

Sistema de Desarrollo GP_Bot

Manual de Usuario

REVISIÓN 1.3

Marzo 2002

(Hoja en blanco)

ÍNDICE

1	Tarjeta GP_Bot	5
1.1	Características de la tarjeta	5
1.2	Diagrama de bloques de la tarjeta.....	6
1.3	Distribución de componentes en la tarjeta.....	9
1.4	Distribución de señales en los conectores externos.....	10
1.5	Conexión de la tarjeta al PC.....	11
2	Tarjeta GP_Mon y Cable Monitor	12
3	Tarjeta GP_Bot>Ifaz.....	13
3.1	Características de la tarjeta	13
3.2	Diagrama de bloques.....	13
3.3	Distribución de componentes en la tarjeta.....	15
3.4	Distribución de señales en los conectores externos	16
3.5	Conexión con la tarjeta GP_Bot.....	17
4	Fotografías del sistema.....	18

Tabla de Ilustraciones

Figura 1.	Diagrama de Bloques. GP_Bot.....	6
Figura 2	Control de la fuente de alimentación por la señal DTR.....	7
Figura 3.	Diagrama de conexiones para el puerto RS-485.....	8
Figura 4.	Distribución de Componentes. GP_Bot.....	9
Figura 5.	Interpretación de los conectores. GP_Bot.....	10
Figura 6.	Conectores de Expansión. GP_Bot.....	10
Figura 7.	Cable para la conexión serie entre GP_Bot y un PC.....	11
Figura 8.	Diagrama de conexión PC - GP_Mon - GP_Bot.....	11
Figura 9.	Cable Serie Clase I.....	12
Figura 10.	Diagrama de Bloques. GP_Bot>Ifaz.....	13
Figura 11.	Diagrama de Bloques Fuente de Alimentación. GP_Bot>Ifaz.....	14
Figura 12.	Esquema de la Fuente de Alimentación.....	14
Figura 13.	Conexiones de los drivers de los motores.	14
Figura 14.	Conexiones de los sensores de infrarrojos.	14
Figura 15.	Distribución de Componentes. GP_Bot>Ifaz.....	15
Figura 16.	Conector de Alimentación. GP_Bot>Ifaz.....	16
Figura 17.	Puertos de Entrada/Salida. GP_Bot>Ifaz.....	16
Figura 18.	Conectores de sensores de infrarrojos.....	16
Figura 19.	Conectores de los Motores.....	17

Notas de las revisiones

Revisión	Fecha	Modificaciones
1.0	Enero de 2001	Documento inicial
1.1	Marzo de 2001	Se incluyeron algunos diagramas y más explicaciones
1.2	Abril de 2001	Corrección de algunos errores. Se añadieron fotografías
1.3	Marzo de 2002	Se incluye la documentación de la nueva versión de la placa GP_Bot (v 1.1). Se muestran detalles del esquema eléctrico del sistema

Introducción

Este sistema de desarrollo surge de la necesidad de contar con un sistema flexible, de propósito general y de cierta potencia para el desarrollo de las prácticas de la asignatura de Robótica Autónoma, impartida en la ETS de Informática de la Universidad Autónoma de Madrid.

Un buen sistema de desarrollo debe contar, por un lado, con los recursos suficientes para el control de los elementos básicos que puede necesitar lo que denominaríamos como un robot básico, tales como motores, sensores de infrarrojos, pulsadores, etc. Y por otro lado debe tener una gran potencia de cálculo así como gran cantidad de memoria para poder gestionar con éxito toda clase de complicados algoritmos de inteligencia artificial, creación de mapas de entorno, etc.

Lo primero es sencillo de conseguir pero lo segundo no tanto, se complica el diseño y se encarece bastante, con lo que sería difícil dotar a cada puesto de laboratorio de un sistema completo.

La solución que se ha adoptado finalmente cumple el primer objetivo claramente, como se verá a continuación, con la utilización de un moderno microcontrolador de Motorola, con bastantes herramientas de apoyo y completa documentación. Esto será suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

El problema de la necesidad de mayor potencia se ha solucionado incluyendo un módulo de radio que permite una comunicación bidireccional con una estación base, que podrá ser un PC. De esta forma toda la potencia necesaria la pondrá el PC y se limitará a dar órdenes sencillas de movimiento y peticiones de lecturas del entorno al robot.

1 Tarjeta GP_Bot

1.1 Características de la tarjeta

La tarjeta GP_Bot es una tarjeta de desarrollo de propósito general para el diseño e implementación de sistemas basados en microcontrolador. Está basada en el microcontrolador de 8 bits MC68HC908GP32 de Motorola, cuyas principales características son:

- /// Arquitectura de alto rendimiento M68HC08 optimizada para compiladores C
- /// Frecuencia interna del bus de hasta 8-MHz
- /// Código de seguridad para la lectura y programación de la memoria FLASH
- /// *Firmware* para la programación desde PC "on chip"
- /// Sistemas de protección: "Watch Dog", detección de baja tensión, de direccionamiento ilegal y de código ilegal, todos con reset opcional
- /// Diseño de bajo consumo, completamente estático y varios modos de operación
- /// 32 Kbytes de memoria FLASH programable en circuito
- /// 512 bytes de memoria RAM
- /// Módulo de interfaz serie asíncrono (SPI)
- /// Módulo de interfaz serie síncrono (SCI)
- /// Dos temporizadores de 2 canales de 16 bits (TIM1 y TIM2) con captura de entrada seleccionable, comparadores y capacidad de PWM en cada canal
- /// 8 canales de 8 bits para conversión AD por aproximaciones sucesivas
- /// Hasta 33 pines de entradas/salidas de propósito general
- /// Puerto de 8-bits para manejo de teclado
- /// 16 modos de direccionamiento
- /// Instrucciones optimizadas de multiplicación (8x8) y división (16x8)
- /// Optimización para aplicaciones de control
- /// Soporte eficiente del lenguaje C

Este microcontrolador dispone de un modo especial de trabajo, denominado Modo Monitor, a través del cual se puede acceder desde un PC a todos los recursos internos, acceso a los registros, a los contenidos de la memoria, tanto ROM (flash) como RAM, se puede programar la FLASH interna, permite la ejecución pasa a paso del programa almacenado, etc.

Actualmente hay dos versiones, la 1.0 de enero de 2001y la 1.1 de enero de 2002. Si no se especifica nada se entenderá que lo explicado en el presente documento se refiere a ambas versiones.

Las características de la tarjeta son:

- Microcontrolador MC68HC908GP32
- Acceso externo a todos los pines del microcontrolador, lo que incluye:
 - Puerto A: 8 bits de entrada/salida digital u 8 bits para la conexión de un teclado
 - Puerto B: 8 bits de entrada/salida digital u 8 canales al conversor Analógico-Digital
 - Puerto C: 7 bits de entrada/salida digital
 - Puerto D: 8 bits de entrada/salida digital o acceso a temporizadores y puerto serie síncrono
 - Puerto E: 2 bits de entrada/salida digital o puerto serie asíncrono
 - Señales de *reset* y entrada de interrupción
- Pulsadores de *Reset* y *Power-On* (arranque en frío)
- Driver serie tipo RS-232
- Módulo para transmisión-recepción por radio, en la banda de los 433 MHz.
- Sistema de reloj con cristal de 9.8304 MHz
- Fuente de alimentación regulada de 5v
- Entrada de cable monitor para la conexión desde PC, con hardware compatible con Clase I (control de la alimentación a través de la señal DTR del puerto serie)
- Driver serie tipo RS-485 full duplex, opcional (sólo en la versión 1.1)

Para entrar en el Modo Monitor se deben conectar ciertas líneas del microcontrolador a ciertos niveles de tensión, según se especifica en la hoja de datos del microcontrolador, lo que se consigue mediante el uso del denominado Cable Monitor, que incluye un circuito de adaptación de señales y cuyo uso será explicado más adelante.

1.2 Diagrama de bloques de la tarjeta

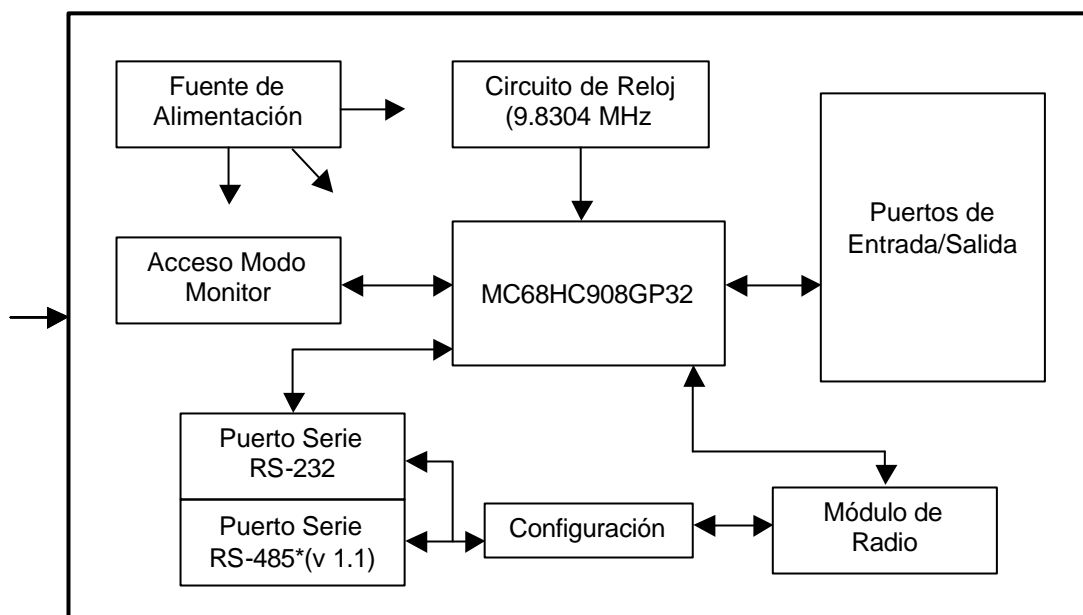


Figura 1. Diagrama de Bloques. GP_Bot

Como se puede observar en el diagrama de bloques anterior, el sistema de desarrollo contiene lo mínimo indispensable para que el microcontrolador pueda funcionar, pues se trata de un diseño de propósito general. Básicamente se trata del microcontrolador con todos sus puertos al exterior y sistemas de comunicación para su conexión con otros equipos.

Fuente de Alimentación: El sistema dispone de dos conectores para la entrada de alimentación, con idéntica funcionalidad: uno es una clema (permite la conexión de cable mediante tornillos) y otro es tipo jack. La tensión de entrada deberá estar entre 7 voltios y 13.5 voltios, para las placas de la versión 1.0, pues la fuente dispone de un regulador interno de 5v que lo necesita. Para la versión 1.1 esta tensión de entrada puede ser a partir de 5,5 voltios y se recomienda que como máximo sea de 15 voltios. Esta tensión puede venir de una batería o bien de un transformador conectado a la red. La corriente que necesitará suministrar será función de los dispositivos que se conecten, pero se aconseja un mínimo de 250 mA.

Para que el microcontrolador entre en modo monitor debe producirse un arranque en frío, es decir, la tensión de alimentación debe bajar de 0.1 voltios. La fuente de alimentación dispone de un mecanismo que permite ese arranque en frío a través de la señal DTR del puerto serie del PC, controlado por el software de desarrollo. Si dicho software no soporta esa función, o en el puerto serie no aparece la señal DTR (es el caso de algunos portátiles) el arranque en frío se puede conseguir desconectando la alimentación o bien pulsando el botón de "Power Up" cuando así lo solicite el sistema de desarrollo. En este caso, se debe desconectar esta señal del puerto serie, en la versión 1.1. Para ello bastará con quitar el puente **JP3**. En la versión 1.0 se debe eliminar la conexión del pin 20 (en el conector DB25 del puerto serie).

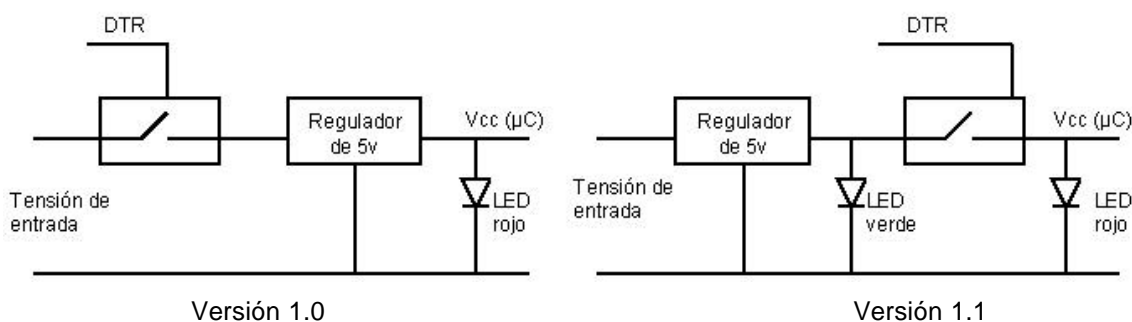


Figura 2 Control de la fuente de alimentación por la señal DTR

Según los esquemas de la figura anterior, en la versión 1.0 el led puede no estar encendido aunque la placa esté correctamente alimentada, basta con que la señal DTR no esté activa. Esto puede inducir a error, por lo que se ha corregido en la versión 1.1. En esta versión, cuando la alimentación está conectada siempre luce el led verde. Si además la señal DTR esta activa también lucirá el led rojo. Ambos leds se han integrado en un led bicolor.

La iluminación de los led verde y rojo está bien en una primera fase de depuración, pero es posible que en ciertas circunstancias interese reducir el consumo del sistema, para lo cual se puede desconectar la iluminación de los leds. Esto se consigue eliminando el puente **JP4** (versión 1.1).

Circuito de Reloj: Oscilador típico basado en un cristal de 9.8304 MHz, lo que permite al microcontrolador generar las señales internas necesarias para su correcto funcionamiento.

Acceso al Modo Monitor: Permite la conexión del Cable Monitor. Incluye el hardware necesario para configurar la tarjeta como Clase I, según las clasificaciones de acceso indicadas por los diseñadores del software de desarrollo¹.

Microcontrolador MC68HC908GP32: Descrito anteriormente. El encapsulado empleado en este diseño es QFP (*quad flat pack*) de 44 pines. La elección de este encapsulado viene

¹ Sistema de Desarrollo ICS, de Pemicro. Incluye ensamblador, programador, depurador y simulador. Se puede descargar en <http://www.pemicro.com>

motivada por dos factores, en primer lugar es el más pequeño disponible. Esto ha permitido que el tamaño final de la tarjeta tenga unas reducidas dimensiones (70 x 65 mm). En segundo lugar es el que más pines tiene, con lo que se aumenta el número de bits de entrada/salida. En otros encapsulados hay ciertos pines que no están disponibles (ver la hoja de datos del microcontrolador²).

Puertos de Entrada/Salida: Acceso a todos los puertos de entrada/salida del microcontrolador, así como a ciertas señales de control y a la tensión de alimentación, tanto regulada (5v.) como sin regular (tensión de entrada).

Puerto Serie RS-232: Conexión serie normalizada, basada en el popular *driver* MAX232. Las líneas que controlan la comunicación serie son PTE0 y PTE1. Si se utiliza este puerto se deben insertar puentes en los *jumpers* de configuración etiquetados como JP1 y JP2 para la versión 1.0 o bien colocar ambos en la posición 1-2 para la versión 1.1. En caso de no utilizarse no se conectarán, con lo que el driver no consume nada. Hay que tener precaución con estas líneas, pues en cualquier caso siguen presentes en el bus de expansión.

Puerto serie RS-485: sólo en la versión 1.1. En esta caso se cambia el driver anterior (RS-232) por otro que maneja las señales eléctricas de este protocolo. Para utilizarlo hay que soldar el CI MAX3081 o equivalente en U6 y colocar los jumpers JP1 y JP2 en la posición 2-3. Se utilizará el conector J15 (que también se deberá soldar).

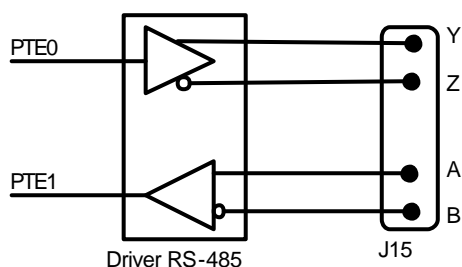


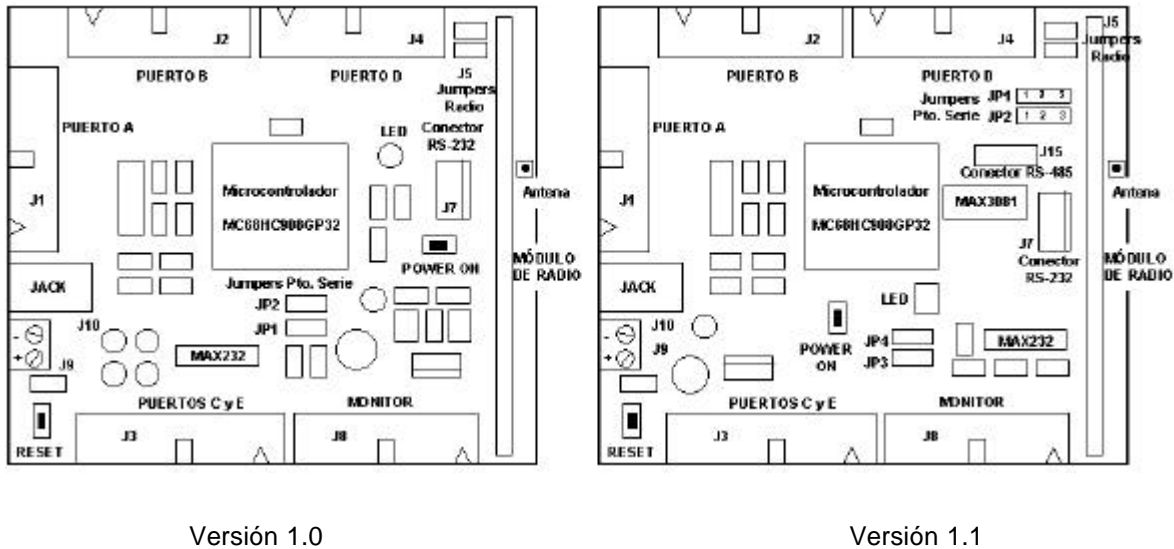
Figura 3. Diagrama de conexiones para el puerto RS-485

Módulo de Radio: Circuito híbrido para transmisión y recepción de datos digitales con antena única. Permite una comunicación *“half duplex”*. Utiliza el rango de frecuencia para radiomandos y radiocontrol de 433,92 MHz. La antena está formada por un hilo de cable conductor de 17 cm, aproximadamente, lo que proporciona un alcance de unos 200m sin obstáculos. Utiliza los pines PTD4 y PTD5 del microcontrolador. En caso de utilizar este módulo conviene desconectar estos pines del conector de expansión, lo que se consigue extrayendo los contactos entre los pines 1-2 y 3-4 del *jumper* J5, de forma que no haya posibles interferencias provenientes del exterior.

² MC68HC908GP32, HCMOS Microcontroller Unit. Technical Data, Hoja de datos del microcontrolador disponible en la web de Motorola: <http://www.mot-sps.com>. Existe una copia en la página web de la asignatura: <http://www.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/inicio.htm>

1.3 Distribución de componentes en la tarjeta

A continuación se muestra la distribución de componentes en la tarjeta GP_Bot, resaltando los componentes más importantes, como son el microcontrolador, los conectores de expansión, los *jumpers* de configuración, el módulo de radio y los pulsadores de *Reset* y *Power On*.



Versión 1.0

Versión 1.1

Figura 4. Distribución de Componentes. GP_Bot

En la tarjeta hay dos pulsadores, etiquetados como RESET y POWER ON. La función de cada uno se detalla a continuación:

RESET: Pone a nivel bajo la entrada de *Reset* del microcontrolador, produciéndose un *reset* externo. Se actualizan ciertos registros y el programa almacenado se ejecuta a partir de una dirección inicial conocida.

POWER ON: Desconecta la alimentación del microcontrolador, con lo que al liberarlo entra en una secuencia de inicialización determinada ejecutando ciertos procesos que sitúan el microcontrolador en un estado inicial conocido, entre otros determina si debe entrar en modo monitor o no.

Para más detalle consultar el punto 19.4 *Reset and System Initialization* de la hoja de datos del microcontrolador.

En cuanto a la configuración de los jumpers, su función se describió en los apartados Puerto Serie RS-232, puerto serie RS-485 y Módulo de Radio del punto anterior.

El conector J7 es el utilizado para la comunicación serie RS-232. El cable necesario se describe en la Figura 7. El conector J15 se usa para la comunicación serie a través del protocolo RS-485.

1.4 Distribución de señales en los conectores externos.

La figura 3a muestra la forma en la que se distribuyen los pines en los conectores J1 a J4 y J8, que son tiras de pines paralelas en los que se insertará un conector para cinta plana de 10 o 16 hilos, según corresponda. Las figuras 3b y 3c muestran los conectores J10 y J9 respectivamente, que se utilizan para la entrada de alimentación.

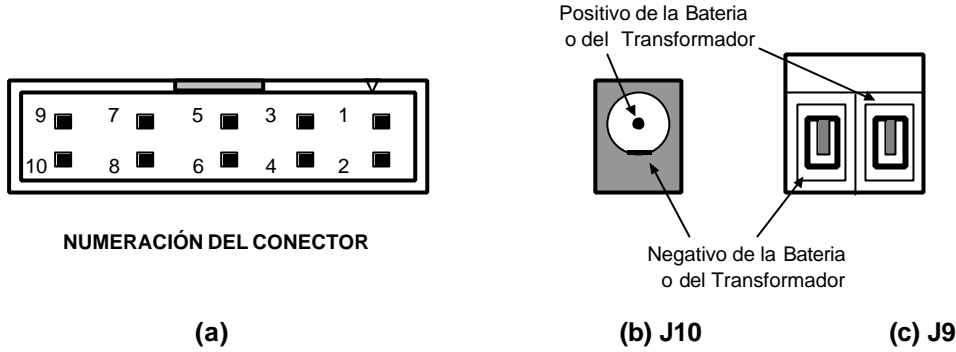


Figura 5. Interpretación de los conectores. GP_Bot

La distribución de señales en los pines de los conectores de expansión, vistos de frente, son los mostrados a continuación. El conector del puerto serie está visto desde arriba.

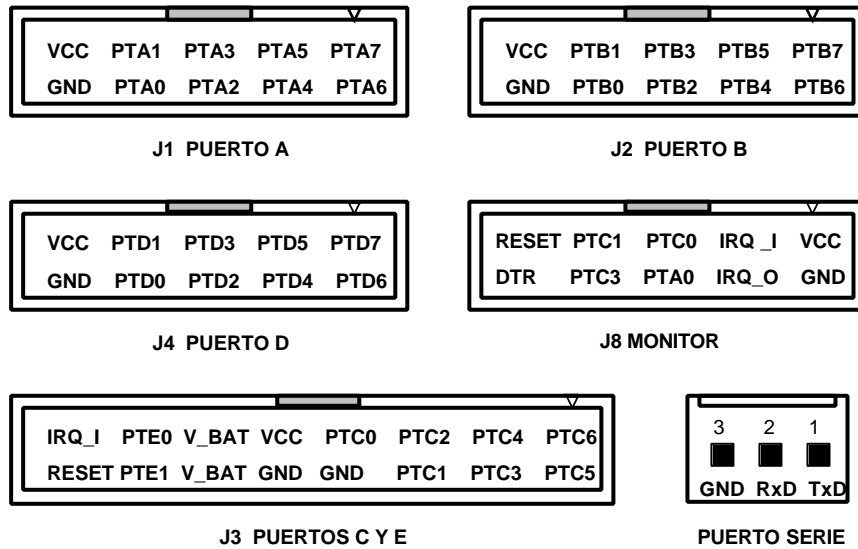


Figura 6. Conectores de Expansión. GP_Bot

NOTA: Los puertos A, C y D disponen internamente de una resistencia de pull-up programable bit a bit. Según las especificaciones de entrada del modo monitor, el pin PTA7 debe tener un nivel bajo por lo que se ha conectado una resistencia externa de pull-down de 10K. Por ello, este pin no debe tener nunca activada la resistencia de pull-up interna.

Igualmente, el pin PTA0 es utilizado por el programa monitor como entrada/salida de datos, por lo que se recomienda que se evite su uso, como mucho se podrá utilizar como salida, para que no interfiera en la comunicación con el monitor.

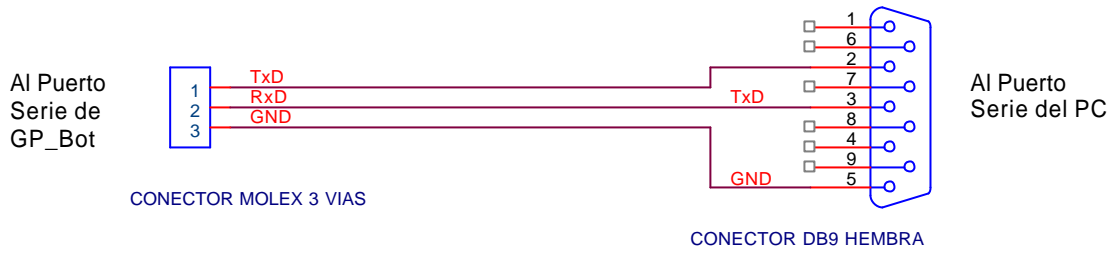


Figura 7. Cable para la conexión serie entre GP_Bot y un PC
(NOTA: este cable no es el utilizado para la programación y depurado)

1.5 Conexión de la tarjeta al PC

El sistema de desarrollo está diseñado para que funcione de forma autónoma, pero para la programación y depuración del código es necesario que se conecte a un PC, entrando en el modo monitor del microcontrolador. Esta conexión se realiza a través del puerto serie del PC y es necesario una tarjeta de adaptación y conversión de señales, denominada GP_Mon, diseñada y desarrollada también en la ETS de Informática.

El diagrama de conexión se muestra a continuación:

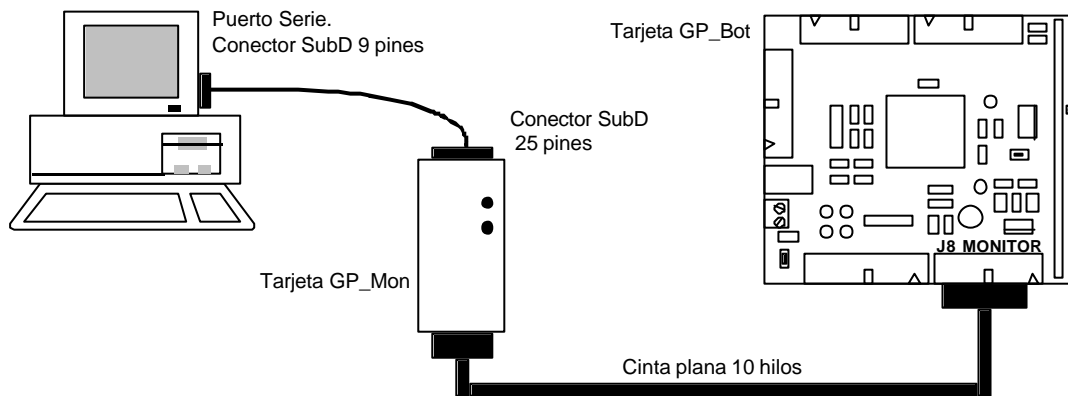


Figura 8. Diagrama de conexión PC - GP_Mon - GP_Bot

2 Tarjeta GP_Mon y Cable Monitor

El Cable Monitor permite la conexión del PC con la tarjeta de desarrollo GP_Bot como un periférico de Clase I, con control del *Power On* a través de la línea DTR del puerto serie. Está compuesto de los siguientes elementos:

Cable Serie: Cable de 5 hilos que une el PC con el circuito de adaptación de niveles GP_Mon. En el lado del PC tiene un conector tipo SubD hembra de 9 pines y en el otro lado un SubD macho de 25 pines. El esquema de montaje se muestra en la Figura 9.

Tarjeta GP_Mon: Contiene los circuitos necesarios para la adaptación de niveles del puerto serie así como para forzar la entrada del microcontrolador en modo monitor. Tiene dos microinterruptores nombrados como RTS y PTC3 cuyo uso es:

RTS: Cuando está en ON, conecta la línea RTS del puerto serie con la entrada de *Reset* del microcontrolador. Algunos programas de desarrollo utilizan esta línea para enviar esta señal de inicialización al micro.

PTC3: Determina la división de frecuencia del reloj externo (consultar la tabla 15.1 *Monitor Mode Signal Requirements and Options* de la hoja de datos del microcontrolador).

ON (PTC3=0): Divide por 2

OFF (PTC3=1): Divide por 4 (posición para la tarjeta GP_Bot)

La alimentación de la tarjeta se toma a través del cable que la une con la placa GP_Bot. Éste es un cable de cinta plana de 10 hilos.

Dispone de dos diodos LED, el rojo indica que está conectada la alimentación y el verde que se está produciendo una transferencia de datos serie.

ATENCIÓN: En las tarjetas Clase I, el software puede generar un *Power On*, es decir, desconecta la alimentación del microcontrolador y la vuelve a conectar. En el diseño realizado en la versión 1.0 se puede cortar la alimentación de toda la tarjeta, por lo que es posible que esté correctamente conectada la batería y no se encienda el LED, siempre que esté conectado el Cable Serie Clase I. Esto es debido a que en la señal DTR no está al nivel adecuado. Cuando se ejecute el software, éste lo pondrá en el nivel que corresponda.

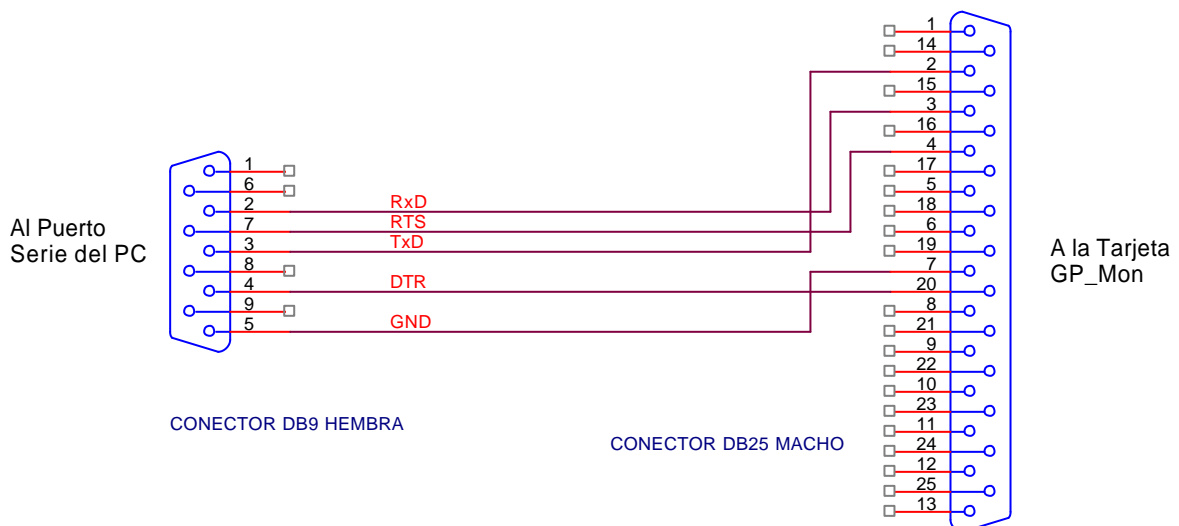


Figura 9. Cable Serie Clase I

3 Tarjeta GP_Bot_Ifaz

3.1 Características de la tarjeta

Esta tarjeta ha sido diseñada para actuar como interface entre la tarjeta GP_Bot y ciertos tipos de actuadores, como motores, sensores de infrarrojos y pulsadores. También dispone de una serie de pines de entrada/salida que pueden ser utilizados a voluntad del diseñador.

Las características principales son:

- ?? Manejo de hasta 4 motores de corriente continua o dos motores paso a paso
- ?? Conexión directa para 4 sensores de infrarrojos, incluyendo su polarización, con posibilidad de lectura tanto analógica como digital.
- ?? 8 entradas analógicas que también pueden ser entrada/salidas digitales
- ?? 4 señales de entrada/salida digital
- ?? Permite un sistema de alimentación de los motores diferente al de la lógica (mayor potencia, inmunidad al ruido, etc).
- ?? Fuente de alimentación regulada, con filtro LC

El tamaño de esta tarjeta es idéntico al de la GP_Bot, así como la colocación de los conectores que la unen a esta, lo que permite crear un conjunto bastante pequeño y compacto. La conexión se realiza uniendo los conectores J1, J2 y J3 de ambas tarjetas mediante cintas de cable plano y su conector correspondiente.

3.2 Diagrama de bloques

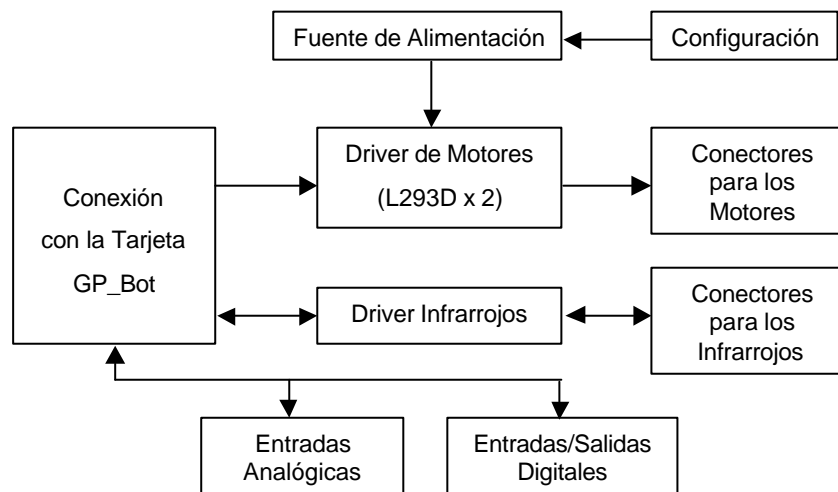


Figura 10. Diagrama de Bloques. GP_Bot_Ifaz

Fuente de Alimentación: Esta tarjeta dispone de una fuente de alimentación exclusivamente para alimentar a los *drivers* de motor, los integrados L293D. Está basada en el regulador lineal LM78xx, donde xx es la tensión de alimentación regulada que se quiere obtener. La Figura 11 muestra un diagrama de bloques con indicación de dos *jumpers* que permiten su configuración.

Jumper J6: Selecciona la tensión de entrada a la fuente

- ?? Pines 1 y 2 conectados: seleccionada una fuente externa. Se conectará al conector J4.
- ?? Pines 2 y 3 conectados: seleccionada la entrada de la batería conectada a la tarjeta GP_Bot. En este caso no se debe conectar nada en J4. Los motores se alimentará con la misma tensión que entregue dicha batería.

Jumper J7: Selecciona tensión regulada o no.

- ?? Pines 1 y 2 conectados: seleccionada tensión regulada (hay que insertar el regulador necesario, de la familia 78xx).
- ?? Pines 2 y 3 conectados: seleccionada tensión sin regular

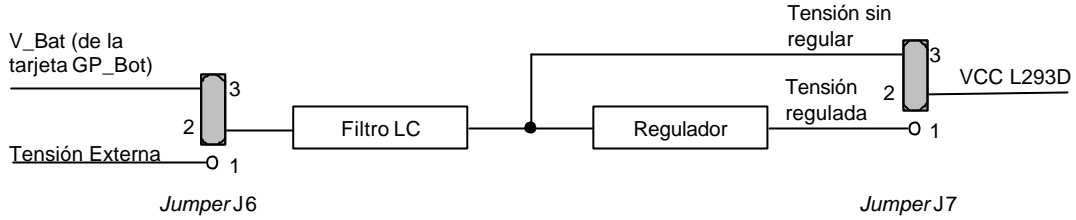


Figura 11. Diagrama de Bloques Fuente de Alimentación. GP_Bot_Ifaz

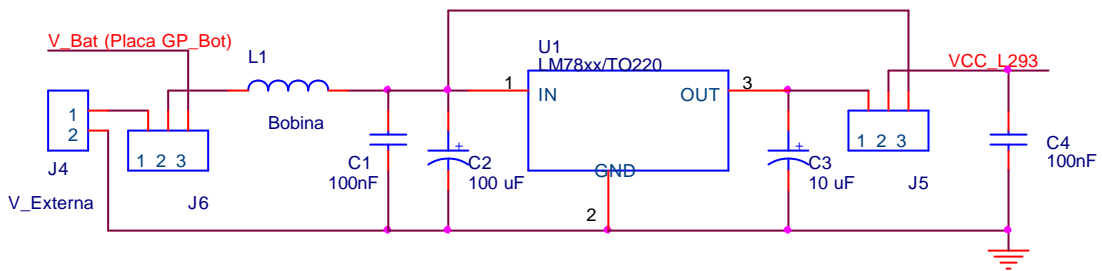


Figura 12. Esquema de la Fuente de Alimentación.

Driver de Motores: Este bloque está formado por dos integrados del tipo L293D, con los diodos de protección integrados.

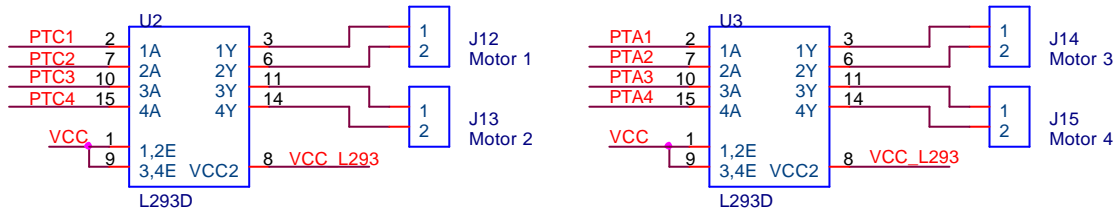


Figura 13. Conexiones de los drivers de los motores.

Driver Infrarrojos: Diseñado para conectar los sensores CNY70 (o cualquier otro equivalente). Incluye las resistencias de excitación de los emisores de infrarrojos y las de *pull-up* (internas al microcontrolador). Cada sensor se puede leer desde un puerto digital o desde uno analógico.

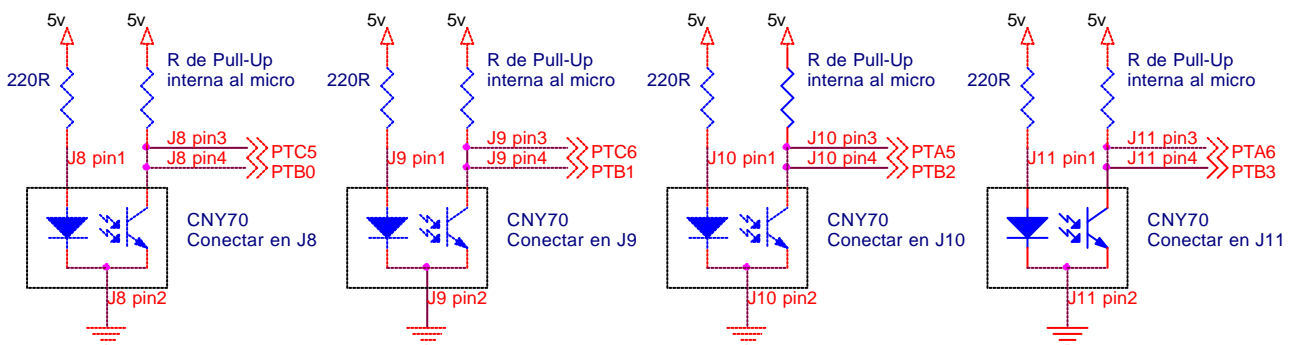


Figura 14. Conexiones de los sensores de infrarrojos.

Entradas analógicas: Conectados directamente al puerto B del microcontrolador permite la entrada de 8 canales analógicos. En caso de usar estas entradas se puede conectar el array de resistencias marcado como R1, con un valor de 10K.

Conexión con la tarjeta GP_Bot: Conectores de iguales características y posicionado que en la tarjeta GP_Bot, que permiten el intercambio de señales entre ambas. Conectan los puertos A, B, C y E y las tensiones de alimentación ($V_{cc}=5v$ y la tensión de la batería).

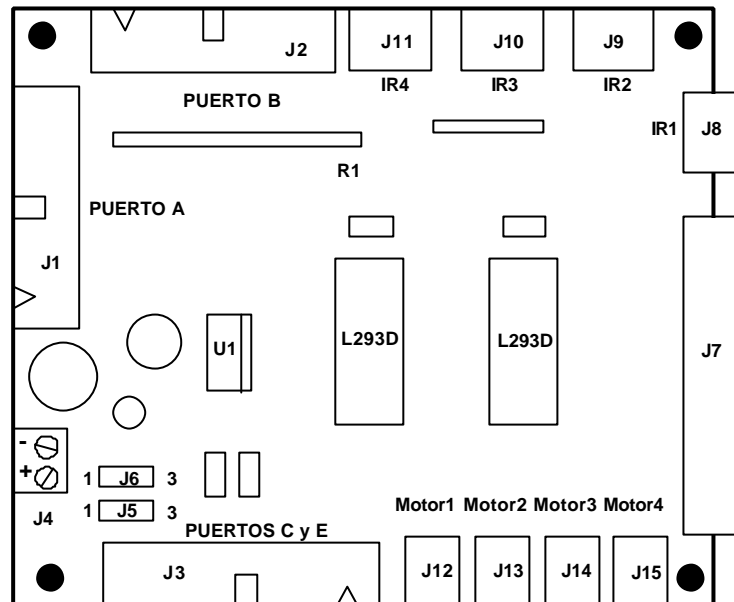


Figura 15. Distribución de Componentes. GP_Bot_Ifaz

3.3 Distribución de componentes en la tarjeta

En la Figura 15 se muestra la distribución de los componentes de la tarjeta GP_Bot_Ifaz. Cabe destacar la función y la posición de los conectores:

- /// J1, J2 y J3: Conexión con la tarjeta GP_Bot
- /// J4: Entrada de tensión auxiliar para los motores
- /// J5 y J6: Jumpers de configuración de la fuente de alimentación, explicados anteriormente.
- /// J7: Puertos de entrada/salida del microcontrolador.
- /// J8 a J11: Conexión con los sensores de infrarrojos CNY70 (o cualquier otro equivalente)
- /// J12 a J15: Conexión de los motores

El lugar que ocupa el regulador opcional de la fuente está marcado como U1. Sólo se conectará si se desea una tensión regulada para los motores. El regulador será del tipo 78xx o equivalente.

El array de resistencias de *pull-up* del puerto B está etiquetado como R1. Sólo se conectará si se usa el puerto como entrada (analógica o digital).

3.4 Distribución de señales en los conectores externos

La asignación de señales de cada conector es la siguiente:

- ?? J1, J2 y J3. Son idénticos a los de la tarjeta GP_Bot, mostrados en la Figura 6.
- ?? J4: Visto de frente, el pin de la derecha es el positivo y el de la izquierda el negativo de la batería auxiliar.

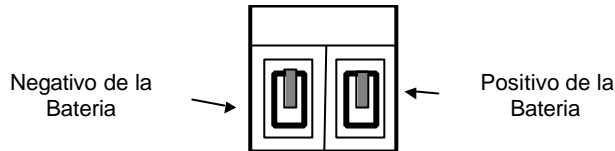


Figura 16. Conector de Alimentación. GP_Bot_Ifaz

- ?? J7: Visto de frente (NOTA: en algunas placas este conector tiene la solapa de polarización en la parte inferior, la distribución de pines es la misma que se muestra aquí)

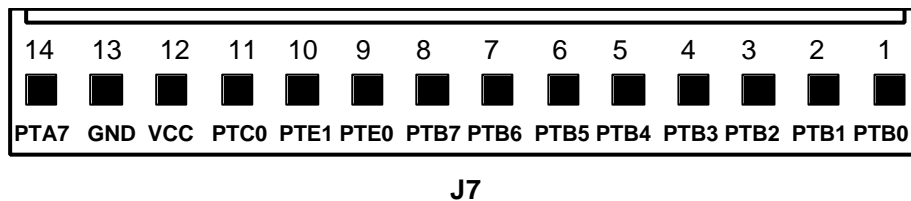


Figura 17. Puertos de Entrada/Salida. GP_Bot_Ifaz

- ?? J8 a J11: Sensores de infrarrojos, vistos de frente (NOTA: en algunas placas este conector tiene la solapa de polarización en la parte inferior, la distribución de pines es la misma que se muestra aquí):

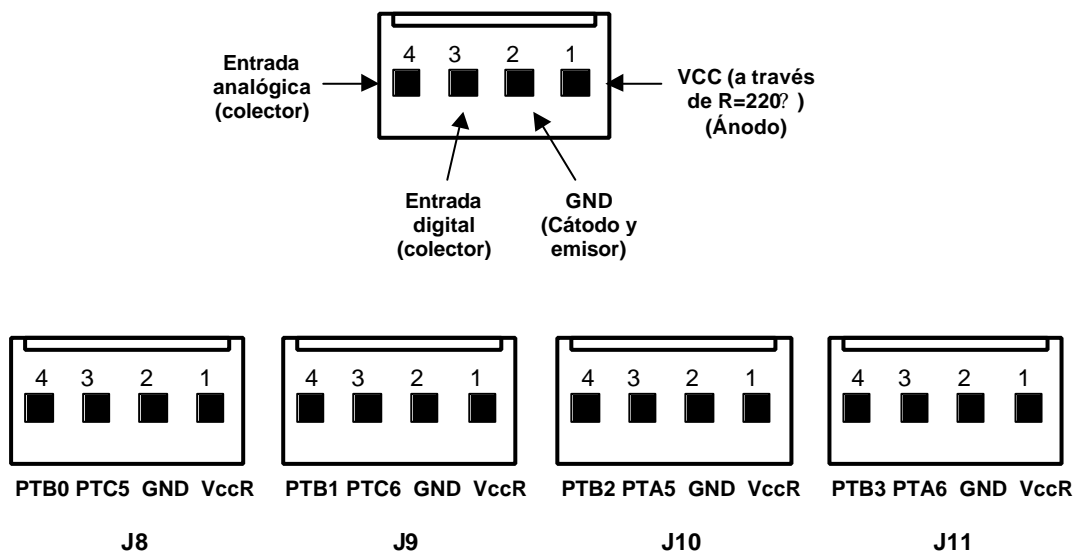


Figura 18. Conectores de los sensores de infrarrojos

?? J12 a J15: Conectores de los motores vistos de frente, entre paréntesis se indica a qué pin está conectada cada salida. (NOTA: en algunas placas este conector tiene la solapa de polarización en la parte inferior, la distribución de pines es la misma que se muestra aquí)

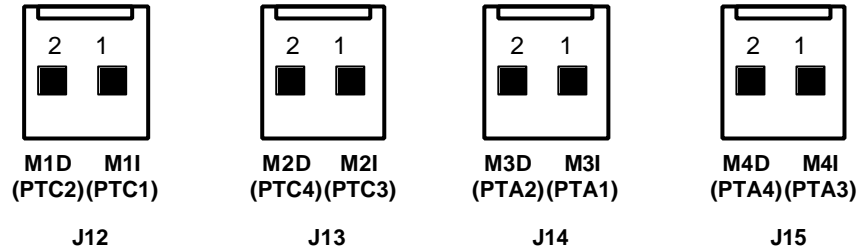


Figura 19. Conectores de los Motores

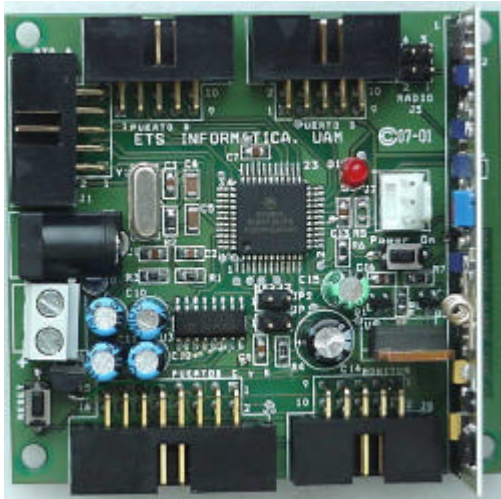
3.5 Conexión con la tarjeta GP_Bot

La conexión mecánica entre las dos tarjetas se realizará mediante separadores atornillados en cada un de los agujeros de cada esquina.

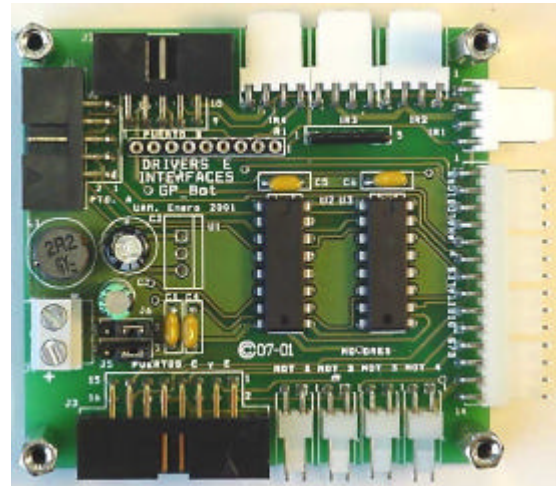
La conexión eléctrica se realiza a través de los conectores J1, J2 y J3 de ambas tarjetas. No es necesario conectar los tres, sólo los que se utilicen. Para ello se necesita un cable de cinta plana terminado con los conectores correspondientes. Prestar atención a la colocación de dicho conector, de forma que se unan los pines con idéntica numeración.

Recordar que la alimentación de los motores se puede tomar de la tarjeta GP_Bot o bien de una batería externa.

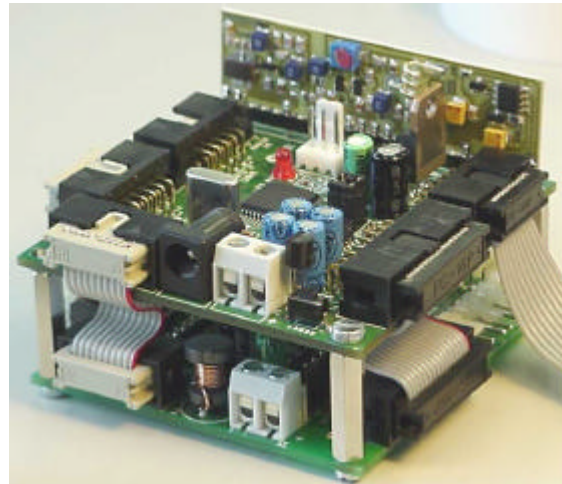
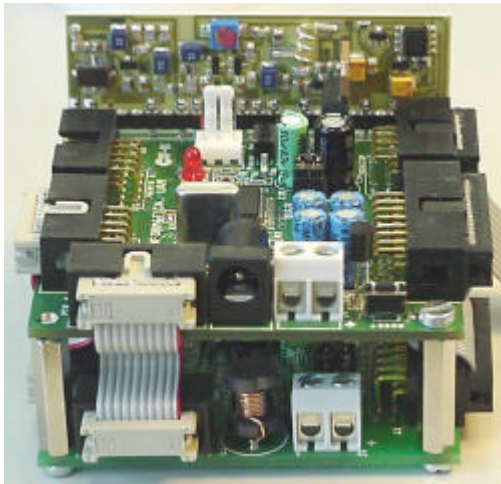
4 Fotografías del sistema



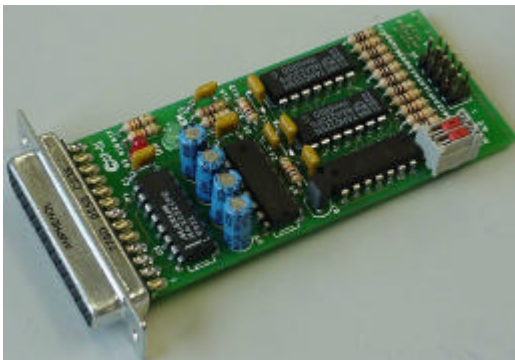
Placa GP_Bot v1.0



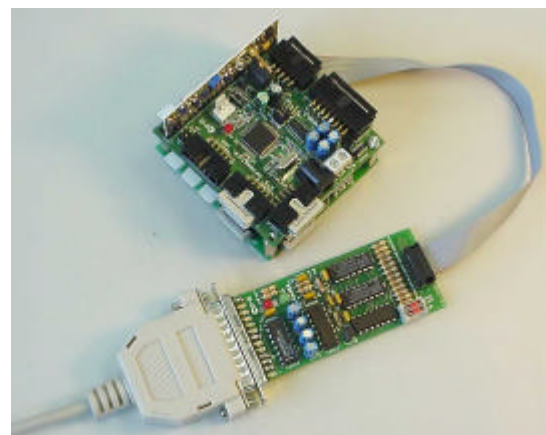
Placa GP_Ifaz



Dos vistas del conjunto GP_Bot completo, incluyendo el módulo de radio



Placa GP_Mon



Conjunto conectado al PC