

NANOSUMOS E INSEPARABLES

MEMORIA

POR TOMÁS GARCÍA VÁZQUEZ Y EMILIO JOSÉ FERNÁNDEZ GARCÍA

TOMAS_GV@HOTMAIL.COM EMILIOJFG87@GMAIL.COM

654664719 – 622251253

MALAKABOT-XBOT

1. INTRODUCCIÓN

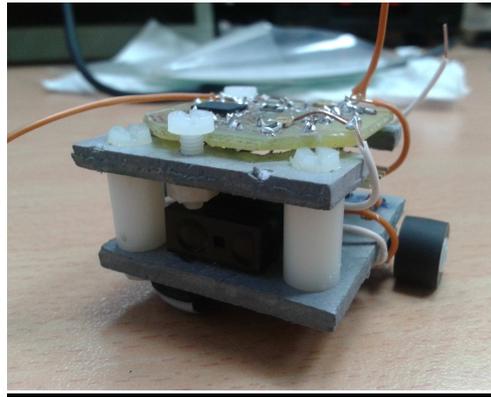
Somos alumnos del ciclo formativo de equipos electrónicos de consumo de grado medio, pero tenemos una gran afición hacia los robots llevándonos a realizar este proyecto, explotando lo mejor que podemos los recursos aprendidos en el ciclo formativo de electrónica, materiales, programación y métodos de fabricación de PCB.

La moda que hay actualmente con los mini sumos en competiciones de robots nos ha llevado a esta idea. Son esencialmente lo mismo, cumplen la función de detectar al enemigo e intentar sacarlo del tatami. Además aprovechando las PCB de estos se ha construido otros que como los famosos hex-bugs usan unas patitas que vibran para moverse.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es miniaturizar en medida de lo posible los robots. Para ello obligatoriamente necesitamos usar componentes SMD y placas a doble cara, además de baterías y motores con medidas mínimas.

- **Nanosumos:** Estos deberán desplazar al contrincante hasta sacarlo del tatami. El principal problema de estos es conseguir unos motores que además de ser de pequeñas dimensiones tengan la suficiente fuerza como para desplazar al contrincante. Además la alimentación juega también un papel fundamental, estas baterías deberá poder entregar energía suficiente para el consumo de los motores con un tamaño mínimo.



- **Inseparables:** Estos se siguen unos a otros con una ruta aleatoria. Conseguir los motores para el desarrollo de estos no es tan complicado como en los Nanosumos, ya que podemos conseguir estos motores en cualquier teléfono móvil. La complicación en estos se encuentra a la hora de controlarlos, debido a que las vibraciones se transmiten por el robot al completo.



3. DESARROLLO DE LA PCB

Lo primero que se llevo a cabo fue un diseño de la PCB con DesignSpark e impreso por el método del ácido. Esta placa para poder ser implementada al tamaño que deseamos tuvo que ser diseñada con componentes SMD. Muchos de estos componentes no se encontraban en la biblioteca de este software por lo que hubo que aprender a editarlos.

- Debido al diseño de tan poco calibre encontramos problemas para su impresión, llegando a descubrir con varias pruebas, que si calentábamos el revelador, este proceso se aceleraba drásticamente mejorando el proceso. Seguidamente al bañar la placa en el ácido esta se imprimió correctamente, quedando prácticamente sin desperfectos.



Con esta primera placa correcta comprobamos que todo fuera correcto, por lo que le programamos un programa básico de encender y apagar un LED.



- La siguiente placa se llevo a una máquina CNC. Esta es una Protomat S42 de la marca LPKF. Esta se controla a través del software BroadMaster que usa a su vez archivos tratados con el software CircuitCam. La web de esta empresa en España es: <http://www.lpkf.es/>

Esta mediante fresado va “comiendo” en una placa de cobre los contornos de las pistas, pads... dejando aislado el dibujo del circuito del resto de la placa de cobre. La placa se realiza en varios pasos, teniendo que cambiar de brocas.

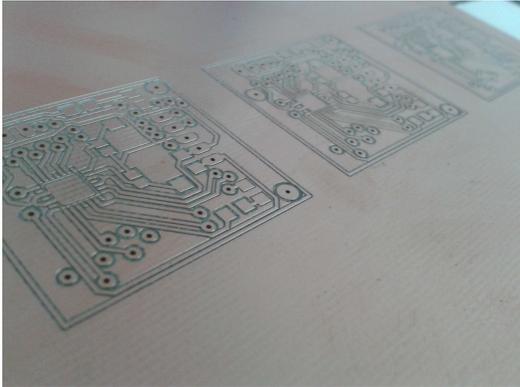


1. **Marking Drills.** Este marca y taladra los pads y agujeros para tornillos. En nuestro caso usamos la broca de 0.6mm verde.
2. **Milling Bottom y Milling Top.** Este es el proceso que dibuja las pistas con la broca de 0.2mm naranja.
3. **Contour Cutting.** Este corta los bordes de la placa, pudiendo elegir entre el exterior o interior del contorno, con la broca amarilla de 1mm.

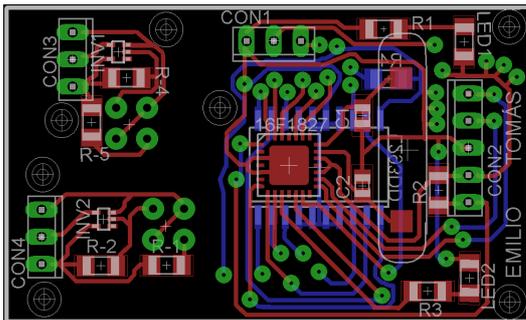


Con este proceso se consigue un resultado muy bueno, (para el apartado de

futuro proyecto: capa antisoldante) mejora los desperfectos del método del ácido como puede ser pistas comidas de más, efecto difuminado por una mala insolación... Además la máquina trae un juego de remache para los puentes de una cara a otra.



- Finalmente se llevo el diseño al software EAGLE debido a que queríamos llegar más lejos con la impresión de la PCB enviándolas a una fábrica de PCB, y esta nos recomendaba que generáramos los archivos Gerber con este software.



Aquí evidentemente los resultados conseguidos son sobresalientes, ya que lo único que queda después de realizar el diseño es soldar los componentes, siendo este proceso más fácil ya que la placa cuenta con sus máscaras

antisoldantes y quedando un resultado muy atractivo.



Finalmente se hace una pequeña comparación de los tres procesos usados para la fabricación de la PCB.

Proceso	Tiempo	Coste	Resultado
<i>Acido</i>	De 30 a 60 min.	Bajo	Bueno
<i>CNC</i>	De 30 a 60 min.	Muy Alto	Muy Bueno
<i>Fábrica</i>	De 4 a 20 días.	Bajo	Excelente

En la tabla se puede observar el mejor resultado en calidad-precio es pidiéndolo a fábrica pero con el inconveniente del tiempo de espera del pedido. Si no disponemos de tiempo el ácido nos ayudará a salir del paso, aunque si contamos con una CNC este será de mejor resultado.

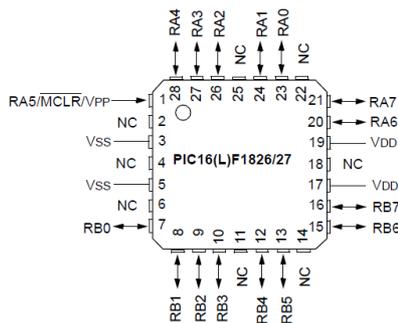
4. ELECTRÓNICA

Esta parte del proceso nos ha costado mucho tiempo, debido a que debíamos localizar los componentes SMD en distintas tiendas y comparar precios y tiempo de espera para recibir el pedido. Donde encontramos la mayoría de los componentes que necesitábamos es en la web de farnell <http://es.farnell.com/> y con un excelente tiempo de envío de componentes, llegando a recibir estos en menos de 24h en algunas ocasiones. Otros

suministrador fue (tienda donde compró Enrique).

A continuación se especifican los componentes principales del circuito:

- Como controlador elegimos el PIC 16F1827 de la marca Microchip debido a que contiene los pines justos para atender las necesidades de nuestros robots. Además este PIC cuenta con la tecnología nano Watt que para nuestro proyecto es muy importante, ya que la batería que usamos es de poca capacidad y necesitamos un consumo mínimo. Su encapsulado es QFN siendo su tamaño de 6x6cm y es compatible con el cargador de programa PICKIT 3.

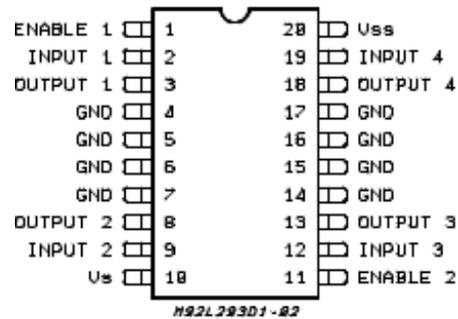


- Para controlar los motores usamos el IC L293DD. Este controla a los motores mediante unas órdenes recibidas desde el microcontrolador aplicadas a sus patillas.

Input	Enable	Output
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

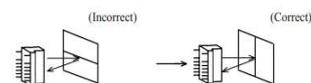
En la tabla se observa que si en su patilla input recibe un pulso alto a la vez que enable recibe un alto también su salida entra en estado alto. Si en su entrada

introducimos un pulso bajo y en su patilla un estado alto a su salida tendremos un estado bajo. Estos estados se pueden usar para hacer girar un motor en dos direcciones distintas. El otro estado de salida indica un estado de alta impedancia de salida, por lo tanto el motor quedaría libre.

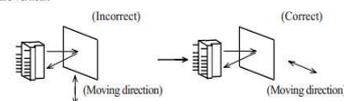


- Como sensores usamos los GP2Y0D810Z0F y los clásicos CNY 70. Ambos son sensores de infrarrojos, son detectores de proximidad. El primero es el que se encarga de detectar al contrincante cuando está a una distancia como máximo de 10cm. Este sensor muestra a su salida una señal digital a partir de una señal enviada por un diodo y recibida por un fotodetector. Al basarse en el principio de triangulación, el tipo de objetos, temperatura ambiente y otros factores no altera la medición de la distancia del objeto.

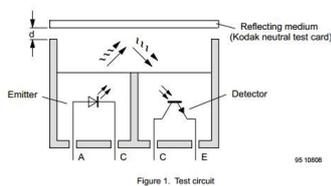
In case of changing the mounting angle of this product, it may measure the distance exactly.
 • In case that reflective object has boundary line which material or color etc. are excessively different, in order to decrease deviation of measuring distance, it shall be recommended to set the sensor that the direction of boun and the line between emitter center and detector center are in parallel.



• In order to decrease deviation of measuring distance by moving direction of the reflective object, it shall be recommended to set the sensor that the moving direction of the object and the line between emitter center and detector center are vertical.



Los CNY 70 en principio son parecidos a los anteriores, pero su uso es para distancia menores, por lo que se usa para mantener al robot dentro del tatami. Consta de un diodo emisor de luz y un fototransistor que cambia su tensión de salida según la cantidad de luz recibida de la emitida por el diodo emisor. Este ha de luz cambia según en el color que incida, aprovechando esta característica los bordes del tatami son pintados de color blanco y el interior de negro, así el robot sabrá cuando se sale.



- Por último estos son alimentados por unas pilas lithium-ion de 120mAh y 3.6v recargables y necesitan ser cargadas a 4.2v. Estas son de tipo botón y miden 2cm de diámetro.

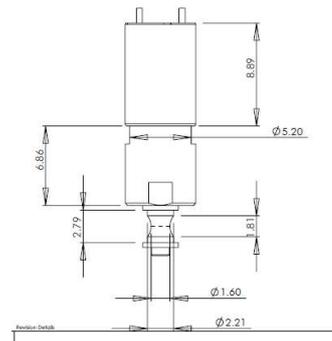


Estas son colocadas en serie para alimentar los 7.2v que necesita el L293dd. De su punto intermedio se toma otra alimentación para el resto del circuito a 3.6v.

5. MECÁNICA

Este apartado es distinto para los Nanosumos y para los Inseparables, debido principalmente al tipo motor que usan y su fin.

- **Nanosumos.** Los motores de estos son unos motores de continua llamados GM15 25:1 de 2cm de largo de la marca solarbotics. <http://www.solarbotics.com/> Estos están diseñados para una tensión nominal de 3V, aunque puede ser elevada hasta 6V. Sus revoluciones van desde 920rpm a 1550rpm según la tensión aplicada y su consumo con una carga de 35.28 gramos varía entre 210 y 350 mA según la tensión aplicada.



Esta misma marca fabrica unas ruedas para estos motores. Estas ruedas miden de diámetro 9mm y de ancho 7mm.



- **Inseparables.** Los motores de estos robots son unos seedstudio Mini Vibrating Motor adquiridos en la tienda www.robotshop.com/eu Estos miden 0,8cm de largo,

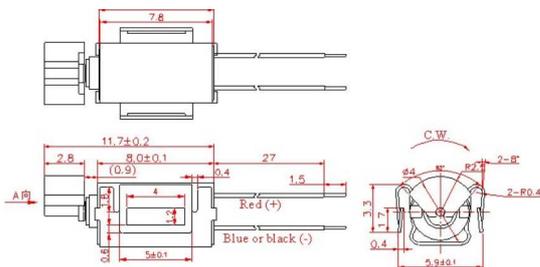
consumen 120mA de máxima y tienen unas revoluciones muy altas, de entre 12000rpm y 2500rpm según la tensión administrada. Debido a la propiedad de vibrar transmitimos estas vibraciones a unas patitas de alambre para lograr su movimiento. Su frecuencia de giro está entre 200hz y 41,67hz Aquí toma una gran importancia el peso y los materiales con los que se construye el robot, ya que cuanto más pesado o más absorban las vibraciones menos serán capaces de andar. Aquí nos dimos cuenta de que cuanto más superficie tenga las patitas menos logran caminar. Por lo que deducimos que:

tienen en su eje un “descompensador” de giro.

Ya teniendo todos los componentes en mano procedemos a su construcción. Hicimos un croquis con las medidas orientativa de cada componente del robot y así saber donde sería más efectivo colocarlos para que sus dimensiones fueran mínimas. Como chasis y cuerpo hemos elegido PVC y los tornillos, tuercas y separadores son de plástico.

$$M \propto \frac{1}{S} \cdot Fg$$

Donde M es la movilidad que tendrá el robot, s la superficie en mm de sus patas, y Fg la frecuencia de giro del motor del robot. A su vez cuanto más movilidad tenga el robot menos estable será debido a que su superficie de sujeción será inferior.



Estos motores son atados a las patas por el cuerpo, la cabeza debe quedar libre, ya que estos giran a grandes revoluciones pero no tienen fuerza alguna. Para crear el efecto vibratorio

6. PROGRAMACIÓN

El programa es distinto para los Nanosumos y para los Inseparables ya que cada uno cumple funciones distintas, aunque al compartir el PCB y los sensores son bastante parecidos.

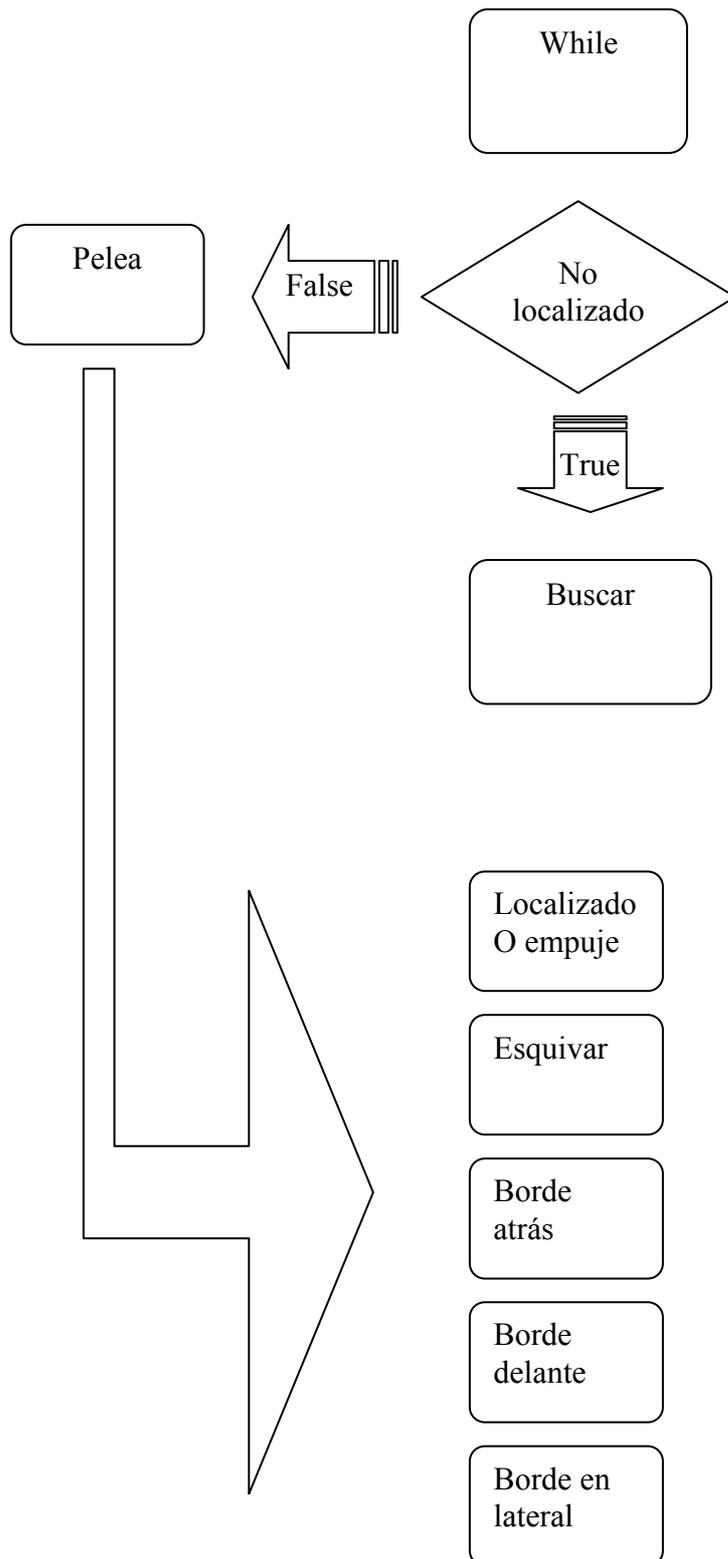
- **Nanosumos.** A estos se le presenta durante el combate varias situaciones.
 1. Pueden no tener delante al contrincante mientras están dentro del tatami.

En este caso deberá buscar al contrincante, lo normal es que gire en su busca y cuando lo detecte ir al choque contra el.
 2. Pueden estar empujando quedándose “clavados” unos con el otro.

Esto ocurre cuando los dos sumos están muy igualados, aquí depende casi siempre de quien pueda más, según el nivel de programación o de la dotación de sensores, mecánica... uno podría esquivar al otro después de empujar mucho tiempo.
 3. Pueden ser empujados al borde que está a su espalda.

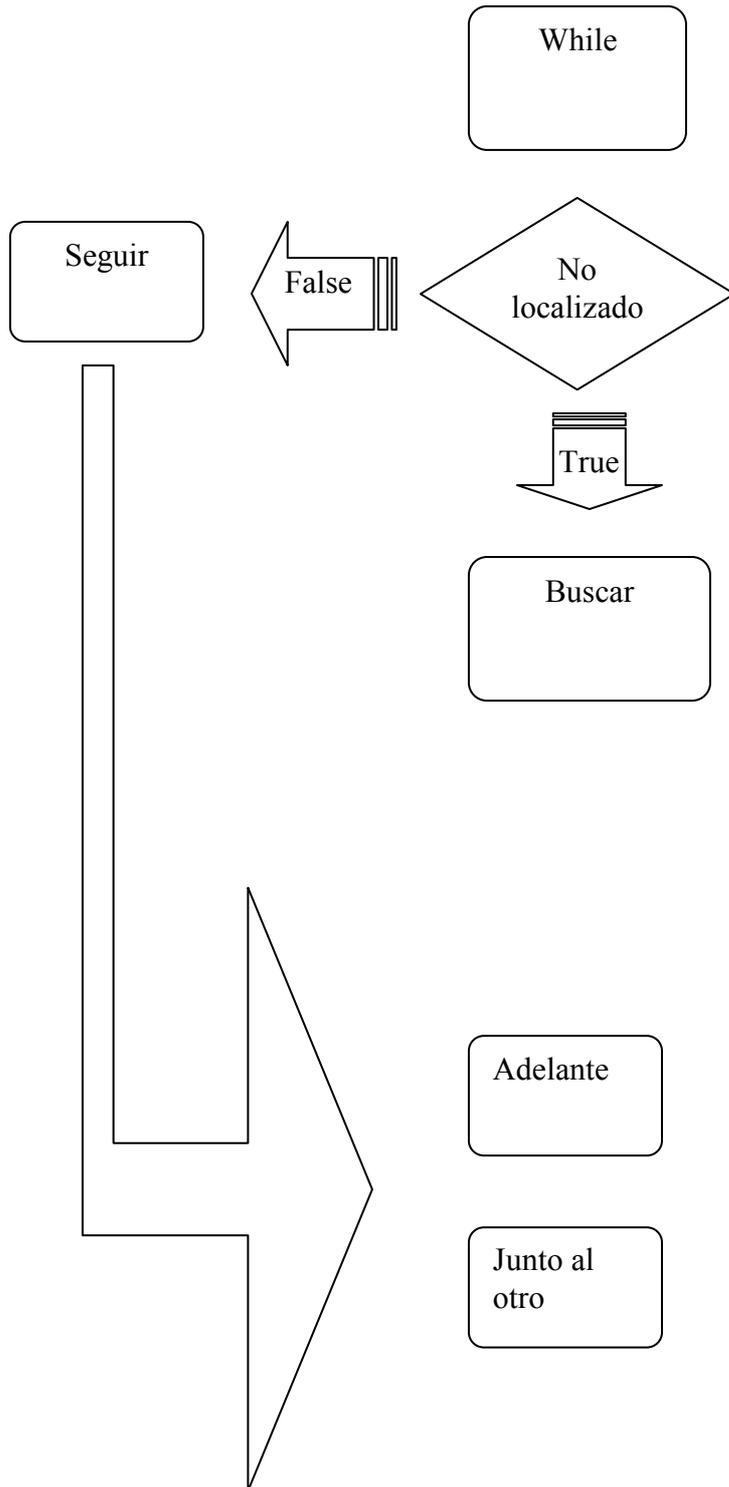
Aquí el sumo detecta a su delantera al contrincante y debe detectar que está en la línea y reaccionar en consecuencia.
 4. Pueden empujar al otro hacia el borde de su delantera.

Es el efecto contrario al anterior punto.



Como es normal se pueden presentar muchas más situaciones, pero en principio están serán las básicas para nuestra programación de los Nanosumos.

- **Inseparables.** Estos simplemente uno seguirá a otro, como si se tratase de un “pilla pilla”. Esto puede llegar a ser más complicado que los anteriores ya que al ir vibrando es más difícil controlar sus movimientos. El programa básico esta pensado para lo siguiente.
 1. El primero de la fila es el que indica la dirección a seguir y el segundo le sigue.
 2. Cada robot tendrá su programa propio.
 3. El primero debe desplazarse aleatoriamente y parar al recorrer unos centímetros.
 4. El segundo debe localizar al primero e ir en su busca hasta estar junto a él.



7. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Los problemas fueron de todo tipo, la impresión de la PCB en ácido, localizar los motores óptimos para el proyecto, baterías tipo botón, falta de habilidad para las soldaduras de algunos componentes... algunos se debía a la falta de experiencia por nuestra parte y otros a la falta de proveedores en nuestra localidad. Los más destacados son los siguientes:

- **Impresión al ácido de la PCB a doble cara, con PADS y pistas de grosores mínimos.** Primeramente el revelado nos dio problemas, a temperatura ambiente no llegaba a revelar todas las partes de la PCB, teniendo como solución el calentado de este. Seguidamente nos costó encontrar el punto de equilibrio para que el cobre fuera atacado lo suficientemente rápido y sin que se comiera parte del cobre útil. Si el ácido era lento comenzaba a atacar pistas cuando aún no había acabado con el cobre sobrante y si era muy rápido acababa con la PCB. Al final se encontró el equilibrio en un 25% de agua, 25% de agua de 110 volúmenes y 50 % de agua oxigenada.
- **Soldadura del componente QFN.** Este debido a que sus patillas se esconden bajo el encapsulado es difícil saber cuando está bien soldado o no. La solución a esto es soldar con la pistola de aire caliente, aplicando un poco de flux en los PADS de la PCB y aprender con la práctica.
- **Localización de componentes SMD, PCB de fábrica motores y sensores.** Aquí tuvimos serios

problemas, ya que tuvimos que buscar y comparar precios y tiempo de espera de los componentes que necesitamos. Los componentes SMD fueron comprados casi todos en Farnell, los sensores GPY2 en Juguetrónica y los motores fueron localizados en tiendas extranjeras como <http://www.technobotsonline.com/> y <http://www.robotshop.com/eu>

Por último las PCB de fábrica fueron pedidas a una que se localiza en china llamada <http://iteadstudio.com/>

- **Problemas técnicos con los motores de los Nanosumos.** Estos motores presentaron problemas al cabo de un rato de funcionamiento y era que sus engranajes dejaban de funcionar, el motor en sí funcionaba sólo que el sistema de engranaje parecía romperse, aunque aparentemente estaban bien.

8. CONCLUSIÓN

Después de este proyecto hemos mostrado que se pueden realizar proyectos apurando dimensiones. Que en el mercado actual on-line existe un gran abanico de posibilidades para realizar proyectos que a veces pueden ser limitados, que mediante el uso de componentes excesivamente grandes y de peso o que por ser “extraños” y no encontrarse en las tiendas habituales no se llevan a cabo dichos proyectos. La búsqueda de estos componentes e implementación necesita muchas horas de dedicación, pero una vez superadas estas, podremos desarrollar proyectos más complejos semi-caseros o incluso profesionales.

9. EXPECTATIVAS FUTURAS

Esperamos para próximos eventos tener esta idea de desarrollo de equipos, especialmente robots, desarrollados ampliamente. En el método de fabricación de PCB aprender a aplicar la máscara antisoldante, usar sistemas de comunicación entre los “nanorobots” y ampliar el uso de distintos sensores para las funciones para las que hayan sido desarrollados los robots e incluso que interactúen con nosotros.