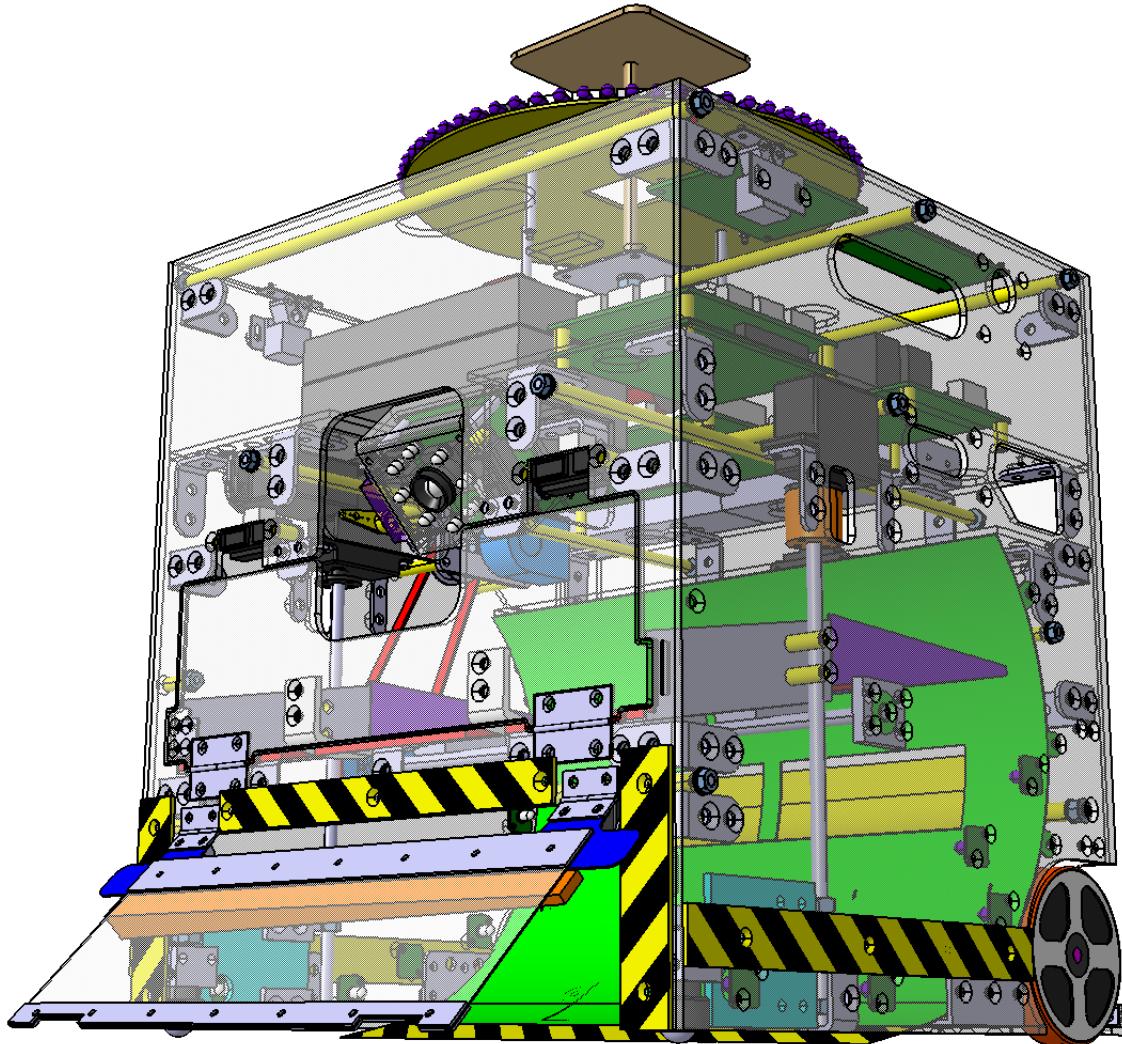


Proyecto Eurobot 2007

Robot Mr. Proper



Integrantes

Arcos Moreno, Rubén - Arroyo Sierra, Sergio
Baliñas Santos, Javier - Díaz Collazo, Adrián
Inglés Garcés, Mario - Salazar Arcucci, Marcelo
Salazar Arcucci, Diego



Universidad de Alcalá
www.uah.es

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. Objetivos del documento | 5 |
| 2. Introducción al documento | 5 |
| 3. Objetivos del proyecto | 5 |
| 4. División del trabajo | 6 |
| 5. Diseño | 7 |
| 5.1. Bocetos | 7 |
| 5.1.1. Idea 1 | 7 |
| 5.1.2. Idea 2 | 7 |
| 5.1.3. Idea 3 | 8 |
| 5.1.4. Idea final | 8 |
| 6. Mecánica | 9 |
| 6.1. Mecanismo de movimiento del robot | 9 |
| 6.2. Cálculo de motores | 9 |
| 6.2.1. Paso 1: Obtenemos las restricciones del sistema | 10 |
| 6.2.2. Paso 2: Determinación del par de carga | 10 |
| 6.2.3. Paso 3: Determinación de la velocidad lineal del sistema | 11 |
| 6.3. Mecanismo de pala central | 11 |
| 6.4. Mecanismo de tobogán trasero | 12 |
| 6.5. Mecanismo de palas de alineamiento | 13 |
| 6.6. Mecanismo de CMU-CAM | 13 |
| 6.7. Mecanismo tapa delantera | 14 |
| 7. Diseño electrónico | 15 |
| 7.1. AlcaDsPIC | 15 |
| 7.1.1. El microcontrolador DsPIC30F6010A | 16 |
| 7.2. AlcaDriver | 17 |
| 7.3. Sistema de balizas | 18 |
| 7.4. Sistemas sensoriales | 19 |
| 7.4.1. Sensor óptico CMU-CAM | 19 |
| 7.4.2. Sensor de distancia GP2D120 | 20 |
| 7.4.3. Sistema sensorial de detección de contacto | 20 |
| 7.5. Sistema de alimentación | 22 |
| 8. Diseño software | 22 |
| 8.1. Inicio | 23 |
| 8.1.1. Contiene las funciones | 23 |
| 8.2. Movimiento | 23 |
| 8.2.1. Sensores | 23 |
| 8.2.2. Posicionamiento | 24 |
| 8.2.3. Motores | 24 |
| 8.3. Recogida y depositado | 24 |
| 8.4. CMU-CAM | 25 |
| 8.5. Depuración | 25 |
| 8.5.1. UART | 25 |
| 8.5.2. Escritura en el LCD | 26 |
| 8.5.3. Conversiones | 26 |

| | |
|---|-----------|
| 8.6. Variables globales | 26 |
| 8.6.1. Movimiento | 26 |
| 8.6.2. Sensores | 26 |
| 8.6.3. Servos | 26 |
| 8.6.4. CMU-CAM | 26 |
| 8.6.5. Estados | 26 |
| 8.6.6. Estado Principal | 27 |
| 8.6.7. Estados de la cámara | 27 |
| 8.6.8. Estados de la Pala | 27 |
| 9. Sistema de posicionamiento | 27 |
| 9.1. Medida de ángulos | 27 |
| 9.2. Medida de distancias | 27 |
| 9.3. Odometría | 27 |
| 10. Estrategias a seguir en la competición | 28 |
| 10.1. Estrategia 1 | 28 |
| 10.2. Estrategia 2 | 28 |
| 10.3. Estrategia 3 | 28 |
| 10.4. Estrategia 4 | 29 |
| 10.5. Estrategia 5 | 29 |
| 10.6. Estrategia 6 | 29 |
| 10.7. Estrategia 7 | 30 |
| 11. Planificación | 30 |
| 11.1. Método de plánificación PDCA | 30 |
| 11.2. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) | 30 |
| 11.3. Presupuesto general del proyecto | 37 |
| Bibliografía | 42 |
| I Planos diseño mecánico Catia | 43 |
| II Planos diseño eléctrico Orcad | 49 |

1. Objetivos del documento

Tiene dos finalidades, la primera de ellas es cumplir con el trabajo exigido en la asignatura “Introducción al diseño de micro-robots móviles”, impartida por Julio Pastor Mendoza, profesor del Departamento de Electrónica (Ver referencia [1]) de la Universidad de Alcalá de Henares (Ver referencia [2]). El segundo objetivo es describir todas las fases por las que ha pasado y pasará este proyecto que tenemos intención de realizar físicamente.

2. Introducción al documento

Este preproyecto hace referencia al diseño de un robot de competición para la prueba de Eurobot 2007(Ver referencias [3]) realizado por 5 alumnos de la escuela politécnica de la Universidad de Alcalá de Henares. Proyecto en el que se intentarán aplicar conocimientos de electronica, mecánica y programación adquiridos durante la carrera, con intención de seguir adquiriendo más experiencia en la materia. Con la intención de que toda la información referente a este trabajo quede cubierta este documento se dividirá en 6 partes: Mecánica, electrónica, programación, posibles ampliaciones, presupuesto, y planificación. A continuación se detallará los integrantes de este equipo, tanto como su experiencia con la robótica:

- Javier Baliñas Santos: Ingeniero técnico en sistemas electrónicos, con 26 años ha participado en Eurobot 2002, 2003, 2004 y 2005, y en Hispabot 2001, 2002 y 2003(en la prueba de rastreadores). Actualmente estudia Ingeniería electrónica.
- Marcelo Rafael Salazar Arcucci: Ingeniero técnico industrial en electrónica industrial, con 24 años ha participado en Eurobot 2005 y 2006 (aunque su robot no llegó a homologarse en este último año)y en Hispabot 2003 y 2004(en la prueba de rastreadores). Actualmente estudia Ingeniería electrónica.
- Adrian Marcelo Díaz Collazo: Estudia actualmente segundo año de ingeniería industrial en electrónica industrial, con 20 años ha participado en Hispabot 2006 (en la prueba de laberinto).
- Rubén Arcos Moreno: Estudia actualmente primer año de ingeniería industrial en electrónica industrial, y por el momento no ha tenido contacto con las competiciones de robótica, aunque muestra gran interés.
- Diego Luis Salazar Arcucci: Estudia actualmente segundo año de ingeniería industrial en electrónica industrial, con 19 años ha participado en Hispabot 2006 (en la prueba de laberinto).
- Sergio Arroyo Sierra: Ingeniero técnico industrial en electrónica industrial, ha participado en Eurobot 2005 y 2006 (aunque su robot no llegó a homologarse en este último año)y en Hispabot 2003 y 2004(en la prueba de rastreadores).
- Mario Inglés Garcés: Ingeniero técnico industrial en electrónica industrial, ha participado en Eurobot 2002, 2003, 2004 y 2005, encargándose del diseño y la fafricación de los diversos elementos mecánicos de dichos robots.

3. Objetivos del proyecto

Con este proyecto como se ha comentado anteriormente, se pretende adquirir más conocimientos en el tema de la robótica participando en la competición europea Eurobot, siendo siempre nuestro objetivo el de aprender y no el de competir, para ello realizaremos un robot sencillo y eficiente, que nos de tiempo a terminarlo con sufiente tiempo, y del cual nos sintamos orgullosos, que sea capaz de pasar la homologación y la posterior competición de España para así poder seguir nuestra aventura en Francia.

4. División del trabajo

- Javier Baliñas Santos: Responsable del sistema de posicionamiento.
- Marcelo Rafael Salazar Arcucci: Responsable de la parte de programación de trayectorias y estrategias.
- Adrian Marcelo Díaz Collazo: Responsable de la parte de detección de colores con la CMU-CAM.
- Rubén Arcos Moreno: Responsable de la parte de montaje del robot y fabricación de piezas diversas
- Diego Luis Salazar Arcucci: Responsable del diseño mecánico en CATIA, de la organización del equipo, de la planificación, análisis de fallos y de la programación de la recogida de materiales.
- Sergio Arroyo Sierra: Responsable junto con Diego Salazar de la programación de mecanismos internos y recogida de materiales.
- Mario Inglés Garcés: Responsable del fresado de las piezas del robot.

5. Diseño

Para la elección final del diseño mecánico se han propuesto diversos bocetos, que se exponen a continuación, se explicarán sus pros y sus contras, y de que manera se llegó a la elección final. De esta manera podemos comprobar como el trabajo en equipo hace que las ideas estén más optimizadas.

5.1. Bocetos

5.1.1. Idea 1

Esta idea fue propuesta por Diego Salazar (Ver boceto 1), consiste en un robot que solo recoge pilas, debe hacerlo a tal velocidad que cuando nosotros hemos terminado de recoger todas las pilas el robot oponente solo se ha movido un par de centímetros. El robot consta de una pala en la cual hay un par de electroimanes, dicha para una vez tenga pegadas pilas se alzará y depositará las pilas en una cesta que tenga por detrás de los motores, una vez que esté llena la con las 4 pilas de nuestro color, se procederá a depositarlas en la cuba de las pilas. El problema que tiene esta idea es que es un robot bastante sencillo, de hecho el robot que probablemente gane eurobot será aquel que solo se dedique a recoger pilas, y lo haga tan bien que consiga encestar las 4 siempre. El contra de esta idea es que a este robot no se le pueden poner motores paso a paso estándar ya que tienen muy poco par y muy poca velocidad (cosa que no nos conviene) y si utilizamos motores de corriente continua hay que hacer un control de motores bastante complicado debido a que el robot no reacciona de la misma manera cuando no tiene pilas que cuando está cargado con las 4, otro de los errores que tiene este diseño es que solo recoge pilas, desperdiando latas y botellas.

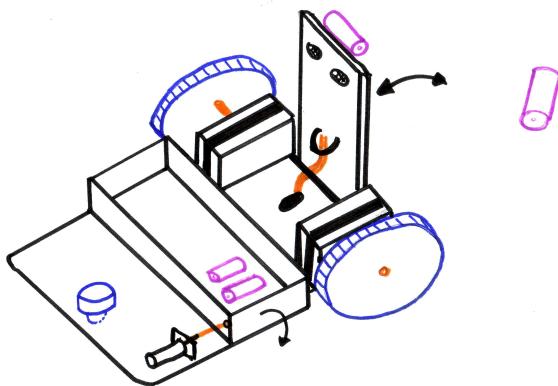


Figura 1: Boceto 1

5.1.2. Idea 2

Esta idea fue propuesta por Diego Salazar también (Ver boceto 2), consiste en un robot que tiene una especie de cinta transportadora, la cual es la encargada de elevar los distintos elementos (latas o botellas) hacia arriba, una vez allí, caerán hacia un depósito que se encuentra en la parte trasera del robot, dicho depósito consta de una tapa para poder tirar los elementos en las papeleras. Este diseño tiene 3 errores, el primero y principal es que no es capaz de seleccionar entre latas y botellas, el segundo es que no es capaz de hacer subir las pilas hasta el depósito trasero ya que no tiene suficiente adherencia y por último y tercero es que el motor que mueve la cinta transportadora tiene un mecanismo un tanto peculiar para sujetar la cinta, lo que hace que sea difícil de fabricar. Lo bueno es que es un diseño sencillo de implementar, y fácil a la hora de programar.

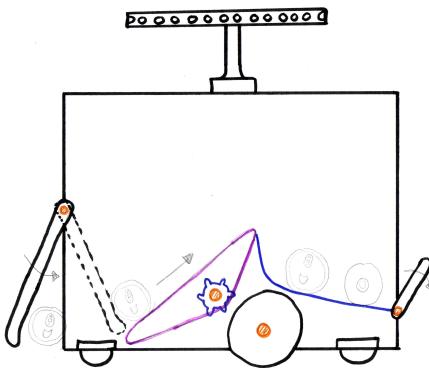


Figura 2: Boceto 2

5.1.3. Idea 3

Esta idea fue propuesta por Javier Baliñas (Ver boceto 3), consiste en un robot que tiene 2 palas interiores a modo de "yin y yang", la cual cuando sube los diferentes elementos estos ruedan cayendo latas y botellas por una bandeja y pilas por otra que se encuentra abajo. En la bandeja de las latas y botellas tenemos dispuestas dos placas AlcaCNY (que se explicará a continuación), con estas placas tenemos 20 CNY70's apollados debajo de la botella o lata, lo que por su longitud nos permite diferenciarlas. En la bandeja de las pilas tenemos dos opciones o poner una CMU-CAM con la cual diferenciaremos entre el rojo y azul de las pilas, o poner una tira de 4 CNY70's para detectar el color (esto lo hacemos leyendo la respuesta de dichos sensores en digital, ya que la respuesta entre rojo y azul es distinta, siendo muy fácil el diferenciarlas). Es bastante buena, el pro que tienes que podemos diferenciar fácilmente entre latas, pilas y botellas, uno de los contra es que tenemos muchos sensores lo que dificulta notablemente el trabajo de programación, el otro es que como tiene 2 palas para que pueda seguir girando tiene que ser de tipo rastrillo, lo cual debilita bastante su estructura a la hora de levantar las pilas.

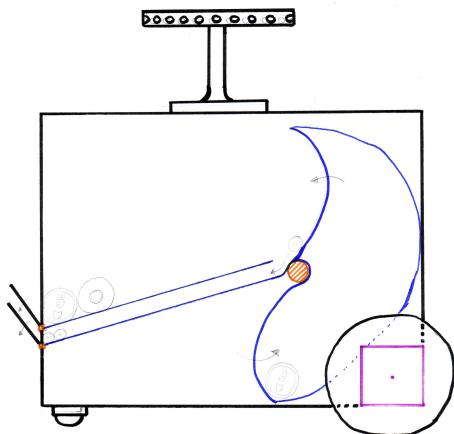


Figura 3: Boceto 3

5.1.4. Idea final

Esta idea es una modificación propuesta por Diego Salazar (Ver boceto 4), de la idea anterior. Consiste en quitar la bandeja de las pilas y hacer una rendija en el tambor del robot, lo que hace que llegado a ese punto las pilas caigan solas y queden atrapadas en un tobogán trasero (Ver figura 10), que si son de nuestro color cuando se llegue a la cuba de las pilas puedan ser depositadas adecuadamente, y si son del color oponente se vuelvan a tirar al suelo, sin afectarnos en que puedan volver a entrar (Ver figura 11).

Otra modificación es la de quitar las 2 AlcaCNY y colocar una CMU-CAM orientable con un microservo la cual ha de servir para detectar colores fuera del robot como diferenciar entre latas o botellas una vez que estos estén situados en la bandeja (Ver figura 4). También añadir que se ha agregado un mecanismo de alineamiento de latas o botellas en la entrada del robot por si alguna queda trabada (Ver figura 12).

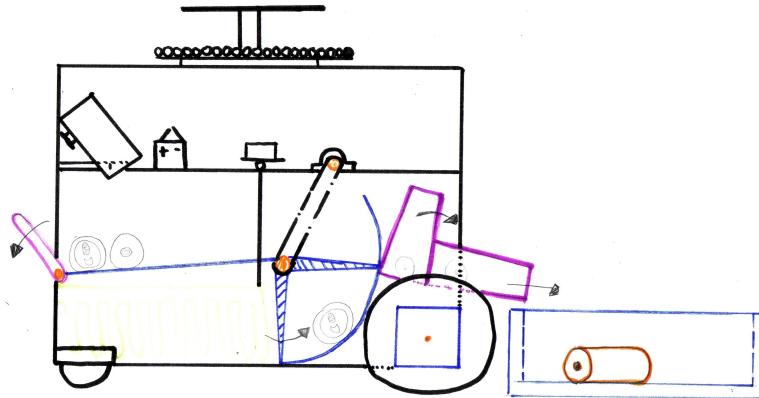


Figura 4: Boceto final mejorado

6. Mecánica

6.1. Mecanismo de movimiento del robot

Nuestro robot está impulsado por dos motores paso a paso STEP-SYN 103H71024-1041 (Ver figuras 5 y 6) con unas ruedas de 70 mm de diámetro, lo cual hace que tengamos suficiente par para moverlo y también conseguimos una buena velocidad. Al usar motores paso a paso no solo estamos evitando el uso de encoders sino que también estamos reduciendo la complejidad de la programación del control de dichos motores.



Figura 5: Motor paso a paso STEP-SYN 103H71024-1041

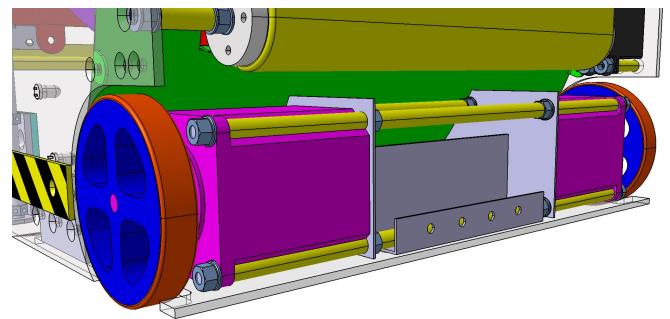


Figura 6: Esquema de colocación de motores

6.2. Cálculo de motores

Este es un apartado importante del proyecto ya que si no se hacen los cálculos previos al diseño y construcción, puede que cuando tengamos todo montado el robot no pueda moverse debido a que la potencia que son capaces de entregar los motores no es la suficiente, por ello y para evitar modificaciones una vez construido el robot vamos a realizar un cálculo de motores. Uno de los problemas que nos encontramos cuando los motores que compramos son del rastro (nuestros motores son STEP-SYN 103H71024-1041), es que probablemente no encontraremos hojas de características debido a que los motores son extraídos de dispositivos (generalmente fotocopiadoras), los cuales sólo han sido diseñados para dicha aplicación,

lo que quiere decir es que las hojas de características sólo las tienen tanto clientes como proveedores de dicho dispositivo. En nuestro caso realizaremos los cálculos con un motor de características semejantes (STEP-SYN 103H7124-0740) (Ver referencias [4]).

6.2.1. Paso 1: Obtenemos las restricciones del sistema

1. Velocidad máxima = $0,5 \text{ m/s}$
2. Aceleración máxima = $0,25 \text{ m/s}^2$
3. Masa del sistema = 8 kg
4. Diámetro de la rueda de tracción = 70 mm

6.2.2. Paso 2: Determinación del par de carga

En nuestro sistema el control de velocidad se realizará de forma trapezoidal (Ver figura 7), en el que podemos destacar tres zonas:

1. Aceleración (limitada por la inercia)
2. Mantenimiento (limitado por el rozamiento)
3. Desaceleración (limitada por la inercia)

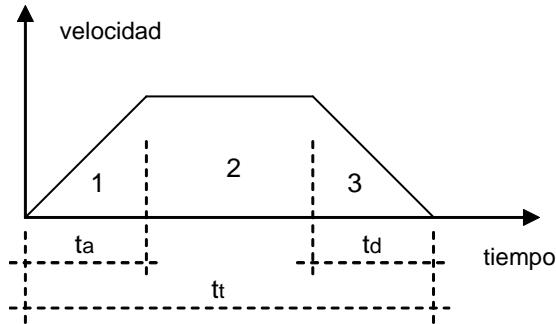


Figura 7: Perfil trapezoidal de velocidad

En nuestro caso calcularemos primero la fuerza necesaria para poder obtener par en la zona más restrictiva que es la de aceleración, obviamente lo calcularemos para cuando es máxima, considerando la constante de rozamiento (μ) despreciable

$$F = m \cdot a$$

$$F = 8\text{kg} \cdot 1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$F = 8\text{N}$

$$T = F * r$$

$$T = 8\text{N} \cdot 0,035\text{m} \cdot \text{m}$$

$T = 0,28\text{N}$

Por lo que para un motor será la mitad de par la que tenga que aportar al sistema, es decir $0,14 \text{ N} \cdot \text{m}$

6.2.3. Paso 3: Determinación de la velocidad lineal del sistema

Con estos datos nos vamos a la tabla característica de par en función de la velocidad del motor (Ver referencia [5]) y obtenemos revoluciones de funcionamiento (Ver figura 8).

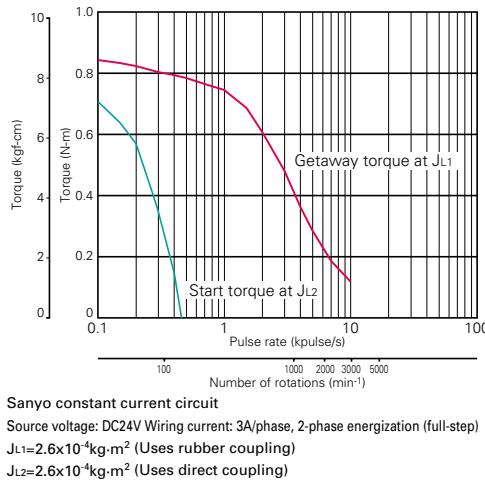


Figura 8: Curva característica par-velocidad motor STEP-SYN 103H7124-0740

Observamos que nuestro caso es el de acoplamiento directo, por lo que es JL1 la curva que tenemos que tomar como referencia. Obtenemos aproximadamente unas 180 revoluciones por minuto, lo que implica que la velocidad lineal sea:

$$V_l = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n$$

Siendo r el radio de nuestra rueda y n las revoluciones obtenidas en la gráfica

$$V_l = 2 \cdot \pi \cdot 0,035 \cdot 180$$

$$V_l = 0,66 \text{ m/s}$$

También nos interesa saber la frecuencia de funcionamiento a esta velocidad, para ello sabemos que tres vueltas por segundo implican 600 pasos por segundo (200 pasos por vuelta multiplicado por 3 vueltas por segundo), es decir la secuencia que le enviamos al motor debe ir a 600 Hz.

Para finalizar podemos asegurar que el motor será capaz de mover a nuestro robot con cierta facilidad aunque el par entregado por el mismo no esté sobredimensionado al doble como debería ser por lo que si se viese incrementado el par, habría una ligera disminución de la velocidad.

6.3. Mecanismo de pala central

Este es el mecanismo de elevar los distintos componentes (Latas, botellas, y pilas) y clasificarlas adecuadamente (Ver figura 9), para ello se ha colocado en su parte lateral una polea de gran diámetro, guiada con un sistema de correa a otra polea motriz mas pequeña, el motor que mueve dicho mecanismo consta de una caja reductora de 1:18, lo que quiere decir que aplicando esta reducción y la de las poleas el motor tiene que dar aproximadamente 23 vueltas para que la pala de un giro de 180 grados, todo esto se traduce en poca velocidad y en un gran par, necesario para levantar los residuos anteriormente comentados. Para separar las pilas del resto de elementos se ha colocado en el tambor una especie de ventana por la cual cuando pasan las pilas por esa posición caen hacia un tobogán trasero que se explicará mas adelante (Ver figura 10).

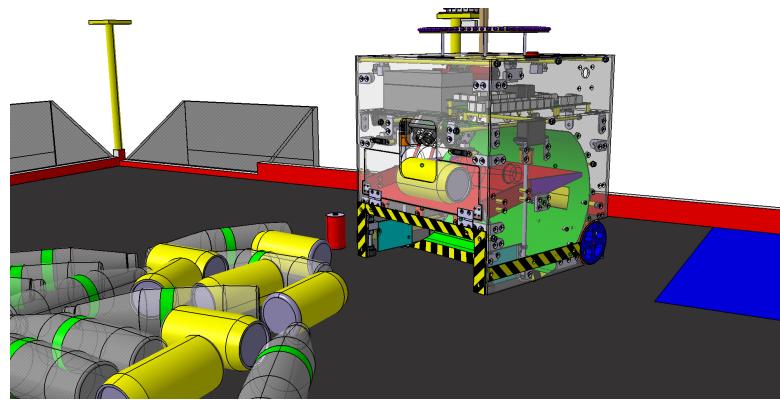


Figura 9: Robot en el campo de juego utilizando la pala central.

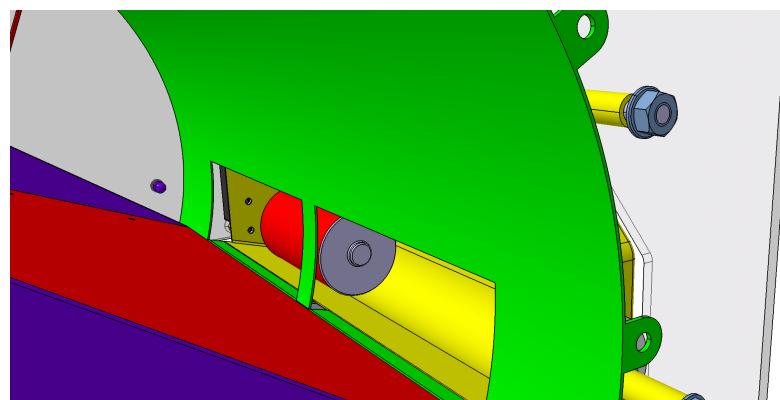


Figura 10: Rendija en el tambor.

6.4. Mecanismo de tobogán trasero

Este mecanismo es el encargado, mediante un servo-motor Futaba S3003, de tirar las pilas en la cuba para dicho propósito, una vez detectada la pila dentro del tobogán y activada la señal del servo, se girará hacia atrás dejando rodar la pila y consiguiendo encestarla (Ver figura 11). Este mecanismo está pensado para que sólo pueda entrar una pila por vez, ya que si intentamos meter mas corremos riesgo de que no pasen y se vallan a la otra bandeja.

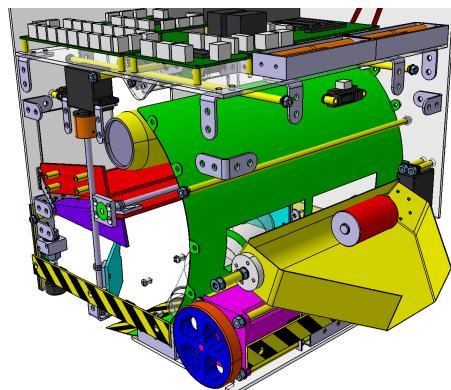


Figura 11: Tobogán trasero.

6.5. Mecanismo de palas de alineamiento

Podría darse el caso de que las latas o botellas entrasen por la boca de frente, es decir, la pala centrar al intentar cogerlas no podría ya que se quedaría trabada. Este mecanismo es para evitar esta situación, una vez que la pala (mediante en encoder) detecta que no puede bajar debido a que las latas o botellas estan mal situadas, se activarán dos servo-motores Futaba S3003 para alinearlas (Ver figura 12), de esta manera evitamos posibles atascos en la boca del robot (Ver figura 13).

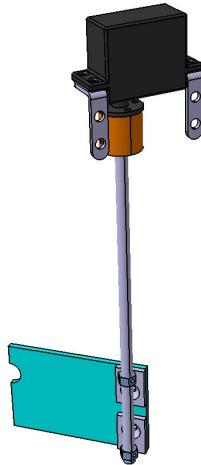


Figura 12: Servo-motor con pala de alineamiento

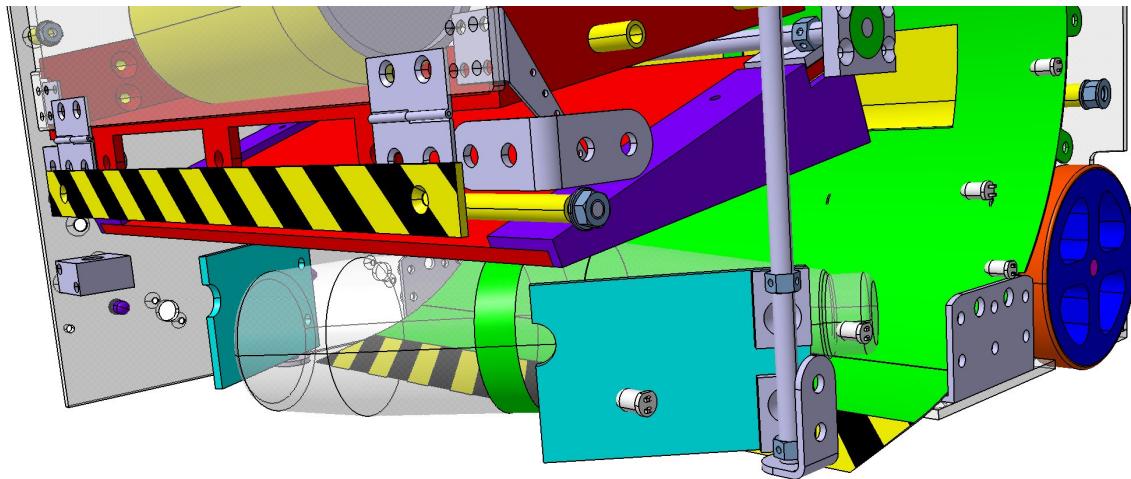


Figura 13: Botella trabada en la boca del robot.

6.6. Mecanismo de CMU-CAM

Con este mecanismo se pretende rentabilizar el uso de la CMU-CAM, es decir que nos sirva para detectar colores tanto en el campo (fuera del robot) como dentro del robot (latas o botellas que se encuentren en la bandeja). Esta camara se ha colocado sobre una carcasa de metacrilato que tiene en su parte lateral un microservo-motor futaba S3110 que puede hacer que la camara gire unos 45 grados y nos detecte los diferentes colores (Ver figuras 14, 15 y 16).

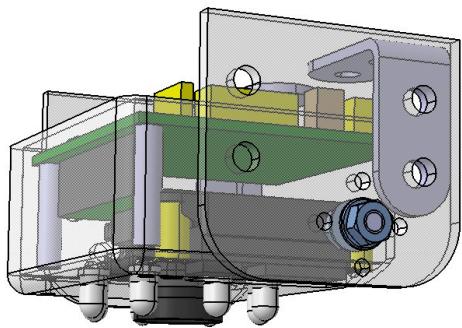


Figura 14: CMU-CAM 0°

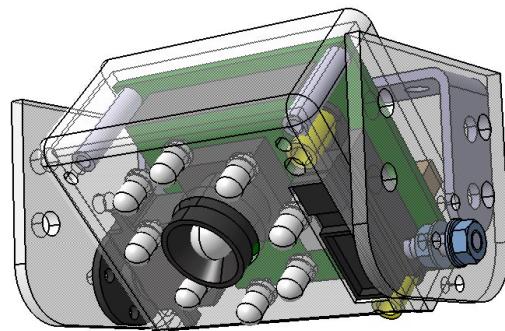


Figura 15: CMU-CAM 45°

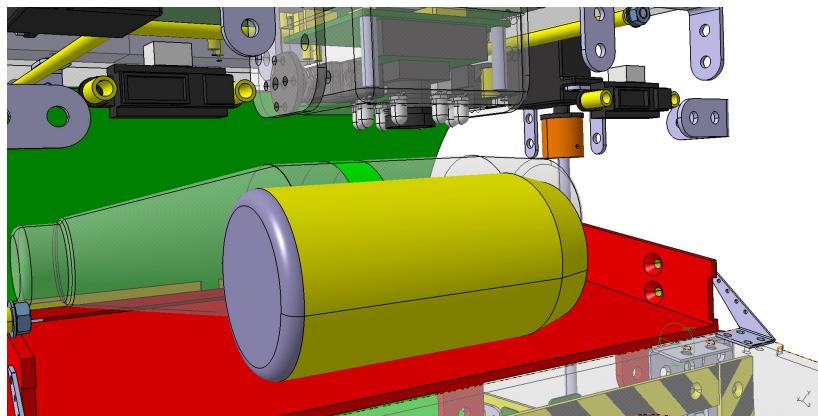


Figura 16: CMU-CAM analizando el color de la lata.

6.7. Mecanismo tapa delantera

Este mecanismo se activa una vez que se detecta que nos encontramos frente a la papelera en la que debemos tirar el residuo, incorpora unas aletas para que no caigan dos objetos seguidos, lo que indica que el último en caer sería detectado (Ver figuras 17 y 18). Para la apertura de esta tapa se ha utilizado un servo-motor Futaba S3003 y un dos palancas unidas por un sedal de nylon.

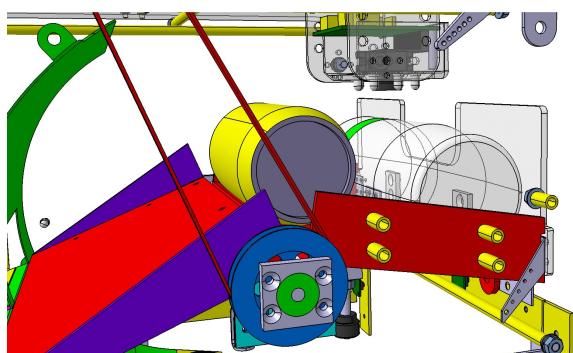


Figura 17: Tapa cerrada

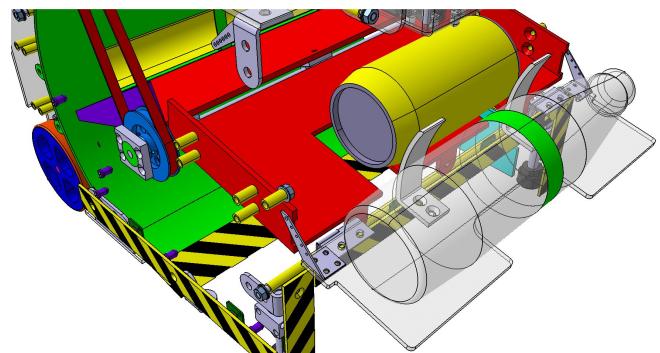


Figura 18: Tapa abierta

7. Diseño electrónico

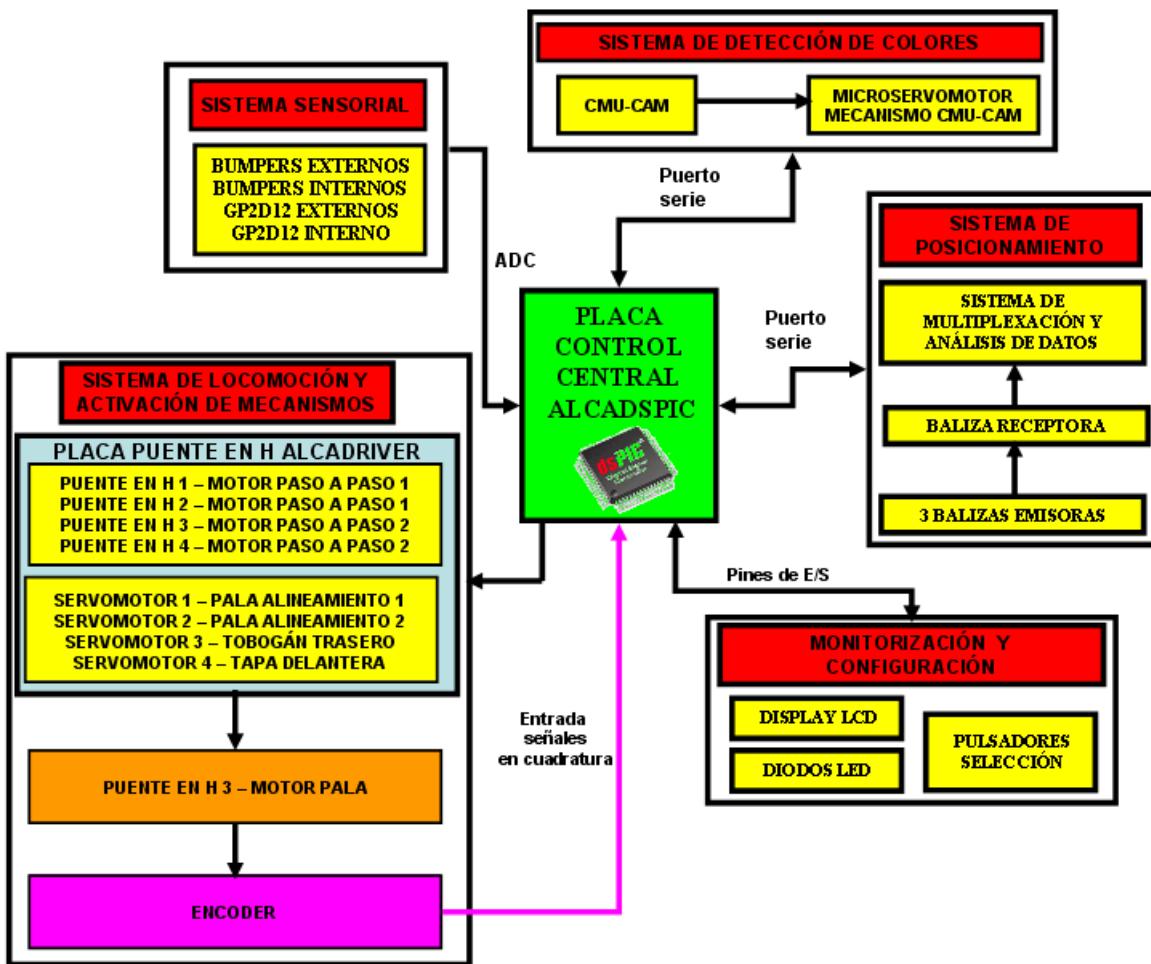


Figura 19: Organigrama de tarjetas y mecanismos

Tambien se incluye un diagrama unifilar de las conexiones a realizar (Ver anexo II) A continuación se pasa a detallar cada tarjeta que se utilizará para controlar los diversos mecanismos de nuestro robot.

7.1. AlcaDsPIC

Como puede apreciarse en el anterior esquema, esta placa (Ver figura 20 y referencia [6]) es el cerebro de nuestro invento, diseñada para el taller de robótica que organiza cada año en la Campus Party la Universidad de Alcalá, tiene las siguientes características (Ver referencia [6]):

- Procesador dsPIC30F6010A de la familia dsPIC de Microchip.
- 4 Leds configurables por el usuario.
- 4 microinterruptores que sirven como entradas digitales de selección para el usuario.
- 1 potenciómetro conectado a una entrada analógica utilizable por el usuario.
- 2 Puertos serie de propósito general, uno de ellos se utiliza para programar el microcontrolador mediante un Bootloader previamente cargado, una vez programado conectaremos uno de los puertos serie al sistema de balizas y el otro al sistema de identificación de colores (CMU-CAM)..

- Módulo de detección de señales de encoder en cuadratura con un contador interno de 16 bits, el cual nosotros lo usaremos para saber la posición a la que se encuentra la pala.
- 1 conector pensado para conectar un display LCD de 16x2 caracteres cuyos pins también se pueden utilizar para entrada de captura y puertos de entrada/salida digital
- 1 conector para conectar la tarjeta AlcadsPIC a la tarjeta de potencia ALCAdriver que incluyen 8 líneas de salida PWM, 4 de adquisición de datos analógicos y 4 auxiliares.
- 1 conector I2C para comunicarse con otros dispositivos que utilicen la misma interfaz.
- 6 conectores para conectar 6 servomotores de radiocontrol
- Varios conectores de propósito general



Figura 20: AlcaDsPIC

A continuación vamos a comentar algunas de las características del microcontrolador que tiene esta placa (Ver figura 21 y referencia [6]).

7.1.1. El microcontrolador DsPIC30F6010A

Originariamente la AlcaDsPIC fué diseñada para un microrobot como se comentó anteriormente, por lo que no tiene ningún problema de falta de recursos, sus características son las siguientes (Ver referencia [6]):

- Es un procesador RISC con arquitectura HARVARD de 16bits (16 bits para los datos y 24 bits para las instrucciones) capaz de ejecutar una instrucción por ciclo máquina y llegar a los 30 MIPS de velocidad de proceso.
- La CPU está optimizada para trabajar con el código ensamblador generado por un compilador de lenguaje C.
- El dsPIC30F6010A entra dentro de la subfamilia de control de motores con potentes unidades internas que favorecen esta función entre las que se encuentran 8 canales de PWM con salidas independientes o complementarias con una base de tiempos dedicada, posibilidad de controlar la polaridad de las salidas, generación de tiempos muertos, etc.

- En cuanto a su capacidad de comunicarse con otros sistemas dispone 2 UART (comunicación serie asíncrona) que posibilita la comunicación serie con un ordenador con puerto serie y con otros procesadores. Las UART tienen FIFOs (colas de datos) internas para mejorar la recepción y transmisión. Comunicación I2C pensado para conectar el procesador con dispositivos hardware externos.
- También dispone de 16 canales de entrada analógicos con conversor de 10 bits que puede trabajar a 1Msps (mega sample per second), este módulo lo usaremos para la lectura de los distintos sensores.
- El procesador puede trabajar a 5V o a 3.3V (soportando entradas de 5V).
- Tiene un sistema de temporización que dispone de 5 temporizadores, 8 entradas de captura que posibilita medir frecuencias de señales y anchuras de pulsos, y 8 salidas de comparación/PWM que permite generar señales temporizadas.

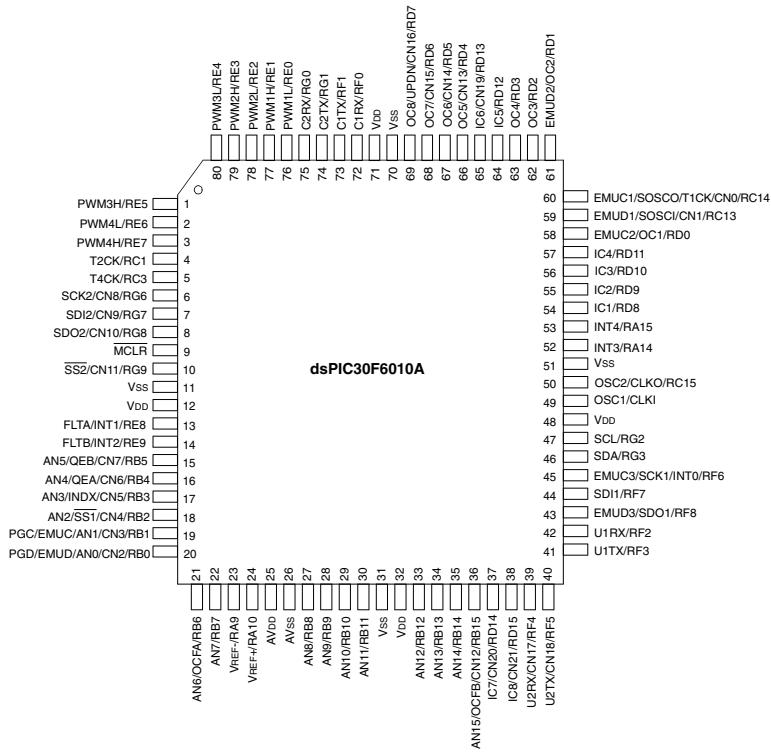


Figura 21: Esquema de pines del microcontrolador DsPIC30F6010A

7.2. AlcaDriver

En esta tarjeta se encuentran todos los recursos de potencia para controlar motores y otros dispositivos externos como relés, contactores, solenoides, etc (Ver figura 22 y referencia [6]). También se ha incorporado un reductor de tensión para alimentar a servomotores de radiocontrol a diferentes tensiones. Se pueden destacar las siguientes características de la tarjeta ALCAdriver (Ver referencia [6]):

- 4 puentes en H realizado con parejas de transistores unipolares discretos (MOSFET) capaces de soportar hasta 4A de corriente en régimen permanente y hasta 20A de pico cada uno con medida de corriente independiente de cada puente. Con cada puente en H se puede controlar un motor de continua en velocidad y sentido y dos motores de continua en sólo velocidad. Además esta disponible la posibilidad de conectar varios puentes en H en paralelo, con lo cual se pueden obtener diferentes configuraciones para el correcto funcionamiento de estos, son atacados mediante un driver (TC4427). Nosotros utilizaremos 2 puentes en H para cada motor paso a paso.

- 4 salidas digitales en colector abierto con capacidad de absorber hasta 200 mA, cada una pensadas para conectar externamente relés o contactores, aquí es donde conectaremos el motor que mueve la para para recolectar mareriales.
- Un reductor de tensión de alimentación configurable basado en diodos en serie para alimentar a servomotores de radio-control, aquí es donde conectaremos la mayoría de los servos para mover los diversos mecanismos.

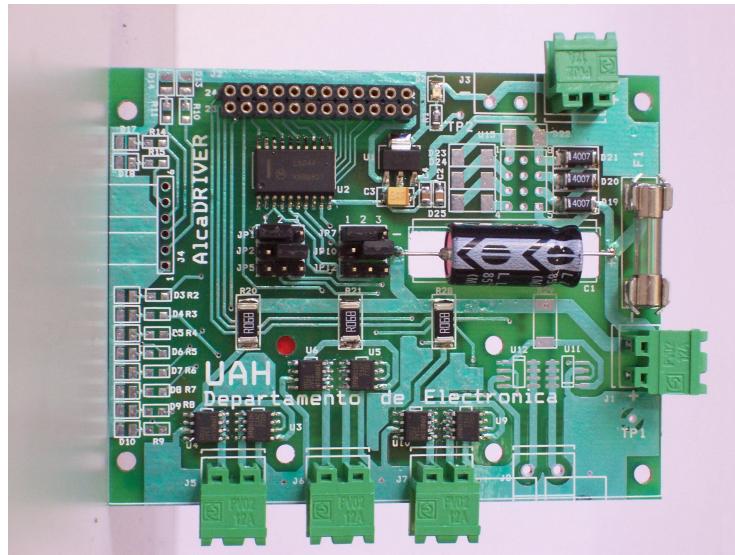


Figura 22: AlcaDriver

7.3. Sistema de balizas

El siguiente sistema hardware se compone de las siguientes partes (Ver referencias [8]):

- Sensor infrarrojo (agrupado en una corona) (Ver figura 23 y referencia [9]), se compone de 64 diodos que funcionan como receptores de infrarrojos, y que se disponen en círculo, proporcionando una resolución física al sistema de 5.625°. El sensor, el cual va situado sobre una plataforma móvil, nos proporciona la medida de la intensidad de las balizas en un rango de 360°, y nos da la información del ángulo en que percibe la máxima tensión de cada una de las balizas, y realiza la transferencia de esa información por medio del RS-232 al dispositivo que se encarga de procesarla, ya sea el microcontrolador, un PC empotrado, etc.
- Una red compuesta de un máximo de 4 balizas activas las cuales son controladas por 4 AlcaCNY (Ver figura 24 y referencia [9]) La tarjeta de sensores está pensada para ser usada como sistema sensorial de robots velocistas y seguidores de líneas (rastreadores). Incluye 10 sensores de infrarrojos reflectivos CNY70 y un microcontrolador PIC 18F44J10 que realiza las medidas de reflexión de forma analógica.

Como balizas emisoras colocadas en el campo de juego y en el robot oponente colocaremos diodos led emisores grapinados a los bornes de los CNY70's, con ello conseguimos que cada una de las balizas emita una señal que porta información característica, emitiendo en cada baliza a una señal PWM de determinada frecuencia, esto nos sirve para desde la corona receptora sepa que baliza está emitiendo, dicha señal PWM permite que todas y cada una de las balizas emitan a la misma potencia, debido a que el tiempo en alto durante el cual se alimenta a los diodos es el mismo para todos.. La citada excitación aprovecha la intensidad que irradia, y que es capaz de emitir el diodo cuando se le ha polarizado con corrientes elevadas de aproximadamente 1 A, y al menos durante un corto periodo de tiempo, unos 100 μ s y todo esto manteniendo un consumo aceptable. La frecuencia a la que emite las balizas se mueve en un rango de 4 a 7 KHz.

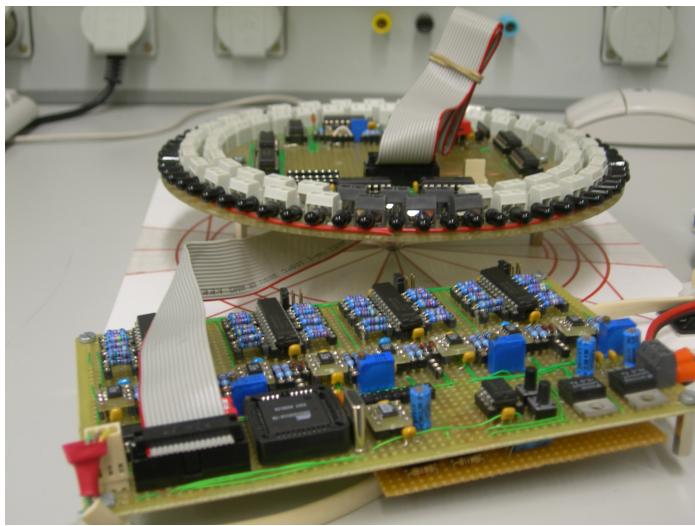


Figura 23: Corona central de recepción

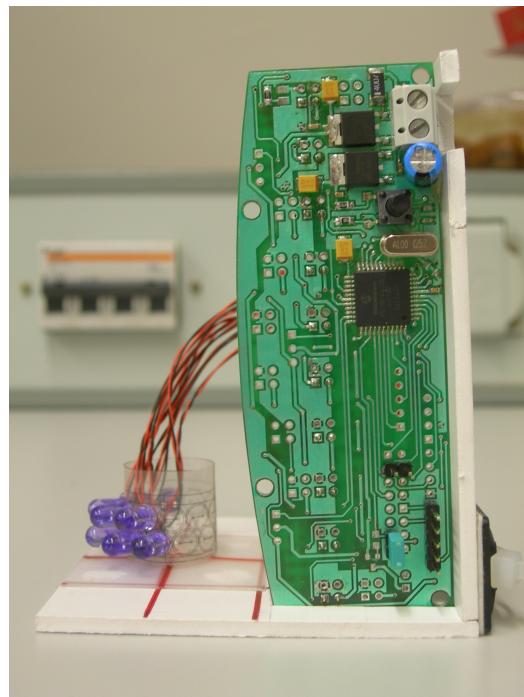


Figura 24: Baliza emisora

7.4. Sistemas sensoriales

7.4.1. Sensor óptico CMU-CAM

Para detectar y diferenciar colores dentro y fuera del robot se va a utilizar una cámara CMOS de bajo coste y buen rendimiento (Ver figura 35)), esta cámara es capaz de:

- Comunicarse (recibir comandos y devolver información) utiliza el estándar RS-232.
- Analizar 17 tramas por segundo.
- Determinar la posición de un color o forma según su color o brillo.
- Separar el nivel de color de una imagen (RGB).
- Detectar y seguir el primer objeto que vea.
- Puede controlar, a través de generadores de PWM internos, 5 servomotores.
- Volcar la imagen completa por el puerto serie (aunque este proceso tarda un par de segundos).
- Enviar el mapa de bits de una imagen mostrando la forma del objeto a seguir.

Cuando la cámara esté orientada hacia la parte interior del robot se encenderán unos LED's blancos para compensar la diferencia de luz que pueda haber, y así poder ayudar a la cámara a distinguir colores en la parte interna del robot.

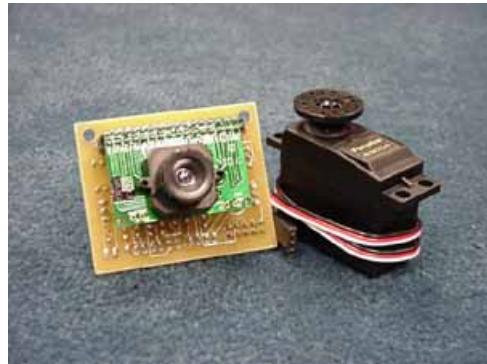


Figura 25: CMU-CAM

7.4.2. Sensor de distancia GP2D120

Aunque la utilización de estos sensores de momento está pensado como una posible ampliación, su utilización está pensada para detectar al robot oponente y para detectar la presencia de latas o botellas en la bandeja principal.



Figura 26: GP2D12

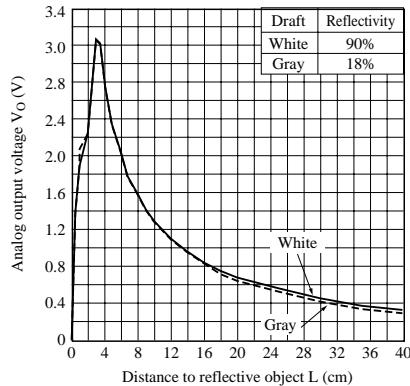


Figura 27: Respuesta del sensor GP2D12

7.4.3. Sistema sensorial de detección de contacto

Este sistema, implementado en la parte de contacto exterior (Ver figuras 31 y 32) e interior, se basa en un circuito alimentado a 5V, y con un chip integrado LM317-T092 (Ver referencias [7] y esquema 30), que proporciona al circuito 20 mA de intensidad. A su vez el circuito consta de cuatro resistencias con micropulsadores en paralelo (Ver figuras 28 y 29), a cada una de las cuales se le ha asignado una cierta posición a nivel bit, así, habiendo cuatro resistencias, R1, R2, R3, R4.

Realizando la activación de un pulsador que lleva asignada cada resistencia, conseguimos que en función del peso de cada combinación hallemos, multiplicando este numero por el de la tensión de 5V, y dividiéndolo por la cantidad de combinaciones que se pueden dar, quitando el 0, nos da un valor de tensión, según que resistencia cortocircuitemos (sus bornas).

Aplicando la ley de Ohm y teniendo la tensión que pasa por cada resistencia, y la corriente constante en el circuito, nos da un valor necesario de resistencia para que funcione bien el circuito, independientemente de que resistencia pulsemos.



Figura 28: Micropulsador

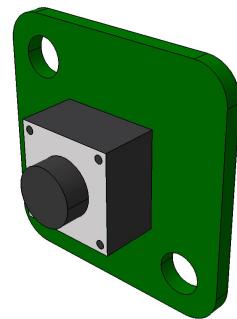


Figura 29: Placa micropulsador

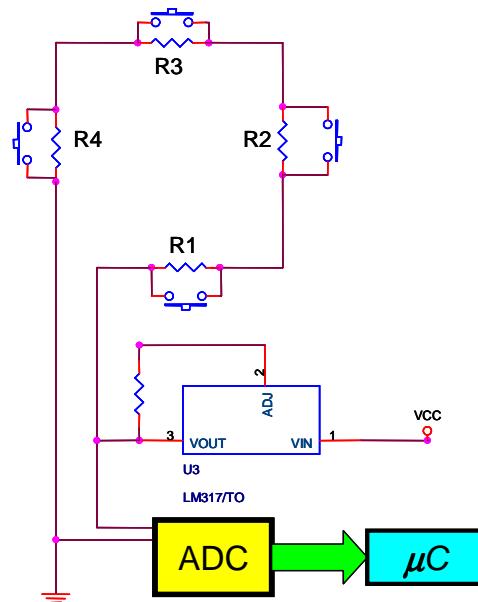


Figura 30: Circuito del sistema sensorial por bumpers

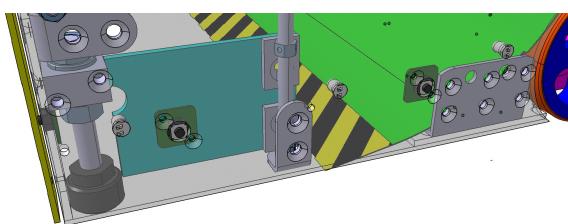


Figura 31: Placa del micropulsador oculta tras la pared lateral

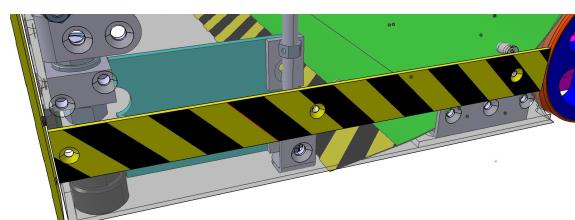


Figura 32: Pletina de contaco lateral

| COMBINACIÓN | R1 | R2 | R3 | R4 | TENSIÓN ADC |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0,333 | 0,333 |
| 2 | 0 | 0 | 0,666 | 0 | 0,666 |
| 3 | 0 | 0 | 0,666 | 0,333 | 0,999 |
| 4 | 0 | 1,333 | 0 | 0 | 1,333 |
| 5 | 0 | 1,333 | 0 | 0,333 | 1,666 |
| 6 | 0 | 1,333 | 0,666 | 0 | 1,999 |
| 7 | 0 | 1,333 | 0,666 | 0,333 | 2,332 |
| 8 | 2,666 | 0 | 0 | 0 | 2,666 |
| 9 | 2,666 | 0 | 0 | 0,333 | 2,999 |
| 10 | 2,666 | 0 | 0,666 | 0 | 3,332 |
| 11 | 2,666 | 0 | 0,666 | 0,333 | 3,665 |
| 12 | 2,666 | 1,333 | 0 | 0 | 3,999 |
| 13 | 2,666 | 1,333 | 0 | 0,333 | 4,332 |
| 14 | 2,666 | 1,333 | 0,666 | 0 | 4,665 |
| 15 | 2,666 | 1,333 | 0,666 | 0,333 | 4,998 |

Figura 33: Niveles de tensión para cada combinación de valores de resistencia

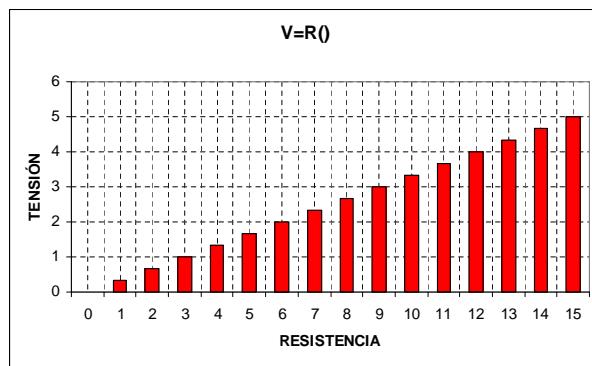


Figura 34: Gráfica de los distintos valores de tensión en función del bumper activado

- Valores estándar a colocar Realizando los pertinentes cálculos llegamos a la conclusión de los siguientes valores de resistencias normalizadas de tipo SMD, que combinándolas en serie necesitamos para el buen funcionamiento del circuito:

| RESISTENCIA | VALOR NECESARIO (OHMS) | VALOR ESTANDAR SMD (OHMS) |
|-------------|------------------------|---------------------------|
| R1 | 16,66 | 15 + 1 = 16 |
| R2 | 33,33 | 33 |
| R3 | 66,66 | 33 + 33 = 66 |
| R4 | 133,33 | 100 + 33 = 133 |

Figura 35: Valores estándar de resistencia necesaria en formato SMD

7.5. Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es el encargado de fijar la tensión de funcionamiento del sistema. La tarjeta central trabaja a una tensión de alimentación de 5 V, mediante el regulador LM1117/5V podemos alimentar la tarjeta en un rango de 6 a 12 v, y será este regulador el que se encargue de fijar los 5v. En cuanto a la Alca driver tendremos que alimentarla a 6 volts, ya que nos interesaría sobrealimentar los motores paso a paso con una señal PWM para obtener mas par (los motores admiten una tensión aproximada de 4v). En cuanto a los servomotores deben ir alimentados a un máximo de 6 v. Las balizas emisoras han de llevar su propia alimentación, ya que son externas al robot, estas se alimentan a 7,2 voltios, mientras que el sistema central de recepción (corona) se alimenta con 12v. El puente en H del motor de la pala ha de alimentarse a 12 voltios ya que requiere un gran par.

8. Diseño software

La programación a implementar se realizará por medio de máquinas de estados, con el fin de hacer una programación rápida y fluida, sin tener que estar esperando un suceso alguno, sino que si este no se

encuentra dicho su, se pasaría a la siguiente instrucción. Cuando todas las máquinas de estados se hayan controlado se volverán a repetir todas las máquinas (Ver esquema 36).



Figura 36: Esquema general de las máquinas de estado

8.1. Inicio

8.1.1. Contiene las funciones

- `'void inicializa_robot(void)'`: Que se encarga de inicializar el robot y todos los elementos necesarios para que el robot este operativo, como el servo, el LCD, el PWM, el ADC, la UART, los leds, los timers, encoder, los bumpers y los sensores.

8.2. Movimiento

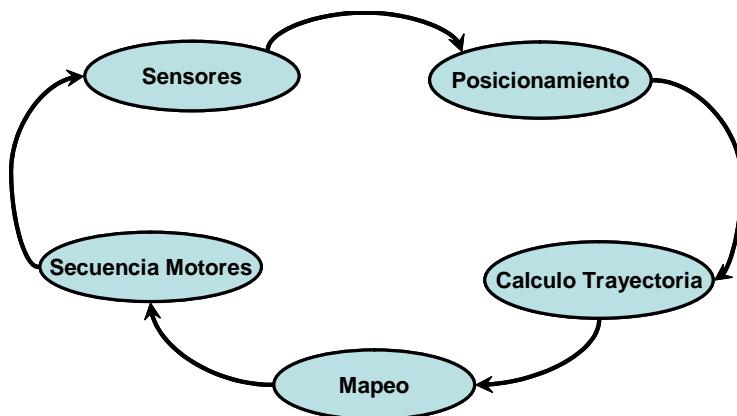


Figura 37: Esquema general de la máquinas de estado de movimiento

8.2.1. Sensores

- `'void sensores_distancia(void)'`: Lee los sensores de distancia y lo almacena en un array de 4 posiciones que se definirá de tipo global, donde las 2 primeras posiciones se corresponderán con los

GP2D que se encuentran en la parte de delante, en la 3º con el que se encuentra en la parte de atrás y en la 4º el que esta junto a la CMUCam.

- `'void bumper(void)'`: Encargado de controlar el estado de los bumpers del robot para ver si se ha colisionado con algún robot pared u objeto. Almacena los valores de los bumpers en una matriz, definida de forma global.

8.2.2. Posicionamiento

- `'void Odometria(void)'`: En función de lo que se ha movido cada motor paso a paso se calcula la posición actual del robot en el campo, dicha posición la guarda en las variables posx y posy.
- `'void calculo_trayectoria(void)'`: Dependiendo del estado en el que se encuentre el robot, que pueden ser, ir a por un objeto o ir a la cesta, esta función calcula teniendo en cuenta las balizas y los GP2D la posición actual (`pos_x, pos_y`), la trayectoria y los movimientos a realizar para llegar a su destino (`pos_x2, pos_y2`).

8.2.3. Motores

- `'void motor(void)'`: Esta función fija la velocidad de los motores tomando en cuenta las variables globales `vel_izq` y `vel_der`. También se encargara del control trapezoidal.

8.3. Recogida y depositado

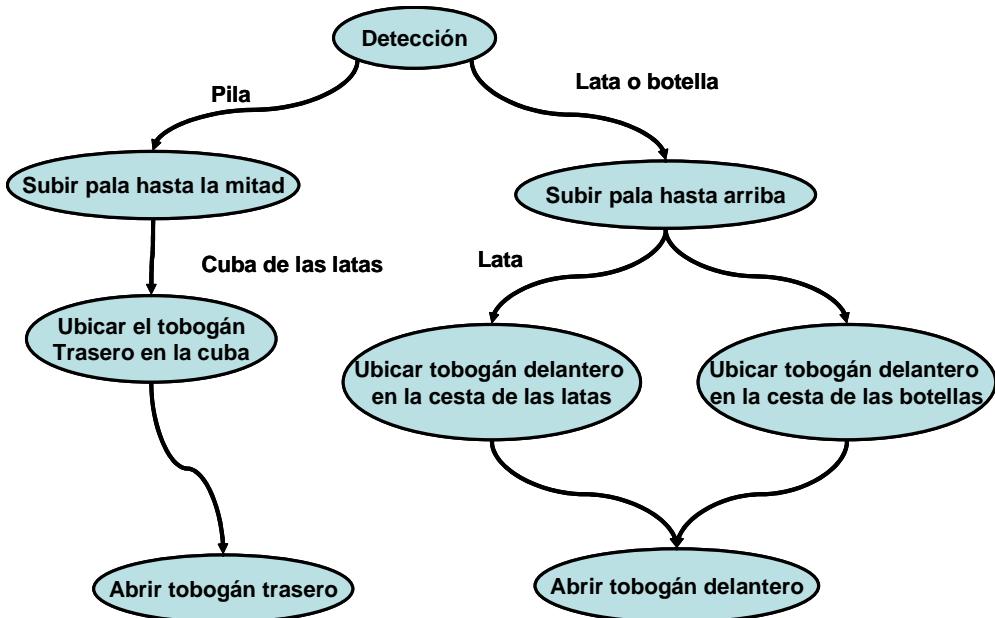


Figura 38: Esquema general de la máquinas de estado recogida y depositado

- `'void servo(void)'`: Es la función encargada de mover los servos ya sea de la pala, las puertas o la CMU-CAM. La posición de estas vendrán dadas por la matriz global servos.
- `'void encoder_leer(void)'`: Encargada de controlar en que posición se encuentra la pala.
- `'void elemento_entrada(void)'`: Esta función se encarga de escribir sobre variables globales información sobre si hay latas o botellas a la entrada del robot.

8.4. CMU-CAM

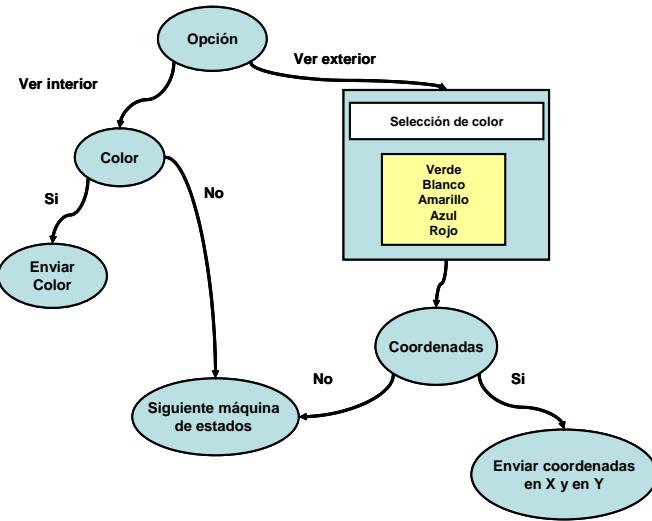


Figura 39: Esquema general de la máquinas de estado de CMU-CAM

- `'int ver(int estado, int opcion)'`: esta función puede trabajar de diferentes maneras. Si 'estado' vale 0 la cámara busca un color en el campo, el color a buscar vendrá definido por la variable 'opcion' (ej: el 0 puede ser el amarillo, el 1 el verde y 2 el rojo), luego almacena el color buscado en las variables `pos_color_x` y `pos_color_y`. Si estado vale 1 la cámara guarda en la variable global '`CMU_color`', el color del objeto que se encuentra en su interior

8.5. Depuración

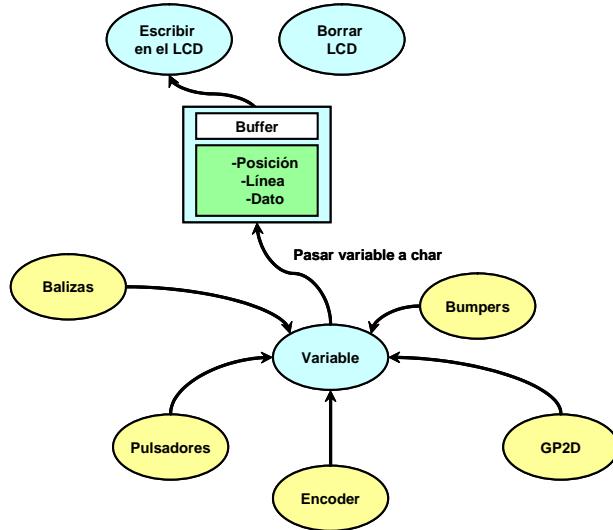


Figura 40: Esquema general de la máquinas de estado de depuración

8.5.1. UART

- `'void uart_escribe(char dato)'`: Manda un dato tipo char por el puerto serie, devuelve un 1 si se envió correctamente y un 0 si el buffer actualmente está lleno
- `'void uart_escribe_cadena(char dato)'`: manda una cadena de caracteres por el puerto serie, devuelve un 1 si se envió correctamente y un 0 si el buffer actualmente está lleno

-
- `'char uart_leer(void)'`: Recibe un carácter por el puerto serie y retorna su valor.

8.5.2. Escritura en el LCD

- `'void lcd_escribe_caracter(char linea, char dato)'`: Escribe un carácter en un sitio en concreto. Los parámetros que hay que pasarle son la línea, la posición en esa línea y el dato en esa posición, todas estas variables han de ser de tipo char.
- `'void lcd_escribe_Linea(char linea, *char car)'`: Escribe una línea entera en el LCD. Los parámetros ha pasar son: la línea y el array de caracteres.
- `'void lcd_borra(void)'`: Borra todos los caracteres que se encuentran en el LCD

8.5.3. Conversiones

- `'void int2bin(int dato)'`: Pone un dato tipo entero en formato binario en el LCD.
- `'void int2dec(int dato)'`: Pone un dato tipo entero en formato decimal en el LCD.
- `'void int2hex(int dato)'`: Pone un dato tipo entero en formato hexadecimal en el LCD.
- `'void num2dec(char dato)'`: Pone un dato tipo char en formato decimal en el LCD
- `'void num2hex(char dato)'`: Pone un dato tipo char en formato hexadecimal en el LCD
- `'void num2bin(char dato)'`: Pone un dato tipo char en formato binario en el LCD

Se le tiene que pasar el número de tipo entero en el caso de las funciones `'int*'` ó caracteres en el caso de las funciones `'num*'` y el buffer en el cual se colocará la cadena de caracteres.

8.6. Variables globales

8.6.1. Movimiento

`char pos_x, pos_y`: Coordenadas en el campo donde nos encontramos. `Char pos_x2, pos_y2`: coordenadas de destino en el campo. `char vel_izq`: Velocidad en el motor izquierdo. `char vel_der`: Velocidad en el motor derecho.

8.6.2. Sensores

`char GP2D[4]`: cada posición del array se corresponde con uno de los 4 GP2D del robot `Int bumpers[5]`: cada posición del array se corresponde con uno de los 5 bumpers del robot.

8.6.3. Servos

`Char servo[3]`: Cada posición del array le corresponde a un servo. Dentro de cada casillero se colocará un numero de 0 al 2. El 0 indicaría que el servo debe cerrarse , el 1 que el servo debe abrirse y el 2 que el servo sigue en la posición en la que se encontraba.

8.6.4. CMU-CAM

`Char pos_color_x`: La coordenada X del color que esta viendo la cámara. `Char pos_color_y`: La coordenada Y del color que esta viendo la cámara.

`char CMU_color`: almacena el número asociado a un color específico.

8.6.5. Estados

A estos estados se le asignará previamente un valor numérico, por medio del `'typedef enum'`

8.6.6. Estado Principal

- Buscar: Por medio de la CMU-CAM se intenta localizar un objeto.
- Avance: Proceso en el cual el robot llega hasta el objeto u objetos.
- Almacenar: Proceso en que la pala sube el objeto y lo deposita en su interior.
- Localización de cesta: El robot encuentra la cesta y se aproxima hasta ella.
- Encestar: El robot abre la trampilla correspondiente y deposita el objeto.

8.6.7. Estados de la cámara

- Buscar: Estado en el cual la cámara esta orientado hacia el frente con el fin de detectar objetos, esta búsqueda se realiza primero, pasándole
- Analizar_color: Estado en el cual la cámara mira hacia abajo con el fin de determinar el color del objeto.

8.6.8. Estados de la Pala

- Subir: La pala asciende para depositar los objetos en los correspondientes depósitos
- Bajar: la pala desciende para estar preparada

9. Sistema de posicionamiento

9.1. Medida de ángulos

Es una de las aplicaciones de nuestro sistema de posicionamiento, esta se basa en que tras la emisión de las balizas recoge y analiza la señal que ha sido enviada por éstas, basándose para calcular el ángulo en un mínimo de dos focos y un máximo de tres. Partiendo del caso en que la corona debe detectar tres focos emisores, y mediante los tres ángulos que se crean se sepá posicionar, existe el caso en que el robot solo pueda ver dos focos, aquí surgiría un problema, ya que no sabríamos la posición exacta del robot en el terreno de juego. Es aquí, donde entra el método de distancias.

9.2. Medida de distancias

Se basa en calcular la relación que se crea entre la potencia de luz infrarroja que detecta el receptor, con la distancia a la que se encuentra el emisor del receptor. Esto ve su utilidad claramente reflejada en el caso anterior, en que solo detectaba la corona dos emisores, y no sabia posicionarse, para solventar esto , este método complementa al anterior, en que se medían los ángulos, y teniendo un ángulo, y la distancia a la que se encuentra al menos un emisor, de un receptor, ya sabemos donde se encuentra nuestro robot, además, esto se puede completar, si hubiera problemas, con el sistema de posicionamiento por odometría.

9.3. Odometría

La posición del robot respecto a un sistema de referencia inicial es uno de los parámetros más importantes de los que debe disponer un robot móvil.

Se conoce como “odometría” a las técnicas de posicionamiento que emplean información de sensores para obtener una aproximación de la posición real a la que se encuentra un sistema móvil, en un determinado instante, respecto a un sistema de referencia inicial.

Son suficientes tres parámetros (X, Y, θ) para conocer la posición de un sistema móvil: posición respecto al eje "x", respecto al eje z"ángulo respecto al eje "x"(Ver figura 41).

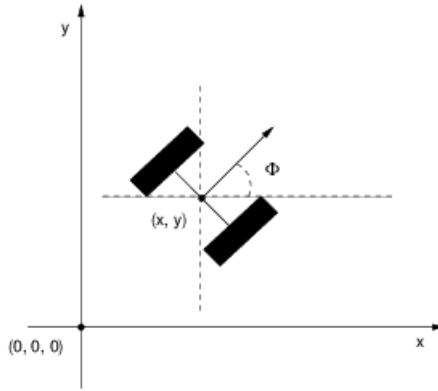


Figura 41: Esquema de representación de la odometría.

El robot es capaz de conocer su posición actual a partir de la distancia recorrida por cada una de sus ruedas. Para ello, accede regularmente a las lecturas de los encoders (en nuestro caso, como no utilizaremos encoders, tomaremos como referencia la cantidad de pasos que ha girado el motor) para determinar cuál ha sido el desplazamiento lineal de cada una de las ruedas. Posteriormente, mediante el empleo de una aproximación trigonométrica y conociendo la posición anterior, puede calcular una aproximación a la nueva posición actual real.

10. Estrategias a seguir en la competición

10.1. Estrategia 1

Mr Proper sale de la posición de inicio (casa) para arrollar todas las botellas siguiendo una trayectoria que vaya de la esquina de donde sale a la esquina opuesto para que así por probabilidades en la situación de las botellas arrollar las máximas posibles y así hacerse con una lata o botella para depositarlas en la cesta, posteriormente se pone en marcha para buscar otra lata o botella, y otra vez la deposita en la cesta de latas y botellas, es decir, una estrategia en la que exclusivamente busque latas y botellas.

10.2. Estrategia 2

Mr Proper sale de la casa y busca exclusivamente pilas dirigiéndose directamente a las posibles posiciones donde se pueden encontrar las pilas. Una vez cogida la/s pilas se dirige a la cesta de las pilas para depositarlas ahí, y posteriormente vuelve a buscar las pilas al punto donde se sabe que están para cogerlas de nuevo y depositarlas en la cesta.

10.3. Estrategia 3

Mr Proper sale de la casa para buscar latas y botellas, para esta estrategia Mr Proper va a seguir las paredes hasta aproximadamente la mitad, en función de lo que recorra, ya que existen dos paredes, sabremos donde estamos, ya que es un rectángulo, si recorremos la pared larga, hasta la mitad, y salimos hacia la otra pared barreremos la parte central, y en función de lo que cojamos nos iremos a la cesta a depositarlo (Ver figura 42), ya que hay ambigüedad de objetos posibles a coger, si recorremos la pared pequeña hasta la mitad y salimos hacia la opuesta probablemente cojamos mas latas y botellas, por la colocación inicial de las mismas. Aquí puede existir ambigüedad de cómo saber en qué pared estoy, si le cargamos las medidas del campo al robot para saber en la zona en que está al inicio, podríamos solventar así el problema de duda de donde se está.

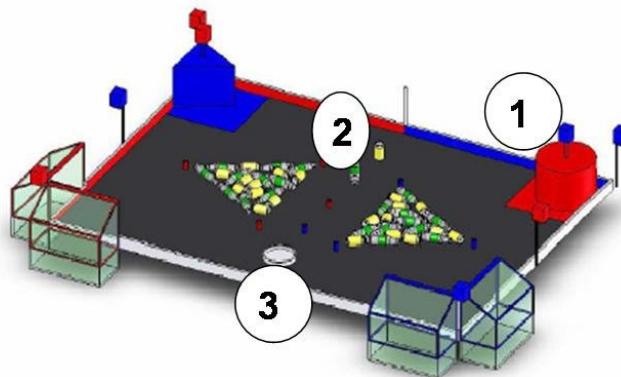


Figura 42: Estrategia 3

10.4. Estrategia 4

Mr Proper al salir de la casa sigue unas trayectorias aleatorias predefinidas con anterioridad para barrer el máximo de campo posible con unos determinados movimientos, podría ser en cruz, y coge objetos al azar sin previo orden, simplemente una tarea de recolector (Ver figura 43), lento pero eficaz para coger todos los objetos con que se tope.

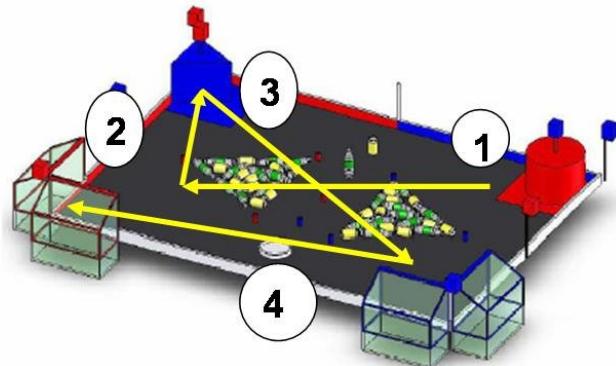


Figura 43: Estrategia 4

10.5. Estrategia 5

Mr Proper sale de la casa y se dirige a las posiciones en que al inicio se sabe donde están las pilas rápidamente, y coge todas las posibles de una vez, pero solo y exclusivamente se le configura para coger pilas para depositarlas de una vez en la cesta de las pilas. Si llegase un momento en el que por lo que fuera no pudiera encestar más pilas iría por puntos del campo donde se hace más difícil coger objetos, como pueden ser las esquinas depositando las pilas que ya no es posible encestar para así despistar al otro robot.

10.6. Estrategia 6

Al salir de la casa Mr Proper se dirige a toda velocidad a descolocar todo lo que inicialmente está colocado en el campo, para romper así con la posible estrategia inicial del oponente, y luego combinarla con la otra estrategia citada anteriormente de dedicarse meramente a la recolección de objeto en objeto.

10.7. Estrategia 7

Mr Proper sale de la casa para dirigirse hacia la mitad del campo en que están más próximas las cestas, para dedicarse a barrer los objetos que lleguen a esa zona y así estar en una posición ventajosa respecto al oponente, en cuanto a la proximidad de las cestas para encestar, y a la facilidad de no tener que ir buscando objetos sino que los objetos lleguen a mi zona de trabajo aprovechando que el robot oponente mueva las botellas trayéndolas a nuestra zona.

11. Planificación

11.1. Método de plánificación PDCA

Nuestro esquema de planificación se basa en el método PDCA (Ver figura 44).

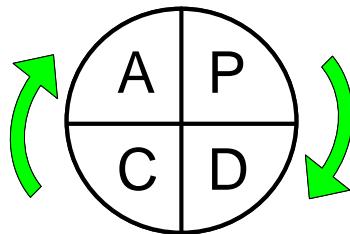


Figura 44: Diagrama PDCA

En el cual se destacan las cuatro acciones principales:

1. Planificar (Planning)
2. Realizar (Do it)
3. Verificar (Check)
4. Actuar en consecuencia (Act)

A la hora de realizar la planificación se han separado en 6 bloques (Organización, planificación, construcción, inteligencia, acciones correctivas y mejoras, y competición y handicap), para realizar la etapa de verificado se han introducido al final de cada bloque una tarea que se ha denominado validación del avance y eficacia, en la que se ha comprobar que el resultado del bloque contenedor es el deseado, en caso de no serlo se ha de actuar en consecuencia.

11.2. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Según SEAT esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

Puede verse un documento sobre realización de AMFE's, redactado por Manuel Bestratén Belloví y Rosa M^a Orriols Ramos, en la la página del ministerio de trabajo y asuntos sociales (Ver referencias [10]).

Nosotros para detallar los posibles fallos que puedan producirse hemos separado el robot en sistemas y subsistemas para posteriormente poder detallar riesgos en cada uno. A continuación se detalla el esquema realizado.

| UNIVERSIDAD DE ALCALÁ ESCUELA POLITÉCNICA | | | | ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS Y DE SUS EFECTOS DISEÑO | | | | | | | | | | Hoja 1 de 3 | Revisión N° 2 | | |
|---|--|--|-------|--|--|---|---|--|---------|----------|--|------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|
| Código: | N-A | Descripción Producto : ROBOT MR. PROPER | | | | Aplicación: RECICLAJE DE PILAS, LATAS Y BOTELLAS | | | | | | Fecha Emisión: | | Fecha Revisión: | | | |
| Coordinador/Participantes: | | RUBÉN - DIEGO - MARCELO - ADRIÁN - JAVIER - SERGIO | | | | Cliente: EUROBOT 2007 - UAH | | | | | | CONDICIONES RESULTANTES | | | | | |
| ÍTEM Y FUNCIÓN | MODO DE FALLO POTENCIAL | EFFECTOS DEL MODO DE FALLO | PROB. | CLASIF. | POTENCIAL CAUSA DEL MODO DE FALLO | VARIABLE | CONTROLES EXISTENTES PARA PREVENIR ERROR DE DISEÑO | CONTROLES EXISTENTES PARA DETECTAR ERROR DE DISEÑO | DESEADO | NPR >100 | ACCIONES RECOMENDADAS | RESPONSABLE Y FECHA | ACCIÓN ADOPTADA | DETALLE | VARIANTE | INDICE RIESGO | ACCIÓN SIGUIENTE |
| 1 RECOGER MATERIALES PARA SEPARARLOS EN LAS DISTINTAS CESTAS | EL ROBOT NO RECICLA | NO PRODUCE PUNTUACIÓN | 7 | F | MALA SINCRONIZACIÓN DE MECÁNICA INTERNA, MECÁNICA EXTERNA, POSIBLES FALLOS EN LAS COMUNICACIONES | 3 | REALIZAR PROGRAMAS ESTRUCTURADOS | REALIZAR AL MENOS 30 PRUEBAS SOBRE EL CAMPO DE JUEGO PARA ASEGURAR LA HOMOLOGACIÓN | 4 | 84 | | MARCELO - JAVIER - SERGIO - ADRIÁN | | | | | |
| 2 SOPORTAR GOLPES A LA VELOCIDAD MÁXIMA (0,5 m/s) | EL ROBOT NO SOPORTA CHOQUES A LA VELOCIDAD MÁXIMA | AVERÍA EN LOS DISPOSITIVOS | 6 | F | MALA ESTRUCTURA | 2 | DISEÑAR UNA BUENA ESTRUCTURA CON VARILLAS TRANSVERSALES Y ESCUADRAS EN LAS ESQUINAS | HACER PRUEBAS DE CHOQUE SOBRE SUPERFICIE ESPONJOSA | 6 | 72 | | MARCELO MARZO 07 | | | | | |
| 3 SER CAPAZ DE MOVER AL ROBOT CON UNA VELOCIDAD DE 0,5m/s | EL MOTOR NO ES CAPAZ DE CONSEGUIR LA VELOCIDAD DESEADA | EL ROBOT NO SE MUEVE | 8 | F | EL MOTOR TIENE POCO PAR | 9 | SOBREALIMENTAR LOS MOTORES | PROBAR LA VELOCIDAD Y COMPARARLA CON LA DESEADA | 2 | 144 | COMPRAR MOTORES QUE TENGAN SUFFICIENTE PAR | DIEGO ENERO 07 | | | | | |
| 4 DETECTOR MATERIALES POR COLORES Y TAMAÑO | NO SEPARA MATERIALES | MAL SINCRONISMO DE LOS MECANISMOS INTERNOS | 6 | F | MALA SINCRONIZACIÓN DE LA MÁQUINA DE ESTADOS | 4 | SINCRONIZAR LOS DISPOSITIVOS | HACER 15 PRUEBAS CON PILAS, LATAS Y BOTELLAS ASEGURAR UN PROGRAMA REPETIBLE | 5 | 120 | VERIFICAR LA COMUNICACIÓN INTERNA DE LAS MÁQUINAS DE ESTADO | JAVIER MARZO 07 | | | | | |
| 5 ALINEAR LATAS Y BOTELLAS PARA PODER SUBIRLAS CON LA PALA | NO SEA CAPAZ DE ALINEAR LATAS Y BOTELLAS | LA PALA NO ES CAPAZ DE SUBIR LOS ELEMENTOS YA QUE SE TRABA | 6 | F | EL MECANISMO DE ALINEAMIENTO NO ES CAPAZ DE REALIZAR ADECUADAMENTE SU TAREA | 5 | COLOCAR UNA BARRERA QUE SE ENCARGUE DE ALINEAR LAS LATAS O BOTELLAS | PROBAR 20 VECES PARA VER LA EFICACIA DEL SISTEMA | 5 | 150 | AJUSTAR LA BARRERA FRONTAL A LA ALTURA ADECUADA PARA ALINEAR LOS ELEMENTOS | RUBÉN MARZO 07 | | | | | |
| MOVER PALA PARA LEVANTAR LOS 3 TIPOS DE ELEMENTOS | EL MOTOR NO ES CAPAZ DE MOVER LA PALA | LOS ELEMENTOS NO SUBEN Y SE QUEDAN A LA ENTRADA | 6 | F | POCO PAR DEL MOTOR | 7 | SOBREALIMENTAR EL MOTOR Y APLICARLE UNA REDUCCIÓN MEDIANTE POLEAS | COLOCANDO PILAS (ELEMENTOS MÁS PESADOS Y POR TANTO MÁS CRÍTICOS) PARA VER SI EL ROBOT ES CAPAZ DE SUBIRLAS | 2 | 84 | | JAVIER MARZO 07 | | | | | |
| | LA PALA NO LLEGA A SU POSICIÓN INICIAL | LOS ELEMENTOS NO LLEGAN A ENTRAR EN EL ROBOT | 5 | F | MALA PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE POSICIÓN DE LA PALA | 5 | CHEQUEAR PROGRAMACIÓN | OBSERVAR EL CICLO 15 VECES | 3 | 75 | | JAVIER MARZO 07 | | | | | |

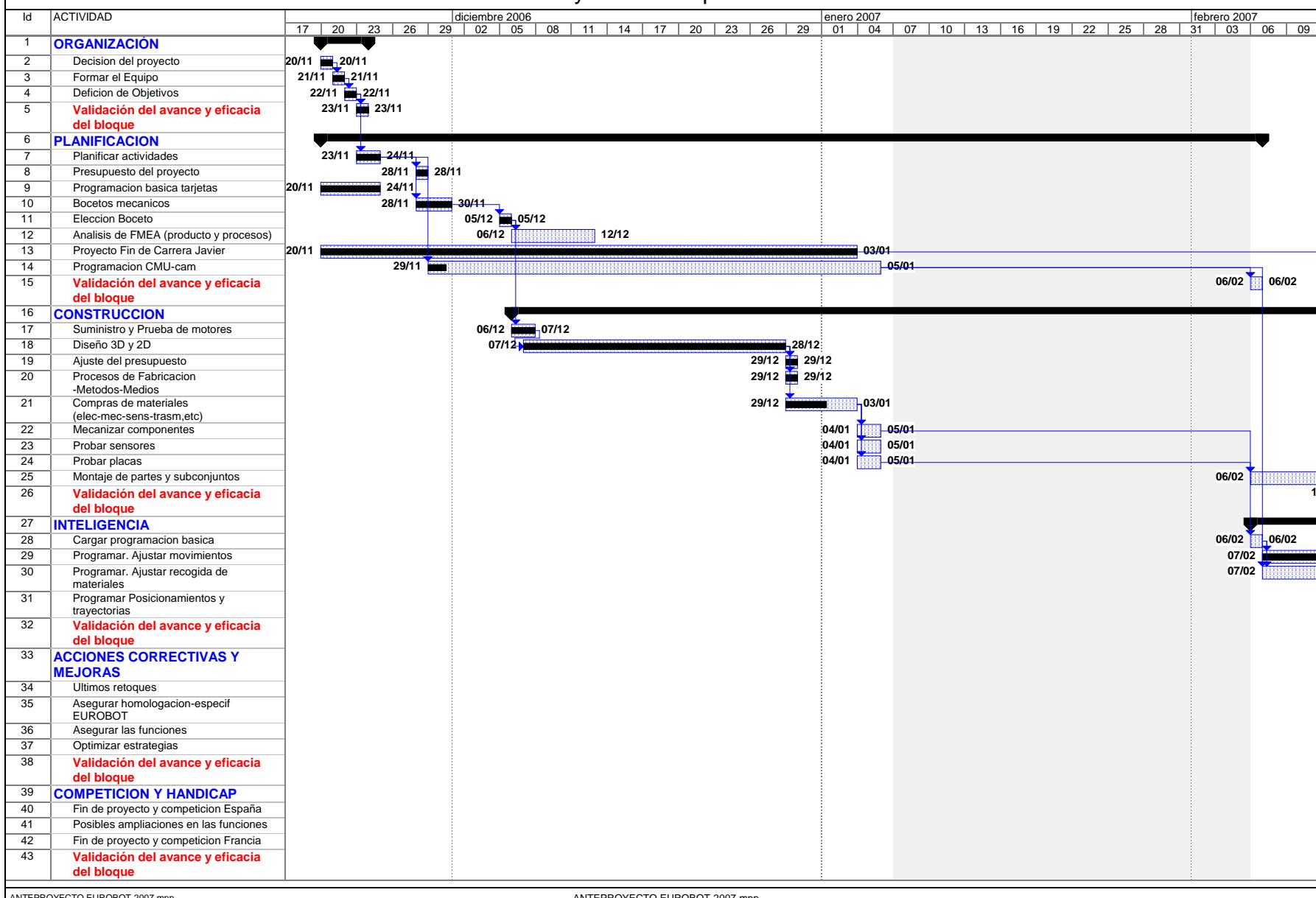
Proyecto EUROBOT 2007

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|-----|--|---|---|--|---|-----|---|---------------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | CLASIFICAR LATAS Y BOTELLAS SEGÚN EL COLOR VERDE O AMARILLO | CONFUNDE VERDE CON AMARILLO | TIRA ELEMENTOS EN CESTAS QUE NO SON | 6 F | MALA CONFIGURACION DE LA CMU-CAM | 6 | UTILIZAR EL MODO DE COLORES COMO EL MODO DE ÁREAS PARA DIFERENCIAR ELEMENTOS | MEZCLAR ALTERNATIVAMENTE LATAS Y BOTELLAS EN LA BANDEJA Y VERIFICAR LA CAPACIDAD DE DIFERENCIACIÓN | 4 | 144 | REALIZAR UN UMBRALIZADO DE COLORES DE LA CAMARA | ADRIÁN - SERGIO ABRIL 07 | |
| 8 | CLASIFICAR PILAS SEGÚN SU TAMAÑO (35 mm) | NO CAEN LAS PILAS HACIA EL TOBOGAN TRASERO | PILAS CAEN A LA BANDEJA DE LATAS Y BOTELLAS | 6 F | FALLO EN EL CORTE DEL TAMBOR QUE ES DE TAMAÑO INFERIOR A 35 mm | 8 | REALIZAR UN AGUJERO DE MEDIDAS ADECUADAS | PROBAR 15 VECES QUE LAS PILAS CAEN EN EL TOBOGAN TRASERO | 2 | 96 | | | |
| 9 | DEPOSITAR LATAS EN CESTA PARA LATAS Y BOTELLAS EN CESTA PARA BOTELLAS | EL ROBOT NO SE POSICIONA BIEN EN LA ESQUINA DE LAS CESTAS | LOS ELEMENTOS CAEN FUERA DE LAS CESTAS | 5 F | FALLO EN LAS BALIZAS | 3 | REALIZANDO UNA BUENA CALIBRACION DE LAS BALIZAS | PROGRAMAR MOVIMIENTO DEL ROBOT PARA QUE SE ACERQUE Y TIRE LAS LATAS O BOTELLAS | 5 | 75 | | JAVIER MARZO 07 | |
| | | | | 5 F | FALLO EN LA ODOMETRÍA DEBIDO A UN CHOQUE | 4 | REALIZANDO RESET DE ODOMETRÍA CON LAS BALIZAS | REALIZAS PRUEBAS CON CHOQUES PARA VER LA APROXIMACIÓN | 4 | 80 | | MARCELO MARZO 07 | |
| 10 | DEPOSITAR NUESTRAS PILAS EN CESTA PARA PILAS | EL ROBOT NO SE SITÚA ADECUADAMENTE AL DEPOSITAR LAS PILAS | PILAS CAEN FUERA | 6 F | MAL POSICIONAMIENTO | 4 | COLOCAR BUMPERS TRASEROS PARA DETECTAR LA POSICIÓN DE LA CUBA DE LAS PILAS | REALIZAR APROXIMACIONES MARCHA ATRAS DEL ROBOT | 4 | 96 | | MARCELO - JAVIER MARZO 07 | |
| 11 | DEJAR CAER UNA LATA O BOTELLA POR VEZ | CAEN DOS ELEMENTOS AL ABRIR LA TAPA FRONTAL | MÁS DE 4 VECES, DESCUENTA PUNTOS | 4 F | NO ESTÉN BIEN COLOCADAS LAS ALETAS DE LA TAPA FRONTEL | 2 | REALIZAR UN CURVADO A LAS ALETAS CONFORME AL DIÁMETRO DE LAS LATAS O BOTELLAS | CARGAR LA BANDEJA DE ELEMENTOS Y ABRIR TAPA | 1 | 8 | | JAVIER MARZO 07 | |
| 12 | PARAR EN 90 SEGUNDOS | NO PARA PASADOS 90 SEGUNDOS | FUNCIONAMIENTO CONTINUO | 6 R | FALLO EN LA PROGRAMACIÓN DEL TIMER | 3 | AJUSTAR ADECUADAMENTE EL TIMER HASTA LOGRA DESACTIVAR EN 90 SEGUNDOS | PROBAR EL PROGRAMA 15 VECES | 5 | 90 | | MARCELO MARZO 07 | |
| | | | | 7 R | RESET DF1 MICROCONTROLADOR DEBIDO A UN ALTO CONSUMO EN LOS MOTORES | 4 | SEPARAR ALIMENTACIONES DE LÓGICA Y POTENCIA | FRENAR AL ROBOT PARA PROBAR SI EL CONSUMO MÁXIMO RESETEA AL MICROCONTROLADOR | 7 | 196 | PROBAR EL CONSUMO MEDIO Y MÁXIMO DEL ROBOT EN EL CAMPO DE JUEGO FRENÁNDOL | MARCELO MARZO 07 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------|-----|--|---|---|--|--------------------------------------|------------------|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 13 PARAR CUANDO SE PULSA LA SETA | NO PARA AL PULSAR LA SETA | FUNCIONAMIENTO CONTINUO | 7 R | FALLO ELÉCTRICO | 2 | REALIZAR UN ADECUADO CIRCUITO ELÉCTRICO | ARRANCANDO EL ROBOT Y PULSANDO 15 VECES | 2 28 | RUBÉN MARZO 07 | | | | |
| 14 DETECTOR CHOCUES CONTRA EL OPONENTE MEDIANTE LOS BUMPERS | NO DETECTA CHOQUES CONTRA EL OPONENTE | DESPLAZA AL OPONENTE | 7 R | MAL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE LOS BUMPERS | 4 | REALIZAR UN BUEN DISEÑO HARDWARE | MOVER AL ROBOT POR EL CAMPO DE JUEGO PARA VER SI DETECTA CHOQUES O NO | 3 84 | DIEGO MARZO 07 | | | | |
| 15 DETECTOR AL OPONENTE | NO DETECTA AL OPONENTE | CHOQUE CONTRA EL OPONENTE | 7 R | BALIZAS MAL CONFIGURADAS | 3 | REALIZAR UNA MAQUINA DE ESTADOS QUE ESTÉ CONSTANTEMENTE SONDEANDO LOS BUMPERS | REALIZAS DEPURACIÓN ACTIVANDO LOS BUMPERS, Y OBSERVAR LAS VARIABLES GLOBALES | 3 105 | MARCELO MARZO 07 | | | | |
| CARACTERISTICAS: S : Seguridad R : Reglamentacion F : Funcional | | | | | | | | NPR > 100 TOMAR ACCIONES PREVENTIVAS | | | | | |

| Nº | FUNCIÓN | NIVEL DE IMPORTANCIA 1 = MAX - 8 = MIN | MECANISMO | SUBFUNCIONES |
|----|--|---|---|---|
| 1 | RECOGER MATERIALES PARA SEPARARLOS EN LAS DISTINTAS CESTAS | 1 | RECICLADO DE MATERIALES | 2-3-4-5-6-7-8 |
| 2 | SOPORTAR GOLPES A VELOCIDAD MÁXIMA (0,5 m/s) | 2 | ESTRUCTURA DEL ROBOT | MECANISMOS INTERNOS Y EXTERNOS |
| 3 | SER CAPAZ DE MOVER AL ROBOT CON UNA VELOCIDAD DE 0,5m/s | 2 | SISTEMA DE TRACCIÓN | MOVIMIENTO DEL ROBOT |
| 4 | DETECTAR MATERIALES POR COLORES Y TAMAÑO | 3 | SISTEMA DE DETECCIÓN DE MATERIALES | MECANISMOS DE PALA CENTRAL, DESPLAZAMIENTO, SISTEMA DE DETECCIÓN DE COLORES |
| 5 | ALINEAR LATAS Y BOTELLAS PARA PODER SUBIRLAS CON LA PALA | 5 | SISTEMA DE ALINEAMIENTO DE BOTELLAS | SISTEMA DE SERVOMOTORES DE ALINEAMIENTO |
| 6 | MOVER PALA PARA LEVANTAR LOS 3 TIPOS DE ELEMENTOS | 6 | SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES RECOGIDOS | MOTOR DE MOVIMIENTO DE PALA |
| 7 | CLASIFICAR LATAS Y BOTELLAS SEGÚN EL COLOR VERDE O AMARILLO | 7 | SISTEMA DE DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LATAS Y BOTELLAS | SISTEMA DE DETECCIÓN DE COLORES |
| 8 | CLASIFICAR PILAS SEGÚN SU TAMAÑO (35 mm) | 7 | SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE PILAS | SISTEMA DE TOBOGÁN TRASERO |
| 9 | DEPOSITAR LATAS EN CESTA PARA LATAS Y BOTELLAS ADECUADAMENTE | 8 | SISTEMA DE EXPULSIÓN DE LATAS Y BOTELLAS | SISTEMA DE POSICIONAMIENTO |
| 10 | DEPOSITAR NUESTRAS PILAS EN CESTA PARA PILAS | 8 | SISTEMA DE EXPULSIÓN DE PILAS | SISTEMA DE POSICIONAMIENTO |
| 11 | DEJAR CAER UNA LATA O BOTELLA POR VEZ | 8 | SISTEMA DE EXPULSIÓN DE LATAS Y BOTELLAS | SISTEMA DE TAPA DELANTERA |
| 12 | PARAR EN 90 SEGUNDOS | 3 | SISTEMA DE DETENCIÓN DEL ROBOT | SISTEMA DE CONTROL CENTRAL |
| 13 | PARAR CUANDO SE PULSA LA SETA | 3 | SISTEMA DE PARADO DE EMERGENCIA | SISTEMA DE CONTROL CENTRAL |
| 14 | DETECTAR CHOQUES CONTRA EL OPONENTE MEDIANTE LOS BUMPERS | 3 | SISTEMA DE DETECCIÓN DE CHOQUES Y POSICIONAMIENTO FORZADO | SISTEMA DE BUMPERS |
| 15 | DETECTAR AL OPONENTE | 3 | SISTEMA DE DETECCIÓN DEL OPONENTE | SISTEMA DE BALIZAS |

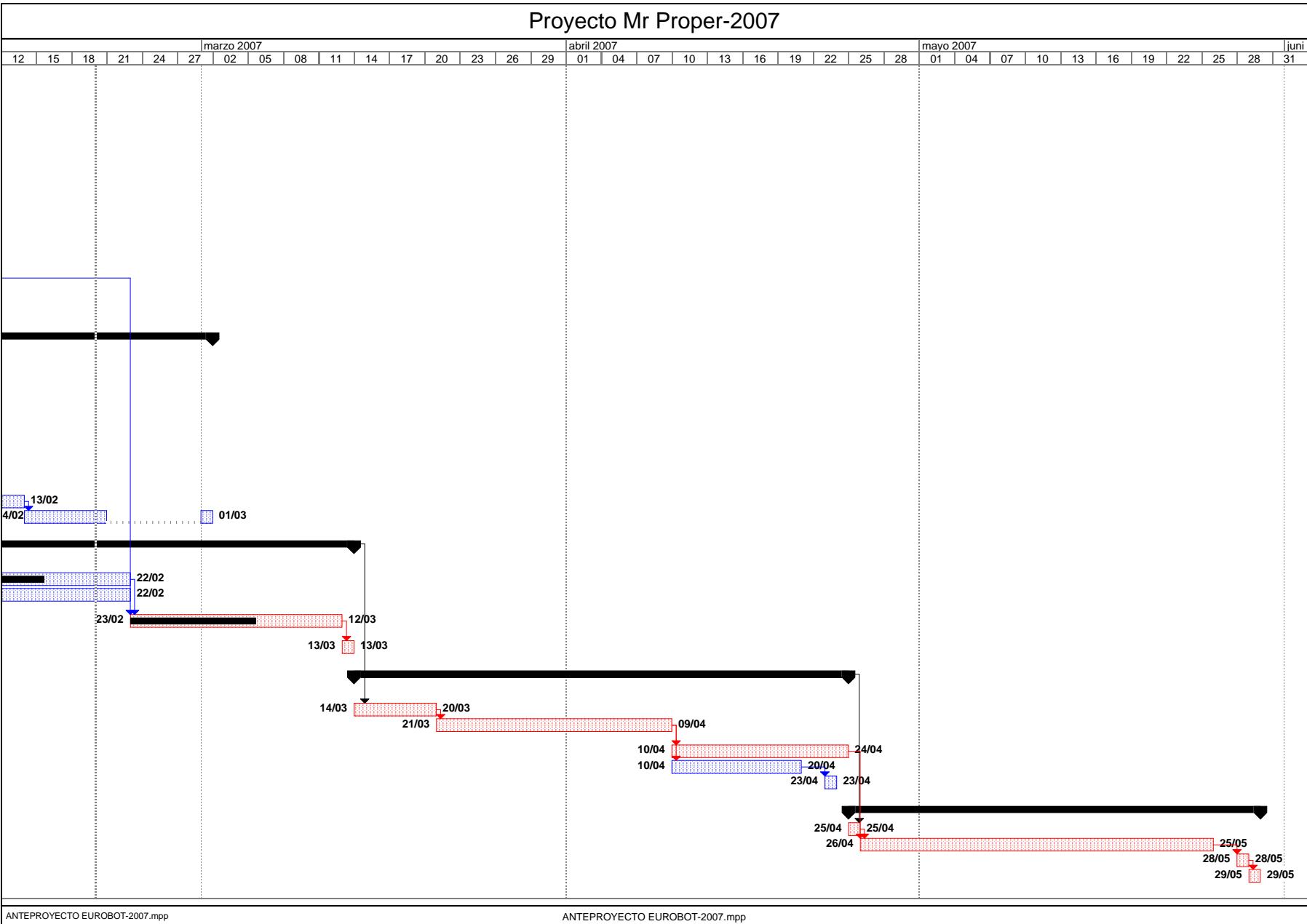
Proyecto Mr Proper-2007



ANTEPROYECTO EUROBOT-2007.mpp

ANTEPROYECTO EUROBOT-2007.mpp

Proyecto Mr Proper-2007



11.3. Presupuesto general del proyecto

1.0 Coste total Mano de Obra

| Descripción | Coste Hora | Horas | Total |
|--|------------|-------|-------------------|
| Ingeniero Mecánico para Diseño Catia 3D | 35,00 € | 50 | 1.750,00 € |
| Encargado Logística | 10,00 € | 20 | 200,00 € |
| Ingeniero técnico Mecánico para Montaje de los mecanismos externos | 10,00 € | 23 | 230,00 € |
| Ingeniero técnico Mecánico para Montaje de los mecanismos internos | 10,00 € | 17 | 170,00 € |
| Ingeniero técnico electrónico para Cableado de electrónica robot | 10,00 € | 8 | 80,00 € |
| Ingeniero Electrónico para Programación configuraciones de placas | 27,00 € | 30 | 810,00 € |
| Ingeniero Electrónico Programación de la inteligencia del robot | 27,00 € | 40 | 1.080,00 € |
| Secretaría para Documentación | 11,00 € | 12 | 132,00 € |
| Total | | | 4.452,00 € |

1.1 Coste total de equipos.

| Equipo | Precio | Duración | Uso | Total |
|--|------------|----------|---------|-------------------|
| Ordenador Portatil Intel Centrino Core Duo 1.73GHz 2048 Mb | 1.000,00 € | 3 años | 1 año | 333,33 € |
| Ordenador Portatil 4 Intel Centrino 1.6GHz 512Mb | 860,00 € | 3 años | 1 año | 286,67 € |
| Ordenador Portatil 4 Intel P4 2GHz 512Mb | 560,00 € | 3 años | 1 año | 186,67 € |
| Impresora HP Deskjet 930c | 150,00 € | 5 años | 1 año | 30,00 € |
| Osciloscopio Digital 2 canales | 3.995,00 € | 5 años | 1 año | 799,00 € |
| Fuente de alimentación | 179,50 € | 5 años | 1 año | 35,90 € |
| Polímetro | 42,00 € | 5 años | 1 año | 8,40 € |
| Cable USB a Puerto Serie | 17,00 € | 5 años | 6 meses | 1,70 € |
| MPLAB ICD 2 | 124,86 € | 3 años | 1 año | 41,62 € |
| Soldador 11W | 21,00 € | 3 años | 1 año | 7,00 € |
| Crimpadora de cables | 230,00 € | 5 años | 6 meses | 23,00 € |
| Total | | | | 1.753,29 € |

1.2 Coste del software.

| Programa | Precio | Duración | Uso | Subtotal |
|---------------------------------|------------|----------|---------|-------------------|
| MPLAB C30 Compiller | - € | 4 años | 1 año | - € |
| Catia V5R9 | 9.900,00 € | 4 años | 6 meses | 1.237,50 € |
| Microsoft Windows XP Home | - € | 5 años | 6 meses | - € |
| 3 Licencias Microsoft Office XP | 720,00 € | 5 años | 6 meses | 72,00 € |
| Total | | | | 1.309,50 € |

1.3 Coste del Material

| Sección | Descripción | Cantidad | Precio Unit. | Precio Total |
|--------------|--------------------------------------|----------|--------------|-------------------|
| | Tarjetas de Alimentación | 1 | 30,00 € | 30,00 € |
| | Tarjeta de control Central AlcaDSPIC | 1 | 55,00 € | 55,00 € |
| | Tarjeta Puente en H AlcaDRIVER | 1 | 57,00 € | 57,00 € |
| | Tarjeta Puente en H motor pala | 1 | 35,00 € | 35,00 € |
| | Balizas AlcaCNY | 4 | 35,00 € | 140,00 € |
| | Corona baliza central | 1 | 70,00 € | 70,00 € |
| | Tarjeta análisis datos balizas | 1 | 65,00 € | 65,00 € |
| 1.3.1 | Sensores de entorno | 1 | 183,10 € | 183,10 € |
| 1.3.2 | Mecánica de Estructura y Mecanismos | 1 | 580,91 € | 580,91 € |
| 1.3.3 | Electrónica diversa | 1 | 108,90 € | 108,90 € |
| 1.3.4 | Cargador de Baterías | 1 | 31,00 € | 31,00 € |
| Total | | | | 1.355,91 € |

1.3.1 Resumen de Sensores de entorno

| Materiales | Cantidad | Precio Unit. | Subtotal |
|------------------------------|----------|--------------|-----------------|
| Emisor LED infrarrojo | 9 | 0,45 € | 4,05 € |
| Receptor LED infrarrojo | 9 | 0,45 € | 4,05 € |
| Tarjeta CMU-CAM | 1 | 140,00 € | 140,00 € |
| GP2D-120 | 4 | 7,00 € | 28,00 € |
| Bumpers | 4 | 0,45 € | 1,80 € |
| Micro interruptores | 16 | 0,10 € | 1,60 € |
| Conector micro-interruptores | 12 | 0,30 € | 3,60 € |
| Total | | | 183,10 € |

1.3.2 Resumen de Mecanica de Estructura y Mecanismos

1.3.2.1 Detalle de la Mecánica de la Estructura

| Materiales | Cantidad | Precio Unit. | Subtotal |
|---|----------|--------------|-----------------|
| Meta-crílato (5mm x 1m x 1m) | 3 | 27,00 € | 81,00 € |
| Perfiles aluminio: | | | |
| Perfil circular hueco (diam 5 mm x 1m) | 1 | 4,00 € | 4,00 € |
| Perfil circular hueco (diam 6 mm x 1m) | 4 | 4,00 € | 16,00 € |
| Perfil circular hueco (diam 8 mm x 1m) | 1 | 4,00 € | 4,00 € |
| Perfil cuadrado hueco (15 mm x 15 mm x 1m) | 1 | 6,00 € | 6,00 € |
| Tornilleria M3, M4, M6 | 1 | 12,00 € | 12,00 € |
| Acetato | 4 | 0,15 € | 0,60 € |
| Separadores para circuito impreso en plástico | 20 | 0,15 € | 3,00 € |
| Tornillo para circuito impreso en plástico | 40 | 0,05 € | 2,00 € |
| Cierre Rápido | 3 | 0,75 € | 2,25 € |
| Escuadra Mediana | 20 | 0,45 € | 9,00 € |
| Escuadra Grande | 4 | 0,60 € | 2,40 € |
| Escuadra sujeción motores en duro Aluminio | 1 | 15,00 € | 15,00 € |
| Varilla roscada 3 mm | 1 | 1,00 € | 1,00 € |
| Varilla roscada 4 mm | 5 | 1,00 € | 5,00 € |
| Varilla roscada 6 mm | 1 | 1,00 € | 1,00 € |
| Polea Dentada (Diam. 45 mm) | 1 | 2,00 € | 2,00 € |
| Polea Dentada (Diam. 20 mm) | 1 | 2,00 € | 2,00 € |
| Correa Dentada (500 2,5M 15) | 1 | 2,00 € | 2,00 € |
| Soporte rodamiento | 2 | 1,28 € | 2,56 € |
| Rodamientos (Diametro: 5 mm) | 2 | 1,00 € | 2,00 € |
| Soporte Rueda transportadora | 2 | 2,50 € | 5,00 € |
| Rueda transportadora (Diametro: 21 mm) | 2 | 6,50 € | 13,00 € |
| Rueda (Diametro: 70 mm) | 2 | 4,65 € | 9,30 € |
| Junta tórica | 6 | 3,65 € | 21,90 € |
| Motor Paso a Paso Step-Syn 103H71024-1041 | 3 | 15,00 € | 45,00 € |
| Total | | | 269,01 € |

| Fabricación | Cantidad | Precio Unit. | Subtotal |
|---------------------|----------|--------------|----------------|
| Fabricacion por CNC | 1 | 90,00 € | 90,00 € |
| Total | | | 90,00 € |

1.3.2.2 Detalle de Mecanismos internos

| Materiales | Cantidad | Precio Unit. | Precio Total |
|---|----------|--------------|-----------------|
| Meta-crilato (5mm x 1m x 1m) | 1 | 27,00 € | 27,00 € |
| Perfiles aluminio: | | | |
| Perfil circular hueco (diam 8 mm x 1m) | 2 | 5,00 € | 10,00 € |
| Perfil cuadrado macizo (10 mm x 10 mm x 1m) | 1 | 6,00 € | 6,00 € |
| Tornilleria varia M3, M4, M5 | 1 | 20,00 € | 20,00 € |
| Varilla roscada 5 mm | 1 | 1,00 € | 1,00 € |
| Varilla roscada 3 mm | 1 | 1,00 € | 1,00 € |
| Escuadras pequeñas | 12 | 0,15 € | 1,80 € |
| Bisagra | 2 | 0,55 € | 1,10 € |
| PCB perforado | 10 | 1,00 € | 10,00 € |
| Chapa Aluminio 20x2x1000 | 2 | 3,00 € | 6,00 € |
| Chapa Galvanizada 0,6 | 1 | 4,00 € | 4,00 € |
| Tubo chapa galvanizada (Díametro 230 mm) | 1 | 11,00 € | 11,00 € |
| Chapa Acero 20x3x1000 | 1 | 3,00 € | 3,00 € |
| Acoplamiento Servo | 4 | 2,00 € | 8,00 € |
| Servo-motor Futaba S3003 | 4 | 10,00 € | 40,00 € |
| Micro Servo-motor Futaba S3110 | | | |
| Motor con Reductora | 1 | 15,00 € | 15,00 € |
| Total | | | 164,90 € |

| Fabricación | Cantidad | Precio Unit. | Subtotal |
|---------------------|----------|--------------|----------------|
| Fabricación por CNC | 1 | 57,00 € | 57,00 € |
| Total | | | 57,00 € |

1.3.3 Resumen del Electronica diversa

| Materiales | Cantidad | Precio Unit. | Precio Total |
|------------------------------|----------|--------------|-----------------|
| Conectores | 60 | 0,50 € | 30,00 € |
| Cableado general | 50 | 0,35 € | 17,50 € |
| Cable Plano | 10 | 0,35 € | 3,50 € |
| Conectores varios | 75 | 0,24 € | 18,00 € |
| Bateria de Plomo 12v 3,5 A/h | 2 | 18,00 € | 36,00 € |
| Bateria Renergy | 10 | 2,75 € | 27,50 € |
| Porta Pilas AA | 2 | 0,45 € | 0,90 € |
| Led Blanco | 8 | 0,25 € | 2,00 € |
| Seta de Emergencia | 1 | 3,50 € | 3,50 € |
| Total | | | 108,90 € |

1.3.4 Resumen del Cargador de Baterías

Detalle del Cargador de Baterías

| Materiales | Cantidad | Precio Unit. | Precio Total |
|--------------------------------------|----------|--------------|----------------|
| Cargador Pilas AA Renergy | 1 | 11,00 € | 11,00 € |
| Cargador Baterías de plomo 12v 3,5 A | 1 | 20,00 € | 20,00 € |
| Total | | | 31,00 € |

1.4 Presupuesto de ejecución material

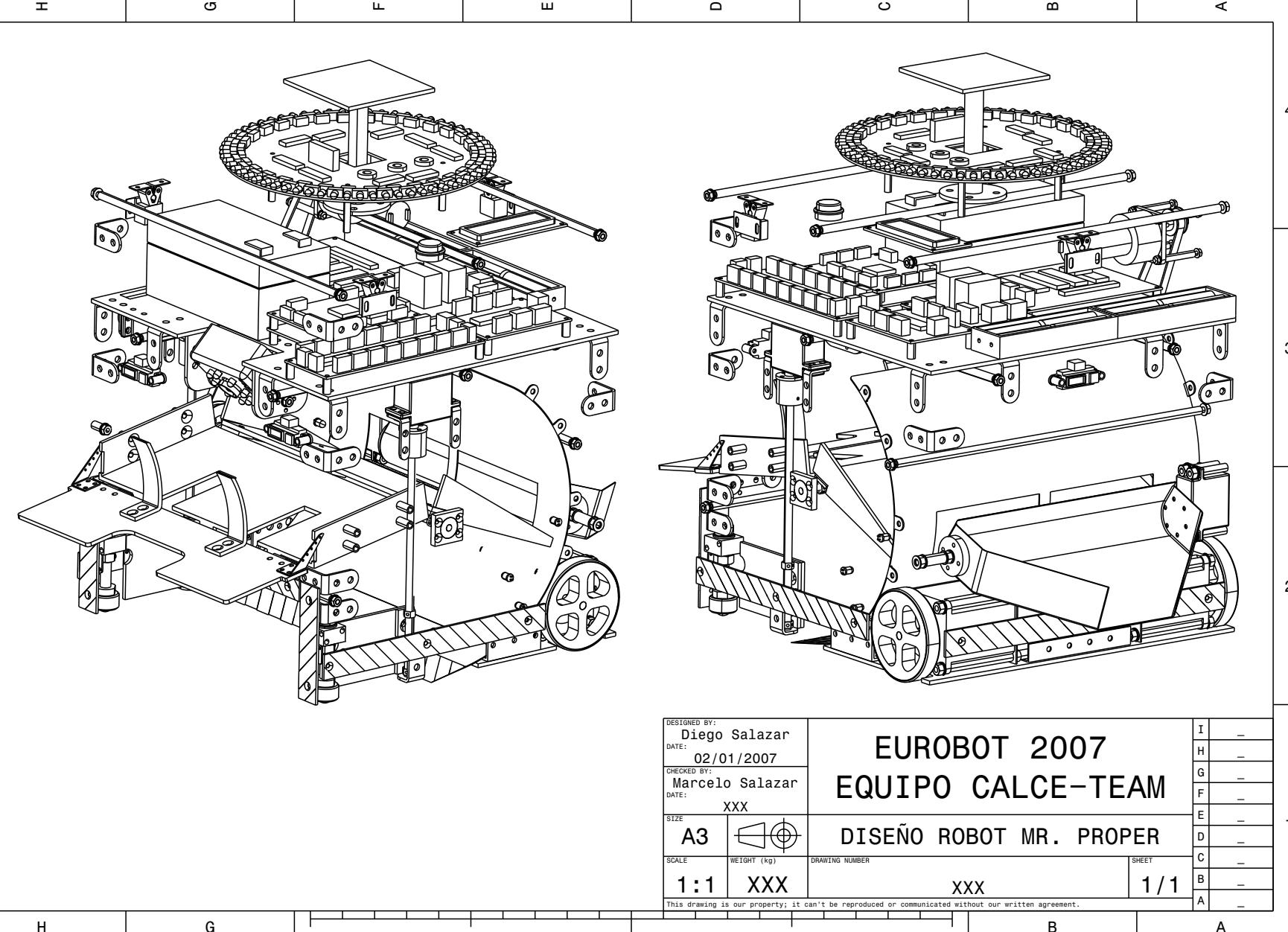
| | |
|------------------------|-------------------------|
| Coste Mano de Obra | 4.452,00 € |
| Coste total de equipos | 1.753,29 € |
| Coste del software | 1.309,50 € |
| Coste total material | 1.355,91 € |
| <hr/> TOTAL | <hr/> 8.870,70 € |

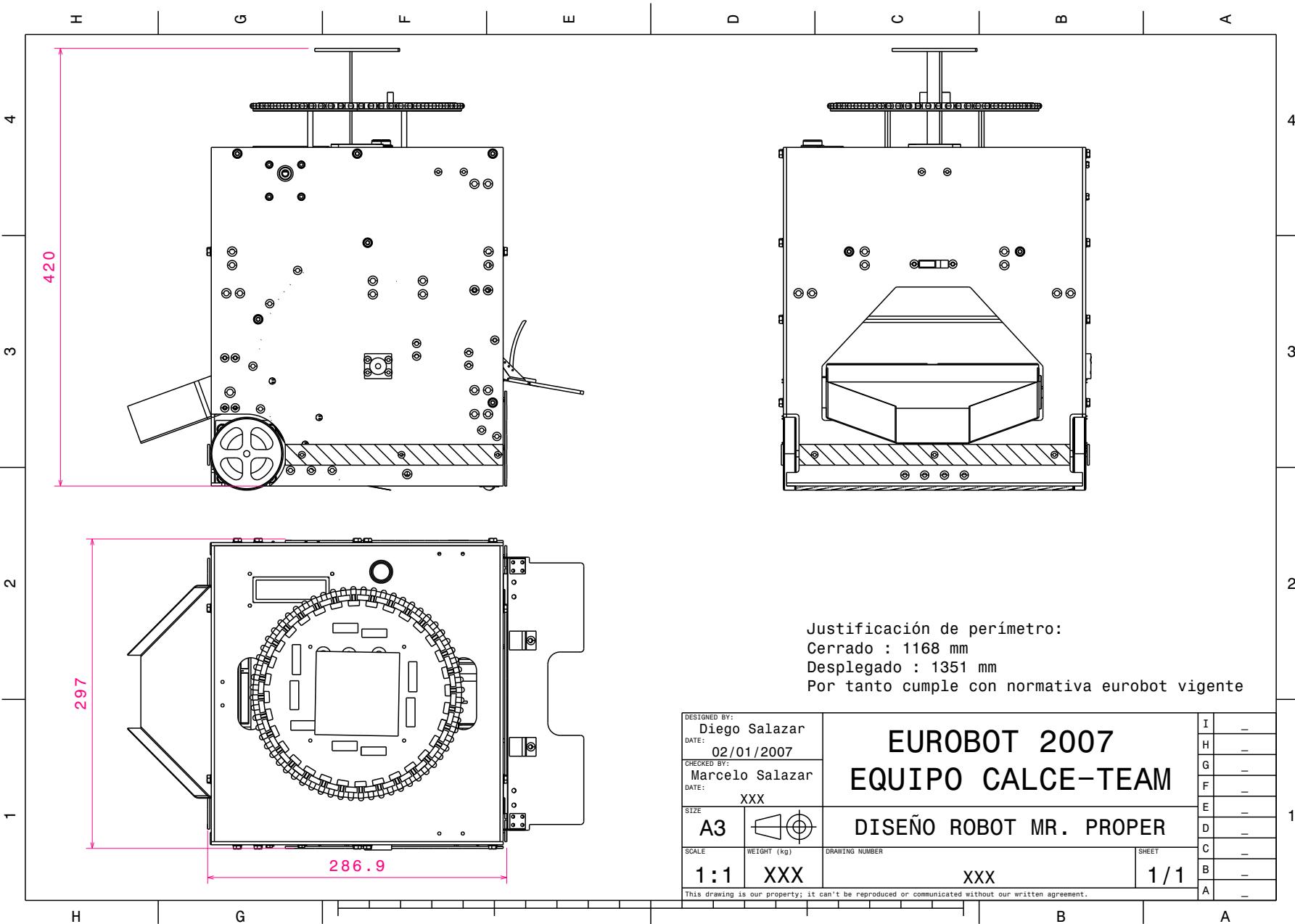
Referencias

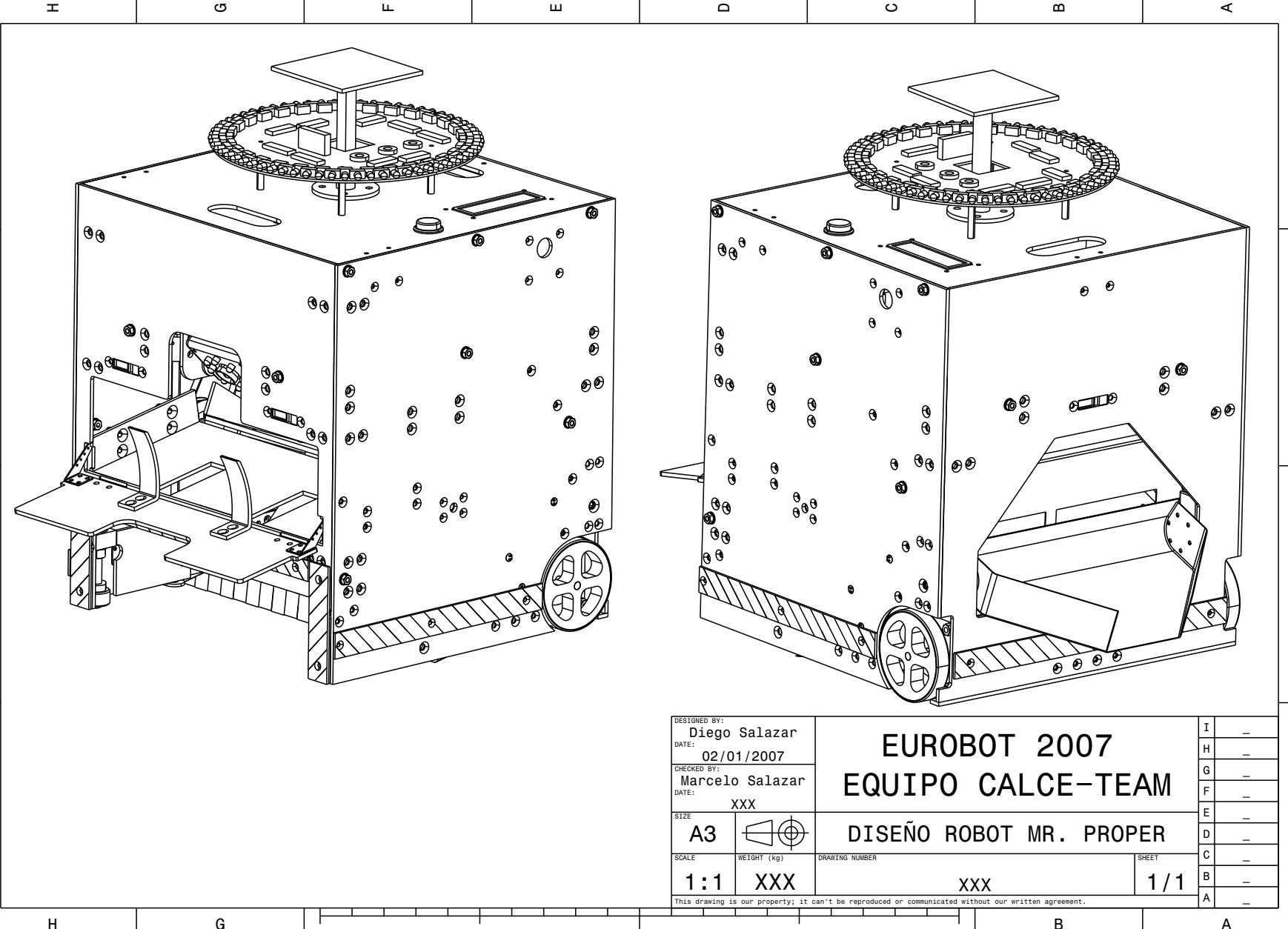
- [1] Página web del departamento de electrónica
www.depeca.uah.es 5
- [2] Página web de la universidad de Alcalá de Henares
www.uah.es 5
- [3] Página web oficial de Eurobot
www.eurobot.org
5
- [4] Trabajo de fin de Carrera de Marcelo Rafael Salazar Arcucci 2006, “Caponata, un robot que juega al golf, control de movimiento” 10
- [5] Página web en la que se puede encontrar la hoja de datos del motor STEP-SYN 103H7124-0740
http://sanyodb.colle.co.jp/stepping_e/two/pdf/2step_e_079-086.pdf 11
- [6] Página web del kit Speed runner utilizado en nuestro robot, las características tanto librerías de funciones, característica de placas como de sus componentes han sido copiadas total y/o parcialmente de los documentos originales contenidos en dicha página.
<http://www.depeca.uah.es/alcabot/campusparty2006/> 15, 16, 17
- [7] Página web en la que podemos encontrar las hojas de datos del componente LM117
www.national.com/ds/LM/LM117.pdf
20
- [8] Documento redactado por Julio Pastor y Javier Baliñas, en el que se muestran las especificaciones del sistema de posicionamiento.
<http://www.depeca.uah.es/docencia/LibreEleccion/IDMRM/repositorio/SistemaBalizasElectrococo.pdf> 18
- [9] Trabajo de fin de Carrera de Javier Baliñas Santos 2006, Sistema de posicionamiento basado en triangulación y trilateración. 18
- [10] Documento redactado por Manuel Bestratén Belloví y Rosa M^a Orriols Ramos en la que se muestra como realizar un diagrama AMFE
http://www.mtas.es//insht/ntp/ntp_679.htm 30

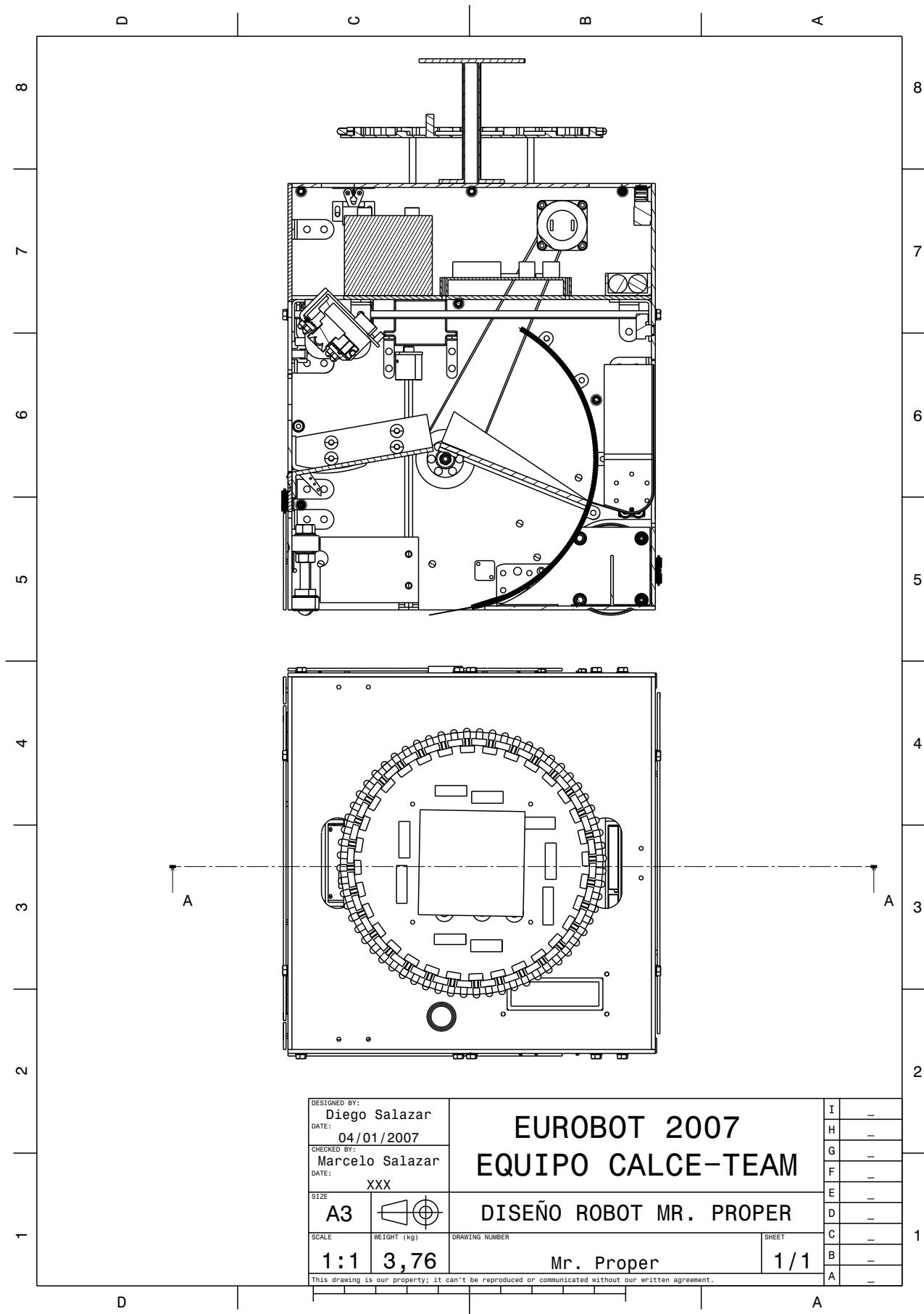
Parte I

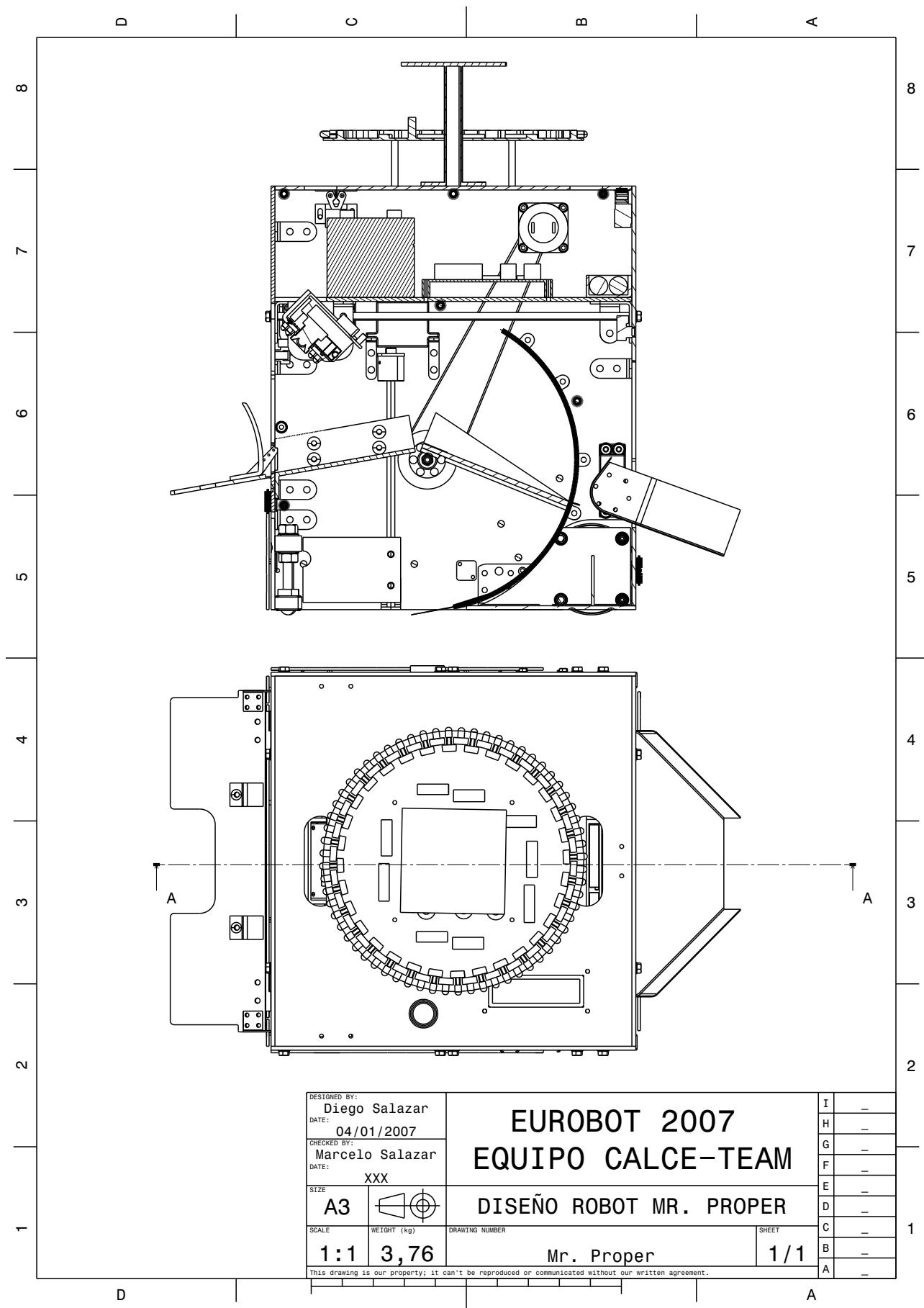
Planos diseño mecánico Catia





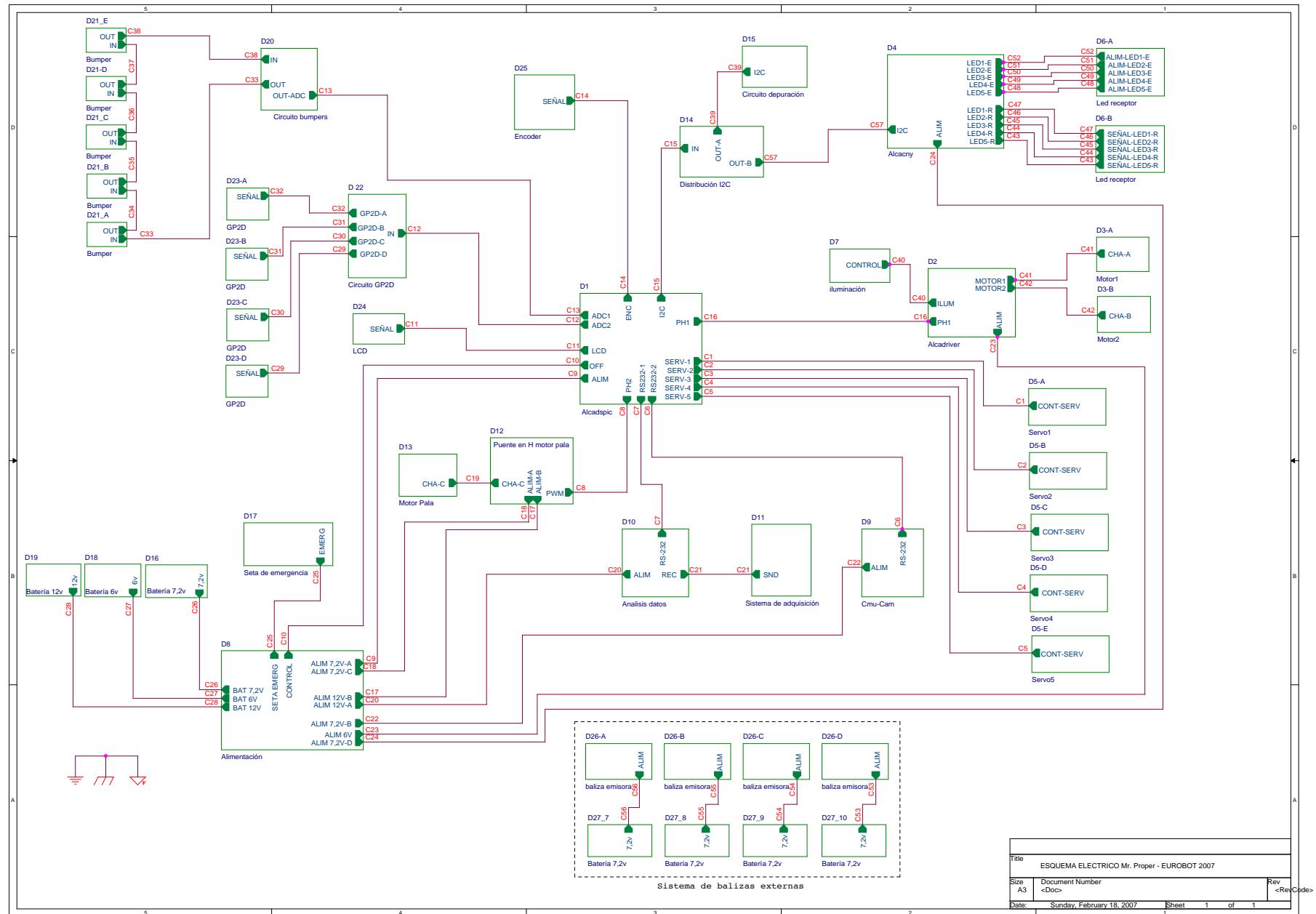






Parte II
Planos diseño eléctrico Orcad

Projecto EUROBOT 2007



JUSTIFICACIÓN DEL CABLEADO ELECTRICO - MR PROPER - EUROBOT 2007

| C1, C2, C3, C4, C5 | | | | SECCIÓN 3 x 0,5 mm2 |
|--------------------------------------|------------------|-------|------------------|------------------------------|
| ALCADSPIC (J5, J7, J8, J9, J12, J13) | | SERVO | | SECCIÓN 3 x 0,5 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | MASA | 1 | MASA | |
| 2 | TENSIÓN | 2 | TENSIÓN | |
| 3 | SEÑAL DE CONTROL | 3 | SEÑAL DE CONTROL | |

| C6 | | | | SECCIÓN 3 x 0,75 mm2 |
|-----------------|---------|---------|---------|-------------------------------|
| ALCADSPIC (J20) | | CMU-CAM | | SECCIÓN 3 x 0,75 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | MASA | GND | MASA | |
| 2 | RECIBIR | TX | ENVIAR | |
| 3 | ENVIAR | RX | RECIBIR | |

| C7 | | | | SECCIÓN 3 x 0,75 mm2 |
|-----------------|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------|
| ALCADSPIC (J19) | | SISTEMA DE ANALISIS DE DATOS CORONA | | SECCIÓN 3 x 0,75 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | MASA | GND | MASA | |
| 2 | RECIBIR | TX | ENVIAR | |
| 3 | ENVIAR | RX | RECIBIR | |

| C8 | | | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|-----------------|---------|------------------------|---------|----------------------|
| ALCADSPIC (J13) | | PUENTE EN H MOTOR PALA | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 3 | PWM | 1 | PWM | |
| 6 | SENTIDO | 2 | SENTIDO | |

| C9 | | | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|--------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|
| ALIMENTACION | | ALCADSPIC (J3) | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC 7,2 V | 2 | VCC 7,2 V | |

| C10 | | | | SECCIÓN 2 x 0,5 mm2 |
|-----------------|---------|--------------|---------|---------------------------|
| ALCADSPIC (J18) | | ALIMENTACION | | SECCIÓN 2 x 0,5 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | CORTE-1 | GND | |
| 2 | RDO | CORTE-2 | CORTE | |

| C11 | | | | SECCIÓN 14 x 0,5 mm2 |
|-----------------|---------|-----|---------|-------------------------------|
| ALCADSPIC (J14) | | LCD | | SECCIÓN 14 x 0,5 mm2 |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | SECCIÓN 14 x 0,5 mm2 |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |
| 3 | VLCD | 3 | VLCD | |
| 4 | LCD-RS | 4 | LCD-RS | |
| 5 | GND | 5 | GND | |
| 6 | LCD-E | 6 | LCD-E | |
| 7 | DAT0 | 7 | DAT0 | |
| 8 | DAT1 | 8 | DAT1 | |
| 9 | DAT2 | 9 | DAT2 | |
| 10 | DAT3 | 10 | DAT3 | |
| 11 | DAT4 | 11 | DAT4 | |

| | | | |
|----|----------|----|----------|
| 12 | DAT5 | 12 | DAT5 |
| 13 | DAT6 | 13 | DAT6 |
| 14 | DAT7/SS1 | 14 | DAT7/SS1 |

| C12 | | | | |
|-------------------------|---------|---------------|---------|-------------------------------|
| ALCADSPIC (J18, J6, J2) | | CIRCUITO GP2D | | 7 0,5 mm ² x |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| J6 - 1 | GND | 1 | GND | |
| J6 - 2 | VCC | 2 | VCC | |
| J6 - 3 | SEÑAL 1 | 3 | SEÑAL 1 | |
| J6 - 4 | SEÑAL 2 | 4 | SEÑAL 2 | |
| J18 - 3 | SEÑAL 3 | 5 | SEÑAL 3 | |
| J18 - 4 | SEÑAL 4 | 6 | SEÑAL 4 | |
| J2 - 6 | SEÑAL 5 | 7 | SEÑAL 5 | |

| C13 | | | | |
|----------------|---------|------------------|---------|--------------------------------|
| ALCADSPIC (J2) | | CIRCUITO BUMPERS | | 3 0,75 mm ² x |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |
| 6 | SEÑAL 1 | 3 | SEÑAL 1 | |

| C14 | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|--------------------------------|
| ALCADSPIC (J2) | | ENCODER | | 4 0,75 mm ² x |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| J2 - 1 | GND | 1 | GND | |
| J2 - 2 | VCC | 3 | CHA | |
| J2 - 4 | CHB | 4 | VCC | |
| J2 - 5 | CHA | 5 | CHB | |

| C15 | | | | |
|-----------------|---------|------------------|---------|--------------------------------|
| ALCADSPIC (J24) | | DISTRIBUCION I2C | | 3 0,75 mm ² x |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | SCL | 2 | SCL | |
| 3 | SDA | 3 | SDA | |

| C16 | | | | |
|----------------|---------|-----------------|---------|---------------------------------|
| ALCADSPIC (J1) | | ALCADRIVER (J2) | | 24 0,75 mm ² x |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | AUX_1 | 1 | AUX_1 | |
| 2 | GND | 2 | GND | |
| 3 | AUX_2 | 3 | AUX_2 | |
| 4 | AUX_3 | 4 | AUX_3 | |
| 5 | GND | 5 | GND | |
| 6 | AUX_4 | 6 | AUX_4 | |
| 7 | PWM_1 | 7 | PWM_1 | |
| 8 | GND | 8 | GND | |
| 9 | PWM_2 | 9 | PWM_2 | |
| 10 | PWM_3 | 10 | PWM_3 | |
| 11 | GND | 11 | GND | |
| 12 | PWM_4 | 12 | PWM_4 | |
| 13 | PWM_5 | 13 | PWM_5 | |
| 14 | GND | 14 | GND | |
| 15 | PWM_6 | 15 | PWM_6 | |
| 16 | PWM_7 | 16 | PWM_7 | |
| 17 | GND | 17 | GND | |

| | | | |
|----|---------|----|---------|
| 18 | PWM_8 | 18 | PWM_8 |
| 19 | SENSE_1 | 19 | SENSE_1 |
| 20 | GND | 20 | GND |
| 21 | SENSE_2 | 21 | SENSE_2 |
| 22 | SENSE_3 | 22 | SENSE_3 |
| 23 | GND | 23 | GND |
| 24 | SENSE_5 | 24 | SENSE_5 |

C17

| ALIMENTACION | | PUENTE EN H MOTOR PALA | | SECCIÓN |
|--------------|---------|------------------------|---------|---------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C18

| ALIMENTACIÓN | | PUENTE EN H MOTOR PALA | | SECCIÓN |
|--------------|---------|------------------------|---------|---------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C19

| ALIMENTACION | | MOTOR PALA | | SECCIÓN |
|--------------|---------|------------|---------|---------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C20

| ALIMENTACION | | SISTEMA DE ANALISIS DE DATOS CORONA | | SECCIÓN |
|--------------|---------|-------------------------------------|---------|---------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C21

| ANALISIS DATOS | | SAD (SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS) | | SECCIÓN 16 x 0,5 mm2 |
|----------------|--------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | PREVIO-OUT | 1 | PREVIO-OUT | |
| 2 | A0 | 2 | A0 | |
| 3 | VCC | 3 | VCC | |
| 4 | A1 | 4 | A1 | |
| 5 | AGND | 5 | AGND | |
| 6 | A2 | 6 | A2 | |
| 7 | -VCC | 7 | -VCC | |
| 8 | A3 | 8 | A3 | |
| 9 | NO-CONNECTED | 9 | NO-CONNECTED | |
| 10 | A4 | 10 | A4 | |
| 11 | 5V | 11 | 5V | |
| 12 | A5 | 12 | A5 | |
| 13 | DGND | 13 | DGND | |
| 14 | DGND | 14 | DGND | |
| 15 | NO-CONNECTED | 15 | NO-CONNECTED | |
| 16 | DGND | 16 | DGND | |

C22

| ALIMENTACION | | CMU-CAM | | SECCIÓN |
|--------------|---------|---------|---------|----------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | 2 x 0,75 |

| | | | | |
|---|-----|---|-----|-----|
| 2 | VCC | 2 | VCC | mm2 |
|---|-----|---|-----|-----|

C23

| ALIMENTACION | | ALCADRIVER (J1) | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|--------------|---------|-----------------|---------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C24

| ALIMENTACION | | ALCACNY(J10) | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|--------------|---------|--------------|---------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C25

| ALIMENTACION | | SETA DE EMERGENCIA | | SECCIÓN 2 x 0,75 mm2 |
|--------------|---------|--------------------|---------|----------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | SETA 1 | 1 | SETA 1 | |
| 2 | SETA 2 | 2 | SETA 2 | |

C26

| BATERIA 7,2V | | ALIMENTACION | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|--------------|---------|--------------|---------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C27

| BATERIA 6V | | ALIMENTACION | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|------------|---------|--------------|---------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C28

| BATERIA 12V | | ALIMENTACION | | SECCIÓN 2 x 1 mm2 |
|-------------|---------|--------------|---------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C29, C30, C31, C32

| CIRCUITO GP2D | | SENSOR GP2D | | SECCIÓN 3 x 0,5 mm2 |
|---------------|---------|-------------|---------|---------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | SEÑAL | 1 | SEÑAL | |
| 2 | GND | 2 | GND | |
| 3 | VCC | 3 | VCC | |

C33, C34, C35, C36, C37, C38

| CIRCUITO BUMPERS | | BUMPER | | SECCIÓN |
|------------------|---------|--------|---------|---------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |

| | | | | |
|---|-------|---|-------|--------------|
| 1 | LINEA | 1 | LINEA | 1 X 0,75 mm2 |
|---|-------|---|-------|--------------|

C39

| DISTRIBUCION I2C | | CIRCUITO DE DEPURACION | | SECCIÓN 3 x 0,75 mm2 |
|------------------|---------|------------------------|---------|-------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | SCL | 2 | SCL | |
| 3 | SDA | 3 | SDA | |

C40

| ALCADRIVER (J4) | | CIRCUITO DE ILUMINACION | | SECCIÓN 2 x 0,75 mm2 |
|-----------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 2 | OUT1 | 1 | IN1 | |
| 6 | GND | 2 | GND | |

C41

| ALCADRIVER (J5, J6) | | MOTOR PASO A PASO 1 | | SECCIÓN 4 x 1 mm2 |
|---------------------|---------|---------------------|----------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| J5 - 1 | OUT1 | 1 | FASE 1-A | |
| J5 - 2 | OUT2 | 2 | FASE 1-B | |
| J6 - 1 | OUT3 | 3 | FASE 2-A | |
| J6 - 2 | OUT4 | 4 | FASE 2-B | |

C42

| ALCADRIVER (J7, J8) | | MOTOR PASO A PASO 2 | | SECCIÓN 4 x 1 mm2 |
|---------------------|---------|---------------------|----------|----------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| J7 - 1 | OUT1 | 1 | FASE 1-A | |
| J7 - 2 | OUT2 | 2 | FASE 1-B | |
| J8 - 1 | OUT3 | 3 | FASE 2-A | |
| J8 - 2 | OUT4 | 4 | FASE 2-B | |

C43, C44, C45, C46, C47

| ALCACNY | | LED RECEPTOR INFRARROJO | | SECCIÓN 3 x 0,75 mm2 |
|---------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |
| 3 | SEÑAL | 3 | SEÑAL | |

C48, C49, C50, C51, C52

| ALCACNY | | LED EMISOR INFRARROJO | | SECCIÓN 2 x 0,75 mm2 |
|---------|---------|-----------------------|---------|-------------------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

C53, C54, C55, C56

| ALCACNY | | ALIMENTACIÓN BALIZA | | SECCIÓN |
|---------|---------|---------------------|---------|-----------------|
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | 2 x 0,75 mm2 |
| 2 | VCC | 2 | VCC | |

| C57 | | | | |
|------------------|---------|--------------|---------|-----------------|
| DISTRIBUCION I2C | | ALCACNY (J5) | | SECCIÓN |
| PIN | FUNCIÓN | PIN | FUNCIÓN | |
| 1 | GND | 1 | GND | 3 x 0,75 mm2 |
| 2 | SCL | 2 | SCL | |
| 3 | SDA | 3 | SDA | |