

Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica



**UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL**

Facultad Regional Buenos Aires
Secretaría de Ciencia y Tecnología



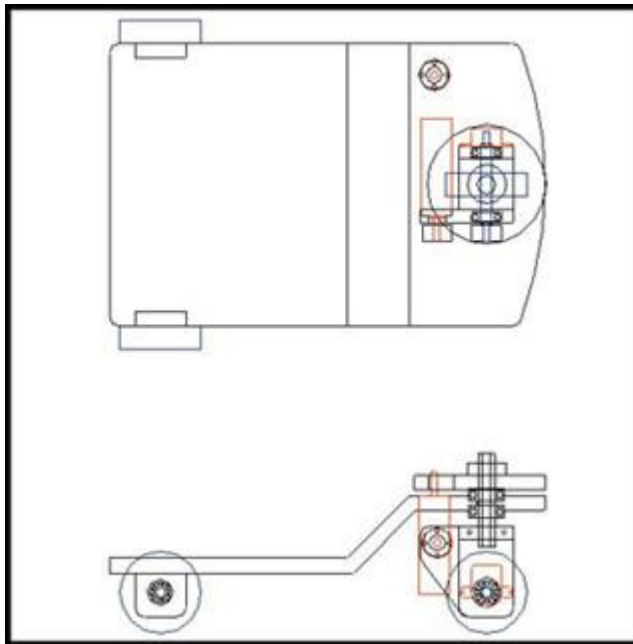
PMIR

Plataforma Móvil de Inspección Robotizada

**Ing. Claudio VERRASTRO , Enrique ZYGADLO
Ing. Sergio ALBERINO y Ing. Pablo D. FOLINO**

Objetivos

Desarrollo de una Plataforma Móvil de Inspección Robotizada (PMIR) del Grupo GIAR



Introducción

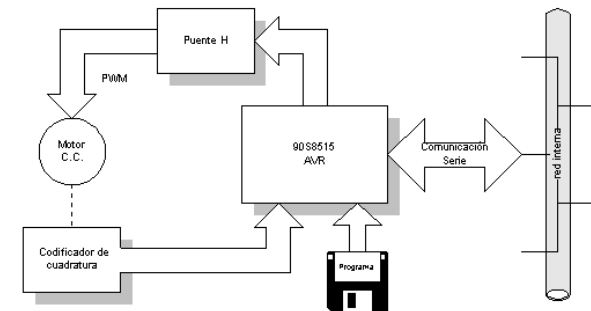
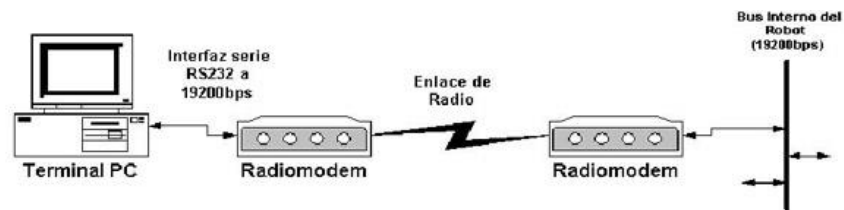
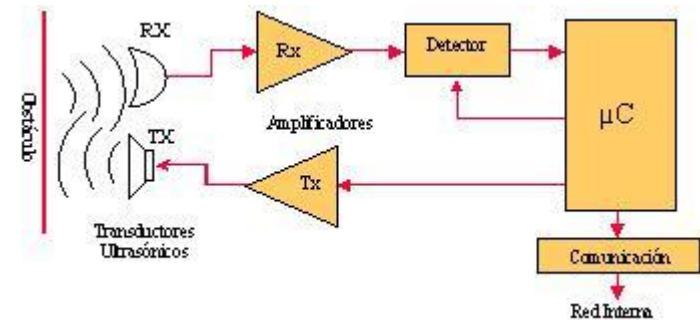
Se trata del diseño y construcción de un carro de transporte de instrumental, autónomo cuya finalidad es la inspección de distintos entornos.

Se apunta principalmente a la recolección de datos en ambientes fabriles ó de producción y/o donde sea riesgosa la acción humana, extrayendo información de distinto tipo, mediante sensores adecuados (cámaras de vídeo, sensores ultrasónico, y otros a elección).

Descripción General

Estructura modular ----- (Red interna)

- Control adaptivo de motores
- Sonar
- Radio modem
- Torre de instrumentos
- Convertor de protocolo (RS232.RS485)



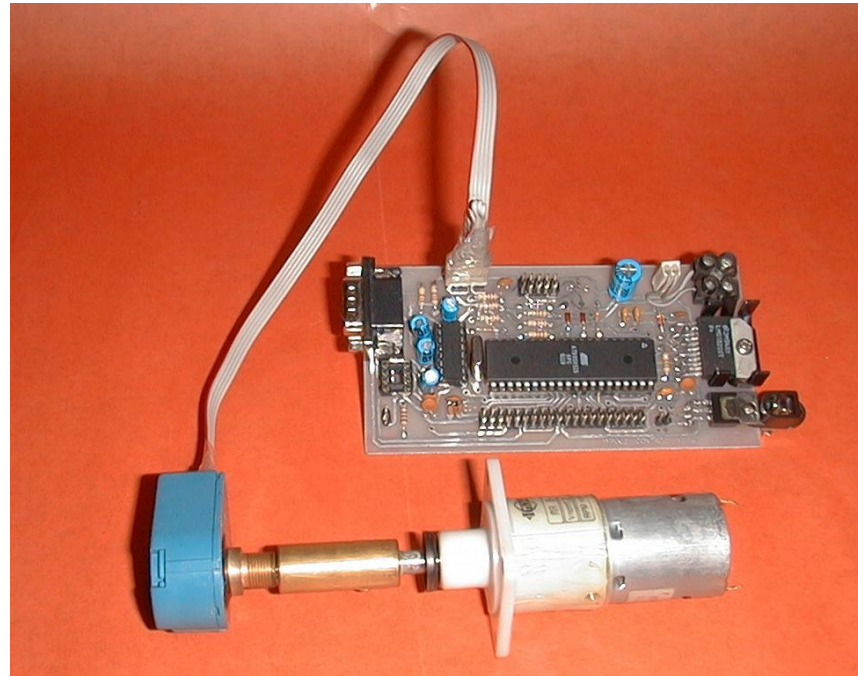
Características generales

- Prestaciones similares a las de plataformas comerciales, pero a bajo costo
- Al utilizar motores de C.C. Se logra mayor capacidad para desarrollar fuerza (puede transportar equipos de medición o similar)
- Al realimentar su posición (encoders, radar de ultrasonido. Cámara, etc.) y aplicar algoritmos de corrección (P.I.D., esquema adaptivo de filtrado de ruido) es posible saber con precisión donde se encuentra y realizar mediciones de bajo error sobre el entorno en el que se mueve la plataforma

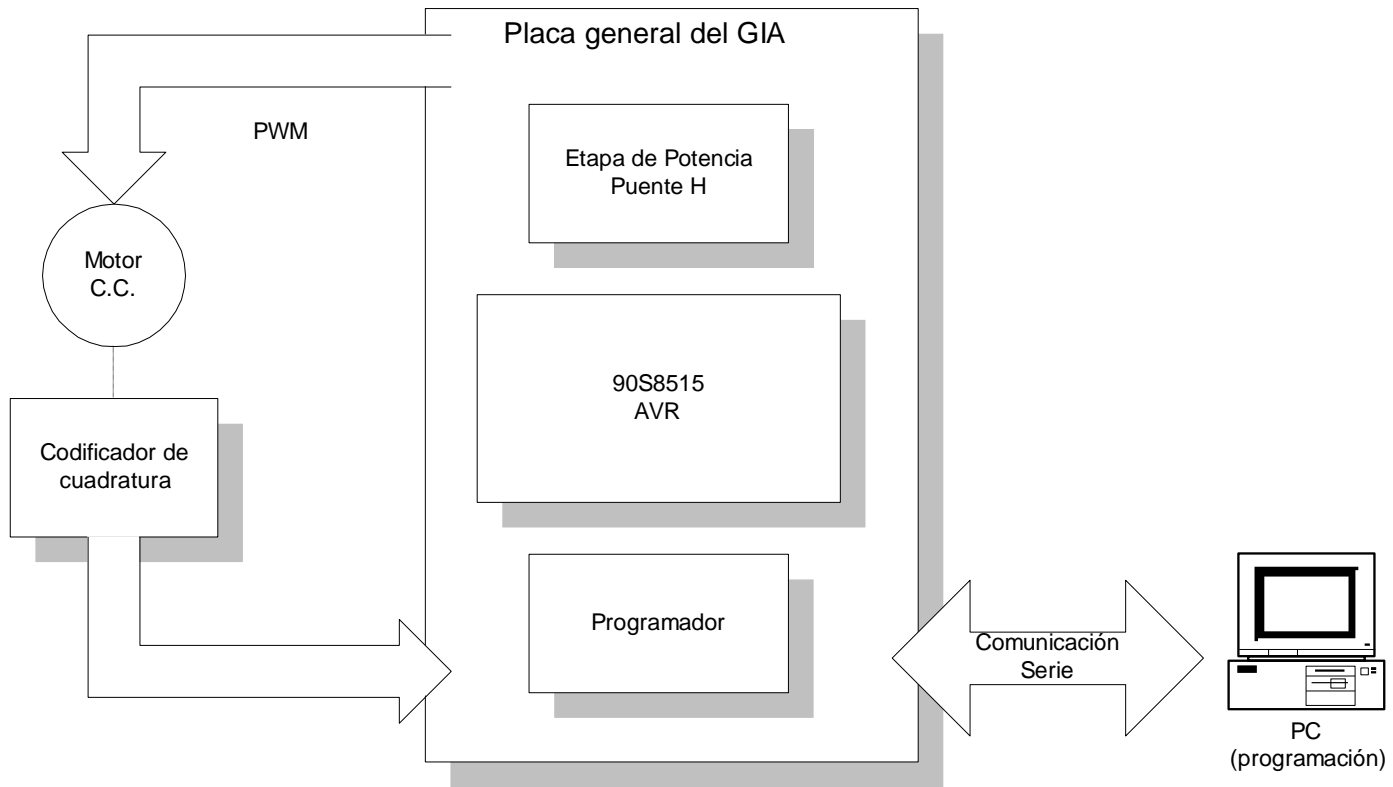
Modos de navegación

- Radio controlado por operador
(tipo joystick)
- Navegación por hitos
(se posee un mapa del recorrido)
- Modo exploración
(el mapa se “levanta” a través de los sensores)

Control de Motores Placa de desarrollo



Control de Motores Placa de desarrollo



Ecuaciones del P.I.D.

$$y[n] = K_p \cdot e[t] + K_i \int e(t) dt + K_d d(e(t))/dt$$

Referencias:

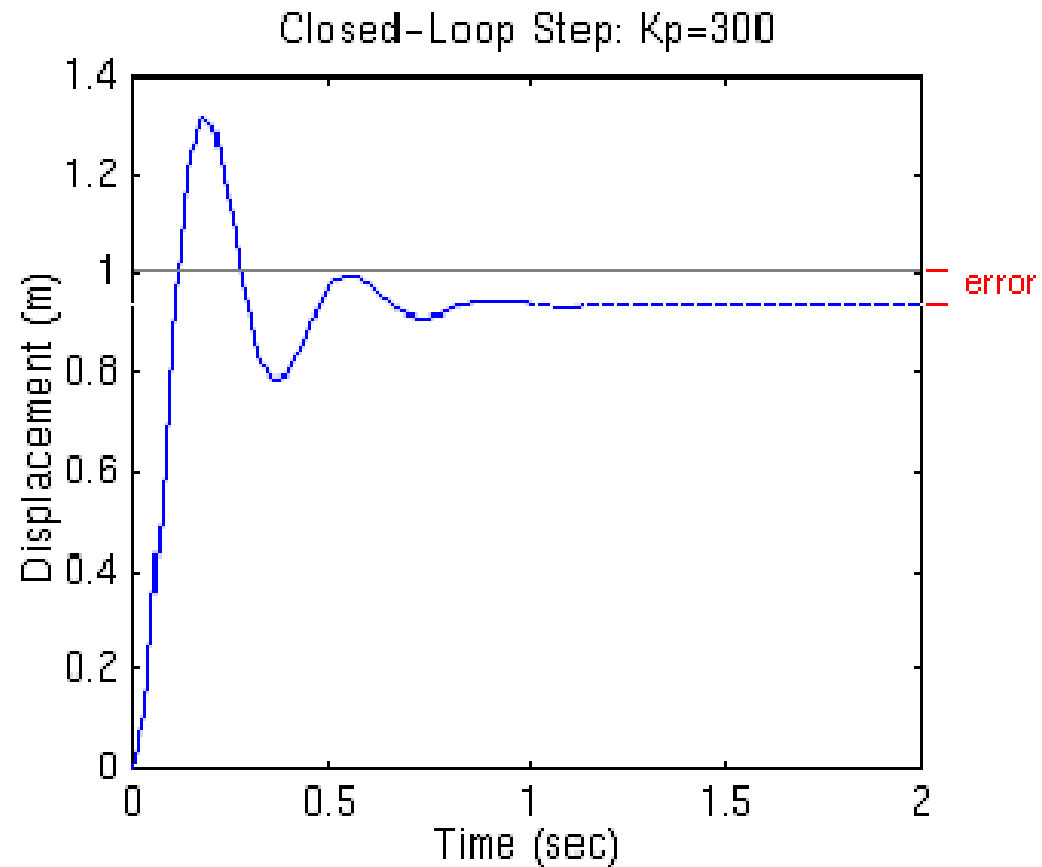
K_p = Constante del control proporcional

K_d = Constante del control diferencial

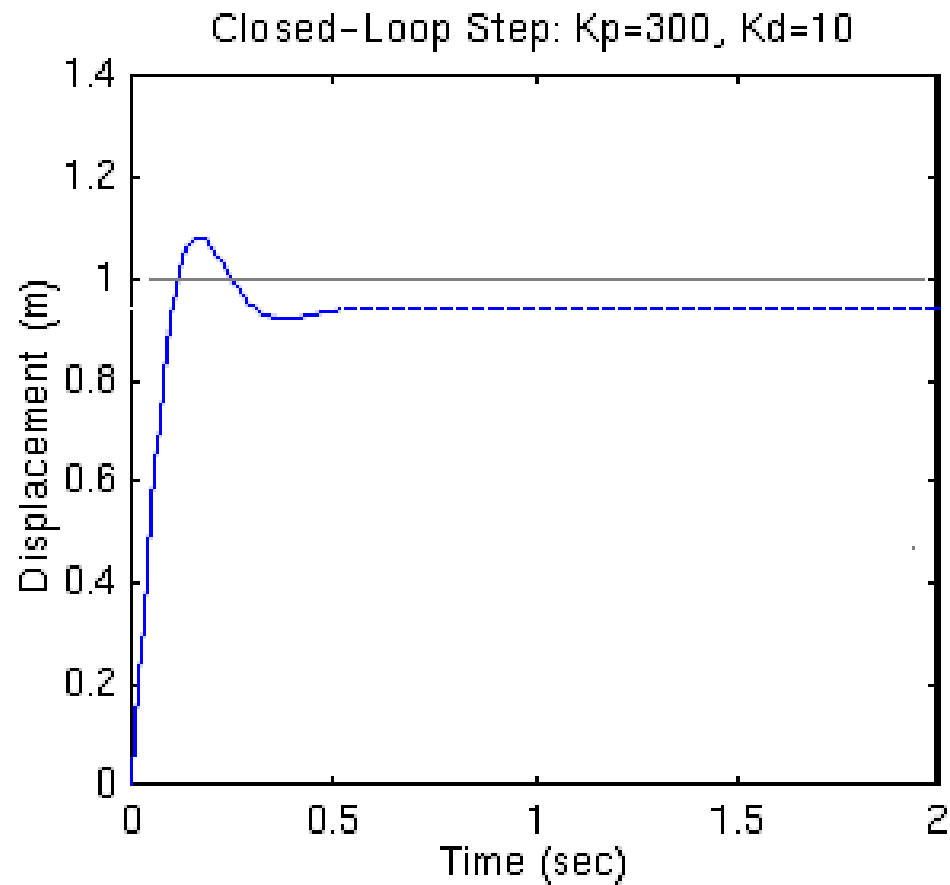
K_i = Constante del control integral

e[t] = error de posición (posición actual – posición anterior)

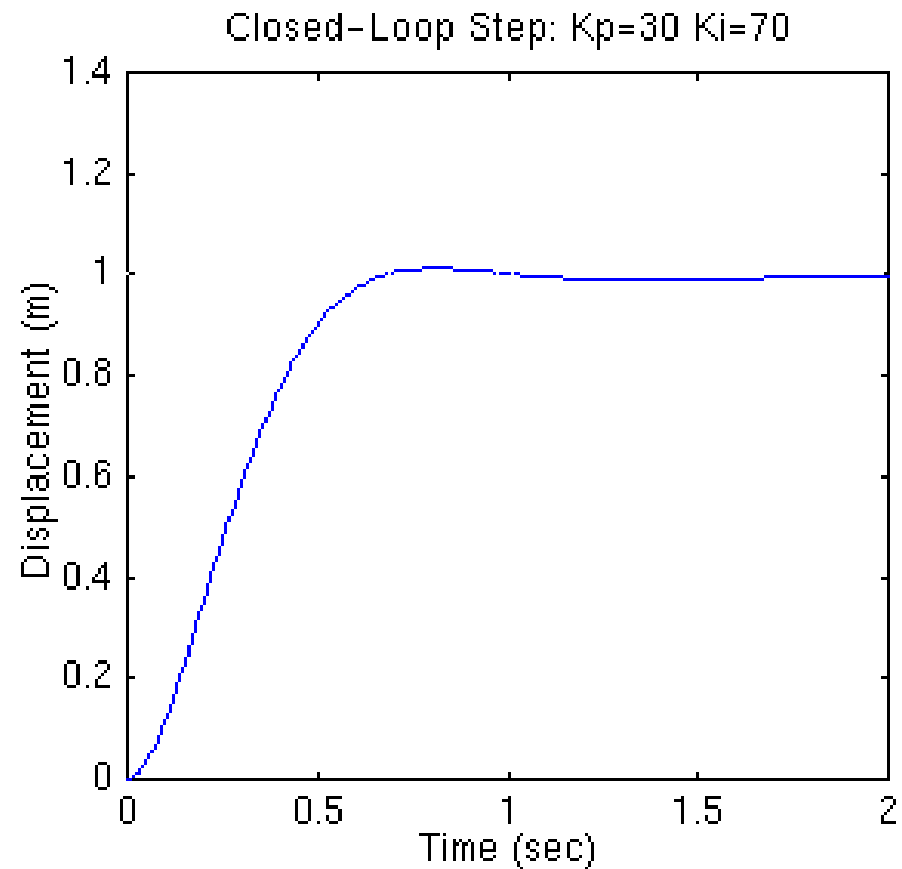
Control P



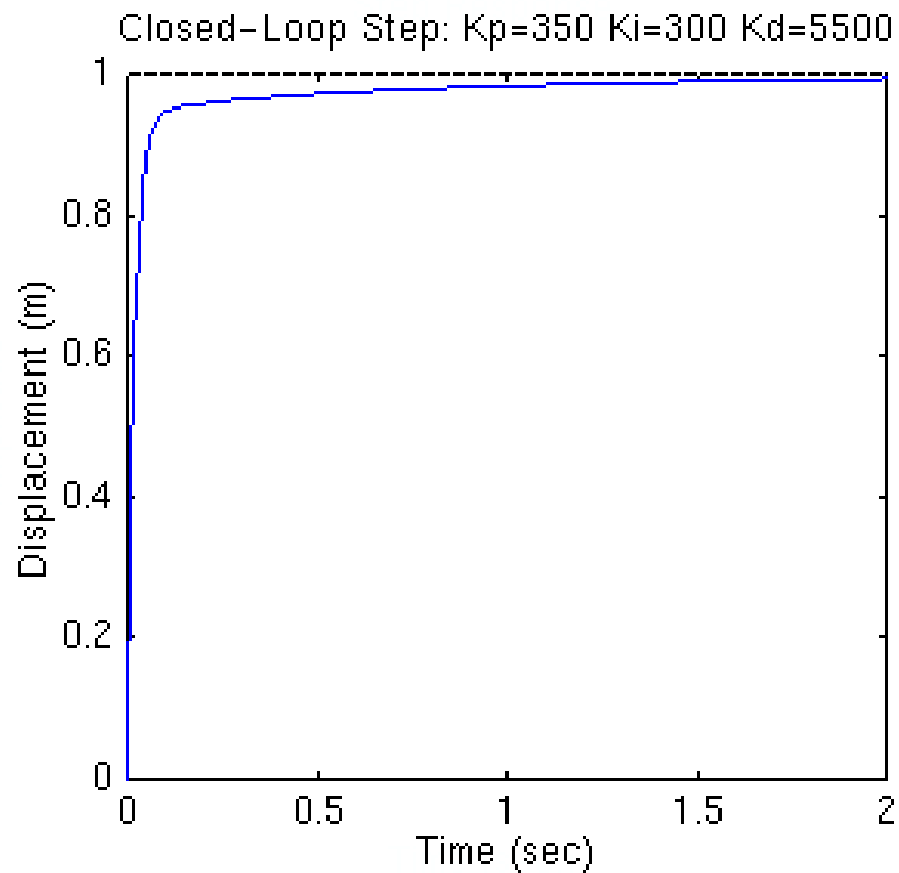
Control PD



Control PI



Control PID



Características del P.I.D.

	Sobre impulso	Tiempo de establecimiento	Error permanente
Kp	Aumenta	No afecta	Disminuye
Ki	Aumenta	Aumenta	Elimina
Kd	Disminuye	Disminuye	No afecta

P.I.D. Discreto

$$y[n] = K_p \cdot e[n] + K_i \cdot a[n] + K_d \cdot (e[n-1] - e[n])$$

$$a[n] = \sum e[n]$$

e[n] = error de posición (posición actual – posición anterior)

e[n-1] = error de posición del ciclo anterior

a[n] = suma algebraica de los errores de posición

Demostración P.I.D.

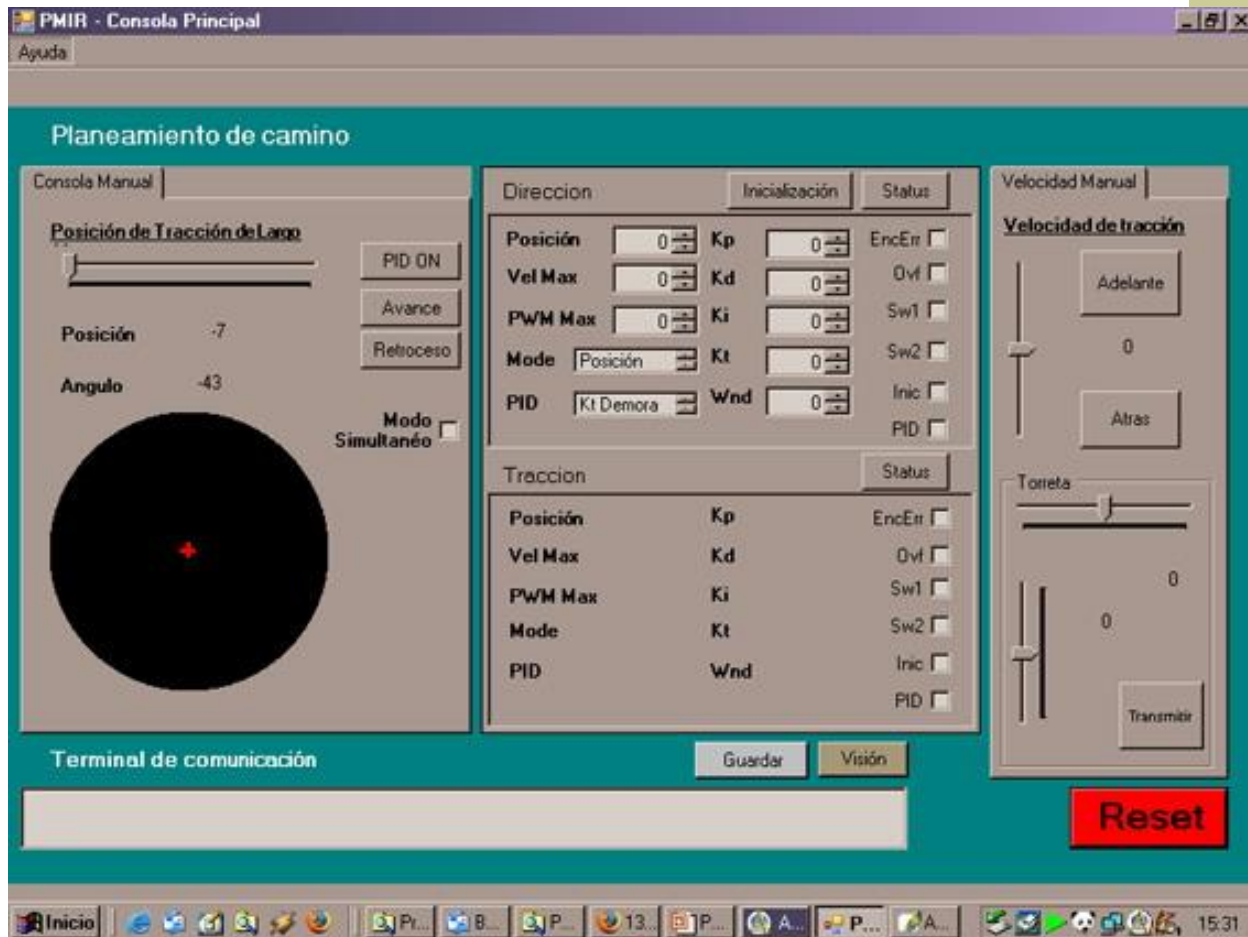
El sistema trata de mantener su posición

Teniendo todo el radio modem apagado, se desplaza la PMIR y se verifica que la plataforma vuelve a su posición de inicio, sin necesidad de un comando suministrado por la PC.

Demostración P.I.D.



Navegador PMIR v.2005 C# .NET



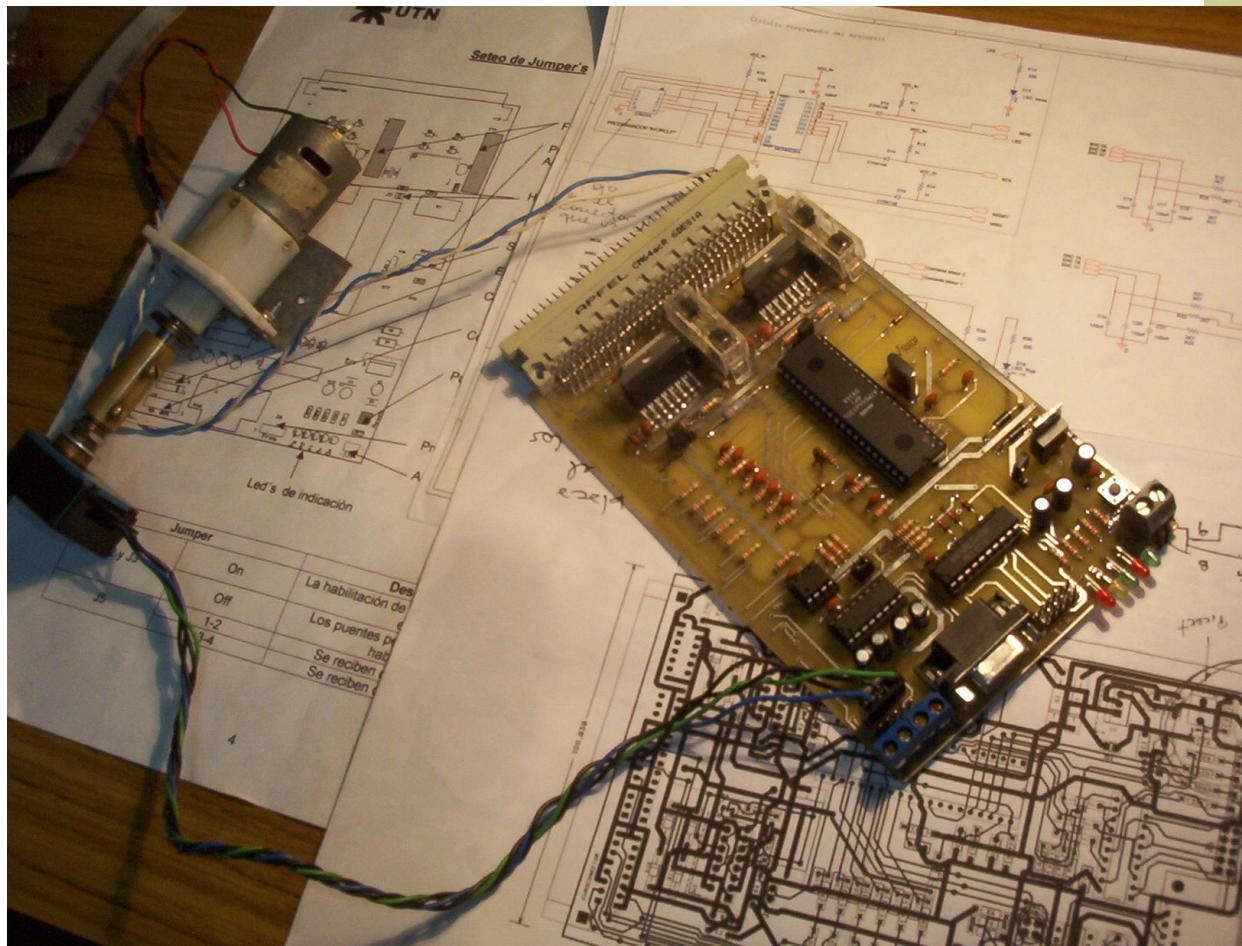


Estado Actual del Proyecto



¿En qué estamos?

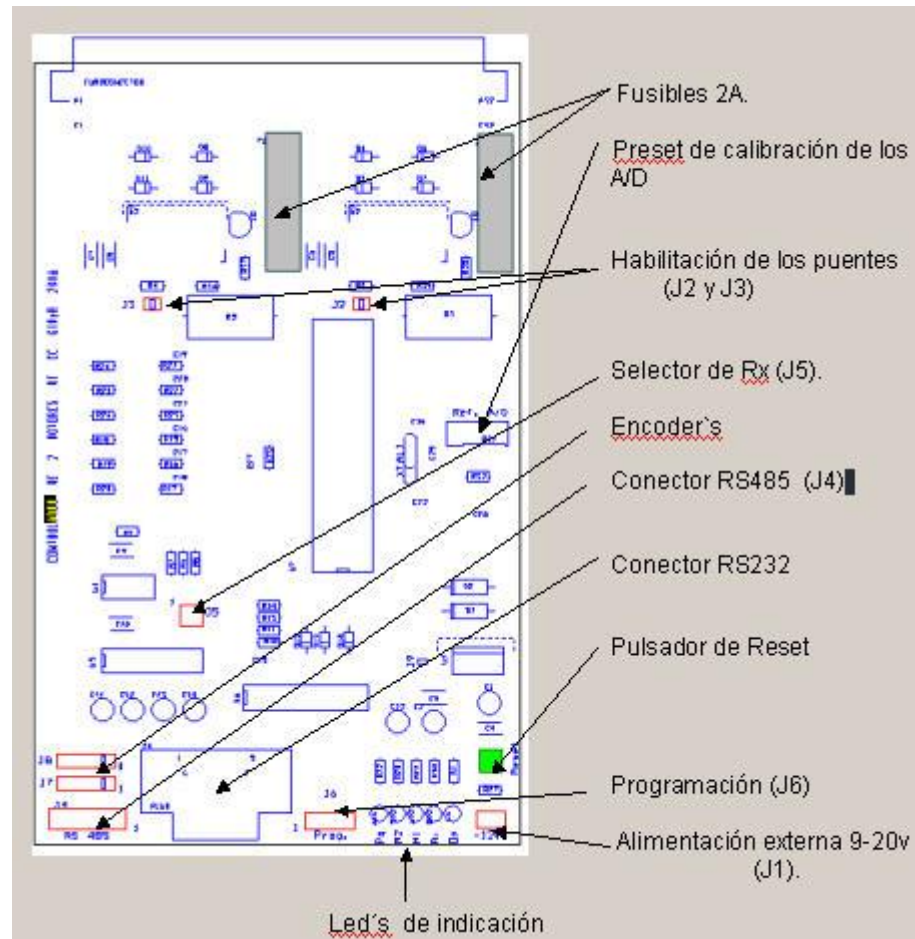
Placa de desarrollo (Versión 2006)



Ventajas de la placa nueva

- Se pasó a un microcontrolador más moderno (ATmega8535)
- La misma placa tiene dos puentes “H”, con lo que puede manejar dos motores, o un motor con el doble de corriente
- El “Dongle” para programar el micro está incluido en la placa
- Permite comunicación RS-232 o RS-485 con solo cambiar un jumper
- Diseñada para entrar y conectarse en un Rack Tipo EuroCard

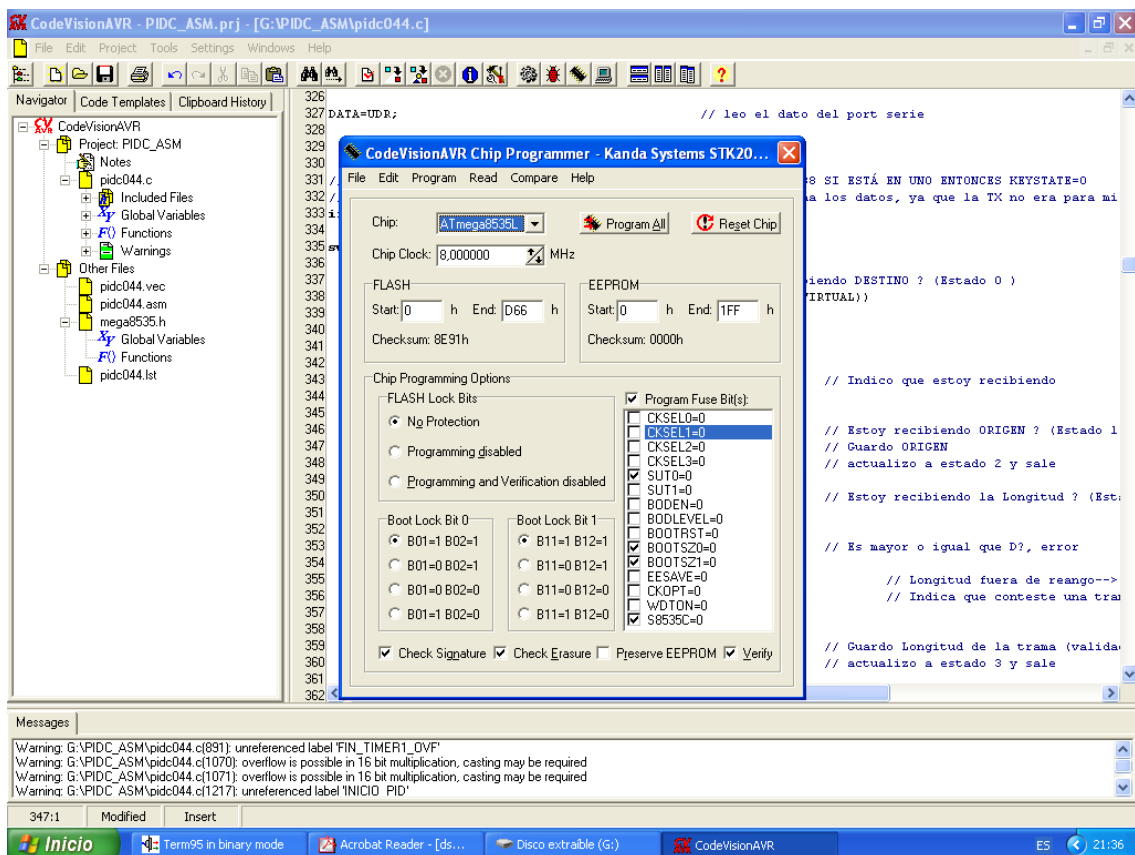
Ventajas de la placa nueva



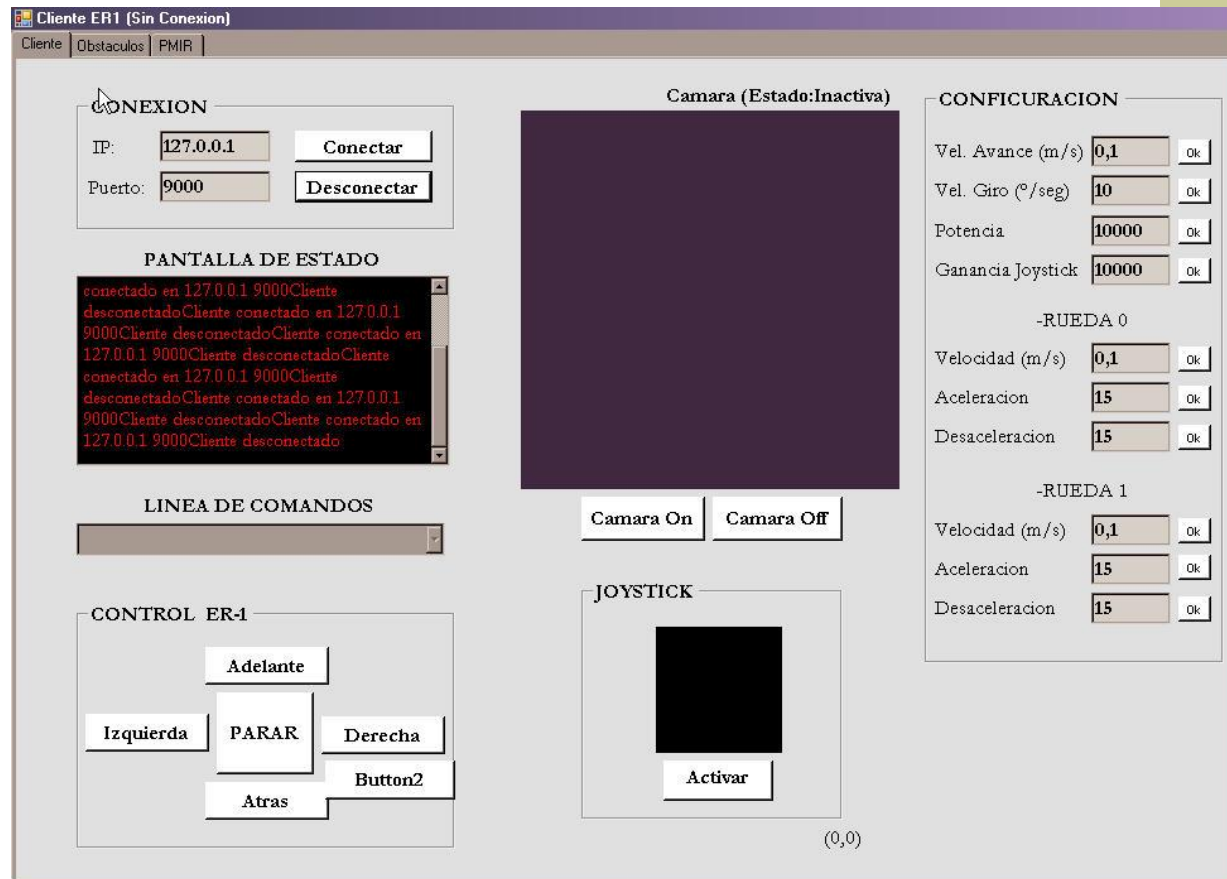
Problemas con la placa nueva

- Problemas de compatibilidad del ATmega8535 con la familia 90S (configuración de “fusibles”)
- No se tuvo en cuenta el ancho de los “rieles” del Rack EuroCard
- Pistas defectuosas al pasar de un programa a otro de diseño de placas (Autoruteo)

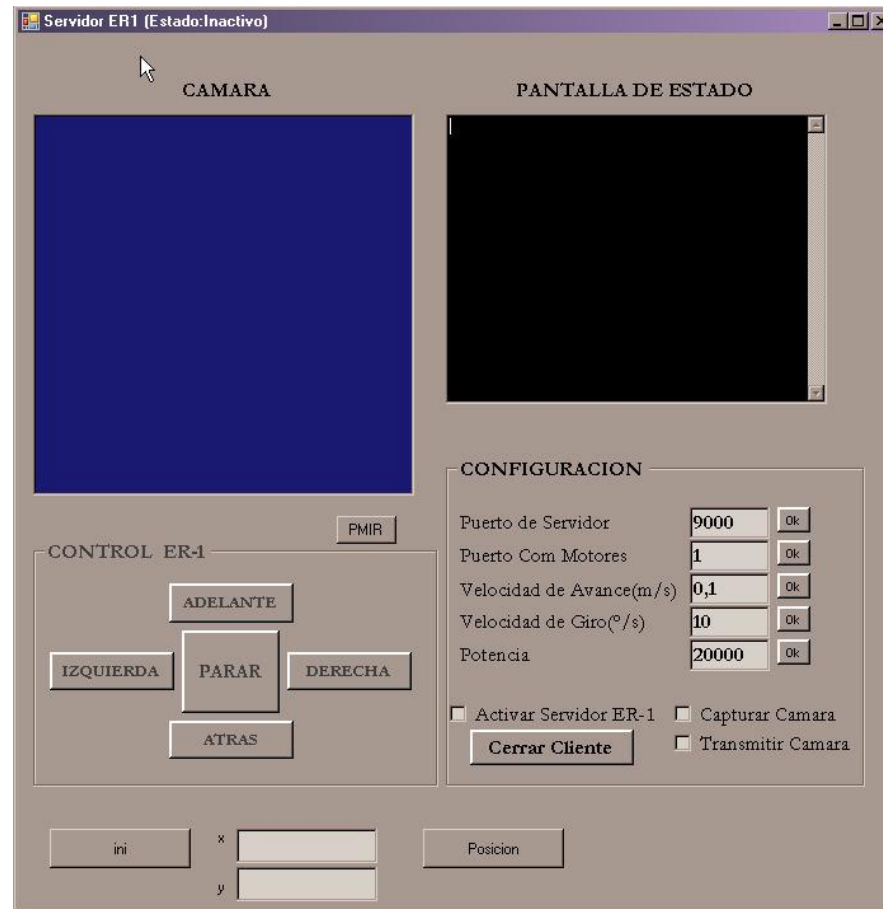
Disposición de “fusibles” En el CodeVisionAVR



Navegador VB.NET compatible ER1 (Cliente)



Navegador VB.NET compatible ER1 (Servidor)



Diferencias ER1- PMIR

ER1

Motores paso a paso
sin realimentación

Tracción diferencial

PC en red WiFi

Es necesaria una PC a
bordo para controlar
los módulos

PMIR

Motores de C.C.
realimentados por
encoder

Tracción tipo triciclo

Radiomodem

Red RS485 de
dispositivos

Videos de la PMIR funcionando



Referencias

Referencias

- Bucella T., “Servo Control of a DC-Brush Motor”,
- Microchip Teknic Inc. Nota de Aplicación AN-532
- Carbone P.,Petri D., “Noise-based Spectral Estimation for ADC Testing”
- Crenshaw, J. W.. “All About Filters”, *Embedded System Programming* pp 12-20 May (1996)
- Knoll G.F., *Radiation Detection and Measurement*, John Wiley and Sons, Singapur, (1989)
- Kuchen B., Carelli R.y .Gambier A. ; *Control Digital*, pp 118-123, EBAI, Brasil (1988a)
- Melkonian L., “Improving A/D Converter Performance Using Dither” *National Semiconductor, Application Note AN 804*, (1992)
- ♦ Ogata, Katsuhiko, *Ingeniería de control moderno*, 3° edición, Prentice Hall, pp. 669-692, México, (1998)
- ♦ Proakis, J.G. y Manolakis, D.G. *Tratamiento digital de señales*, 3 ed., pp. 92-118, Prentice Hall, Madrid, (1998)
- ♦ Smith, S.W., “The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing”, Technical Publishing California (1997)
- ♦ Tham,M., “Discretised PID Controller”, University of Newcastle, Londres (1998 a)
- ♦ Tham M.T "Dealing With Measurement Noise" University of Newcastle, Londres (1998 b)
- ♦ Wescott,T. “PID Without a PhD”, *Embedded System Programming*, pp. 86-108. Oct (2000).

Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica



- ◆ Director: Claudio Verrastro
- ◆ Codirectores: Roberto Barneda
- ◆ Juan Carlos Gómez

www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/