



FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MENCIÓN: TELECOMUNICACIONES

Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero en Electrónica

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS ROBOTS
TIPO WARBOT**

**AUTORES: JOSÉ LUÍS QUINDE LLERENA
LUÍS DAVID ULLOA PATIÑO**

DIRECTOR: ING. ÁNGEL ACOSTA

Guayaquil, Febrero del 2012.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, José Luís Quinde Llerena portador de cédula de ciudadanía N° 092095445-0 y Luis David Ulloa Patiño portador de cédula de identidad N° 092355138-6 estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana declaramos que la responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, corresponde exclusivamente y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Febrero del 2012

José Quinde Llerena
CI: 0920954450

Luís Ulloa Patiño
CI: 0923551386

DEDICATORIAS

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, constante y perseverante. A todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento

Luis Ulloa P.

A mi madre por haberme dado la confianza y sus consejos que han permitido que sea una persona responsable.

A mi padre por haberme incentivado desde pequeño *a ser un ingeniero dándome su ejemplo.*

José Quinde Ll.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-----------|
| PORTADA..... | I |
| DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD..... | II |
| DEDICATORIAS..... | III |
| ÍNDICE GENERAL..... | IV |
| Índice de Tablas..... | VIII |
| Índice de figuras..... | IX |
| ABSTRACT..... | XI |
| | |
| CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA..... | 12 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 12 |
| 1.2 Delimitación del problema..... | 12 |
| 1.3 Objetivos..... | 12 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 12 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 12 |
| 1.4 Justificación..... | 12 |
| 1.5 Hipótesis..... | 13 |
| 1.6 Variables e indicadores..... | 13 |
| 1.7 Metodología..... | 13 |
| 1.7.1 Métodos..... | 13 |
| 1.7.2 Técnicas..... | 14 |
| 1.8 Población y muestra..... | 14 |
| 1.9 Descripción de la propuesta..... | 14 |
| 1.10 Beneficiarios..... | 15 |
| 1.11 Impacto..... | 15 |
| | |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 16 |
| 2.1 Antecedentes..... | 16 |
| 2.1.1 Robótica..... | 16 |
| 2.2 Robot..... | 18 |
| 2.3 Motores eléctricos..... | 18 |
| 2.3.1 Descripción..... | 18 |
| 2.3.2 Funcionamiento..... | 19 |

| | |
|--|----|
| 2.3.3 Motores de Arranque..... | 19 |
| 2.3.4 Partes de un motor de arranque..... | 20 |
| 2.3.5 Características..... | 20 |
| 2.3.6 Ventajas..... | 21 |
| 2.4 Puente H..... | 21 |
| 2.4.1 Descripción..... | 21 |
| 2.4.2 Aplicaciones..... | 22 |
| 2.4.3 Montaje..... | 22 |
| 2.4.4 Características..... | 22 |
| 2.5 Relé..... | 23 |
| 2.6 Transistor..... | 23 |
| 2.7 Montaje Superficial..... | 23 |
| 2.7.1 Ventajas..... | 24 |
| 2.8 Diodo..... | 24 |
| 2.9 Puente rectificador..... | 24 |
| 2.10 Regulador de tensión..... | 25 |
| 2.11 Microcontrolador..... | 25 |
| 2.12 Interruptor eléctrico..... | 26 |
| 2.13 Control remoto..... | 26 |
| 2.14.1 Funcionamiento..... | 27 |
| 2.14.2 Aplicaciones..... | 27 |
| 2.15 Receptor..... | 27 |
| 2.15.1 Aplicaciones..... | 27 |
| 2.16 Módulo de Transmisión..... | 28 |
| 2.16.1 El Transmisor FutabaT4YF..... | 28 |
| 2.16.2 Señales transmisor FUTABA T4YF..... | 29 |
| 2.16.3 El Receptor FUTABA R2004GF..... | 30 |
| 2.17 Módulo de transmisión Xbee..... | 32 |
| 2.17.1 Tipos de antenas Xbee..... | 33 |
| 2.17.2 Características Eléctricas..... | 34 |
| 2.17.3 Configuración del módulo Xbee..... | 34 |
| 2.17.4 Comandos AT..... | 35 |
| 2.18 Sabertooth dual 60A motor conductor..... | 36 |
| 2.18.1 Guía de Conexiones SABERTOOTH 2X60..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 2.18.2 Modos de Operación del driver Sabertooth 2x60 | 38 |
| 2.18.3 LED de estado y error driver SABERTOOTH 2x60 | 39 |
| 2.19 Batería | 40 |
| 2.19.1 Baterías de plomo-ácido | 40 |
| 2.19.2 Baterías de Li-Po | 40 |
| 2.20 Placa | 41 |
| 2.21 Eje de transmisión | 42 |
| 2.22 Manzana de Rueda Motriz | 42 |
| 2.23 Llanta | 43 |
| 2.24 Perno | 43 |
| 2.25 Graduación de los pernos | 43 |
| 2.26 Chaveta | 44 |
| 2.27 Tornillo Prisionero | 44 |
| 2.28 Piñón | 45 |
| 2.29 Caja reductora sin-fin | 45 |
| 2.30 Rodamientos rígidos de bolas | 46 |
| 2.31 Cadena | 46 |
| 2.32 Coraza | 47 |
| Capítulo III: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL ROBOT | 48 |
| 3.1 Antecedentes | 48 |
| 3.2 Diseño Mecánico | 49 |
| 3.2.1 Robot TUTUCHIN | 49 |
| 3.2.2 Chasis | 49 |
| 3.2.3 Manzanas | 50 |
| 3.2.4 Eje del Motor | 51 |
| 3.2.5 Eje llantas delanteras | 51 |
| 3.2.6 Mejora 1 | 53 |
| 3.2.7 Mejora 2 | 53 |
| 3.2.8 Robot CASTIGADOR | 54 |
| 3.2.9 Mejora 1 Castigador | 55 |
| 3.2.10 Mejora 2 Castigador | 55 |
| 3.2.11 Construcción de CASTIGADOR 4.0 | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3 Esquema Eléctrico..... | 58 |
| 3.3.1 Robot TUTUCHIN..... | 58 |
| 3.3.2 Robot Castigador..... | 59 |
| 3.3.3 Regulación de Voltaje..... | 59 |
| 3.3.4 Sistema de control y comunicación..... | 60 |
| 3.3.5 Sistema de Potencia..... | 60 |
| 3.4 Dibujos en AUTOCAD..... | 61 |
| CRONOGRAMA..... | 65 |
| PRESUPUESTO..... | 66 |
| CONCLUSIONES..... | 67 |
| RECOMENDACIONES..... | 67 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 68 |
| ANEXOS..... | 70 |
| Tutuchin versión final..... | 70 |
| Estructura del robot Tutuchin..... | 70 |
| Robot Castigador..... | 71 |
| Interior de la estructura del Robot castigador..... | 71 |
| Manzana motriz..... | 72 |
| Eje de transmisión..... | 73 |
| Datos técnicos motor..... | 74 |
| Tarjeta del robot vista superior..... | 75 |
| Tarjeta del robot vista posterior..... | 75 |
| Diseño Esquemático motores y arma..... | 76 |
| Diseño esquemático control lógico y comunicación..... | 77 |
| Diseño esquemático controlador de voltaje..... | 77 |
| Programa de la Tarjeta del robot..... | 78 |
| Programa del transmisor: Control de Play..... | 82 |
| Sabertooth 2x60 User's guide..... | 86 |
| Futaba 4YF - 2.4GHZ..... | 92 |
| Modulo transmisor inalambrico I&T..... | 98 |
| Regulador de voltaje..... | 99 |
| Transistor 2N3904..... | 101 |
| Transistor 2N222..... | 102 |
| PIC 16F866..... | 103 |

Índice de Tablas

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. LED de Estado y Condición del ReceptorR2004GF..... | 33 |
| Tabla 2. Conexiones del Receptor y Motores..... | 34 |
| Tabla 3. Características de DC de los Xbee..... | 37 |
| Tabla 4. Nombres de los pines del módulo Xbee..... | 38 |
| Tabla 5. Cronograma..... | 65 |
| Tabla 6. Presupuesto del proyecto..... | 66 |

Índice de figuras

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 2.1.- Robots utilizados en competencias nacionales..... | 16 |
| Figura 2.2.- Ideas de crear robots con características humanas..... | 17 |
| Figura 2.2.- Tutuchin robot utilizado en las diferentes competencias nacionales..._ | 18 |
| Figura 2.4.- funcionamiento de un motor eléctrico con un rotor de dos polos..... | 19 |
| Figura 2.5.- Motor de arranque utilizado en Castigador..... | 20 |
| Figura 2.6.- Diagrama esquemático de un puente H..... | 22 |
| Figura 2.7.- Relé 5VDC 5A..... | 23 |
| Figura 2.8.- Transistor 2n2222..... | 23 |
| Figura 2.9.-Diodo rectificador..... | 24 |
| Figura 2.10.- Puente rectificador de diodos..... | 25 |
| Figura 2.11.- Regulador de tensión 5 voltios DC..... | 25 |
| Figura 2.12.- Microcontrolador 16F866..... | 26 |
| Figura 2.13.- Interruptor eléctrico..... | 26 |
| Figura 2.14.- Control remoto utilizado en modelos a escala..... | 27 |
| Figura 2.15.- Partes del Control remoto futaba T4YF..... | 28 |
| Figura 2.16.- Señal emitida con la palanca posición inicial..... | 29 |
| Figura 2.17.- Señal emitida con la palanca posición superior..... | 29 |
| Figura 2.18.- Señal emitida con la palanca posición inferior..... | 30 |
| Figura 2.19.- Receptor FUTABA modelo R2004GF..... | 30 |
| Figura 2.20.- Led indicador de estado y led de encendido..... | 31 |
| Figura 2.21.- Diagrama de conexiones de un avión a escala..... | 32 |
| Figura 2.22.- Xbee con antena Chip..... | 32 |
| Figura 2.23.- Tipos de antena Xbee..... | 33 |
| Figura 2.24.- Pines de conexión del zócalo del módulo Xbee..... | 34 |
| Figura 2.25.- Puente H Sabertooth 2X60 DIP switchwizard..... | 37 |
| Figura 2.26.- Partes del Driver SABEROOH 2X60..... | 38 |
| Figura 2.27.- Leds de estado del Driver SABEROOH 2X60..... | 39 |
| Figura 2.28.- Baterías de plomo 12 voltios a 5 Ah..... | 40 |
| Figura 2.29.- Batería de litio y polímero 6 celdas de 1.5V a 8 Ah..... | 41 |
| Figura 2.30.- Eje de transmisión de Tutuchin..... | 42 |
| Figura 2.31.- Manzana de rueda motriz..... | 42 |
| Figura 2.32.- llantas, neumáticos y motores..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.33.- Perno de acero categoría 2..... | 43 |
| Figura 2.34.- llantas, neumáticos y motores..... | 44 |
| Figura 2.35.- Tornillo Prisionero..... | 44 |
| Figura 2.36.- Piñón de 20 dientes paso 35 3/8..... | 45 |
| Figura 2.37 Motor con caja reductora sin fin..... | 45 |
| Figura 2.38 Rodamiento rígido de bolas..... | 46 |
| Figura 2.39 Sistema de arrastre..... | 46 |
| Figura 2.40.- Coraza de tutuchin..... | 47 |
| Figura 3.1.- Diseño de tutuchin..... | 49 |
| Figura 3.2.- Base del eje..... | 50 |
| Figura 3.3.- Eje con manzana..... | 51 |
| Figura 3.4.- Sistema de transmisión del robot..... | 52 |
| Figura 3.5.- Coraza de tutuchin..... | 52 |
| Figura 3.6.- Eje con manzana..... | 53 |
| Figura 3.7.- Tutuchin versión modificada..... | 54 |
| Figura 3.8.- Tutuchin Versión final..... | 54 |
| Figura 3.9.- Placa de hierro..... | 55 |
| Figura 3.10.- Castigador 1.0..... | 55 |
| Figura 3.11.- Castigador 2.0..... | 56 |
| Figura 3.12.- Castigador 3.0..... | 57 |
| Figura 3.13.- Diseño CASTIGADOR 4.0..... | 57 |
| Figura 3.14.- Interior CASTIGADOR 4.0..... | 58 |
| Figura 3.15.- CASTIGADOR 4.0 vista lateral..... | 59 |
| Figura 3.16.- Diagrama de Bloques..... | 59 |
| Figura 3.17.- Tarjeta electrónica..... | 60 |
| Figura 3.18.- Diagrama de Bloques..... | 60 |
| Figura 3.19.- Esquemático etapa de potencia..... | 61 |
| Figura 3.20.- Vista lateral TUTUCHIN..... | 61 |
| Figura 3.21.- Vista superior TUTUCHIN..... | 62 |
| Figura 3.22.- Vista frontal TUTUCHIN..... | 63 |
| Figura 3.23.- Vista superior Castigador..... | 63 |
| Figura 3.24.- Vista lateral Castigador..... | 64 |

ABSTRACT

| AÑO | ALUMNOS | DIRECTOR DE TESIS | TEMA TESIS |
|------|---|-------------------|--|
| 2012 | José Luís Quinde Llerena Luís David Ulloa Patiño | Ing. Ángel Acosta | “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS ROBOTS TIPO WARBOT”. |

La presente tesis “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS ROBOTS TIPO WARBOT” muestra la implementación, elaboración y diseño de dos robots de competencia. El proyecto está dividido en dos partes: la electrónica y la mecánica.

La parte electrónica involucra módulos manipulados con corrientes y voltajes DC. Además consta de módulos de transmisión, de control y potencia. El módulo de transmisión se encarga de enviar señales FM de tipo PPM, el modulo receptor recibe y procesa estas señales para convertirlas en señales PWM y señales digitales que serán amplificadas y enviadas a los motores a través del módulo de potencia.

El diseño mecánico está formado por la por la etapa de diseño muy importante, es donde se calcula las piezas a utilizar, tal como el espesor y el material de la placa. Luego de esta etapa se procedió con la fase experimental, dando en la mayor parte de los casos buenos resultados.

El fuerte de estos diseños se basa en la mecánica de los mismos se demuestra que con una buena estructura, rodamientos, seguridades se puede tener una buena máquina para competencia.

Palabras Claves

Robots, estructuras, diseño mecánico, diseño electrónico, módulo de transmisión.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.

1.1 Planteamiento del problema.

Actualmente en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil no dispone de un robot en categoría WARBOT, la cual es la categoría más reconocida a nivel nacional e internacional, debido a este problema se planteó la propuesta de crear estos 2 robots para poder competir en esta categoría.

1.2 Delimitación del problema.

Se realizará el proyecto en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, con un tiempo estimado de año y medio.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar dos robots de batalla para las futuras competencias nacionales e internacionales de robótica.

1.3.2 Objetivos específicos

- * Elaborar un circuito que permita realizar el control de los motores que gobiernan el sistema.
- * Programar el control de los motores de los robots de batalla.
- * Diseñar estructuras de los robots.
- * Diseñar partes motrices de los robots.
- * Realizar pruebas de funcionamiento de comunicación software-hardware.

1.4 Justificación.

Esta tesis es elaborada para la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, por las necesidades que presenta en la categoría de robots de batalla donde no ha

participado por la falta de un robot de competencia, se pretende incursionar para que los integrantes del club de robótica UPS-G, los estudiantes de la carreras de ingeniería eléctrica, electrónica de las asignaturas Robótica y Electiva, puedan manipular estos prototipos que demuestran lo aprendido a lo largo de la carrera.

1.5 Hipótesis.

La estructura del robot soportará los combates con el mínimo de riegos mecánicos.

Las baterías del robot durarán 3 combates sin cambios, ni ajustes.

La tracción a cuatro ruedas hará que el robot sea más rápido que el resto de sus competidores.

Las ruedas son adheribles a cualquier terreno, no tiene riegos de deslizamientos.

La transmisión es confiable sin perdidas de datos ni enclavamientos.

1.6 Variables e indicadores.

Las variables principales que se estudiaran en este proyecto son:

| | |
|---|--|
| Variable: Diseño estructural | Indicador: Robustez en el combate |
| Variable: Comunicación Inalámbrica | Indicador: Fiabilidad en combate |
| Variable: Trasmisión Mecánica | Indicador: Fiabilidad en combate |
| Variable: Diseño electrónico | Indicador: Respuestas rápidas |
| Variable: Sistema de Potencia | Indicador: Regeneración de baterías |

1.7 Metodología.

1.7.1 Métodos.

Los métodos que se aplicaran en esta tesis serán de análisis y verificación basados en la ingeniería tomando los cálculos y referencias exactas que puedan contribuir a un mejor desempeño de la estructura del robot.

1.7.2 Técnicas.

Se están aplicados dos técnicas: primero el método experimental haciendo competir a los robots para ver los errores que estos tengan. El segundo método es deductivo al obtener nuestras experiencias, ir mejorando los robots para una siguiente competencia.

1.8 Población y muestra.

Esta tesis será especialmente dirigida para los estudiantes de las carreras de ingeniería eléctrica y electrónica y otras carreras que tengan afinidad con este tipo de temas dentro de la universidad politécnica salesiana

1.9 Descripción de la propuesta.

Se crearán dos robots de batalla demostrando ventajas y desventajas entre diseños, los mismos con diferentes tecnologías tales en uno de ellos está un sistema de cambio de giro a través de un puente H con relés y el otro utiliza un sistema con transistores. Las reacciones lentas generadas con el sistema de relés y la poca confiabilidad del mismo. Eficiencia y eficacia del sistema regenerativo de baterías contra un desgaste constante en un sistema convencional.

Demostrar los conocimientos a través de seguridades eléctricas, electrónicas, motrices y la importancia de la transmisión mecánica en el diseño. Para ello también se elaborarán algunos diseños de tarjetas electrónicos tales como:

- Puente H con Relés.
- Transmisión RF a través de XBee.
- Tarjeta electrónica de accionamiento y seguridad de arma.

1.10 Beneficiarios.

Beneficiarios serán los integrantes del club de Robótica Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, los estudiantes de las asignaturas Electiva I y Robótica, en donde estos robot podrán dar apertura en la participación de la categoría robot de batalla en cualquiera de las competencias requeridas.

1.11 Impacto.

Motivación del estudiante al ver que con los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería electrónica es posible crear diseños competitivos en el área de la robótica, no solo en los concursos nacionales, sino, en carreras afines tanto en industrias como en el medio laboral que este requiera.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes.

La Batalla de Robots es una competencia que involucra robots controlados por radio y/o autónomos, que tienen por objetivo destruir o inmovilizar al contrario. Los creadores de estos atletas mecánicos compiten uno contra otro utilizando una combinación de inteligencia, poder y habilidad. Para esto se usan armas de combate como sierras, martillos, cuchillas, mecanismos de presión, etc.^[1]

Los robots de batalla tienen como objetivo primordial vencer a cada uno de los contrincantes que se le presente en el ring de lucha demostrando las capacidades del creador y piloto del mismo^[1] (Véase Figura 2.1).



Figura 2.1.-Robots utilizados en competencias nacionales.
Fuente: Los Autores

2.1.1 Robótica.

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Las ciencias y tecnologías de las que deriva

podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica o la informática.^[2]

La historia de la robótica ha estado unida a la construcción de “artefactos”, que trataban de materializar el deseo humano de crear seres semejantes a nosotros, que nos descargasen del trabajo^[2] (Véase Figura 2.2).

El ingeniero español Leonardo Torres Quevedo (que construyó el primer mando a distancia para su torpedo automóvil mediante telegrafía sin hilodrecista automático, el primer transbordador aéreo y otros muchos ingenios) acuñó el término “automática” en relación con la teoría de la automatización de tareas tradicionalmente asociadas a los humano. ^[2]



Figura 2.2.- Ideas de crear robots con características humanas.
Fuente: <http://roboticca.wordpress.com/about/>

KarelCapek, un escritor checo, acuñó en 1921 el término Robot en su obra dramática “Rossum’s Universal Robots / R.U.R.”, a partir de la palabra checa Robbota, que significa servidumbre o trabajo forzado. El término robótica es acuñado por Isaac Asimov, definiendo a la ciencia que estudia a los robots.^[2]

En la ciencia ficción el hombre ha imaginado a los robots visitando nuevos mundos, haciéndose con el poder, o simplemente aliviándonos de las labores caseras.^[2]

2.2 Robot.

Un robot, es un agente artificial mecánico o virtual. Es una máquina usada para realizar un trabajo automáticamente y que es controlada por una computadora.

Si bien la palabra robot puede utilizarse para agentes físicos y agentes virtuales de software, estos últimos son llamados "bots" para diferenciarlos de los otros^[3] (Véase Figura 2.3).



Figura 2.3.-Tutuchin robot utilizado en las diferentes competencias nacionales.
Fuente: Los Autores

2.3 Motores eléctricos

2.3.1 Descripción

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos. A su vez los motores funcionan de manera inversa, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Son utilizados en instalaciones industriales, particulares y comerciales. Pueden funcionar conectados al suministro eléctrico o a baterías. Motores eléctricos son utilizados en el automovilismo en vehículos híbridos para poder aprovechar la ventaja de ambas tecnologías. ^[5]

2.3.2 Funcionamiento

Los motores de corriente continua y de corriente alterna se basan en un principio de funcionamiento el cual establece que si la corriente eléctrica circula por un conductor este genera un campo magnético, este tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas que crea el campo magnético.

Cuando en un conductor pasa energía eléctrica es sometido a un campo magnético, el conductor es expuesto a una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la regla de la mano derecha, ^[5] (se muestra en la figura 2.4)

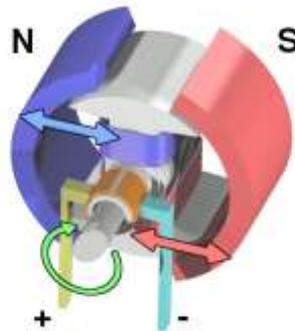


Figura 2.4.-funcionamiento de un motor eléctrico con un rotor de dos polos.
Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Electric_motor_cycle_2.png

2.3.3 Motores de Arranque

Motor de arranque o motor de partida es un motor eléctrico de corriente continua del tipo excitación separa este es de reducidas dimensiones, se utiliza para facilitar la puesta en marcha de motores de combustión interna, para que este pueda vencer la inercia que tienen los sistemas cinemáticos. Los hay en motores de dos tiempos y en motores de cuatro tiempos. Véase la figura 2.5.



Figura 2.5.-Motor de arranque utilizado en Castigador.
Fuente: <http://www.cbmotocenter.com.ar/repuestos2.php>

2.3.4 Partes de un motor de arranque.

Los motores de arranque constan de dos elementos principales: Motor eléctrico y relé. ^[5]

- Motor eléctrico suele ser un motor de corriente continua, la corriente pasa inicialmente por las bobinas inductoras a continuación por el inducido sin ninguna derivación. Se caracteriza por un elevado par de arranque que lo hace óptimo en esta aplicación.
- El relé de arranque tiene el objetivo de conectar el motor eléctrico con la batería para luego de unos segundos desplazar el piñón del arranque para que este se conecte con la corona del volante de inercia del motor térmico y así poder transmitir el giro de arranque al cigüeñal.

2.3.5 Características

Un artefacto de corriente continua se divide en dos partes, el rotor y el estator. El estator brinda soporte mecánico al motor, tiene un hueco en la parte central generalmente de forma cilíndrica. En el estator se encuentran los polos que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre un núcleo de hierro. El rotor es de forma cilíndrica, también formado por devanado y con núcleo, al que llega corriente eléctrica mediante dos escobillas. ^[5]

2.3.6 Ventajas

Las ventajas de usar motores de corriente continua son:

- Su tamaño y dimensiones son reducidas.
- La contaminación ambiental es en menor escala en comparación a los motores de combustión.
- Su rendimiento llega a un 75% de trabajo.
- Se pueden construir de diferentes tamaños a menor costo.
- Son de trabajo constante.

2.4 Puente H

2.4.1 Descripción

Puente H es un circuito electrónico que permite el giro en ambos sentidos a un motor de corriente continua. Son comúnmente usados en la robótica. Los puentes H en la actualidad están disponibles como circuitos integrados pero también pueden ser diseñados con componentes individuales según las necesidades del usuario. Los voltajes utilizados varían desde los 6 hasta los 36 voltios con picos de corriente de hasta 120 amperios. ^[6] (Véase la figura 2.6).

Puente H proviene de la de la representación gráfica del circuito electrónico. Se diseña con 4 interruptores (mecánicos o transistores). ^[6]

Cuando los interruptores diagonales están cerrados y los demás abiertos, se aplica una tensión en el motor, haciéndolo girar en un sentido. Cambiando de posición los interruptores, el voltaje se invierte, permitiendo el giro en sentido inverso del motor.

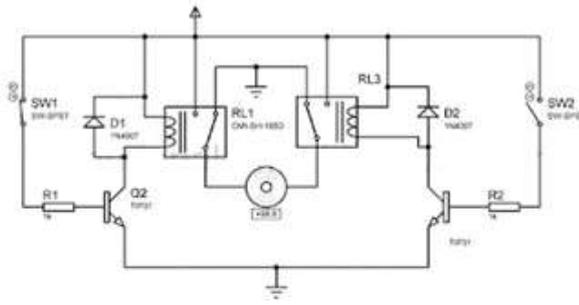


Figura 2.6.- Diagrama esquemático de un puente H.
Fuente: <http://blog.rolandopalermo.com/2012/03/puenteh-motor-dc.html>

2.4.2 Aplicaciones

El puente H se usa para invertir el giro de un motor, pero también puede usarse para un frenado brusco, al hacer un corto entre los bornes del motor, incluso puede usarse con un frenado inercial de los motores cuando estos son desconectados de la fuente de alimentación. [6]

2.4.3 Montaje

Comúnmente en este tipo de circuitos es utilizar interruptores de estado sólido, por el tiempo de respuesta y el tiempo de vida útil. Para la aplicación de los robots de batalla los relés que se utilizan son de altos amperajes debido al alto consumo de corriente que presentan los motores de corriente continua. En los interruptores se colocan diodos de protección conectados en paralelo a los motores. Esto evitará que varíe la corriente que pasa por los motores. [6]

2.4.4 Características

Las principales características del puente H son:

- Entregar de 30 a 120 amperios pico.
- Capacidad para efectuar el giro de los motores.
- Activación de motores en un rango de 9 a 36 voltios en corriente continua.
- Capacidad de responder a variaciones de corriente.

2.5 Relé

Es un dispositivo electromagnético que funciona como interruptor, controlado por una bobina y un electroimán, permitiendo abrir o cerrar a circuitos eléctricos. ^[7]

(Véase la figura 2.7).



Figura 2.7.-Relé 5VDC 5A.

Fuente: <http://www.bricogeek.com/shop/260-772-thickbox/rele-5v-spdt.jpg>

2.6 Transistor

Es un semiconductor utilizado para producir una señal de salida en respuesta a una señal de entrada. Funciona como amplificador, oscilador, conmutador. ^[7] (Véase la figura 2.8).

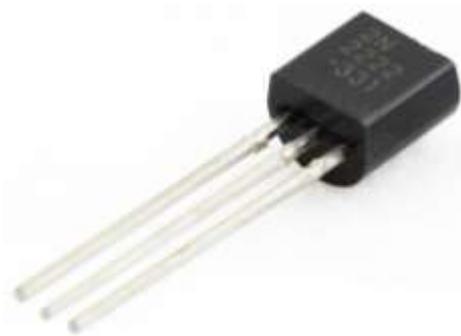


Figura 2.8.-Transistor 2n2222.

Fuente: <http://www.travisd.com/wp-content/uploads/2014/01/2N2222.jpg>

2.7 Montaje Superficial

Es un método de construcción de circuitos integrados que sirve para disminuir el tamaño de los elementos empleados para la elaboración del mismo.

2.7.1 Ventajas

- Reducir costos.
- Reducir el peso y las dimensiones.
- Integrar en ambas caras del circuito impreso.
- Mejorar las condiciones de vibración o perturbaciones magnéticas.

2.8 Diodo.

Dispositivo electrónico de dos terminales que permite la circulación de corriente eléctrica en un solo sentido. El más utilizado es el diodo semiconductor, formado de un cristal semiconductor conectado a dos terminales eléctricos. ^[7] (Véase la figura 2.9).



Figura 2.9.-Diodo rectificador.

Fuente: <http://www.areatecnologia.com/electronica/imagenes/diodo.gif>

2.9 Puente rectificador.

Es un circuito electrónico utilizado para la conversión de corriente alterna en corriente continua. Formado por 4 diodos convierten la señal con partes positivas y negativas a una señal positiva. El puente, junto a un diodo Zener y un condensador permite la conversión. También llamado puente de Graetz en honor a su creador. ^[7] (Véase en la figura 2.10).

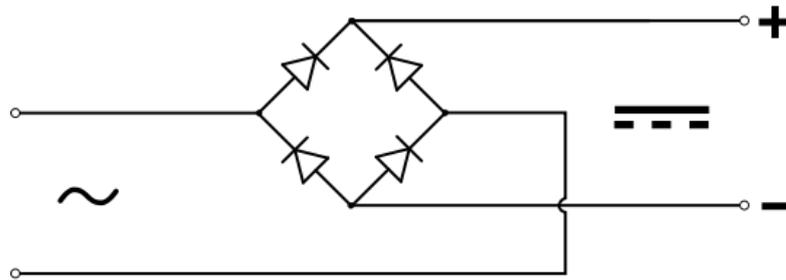


Figura 2.10.-Puente rectificador de diodos.

Fuente: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8b/Diode_bridge.svg/557px-Diode_bridge.svg.png

2.10 Regulador de tensión.

Dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante. Se encuentran en las fuentes de computadora o circuito electrónico donde estabilizan los voltajes DC. ^[7] (Véase la figura 2.11).

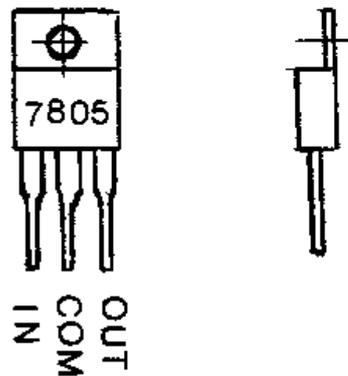


Figura 2.11.-Regulador de tensión 5 voltios DC.

Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-8KWSpwJIyBs/T6cFFheacnI/AAAAAAAAACT8/Zu81hYuBiy8/s1600/7805.gif>

2.11 Microcontrolador.

Es un circuito integrado programable, puede ejecutar órdenes grabadas en su memoria. Consta de varios bloques funcionales, que cumplen una tarea específica. Tiene en su interior 3 principales unidades funcionales: unidad central de procesamiento, periféricos de entrada/ salida y memoria. ^[7] (Véase la figura 2.12).



Figura 2.12.-Microcontrolador 16F866.

Fuente: http://thumbs3.ebaystatic.com/m/mWRm8GWaO_Zj111GwPSkScA/140.jpg

2.12 Interruptor eléctrico.

Es un dispositivo que permite la interrupción o la desviación de corriente eléctrica en un circuito. ^[7] (Véase la figura 2.13).



Figura 2.13.-Interruptor eléctrico.

Fuente: <http://www.celaontinyent.es/imagenes/interruptor1.jpg>

2.13 Control remoto

Es un dispositivo electrónico utilizado para el mando a distancia de una máquina. Comúnmente en este dispositivo contienen las funciones necesarias para ejecutar lo requerido por el usuario. La mayor parte de los controles se comunican a través de señales infrarrojas y unos pocos con señales de radio. Existen radiocontroles para distintas aplicaciones como los modelos a escala de aviones, carros y juguetes en general. Muchos de los robots se controlan a distancia para cumplir tareas peligrosas, es decir utilizados para salvar vidas. ^[7] (Véase figura 2.14).



Figura 2.14.-Control remoto utilizado en modelos a escala.

Fuente: http://img.class.posot.com.br/pt_br/2014/02/22/Radio-Controle-RC-futaba-4tyf-original-R200-20140222095107.jpg

2.14.1 Funcionamiento

Los botones en este control tienen en su parte posterior un circuito que conduce la electricidad luego de ser accionado. La señal emitida al presionar el botón es reconocida por un circuito integrado para luego transmitir el requerimiento al equipo a distancia. ^[7]

2.14.2 Aplicaciones

Las aplicaciones son diversas desde sistemas complejos tele operados para salvar vidas hasta electrodomésticos utilizados en la vida cotidiana. Las operaciones a distancia han facilitado las tareas en muchos campos de la tecnología, utilizada para tele operar naves de reconocimiento en el espacio. ^[7]

2.15 Receptor

Dispositivo electrónico que permite la recuperación de señales electromagnéticas generadas por un transmisor. ^[7]

2.15.1 Aplicaciones

Consiste en un circuito eléctrico que permite filtra o separar las ondas electromagnéticas que llegan por el aire al dispositivo y luego amplificarlas

selectivamente hasta cumplir su objetivo. En los casos de los radio receptores luego de tratar y amplificar la señal son enviadas a los altavoces o parlantes. [7]

2.16 Módulo de Transmisión.

Es primordial que exista un correcto sistema de comunicación entre el control remoto y el robot en la batalla. Por un lado, el transmisor es el encargado de dar instrucciones al robot para que genere movimientos. En este caso se ha conseguido un sistema de comunicación R/C utilizado para el control aéreo.

El equipo completo de R/C FUTABA vienen los siguientes dispositivos: el transmisor, el receptor de la señal. [4]

2.16.1 El Transmisor Futaba T4YF.

El Transmisor posee 4 canales independientes están distribuidos en forma vertical y horizontal, se alimenta con 4 pilas alcalinas AA de 1.5 voltios a 2900 mAh, un cristal de 72.950 MHz, dos palancas de control, una antena vertical, 4 palancas de ajuste y 4 interruptores de que permiten cambiar el sentido de giro de los motores sin necesidad de desconectarlo además cambiar de polaridad. [4] Véase en la figura 2.15.



Figura 2.15.-Partes del Control remoto futabaT4YF

Fuente: Los Autores.

2.16.2 Señales transmisor FUTABA T4YF

El FUTABA T4YF en reposo emite una señal de 5V tal como se ilustra en la figura 2.16, esta señal es procesada por el receptor R2004GF y luego enviada al driver SABERTOOTH 2X60. [4]

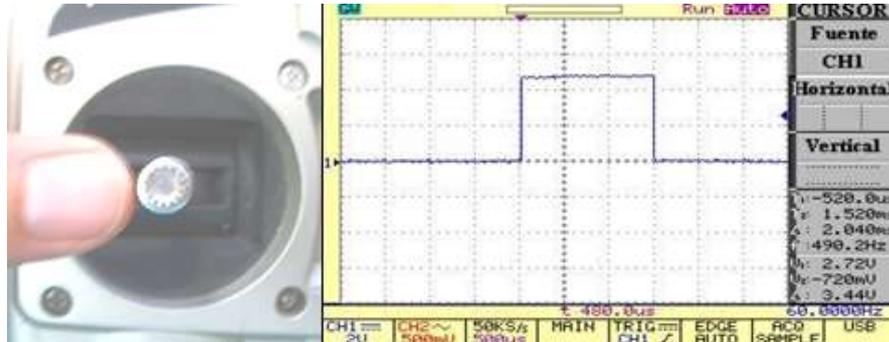


Figura 2.16.-Señal emitida con la palanca posición inicial.

Fuente: www.dspace.espol.edu.ec/.../1/PRESENTACION%20DE%20TESIS1.ppt

La señal que envía el transmisor FUTABA con la palanca en posición superior se ilustra en la figura 2.17. Esta señal tiene una duración mayor de milisegundos con respecto a la señal en la posición inicial. [4]

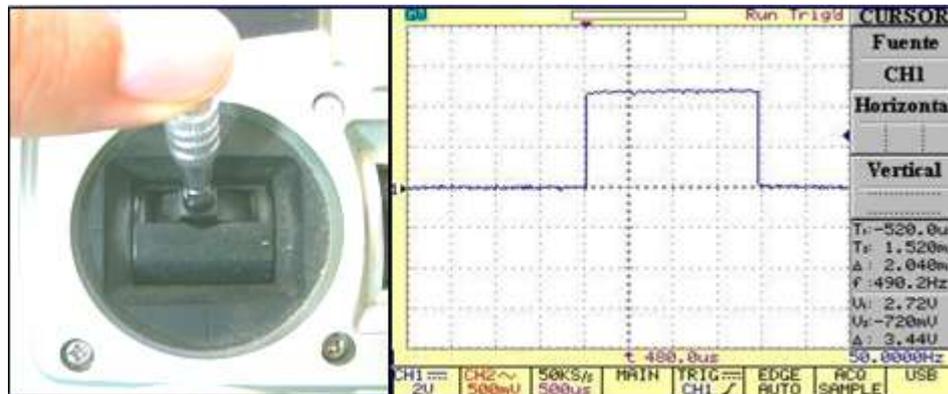


Figura 2.17.-Señal emitida con la palanca posición superior

Fuente: www.dspace.espol.edu.ec/.../1/PRESENTACION%20DE%20TESIS1.ppt

La señal emitida con la palanca en posición inferior es de menor duración que la señal emitida en la posición inicial. Véase la figura 2.18. [4]

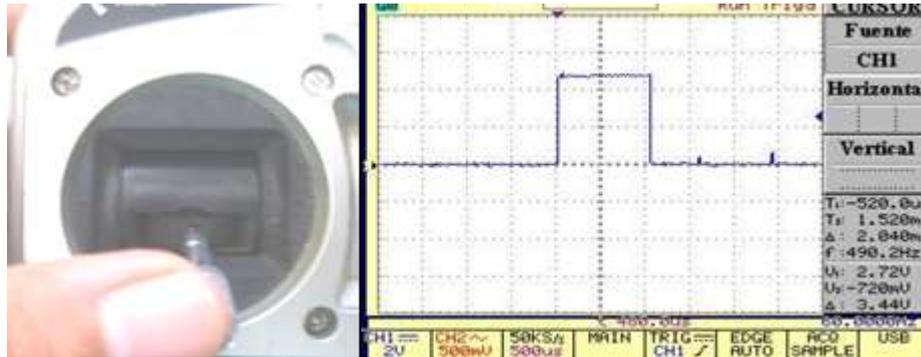


Figura 2.18.-Señal emitida con la palanca posición inferior.
 Fuente: www.dspace.espol.edu.ec/.../1/PRESENTACION%20DE%20TESIS1.ppt

2.16.3 El Receptor FUTABA R2004GF.

El Receptor tiene capacidad para recibir 4 señales de Frecuencia Modulada que vienen del transmisor, es decir posee 4 canales provenientes del transmisor T4YF. Estas cuatro señales son re moduladas, para luego convertirlos en señales PPM que son manejados por los servomotores^[8] Véase la figura 2.19.



Figura 2.19.-Receptor FUTABA modelo R2004GF.
 Fuente: <http://www.robotmarketplace.com/products/0-FUTK4200.html>.

Cada transmisor tiene una forma individual asignada un código de ID único. Con el fin de iniciar la operación, el receptor debe estar vinculado con el código de identificación del transmisor con el que se está emparejado. Una vez que se establezca el enlace el código ID se almacena en el receptor. Cuando se adquiere otro

receptor 2004GF, este procedimiento es necesario, de lo contrario el receptor no funcionará adecuadamente. [8]

Tabla 1. LED de Estado y Condición del Receptor R2004GF.

| Función | LED |
|--|---------------------|
| Sin señal de Recepción | Rojo : Encendido |
| Recibiendo Señal | Verde: Encendido |
| Recibiendo Señal pero no identifica ID | Verde: Intermitente |

Nota. Led indicador de estado útil para la verificación de transmisión del sistema. Véase figura 2.20.
Fuente: <http://manuals.hobbico.com/fut/4yf-manual.pdf>.

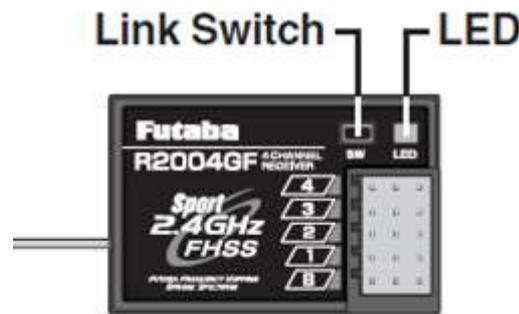


Figura 2.20.- Led indicador de estado y led de encendido.
Fuente: <http://manuals.hobbico.com/fut/4yf-manual.pdf>

Tabla 2. Conexiones del Receptor y Motores.

| Canal de salida | Función |
|------------------------|--|
| Canal 1 | Motor (CH1) |
| Canal 2 | Motor (CH2) |
| Canal 3 | Motor (CH3) |
| Canal 4 | Motor (CH4) |
| Entrada B | Receptor de encendido / apagado (enchufe de color rojo) |

Nota. El receptor posee 4 canales de salida y una entrada de baterías de 6 voltios. Véase la Figura 2.21
Fuente: <http://manuals.hobbico.com/fut/4yf-manual.pdf>.

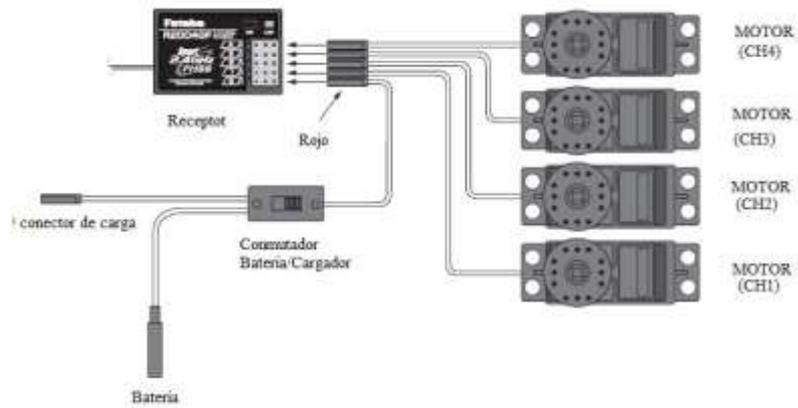


Figura 2.21.- Diagrama de conexiones de un avión a escala.
 Fuente: <http://manuals.hobbico.com/fut/4yf-manual.pdf>

2.17 Módulo de transmisión Xbee

Es un módulo de soluciones integradas que brinda un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos utilizan un protocolo llamado IEEE 802.15.4 para crear redes de punto a multipunto o para redes punto a punto. Los Xbee fueron diseñados para aplicaciones que requieren un alto tráfico de datos, baja latencia o tiempo de respuesta entre dispositivos y una sincronización de comunicación predecible. En términos simples los Xbee son módulos inalámbricos eficientes y fáciles de usar. ^[11] (Véase en la figura 2.22).



Figura 2.22.- Xbee con antena Chip
 Fuente: https://dl.dropboxusercontent.com/u/31699276/blogphotos/XBee%20PCB_01.jpg

Los Zigbee y Xbee tienen una alianza y un estándar de redes de alta eficiencia de consumo energético y bajos costos. Xbee utiliza el estándar Zigbee lo agrega y lo envía en pequeños paquetes optimizando su funcionalidad. Los módulos Xbee operan en las bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas para áreas industriales, científicas y de la medicina. Hoy en día son muy populares para el uso de comunicación WIFI o Bluetooth. Los Xbee operan en la frecuencia de 2.4 GHz. ^[11]

2.17.1 Tipos de antenas Xbee

- Antena Chip.- es un pequeño chip que actúa como antena. Es sencillo de utilizar, eficaz y de bajos costos. Véase figura 2.23.
- Antena de alambre.- es un pequeño cable que sobresale.
- Antena u.F L.- posee un pequeño conector para conectar tu propia antena. Perfecto para aplicaciones en cajas con una antena externa.
- Antena RPSMA.-Posee un conector para una conectar una antena externa.

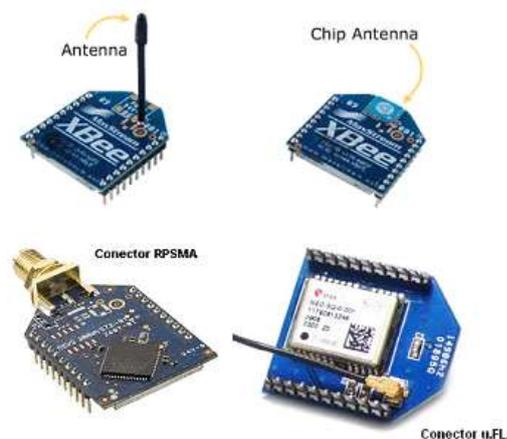


Figura 2.23.- Tipos de antena Xbee.

Fuente: <http://qubits.files.wordpress.com/2009/04/caracteristicas-electricas.gif?w=500>

2.17.2 Características Eléctricas.

Los requerimientos de conexión consisten en proveer alimentación mediante los terminales VCC y GND, tiene dos terminales de datos Vin y Vout. Para la actualización de los Xbee es necesario conectar los RTS y DTR. Véase la figura 2.24. ^[11]

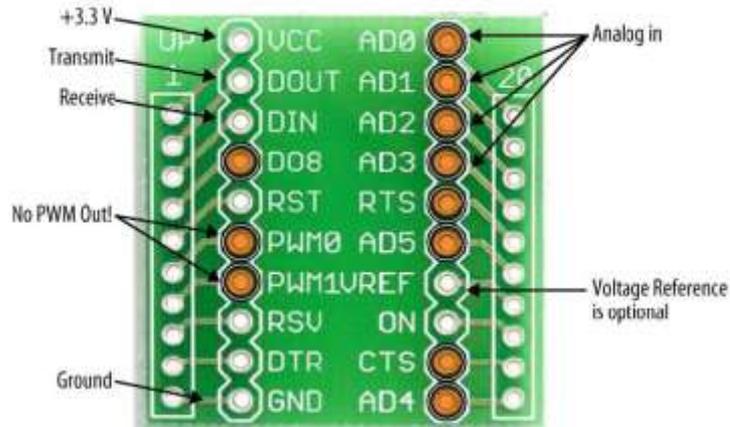


Figura 2.24.- Pines de conexión del zócalo del módulo Xbee.
Fuente: <http://qubits.files.wordpress.com/2009/04/xbee-breakout-board.jpg?w=500>

Tabla 3. Características de DC de los Xbee.

| Símbolos | Parámetros | Condiciones | Min | Max | Unidades |
|-----------------|-----------------------|--|----------|----------|----------|
| V _{IL} | Input Low Voltage | Todas las entradas Digitales | - | 0.2*VCC | V |
| V _{IH} | Input High Voltage | Todas la entradas Digitales | 0.8*VCC | - | V |
| V _{OL} | Output Low Voltage | I _{OL} =2mA, VCC >= 2.7 V | - | 0.18*VCC | V |
| V _{OH} | Output High Voltage | I _{OH} = -2mA, VCC >= 2.7V | 0.82*VCC | - | V |
| I _{IN} | Input Leakage Current | V _{IN} = VCC o GND, Todas entradas, por pin | - | 0.5uA | uA |

Nota. VCC trabaja desde 2.7 hasta 3.3 voltios. ^[11]
Fuente: http://www.olimex.cl/tutorials.php?page=tut_xbee

2.17.3 Configuración del módulo Xbee.

Una de las principales características de los módulos Xbee es que pueden usarse para transmitir datos de un puerto de serie inalámbrico sin tener que configurarlo, solo

conectando el pin RX y TX. Hay que tener cuidado con la alimentación de 3.3V se debe construir un regulador de voltaje para no quemar al dispositivo.

Los comandos del protocolo AT permiten al usuario configurar los Xbee con parámetros específicos para establecer comunicación entre módulos y combinar al módulo Xbee con un micro controlador. Para configurar un pin del Xbee como entrada o salida, es necesario usar los comandos AT, a través del modo comando. ^[11]

2.17.4 Comandos AT

Los comandos AT para la configuración tienen las siguientes características:

- Comienzan con las iniciales “AT”
- ATID: son utilizados para mostrar su identidad entre dispositivos. Asignada una dirección por el comando ATID el siguiente módulo adquiere una nueva dirección única en la red.
- ATSH/ATSL: Sirve como una dirección, este comando muestra la dirección High o la dirección Low, esta dirección no puede ser cambiada.
- ATMT: este comando muestra la dirección actual de 16 btis. La dirección es asignada de forma dinámica por el coordinador.
- ATWR: se emplea para cambiar y guardar los datos al módulo en el modo comando.
- ATCN: Sirve para salir del modo comando. ^[11]

Tabla 4. Nombres de los pines del módulo Xbee.

| Nombre del Pin | Número de Pin | Comando AT | Funciones |
|------------------------------------|---------------|------------|--|
| DI0 ₀ , AD ₀ | 20 | D0 | Entrada analógica, Botón de puesta en marcha. |
| DI0 ₁ , AD ₁ | 19 | D1 | Entrada analógica. |
| DI0 ₂ , AD ₂ | 18 | D2 | Entrada analógica. |
| DI0 ₃ , AD ₃ | 17 | D3 | Entrada analógica. |
| DI0 ₄ | 11 | D4 | |
| DI0 ₅ | 15 | D5 | Indicador de asociación |
| DI0 ₆ | 16 | D6 | RTS |
| DI0 ₇ | 12 | D7 | CTS |
| DI0 ₈ | 9 | - | DTR |
| DI0 ₉ | 13 | - | Indicador de encendido |
| DI0 ₁₀ | 6 | P0 | Indicador de señal |
| DI0 ₁₁ | 7 | P1 | |
| DI0 ₁₂ | 4 | P2 | |

Nota. Los pines D0 hasta D7 pueden ser configurados como entradas o salidas. ^[11]

Fuente: http://www.olimex.cl/tutorials.php?page=tut_xbee

2.18 Sabertooth dual 60A motor conductor

Es uno de los drivers de motor más versátil, eficiente y fácil de usar. Es adecuado para robots de alta potencia, soporta hasta 120 libras en el combate o hasta 1.000 libras para la robótica de propósito general. Puede suministrar un máximo de 60A a cada uno de los motores. Soporta picos de corriente de 120A por canal durante unos segundos. ^[9] (Véase en la Figura 2.25).



Figura 2.25.-Puente H Sabertooth 2X60 DIP switchwizard.
Fuente:<http://www.dimensionengineering.com/products/sabertooth2x60>

2.18.1 Guía de Conexiones SABERTOOTH 2X60

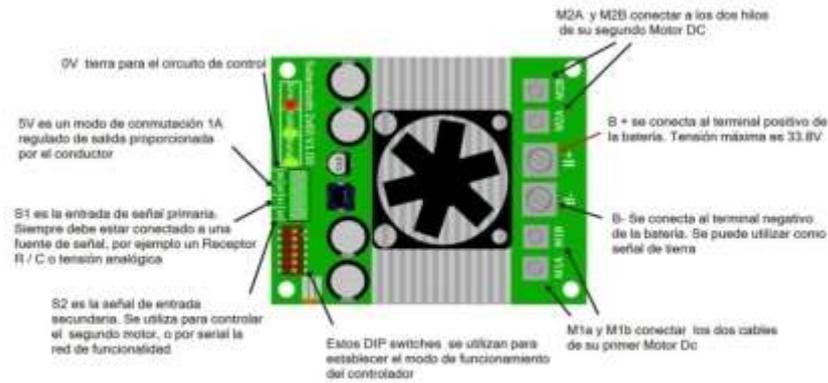
Este driver permite controlar dos motores con: Voltaje analógico, radio control y serie empaquetada. El modo de funcionamiento se ajusta con los interruptores DIP. Posee terminales con tornillos para ajustar las conexiones sin necesidad de soldaduras. La SABERTOOTH es un controlador regenerativo síncrono. La topología regenerativa significa que sus baterías se recargan cada vez que el robot frene o realice el cambio de giro. Las paradas y retrocesos son de acción rápida dando al robot ventajas en agilidad y rapidez. El modo de corte de litio permite operar de manera segura con baterías ion Litio o baterías de litio y polímero protegiendo la vida útil de las mismas. Los transistores se conectan a velocidades ultrasónicas de 24kHz para un funcionamiento silencioso.^[9] (Véase en la figura 2.26).

Voltaje de entrada: 6V-33.6V

Corriente de salida: 60A por canal

Pico de salida actual: 120A por canal

Modos de funcionamiento: Analógica, R / C, serial.



Saberooth 2x60 Guía de Conexiones

Figura 2.26.- Partes del Driver SABEROOTH 2X60.
Fuente: Los autores.

2.18.2 Modos de Operación del driver Saberooth 2x60.

- Pin 4 desactivado.- Control analógico, lineal e independiente. Trabaja de 0 V a 5 V, la entrada analógica está conectada a S1. En la entrada 0V es inversión completa, 5Vhacia adelante, es 2.5V parada.^[10]
- Pines 1, 4, 6 desactivados.- Pulsos de micro-controladores, independiente de control lineal. La señal R/C del servo es conectado a S1 y S2. Con un pulso de 1000us a 2000us se controla la velocidad. Con pulsos de 1500us es parada.
- Pines 1, 5 desactivados.- Unidad diferencial exponencial: la señal del servo R/C es conectado a S1 y S2. El driver se auto calibra con respecto a los criterios de valoración de la señal.
- Pines 1, 4, 5 desactivados.- Simplificado de serie, 38400 baudios. El control es por comandos de un solo byte. Motor 1: 1 es giro inverso, 64 es alto y127 es hacia adelante. Motor 2: 128 es giro inverso, 192 es detener y 255 es hacia adelante.

- Pines 1, 2 desactivados.- Serial Paqueteados, dirección 128. El control es a través de un paquete multi-byte.
- Pin 3 desactivado.- modo de corte de litio: Cuando el interruptor 3 está desactivado el driver se cierra a 3V por celda de la batería. Esto protege las baterías de litio y polímero.

2.18.3 LED de estado y error driver SABERTOOTH 2x60.

El LED verde de estado indica la condición actual de la comunicación. En modo R/C, brilla tenuemente sino existe una relación R/C presente y brilla si hay un enlace R/C.

El LED verde de células parpadeará indicando la cantidad de celdas que se han unido al driver en el modo de corte de litio. También se iluminará junto con el LED de error, si se ha disparado la alarma de baja tensión.

El LED rojo de error se enciende si ha detectado un problema. Se iluminará si la batería se encuentra agotada, sobrecargas y sobrecalentamiento. Parpadea junto con el LED célula si hay un problema con la batería. ^[9] (Véase la Figura 2.27).



Figura 2.27.- Leds de estado del Driver SABEROOH 2X60.
Fuente:<http://www.dimensionengineering.com/products/sabertooth2x60>

2.19 Batería

Es un dispositivo que consta con celdas electroquímicas que convierten energía química almacenada en electricidad. Las celdas constan de un electrodo positivo y uno negativo los cuales permiten que los iones se muevan facilitando el flujo de la corriente al exterior de la batería. ^[10]

2.19.1 Baterías de plomo-ácido.

Estas baterías están constituidas por dos electrodos de plomo.

Las ventajas de estas baterías son de fácil fabricación a bajos costos.

Las desventajas de ellas son: no admiten sobrecargas, altamente contaminantes, excesivamente pesadas. ^[10] (Véase la Figura 2.28).



Figura 2.28.- Baterías de plomo 12 voltios a 5 Ah.

Fuente:<http://www.alarmaustausend.com/Fotos%20Bater%C3%ADas%20y%20Pilas/Bateria.jpg>

2.19.2 Baterías de Li-Po

Estas baterías son una variación de las baterías de iones de litio. Tienen características similares pero estas permiten una descarga superior y una mayor densidad de energía. Son de tamaños reducidos a con respecto a otras baterías. Cada celda tiene un voltaje nominal de 3.7V, entregan un voltaje máximo de 4.2V y un

voltaje mínimo de 3V. Las baterías sufren daños irreparables si las celdas se descargan a voltajes menores de 3V.

Las ventajas son: una mayor densidad de carga en tamaños reducidos, alta tasa de descarga superior a la batería de iones de litio

La desventaja de las baterías de litio y polímero es que quedan inutilizadas si se descargan por debajo de 3 voltios. ^[10] (Véase la figura 2.29).

Especificaciones:

Capacidad: 8000mAh

Voltaje: 6S1P / 6 celdas / 22.2V

Descarga: 25C Constante / 50C Pico

Plug balance y descarga: JST-XH, HXT 4mm



Figura 2.29.- Batería de litio y polímero 6 celdas de 1.5V a 8 Ah.

Fuente: http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/uh_viewItem.asp?idProduct=21431

2.20 Placa

Según Arquímedes la masa de la placa utilizada se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$m = \rho * V$$

m = masa

ρ = densidad del material (Constante del material)

V = volumen

Con estos datos el material de la placa que fue escogido fue hierro naval de gran robustez y flexibilidad para soportar gran cantidad de impactos, sin que la estructura sufra mayor daño.

2.21 Eje de transmisión.

Es un elemento destinado para guiar el movimiento rotacional de una pieza como una rueda o un engranaje. El acero de transmisión da fluidez el diseño por la fácil adaptación de los aros. (Véase la figura 2.30).



Figura 2.30.- Eje de transmisión de Tutuchin.
Fuente: Los autores.

2.22 Manzana de Rueda Motriz.

Las manzanas hacen la adaptación que existe entre el eje de transmisión y los aros, son utilizados para transmitir la potencia ejercida por los motores a las ruedas dando así la movilidad al robot. (Véase la figura 2.31).

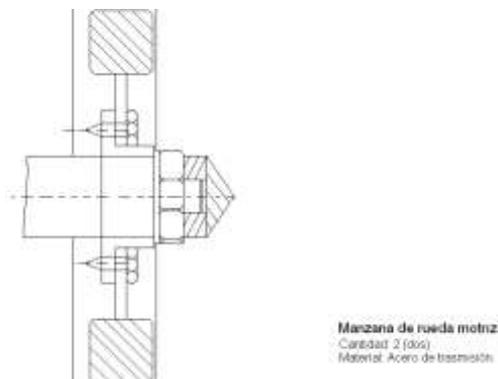


Figura 2.31.- Manzana de rueda motriz.
Fuente: Los autores.

2.23 Llanta

Es una pieza normalmente metálica, que se asienta en un neumático, forma parte de la rueda. Véase la figura 2.32.



Figura 2.32.- llantas, neumáticos y motores.
Fuente: Los autores.

2.24 Perno

Es una pieza metálica normalmente hecha de acero o hierro, es relacionada con el tornillo pero con la diferencia en la cabeza redonda y el extremo roscado para la chaveta, tuerca o remache. Véase la figura 2.33.

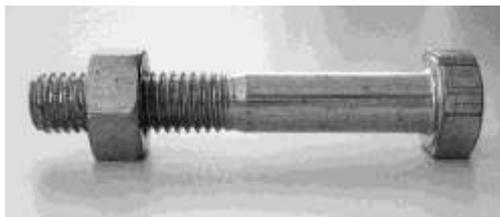


Figura 2.33.- Perno de acero categoría 2.
Fuente: http://i01.i.aliimg.com/photo/v0/269801331/wheel_bolts.jpg

2.25 Graduación de los pernos

En el sistema de clasificación estadounidense la graduación de los pernos es de 2, 5, 8 y 18-8 inoxidable. El grado es determinado por el material utilizado con el que se fabricó y las propiedades del perno.

2.26 Chaveta.

Es una pieza de sección rectangular que se inserta entre dos elementos que están unidos entre sí para evitar que se produzcan deslizamientos entre piezas. La chaveta tiene que estar bien ajustada, si existen fugas pudiese desgastarla o romperla. Véase la figura 2.34.

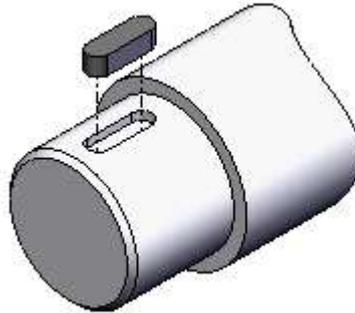


Figura 2.34.- Diseño de chaveta.

Fuente:<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/64/FeatherKeyUnMounted.png/150px-FeatherKeyUnMounted.png>

2.27 Tornillo Prisionero

Es un elemento mecánico que sirve para impedir el giro o movimiento entre piezas, tales como el eje de transmisión. Las diferencias entre los tornillos y los prisioneros residen en los trabajos en los trabajos a los que son sometidos. Los prisioneros están comprometidos y sometidos a fuerzas ejercidas en la tracción. Véase la figura 2.35.



Figura 2.35.-Tornillo Prisionero.

Fuente:<http://es.ahp.de/productos/relacion-de-productos/accesorios/accesorios-para-cilindros-bloque/tornillo-prisionero/>.

2.28 Piñón

Es la rueda de un mecanismo de cremallera, en una transmisión por engranaje. Una de las ventajas de usar este sistema es mantener la relación de transmisión constante para que no exista desplazamiento, denominado eficiencia mecánica. Véase la figura 2.36.

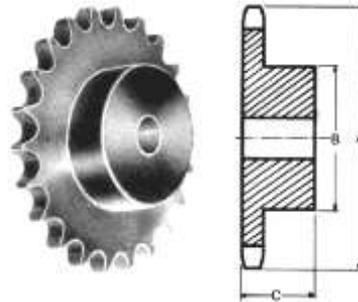


Figura 2.36.- Piñón de 20 dientes paso 35 3/8.
Fuente: <http://www.apiro.com/apiro/Pion3.gif>

2.29 Caja reductora sin-fin.

Es un mecanismo que consiste, en un grupo de engranajes, consigue mantener la velocidad de salida. La caja reductora sin fin posee un tornillo sin fin este reduce en gran cantidad la velocidad. Véase la figura 2.37.



Figura 2.37 Motor con caja reductora sin fin.
Fuente: Los autores.

2.30 Rodamientos rígidos de bolas.

Son utilizados en varias aplicaciones mecánicas. Son capaces de operar en altas velocidades, requieren de poca atención y no son separables. Estos rodamientos en los diseños son utilizados como ruedas locas conjunto con un eje de transmisión que hace de base. ^[12] (Véase la figura 2.38).



Figura 2.38 Motor con caja reductora sin fin.

Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/rodamientos-rigidos-bolas-86675-3437809.jpg

2.31 Cadena

Sirve para transmitir el movimiento de arrastre entre ruedas. El sistema de arrastre se denomina a la transmisión de fuerza que ejerce la cadena contra otro cuerpo. El mantenimiento de estos sistemas tiene que ser constantes por la fricción que existe entre los materiales para disminuir el desgaste entre piezas. ^[12] (Véase figura 2.39).



Figura 2.39 Motor con caja reductora sin fin.

Fuente: <http://www.elsol.com.bo/images/Noticias/13-8-23/1105-stcp-24-z.jpg>

2.32 Coraza

Blindaje de acero o hierro que sirve para proteger un vehículo o un lugar de balas, impactos, explosiones o el fuego. Protegen objetos importantes que se encuentran en su interior. En los tanques de guerra son utilizados para la protección del operador contra los ataques enemigos. Véase la figura 2.40.



Figura 2.40.- Coraza de tutuchin
Fuente: Los autores.

Capítulo III: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL ROBOT

3.1 Antecedentes

Antes de empezar la elaboración del Robot de Batalla, se realizó un análisis a fondo de las participaciones en los concursos anteriores de Robótica, con el fin de conocer los problemas más comunes presentados en los prototipos e interferencia generada en las frecuencias utilizadas para la comunicación. Así de esta forma poder obtener un diseño que nos ofrezca flexibilidad, maniobrabilidad y confianza en su competencia mediante el uso de materiales afines a las necesidades y exigencias de los reglamentos que se constituyen en los concursos.

Manteniendo los conceptos presentes un robot fue diseñado con un sistema de transmisión mecánica por cadena para la transferencia eficaz de la potencia de los motores a las ruedas, y esto transferido a la estructura para facilitar la utilización de estrategias como investida, volcamiento e inmovilización, el otro robot fue dotado con un arma rotatoria que al momento de realizar la investida, es utilizada para destruir por debajo al robot contrario.

Una de las partes primordiales en la fabricación del robot de batalla es la elección y el tamaño de la estructura, existieron complicaciones por las limitaciones de materiales y elementos que tenemos en el mercado nacional, que simbolizan grandes inconvenientes y dificultades para el desarrollo mecánico, eléctrico y electrónico.

Mediante un breve análisis se consigue observar que si se diseña un robot con su máximo tamaño, la construcción de las partes mecánicas se reducen, ya que se obtiene un gran espacio en el que se puede ubicar fácilmente los componentes tales como: tarjeta de control, baterías, motores, fusibles y demás elementos. Para la construcción de los robots de batalla se diseñó la estructura con respecto al peso que soportara, para lo cual se diseñaron estructuras resistentes, por los impactos que

recibirá. El espacio que brindará la estructura facilita la ubicación de todas las partes correspondientes a dicho robot, el fácil acceso para el cambio de las baterías.

3.2 Diseño Mecánico

3.2.1 Robot TUTUCHIN

3.2.2 Chasis

El peso y el material del chasis fueron dados por la fórmula Arquímedes para la obtención de la masa de los materiales a partir de su densidad. La constante del material a utilizar es la del hierro (6.35), el espesor de la placa de hierro es de 8mm para dar rigidez y resistencia al momento de los impactos. Véase la figura 3.1.

$$m = \rho * V$$

m = masa

ρ = densidad del material (Constante del material)

V = volumen

$$\text{Masa (chasis)} = (6.35 \times 450 \times 8 \times 400) / 1000000 = 9.14\text{kg}$$



Figura 3.1.- Chasis de TUTUCHIN.

Fuente: Los autores.

Luego de tener una base se fijaron los motores para poder tomar la altura del eje para que no exista una inclinación y la plataforma este a 8 centímetros desde el piso,

para sujetar los motores se utilizó pernos allen's 6mm x 20mm grado 4 para evitar que al momento del impacto sufran ruptura. Véase la figura 3.2.



Figura 3.2.- Base del eje, manzana y perno.
Fuente: Los autores.

Realizada las bases del eje se utiliza pernos de grado 8 por la cantidad de impactos que tiene esta parte, además es la sujeción para las llantas delanteras, teniendo las bases listas el siguiente paso fue diseñar el tren de rodaje el cual consta: un eje, rodamientos y 4 manzanas.

3.2.3 Manzanas

Tomando referencias de que el prototipo iba a tener transmisión en las cuatro llantas se tuvo que adaptar el sistema de arrastre el cual fue basado en piñones de 20 dientes paso 35 de 3/8" estando esto presente se procedió a definir medidas que se acoplen a los aros mediante pernos allen's y el sistema de arrastre con prisioneros que estarán en el perímetro exterior de la manzana y el perímetro interior del piñón, en el interior de la manzana para que se acople con el eje del motor y tener su potencia se utiliza una chaveta, se realiza el fresado del mismo en ella. Véase la figura 3.2.

3.2.4 Eje del Motor

Una vez elaborada las manzanas se generó un nuevo inconveniente con el acople a los motores el eje del motor era de corta longitud, se acopla un eje para mayor longitud tomando en cuenta que debe ser bien centrado porque se crea un tambaleo al momento de la rotación del motor con la llanta.

Las dimensiones son: 75 mm de largo, diámetro 3/8, en un extremo una rosca interna de 20mm de profundidad M10 paso 1.25 y en el otro extremo una rosca exterior M10 paso 1.25mm.



Figura 3.3.- Eje con manzana.
Fuente: Los autores.

3.2.5 Eje llantas delanteras.

El eje de llantas delantera fue diseñado para la utilización de rodamientos para que las manzanas descritas anteriormente se acoplen al sistema. Este fue realizado en eje de transmisión de diámetro de 5/8" y 500mm de largo torneado, el área donde serán ubicados los rodamientos tiene un diámetro de 12mm y un largo de 65mm y en las puntas 15mm de rosca M10 de paso 1.25. Teniendo listas las piezas comenzamos hacer el montaje total para poder dimensionar las cadenas a utilizar en el sistema de arrastre. Véase la figura 3.4.



Figura 3.4.- Sistema de transmisión del robot.
Fuente: Los autores.

Lista la parte motriz se adquirió una placa de acero inoxidable de 2mm para realizar la estructura exterior del robot, tomando en cuenta la altura de los componentes fijos y rotatorios ya que se podría generar una fricción, lo que provocaría un aumento considerablemente alto de corriente utilizada por el motor. Véase la figura 3.5.

Manteniendo la estética y la facilidad para desarmar en la parte trasera la lámina doblada de acero inoxidable, encaja en la placa de 8mm la cual va a ser ajustada por 2 pernos, en los otros 3 puntos la estructura superior es sujeta por unas tuercas que fueron soldadas en la estructura superior con soldadura de acero inoxidable.



Figura 3.5.- Coraza de tutuchin.
Fuente: Los autores.

Lista la estructura superior del robot, se procede a terminar el roscado donde serán alojados los pernos de la estructura superior en la placa de 8mm. El siguiente paso fue montar al robot una placa de aluminio de 6mm en forma de pala, que sirve para inmovilizar al robot. Realizando varios dobleces en la placa crea dureza y se torna

firme, se procede con la fabricación de las protecciones para las llantas. Robot finalizado.

3.2.6 Mejora 1

Al momento de realizar las pruebas de torque el robot no fueron los resultados esperados, entonces, se realizó el remplazo de los dos neumáticos con tubo por dos neumáticos de poliuretano que poseen mayor área de contacto y tracción con el piso, se determinó vulnerabilidad por los costados por lo cual se ubicaron palas laterales para la protección. Véase la figura 3.6.



Figura 3.6.- Tutuchin versión modificada.
Fuente: Los autores.

3.2.7 Mejora 2

Luego de las pruebas realizadas con otros robots se encontró un problema con los impactos, las protecciones de los neumáticos a rozaban y dañaban las llantas, con lo cual se procedió a modificar y retirar las protecciones. Otro de los cambios fue la placa metálica de hierro por una placa más liviana de aluminio, este cambio permitió el cambio a baterías secas de plomo. Véase la figura 3.7.



Figura 3.7.- Tutuchin versión final.
Fuente: Los autores.

3.2.8 Robot 2 CASTIGADOR

Basado en los diseños del primer robot se decidió seguir la misma línea estratégica por los resultados obtenidos, se diseñó un robot tipo rampa de mayor robustez utilizando una placa base de 8mm donde fueron alojados los componentes tales como Motores, batería, tarjeta de control y tarjeta de potencia, esta placa estaba constituida por las siguientes dimensiones: ancho del robot 700mm x800mm de largo y una altura de 150mm de alto. Véase la figura 3.8.



Figura 3.8.- Placa de hierro.
Fuente: Los autores.

Luego teniendo la base se fijó los motores y se soldó unas ruedas delanteras de un diámetro de 6cm ubicada a 6 cm del vértice de la parte delantera del robot, luego teniendo la base fija se procedió hacer la estructura superior, formada por una placa de 8mm para así una rampa para poder inmovilizar al oponente .

Las llantas de este robot eran rígidas para ganar estabilidad y tracción para dar su mejor desempeño. Véase la figura 3.9.



Figura 3.9.- Castigador 1.0.
Fuente: Los autores.

3.2.9 Mejora 1 Castigador.

Las primeras modificaciones se dieron al cambiar las ruedas de mayor diámetro mejorando el desplazamiento del robot con giros más rápido. También, se eliminó la placa de la parte inferior para disminuir el peso, ubicando las baterías en la parte delantera del robot. Utilizando una placa hierro angular de 5 cm de ancho arlo como arma para golpear a los robots contrarios. Véase la figura 3.10.



Figura 3.10.- Castigador 2.0.
Fuente: Los autores.

3.2.10 Mejora 2 Castigador.

En estas modificaciones, se mejoró la rampa frontal adicionando platinas a nivel del suelo para elevar al contrario, adicional se cambiaron las platinas en la parte superior

del robot, estas son en ángulo de 90° que ayudan en la inmovilización del contrario. Se redujo el espacio entre los ejes para tener mayor velocidad en el momento del giro. Véase la figura 3.11.

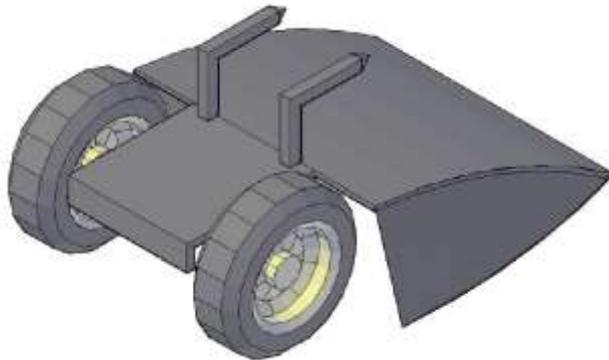


Figura 3.11.- Castigador 3.0.
Fuente: Los autores.

Presentando la última modificación dejando intacto el prototipo se armó un tercer robot por lo que este diseño al tener las baterías al frontal del robot y la inclinación del mismo se genera una pérdida de considerable de tracción en terrenos que no son totalmente llanos.

3.2.11 Construcción de CASTIGADOR 4.0

Castigador 4.0 es un diseño que sigue línea de los anteriores robots con un alto poder defensivo pero con una pequeña diferencia dos sierras montadas sobre la rampa frontal, posee una estructura más compacta y rígida donde se mejora y optimiza los giros como la resistencia al impacto de los contrarios, el ángulo de inclinación de la rampa es más elevado en comparación de la rampa de Castigador para que esta cause un mayor daño cuando el contrario este elevado. Véase la figura 3.12.



Figura 3.12.- Diseño CASTIGADOR 4.0
Fuente: Los autores.

El interior del robot está formado por dos motores de silla de ruedas con llantas de 8 cm de radio, dos motores de arranque 110cc con dos discos de sierra adaptados, tres baterías secas, dos de ellas para la alimentación de los motores, la tercera batería alimenta a los dos motores de arranque, el sistema electrónico como la mayor parte de los elementos van colocados en la parte posterior para ganar mayor estabilidad al momento del arranque de los motores, el entro de masa está cercano piso.

En la parte posterior se encuentra una placa de 6 mm de hierro que soporta los impactos de los robots también es utilizada para inmovilizar al contrario.

Es de fácil desarme para que el cambio de baterías entre los combates sea ágil y sin complicaciones. Véase la figura 3.13.

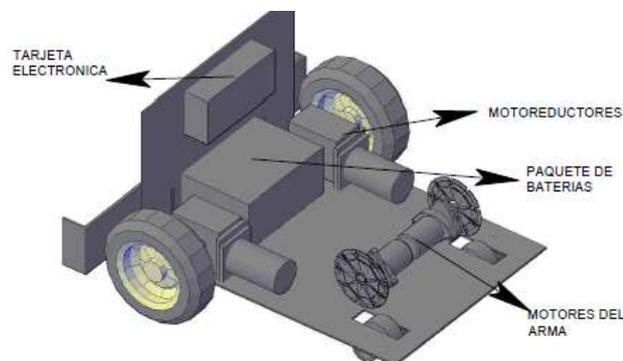


Figura 3.13.- Interior CASTIGADOR 4.0
Fuente: Los autores.

Las llantas a utilizar son con labrados aptos para que estas se adhieran a las plataformas utilizadas en los combates sin tener problemas de deslizamiento. Las manzanas fueron diseñadas y acopladas para los aros de las llantas seleccionadas, los pernos que sostienen el motor y la manzana son de grado 2 suficiente para sostener ambos elementos, el peso de la manzana se redujo lo suficiente para que no ejerza tanta presión a los pernos de sujeción adicional y con la robustez suficiente para soportar impactos. Véase la figura 3.14.

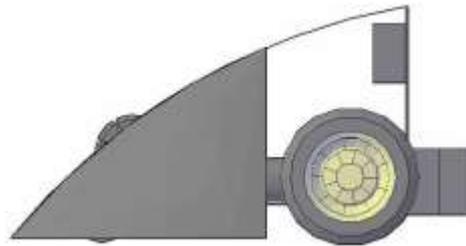


Figura 3.14.- CASTIGADOR 4.0 vista lateral.
Fuente: Los autores.

3.3 Esquema Eléctrico

3.3.1 Robot TUTUCHIN

El diseño eléctrico del primer robot fue realizado con tarjetas adquiridas en este caso constan de un controlFUTABAT4YF una receptora R2004GF y para el circuito de potencia se utilizó una tarjeta SABERTOOTH 2X60 la cual soporta 50 amperios nominales. Lo más relevante de esta tarjeta que tiene función regenerativa que al momento de realizar cambio de giro la energía excedente no se disipa si no que recargas las baterías dándole mayor durabilidad y desempeño. Véase la figura 3.15.

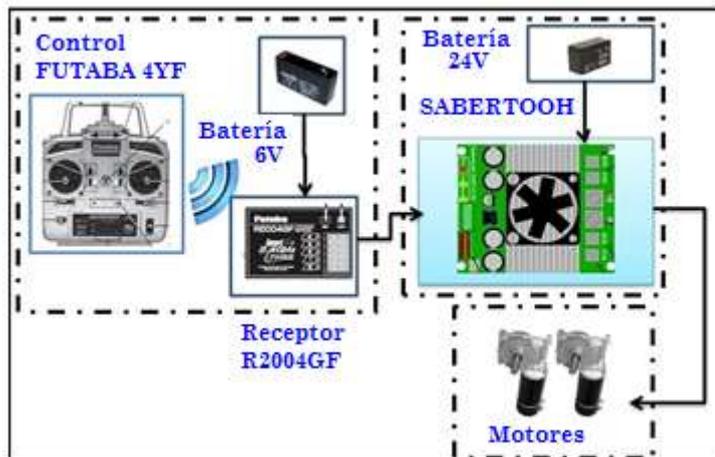


Figura 3.15.- Diagrama de Bloques.
Fuente: Los autores.

3.3.2 Robot Castigador.

En este robot se utiliza una tarjeta diseñada el cual consta de 4 partes fundamentales que son: La parte de regulación de voltaje, control (microcontrolador), comunicación (XBEE), y potencia. Véase la figura 3.16.

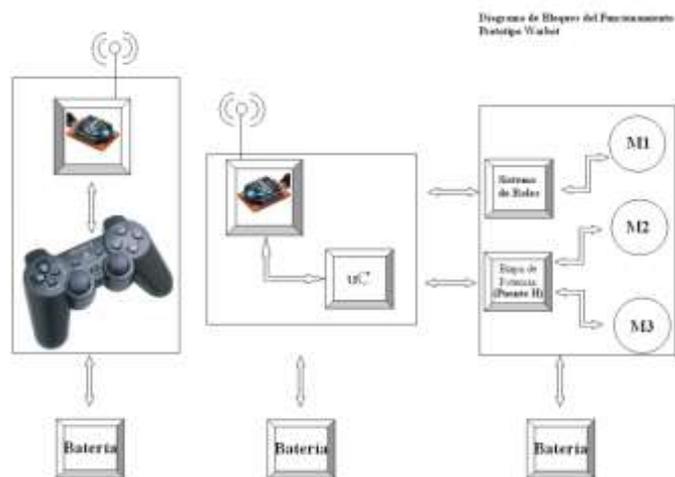


Figura 3.16.- Diagrama de Bloques Castigador.
Fuente: Los autores.

3.3.3 Regulación de Voltaje

La regulación de voltaje está gobernada por dos integrados IC ZDLO1117 que entregara una tensión de 3.3v utilizada para la comunicación de XBEE y el IC 7805 que regulara un voltaje de 5v a 1amperio que es lo suficiente para la alimentacion del pic y los transistores. Vease la figura 3.17.

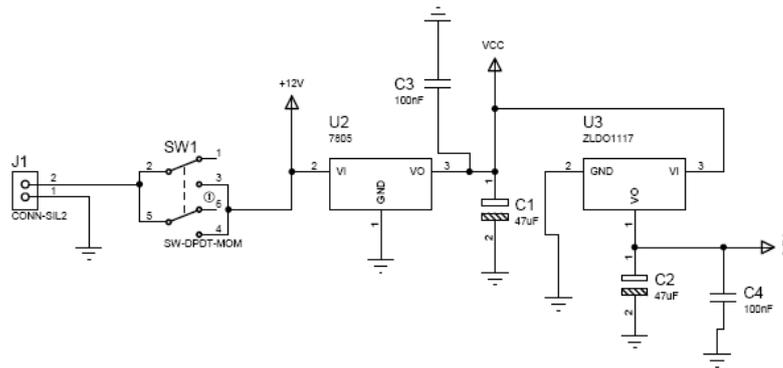


Figura 3.17.- Esquemático reguladores de tensión.
Fuente: Los autores.

3.3.4 Sistema de control y comunicación

El sistema de control está compuesto por un XBEE el cual se lo utiliza con la configuración predeterminada del mismo. El transmisor envía la trama de los controles de la palanca ps2, el receptor obteniendo la lectura del mismo envía al microprocesador para hacer la función específica ya programada en el mismo. Véase la figura 3.18.

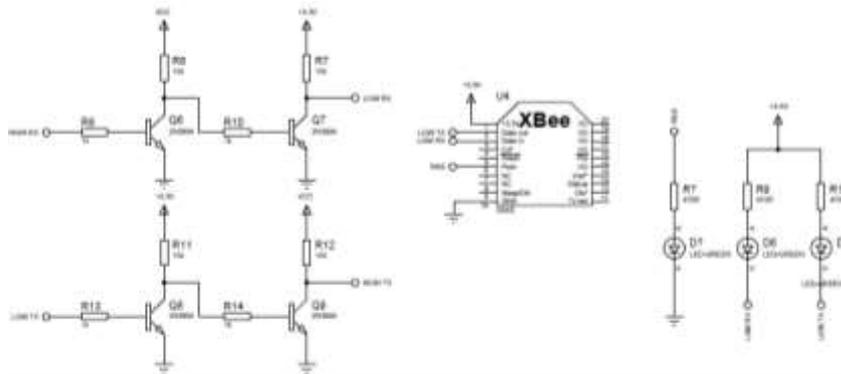


Figura 3.18.- Etapa de comunicación.
Fuente: Los autores.

3.3.5 Sistema de Potencia

Consta con una parte de protección utilizando 5 transistores tip122 para ser utilizado en su etapa de corte y saturación para realizar la conmutación activando los relé que estarán conectado como puente h para cada motor siendo así una ayuda para genera un frenado dinámico, para evitar en el tiempo de desconexión de la energía al realizar

En la figura 3.21 se muestra la estructura de TUTUCHIN, la cual se divide en dos partes que son el chasis y la coraza. El chasis es un elemento de gran importancia en la estructura da resistencia y flexibilidad, la robustez del resto de la estructura depende del mismo, la coraza es un diseño aerodinámico montado y acoplado al chasis, diseñado para proteger y dar facilidad a las estrategias empleadas en las competencias. Las rampas laterales son de 10 cm de ancho por 80 cm de largo con una altura de 13 cm, la rampa frontal es de 28 cm de largo por 20 cm de alto con 43 cm de ancho. Las dimensiones de la coraza son de 72 cm de ancho por 87.5 cm de largo con altura de 20cm. El chasis tiene dimensiones de 43cm de ancho por 64 cm de largo con cortes en los vértices de 20.5cm de largo por 9.5 de ancho para el acople de las llantas. En la parte frontal los acoples de las rampas forman un triángulo rectángulo de 14.5cm de base, 13 cm de cateto menor y de hipotenusa 12cm. El espacio entre llantas es de 33cm de ancho por 23 cm de largo.

Las separaciones que existen de las llantas con la estructura son de 2cm, necesarias para que no exista desgaste.

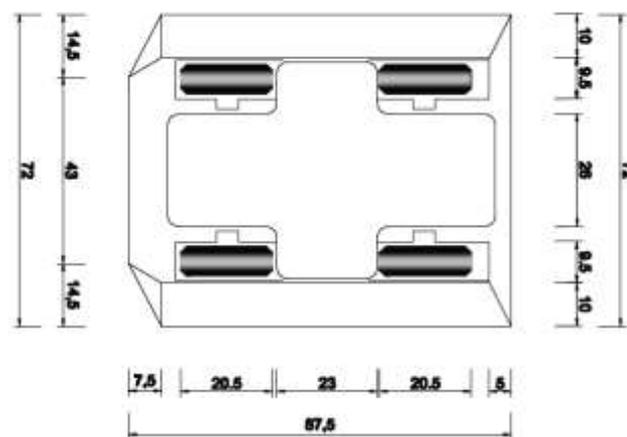


Figura 3.21.- Vista superior TUTUCHIN.
Fuente: Los autores.

La mayor parte del robot está formado por rampas (véase la figura 3.22) que son utilizadas para eludir e inmovilizar al contrario, la parte posterior consta con un

refuerzo que es utilizado para arrinconar y investir. Fue diseñado para ser un robot defensivo con la robustez suficiente para los ataque enemigos. Este refuerzo cubre toda la parte posterior del robot las dimensiones son de 72 cm largo por 13 cm de ancho.

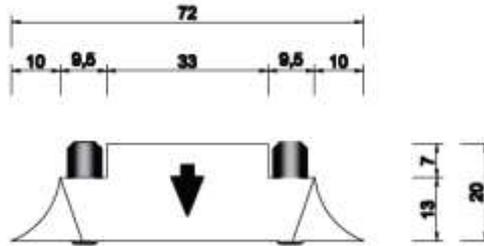


Figura 3.22.- Vista frontal TUTUCHIN.
Fuente: Los autores.

La figura 3.23 muestra el diseño de castigador, el cual está formado por una rampa frontal a ras de piso para asegurar la inmovilización, consta de dos protecciones laterales para tácticas de evasión. Esta rampa es de 60 cm de largo x 60 cm de ancho, las protecciones son de 60 cm de largo por 10 cm de ancho con una inclinación de 45°. La separación que existe entre ejes es de 30cm, la distancia que existe entre la rueda y la estructura es de 2cm de ancho y 6cm de largo. Las medidas del robot son 70cm de ancho por 100cm de largo con una altura de 37.1cm.

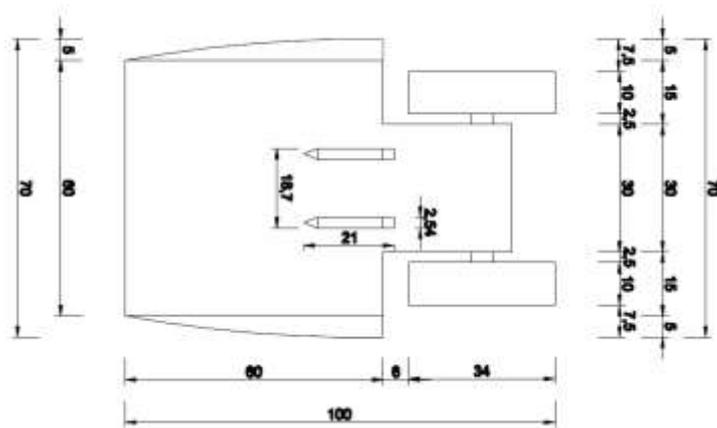


Figura 3.23.- Vista Superior Castigador
Fuente: Los autores.

En la figura 3.24 la parte posterior del robot es descubierta, los elementos electrónicos se encuentran ubicados en su interior, en la parte superior del robot se encuentran dos platinas en ángulo 90° que son utilizadas para enganchar al contrario luego de una investida, estrategia aplicada en la inmovilización, las llantas grandes son para un mejor desplazamiento dentro del rin. Las platinas se encuentra situadas a 64.8 cm de la estructura, de dimensiones 21.30 cm de largo en la platina superior y la platina inferior de 22cm, ambas son de ½ pulgada.

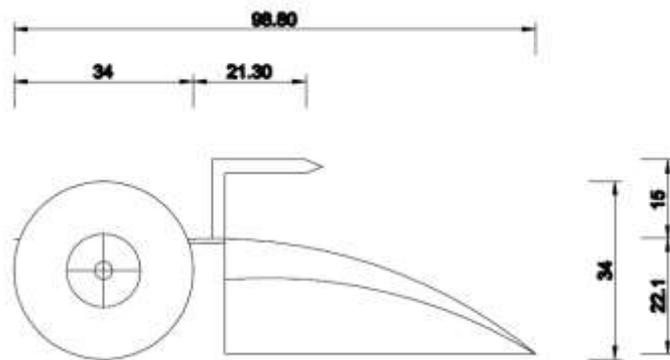


Figura 3.24.- Vista lateral Castigador
Fuente: Los autores.

CRONOGRAMA

| ACTIVIDADES | MES 1 OCT 2012 | MES 2 NOV 2012 | MES 3 DEC 2012 | MES 4 ENE 2013 | MES 5 FEB 2013 | MES 6 MAR 2013 | MES 7 ABR 2013 | MES 8 MAY 2013 | MES 9 JUN 2013 | MES 10 JUL 2013 | MES 11 AGO 2013 | MES 12 SEP 2013 | MES 13 OCT 2013 | MES 14 NOV 2013 | MES 15 DEC 2013 | MES 16 ENE 2014 | MES 17 FEB 2014 | MES 18 mar 2014 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Adquisición Motores DC | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diseño de los robots. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adquisición Llantas de prueba | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adquisición de Puentes H | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementación de la circuito de control | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementación del sistema de potencia | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción del chasis | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Montaje del sistema de control | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pruebas de funcionamiento | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ajuste de las seguridades de los robots | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cambio de llantas | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Competencia CER 2012 | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reparaciones luego de competencias | | | | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | ■ | | |
| Presentación Casa abierta ASU | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Cambios en Estructuras | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | ■ | | | | | | | |
| Competencia RIOTRONIC 2013 | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| Competencia UMEBOT 8.0 | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| Competencia CER 2013 | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| Presentación en Colegios | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| Construcción del Warbot 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Desarrollo de la monografía | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Tabla 5 Cronograma de actividades
Fuente: Los autores

PRESUPUESTO

| ITEM | DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS | UNIDADES | COSTO (\$) |
|------|--|--------------|---------------|
| 1 | Motores PRIDE HEALTH CARE E660 | 6 | \$2100 |
| 2 | Baterías LIPO 5S8AH 16X4cm 666gr. | 2 | \$500 |
| 3 | Baterías secas | 8 | \$280 |
| 4 | Circuitos Impresos | 1 | \$100 |
| 5 | Circuitos Electrónico | 1 | \$700 |
| 6 | Estructura Metálica | 1 | \$500 |
| 7 | Radio Control (XBEE) | 1 | \$233 |
| 8 | Radio Control y Receptor FUTABA | 2 | \$340 |
| 9 | Sabertooth 2x60 | 1 | \$250 |
| 10 | Mano de obra | X | \$600 |
| 11 | Llantas (macizas) | 4 | \$140 |
| 12 | Llantas (aire) | 8 | \$200 |
| 13 | Varios | X | \$400 |
| 14 | Conectores Eléctricos | 25 | \$36 |
| 15 | Fusibles(80-60-90 AMP) | 8 | \$12 |
| 16 | 10 metros de cable #14 | X | \$3.5 |
| 17 | Pernos grado 3 | 48 | \$4 |
| 18 | Pernos grado 8 | 4 | \$8 |
| 19 | Placas de acero | 4 | \$155 |
| 20 | Placas de aluminio 8mm | 1 | \$40 |
| 21 | Placas de aluminio 4mm (alta temperatura) | 6 | \$200 |
| 22 | Placas de aluminio 3mm (alta temperatura) | 4 | \$100 |
| 23 | Motor de arranque caballito 125cc | 4 | \$200 |
| | | TOTAL | \$7098 |

Tabla 6 Presupuesto del proyecto
Fuente: Los autores

CONCLUSIONES

La estructura del robot no soportó lo esperado en combates, los costos de reparaciones son elevados.

La duración de las baterías no supera un máximo de 5 minutos en combate, es necesario realizar un cambio y ajustes a los motores.

La tracción a cuatro ruedas hará que el robot sea más rápido que el resto de sus competidores esto si es de gran ayuda para investir y hacer estrategias de combate.

Las ruedas tienen problemas adherencia a los rings con pisos pulidos, tienden a sufrir deslizamientos causando pérdida de control del robot.

La transmisión es confiable sin pérdidas de datos ni enclavamientos por el sistema de detección por código que poseen los módulos de transmisión.

RECOMENDACIONES

Mantener en buen estado el sistema mecánico dándole mantenimiento continuo.

Revisión del sistema eléctrico, borneras y cables ante posibles corto circuitos.

Mantener el equilibrio de peso llamado también centro de masa.

Revisión de las ruedas del robot.

Preservar la estructura de los robots específicamente de las placas de aluminio y de hierro.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ESPOCH. (2008). Reglamento batalla de robots. Recuperado el 12 de febrero de 2012, de http://www.espoch.edu.ec/Descargas/eventos/8e0988_Reglamento_Batalla_de_Robots_FIE_2008.
- [2] UNSAAC. (2007). Robótica. Recuperado el 13 de febrero de 2012, de <http://robotica.wordpress.com/about/>
- [3] ALEGSA. (2009). Robot. Recuperado el 15 de febrero de 2013, de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/robot.php>
- [4] DSPACE. (2005). Diseño e implementación de un robot tele manipulado puesto a prueba en el campeonato ecuatoriano de robots 2005, recuperado el 20 de febrero del 2013, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/594/1/1094.pdf>
- [5] Hughes, Austin, (1993), Electric Motors and Drives: Fundamentals, types and applications, editorial Newnes. Butterworth-Heinemann, Boston.
- [6] Rolando Palermo. (2012). Puente H con relés. Recuperado el 12 de febrero del 2013, de <http://blog.rolandopalermo.com/2012/03/puenteh-motor-dc.html>.

- [7] Elías, Libro de electricidad, México, 2000.

- [8] The robot market place. (2011). Futaba 4YF 4-channel 2.4GHz FHSS sport radio system. Recuperado el 20 de marzo de 2012, de <http://www.robotmarketplace.com/products/0-FUTK4200.html>

- [9] Dimension Engineering. (2011). Sabertooth 2x60 User's Guide. Recuperado el 20 de marzo del 2013, de <http://www.dimensionengineering.com/products/sabertooth2x60>

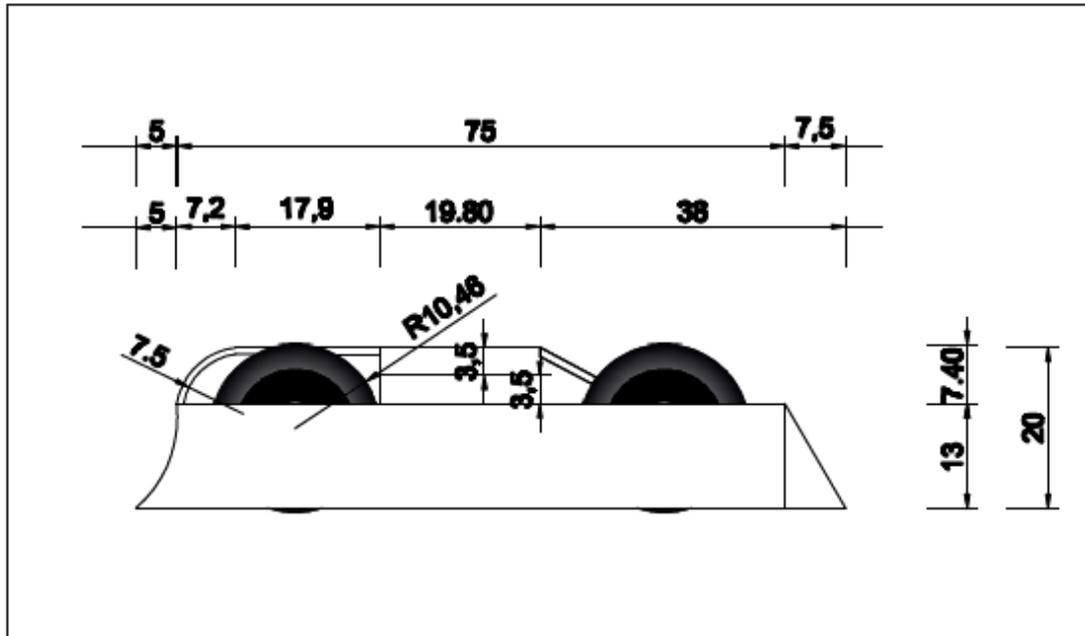
- [10] Hobby King. (2013). Turnigy nano-tech 800mAh 6S 25~50C LIPO Pack (USA warehouse). Recuperado el 12 de marzo del 2012, de http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/uh_viewItem.asp?idProduct=21431

- [11] MCI Electronics. (2005). Tutorial Xbee. Recuperado el 16 de marzo del 2013, de http://www.olimex.cl/tutorials.php?page=tut_xbee

- [12] Aguirre, Jose, (2004), Sistemas Mecánicos, Editorial Horacio Escarbajal, Murcia- España.

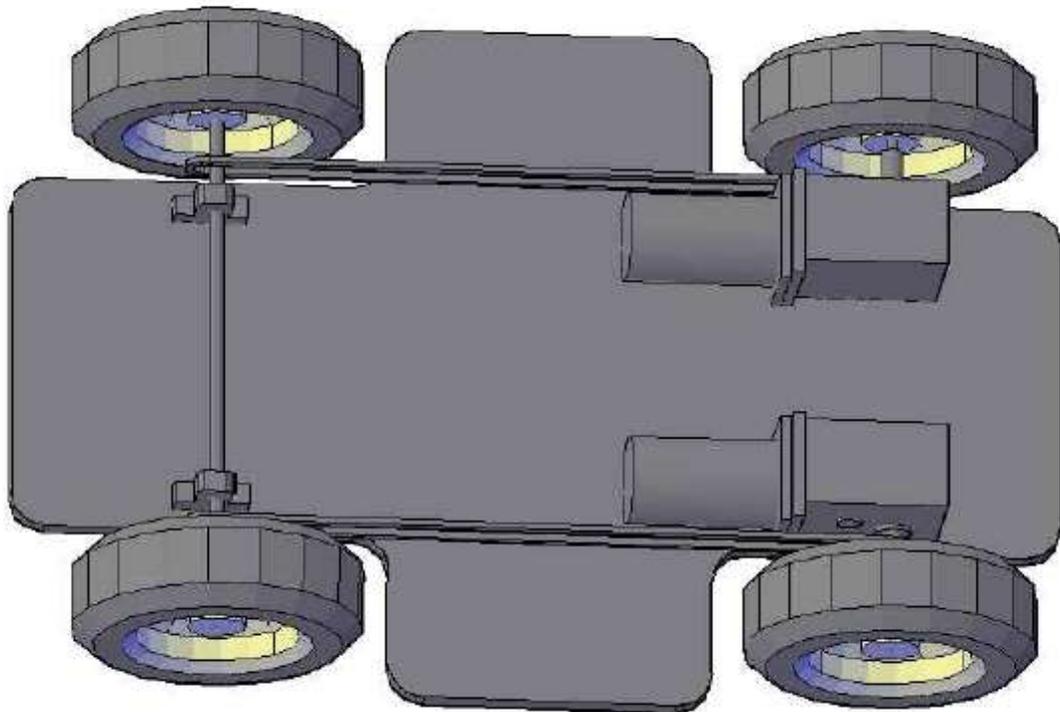
ANEXOS

Tutuchin versión final

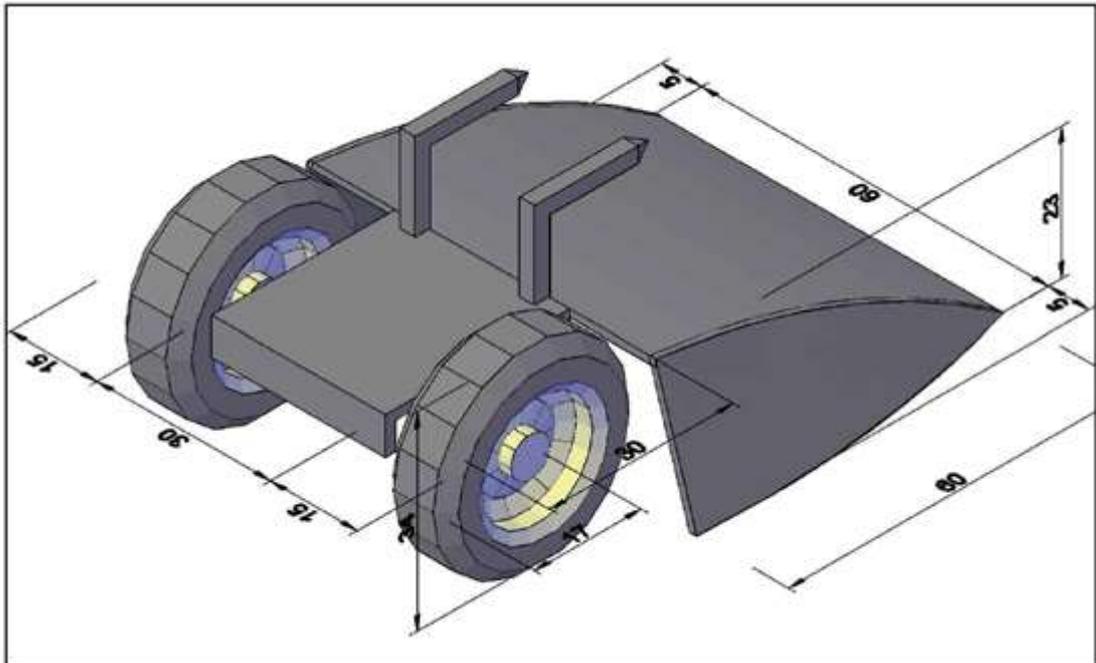


Nota. Las unidades están dadas en centímetros.

Estructura del robot Tutuchin

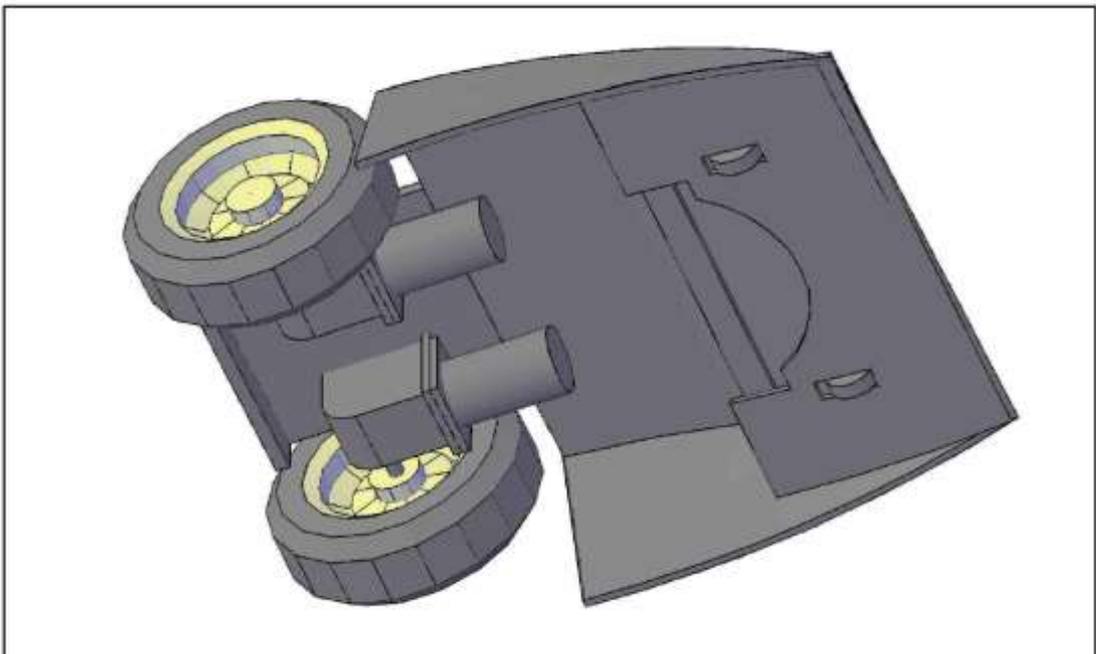


Robot Castigador.

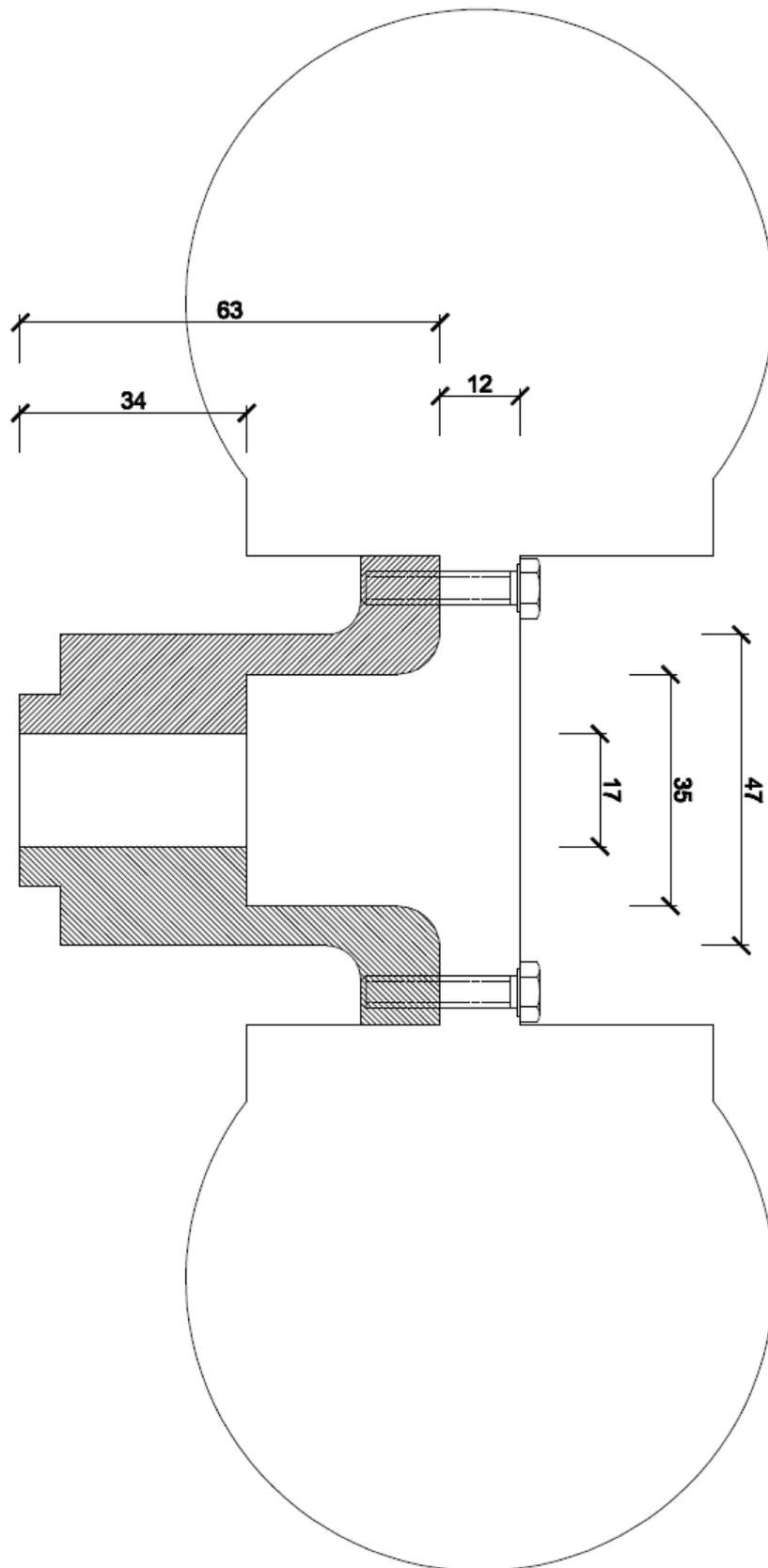


Nota. Las unidades están dadas en centímetros

Interior de la estructura del Robot castigador

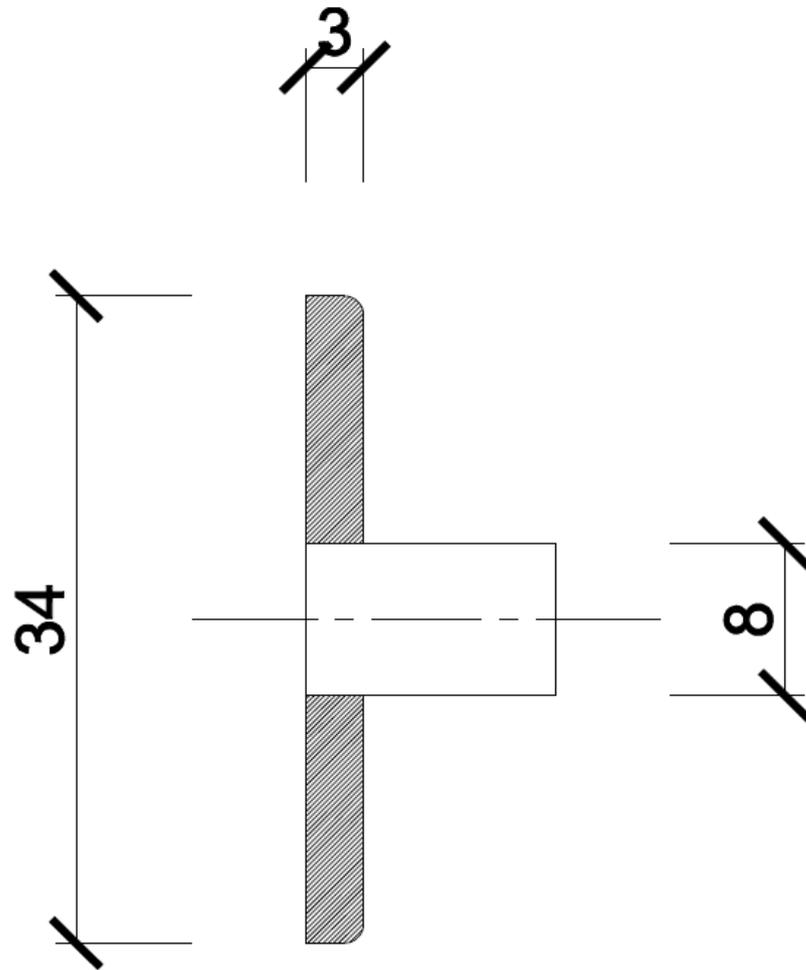


Manzana Motriz



Nota. Las unidades están dadas en centímetros

Eje de transmission TUTUCHIN



Nota. Las unidades están dadas en centímetros

Datos técnicos motor

Pride Health Care

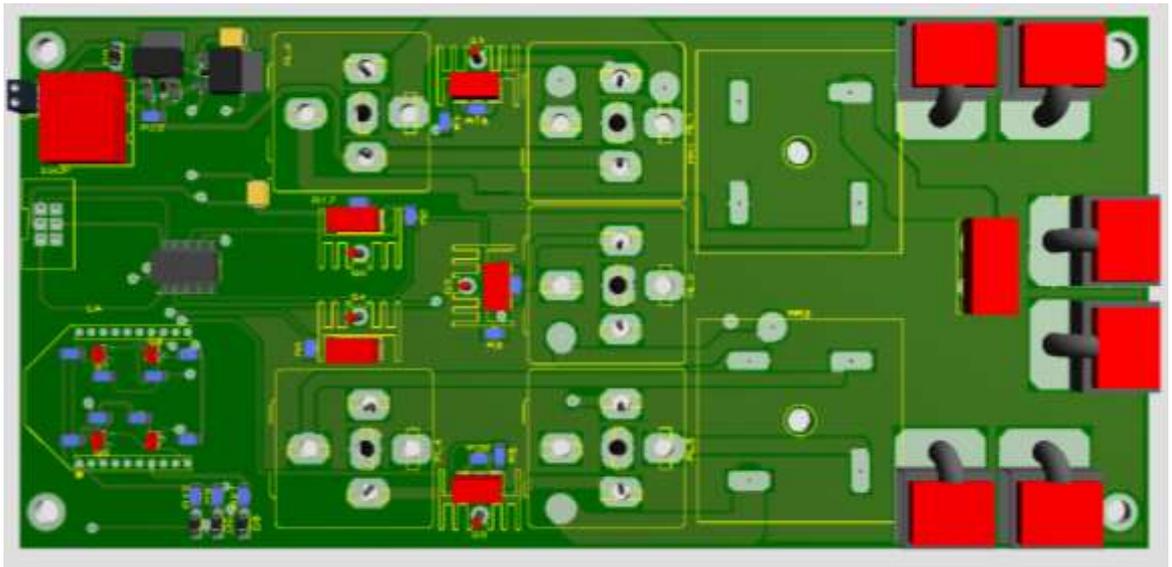


COMPLETE ELECTRIC WHEELCHAIR ROBOTICS drive system 24volt features HIGH TORQUE geared motors with electromagnetic disk brakes made by Invacare, these motors are high torque 24 volts DC, 50NM stall torque! & 110 RPM at the output shaft the output shafts are 45mm long & 17mm dia these are very high quality motor units with aluminum gear box cases sealed & fully ball raced

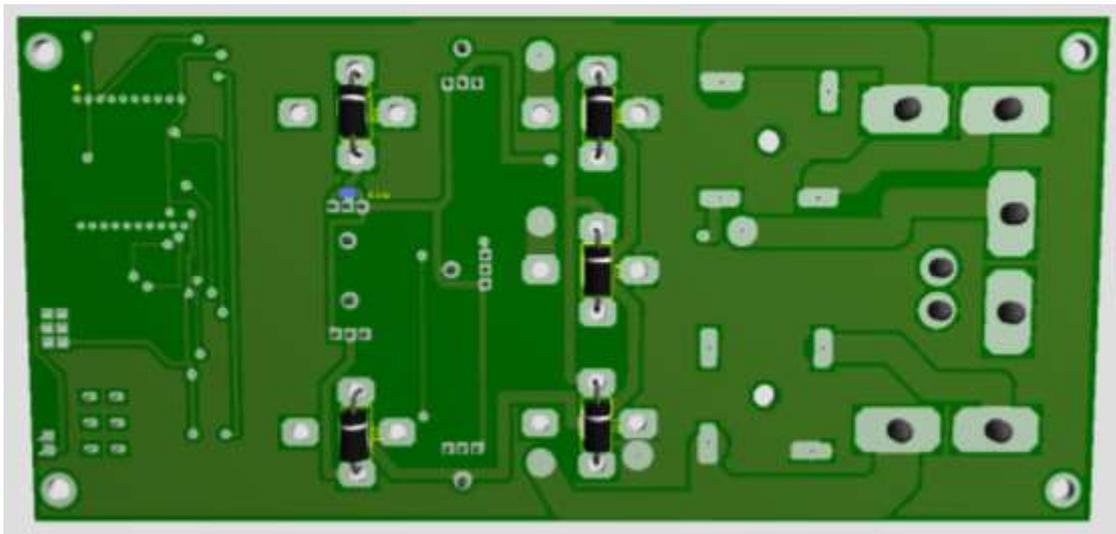
with steel worm & bronze pinion gears.

Also included is the P&G Penny Giles 25amp programmable joystick control system with speed over ride, battery health led monitor, charging & programming sockets this is a very powerful high amp unit & allows 360 Degrees/any direction of movement comes complete with WIRE LOOM ,CIRCUIT BREAKER UNITS & battery connector plugs which attach to the batteries. The system plugs together in seconds & your up & running the only extra thing you will need is two 12 volt batteries.

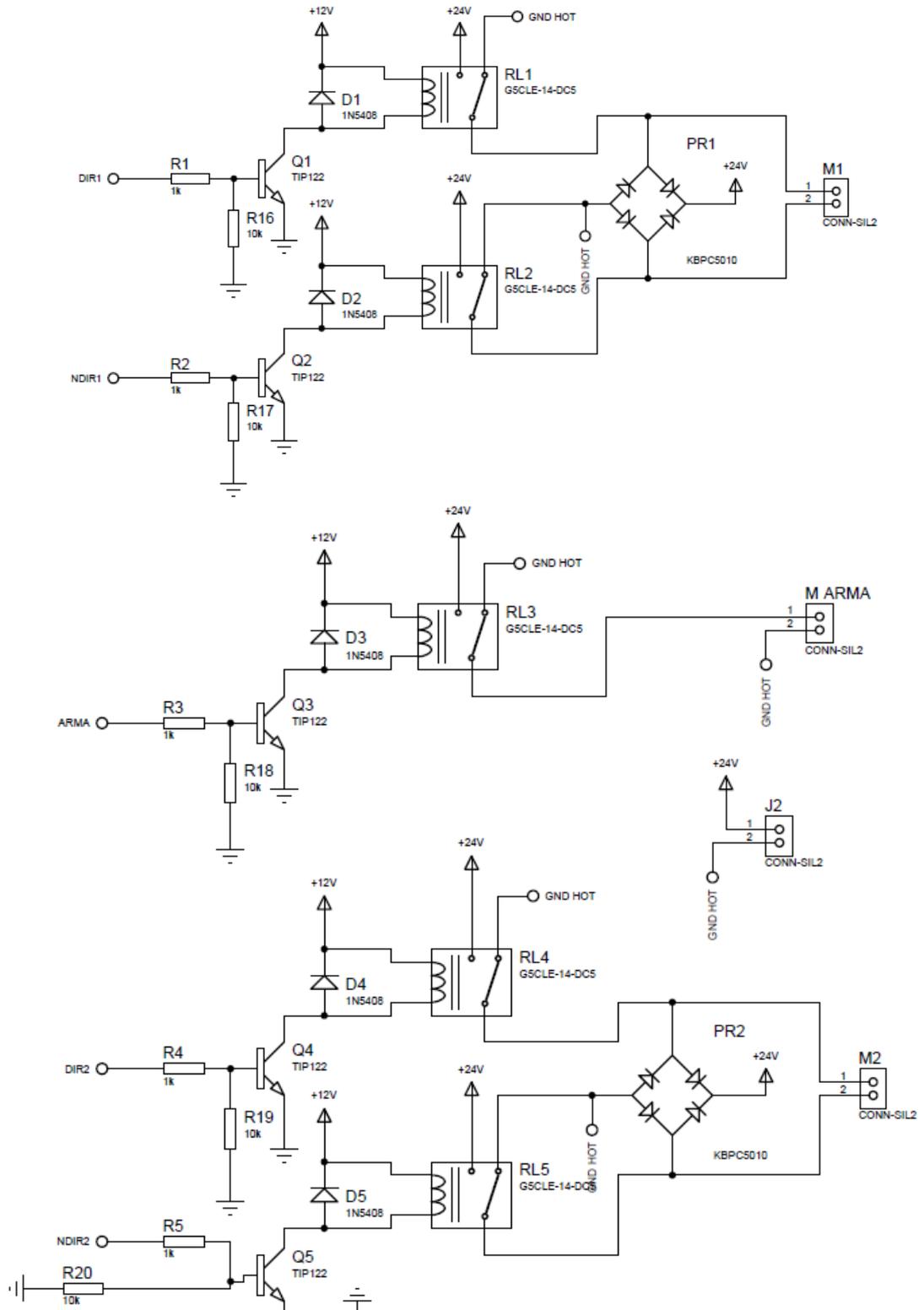
Tarjeta del robot vista superior



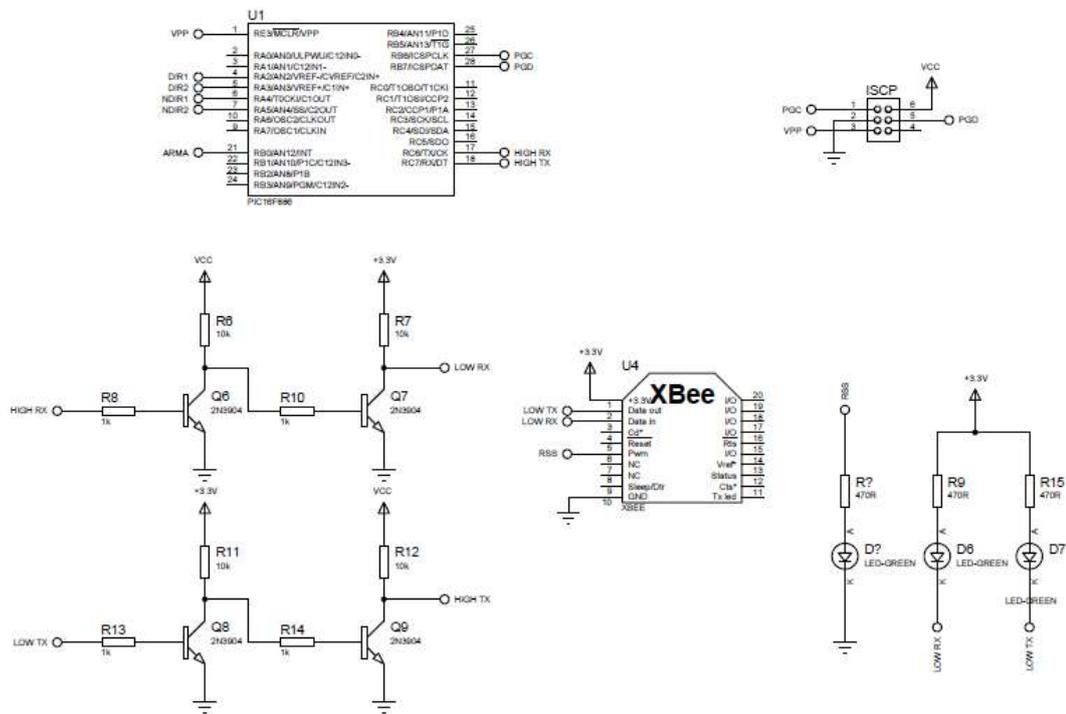
Tarjeta del robot vista posterior



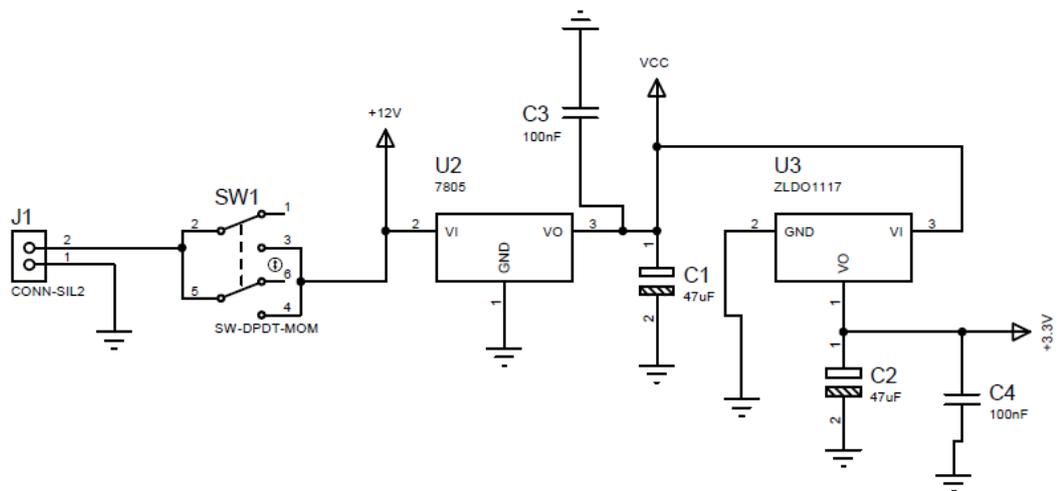
Diseño Esquemático motores y arma.



Diseño esquemático control lógico y comunicación



Diseño esquemático controlador de voltaje.



Programa de la Tarjeta del robot

//Declaración de variables a utilizar, se utilizan para la dirección de motores, control y accionamiento del arma.

```
SYMBOL DIR1= PORTA.2 'CONTROL DIRECCION MOTOR1
SYMBOL NDIR1=PORTA.4 'CONTROL DIRECCION MOTOR1
SYMBOL DIR2= PORTA.3 'CONTROL DIRECCION MOTOR2
SYMBOL NDIR2=PORTA.5 'CONTROL DIRECCION MOTOR2
SYMBOL DISPARO= PORTB.0
```

```
dim indice,byte_recibido as byte
dim control1,control2,control3,control4,control5,control6 as byte
```

```
SUB PROCEDURE SET_MOTOR(DIM MOTOR2,MOTOR1 AS INTEGER)
***** MOTOR 1*****
```

```
// Control de motor 1, un alto el motor gira hacia adelante y un bajo hacia atrás
```

```
IF(MOTOR1<0)THEN
    MOTOR1=-MOTOR1
DIR1=0
    NDIR1=1
ELSE
    DIR1=1
    NDIR1=0
END IF
```

```
***** MOTOR 2*****
```

```
// Control de motor 2, un alto el motor gira hacia adelante y un bajo hacia atrás
```

```
IF(MOTOR2<0)THEN
MOTOR2=-MOTOR2
DIR2=0
    NDIR2=1
ELSE
    DIR2=1
    NDIR2=0
END IF
    PWM1_Set_Duty(MOTOR1)
    PWM2_Set_Duty(MOTOR2)
END SUB
```

```
//Declaración de entradas y salidas
```

```
main:
    TRISA=0
    TRISB=0
    TRISC=%10000000
```

```

ANSEL=0
ANSELH=0
porta=0
portb=0
portc=0
  UART1_Init(9600)
Delay_ms(100)

```

//Control de velocidad de los motores por modulación de anchos de pulso (PWM), 255 corresponde a la velocidad máxima ejercida por el motor y 0 la velocidad mínima.

```

PWM1_Init(1000)'FRECUENCIA (HZ)
PWM2_Init(1000)'FRECUENCIA (HZ)
PWM1_Start()
PWM2_Start()
PWM1_Set_Duty(0) ' VELOCIDAD 255-> 100% MAXIMA
PWM2_Set_Duty(0) ' VELOCIDAD 0->0% MINIMA
indice=0
WHILE(1)
if(UART1_Data_Ready = 1)then
byte_recibido=UART1_Read()
select case indice

```

//Lecturas y tratamiento por caso de las órdenes emitidas por el control.

```

case 0
if(byte_recibido=0x49)then 'BYTE INICIO
indice=1
else
indice=0
end if
case 1
if(byte_recibido=0x26)then 'BYTE INICIO
indice=2
else
indice=0
end if
case 2
if(byte_recibido=0x54)then 'BYTE INICIO
indice=3
else
indice=0
end if
case 3
if(byte_recibido=0x2D)then 'BYTE INICIO
indice=4
else
indice=0

```

```

end if
case 4
if(byte_recibido=0x50)then 'BYTE INICIO
indice=5
else
indice=0
end if
case 5
if(byte_recibido=0x53)then 'BYTE INICIO
indice=6
else
indice=0
end if
case 6
if(byte_recibido=0x32)then 'BYTE INICIO
indice=7
else
indice=0
end if
case 7
if(byte_recibido=0xB7)then 'BYTE ID.1 (ID)
indice=8
else
indice=0
end if
case 8
if(byte_recibido=0x2D)then 'BYTE INICIO
indice=9
else
indice=0
end if
case 9
control1=byte_recibido 'DATOS
indice=10
case 10
control2=byte_recibido 'DATOS
indice=11
case 11
control3=byte_recibido 'DATOS
indice=12
case 12
control4=byte_recibido 'DATOS
indice=13
case 13
control5=byte_recibido 'DATOS
indice=14
case 14
control6=byte_recibido 'DATOS
indice=15
case 15

```

```

if(byte_recibido=0x46)then  'FIN
indice=16
else
indice=0
end if
end select
end if

```

//Combinación de motores al momento de girar, avanzar o retroceder, en un giro uno de los motores avanza y el otro retrocede, al contrario del avance o retroceso de los motores que van en una misma dirección.

```

if(indice=16)then

if(control1.7=1)then 'teclaizquierd
    SET_MOTOR(1,-1)'motor1 delante, motor 2 atras
else
if(control1.6=1)then 'teclaabajo
    SET_MOTOR(-1,-1) 'motor1,2 atras
else
if(control1.5=1)then 'tecladerecha
    SET_MOTOR(-1,1) 'motor1 atras , motor2 delante
else
if(control1.4=1)then 'teclaarriba
    SET_MOTOR(1,1) 'motor1,2 delante
else
    SET_MOTOR(254,254) 'motoresdetenidos

```

//Accionamiento del Arma

```

if(control2.6=1) then
DISPARO=1
else
    DISPARO=0

```

```

end if
end if
end if
end if
end if
indice=0

```

```

end if
WEND
end.

```

Programa del transmisor: Control de Play

```
program control
```

```
//Declaración de variables a utilizar para el tratamiento de señales emitidas por el control de play.
```

```
' Declarations section
```

```
symbolpsxCLK = PORTC.3 'SCK
```

```
symbolpsxCMD = PORTC.5 'SDO
```

```
symbolpsxDAT = PORTC.4 'SDI
```

```
symbolpsxATT = PORTC.0 'SELECT
```

```
dimpsxOut as byte
```

```
dimpsxIn as byte
```

```
dimpsxID as byte
```

```
dimi as byte
```

```
dimpsxStatus as byte
```

```
dim psxLeftB1 as byte
```

```
dim psxRightB1 as byte
```

```
dim psxRJoyX1 as byte
```

```
dim psxRJoyY1 as byte
```

```
dim psxLJoyX1 as byte
```

```
dim psxLJoyY1 as byte
```

```
dim AnalogR as byte
```

```
dimaddress_control as byte
```

```
dim anterior1, anterior2 as byte
```

```
dimcontrol_h, control_l as byte
```

```
dimdato_new, dato_last as byte[6]
```

```
dimenviar as byte
```

```
//Subrutina para establecimiento de la comunicación de datos
```

```
sub procedure psxTxRx(dim byrefbyteOut, byteIn as byte)
```

```
byteIn=0 'Reset Receive byte
```

```
fori = 0 to 7 'Read data bits LSB to MSB
```

```
psxCMD=testbit(byteOut,i) 'Prepare first bit to send
```

```
psxCLK=0 'Generate clock pulse
```

```
delay_us(25) 'Used to regulate communication speed
```

```
ifpsxDAT = 0 then
```

```
Setbit(byteIn,i) 'Low Data line indicates set bit
```

```
end if
```

```
psxCLK=1 'End clock pulse
```

```
Delay_us(25) 'Regulate speed
```

```
nexti
```

```
end sub
```

```

//Subrutina de lectura de datos

sub procedure Leer_control
psxATT=0          'psxAtt low, Activates Controller
Delay_us(50)
psxOut=0x01      'Start Signal
psxTxRx(psxOut,psxIn)
psxOut=0x42      'Request Status
psxTxRx(psxOut,psxIn)
psxID=psxIn      'Simultaneously receive controller ID
psxOut=0         'Clear psxOut
psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get psxStatus
psxStatus=psxIn
psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get Left side buttons
    psxLeftB1=psxIn
psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get Right side buttons
    psxRightB1=psxIn
psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get Right joystick X-axis byte
    psxRJoyX1=psxIn

psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get Right joystick Y-axis byte
    psxRJoyY1=psxIn

psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get Left joystick X-axis byte
    psxLJoyX1=psxIn

psxTxRx(psxOut,psxIn)      'Get Left joystick Y-axis byte
    psxLJoyY1=psxIn

Delay_us(50)
psxATT=1          'Release controller by setting psxATT high
end sub

// cuerpo del programa, declaración de puertos a utilizar

main:
    OSCCON = 0X75
    OPTION_REG = %00000000
INTCON = 0x00
    TRISA = 0X00
    PORTA = 0X00
    TRISB = 0XFF
    PORTB = 0X00
    TRISC = 0X90
PORTC = 0X00
    ANSEL = 0X00
    ANSELH = 0X00

```

```

// tiempo de lectura

Delay_ms(100)
    UART1_Init(9600)
    PORTA.0 = 1
Delay_ms(100)
    PORTA.0 = 0
Delay_ms(100)
    PORTA.0 = 1
Delay_ms(100)
    PORTA.0 = 0
Delay_ms(100)
while 1

address_control = PORTB
address_control = address_controlxor 0XFF

//Lectura de los botones del control

Leer_control
.....

dato_new[0] = psxLeftB1
dato_new[1] = psxRightB1
dato_new[2] = psxRJoyY1
dato_new[3] = psxRJoyX1
dato_new[4] = psxLJoyY1
dato_new[5] = psxLJoyX1

ifenviar = 1 then
    UART1_Write(0x49) '0
    UART1_Write(0x26) '1
    UART1_Write(0x54) '2
    UART1_Write(0x2D) '3
    UART1_Write(0x50) '4
    UART1_Write(0x53) '5
    UART1_Write(0x32) '6
    UART1_Write(address_control) '7
    UART1_Write(0x2D) '8
    UART1_Write(dato_new[0]) ' CONTROL1 9
    UART1_Write(dato_new[1]) ' CONTROL2 10
    UART1_Write(255-dato_new[3]) ' CONTROL3 RX 11
    UART1_Write(dato_new[2]) ' CONTROL4 RY 12

```

```

UART1_Write(255-dato_new[5]) ' CONTROL5 LX 13
UART1_Write(dato_new[4]) ' CONTROL6 LY 14
UART1_Write(0x46) '15
end if

Delay_ms(50)

if (dato_new[0]<>0x00) or (dato_new[1]<>0x00) or (dato_new[2]<>0x7F) or
(dato_new[3]<>0x7F) or (dato_new[4]<>0x7F) or (dato_new[5]<>0x7F) then
enviar = 1
    PORTA.0 = 1
else
enviar = 0
    PORTA.0 = 0
endif
wend
end.

```

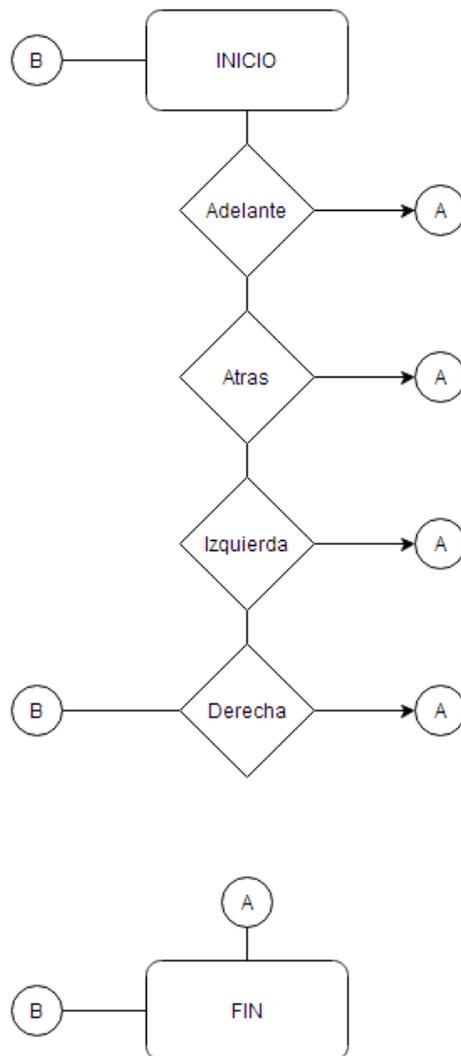


Diagrama de flujo

Se muestra el ciclo de lectura de las señales emitidas por el control donde la orden se ejecuta y regresa al ciclo del programa.



DimensionEngineering

Sabertooth 2x60 User's Guide

April 2012



Input voltage: 6-30V nominal, 33.6V absolute max.

Output Current: Up to 60A continuous per channel. Peak loads may be up to 120A per channel for a few seconds.

5V Switching BEC: Up to 1A continuous and 1.5A peaks across the entire range of input voltages.

Recommended power sources are:

- 5 to 20 cells high capacity NiMH or NiCd
- 2s to 8s lithium ion or lithium polymer. Sabertooth motor drivers have a lithium battery mode to prevent cell damage due to over-discharge of lithium battery packs.
- 6v to 30V high capacity lead acid
- 6v to 30V power supply (when in parallel with a suitable battery).

All batteries must be capable of maintaining a steady voltage when supplying 50+ amps

(AA or 9V batteries aren't going to cut it! A 35Ah lead-acid battery is a good starting point)

Dimensions:

| |
|--|
| Size: 3" x 3.5" x 1.8" 76 x 89 x 46mm |
| Weight: 8.4oz / 240g |

Features

Mixed and independent options:

Sabertooth features mixed modes designed especially for differential drive robots, where two motors provide both steering and propulsion. It also has independent options in all operating modes. This is useful for if you have two motors to control, but they aren't necessarily being used to drive a differential drive robot. The motors do not need to be matched or even similar, as long as they both are within Sabertooth's operating limits.

Synchronous regenerative drive:

Going one step farther than just regenerative braking, a Sabertooth motor driver will return power to the battery any time a deceleration or motor reversal is commanded. This can lead to dramatic improvements in run time for systems that stop or reverse often, like a placement robot or a vehicle driving on hilly terrain. This drive scheme also saves power by returning the inductive energy stored in the motor windings to the battery each switching cycle, instead of burning it as heat in the motor windings. This makes part-throttle operation very efficient.

Ultra-sonic switching frequency:

Sabertooth 2x60 features a PWM frequency of 24kHz, which is well above the maximum frequency of human hearing. Unlike some other motor drivers, there is no annoying whine when the motor is on, even at low power levels.

Thermal and overcurrent protection:

Sabertooth features dual temperature sensors and overcurrent sensing. It will protect itself from failure due to overheating, overloading and short circuits.

Easy mounting and setup:

Sabertooth has screw terminals for all inputs and outputs. There are four mounting holes, which accept 4-40 screws. Mounting hardware is included. All operating modes and options are set with DIP switches – there are no jumpers to struggle with or lose. No soldering is required.

Compact size:

Sabertooth utilizes surface mount construction to provide the most power from a compact package. Its small size and light weight mean you have more space for cargo, batteries, or can make your robot smaller and more nimble than the competition.

Carefree reversing:

Unlike some other motor drivers, there is no need for the Sabertooth to stop before being commanded to reverse. You can go from full forward immediately to full

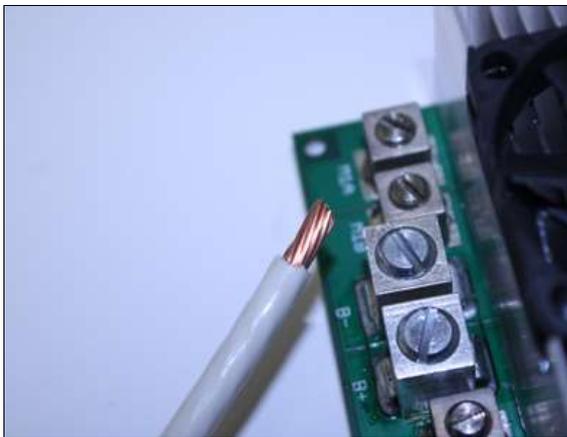
reverse or vice versa. Braking and acceleration are proportional to the amount of reversal commanded, so gentle or rapid reversing is possible.

Many operating modes:

With analog, R/C and serial input modes, as well as dozens of operating options, the Sabertooth has the flexibility to be used over and over, even as your projects grow more sophisticated. Yet it is simple enough to use for your first robot project.

Hooking up the Sabertooth motor driver

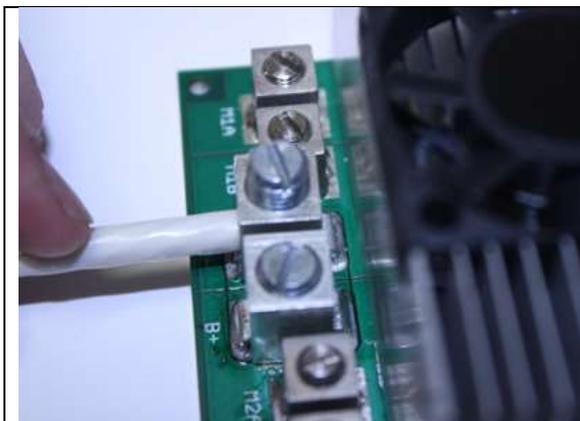
All connections to the Sabertooth are done with screw terminals. This makes it easy to set up and reconfigure your project. If you've never used screw terminal connections before, here is a quick overview.



Step 1: Strip the wire which you are using approximately $\frac{1}{4}$ ". Use thicker wire for high current applications. See the chart on the next page for wiring guidelines.



Step 2: With a medium sized screwdriver, turn the top screw counter-clockwise until there is enough clearance to fit the wire.



Step 3: Insert the stripped portion of the wire into the opening in the screw terminal. Make sure no wire sticks out the other side! Having wire sticking out



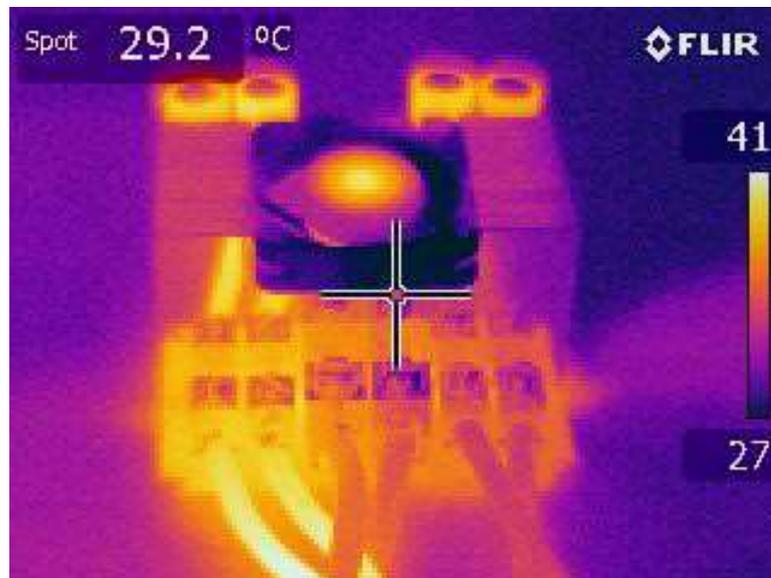
Step 4: Turn the top screw clockwise until you encounter resistance, then tighten the screw firmly. Pull on the wire gently to ensure that it is secured.

the other side may contact the heatsink. This could cause a serious short if two wires are allowed to contact the heatsink and power is applied to the unit.

Wire Sizing Guidelines

| Continuous Amp Draw per motor | Motor Leads Min. Wire Size | Battery Leads Min. Wire Size |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| < 25A | 12ga | 10ga |
| 25A < 45A | 10ga | 8ga |
| > 45A | 8ga | 6ga |
| > 60A | 6ga+ | 4ga+ |

Thermal Camera Photo



This thermal camera photo was taken with a Sabertooth 2x60 running 40A continuously on both motors. The left side is using 12ga stranded wire. The right side is using 8ga stranded wire. As you can see, the 12ga wire is not only heating itself up due to being undersized, but it is also causing heat to build up in the connections around it.

It is important to use adequately sized wire. Using undersized wire will create added stress in the form of heat for the entire system and could cause a premature failure!

Motor Terminals

Motor 1 is connected to terminals M1A and M1B. If the motor runs in the opposite way that you want, you may reverse the motor wires to reverse rotation.

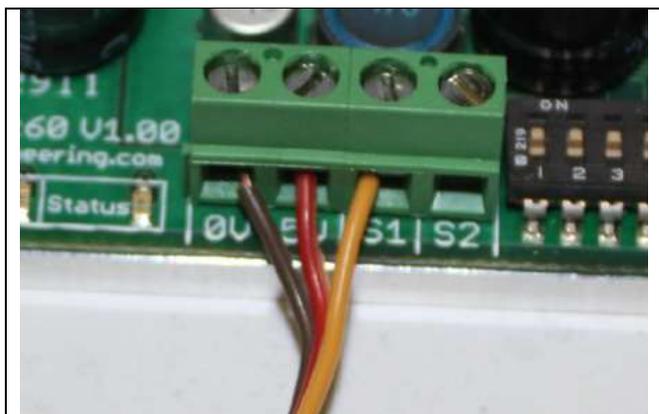
Motor 2 is connected to terminals M2A and M2B as shown to the right.



The motors connect to terminals M1A/B and M2A/B

Signal Input Terminals S1 and S2

The input signals that control the Sabertooth are connected to terminals S1 and S2. If you are running in analog mode, it is important to have both the signal wires connected before applying power to the device. Otherwise, the motors may start unexpectedly.



The input signals connect to terminal S1 and/or S2

Power terminals 0V and 5V

The 0V and 5V connections are used to power and interface to low-power control circuits.

The 5V connection is a 5v power **output**. The 2x60 utilizes a **1 Amp switching BEC** to power the onboard electronics as well as to provide power



The 5V terminal can be used to power loads up to 1A continuously and 1.5A for peaks. The 0V signal must be connected to the ground of the device generating the input signal.

to your receiver and up to 4 standard analog servos. You can power anything that requires 5V straight from the Sabertooth 2x60. There is no need for an external BEC unless you need more than 1 Amp. The BEC will work at full rated output throughout the Sabertooth's operating voltage range. You can use the BEC at full capacity whether you are running 7V or 24V in.

The 0V connection is the signal ground for the Sabertooth. In order to receive input signals correctly, it must be connected to the ground of the device sending the signals. (Note: Internally connected to B-)

Using the 0V and 5v connections to power a radio receiver in R/C mode and potentiometer in analog mode is shown in Figures 2.1 and 2.2. If you are using multiple Sabertooths running from the same radio receiver, only one should have the 5v line connected.

Futaba®

4YF-2.4GHz



INSTRUCTION MANUAL
for Futaba 4YF-2.4GHz
4-channel, FHSS
Radio control system
for Airplanes

INTRODUCTION TO THE 4YF-2.4GHz SYSTEM

IMPORTANT! Always turn on the transmitter first, then the receiver. When turning off the system, always turn off the receiver first. The object is never to have the receiver on by itself. Otherwise, the servos or control surfaces could be damaged, or in the case of electric-powered models, the motor may unexpectedly turn on causing severe injury.

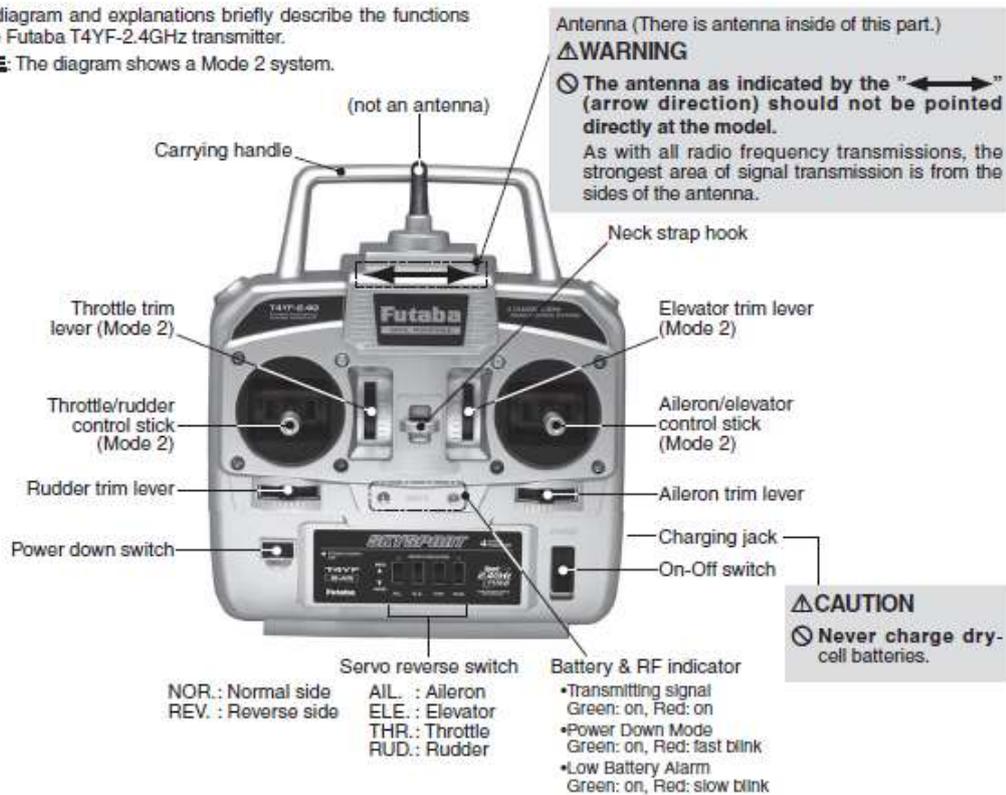
Transmitter

Programming features include servo reversing on all and factory-set, pre-programmed “wing-type” mixer elevon mixing may be activated. The power down switch activates a special “Power Down Mode” for doing a ground range check.

TRANSMITTER CONTROLS AND DESCRIPTIONS

The diagram and explanations briefly describe the functions of the Futaba T4YF-2.4GHz transmitter.

NOTE: The diagram shows a Mode 2 system.



DESCRIPTIONS:

Neck strap hook: Mounting point for optional neck strap.

Aileron/elevator control stick - Operates the servos connected to channel 1 (aileron) and channel 2 (elevator) in the receiver.

Trim levers (all) - Used to shift the neutral or center position of each servo as labeled in the diagram.

Charging jack: Port for charging the transmitter batteries.

On/Off switch: Used to power on or turn off the transmitter's power.

Throttle/rudder control stick: Operates the servos connected to channel 3 (throttle) and channel 4 (rudder) in the receiver.

Antenna (Internal): Radiates signals to the receiver.

4YF-2.4GHz FUNCTIONS

Servo Reversing

The servo reverse switches are used to change the direction that a servo responds to a control input from the transmitter (each stick). After using the reversing function, check **all** the controls on the model to **be certain** they are operating in the correct direction and that you did not inadvertently reverse a servo other than the one intended. Reversing the wrong servo (and not checking the response of the controls before each flight) may be the most common cause of a crash!

*Note that the direction of the aileron servo is easily mistaken.

Trim Settings

There are four trim levers (“trims”) on the front of the transmitter. These trims are for adjusting the neutral position of the aileron, elevator and rudder servos and for setting the idle r.p.m. of the engine when the throttle stick is all the way down.

The intended use of the trims is to make small servo adjustments, in flight, to get the model properly “trimmed” (so it will fly straight-and-level). Simply push or pull on the trim levers while flying and the neutral position of the servos will shift. Keep in mind that you should start out with the control surfaces centered when the servos are centered and the trims are “zeroed” (or near zero).

Center the Servos:

1. Turn on the transmitter and receiver. Operate the controls to make sure the servos respond in the correct direction. Use the reversing function to reverse any servos necessary.
2. Center the control stick.
3. Place the servo arms on the servos so they are perpendicular to the pushrods (see page 10). It is okay to cut off any unused servo arms.
4. Connect the pushrods to the control surfaces. Adjust the length of the pushrods until the control surfaces are centered when the servos are centered.

To Adjust the Trim Settings:

Once the servos and control surfaces have been connected and the control throws have been set by changing the servo horn and each control surface horn rod, get the model airborne. Adjust the trims as necessary to get the model to fly straight-and-level.

If much trim is required on any one control it is a good idea to readjust the pushrods so the trims can be returned to neutral (zero).

Elevon Mixing

Intended for tailless, “flying wing” models such as delta wings and flying wings, elevon mixing mixes channel 1 (aileron) to channel 2 (elevator) allowing the elevons to operate in unison (as elevators) or in opposition (as ailerons). This function requires that each elevon be operated by a separate servo.

* If necessary, use the Servo Reversing function to achieve the correct direction of servo throws.

OTHER FUNCTIONS

Trainer Function (*Student only*)

The T4YF-2.4GHz trainer function lets you practice flying as a student by connecting the T4YF-2.4GHz to the instructor’s Futaba transmitter.

To utilize the trainer function, the appropriate trainer cord (available separately) and a second Futaba transmitter (usually provided by your flight instructor or R/C club) will be required. When two radios are connected with the trainer cord, they are both capable of operating the model, but it's usually best for the instructor to hold the radio that has been setup for the plane to be flown (as it is already programmed to fly the model). When the instructor holds the trainer switch on his radio, the student will have control. When the instructor wishes to regain control he simply releases the switch. Then he will have immediate, full control.

The T4YF-2.4GHz transmitter may be connected to any T4EX, T6EXA, T7C, T9C, T10C, T12FG, T12Z, T14MZ, FX-40 series transmitter.

To Use the Trainer Function:

1. It is a must for the instructor to use the transmitter that is already set up for the model to be flown.

2. With the transmitters off, connect the trainer cord to both radios. (On the 4YF-2.4GHz the trainer jack is in the center of the rear of the case.) Do not force the plug into the transmitter and note that the plug is “keyed” so it can go in only one way.



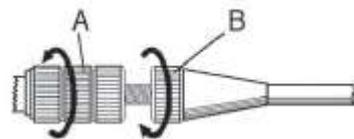
6. Turn on the instructor's transmitter and the student's transmitter (T4YF-2.4GHz). Set the servo reversing and trims of the student's radio to match that of the instructor's.

7. Turn on the receiver switch in the model. Pull the trainer switch on the instructor's radio. Use the student's radio (T4YF-2.4GHz) to operate the controls (ailerons, elevator, etc.) and observe how they respond. Make any adjustments necessary to the student's transmitter to get the controls to respond correctly.

8. Check to see that the trims are in “sync” by toggling the trainer switch back and forth a few times. The controls on the model should remain stationary. If the controls do not remain stationary, this indicates that the trim settings on the student's radio do not match those on the instructor's radio. Adjust the student's trims as necessary.

Adjustable-Length Control Sticks

The control stick length is adjustable to make the transmitter more comfortable to hold and operate. To adjust the length, hold the **locking piece (B)** and turn the **stick tip (A)** counterclockwise. Turn the locking piece B up or down to lengthen or shorten the stick.



When the length is suitable, lock the stick in position by turning locking piece B counterclockwise.

FLIGHT PREPARATION

Flight preparation is to be done at the flying field.

If you are an inexperienced pilot, be certain your flight instructor performs these following checks with you.

Check the Controls

1. Get the frequency clip from the frequency control board at your flying site if the site has a clip for 2.4GHz.

2. Turn on the transmitter, then the receiver (remember to do this in reverse order when turning off the system).

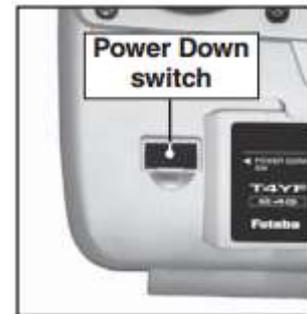
3. Operate and observe the controls. Look for inadvertent movement and listen for abnormal servo sounds. If problems are noted, correct them before flying. Look for binding pushrods or servo arms or pushrods that interfere with each other.

4. One at a time, operate each control on the airplane using the sticks on the transmitter to make certain each control is responding correctly. This must be done before every flight. (There are several types of malfunctions that can be discovered by performing this elementary task, thus saving your model!)

Range Check the Radio

A range check must be performed before the first flight of a new model. It is not necessary to do a range check before every flight (but is not a bad idea to perform a range check before the first flight of each day). A range check is the final opportunity to reveal any radio malfunctions, and to be certain the system has adequate operational range.

1. We have installed a special "Power Down Mode" for doing a ground range check. To activate the "Power Down Mode" please turn on the transmitter while pushing and holding the Power Down switch on the transmitter, continue holding the Power Down switch. During this mode, the RF power is reduced so the range test can be performed. When this mode is active the red LED on the front of the transmitter starts fast blinking.



This mode continues for 90 seconds while holding the Power Down switch and after that the power will return to the normal level automatically. And once you release the Power Down switch within 90 seconds, the RF power will return to the normal level.

This mode is available one time only so if you need to re-use this function the transmitter power must be cycled.

2. Walk away from the model while simultaneously operating the controls. Have an assistant stand by the model and signal what the controls are doing to confirm that they operate correctly. You should be able to walk approximately 10m (33ft) from the model without losing control.

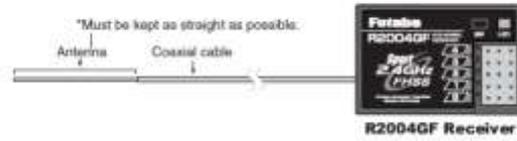
3. If everything operates correctly, return to the model. Set the transmitter in a safe, yet accessible location so it will be within reach after starting the engine. Be certain the throttle stick is all the way down, then start the engine. Perform another range check with your assistant holding the plane and the engine running at various speeds. If the servos jitter or move inadvertently, there may be a problem. Do not fly the plane! Look for loose servo connections or binding pushrods. Also be certain that the battery has been fully charged.

4. NEVER start flying in the Power Down mode. On the safe side, cycle the power off then back on when ready to fly

Receiver's Antenna Installation:

- To obtain the best receiving range, please refer to the following instructions:

1. The antenna must be kept away from conductive materials, such as metal and carbon by at least a half inch. The coaxial part of the antenna does not need to follow these guidelines, but do not bend it in a small radius.

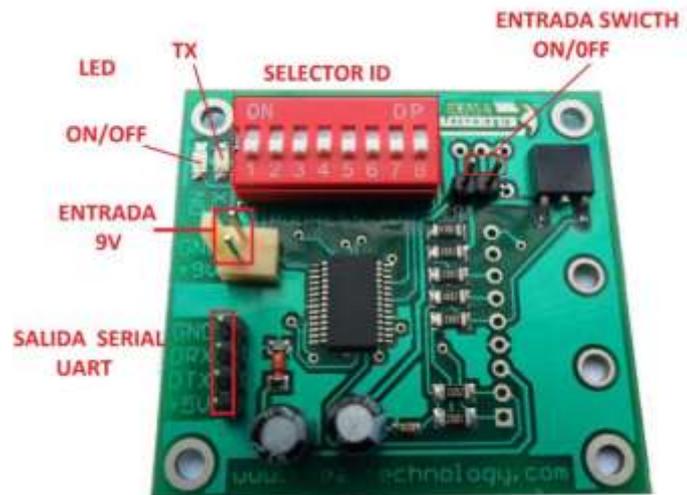


2. Keep the antenna away from the motor, ESC, and other potential RF noise sources as much as possible.

- The receiver contains precision electronic parts. It is the most delicate radio component on-board the model and should be protected from vibration, shock and temperature extremes. To protect the receiver, place velcro® on the bottom or other vibration-absorbing material. If appropriate, waterproof the receiver by placing it in a plastic bag and closing the open end with a rubber band before wrapping it in foam. If moisture enters the receiver, intermittent operation or a failure may result. Wrapping the receiver in a plastic bag also protects it from fuel and exhaust residue which, in some models, can work its way into the fuselage.

Módulo Transmisor Inalámbrico I&T

Transmisor Inalámbrico I&T es un módulo para radiocontrol mediante una palanca PS2, envía información por comunicación UART a través del pino TX. Utiliza un módulo XBEE y un Adaptador XBEE - TTL I&T para realizar la transmisión de datos de forma inalámbrica.



Especificaciones:

- Led indicador de encendido (ON), transmisión (TX)
- Bus de 4 pines para alimentación y comunicaciones serial.
- Transferencia de datos 9600 Baud rate
- Soporta 8 bits datos, 1 bits stop, y no parity.
- **DIP SWITCH** para seleccionar el **ID** (ver formato de trama de datos campo ID) para el transmisor.

Aplicaciones:

- Robot soccer, batalla radio controlados.
- Equipos de radiocontrol marítimo, aéreo o de superficie (Robots)

Características

Fuente de Alimentación

- * Alimentación 9VDC.

Señales de Control

- * **ON:** Indicador de encendido
- * **TX:** Indicador transmisión de Datos
- * **RX:** Indicador recepción de Datos
- * **RX:** Pin de recepción de datos niveles TTL
- * **TX:** Pin de transmisión de datos niveles TTL
- * **+5V:** Salida de voltaje 5VDC
- * **GND:** Referencia 0V
- * **+9V:** Entrada de voltaje 9VDC



Formato de Trama de Datos

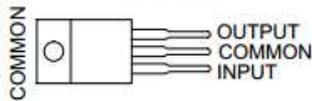
| | | | | | | | | | | ID.1 | | | | | | DATOS | | | | | | FIN |
|-----------------|------|------|------------|------|------|-------|-------|------|----------|----------|-----------------------------|----------|-----------------|----------|---------------|-------|--|--|--|--|--|-----|
| 0X49 | 0X26 | 0X54 | 0X2D | 0X50 | 0X53 | 0X32 | 0X34 | 0X2D | CONTROL1 | CONTROL2 | CONTROL3 | CONTROL4 | CONTROL5 | CONTROL6 | 0X46 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | ID | | | | | | | | | | | | |
| CONTROL1 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | IZQ | ABA | DER | ARRI | START | R3 | L3 | SELECT | | | | | | | | | | | | |
| CONTROL2 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | CUAD | X | CIRC | TRIAN | R1 | L1 | R2 | L2 | | | | | | | | | | | | |
| CONTROL3 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 | JOYSTICK R ANALOGICO | | POSICION | | CENTRO | | | | | | | |
| | | | RX (0-255) | | | | | | 0 | 127 | | | 255 | | | | | | | | | |
| CONTROL4 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 | JOYSTICK R ANALOGICO | | CENTRO | | | | | | | | | |
| | | | RY (0-255) | | | | | | 0 | 127 | | | 255 | | | | | | | | | |
| CONTROL5 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 | JOYSTICK L ANALOGICO | | CENTRO | | | | | | | | | |
| | | | LX (0-255) | | | | | | 0 | 127 | | | 255 | | | | | | | | | |
| CONTROL6 | | | BIT7 | BIT6 | BIT5 | BIT4 | BIT3 | BIT2 | BIT1 | BIT0 | JOYSTICK L ANALOGICO | | CENTRO | | | | | | | | | |
| | | | LY (0-255) | | | | | | 0 | 127 | | | 255 | | | | | | | | | |

µA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

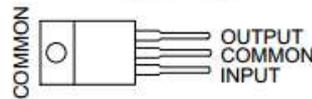
- 3-Terminal Regulators
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Thermal-Overload Protection

- High Power-Dissipation Capability
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation

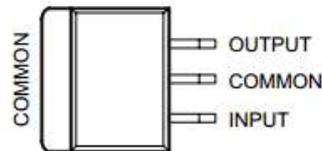
KC (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KCS (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KTE PACKAGE
(TOP VIEW)



Description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications.

These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload.

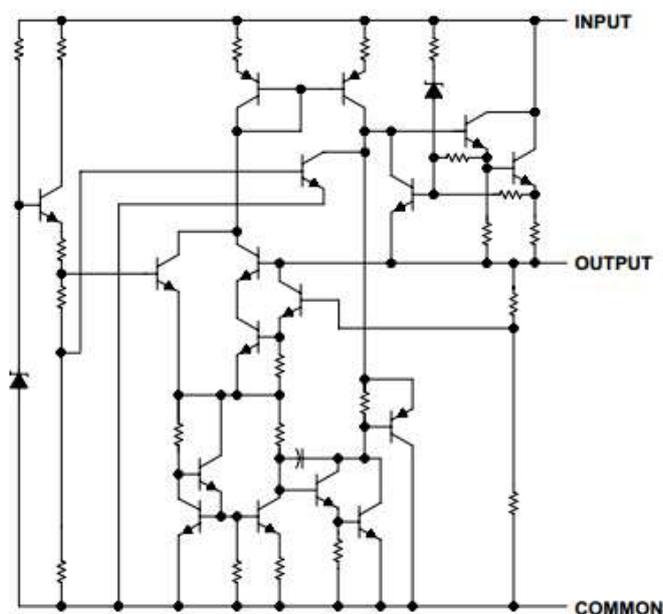
In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

ORDERING INFORMATION

| T _J | V _{O(NOM)} (V) | PACKAGE† | | ORDERABLE PART NUMBER | TOP-SIDE MARKING |
|----------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|
| 0°C to 125°C | 5 | POWER-FLEX (KTE) | Reel of 2000 | μA7805CKTER | μA7805C |
| | | TO-220 (KC) | Tube of 50 | μA7805CKC | |
| | | TO-220, short shoulder (KCS) | Tube of 20 | μA7805CKCS | |
| | 8 | POWER-FLEX (KTE) | Reel of 2000 | μA7808CKTER | μA7808C |
| | | TO-220 (KC) | Tube of 50 | μA7808CKC | |
| | | TO-220, short shoulder (KCS) | Tube of 20 | μA7808CKCS | |
| | 10 | POWER-FLEX (KTE) | Reel of 2000 | μA7810CKTER | μA7810C |
| | | TO-220 (KC) | Tube of 50 | μA7810CKC | |
| | 12 | POWER-FLEX (KTE) | Reel of 2000 | μA7812CKTER | μA7812C |
| | | TO-220 (KC) | Tube of 50 | μA7812CKC | |
| | | TO-220, short shoulder (KCS) | Tube of 20 | μA7812CKCS | |
| | 15 | POWER-FLEX (KTE) | Reel of 2000 | μA7815CKTER | μA7815C |
| | | TO-220 (KC) | Tube of 50 | μA7815CKC | |
| | | TO-220, short shoulder (KCS) | Tube of 20 | μA7815CKCS | |
| | 24 | POWER-FLEX (KTE) | Reel of 2000 | μA7824CKTER | μA7824C |
| | | TO-220 (KC) | Tube of 50 | μA7824CKC | |

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

schematic



Absolute maximum ratings over virtual junction temperature range (unless otherwise noted)

- Input voltage, V_I: μA7824C 40 V
- All others 35 V
- Operating virtual junction temperature, T_J 150 °C
- Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds 260. °C
- Storage temperature range, T_{stg} -65°C to 150°C

- Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under

“recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

package thermal data (see Note 1)

| PACKAGE | BOARD | θ_{JC} | θ_{JA} |
|------------------|-------------------|---------------|---------------|
| POWER-FLEX (KTE) | High K, JESD 51-5 | 3°C/W | 23°C/W |
| TO-220 (KC/KCS) | High K, JESD 51-5 | 3°C/W | 19°C/W |

NOTE 1: Maximum power dissipation is a function of $T_{J(max)}$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_{J(max)} - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.

Transistor 2N3904



NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier. Sourced from Process 23

Absolute Maximum Ratings*

TA = 25°C unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Value | Units |
|----------------|--|-------------|-------|
| V_{CE0} | Collector-Emitter Voltage | 40 | V |
| V_{CB0} | Collector-Base Voltage | 60 | V |
| V_{EB0} | Emitter-Base Voltage | 6.0 | V |
| I_C | Collector Current - Continuous | 200 | mA |
| T_J, T_{stg} | Operating and Storage Junction Temperature Range | -55 to +150 | °C |

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

2N2222; 2N2222A NPN switching transistors

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

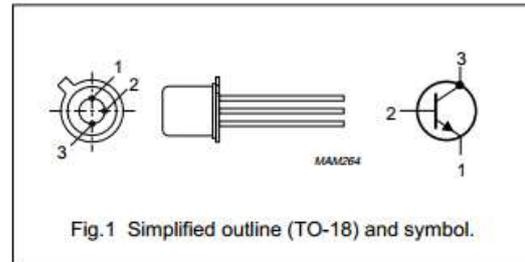
- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

| PIN | DESCRIPTION |
|-----|------------------------------|
| 1 | emitter |
| 2 | base |
| 3 | collector, connected to case |



QUICK REFERENCE DATA

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|-----------|---------------------------|---|------|------|------|
| V_{CBO} | collector-base voltage | open emitter | – | 60 | V |
| | 2N2222 | | – | 75 | V |
| V_{CEO} | collector-emitter voltage | open base | – | 30 | V |
| | 2N2222 | | – | 40 | V |
| I_C | collector current (DC) | | – | 800 | mA |
| P_{tot} | total power dissipation | $T_{amb} \leq 25\text{ °C}$ | – | 500 | mW |
| h_{FE} | DC current gain | $I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$ | 75 | – | |
| f_T | transition frequency | $I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$ | 250 | – | MHz |
| | 2N2222 | | 300 | – | MHz |
| t_{off} | turn-off time | $I_{C(on)} = 150\text{ mA}; I_{B(on)} = 15\text{ mA}; I_{B(off)} = -15\text{ mA}$ | – | 250 | ns |

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN. | MAX. | UNIT |
|-----------|-------------------------------|------------------------------|------|------|------|
| V_{CBO} | collector-base voltage | open emitter | – | 60 | V |
| | 2N2222 | | – | 75 | V |
| V_{CEO} | collector-emitter voltage | open base | – | 30 | V |
| | 2N2222 | | – | 40 | V |
| V_{EBO} | emitter-base voltage | open collector | – | 5 | V |
| | 2N2222 | | – | 6 | V |
| I_C | collector current (DC) | | – | 800 | mA |
| I_{CM} | peak collector current | | – | 800 | mA |
| I_{BM} | peak base current | | – | 200 | mA |
| P_{tot} | total power dissipation | $T_{amb} \leq 25\text{ °C}$ | – | 500 | mW |
| | | $T_{case} \leq 25\text{ °C}$ | – | 1.2 | W |
| T_{stg} | storage temperature | | –65 | +150 | °C |
| T_j | junction temperature | | – | 200 | °C |
| T_{amb} | operating ambient temperature | | –65 | +150 | °C |



MICROCHIP

PIC16F866/867

Enhanced FLASH/EEPROM 8-Bit Microcontroller With Analog Comparators
Product Brief

| Device | Program FLASH | Data SRAM | Data EEPROM | Pins | CCP (PWM) | SSP | USART | PSP |
|-----------|---------------|-----------|-------------|-------|-----------|-----|-------|-----|
| PIC16F866 | 8192 x 14 | 368 x 8 | 256 x 8 | 28 | 2 | Yes | Yes | No |
| PIC16F867 | 8192 x 14 | 368 x 8 | 256 x 8 | 40-44 | 2 | Yes | Yes | Yes |

High Performance RISC CPU:

- Simple instruction set - 35 total
- All single-cycle instructions (200 ns), except for program branches which are two-cycle
- Operating speed:
 - DC - 20 MHz clock input
 - DC - 200 ns instruction cycle
- 8192 x 14 Enhanced FLASH program memory
- 368 x 8 general purpose registers (SRAM)
- 256 x 8 on-chip EEPROM data memory
- Eight levels of hardware stack
- Interrupt capability

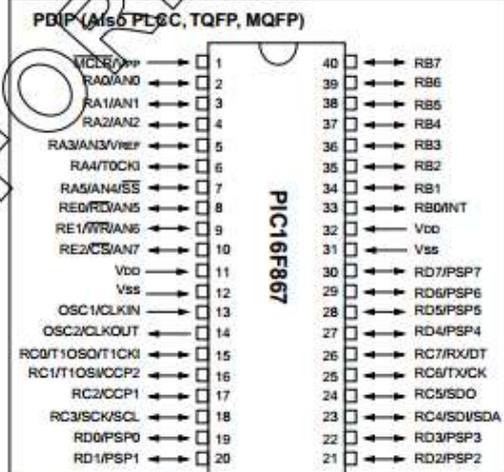
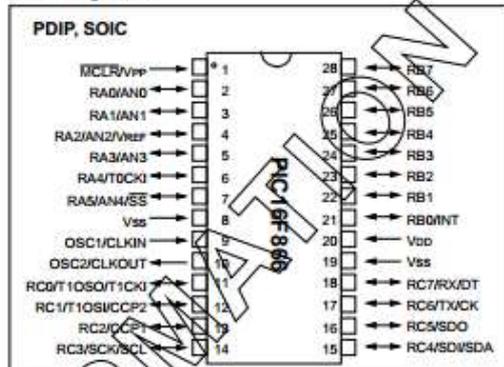
Peripheral Features:

- Three timers: TMR0 (8-bit timer/counter), TMR1 (16-bit timer/counter time-base for capture/compare), TMR2 (8-bit timer/counter time-base for PWM)
- Two CCP pins that can be configured as capture input, PWM output, or compare output
 - Capture is 16-bit, max resolution 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max resolution 200 ns
 - PWM resolution is 1- to 10-bits. Maximum PWM frequency @ 8-bit resolution = 80 kHz, 10-bit resolution = 20 kHz
- Analog comparator module with:
 - Two independent analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Comparator outputs can be output signals
- Synchronous Serial Port (SSP) with two modes of operation
 - 3-wire SPI™ (Supports all 4 SPI modes)
 - I²C™ mode
- USART (supports high and low speeds) (SCI)
- Parallel Slave Port (PSP), 8-bits wide with external RD, WR, and CS controls (PIC16F867 only)

Special Microcontroller Features:

- In-Circuit Serial Programming (ICSP™) (via two pins)
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- Only single 5V supply required for programming
- Processor read/write access to program memory
- Brown-out Reset circuitry (BOR)

Pin Diagram:



CMOS Technology:

- Low-power, high-speed CMOS Enhanced FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial, industrial and automotive temperature
- Low power consumption
 - < 2.0 mA @ 5.0V, 4.0 MHz
 - 20 µA typical @ 3.0V, 32 kHz
 - < 1.0 µA typical standby current @ 3.0V