

Proyecto Final
Robot recolector de residuos
Diseño, implementación y construcción física

Guillermo Campelo
Juan Ignacio Goñi
Diego Nul

22 de junio de 2010

Resumen

Índice

1. Requerimientos	5
2. Ideas de implementación	5
2.1. Locomoción	5
2.2. Sensado del entorno	5
2.3. Controlador	5
2.4. Método de recolección	5
3. Actuadores	5
3.1. Motores de continua	5
3.1.1. Características	5
3.1.2. Circuito de control	6
3.1.3. Diagrama de conexión	6
3.1.4. Rutinas de control	6
3.2. Servo motores	6
3.2.1. Circuito de control	7
3.2.2. Diagrama de conexión	7
3.2.3. Rutinas de control	7
4. Sensado	7
4.1. Telémetros infrarrojos	7
4.1.1. Características	7
4.1.2. Circuito de control	7
4.1.3. Diagrama de conexión	7
4.1.4. Rutinas de control	7
4.2. Sensor de distancia por ultrasonido	7
4.2.1. Características	7
4.2.2. Circuito de control	8
4.2.3. Diagrama de conexión	8
4.2.4. Rutinas de control	8
4.3. Sensor reflectivo de piso	8
4.3.1. Características	8
4.3.2. Circuito de control	8
4.3.3. Diagrama de conexión	8
4.3.4. Rutinas de control	8
4.4. Encoders	8
4.4.1. Características	8
4.4.2. Circuito de control	8
4.4.3. Diagrama de conexión	9
4.4.4. Rutinas de control	9
4.5. Sensado de la batería	9
4.5.1. Características	9
4.5.2. Circuito de control	9
4.5.3. Rutinas de control	9
4.6. Consumo del motor	9
4.6.1. Características	9
4.6.2. Circuito de control	9
4.6.3. Rutinas de control	9

4.6.4.	Pulsador u otro dispositivo disparador	9
4.6.5.	Características	9
4.6.6.	Circuito de control	9
4.6.7.	Rutinas de control	10
5.	Controladores	10
5.1.	Netbook	10
5.2.	Microcontrolador	10
5.2.1.	Características	10
5.2.2.	Diagrama del microcontrolador	10
5.2.3.	Módulos internos	10
5.2.4.	Programación del firmware	10
6.	Comunicación	10
6.1.	Conectividad entre módulos	10
6.2.	Protocolo de comunicación	10
6.2.1.	Características básicas	10
6.2.2.	Comandos comunes	11
6.2.3.	Comandos específicos	11
6.2.4.	Estadísticas	11
7.	Placas controladoras	11
7.1.	Placa genérica	11
7.1.1.	Características principales	11
7.1.2.	Módulo de comunicación	11
7.1.3.	Alimentación de la placa	11
7.1.4.	Configuración	11
7.1.5.	Esquemático	11
7.1.6.	Circuito	11
7.1.7.	Código básico	12
7.1.8.	Posibles extensiones	12
7.2.	Placa controladora de motores DC	12
7.2.1.	Características principales	12
7.2.2.	Módulo de comunicación	12
7.2.3.	Alimentación de la placa	12
7.2.4.	Configuración	12
7.2.5.	Esquemático	12
7.2.6.	Circuito	12
7.2.7.	Código básico	12
7.2.8.	Posibles extensiones	13
7.3.	Placas de sensado	13
7.3.1.	Características principales	13
7.3.2.	Módulo de comunicación	13
7.3.3.	Alimentación de la placa	13
7.3.4.	Configuración	13
7.3.5.	Esquemático	13
7.3.6.	Circuito	13
7.3.7.	Código básico	13
7.3.8.	Posibles extensiones	13
7.4.	Placa controladora de servo motores	13

7.4.1.	Características principales	14
7.4.2.	Módulo de comunicación	14
7.4.3.	Alimentación de la placa	14
7.4.4.	Configuración	14
7.4.5.	Esquemático	14
7.4.6.	Circuito	14
7.4.7.	Código básico	14
7.4.8.	Posibles extensiones	14
8.	Armado del prototipo	14
8.1.	Diseño	14
8.2.	Características	14
8.3.	Desarme	14
8.4.	Costo y proveedores	14
A.	Primer apéndice Hardware	15
B.	Segundo apéndice Hardware	15

1. Requerimientos

2. Ideas de implementación

2.1. Locomoción

distintos tipos de locomoción que tuvimos en cuenta y porque elegimos este

2.2. Sensado del entorno

distintos tipos de sensores disponibles y porque elegimos estos

2.3. Controlador

distintas formas de diagramar la forma de control, que tipo de controladores necesitamos, en cuales pensamos, con cuales nos quedamos

2.4. Método de recolección

distintos metodos que se nos ocurrieron

3. Actuadores

En nuestro caso, los motores son la principal forma en que el robot puede interactuar activamente con el ambiente que lo rodea. Cada una de las tareas que debíamos realizar requería de actuadores acordes.

Estas cuestiones son las que analizamos en este apartado.

3.1. Motores de continua

Para la tracción principal de las ruedas necesitabamos motores que tuvieran el torque necesario para mover el robot, pero que pudieramos medir y controlar la velocidad era la principal necesidad. Para esta tarea utilizamos motores de continua con caja reductora y encoder. Con dos de estos motores logramos poder garantizar una velocidad determinada en las ruedas, controlar de la cantidad de movimiento en forma independiente en cada rueda y conocer la cantidad de las vueltas dadas por cada una de las ruedas entre otras cosas.

3.1.1. Características

Los motores que elegimos son de la marca Ignis ¹ modelo *MR-2FA* con características expresadas en la tabla 1, están provistos de una caja reductora, poseen un encoder de 4 estados por vuelta en el eje del motor y un sensor de efecto de campo para determinar una vuelta en la salida de la caja reductora.

La caja reductora provee una relación de 94 vueltas del motor por cada 1 vuelta del eje de salida de la caja.

En la figura 1 mostramos las dimensiones exteriores del motor.

¹<http://www.ignis.com.ar>

Característica	Unidad	Mínimo	Nominal	Máximo
Tensión	V	8	9	12
Corriente	A	0.6	1.2	2.4
Velocidad	RPM	1	60	60
Aceleración	$1/s^2$	0.1	0.1	0.5
Torque	kgf*cm	0	1.2	6.4

Cuadro 1: Características del motor Ignis MR-2FA.

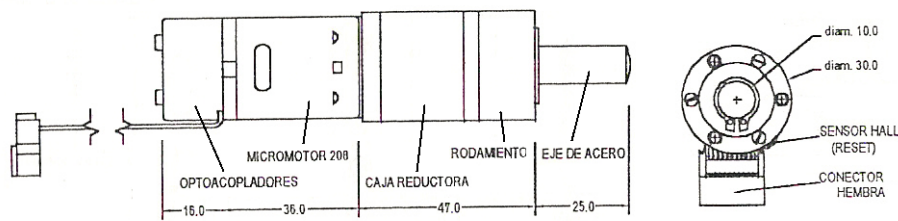


Figura 1: Vista lateral y frontal del motor Ignis MR-2FA. Escala 1 : 2.

Una ventaja que encontramos en este modelo es que ya trae el encoder integrado aunque su resolución podría haber sido mayor. Los encoders los explicamos más en detalle en la sección 4.4.

3.1.2. Circuito de control

puente H, diodos, conexion con el micro, pwm, salida del encoder al micro, timer/counter, circuito minimo (diagrama)

3.1.3. Diagrama de conexión

asignacion de pines

3.1.4. Rutinas de control

codigo de control de velocidad (explicacion)

3.2. Servo motores

principio de funcionamiento, características principales (generales), torque!

Para el movimiento de las partes del módulo de recolección. una cámara con paneo y giro o un sensor de ultrasonido colocado en la parte superior haciendo las veces de radar, pensamos en el uso de servo motores.

aunque no fueron implementados tenemos hecho el diseño de las placas y el código

La inclinación del robot requería una carrera corta y un gran toque para poder elevar parte del robot. Pensamos nuevamente en un motor de continua pero con un tornillo sin fin para realizar este movimiento.

aunque no fue implementado nada de esto

3.2.1. Circuito de control

alimentación, consumo, conexión con el micro, pwm, frecuencia de control, rosamiento libre, circuito mínimo (diagrama)

3.2.2. Diagrama de conexión

asignación de pines

3.2.3. Rutinas de control

código de control de posición (explicación)

4. Sensado

tipos de sensores elegidos y por qué los elegimos

4.1. Telémetros infrarrojos

principio de funcionamiento

4.1.1. Características

modelo, marca, medidas, alimentación, consumo, tiempo de muestreo, tipo de salida, rangos de distancia, rangos de voltaje, distancia vs voltaje

4.1.2. Circuito de control

alimentación, conmutación (transistor, estado de habilitación: 0), conexión con el micro, salida del sensor, módulo ADC, muestreo, capacitor para alimentación, circuito mínimo (diagrama)

4.1.3. Diagrama de conexión

asignación de pines

4.1.4. Rutinas de control

código de lectura de distancia (explicación)

4.2. Sensor de distancia por ultrasonido

principio de funcionamiento

4.2.1. Características

modelo, marca, medidas, alimentación, consumo, tiempo/frecuencia de muestreo, tipo de salida, rangos de distancia, rango de ancho de pulso, distancia vs ancho del pulso

4.2.2. Circuito de control

alimentacion, conmutacion (transistor, estado de habilitacion: 0), conexion con el micro, salida del sensor, modulo ADC, muestreo, capacitor para alimentacion, circuito minimo (diagrama)

4.2.3. Diagrama de conexión

asignacion de pines

4.2.4. Rutinas de control

codigo de lectura de distancia (explicacion)

4.3. Sensor reflectivo de piso

principio de funcionamiento

4.3.1. Características

modelo, marca, medidas, alimentacion, consumo, tiempo/frecuencia de muestreo, tipo de salida, distancia optima, rangos de voltaje, distancia vs voltaje

4.3.2. Circuito de control

alimentacion, resistencias elegidas, conmutacion (transistor, estado de habilitacion: 0), conexion con el micro, salida del sensor, modulo ADC, muestreo, capacitor para alimentacion, circuito minimo (diagrama)

4.3.3. Diagrama de conexión

asignacion de pines

4.3.4. Rutinas de control

codigo de lectura de nivel de reflexion (explicacion)

4.4. Encoders

principio de funcionamiento

estamos usando solo uno de los sensores del encoder

4.4.1. Características

tipo de encoders, cuentas x vuelta de eje de motor, velocidad maxima y minima recomendable

relacion de caja 94:1 max recomendable: 300 cuentas x segundo min recomendable: 60 - 70 cuentas x segundo

4.4.2. Circuito de control

alimentacion, conexionado, circuito, resistencias pull-up, swtch selector, timer/counter

4.4.3. Diagrama de conexión

asignacion de pines

4.4.4. Rutinas de control

codigo de lectura y correccion de la velocidad del motor (explicacion)

4.5. Sensado de la bateria

principio de funcionamiento

4.5.1. Características

grafico/tabla de voltaje bateria vs salida

4.5.2. Circuito de control

conexionado, circuito, modulo ADC, muestreo

4.5.3. Rutinas de control

codigo de lectura de nivel de tension en la bateria (explicacion)

4.6. Consumo del motor

principio de funcionamiento

4.6.1. Características

grafico/tabla de corriente consumida vs voltaje, características del puente H, valores maximos y minimos, mensajes de consumo alto

4.6.2. Circuito de control

valor de la resistencia, circuito, modulo ADC, muestreo, vref en el micro

4.6.3. Rutinas de control

codigo de lectura de nivel de tension en la bateria (explicacion)

4.6.4. Pulsador u otro dispositivo disparador

posibilidad de poner un pulsador o cualquier otro dispositivo que genere un cambio de estado y lo detecte como trigger

4.6.5. Características

como deberia ser el boton o algun otro dispositivo que vayamos a poner ahi

4.6.6. Circuito de control

alimentacion, consumo, circuito, interrupciones

4.6.7. Rutinas de control

codigo de lectura de cambio de estado en el pin de trigger (explicacion)

5. Controladores

5.1. Netbook

modelo, marca, características, para que se usa, sistema operativo y lenguaje de programación

5.2. Microcontrolador

para que vamos a usar el micro y sus funciones principales

5.2.1. Características

modelo, marca, familia, memorias, etc

5.2.2. Diagrama del microcontrolador

grafico y asignacion de pines x modulo

5.2.3. Módulos internos

listado de modulos que tiene y características de cada uno

5.2.4. Programación del firmware

pines de programación, icd2, IDE, lenguaje, version

6. Comunicación

porque necesitamos comunicar los modulos, que necesidades hay, nivel de uso

6.1. Conectividad entre módulos

daisy chain, diagrama, montado sobre rs232, control de errores

6.2. Protocolo de comunicación

características necesarias en el protocolo, porque es importante, cosas que tuvimos en cuenta y decisiones, control de errores

6.2.1. Características básicas

formado por paquetes, formato basico del paquete (header), control de errores

6.2.2. Comandos comunes

contelo o listado de comandos comunes (en detalle o se van a un apendice)
- son pocos.

6.2.3. Comandos específicos

contelo o listado de comandos especificos segun el tipo de placa (referencia a un apendice con cada uno explicado)

6.2.4. Estadísticas

analisis de paquetes por segundo, bytes de datos vs bytes de header, retransmisiones, etc

7. Placas controladoras

porque tuvimos que disear nuestras propias placas, cosas que tuvimos en cuenta y decisiones tomadas, codigos fuente a los apendices

7.1. Placa genérica

funcion de una placa generica, porque fue armada, para que sirve

7.1.1. Características principales

testeo de nuevos modulos, testeo de la programacion, sniffear la comunicacion, futuras expansiones

7.1.2. Módulo de comunicación

explicacion de la comunicacion, igual en todas, switch de configuracion, pines, fichas, nodos en la cadena, cables pc-placa y placa-placa, max232

7.1.3. Alimentación de la placa

tension para la alimentacion, circuito de la fuente, consumo maximo, voltaje minimo de alimentacion, alimentacion de 5V directos

7.1.4. Configuración

configuracion minima de la placa, leds, comunicacion, header de programacion

7.1.5. Esquemático

esquematicos de la placa

7.1.6. Circuito

circuito de la placa

7.1.7. Código básico

explicacion de lo minimo que deberia tener para ser parte de la cadena de comunicacion

7.1.8. Posibles extensiones

posibles extensiones a futuro de la placa - nuevos modulos de testeo o control o lectura muy basica de seales, pasar a montaje superficial los componentes, hacerla mas chica

7.2. Placa controladora de motores DC

funcion de una placa controladora de motorDC, porque fue armada, para que sirva, porque hay 2, porque no esta en una sola

7.2.1. Características principales

principio de funcionamiento, como logra controlar la velocidad, como logra ser parte de la cadena, como logra sensar el consumo, controlar el motor, puente H, diodos, leds, VREF

7.2.2. Módulo de comunicación

se explico en el modulo generico, se agregan los comandos especificos y se puede explicar como se obtiene la informacion para dar las respuestas

7.2.3. Alimentación de la placa

se explico en el modulo generico, tension para la alimentacion para los motores, necesidad de masa unica como referencia, consumo aproximado de los motores

7.2.4. Configuración

configuracion de la placa, leds, comunicacion, header de programacion, switch de seleccion de encoder

7.2.5. Esquemático

esquematicos de la placa

7.2.6. Circuito

circuito de la placa

7.2.7. Código básico

explicacion de lo minimo que deberia tener para ser parte de la cadena de comunicacion, sensado y control de la velocidad de los motores

7.2.8. Posibles extensiones

unificar en una placa el control de mas de un motor, pasar a montaje superficial los componentes, hacerla mas chica

7.3. Placas de sensado

funcion de una placa de sensado, porque fue armada, para que sirve, que tipo de sensores puedo conectar, cuales son las posibles configuraciones, diferencias, sensado de la bateria

7.3.1. Características principales

principio de funcionamiento, como logra tomar las muestras de los sensores, como logra ser parte de la cadena, seteo de los tipos de sensores

7.3.2. Módulo de comunicación

se explico en el modulo generico, se agregan los comandos especificos y se puede explicar como se obtiene la informacion para dar las respuestas

7.3.3. Alimentación de la placa

se explico en el modulo generico

7.3.4. Configuración

configuracion de la placa, comunicacion, header de programacion

7.3.5. Esquemático

esquematicos de la placa

7.3.6. Circuito

circuito de la placa

7.3.7. Código básico

explicacion de lo minimo que deberia tener para ser parte de la cadena de comunicacion y sensado de los distintos perifericos

7.3.8. Posibles extensiones

uso de componentes como resistencias variables para regular la alimentacion de los sensores de piso y resistencias pull-up, pasar a montaje superficial los componentes, hacerla mas chica

7.4. Placa controladora de servo motores

funcion de una placa controladora de servos, porque no fue armada, para que se penso, alguna otra opcion de conexion, pines libres

7.4.1. Características principales

principio de funcionamiento, como logra generar varios pwm por software, como logra ser parte de la cadena

7.4.2. Módulo de comunicación

se explico en el modulo generico, se agregan los comandos especificos y se puede explicar como se obtiene la informacion para dar las respuestas

7.4.3. Alimentación de la placa

se explico en el modulo generico, con modificaciones que permiten que circule una mayor cantidad de corriente para alimentar a los servos.

7.4.4. Configuración

configuracion de la placa, comunicacion, header de programacion

7.4.5. Esquemático

esquematicos de la placa

7.4.6. Circuito

circuito de la placa

7.4.7. Código básico

explicacion de lo minimo que deberia tener para ser parte de la cadena de comunicacion y control de los servos

7.4.8. Posibles extensiones

uso de componentes como resistencias variables para regular la alimentacion de los sensores de piso y resistencias pull-up, pasar a montaje superficial los componentes, hacerla mas chica

8. Armado del prototipo

8.1. Diseño

8.2. Características

con las ruedas de 10cm y teniendo en cuenta que el motor gira a unas 300 cuentas/segundo (usando un solo sensor en el encoder) llegamos a 50 cm/s de velocidad

8.3. Desarme

8.4. Costo y proveedores

A. Primer apéndice Hardware

protocolo de comunicacion.
conexionado y configuracion de la comunicacion.
circuitos de las placas.
codigo fuente de las controladoras.
costo del prototipo.

B. Segundo apéndice Hardware