

**Proyecto Final**  
**Robot recolector de residuos**  
**Documento de investigación**  
**Hardware**

# Tabla de contenidos

Introducción	3
Objetivos	3
Soporte electrónico	3
Visión	3
Cámara de tipo domo	3
Webcams	4
Mini Cámaras integradas	4
Sensado del ambiente que lo rodea	4
Sensores de ultrasonido	4
Sensores infrarrojos	5
Scanner láser	5
Sensores de Sonido	5
Sensores de presión	5
Sensores de distancia	6
Otros sensores	6
Locomoción	6
Servos	7
Motores de continua	8
Motores paso a paso	9
Encoders	9
Procesamiento y control	9
Microcontroladores	10
Familia Arduino	10
Familia PIC MicroChip	10
Alimentación y baterías	10
Comunicación	11
Recolección de residuos	11
Almacenamiento de residuos	11
Zona de descarga	11
Soporte estructural	12
Páginas con información	13

# Introducción

En este documento se expone toda la información recolectada relacionada con la sección de hardware y aspectos físicos del robot recolector de residuos.

Como objetivo principal se busca definir el alcance del módulo ponderando las distintas funcionalidades que podría ofrecer según las necesidades expuestas por otros módulos, complejidad de armado, posibilidades de expansión y costo de la solución.

## Objetivos

El correcto funcionamiento del robot depende en gran medida de que el hardware esté diseñado y sea adecuado para dicho uso. Como conjunto de componentes electrónicos, el hardware tiene como misión principal proveer de datos a la lógica del robot para su procesamiento, realizar la toma de decisiones y actuar en consecuencia mediante actuadores. A su vez, el hardware también implica el cuerpo del robot, el cual, provee de soporte estructural del robot, incluyendo las secciones de carga y descarga de residuos y la zona de carga de batería.

## Soporte electrónico

Como proveedor principal de datos a la lógica de comportamientos del robot, el sensado del ambiente debe ser lo suficientemente preciso y cumplir con los requisitos mínimos establecidos por los usuarios de dicha información.

La separación en módulos se usa para detallar las características esenciales que debe poseer cada uno de ellos.

## Visión

El uso de cámaras es la solución directa al problema del reconocimiento de objetos. En la documentación sobre Visión, se especifican todos los aspectos funcionales y algorítmicos involucrados.

Dentro de las opciones existentes, se analizaron las siguientes soluciones:

### Cámara de tipo domo

Estas cámaras, tienen la posibilidad de tener rotación sobre uno o varios ejes y realizar zoom, dependiendo de las características y modelo de cámara. Hay algunas que proveen visión nocturna, iluminando mediante leds infrarrojos o blancos.

Por estar pensadas como elementos de vigilancia, una de las desventajas de dichas cámaras, es que el tipo de conectores de video que poseen, video compuesto o súper video, complicando la captura del video o de las imágenes para los dispositivos que las consulten. Una posible solución a dicho problema, es el montaje de una WebCam en vez de la original, conservando el mecanismo para la rotación y movimiento o la creación de dichos mecanismos por medio de motores o servos y una webcam. La gran ventaja de este otro tipo de cámaras es el tipo de conexión USB que poseen, haciendo casi inmediata la puesta en marcha de las mismas.

Posibles proveedores:

<http://electronica.mercadolibre.com.ar/camaras-domo/>

<http://www.spyville.com/dome-cameras.html>

[http://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Dome\\_Camera.html](http://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Dome_Camera.html)

Precios desde u\$d 80 a u\$d 200.

## Webcams

Como se explicó en la sección de las cámaras domo, la principal ventaja de las Webcams sobre las de tipo domo es el tipo de conexión que estas últimas poseen. Como seguramente se vaya a utilizar una PC, mini-PC o alguna placa compatible, la conectividad por USB está casi asegurada.

Dada la existencia de varios modelos y calidades, se debe analizar si es necesaria una cámara de alta calidad o si una de calidad media, es suficiente.

Dentro de los modelos encontrados, se pueden diferenciar entre las VGA (640x480 píxeles), de 1.3 y 2 megapíxeles, las que realizan o no auto foco y las que tienen mayor o menor framerate en la captura de video.

Si bien la calidad de la imagen puede ser mejorada por medio de filtros, y por lo general, en el análisis en tiempo real, a las imágenes se les reduce la calidad para disminuir el tiempo de procesamiento, una buena imagen original, quizás pueda evitar ciertos filtrados o por lo contrario, sólo genere mayor carga al módulo de procesamiento, trayendo como consecuencia, lentitud o baja performance del módulo de visión.

El bajo costo de las Webcams de calidad VGA proveen un atractivo adicional.

Ejemplos:

<http://www.youtube.com/watch?v=H3eUvDUmbBM>

Posibles proveedores:

Casas de computación principalmente.

Precios desde u\$d 18 para las VGA, a más de \$300 pesos en casos como las Webcams de 2 MP.

## Mini Cámaras integradas

El principal atractivo de estas cámaras es su tipo de conexión, que -por lo general- es de tipo serial o I<sup>2</sup>C. También existen las que comprimen en tiempo real a JPEG. Dependiendo de las necesidades de conectividad o de la complejidad de los módulos que requieran acceso a las imágenes, este tipo de cámaras puede ser la mejor solución.

Posibles proveedores:

<http://www.seeedstudio.com/depot/uart-camera-module-with-jpeg-compression-c328-p-209.html>

<http://www.globalsources.com/manufacturers/Camera-Module.html>

<http://www.quasarelectronics.com/cmos-camera-modules.htm>

<http://www.parallax.com/Store/Sensors/ObjectDetection/tabid/176/CategoryID/51/List/0/Level/a/ProductID/566/Default.aspx?SortField=ProductName%2cProductName>

## Sensado del ambiente que lo rodea

### Sensores de ultrasonido

Los sensores de ultrasonido proveen una buena medición de distancia contra posibles objetivos u obstáculos. No dan precisión respecto a la forma de los mismos u otras características que podrían ser necesarias para el reconocimiento y categorización. Por lo tanto, será necesario combinar los datos obtenidos con otros con las imágenes capturadas por la o las cámaras del robot.

Un modo de uso para los mismos es la creación de un anillo de sensores alrededor del cuerpo del robot. De esta forma, se podrá tener conocimiento sobre la existencia de objetos hacia cualquier dirección en cierto rango de distancia. Otro modo de uso puede ser la implementación de un sonar que realice un barrido sobre la zona de interés.

Además de ser utilizados para conocer el exterior del robot, pueden ser utilizados para conocer el volumen de la basura recolectada y saber si es necesario descargar el contenedor interno en la zona de descarga o si se puede seguir explorando en búsqueda de más objetos a recolectar.

Ejemplos:

[http://robots-argentina.com.ar/Prueba\\_SensorPing.htm](http://robots-argentina.com.ar/Prueba_SensorPing.htm)

[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_ultrasonido.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_ultrasonido.htm)

Posibles proveedores:

<http://www.seeedstudio.com/depot/ultrasonic-ranger-gh311rt-p-73.html>

<http://www.parallax.com/tabid/768/ProductID/92/Default.aspx>

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag46.html> (Argentina)

<http://electronicaliniers.com.ar/indexhtml.htm> (Argentina)

<http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-59667460-transmisro-y-receptor-ultrasonico-cermico-40-khz- JM>

<http://www.roboticsconnection.com/c-4-robot-sensors.aspx>

<http://www.steffenschuette.de/steffenschuette/elektronik/us2bRadar/us2bRadar.htm>

Precios aproximados: desde \$30 (receptor + emisor) dependiendo el modelo

## Sensores infrarrojos

Los sensores infrarrojos, además de proveer información sobre la distancia que hay contra la superficie reflejada, brindan información sobre el tipo de superficie y su nivel de refracción de la luz, dando - generalmente- un indicador del color ante materiales similares.

Posibles proveedores:

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag203.html> (Argentina)

[http://www.cika.com/catalogo/catacika\\_sec02.pdf](http://www.cika.com/catalogo/catacika_sec02.pdf) (Argentina)

<http://electronicaliniers.com.ar/indexhtml.htm> (Argentina)

## Scanner láser

Un scanner láser provee información más precisa sobre la superficie que hay frente al mismo, generando un barrido con el láser y captando su reflejo. Ofrece gran calidad en la lectura y una alta frecuencia de barrido, pero el costo es altamente elevado.

Una opción es realizarlo en forma casera, si bien no se logra la misma calidad y precisión en la lectura, con la combinación de otros sensores, se pueden lograr resultados satisfactorios.

(<http://www.muellerr.ch/engineering/laserscanner/samples/volvo/default.htm>,

<http://www.brucerayne.com/scanz.html>, <http://www.thaumaturgy.net/~etgold/scanner/>,

[http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/ICCV98/html\\_report/extended.html](http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/ICCV98/html_report/extended.html) )

## Sensores de Sonido

Los sensores de sonido, como micrófonos, pueden utilizarse para la detección de la dirección del sonido. Por ejemplo, si se deseara que el robot pudiera ser llamado con un silbido, además de poder detectar el sonido contra el ruido ambiental, también debería poder detectarse el origen de dicho silbido. Se pueden utilizar para esto, 2 o más micrófonos ubicados de forma tal que se pueda diferenciar el tiempo en el que llega el sonido a cada uno de los micrófonos.

Páginas con información:

[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_sonido.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_sonido.htm)

## Sensores de presión

El robot tendrá partes móviles que posiblemente necesiten empujar o elevar los objetos o que puedan quedar atascados con ellos. Una posible solución a problemas de sobreesfuerzo de los materiales o brazos del robot es la colocación de sensores de fuerza o presión para medir sobre las piezas, para evitar rupturas o desgaste.

Otro posible uso de este tipo de sensores consiste en medir la cantidad de carga (basura) existente en el interior del robot. Y con dicha información, poder conocer si conviene ir a descargarla y aumentar su autonomía.

Posibles proveedores:

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag45.html>

## Sensores de distancia

Otras alternativas de sensores de distancia pueden surgir de la combinación o reutilización de otros sensores ya existentes en el robot.

Conociendo el ángulo de apertura de la cámara y el tamaño del objeto observado, según la posición relativa del mismo respecto al centro de la imagen, se puede obtener la posición relativa al objeto.

Otra alternativa es la construcción de un telémetro con un puntero láser. Nuevamente, conociendo las características de la cámara y la distancia al puntero, se puede obtener la distancia al objeto contra el que se esta apuntando ( [http://robots-argentina.com.ar/Cerebro\\_DistanciaLaser.htm](http://robots-argentina.com.ar/Cerebro_DistanciaLaser.htm) ).

Colocando una segunda cámara en el ángulo adecuado, se puede generar visión estereoscópica y proveer de perspectiva a la imagen capturada.

Posibles proveedores:

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag203.html>

<http://www.roboticsconnection.com/c-4-robot-sensors.aspx>

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometria/Instrumentos/cFotografica/telemetro.htm>

<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instumento-de-distancia/telemetro-laser-rangemaster.htm> (a título informativo)

## Otros sensores

Otros sensores que podrían llegar a ofrecer datos relevantes al robot son, por ejemplo, sensores fotoresistores o LDR. Ellos varían su resistencia interna según la intensidad de la luz a la que son expuestos. Estos podrían ser utilizados para medir el nivel de luz ambiental. De esta manera, se pueden ajustar los algoritmos de visión para aplicar filtros que disminuyan el brillo o contraste de las imágenes, aumenten si hay poca luz o enciendan leds infrarrojos para obtener una imagen clara del ambiente. También pueden llegar a ser útiles para el control de motores o mecanismos, sensores de efecto hall, fototransistores o micro switch para el sensado de posiciones absolutas.

Otro dato importante que vale la pena ser sensado es el consumo energético actual del robot, el que junto con un promedio histórico y un sensado del nivel de batería actual, permite obtener -de manera relativa pero con suficiente precisión- la autonomía restante del sistema y, así, planificar la recarga de las baterías. Acelerómetros y giróscopos podrían llegar a ser de ayuda en ciertas aplicaciones aunque no los encontramos un uso en nuestra problemática. Una posible extensión a futuro podría ser la utilización de estos sensores para el cálculo de mejores rutas en base a la topografía del terreno.

Posibles proveedores:

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag81.html>

[http://www.cika.com/catalogo/catacika\\_sec02.pdf](http://www.cika.com/catalogo/catacika_sec02.pdf)

<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag52.html>

# Locomoción

El movimiento del robot por el terreno se hará por medio de ruedas. En principio, se utilizarán 2 ruedas con tracción independiente (ambas paralelas) y una tercera rueda de tipo castor, formando 3 puntos de apoyo para darle estabilidad al robot. El tipo de motores varía según las necesidades, tiempo de reacción, velocidad máxima, maniobrabilidad, consumo medio, consumo máximo, autonomía, torque máximo debido a la cantidad de masa que necesite ser desplazada y varios otros factores que determinarán la elección.

Existen 3 grandes categorías de motores: los servos, motores de continua y los de paso a paso. Cada uno de ellos, con sus pros y contras. Un motor de continua quizás ofrezca una mayor velocidad final y simpleza de control para movimientos de baja precisión, pero cuando se necesita cierta exactitud en el ángulo de rotación, un motor paso a paso, puede ser la opción correcta. O puede suceder que se necesite mantener el motor en cierta posición sin que varíe, situación en la que un servo sería de gran ayuda.

De todos modos, existen métodos que ofrecen mayor control sobre el ángulo de giro y velocidad de los motores. Los encoders pueden ayudar en gran medida a esto. También pueden ser usados sensores de efecto hall para medir la cantidad de dientes de un engranaje metálico.

Otros mecanismos como topes de corredera, como micro switch con actuador, o simples botones, pueden ayudar al control del mecanismo, por ejemplo de un brazo, evitando la acción fuera de los límites de diseño.

## Servos

Posibles servomotores:

**TowerPro SG-5010 Servo.** 3-pin. Características:

3 pole ferrite, all nylon gear

Top ball bearing

Operating Voltage: 4.8V~6.0V

Operating speed: 0.20sec/60degree (4.8V) / 0.16sec/60degree (6.0V)

Stall torque: 5.2kg\*cm (4.8V) / 6.5kg\*cm (6.0V)

Dead band width: 4ms - 5.2kg\*cm (4.8V) / 6.5kg\*cm (6.0V)

Dimension: 41 x 20 x 38mm

Weight: 41g

<http://www.seeedstudio.com/depot/towerpro-sg5010-servo-p-447.html>

Precio: u\$d 8.90.

**RB-421 Servo 2 Pcs Pack.** 3-pin. Características:

1.Control System:+Pulse Width Control 1500usec Neutral

2.Operating Voltage:4.8-6.0 Volts

3.Operating Temperature Range:0 to +60 Degree C

4.Operating Speed (4.8V):0.17sec/60° at no load

5.Operating Speed (6.0V):0.40sec/60° at no load

6.Stall Torque:(4.8V):2.9kg·cm ;(6.0V):4.6kg·cm

7.Current Drain (4.8V):7.6mA/idle and 160mA no load operating

8.Current Drain (6.0V):7.9mA/idle and 190mA no load operating

9.Dead Band Width:20usec

10.Connector Wire Length:300mm

11.Dimensions:40.2mm X 20.2mm X 43.2mm

12.Weight:42g

<http://www.seeedstudio.com/depot/rb421-servo-2-pcs-pack-p-449.html>

Precio: u\$d 20.

**(GWS) Pico Servo.** Características:

Approx 180° movement

Weight: 8.8 grams

Torque: 1.2 kg.cm at 4.8 VDC : 1.4 kg.cm at 6.0 VDC

Power requirements: 4.8 to 6 VDC

Communication: PWM

Dimensions: .44 x .88 x .84 in (11.24 x 22 x 21.35 mm)

Operating Temperature: +32 to +158 °F (0 to +70 °C)

<http://www.parallax.com/Store/Robots/RoboticComponents/tabid/198/CategoryID/70/List/0/Level/a/ProductID/488/Default.aspx?SortField=ProductName%2cProductName>

Precio: u\$D 12.

**(GWS) Pico Servo.** Características:

Bidirectional continuous rotation

0 to 50 RPM, with linear response to PWM for easy ramping

Accepts four mounting screws

Easy to interface with any Parallax microcontroller or PWM-capable device

Very easy to control with PBASIC's or SX/B's PULSOUT commands

Power requirements: 4 to 6 VDC\*

Communication: Pulse-width modulation

Dimensions: 2.2 x 0.8 x 1.6 in (55.8x 19 x 40.6 mm) excluding servo horn

Operating temp range: +14 to +122 °F (-10 to +50 °C)

<http://www.parallax.com/Store/Robots/RoboticComponents/tabid/198/CategoryID/70/List/0/Level/a/ProductID/102/Default.aspx?SortField=ProductName%2cProductName>

Precio: u\$D 13.

Posibles usos: Movimiento de la cámara (paneo y giro), movimiento de las partes internas del robot, como el brazo de recolección de basura, compuerta de descarga del contenedor, giro de sensores de ultrasonido (posible radar), entre otros.

## Motores de continua

Algunos posibles motores de continua:

**MR-2FA.** Motor de continua con caja reductora incorporada. Disponible al menos en dos velocidades, 12 y 60 RPM.

Características generales		MR 2FA		
		Nominal	Mínima	Máxima
Tensión para interface	VCA	9	8	12
Corriente (interface)	Ampere	1.2	0.6	2.4
Temperatura de ambiente	C	22	5	70
Temperatura de motor	C	43	0	120
Coefficiente de inercia	unidades	100	1	250
Juego libre	grados	+/- 1	-	-

  

Características generales		MR 2 60 FA			MR 2 12 FA		
		Nominal	Mínima	Máxima	Nominal	Mínima	Máxima
Tensión para interface	RPM	60	1	60	12	1	12
Corriente (interface)	1/s2	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.5
Temperatura de ambiente	kgf*cm	1.2	0	6.4	5.1	0	25.4
Temperatura de motor	hs	2000	-	-	2000	-	-
Coefficiente de inercia	gr	200	-	-	200	-	-

Otros posibles motores con caja reductora: [http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-60052532-robotica-sumoseguidores-motorreductores-ideales-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-60052532-robotica-sumoseguidores-motorreductores-ideales-_JM),  
[http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-59010009-micromotores-motorreductores-ideal-pantallas-luces-etc-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-59010009-micromotores-motorreductores-ideal-pantallas-luces-etc-_JM)



**Motor Mount and Wheel Kit with Position Controller.** Solución completa de motor, ruedas, controlador con encoders de cuadratura. El controlador resuelve el manejo de la velocidad de cada rueda, pedido bajo demanda de datos sobre el estado y control del mecanismo.

Powerful 12 VDC motors provide plenty of torque  
~150 RPM @ 12.0 VDC, 1.50 A, no load  
Precision machined 6061 aluminum hardware  
Conveniently positioned screw holes make mounting this kit a breeze  
Rugged pneumatic tires are well-suited for a variety of terrains  
+5 volt supply for Position Controllers  
36 encoder positions per revolution; approx 0.5 inch resolution with 6" diameter wheel  
Compatible with any microcontroller  
Single I/O line can control up to 4 Position Controllers  
Strong but light - only 3.2 lbs (1.45 kg) per wheel assembly (kit contains two)  
Right and Left hand 12 VDC motors  
Knobby rubber tires and tubes (qty. 2 each)  
Machined aluminum wheels, axles, and bearing blocks (qty. 2 each)  
Position Controller Assemblies (qty. 2) - each includes a PCB, encoder disk, 3-pin connection cable, and mounting screws  
All required hardware for kit assembly (screw drivers and other tools not included)  
~150 RPM @ 12.0 VDC, 1.50 A, no load  
~190 RPM @ 14.5 VDC, 1.60 A, no load  
+4.5 VDC to +5.5 VDC supply range for Position Controller  
50 mA average supply current at 5.0 VDC for Position Controllers  
36 encoder positions per revolution. Approx 0.5 inch (12.7 mm) linear distance per position  
19.2 kbps serial communication  
Wheel assembly weight 3.2 lbs (1.45 kg) each; kit contains two  
Operating temp range: -40°F to +185°F (-40°C to +85°C)  
<http://www.parallax.com/Store/Accessories/MotorServos/tabid/163/CategoryID/57/List/0/Level/a/ProductID/507/Default.aspx?SortField=ProductName%2cProductName>  
Precio: u\$d 280

Posibles usos: Movimiento del robot, motores principales para la traslación del mismo. Necesidad de encoders. – Algo caro, ¿no? -

## Motores paso a paso

Posibles usos: al igual que los motores de continua, se pueden usar motores paso a paso como motores principales. Tienen la ventaja de proveer un mayor control sobre el movimiento y la cantidad de giro que recibe cada una de las ruedas, quitando la necesidad de encoders sobre los mismos.  
<http://www.parallax.com/Store/Accessories/MotorServos/tabid/163/CategoryID/57/List/0/Level/a/ProductID/65/Default.aspx?SortField=ProductName%2cProductName>  
<http://www.compucanjes.com/products/view/2754.html>  
<http://listado.mercadolibre.com.ar/motor-paso-a-paso>  
Precios, alrededor de \$20 – motores paso a paso de impresoras, u\$d 12.

## Encoders

Posibles proveedores:  
<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag203.html>  
<http://www.roboticsconnection.com/c-4-robot-sensors.aspx>

# Procesamiento y control

Para el procesamiento de datos existen muchas opciones dependiendo de cuales sean las necesidades y la función a realizar. No es lo mismo, manejar un servo que un motor paso a paso, un encoder, un sensor de ultrasonido o realizar el procesamiento de imágenes en tiempo real.

Para el control principal y procesamiento de imágenes, se podría utilizar una mini-PC, netbook o notebook según el nivel de los requerimientos de las tareas a realizar. Cabe tener en cuenta, que a pesar de ser un dispositivo de mayor costo, una netbook cuenta con varios puntos de acceso y comunicación que facilitan el control con los módulos internos del robot, ya sea por USB a un concentrador o directamente contra cada uno, o algún otro medio de comunicación como I<sup>2</sup>C, que gran cantidad de computadoras tienen para la comunicación interna del mother. Así mismo, los módulos de red inalámbrica son un estándar hoy en día facilitando la comunicación, informe de situación y estatus del robot a una central, o mismo como debugueo o testeo del robot.

## Microcontroladores

### Familia Arduino

**Seeeduino.** Es una placa que contiene un microcontrolador Arduino exportando los puertos para la conexión con módulos externos. Exporta 14 I/O pins (6 de las cuales pueden ser PWM), 8 entradas analógicas, 16kb flash (2kb de bootloader), 1kb RAM, 512 bytes de EEPROM, clock de 16 MHz, 5/3.3v de alimentación, USB, I<sup>2</sup>C, UART, ADC.

Precio aproximado \$180 en argentina.

[http://www.seeedstudio.com/blog/?page\\_id=110](http://www.seeedstudio.com/blog/?page_id=110)

**Seeeduino Mega fully Assembled.** Placa con un ATmega1280, 70 I/O pins (14 PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs, 16 MHz clock, ICSP header, 5/3.3v de alimentación, 128kb flash (4kb bootloader), I<sup>2</sup>C, 4kb EEPROM, 8kb RAM, size 71x53x11.3 mm

Precio u\$d 49.50.

<http://www.seeedstudio.com/depot/seeeduino-mega-fully-assembled-p-438.html>

Posibles usos: controlador principal de la electrónica, o nexo de comunicación para los drivers de cada módulo de sensado o actuadores. Puede ser usado como controlador directo o como intermediario debido a su comunicación de alto nivel como USB o Ethernet, y la comunicación a bajo nivel como I<sup>2</sup>C, serial o mediante de los pines de uso general.

### Familia PIC MicroChip

**16f84,** microcontrolador básico, 4-20 MHz, 13 I/O pins, 1024 words of program memory, 68 bytes de RAM, 64 bytes de EEPROM, 8bit timer, 2-5v de alimentación, ICSP, WDT.

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/35007b.pdf>

Precio: < \$20. Argentina

**16f628,** idem 16f84. Diferencias: 16 I/O pins, 2 x 8 bits timer, 1 x 16 bits timer, 2 x 10 bit capture PWM, 2k Word program, 224 bytes de RAM, 128 kb de EEPROM, USART, clock interno de 4 MHz.

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40300C.pdf>

Precio: < \$20. Argentina

**16f88.** Idem 16f628. Diferencias: 4 k instrucciones, 368 kb RAM, 256kb EEPROM, clocks internos de 31 KHz a 8 MHz, puerto sincrónico con modo SPI maestro o esclavo, I<sup>2</sup>C esclavo, 7 canales de ADC de 10bits c/u, bootloader.

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30487b.pdf>

Precio: alrededor de los \$25. Argentina.

Posibles usos: drivers de sensores y/o motores. Ideal para controlar o medir directamente los sensores o realizar tareas simples, liberando al controlador principal del control del actuador o sensor.

## Alimentación y baterías

La fuente de energía del robot proviene de su o sus baterías internas. Deben proveer la suficiente autonomía como para asegurar al menos, el barrido completo de la superficie. De esto depende el tamaño de la batería, pero principalmente del consumo de los distintos mecanismos y tamaño del robot. De igual forma, la recarga de las baterías es de igual importancia, no sirve un robot que tarde más tiempo en cargar sus baterías que lo que duran a su máxima capacidad.

La zona de recarga de batería debe ser accesible y fácilmente identificable, preferentemente, cerca de la zona de descarga de basura o acoplada de forma tal, que se aproveche el tiempo de descarga para la recarga de energía.

Como primera aproximación, se tendrán en cuenta baterías de gel para alimentar todos los mecanismos, podrían ser compartidas o independientes de la fuente de energía para la lógica del robot. En el caso que se use una netbook, éstas poseen baterías propias, las que podrían ser usadas para alimentar los drivers y circuitos de comunicación tanto internos como externos.

## Comunicación

Como se detalló en la sección de microcontroladores, es posible la utilización de I<sup>2</sup>C o RS232 para la comunicación interna de módulos en el robot. Para el pasaje de comandos hacia dichos módulos, es posible que sea por USB a un concentrador y distribuidor desde la unidad principal de control. Nuevamente, podría tener comunicación inalámbrica 802.11 b/g/n contra una base para posibles mensajes de error, telecomandos, control remoto, testeo, promoción del robot o alguna otra expansión a futuro del mismo. Podría también ser utilizado para coordinación de un comportamiento colectivo entre distintos robots con habilidades distribuidas o cooperativas.

## Recolección de residuos

Como primeras ideas sobre el método de recolección de los residuos, surge la existencia de un brazo que empuje hacia el interior del robot y finalmente al contenedor, los objetos que quieran ser recolectados. El mismo brazo, con forma de barrera, podría ser utilizado para empujar aquellos objetos que no puedan ser recolectados por su tamaño o que no deban ser recogidos.

Un brazo puede también, levantar los objetos y lanzarlos desde la parte superior del robot al contenedor que podría no estar tapado para usarlo como tacho móvil.

Otra opción, es un cepillo giratorio que barra en la entrada de la boca del robot, aquellos residuos de pequeñas dimensiones, como las colillas de cigarrillos o papeles que se encuentren en el piso.

## Almacenamiento de residuos

El almacenamiento de los residuos en el interior del robot, debe ser adecuado para el tipo de basura que se pretende poder recolectar. El tamaño tiene estrecha relación con la capacidad y frecuencia de descarga que se pretenda. Si la autonomía del robot es de 30 minutos, una gran capacidad de almacenamiento quizás no sea una prioridad y pueda ser aprovechado dicho volumen, para baterías extras. De igual manera, si el robot puede permanecer funcionando sin recargar sus baterías por mucho más tiempo que el tiempo que ofrece el contenedor de residuos, hay un desequilibrio que podría o no, dependiendo del caso, ser ajustado.

Un dato interesante respecto a la capacidad de almacenamiento, es conocer el volumen que queda libre para nuevos objetos a recolectar. Conocer el momento adecuado para la liberación de residuos también puede ayudar al planeamiento de rutas de recolección cerca de la base de descarga de basura o recarga de baterías.

## **Zona de descarga**

La zona de descarga de residuos deberá ser de fácil acceso para el robot. Una primera opción puede ser la existencia de una rampa que facilite la descarga de la basura en un tacho de dimensiones normales.

También es una posibilidad que el contenedor interno de recolección, pueda ser elevado para la descarga sobre dicho tacho, evitando la rampa y posibles caídas. Otra idea que surgió fue una zona al nivel del piso donde se descargaría la basura.

## **Soporte estructural**

El cuerpo del robot debe ser lo suficientemente grande para alojar todos sus componentes electrónicos y residuos recolectados, pero a su vez, sin generar peso innecesario o volumen extra, que pueda disminuir su autonomía.

Como prototipo inicial, se podrían realizar pruebas de reconocimiento de objetos, con cámaras independientes del robot en construcción. Las pruebas de locomoción podrían hacerse sobre una base con los motores y ruedas mientras se van creando los otros módulos.

El cuerpo del robot podría ser cilíndrico para evitar posibles atascamientos debido a las puntas en un cuerpo rectangular. Alrededor del mismo, habría un anillo de sensores de ultrasonido y/o infrarrojos para sensor el ambiente. Podría tener un scanner láser en el frente para un mejor reconocimiento de los objetos a ser recolectados –evitando así, intentar recolectar algo que no sea considerado basura–.

En el frente del robot se encontrará la cámara principal y la rampa de entrada al depósito de basura interior. La existencia de un brazo que fuerce los objetos a entrar subir por la rampa sería de gran ayuda. Una posible extensión, podría ser un brazo que eleve la basura y la arroje por la parte superior como se explica en la sección de recolección de residuos.

La lógica, baterías y demás elementos necesarios para el funcionamiento del robot, estarían distribuidos dentro del cuerpo del robot, de forma que se mantenga lo más bajo posible el centro de gravedad para dar mayor estabilidad y evitar posibles vuelcos.

El material del cuerpo, podría ser acrílico, metal, plástico o el que se considere más apropiado para cada una de las partes. Hay que tener en cuenta, que habrá partes sometidas a mayor stress o fuerzas dinámicas que otras, por ende, dichas partes tendrán que ser reforzadas para poder asegurar la integridad estructural.

## Páginas con información

<http://www.mcmanis.com/chuck/robotics/projects/>  
<http://homepages.which.net/~paul.hills/Circuits/Circuits.html>  
<http://www.jeffbots.com/realbots.html>  
<http://www.parallax.com/>  
<http://www.globalsources.com/suppliers/Electronic-Security/3000000184020.htm>  
<http://robots-argentina.com.ar/robots.htm>  
[http://robots-argentina.com.ar/Informe\\_cad01.htm](http://robots-argentina.com.ar/Informe_cad01.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Informe\\_rod01.htm](http://robots-argentina.com.ar/Informe_rod01.htm)  
<http://www.todorobot.com.ar/proyectos/servo2ipp/servo2ipp.htm>  
<http://www.mecatronica.es/modules.php?name=News&file=article&sid=8>  
[http://www.skpang.co.uk/catalog/product\\_info.php?products\\_id=217&osCsid=6c5160cb58f9bd2bfffec8b04fca48597](http://www.skpang.co.uk/catalog/product_info.php?products_id=217&osCsid=6c5160cb58f9bd2bfffec8b04fca48597)  
[http://www.skpang.co.uk/catalog/product\\_info.php?products\\_id=219&osCsid=6c5160cb58f9bd2bfffec8b04fca48597](http://www.skpang.co.uk/catalog/product_info.php?products_id=219&osCsid=6c5160cb58f9bd2bfffec8b04fca48597)  
[http://www.skpang.co.uk/catalog/product\\_info.php?cPath=83\\_84&products\\_id=216](http://www.skpang.co.uk/catalog/product_info.php?cPath=83_84&products_id=216)  
<http://www.todorobot.com.ar/informacion/informacion.htm>  
[http://robots-argentina.com.ar/SensoresAngulares\\_resolver.htm](http://robots-argentina.com.ar/SensoresAngulares_resolver.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_magnetismo.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_magnetismo.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_giroscopos.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_giroscopos.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_acelerometros.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_acelerometros.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_presion.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_presion.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_CCD.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_CCD.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_reflectivos.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_reflectivos.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Energia\\_baterias.htm](http://robots-argentina.com.ar/Energia_baterias.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion\\_busI2C.htm](http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_busI2C.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Prueba\\_ServoRC02.htm](http://robots-argentina.com.ar/Prueba_ServoRC02.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorServo\\_basico.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorServo_basico.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_circuitosrealimentados.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_circuitosrealimentados.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_ControlAncho.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_ControlAncho.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_PuenteHCircPract.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_PuenteHCircPract.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_PuenteHSol1.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_PuenteHSol1.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_PuenteH.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_PuenteH.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Cerebro\\_PIC628vs84.htm](http://robots-argentina.com.ar/Cerebro_PIC628vs84.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_FlexiForce.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_FlexiForce.htm)  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_L293D.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_L293D.htm)  
<http://www.pololu.com/>  
<http://www.vexrobotics.com/vex-robotics-motor-kit.shtml>  
[http://www.cs.cmu.edu/~chuck/robotpg/robo\\_rsrc.html](http://www.cs.cmu.edu/~chuck/robotpg/robo_rsrc.html)  
<http://www.arrickrobotics.com/motors.html>  
<http://www.arrickrobotics.com/>  
[http://www.atmel.com/dyn/products/Product\\_card.asp?part\\_id=3303](http://www.atmel.com/dyn/products/Product_card.asp?part_id=3303)  
<http://www.seeedstudio.com/blog/>