD 115	Entrada	Receive Clock
18				(no tiene uso)
19+	SRTS	SCA 120	Salida	Sec. Request To Send
20	DTR	CD 108,2	Salida	Data Terminal Ready
21*	SQ	CG 110	Entrada	Signal Quality
22	RI	CE 125	Entrada	Ring Indicator
23*	DSR	CH 111	Salida	Data Rate Selector
		CI 112	Salida	Data Rate Selector
24*	XTC	DA 113	Salida	Ext. Transmit Clock
25*			Salida	Busy

Figura 1.26 Nombres de señales utilizados

1.3.4 CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE CADA CIRCUITO

1. Los siguientes criterios son los que se aplican a las características eléctricas de cada una de las líneas
2. La magnitud de un voltaje en circuito abierto no excederá los 25 V.
3. El conductor será apto para soportar un corto con cualquier otra línea en el cable sin daño a sí mismo o a otro equipamiento, y la corriente de cortocircuito no excederá los 0,5 A.
4. Las señales se considerarán en el estado de MARCA, (nivel lógico "1"), cuando el voltaje sea más negativo que - 3 V con respecto a la línea de SignalGround. Las señales se considerarán en el estado de ESPACIO, (nivel lógico"0"), cuando el voltaje sea más positivo que +3 V con respecto a la línea SignalGround. La gama de voltajes entre -3 V y +3 V se define como la región de transición, donde la condición de señal no está definida.

5. La impedancia de carga tendrá una resistencia a DC de menos de 7000Ω al medir con un voltaje aplicado de entre 3 a 25 V pero mayor de 3000Ω cuando se mida con un voltaje de menos de 25 V...
6. Cuando la resistencia de carga del terminal encuentra los requerimientos de la regla 4 anteriormente dicha, y el voltaje del terminal de circuito abierto está a 0 V, la magnitud del potencial de ese circuito con respecto a SignalGround estará en el rango de 5 a 15 V.
7. El driver de la interfaz mantendrá un voltaje entre -5 a -15 V relativos a la SignalGround para representar una condición de MARCA. El mismo driver mantendrá un voltaje de entre 5 V a 15 V relativos a SignalGround para simbolizar una señal de ESPACIO. Obsérvese que esta regla junto con la Regla 3, permite 2 V de margen de ruido. En la práctica, se utilizan -12 y 12 V respectivamente.
8. El driver cambiará el voltaje de salida hasta que no se excedan $30 \text{ V}/\mu\text{s}$, pero el tiempo requerido a la señal para pasar de -3 V a +3 V de la región de transición no podrá exceder 1 ms, o el 4% del tiempo de un bit.
9. La desviación de capacitancia del terminal no excederá los 2500 pF, incluyendo la capacitancia del cable. Obsérvese que cuando se está usando un cable normal con una capacitancia de 40 a 50 pF/Pie de longitud, esto limita la longitud de cable a un máximo de 50 Pies, (15 m). Una capacitancia del cable inferior permitiría recorridos de cable más largos.
10. La impedancia del driver del circuito estando apagado deberá ser mayor que 300Ω .
11. Existen en el mercado muchos circuitos integrados disponibles, (los chips 1488 y 1489, Max 232, etc.) los cuales implementan drivers y receptores TTL, para una RS-232 de forma compatible con las reglas anteriores.

1.4 MAX232

El MAX232 es un circuito integrado de Maxim que convierte las señales de un puerto serie RS-232 a señales compatibles con los niveles TTL de circuitos lógicos. El MAX232 sirve como interfaz de transmisión y recepción para las señales RX, TX, CTS y RTS.

El circuito integrado tiene salidas para manejar niveles de voltaje del RS-232 (aprox. $\pm 7.5 \text{ V}$) que las produce a partir de un voltaje de alimentación de +5 V utilizando multiplicadores de voltaje internamente en el MAX232 con la adición de condensadores externos. Esto es de mucha utilidad para la implementación de puertos serie RS-232 en dispositivos que tengan una alimentación simple de +5 V.

Las entradas de recepción de RS-232 (las cuales pueden llegar a $\pm 25 \text{ V}$), se convierten al nivel estándar de 5 V de la lógica TTL. Estos receptores tienen un umbral típico de 1.3 V, y una histéresis de 0.5 V.

La versión MAX232A es compatible con la original MAX232, y tiene la mejora de trabajar con mayores velocidades de transferencia de información (mayor tasa de baudios), lo que reduce el tamaño de los condensadores externos utilizados por el multiplicador de voltaje, - 0.1 μF en lugar del 1.0 μF usado en el dispositivo original.¹

Una versión más nueva de este circuito integrado, el MAX3232 también es compatible con el original, pero opera en un rango más amplio, de 3 a 5.5 V.²

El MAX232 es compatible con las versiones de otros fabricantes ICL232, ST232, ADM232, HIN232.

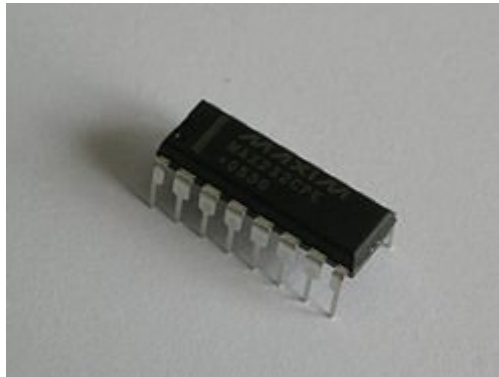


Figura 1.27 Circuito integrado Max232

1.4.1 DIAGRAMA DE CONEXIONES

C1₊

Conexión positiva del condensador C1 del doblador de voltaje de +5V a +10V.

C1₋

Conexión negativa del condensador C1 del doblador de voltaje de +5V a +10V.

C2₊

Conexión positiva del condensador C2 del inversor de voltaje de +10V a -10V.

C2₋

Conexión negativa del condensador C2 del inversor de voltaje de +10V a -10V.

V₋

Conexión de salida del voltaje de -10V.

V₊

Conexión de salida del voltaje de +10V.

T1_{in}, T2_{in}, R1_{out}, R2_{out}

Conexiones a niveles de voltaje de TTL o CMOS.

T1_{out}, T2_{out}, R1_{in}, R2_{in}

Conexiones a niveles de voltaje del protocolo RS-232.

VCC

Alimentación positiva del MAX232

GND

Alimentación negativa del MAX232

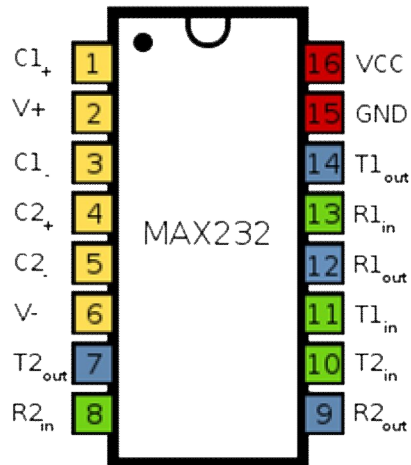


Figura 1.28 Diagrama de conexiones del Max232

1.5 MODULO USART

La comunicación de los microcontroladores PIC con el computador es de gran importancia y para esto se ha incorporado un módulo con las características apropiadas para el intercambio de información. Este módulo es conocido como USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) y se estudia en este capítulo. El módulo USART es compatible con el protocolo RS232 que también es muy utilizado en las computadoras personales. Este módulo puede configurarse para operación asincrónica (full-dúplex) y para su empleo en este modo se puede utilizar la librería UART del compilador micro C PRO.

Este es uno de los dos módulos serie E/S, también llamado Interfaz de Comunicación Serie SCI. El módulo USART de los microcontroladores PIC puede configurarse como un sistema asincrónico full-dúplex que puede comunicarse con dispositivos periféricos, tales como terminales CRT y computadoras personales, o puede configurarse como un sistema sincrónico half-dúplex que puede comunicarse con otros dispositivos tales como conversores A/D y D/A, EEPROMs serie, etc.

Los modos de operación disponibles son los siguientes:

1.5.1 FULL DUPLEX

El sistema es similar al dúplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para que sea posible ambos emisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, mientras que la comunicación semi-dúplex necesita normalmente uno solo. Para el intercambio de datos entre computadores este tipo de comunicaciones son más eficientes que las transmisiones semi-dúplex.

1.5.2 SIMPLEX

En este caso el emisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean, usualmente, en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor.

1.5.3 DUPLEX, HALF DUPLEX O SEMI-DUPLEX

En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no de manera simultánea. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales y una computadora central.

1.6 ESTANDAR USB

USB es el acrónimo de Universal Serial Bus, este protocolo se usa principalmente para la conexión de distintos periféricos a los computadores tales como, impresoras, teclados, teléfonos, etc. Actualmente se puede decir, sin temor a equivocarse, que este estándar desplazó del mercado a su antecesor el RS-232, este último es usado para el desarrollo de proyectos o dispositivos antiguos pero, lo que hoy se refiere los grandes fabricantes de la industria del desarrollo tecnológico del campo de las comunicaciones.

1.6.1 CARACTERISTICAS ESTANDAR USB

1. Velocidad de transmisión desde unos Kbps hasta Mbps.
2. Es capaz de trabajar tanto de forma síncrona como asíncrona.
3. Se pueden conectar hasta 127 periféricos.
4. Comunicación de alta fiabilidad gracias al control de errores.
5. Tiempo de respuesta garantizado.
6. La mayoría de accesorio por USB es plug and play, es decir, conectar y usar.
7. Posible expansión del bus.
8. Para entender el modo en el que funciona este estándar se aclarará inicialmente los siguientes términos:

1.6.1.1 HOST (ANFITRIÓN): Es el dispositivo encargado de comenzar el enlace.

1.6.1.2 HUB (CONCENTRADOR): Es el encargado de permitir la comunicación entre el host y otros dispositivos.

1.6.1.3 DRIVER (CONTROLADOR): Suele ser un programa que contiene la información necesaria para que el host puede identificar el periférico que se le ha conectado.

1.6.1.4 END POINTS (PUNTOS TERMINALES): Es un registro o módulo encargado de recibir y procesar las peticiones durante la enumeración del dispositivo sobre el bus.

1.6.1.5 PIPES (TUBERÍAS): Es el enlace virtual entre el host y el endpoint.

1.6.2 TIPOS DE PIPES

1.6.2.1 STREAM PIPES Se refiere a la transferencia de datos con formato diferente al protocolo USB, es decir que se puede enviar y recibir información con diferentes formatos.

1.6.2.2 BULK Usado para realizar transferencias de grandes cantidades de datos y sin errores, haciendo de esta una transmisión lenta pero segura, por esto es usada principalmente en dispositivos de alta velocidad.

1.6.2.3 ISOCHRONOUS Es una transmisión de datos en tiempo real como los formatos de audio y video, para teleconferencias por ejemplo.

1.6.2.3.1 INTERRUPT Este tipo de enlace es usado para intercambiar pequeños paquetes de datos y para atender periódicamente dispositivos que lo necesiten.

1.6.2.3.2 MESSAGES PIPES Enlace virtual con formato USB

1.6.2.3.3 CONTROL Junto a los drivers es el encargado de realizar las configuraciones necesarias en el endpoint. No tiene pérdidas de datos gracias a que la detección y detección de errores se basa en la norma USB.

Otro punto importante es la enumeración, en este proceso se presenta el dispositivo USB ante el host brindándole la información necesaria para su buen funcionamiento, por ejemplo, su consumo de energía, número y tipos de endpoints, tipo de periférico, tasa de transferencia de datos, etc. Cuando el host detecta el dispositivo y lo enumera es porque el dispositivo ha sido agregado al bus, a este le es asignado una dirección para habilitar su configuración y su transferencia de datos.

1.6.3 CARACTERISTICAS ELECTRICAS

1. En cuanto a sus características eléctricas y tasas de transferencia de datos, el protocolo USB cuenta con las siguientes:

2. El puerto USB transmite la información sobre cuatro hilos de cobre de los cuales dos están trenzados para evitar ruidos.

3. El puerto brinda una tensión nominal de +5V DC.

4. El par trenzado debe de tener una impedancia característica de 90Ω .

5. El PC puede administrar la potencia máxima con que cada dispositivo puede contar, al igual que suspender cada puerto de manera individual para reducir el consumo.

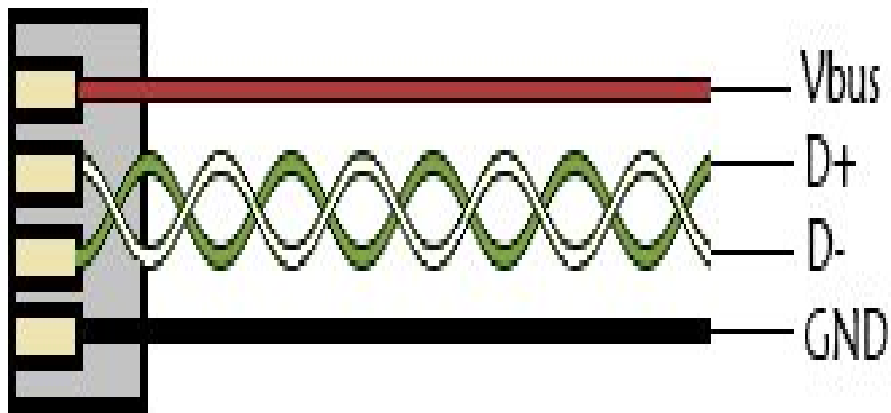


Figura 1.29 Diagrama de un cable USB

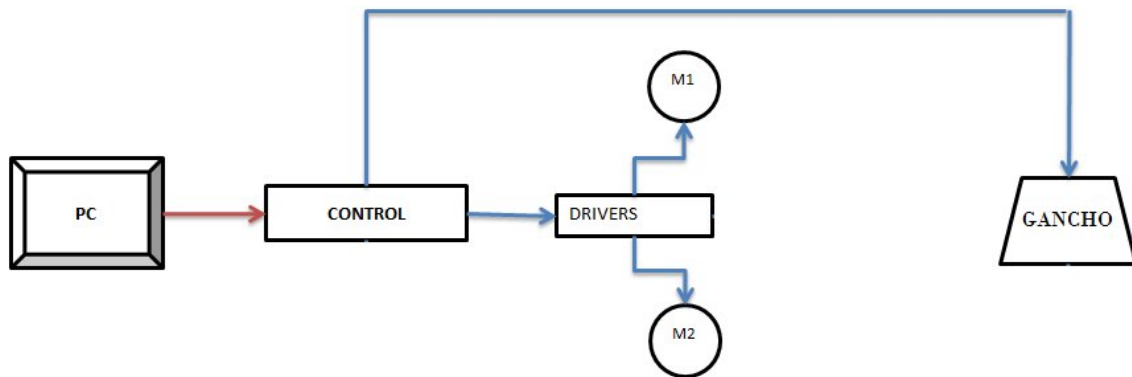


Figura 1.30 Conversor USB-Serial

CAPITULO 2

2 IMPLEMENTACION

Para implementar el proyecto se inicio con el desarrollo de un esquema de cada una de las partes del sistema de la torre grúa, esto para tener una organización del prototipo, y desarrollar, paso por paso, cada uno de los modulo que están en el esquema.



2.1 ESTRUCTURA

Esta estructura fue construida por nosotros, el diseño fue tomado de la estructura básica de una torre grúa, a diferencia que este diseño es más didáctico con materiales de fácil manipulación y que permiten el sostenimiento de los motores y el sistema de control del mismo. Con el fin de explicar de una forma más practica el funcionamiento de este sistema.



Figura 2.1 Estructura de la torre grúa

Esta estructura esta conformada por una base la cual tiene las siguientes dimensiones 2 cm de alto, 10 cm de ancho y 27 cm de largo esta hecha en madera aglomerada para un mayor soporte de fijación en el montaje de la estructura



Figura 2.2 Base de fijación



Figura 2.3 Gancho

Adicionalmente esta conformado por un mástil con las siguientes dimensiones 31.3 cm de largo x 8 cm de ancho, una flecha de 40 cm de largo X 6.7 cm de ancho y 6 cm de alto y un gancho



Figura 2.4Mástil



Figura 2.5 Flecha

Además esta conformado por dos motores DC el principal es un motor DAZHEN (DZ-310AA) de 2.5 Voltios DC que permite giro derecha-izquierda y el secundario es un motor 1SK30 de 4.5 voltios DC a 0.42 mA que permite subir y bajar el gancho.



Figura 2.6 Motor Principal



Figura 2.7 Motor Secundario

2.2 MOTOR DAZHEN (DZ-310AA)

Datos básicos

Lugar del origen: China (continente)

Marca: DAZHEN

Número de Modelo: DZ-310AA

Uso: Aparato electrodoméstico, Juguetes y modelos

Certificación: ROHS, El halógeno libera Tipo: Motor micro

Torsión: el 1.47N.m Construcción: Imán permanente

Velocidad (RMP): De alta velocidad

Corriente Continua (A): De poca intensidad

De potencia de salida: 0.017W-0.12W Voltaje (V): 1.0V - 6.0V

Certificación: ISO9001, ISO14000

Especificaciones

1. corriente directa de motor de juguete
2. de alta calidad, el precio bajo.
3. libre de halógenos, rohs.
4. ISO9001, ISO14000

Especificaciones:

- 1) **de voltaje:** 2.5v (eange: 1.0v - 6.0v)
- 2) **velocidad:** 2,800 rpm (± 10%) (Sincarga)
- 3) **actual:** 0.017a (sincarga)
- 4) **par:** 1.47n. M

Las aplicaciones típicas:

A) se aplican a reproductor de cd

B) juguetes y modelos

C) otro equipo industrial

Especificaciones:

Técnica característica (solamente para la referencia, somos capaces de satisfacer las necesidades de abastecimiento del comprador diversos).

modelo	de tensión		no hay carga		en la carga					en el puesto		
	de funcionamiento gama	nominal de tensión	la velocidad	actual	la velocidad	actual	el par		de salida	el par		actual
			R/min	un	R/min	un	G. Cm	Mn. M	w	G. Cm	Mn. M	un
Dz-310	1-6	2.5v	2800	0.017	2200	0.06	3.2	0.31	0.072	15.0	1.47	0.22

Unidad de conversión: 1g. Cm& y asinto; 0.098mn. M& y asinto; 0.014oz. In
1mm=0.039in 1g=0.035oz

2.2.1 MOTOR 1SK30

Modelo 1SK30
Cantidad 2
Color Plata
Material Hierro

Características Tensión nominal: DC 4.5V; Velocidad nominal: 19000 revoluciones por minuto, el tipo de salida de eje: Cilindro, Eje diámetro: 1 mm, longitud del eje: 6 mm, diámetro del motor: 8mm; rotor bloqueado corriente: 0.42A; ralenti actual: 0.027A

Dimensiones: 1,06 x 0,31 x 0,24 en (2,7 cm x 0,8 cm x 0,6 cm)
Peso: 0,18 oz (5 g)

2.3 TARJETA LOGICA

Este prototipo se implemento con el fin de acoplar el sistema de control digital de la torre grúa, por medio de un PIC 16f877A, se controlaran los procesos de los motores, para esto se ha configurado el puerto B como salida los puertos RBO (giro hacia la derecha) RB1 (giro hacia la izquierda, RB4 (subir el gancho), RB5 (bajar el gancho).

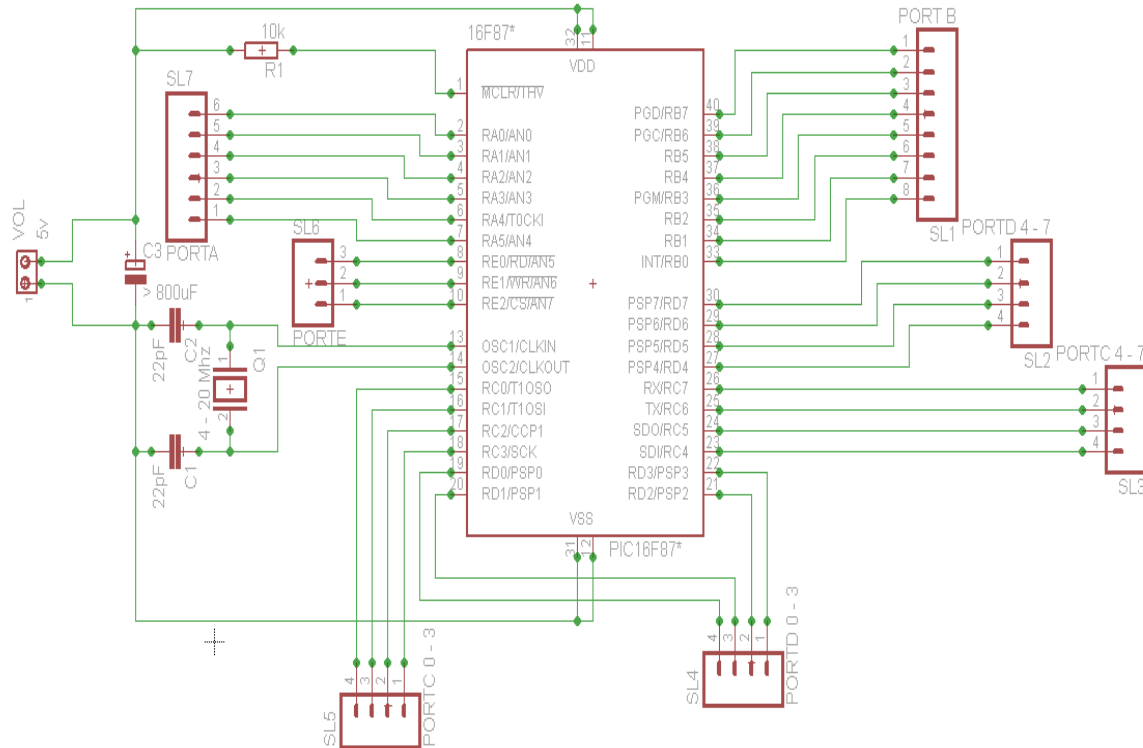


Figura 2.8 Esquema del circuito lógico

2.3.1 DISEÑO DE LA TARJETA LÓGICA

Adicionalmente se diseño el circuito en EAGLE ya que este sistema de control será por medio de circuito impreso

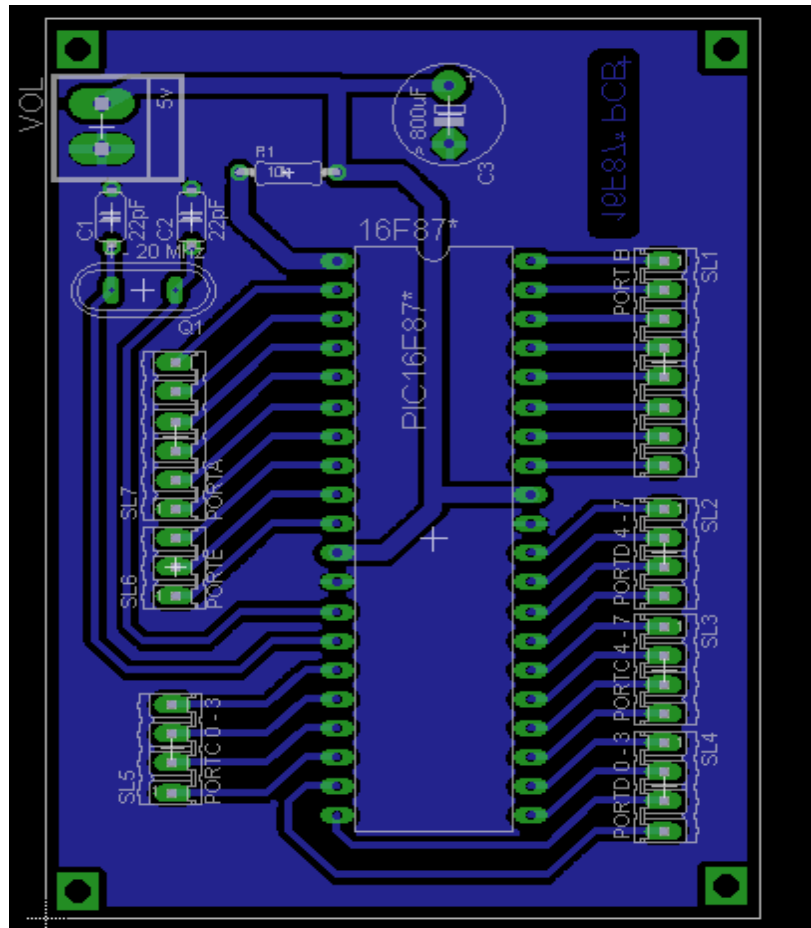


Figura 2.9 Diseño en EAGLE de la tarjeta lógica

2.4 TARJETA DE COMUNICACIÓN

Para este sistema se ha creado un interfaz de comunicación RS232 con el circuito integrado MAX232 que permitirá la conexión entre el PC y la parte lógica del sistema, a través del software Visual Basic. El circuito integrado MAX232 va conectado al TX (Pin 25) y RX (Pin 26) del PIC 16F877A

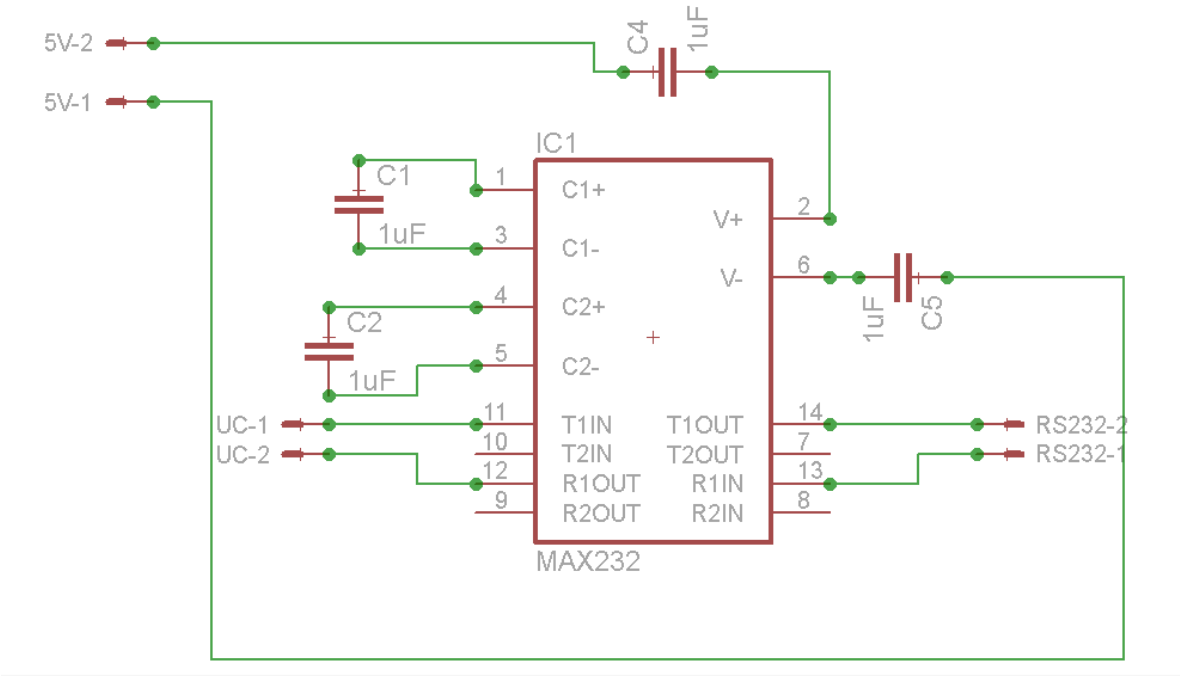


Figura 2.10 Circuito de comunicación.

2.4.1 DISEÑO DE LA TARJETA DE COMUNICACIÓN

La tarjeta de comunicación al igual que la tarjeta lógica, han sido diseñadas en EAGLE para una mayor viabilidad y organización en el sistema de comunicación que manipulara la torre grúa.

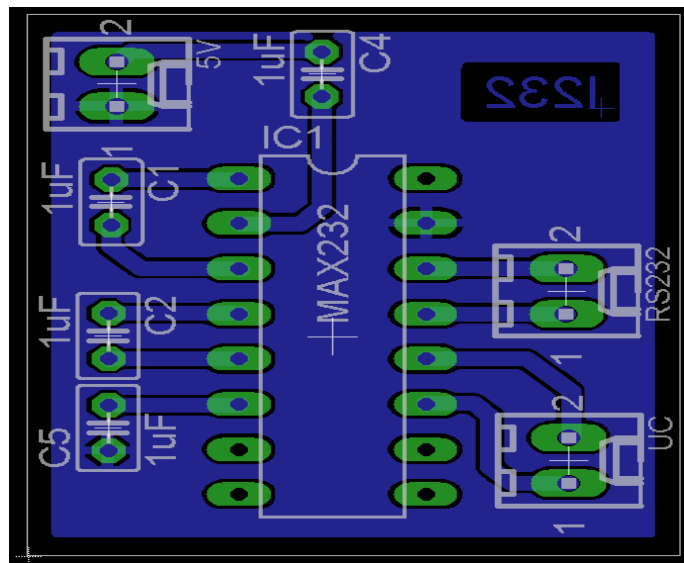


Figura 2.11 Diseño en EAGLE del circuito de comunicación.

2.5 CIRCUITO DE CONTROL

Se implemento este circuito de control con el fin de interconectar el motor principal y secundario alimentado de forma independiente de la parte lógica y de comunicación, con el fin de proteger el mismo.

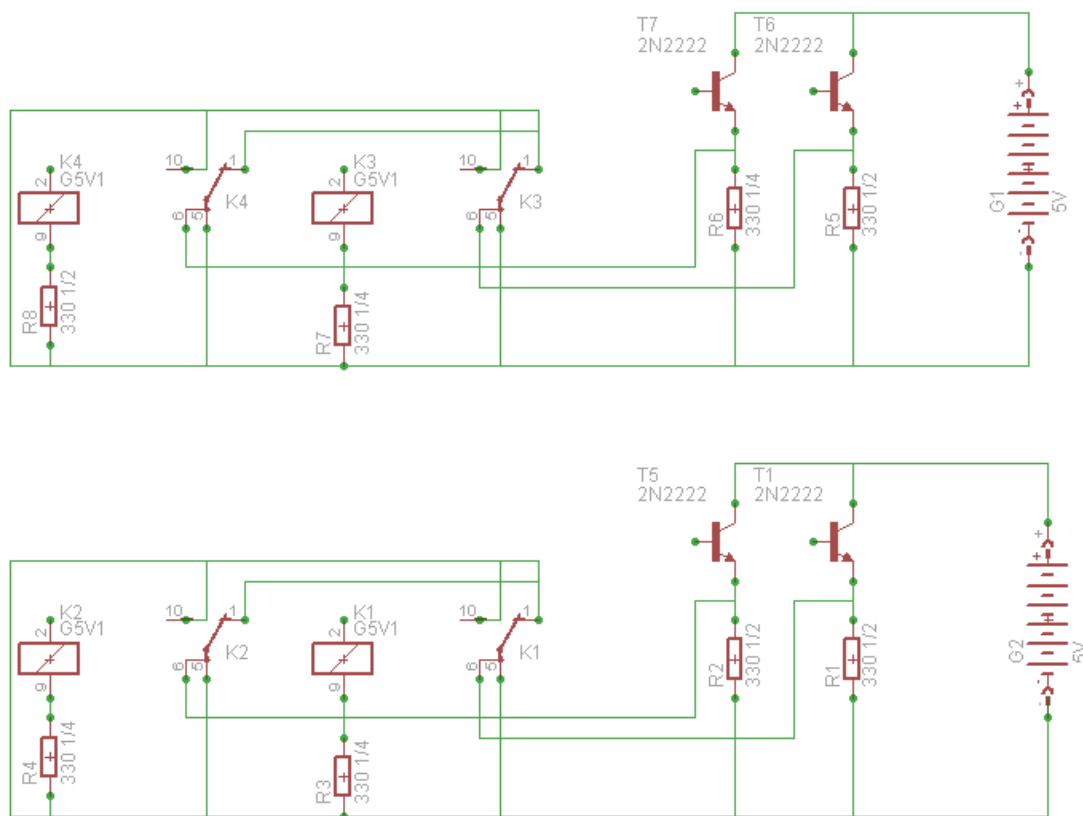


Figura 2.12 Circuito de control de Motores

2.5.1 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DE MOTORES

Al igual que las anteriores fue diseñado en EAGLE, para una mayor disipación de ruido ya que la parte de cableado genera interferencia, también para proteger el Microcontrolador.

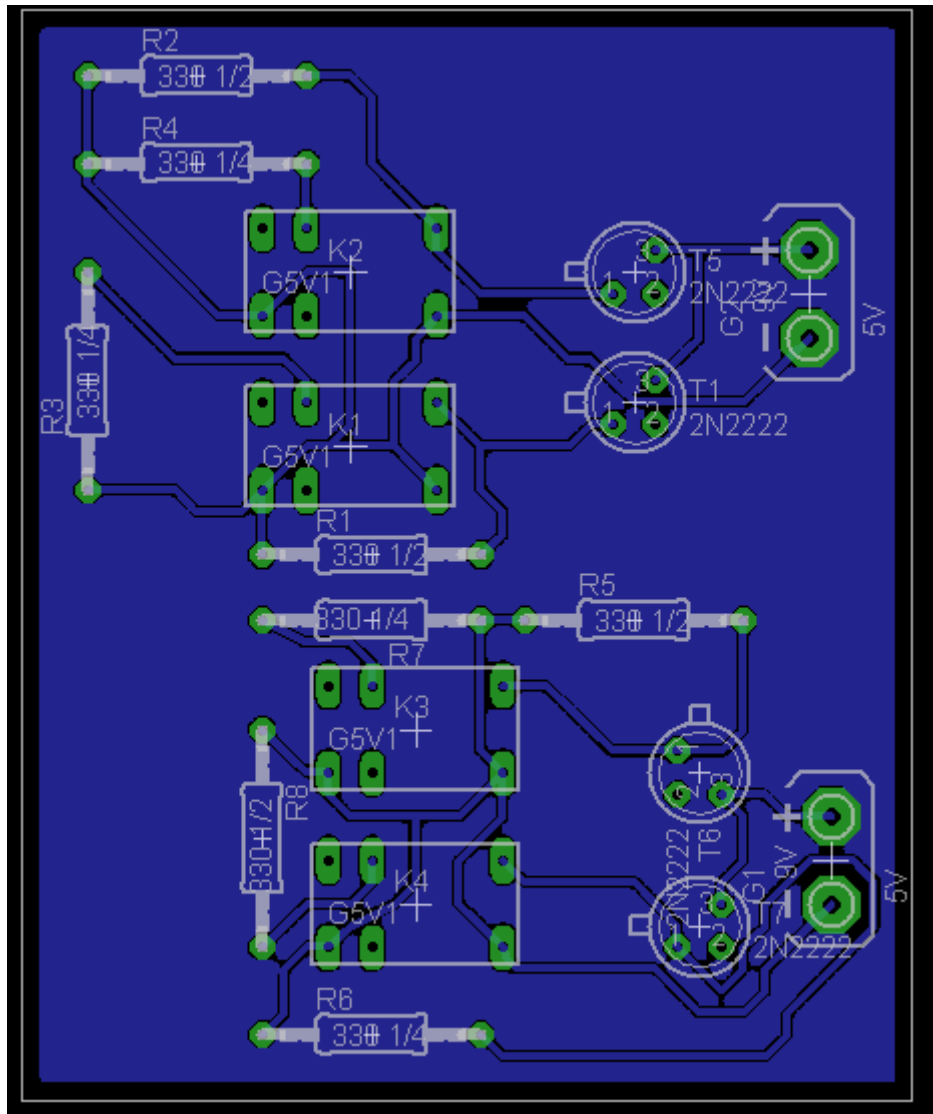


Figura 2.13 Diseño en EAGLE del circuito de control de motores

2.6 DESARROLLO DE ALGORITMOS

Para que un sistema asimile un proceso, es primordial la asignación de un algoritmo principal que permita el control del mismo, a su vez este debe interconectar con las diversas áreas que el sistema requiera, principalmente la parte lógica, para ello es necesario asignarle una interfaz que permita que los datos que sean enviados desde el circuito lógico, sean transmitidos de forma eficaz, a su vez el destino debe responder a la instrucción que ha sido remitida, con una acción específica.

Este algoritmo está diseñado, para él envío de bits, configurado previamente desde el Puerto B del Pic 16F877A, los cuales se han utilizado RB0, RB1, RB4 y RB5, para darle

una instrucción a los motores, que giren en un sentido determinado previamente desde el PC.

2.7 IMPLEMENTACION DE LA INTERFAZ RS-232

Se implemento los botones de comando en Visual Basic 2010 para el giro de los motores, utilizando la comunicación RS-232 y un conversor USB-Serial para la parte lógica y control de motores



Figura 2.14 Conexión de inicio de interfaz



Figura 2.15 Botonería de Control



Figura 2.16 Conversor USB-Serial (USB-Serial Controller D)

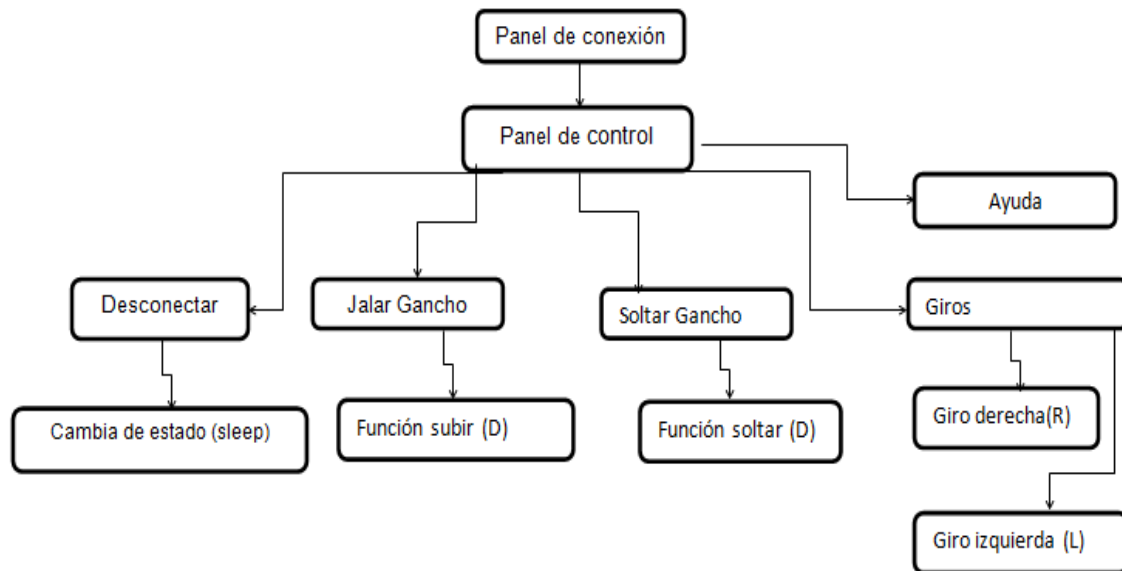
2.8 CONTROL DE MOTORES

Los motores son parte esencial, en este sistema ya que son los que hacen girar la flecha de la torre grúa para la dirección que se indique desde el PC, este control, esta conformado por 4 Relevos de 6 pines a 5VDC, 4 Transistores 2n2222 y 4 resistencias de 330Ω a $\frac{1}{4}$ cada relevo maneja una instrucción que permite el sentido en los que se mueven los motores para el principal (LEFT-RIGTH), para el secundario (UP – DOWN).

CAPITULO 3

3 SOFTWARE

3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SOFTWARE



3.2 CODIGO FUENTE EN PIC C

```
#include <16F877A.h>
```

```
#fuses HS, NOWDT, NOLVP, NOBROWNOUT, NOPROTECT, PUT
```

```
#use DELAY (clock = 4000000)
```

```
#use RS232 (baud = 9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)
```

```
/// INICIO - Communication constants
```

```
Const char Connect = 'O';
```

```
Const char Disconnect = 'C';
```

```
Const char LeftDirection = 'L';
```

```
Const char Right Direction = 'R';
```

```
Const char To up Item = 'U';
```

```

Const char To down Item = 'D';

/// FIN - Communication constants

/// INICIO - Behavior Constants and Variables

Const char v True = '1'; // CONST
Const char v False = '0'; // CONST
Const char m Left = 0x01; // CONST
Const char m Right = 0x02; // CONST
Const char m Up = 0x10; // CONST
Const char m Down = 0x20; // CONST
Const char m Stop = 0x00 // CONST
Char command Received; // VAR
Char is Connected; // VAR

/// FIN - Behavior Constants and Variables

Void execute Motors (command Motor)
{
(Is Connected == v False)
Return;
output_b (command Motor);
delay_ms (120);
output_b (m Stop);
}

Void command De s ()
{
Command Received = get c ();
Switch (command Received)

```

```
{  
Case Connect:  
Printf (Connect);  
Is Connected = v True;  
Break;  
Case Disconnect:  
Printf (Disconnect);  
Is Connected = v False;  
Break;  
Case LeftDirection:  
Printf (LeftDirection);  
Execute Motors (m Left);  
Break;  
Case Right Direction:  
Printf (Right Direction);  
Execute Motors (m Right);  
Break;  
Case To Up Item:  
Printf (To Up Item);  
Execute Motors (m up);  
Break;  
Case To Down Item:  
Printf (To Down Item);  
Execute Motors (m down);  
Break;
```

Default:

Break;

}

}

Void main ()

{

While (1)

Command Des ();

}

CAPITULO 4

4 PRUEBAS

4.1 PRUEBAS DE CONTROL

Utilizamos relay a 5 VDC, para hacer mas sencillo el control para los motores, en conjunto con unos transistores 2n2222, para el envío del pulso a los relay, la instrucción que tiene el PIC controla el giro de los motores, utilizando los puertos RB0, RB1, RB4 y RB5, que muestran respectivamente los cambio de giro de motor (LEFT-RIGTH, UP-DOWN).

CONCLUSIONES

Al desarrollar este proyecto se logro profundizar en la investigación de sistemas automatizados, funciones y aplicaciones, en los cuales se enfocaron los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, además se distinguieron las características de la Electrónica analógica y digital y su uso para este fin.

Se aplicaron algoritmos los cuales permitieron el control de este sistema, las instrucciones y rutinas en Assembler y PIC C, que se implementaron para el giro de los motores principal y secundario.

Se implemento una interfaz de comunicación serial RS-232 la cual permitió el control de la grúa torre desde el PC, a través del software Visual Basic adicionalmente se utilizo un conversor USB-Serial para este fin

Se Implemento una estructura didáctica, que permitió simular el funcionamiento de una torre grúa, pero de manera automatizada, poniendo en practica conocimientos en electrónica, analógica y digital.

BIBLIOGRAFIA

- INGENIERÍA INDUSTRIAL, PROYECTO FIN DE CARRERA (UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID), ALUMNO Ramiro F. Mena Andrade.
- GUIA DE EMPRESAS DE ALQUILER Y VENTA DE GRUAS TORRE
- ANIMACIÓN BIM-4D DE INTERACCIÓN ENTRE TORRES GRÚA Y BRAZO HORMIGONADOR CORRESPONDIENTE A LA OBRA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO EN LIMA - PERÚ,
- PROGRAMA FORMATIVO DE OPERADOR DE GRÚA TORRE
- MAQUETA DE GRÚA TORRE. PROYECTO DE TECNOLOGÍA (GRÚA TORRE CONSTRUIDA POR ALUMNOS DE 4º DE ESO, A BASE DE PERFILES DE HOJALATA Y ALAMBRE)
- WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE
- GRUA TORRE INGENIERIA
- AF (*TEXTO E ILUSTRACIONES JOSÉ ANTONIO E. GARCÍA ÁLVAREZ*)
- RS-232 WIKIPEDIA LA ENCICLOPEDIA LIBRE
- TEC MIKRO LIDER EN LA PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES PIC (TECMIKRO ANTES MICRO C)@2009-2013
- INCOELECTRONICA
- IED ELECTRONICS

INFOGRAFIA

http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/9973/1/PFC_RamiroFco_Mena_Andrade.pdf

<http://gruastorre.co/?gclid=CMnmkL2BjrICFVOQ7QodhDkAVQ>

<https://sede.sepe.gob.es/es/portalttrabaja/resources/pdf/especialidades/EOCM82.pdf>

<http://www.youtube.com/watch?v=sOhtDDVsi34>

http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_torre

<http://www.monografias.com/trabajos32/grua-torre/grua-torre.shtml>

http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_5.htm

<https://sites.google.com/site/incoelectronicasas/home/conversor-usb-a-rs232>

<http://www.anticolision.com/>