

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN.

PROYECTO FIN DE CARRERA:

ENLACE RADIO BIDIRECCIONAL PC-MICROBOT



INGENIERÍA TÉCNICA EN TELECOMUNICACIÓN
SISTEMAS ELECTRÓNICOS



Málaga, Diciembre de 2001.

Realizado por:

Marcos Enrique Rodríguez Regidor

Dirigido por:

Cristina Urdiales García

OBJETIVO

Diseño e implementación de un enlace radio bidireccional, que permita la comunicación entre un PC y distintos Microbots, posibilitando así el tratamiento de la información procedente de los sensores de estos en el PC.

SISTEMA MICROBOT

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

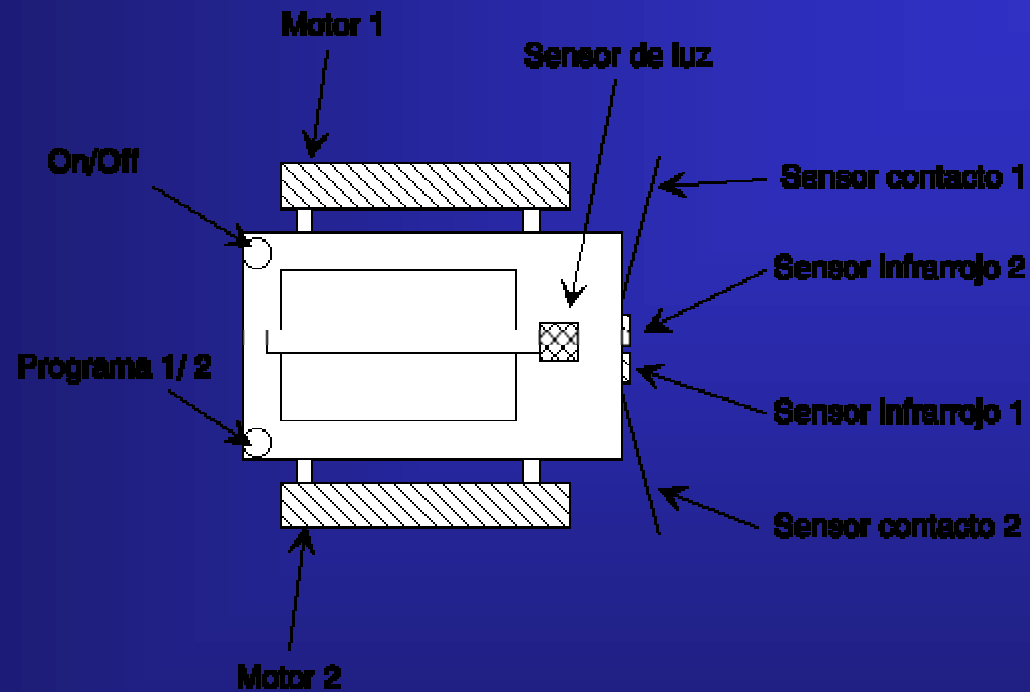
ANÁLISIS DEL SISTEMA

DISEÑO DEL SISTEMA

PRUEBAS

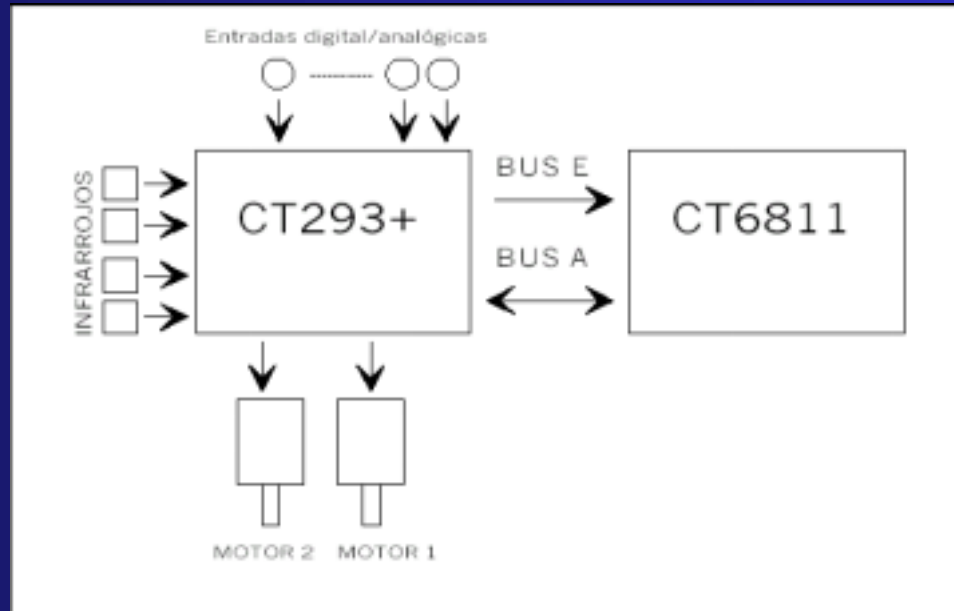
CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

MICROBOT CLÓNICO



* Lleva como sistema de control la tarjeta CT6811, basada en el microcontrolador Motorola 68HC11 y la tarjeta CT293+ como *driver* de potencia, para controlar dos motores.

CONEXIÓN DE LAS TARJETAS DEL MICROBOT



- La CT6811 es la tarjeta controladora, se puede emplear bien como tarjeta entrenadora o bien como tarjeta autónoma de control. Proporciona acceso a los puertos y a otras señales del 68HC11.
- La tarjeta CT293+ actúa como driver de potencia de los motores y como etapa acondicionadora para sensores de infrarrojos y entradas digitales-analógicas. Está conectada a la CT6811 a través del PUERTO A y del PUERTO E.

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA

- Aplicación en el PC: Interfaz de panel para el usuario, desde donde poder enviar comandos de movimiento y solicitar la información de los sensores al Microbot.
- Conexión al PC: A través de uno de los puertos exteriores y bidireccionales del PC.
- Transmisión de datos: Digital a través de radiofrecuencia, utilizando una banda sin licencia y con un alcance mínimo de 10 metros.
- Protocolo de comunicación: que garantice la transmisión y recepción correcta de los comandos y de la información en uno y otro sentido.
- Dimensiones máximas de la PCI a integrar en el MICROBOT: 65 mm. x 142 mm.
- Conexión al MICROBOT: A través de alguno de los puertos bidireccionales del microcontrolador 68HC11.
- Tamaño del programa ensamblador: Máximo de 512 bytes (Tamaño de la memoria EEPROM del Microbot).
- Sistema modular y fácilmente ampliable y configurable.

Diagrama de bloques de primer nivel

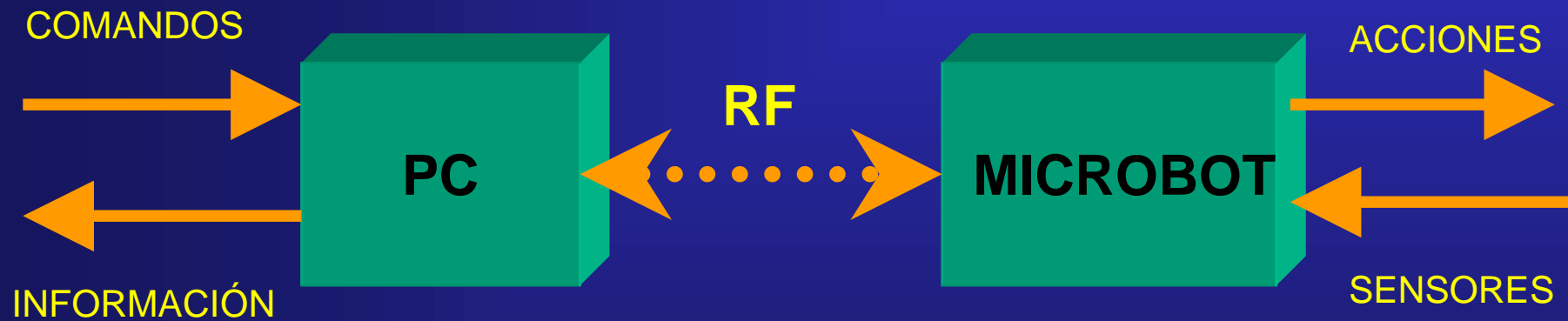


Diagrama de ENTRADA/SALIDA del sistema

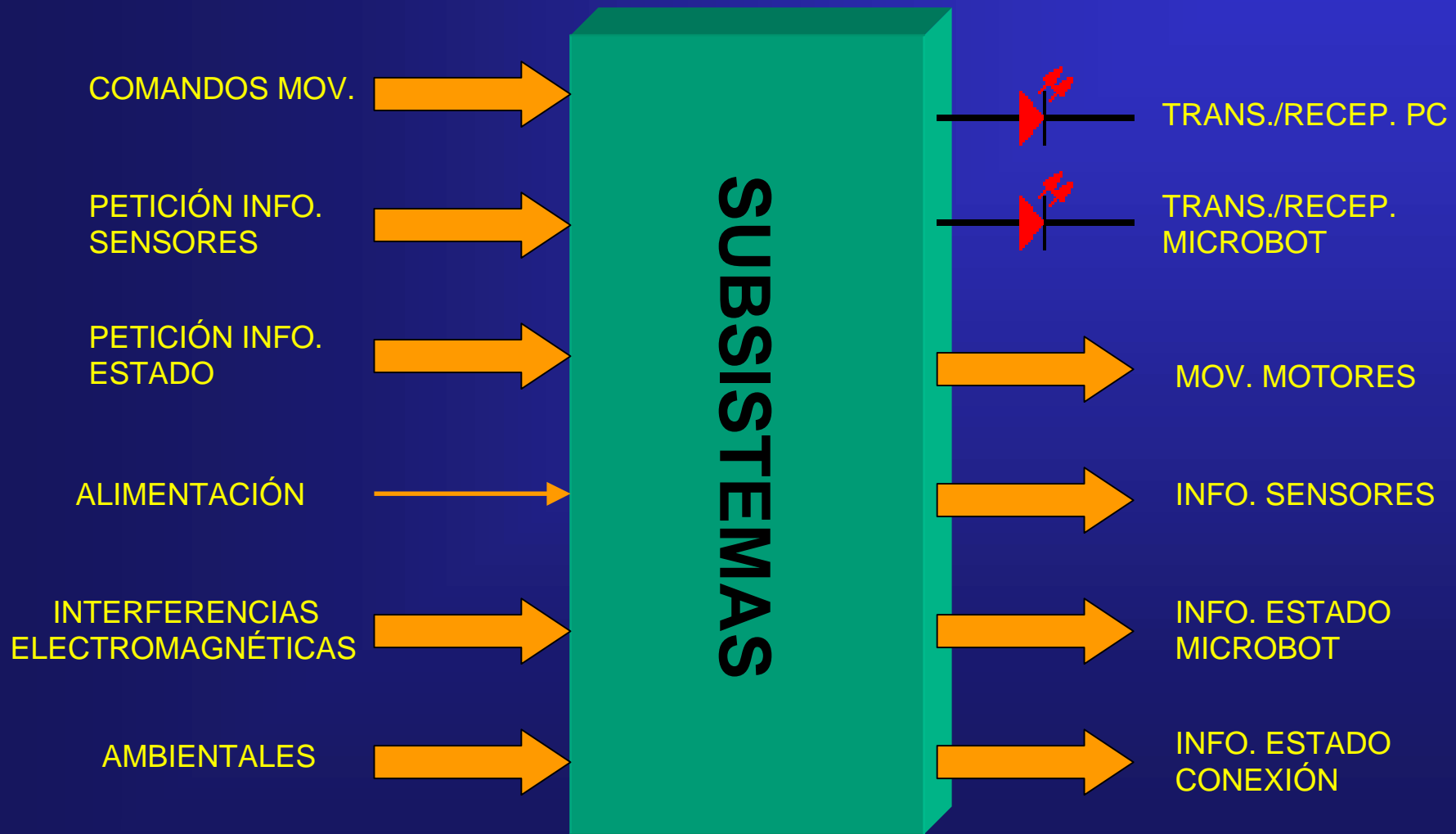
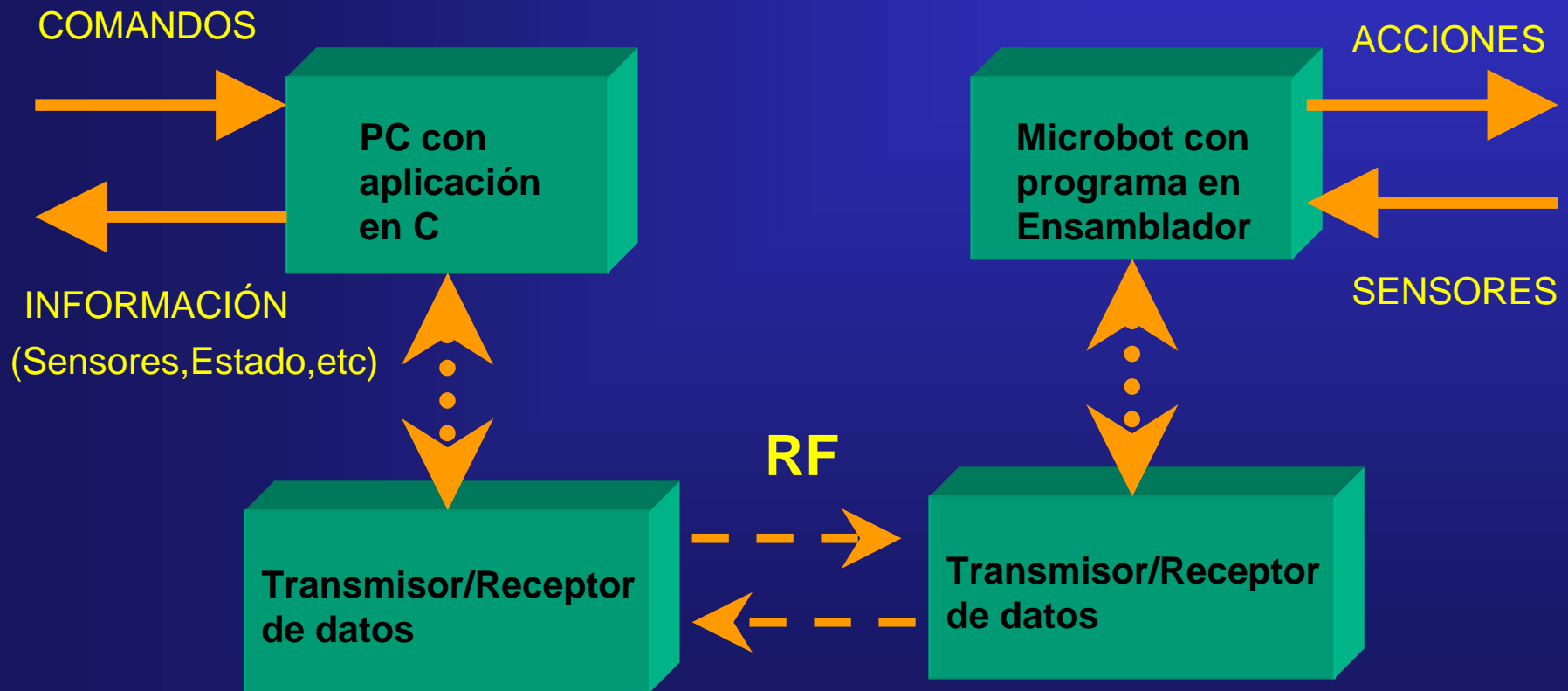


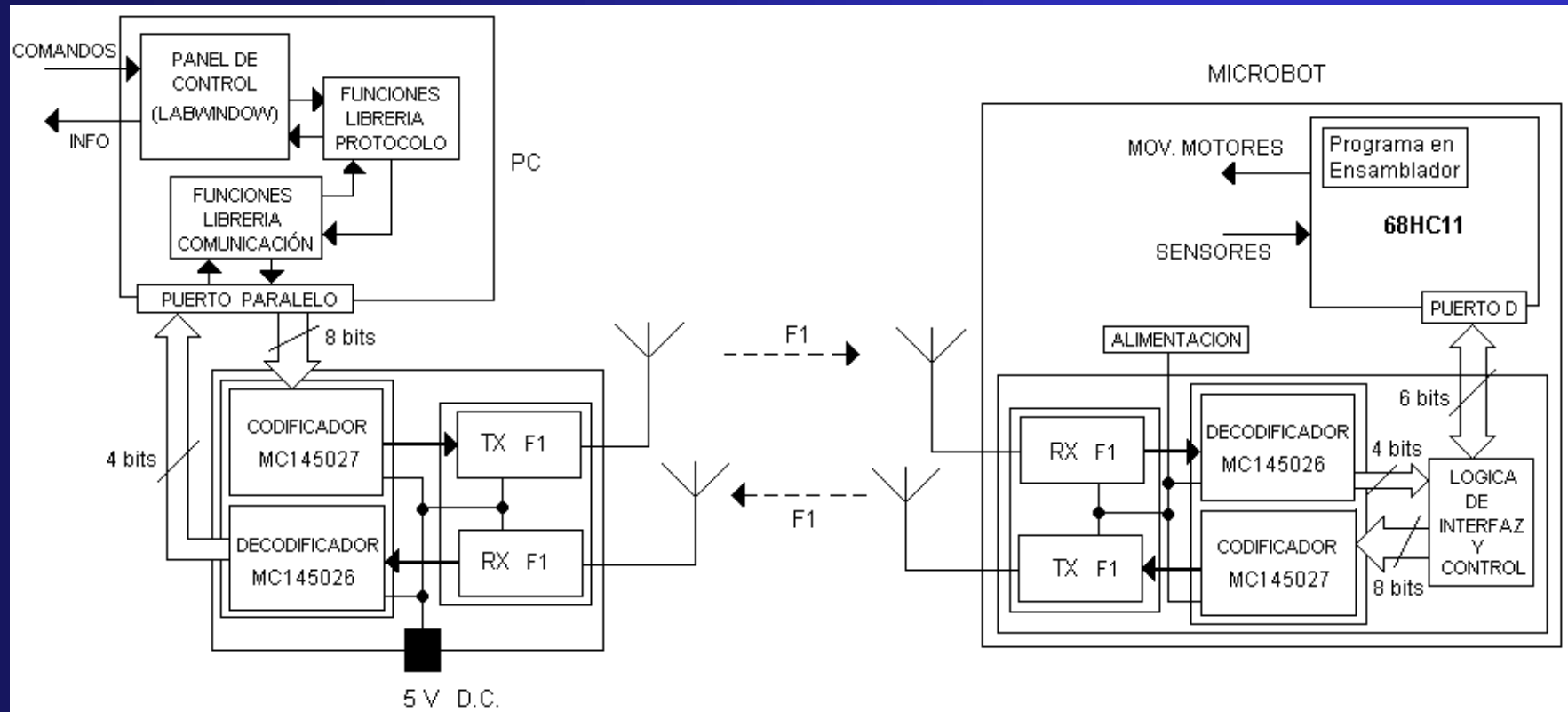
Diagrama de bloques de segundo nivel



ALTERNATIVAS DE DISEÑO ELEGIDAS

- Alimentación de la tarjeta conectada al PC: Toma de alimentación externa de 5 V D.C.
- Conexión al PC: A través del PUERTO PARALELO (IEE1284), utilizando el modo *Nibble*.
- Conexión al MICROBOT: A través del PUERTO D del 68HC11 (también se requerirá el puerto CONTROL).
- Familia lógica: HCMOS, utilizándose HCTMOS allí donde se requieran niveles TTL.
- Codificación-Decodificación de datos: Par de codificador-decodificador MOTOROLA MC145026-MC145027.
- Banda de transmisión: Banda ICM de 433,05 a 434,87 MHz.
- Transmisión-Modulación radio: Par de transmisor-receptor AUREL, utilizando modulación AM On-Off.
- Antenas: Unipolares de 1/4 de onda (17 cm), utilizándose antenas separadas para transmisión y recepción.
- Soporte físico del circuito: Placa de Circuito Impreso a dos caras con componentes insertados.

Diagrama de bloques de tercer nivel

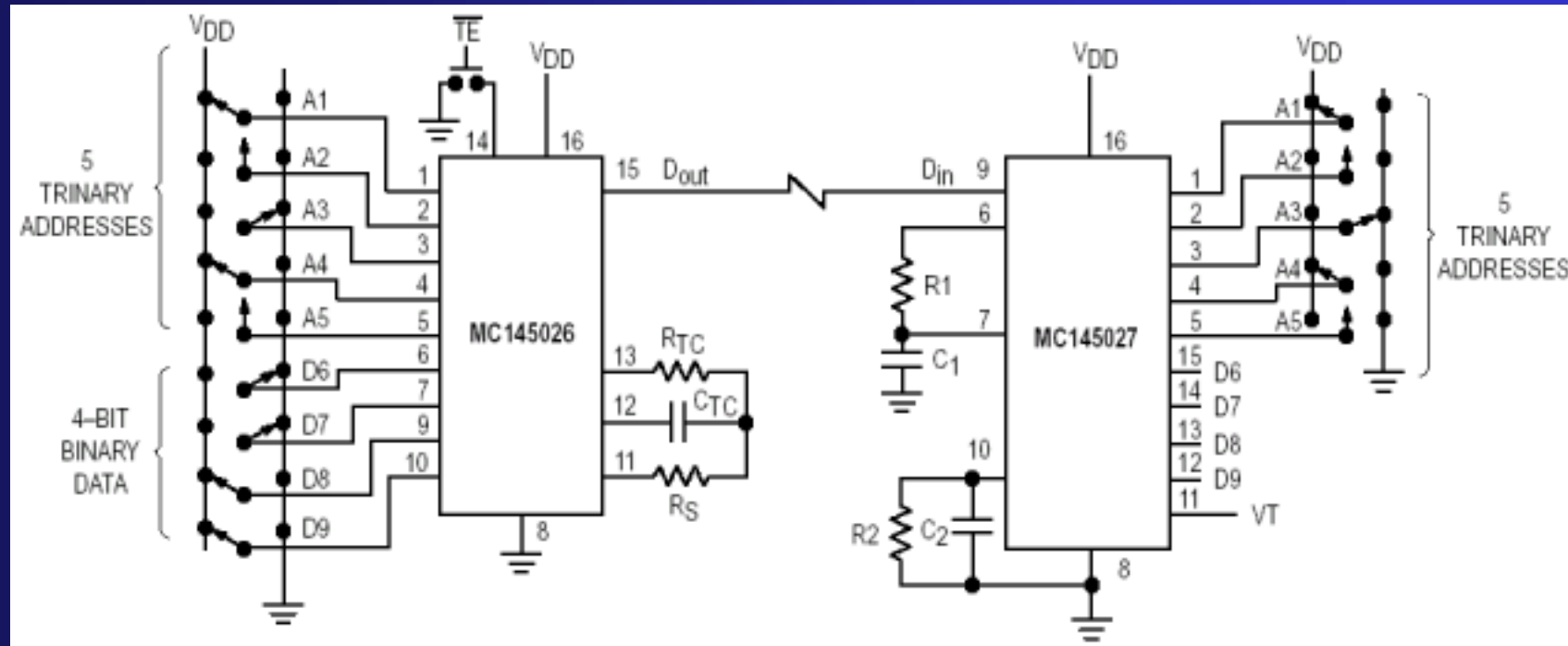


PUERTO PARALELO DEL PC (IEE1284)

Pin No (D-Type 25)	Pin No (Centronics)	SPP Signal	Direction In/out	Register	Hardware Inverted
1	1	nStrobe	In/Out	Control	Yes
2	2	Data 0	Out	Data	
3	3	Data 1	Out	Data	
4	4	Data 2	Out	Data	
5	5	Data 3	Out	Data	
6	6	Data 4	Out	Data	
7	7	Data 5	Out	Data	
8	8	Data 6	Out	Data	
9	9	Data 7	Out	Data	
10	10	nAck	In	Status	
11	11	Busy	In	Status	Yes
12	12	Paper-Out PaperEnd	In	Status	
13	13	Select	In	Status	
14	14	nAuto-Linefeed	In/Out	Control	Yes
15	32	nError / nFault	In	Status	
16	31	nInitialize	In/Out	Control	
17	36	nSelect-Printer nSelect-In	In/Out	Control	Yes
18 - 25	19-30	Ground	Gnd		

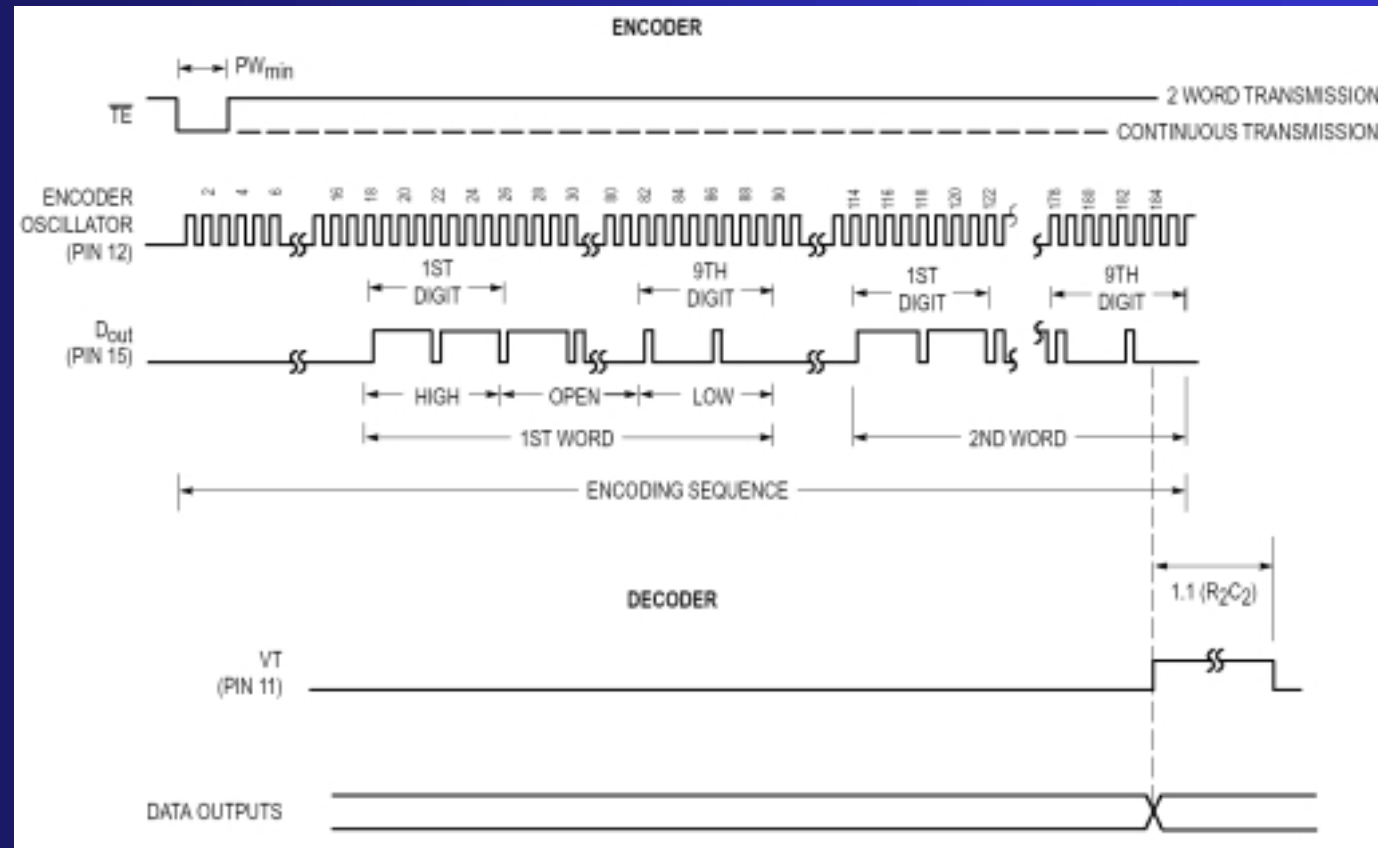
- Estandarizado bajo la norma IEEE1284, permite 5 modos distintos de funcionamiento.
- En el diseño se empleará el modo *Nibble*, que proporciona 8 bits para salida de datos, 4 bits para entrada de datos, una línea de interrupción externa y diversas líneas de control.

Par CODIFICADOR-DECODIFICADOR



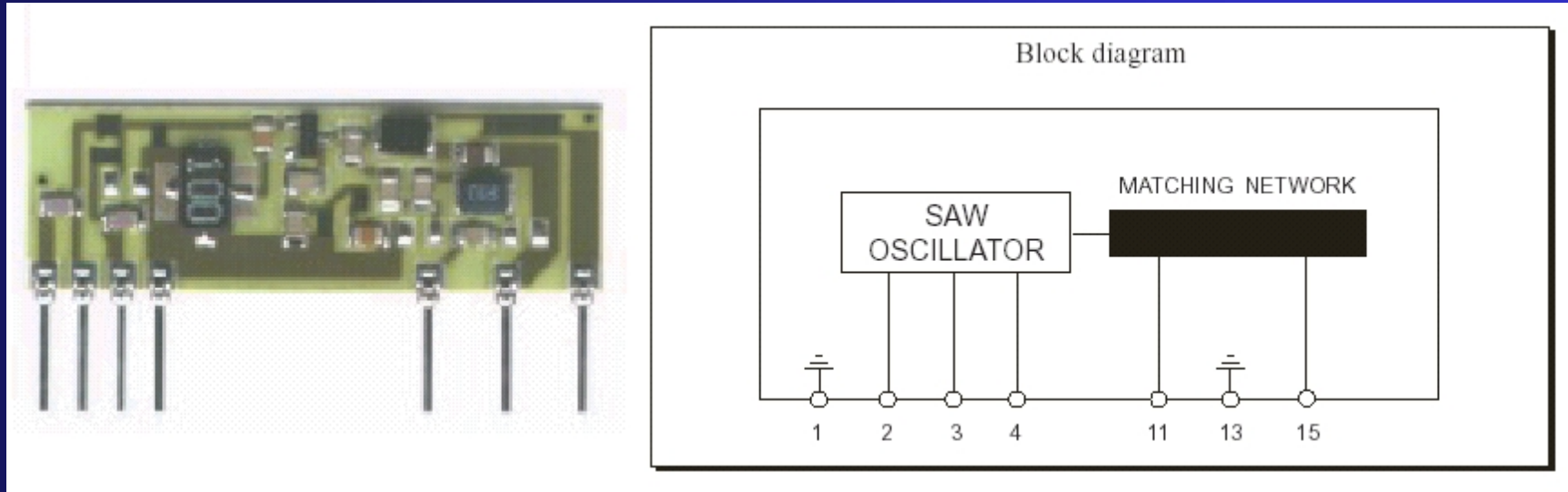
- El MC145026 codifica cinco l3neas trinarias de direcci3n y cuatro l3neas binarias de dato y las transmite v3a serie cuando se activa la se3al de transmisi3n (/TE).
- Los valores de R_{TC}, C_{TC}, y R_S determinan la frecuencia del oscilador del codificador, mientras que los valores de R₁, C₁, R₂ y C₂ determinan la sincronizaci3n del decodificador con el codificador.
- El MC145027 recibe e interpreta la trama serie, comparando los cinco d3gitos de direcci3n recibidos con los presentes en sus cinco l3neas de direcci3n. Si ambas direcciones coinciden, coloca el dato recibido en sus cuatro l3neas de dato y activa la se3al *Transmisi3n Valida* (VT).

DIAGRAMA DE TIEMPOS DE UNA SECUENCIA



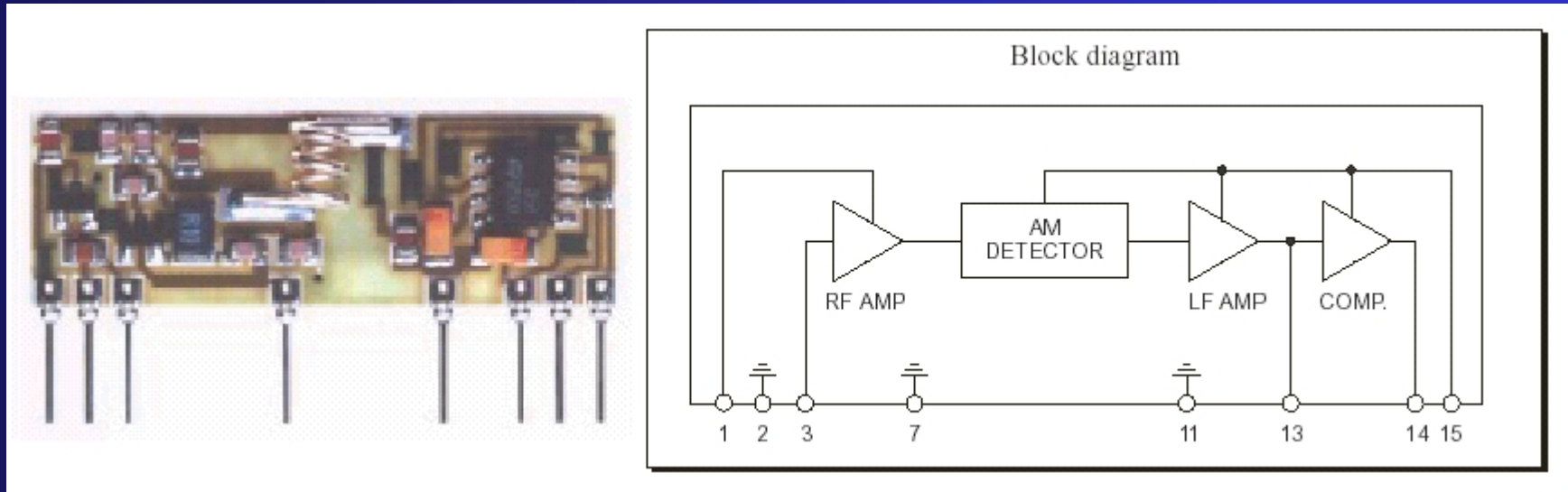
- Cada dígito se codifica con dos pulsos.
- Para cada dato se repite dos veces la secuencia de transmisión.
- Transmisión completa de un dato aislado: 217 ciclos del oscilador.
- Frecuencia del oscilador utilizada: 1650 ciclos/s
- Velocidad de transmisión: $1650/217 = 7,6$ Nibbles/s

MÓDULO TRANSMISOR DATOS RF



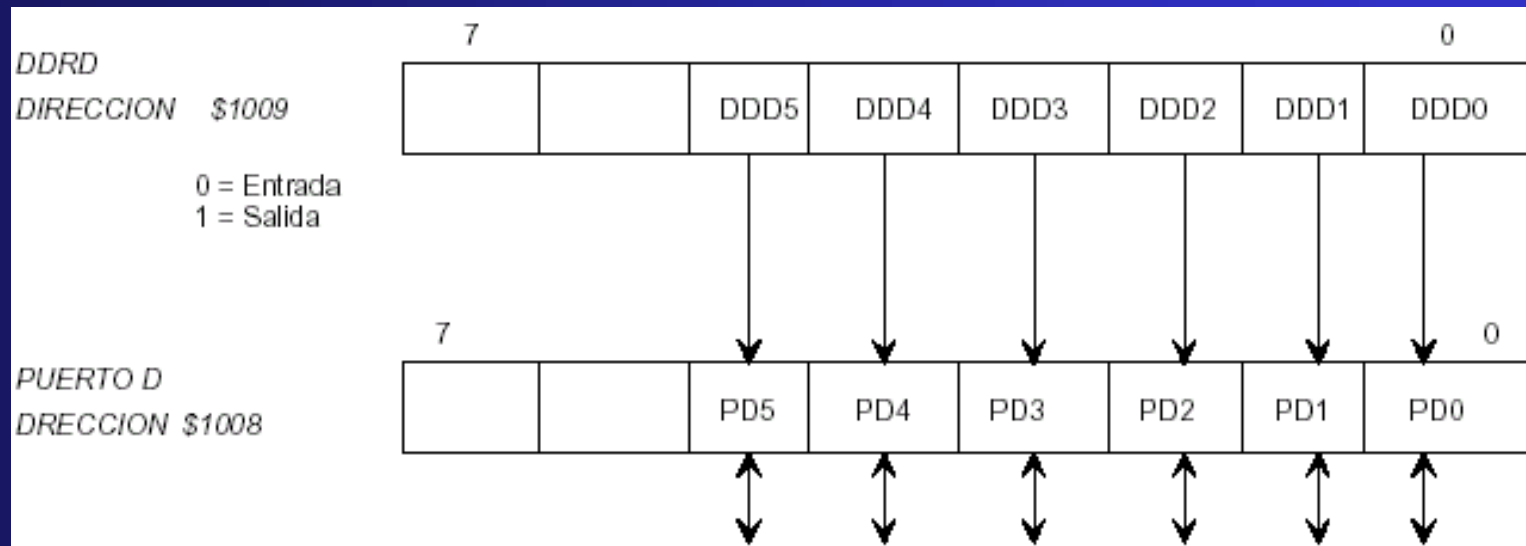
- Modulación AM On-off de datos digitales.
- Frecuencia de portadora: 433,92 MHz.
- Antena unipolar exterior de 1/4 de onda (17 cm).
- Formato *Single In Line*.

MÓDULO RECEPTOR DATOS RF



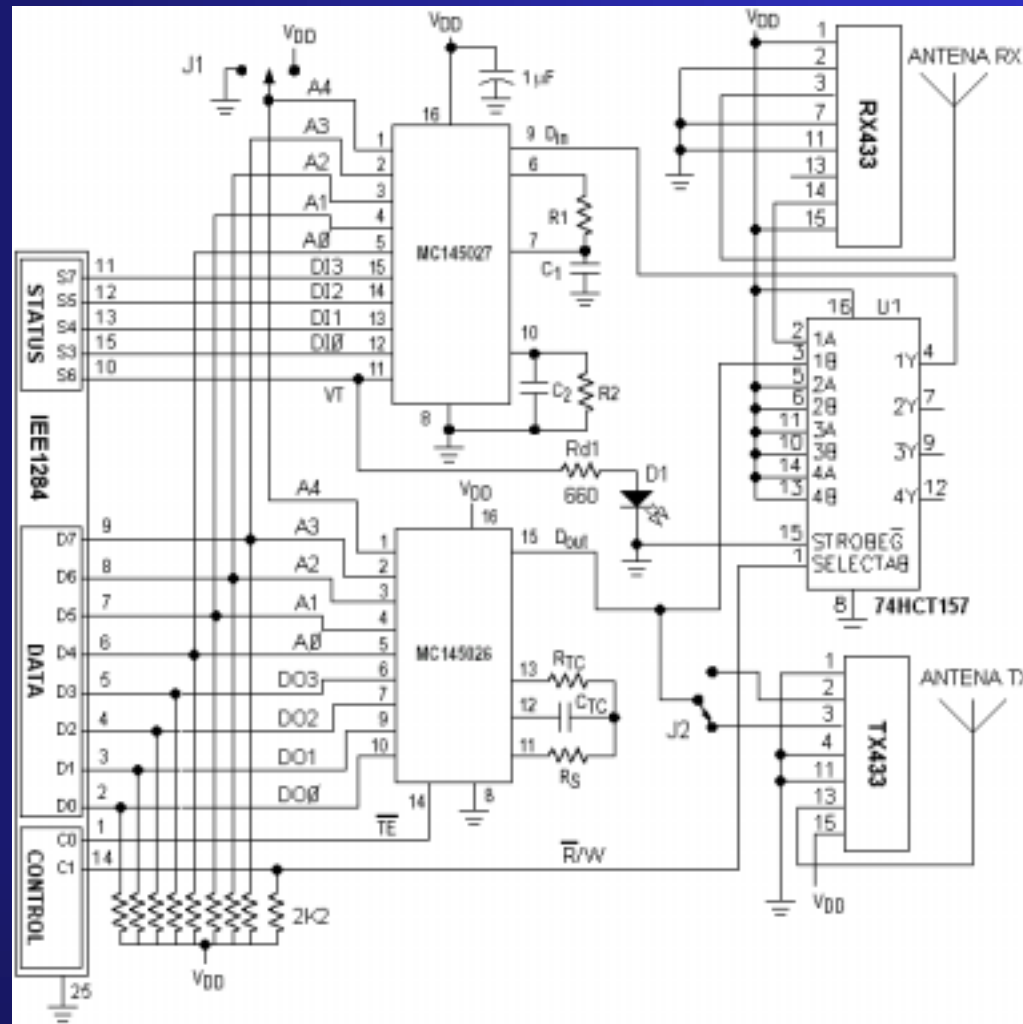
- Recepción de señal digital modulada OOK (*On-Off Keying*).
- Frecuencia de recepción: 433,92 MHz.
- Antena unipolar exterior de 1/4 de onda (17 cm).
- Formato *Single In Line*.

PUERTO D del 68HC11



- 6 bits configurables independientemente como Entradas/Salidas.
- Bits compartidos con el SCI y el SPI.
- 4 bits utilizados para entrada/salida de datos y 2 bits utilizados como líneas de control.

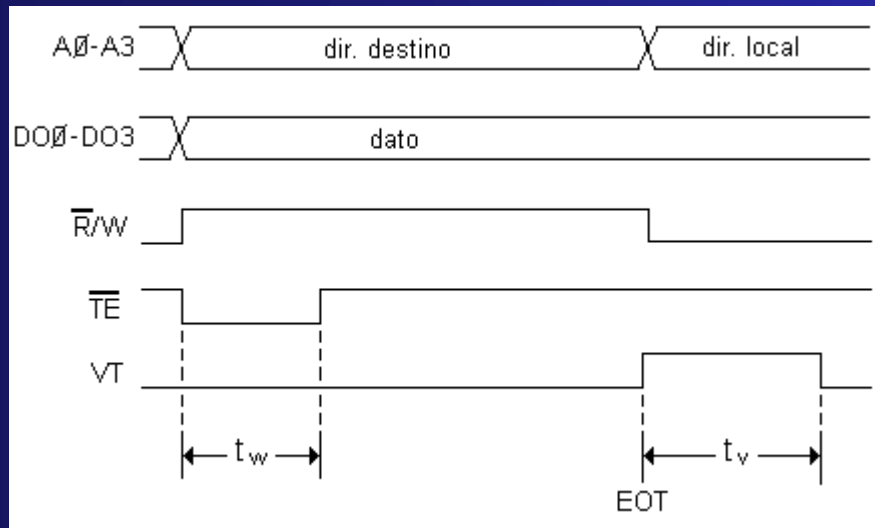
DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA COMPLETO (Extremo PC)



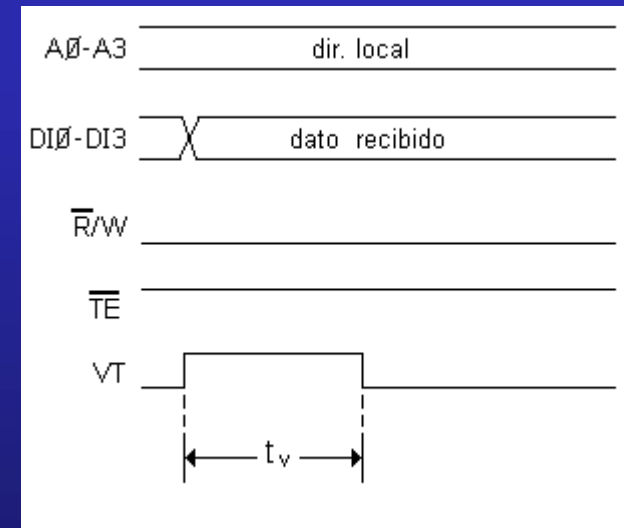
Tarjeta conectada al PC

DIAGRAMAS DE TIEMPOS DE LA TARJETA CONECTADA AL PC

TRANSMISIÓN

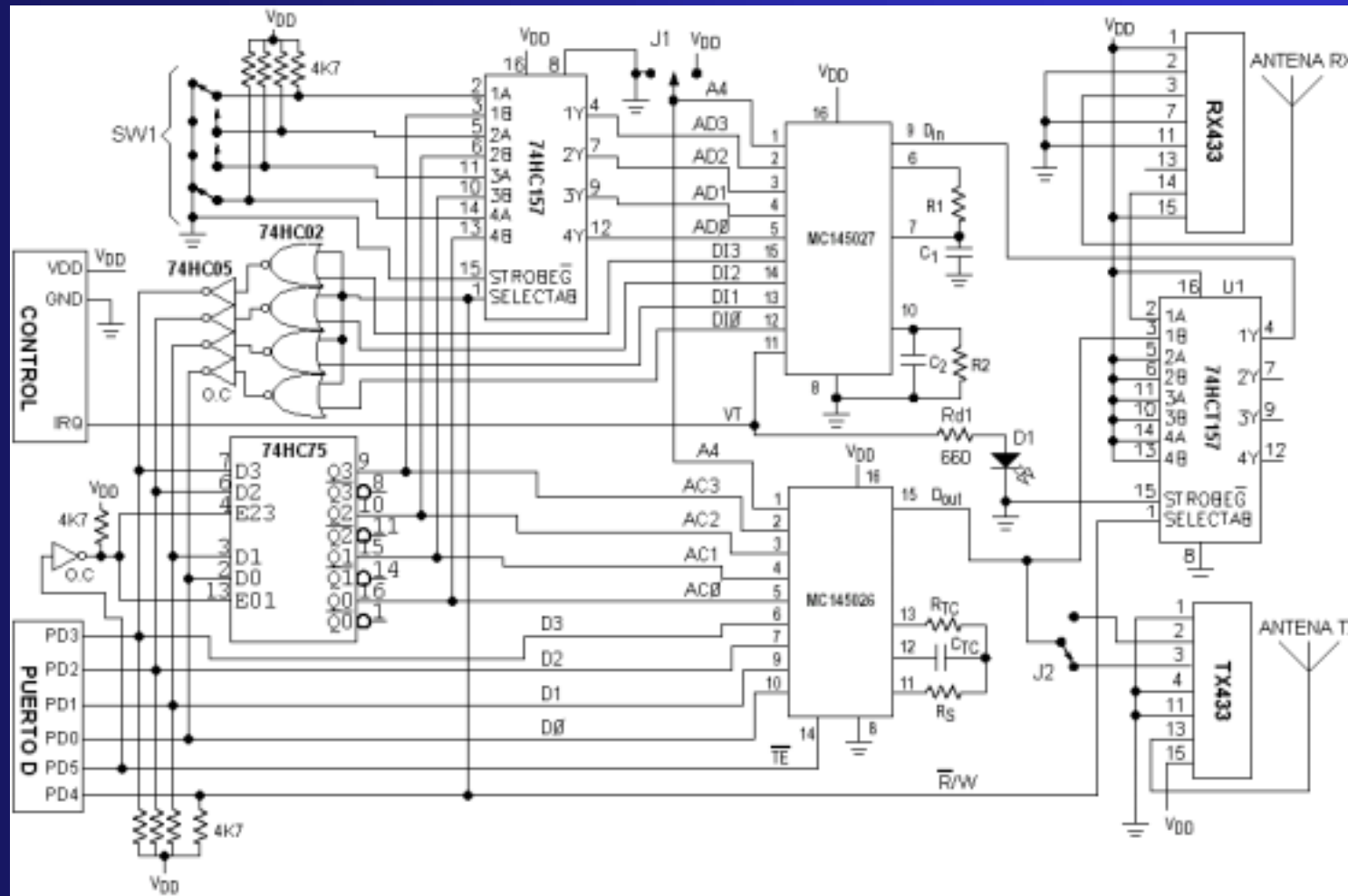


RECEPCIÓN



* Ciclos implementados en las funciones 'enviar' y 'recibir' en *com.h*

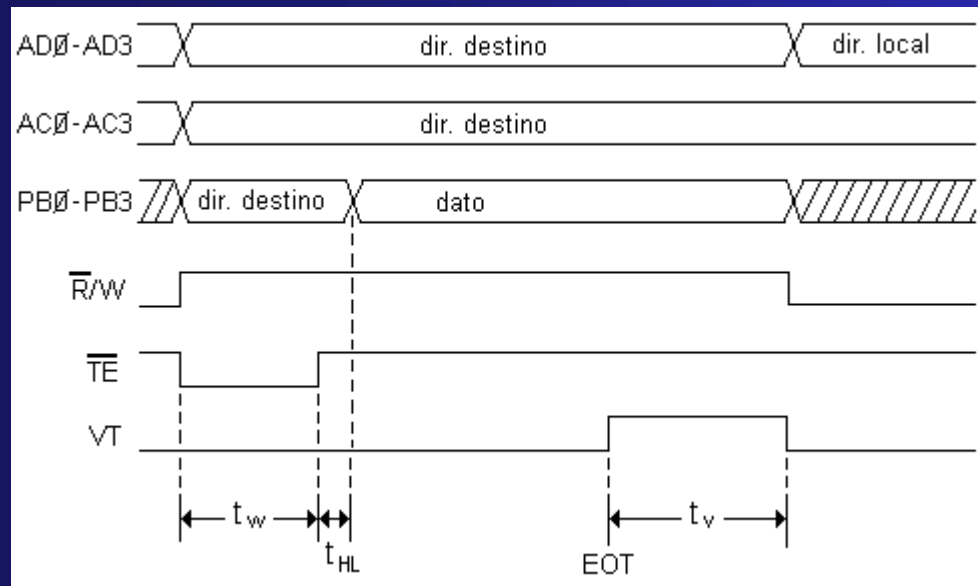
DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA COMPLETO (Extremo Microbot)



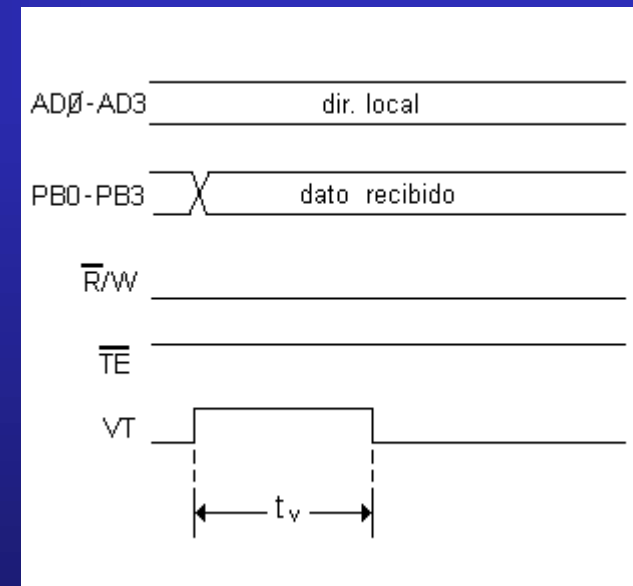
Tarjeta conectada al Microbot

DIAGRAMAS DE TIEMPOS DE LA TARJETA CONECTADA AL MICROBOT

TRANSMISIÓN



RECEPCIÓN



* Ciclos implementados en las subrutinas *'enviar'* y *'recibir'* en *proyecto.asm*

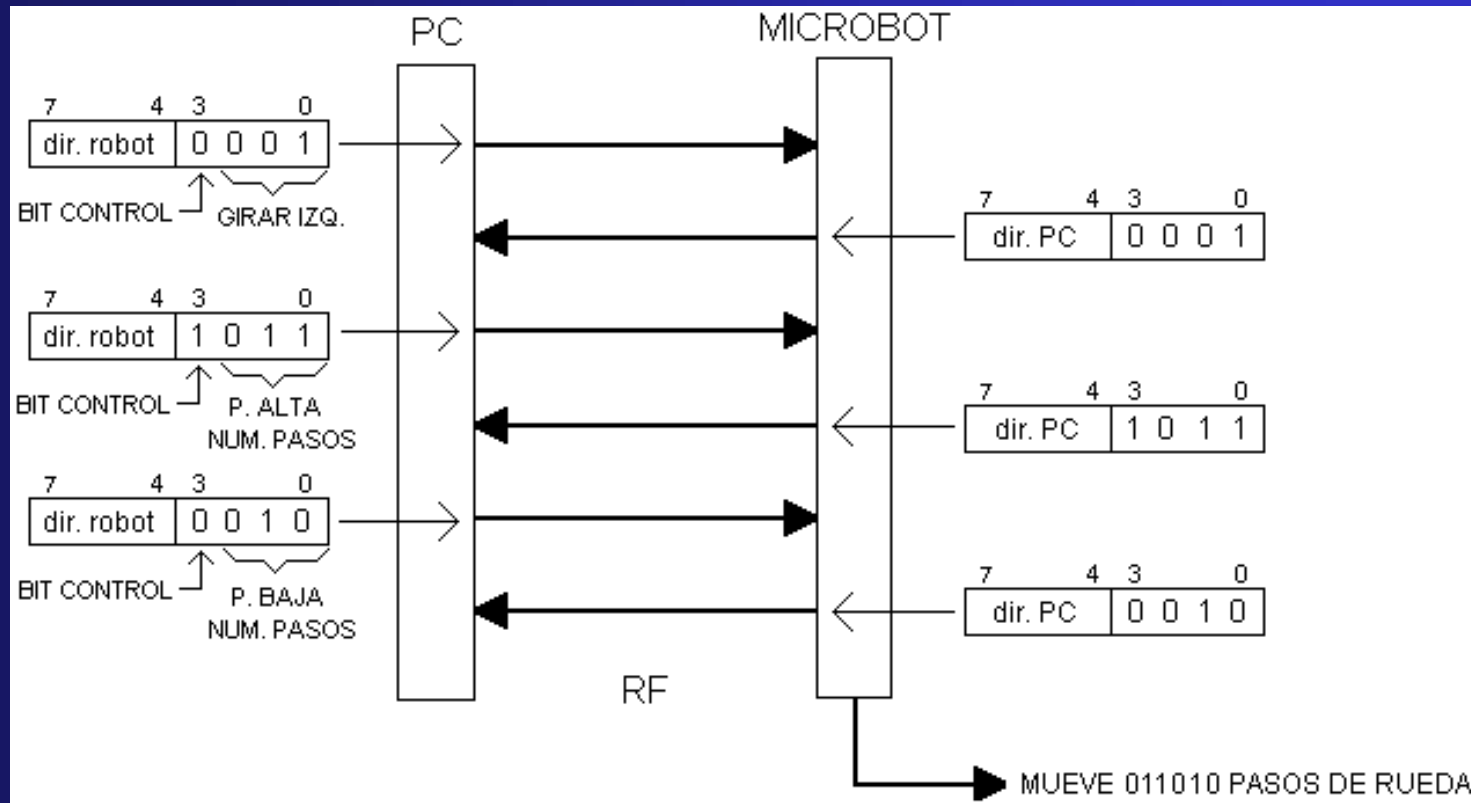
CONTENIDO LIBRERÍA *com.h*

- Funciones que permiten el envío de datos desde el PC, con y sin temporización.
- Funciones que permiten la lectura de los datos recibidos por el PC, con y sin temporización.
- Funciones para la configuración de la dirección local del PC.
- Funciones para la correcta configuración del Puerto Paralelo.

CONTENIDO LIBRERÍA *protocol.h*

- Funciones para enviar comandos de movimiento al Microbot.
- Función para solicitar al Microbot el número de pasos de rueda que le restan para terminar el último movimiento ordenado.
- Función para solicitar al Microbot la lectura de uno de sus puertos.
- Función para solicitar al Microbot el resultado de una conversión analógica-digital.

EJEMPLO DE COMUNICACIÓN

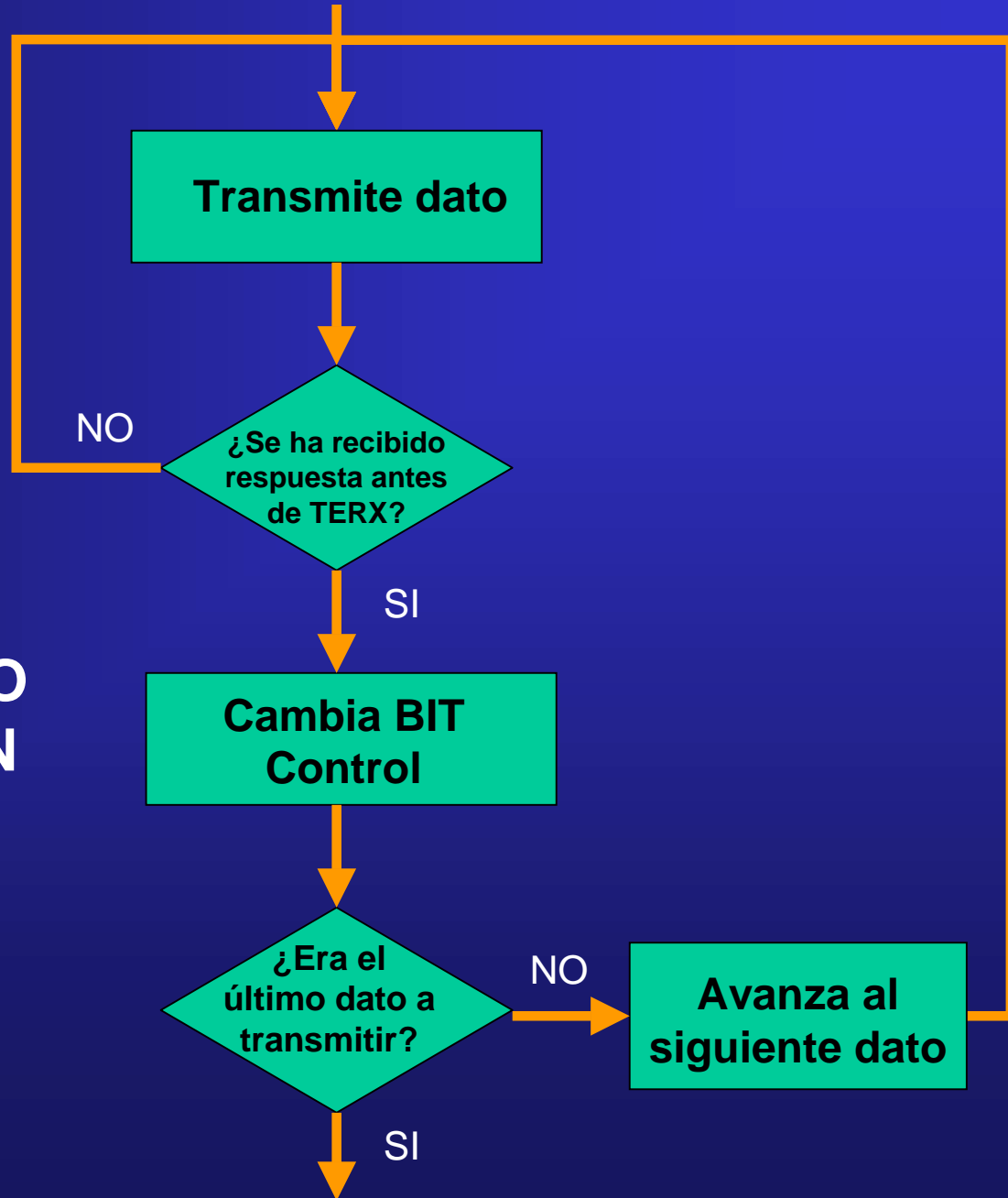


Girar 26 pasos a la izquierda

* A cada transmisión del PC el Microbot responde con otra transmisión.

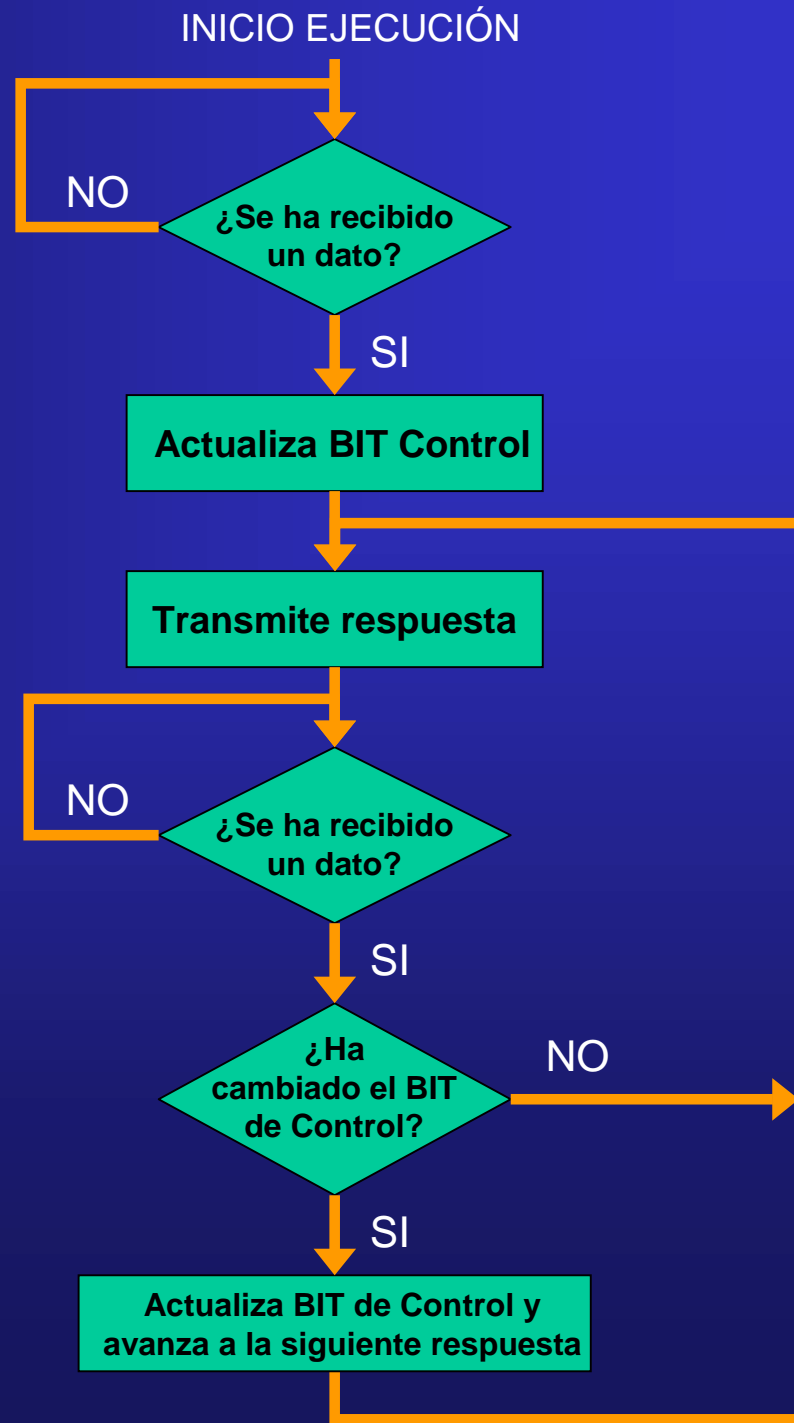
**DIAGRAMA DE FLUJO
DEL PROTOCOLO EN
EL PC:**

INICIO COMUNICACIÓN (primer dato)



FIN COMUNICACIÓN

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROTOCOLO EN EL MICROBOT:



PRUEBAS

1. Pruebas realizadas con el codificador y decodificador para comprobar su correcta sincronización.
2. Pruebas del correcto funcionamiento de las partes *Hardware* y *Software* del diseño excluyendo la parte de transmisión radio.
3. Pruebas para comprobar la correcta transmisión de todos los datos posibles por parte del sistema, en sus dos extremos (PC y Microbot).
4. Pruebas del enlace radio transmitiendo en una sola dirección (PC a Microbot, y Microbot a PC).
5. Pruebas del enlace radio utilizando su bidireccionalidad, transmitiendo alternativamente datos en ambos sentidos.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

- Velocidad de transmisión del enlace de aprox. 7 Nibbles/s.
- Alcance máximo de aprox. 10 metros en espacios cerrados.
- Correcto funcionamiento del protocolo de comunicación diseñado.

CONCLUSIONES

- Cumplimiento de las especificaciones establecidas para el sistema.
- Obtención de un prototipo perfectamente operativo, que cumple con los objetivos requeridos a priori en cuanto a prestaciones, diseño físico y adaptación a las plataformas a la que está destinado.

LÍNEAS FUTURAS

- Aumentar la velocidad de transmisión del enlace radio.
- Reprogramación de los Microbots utilizando el enlace radio.
- Comunicación *full-duplex* entre el PC y los Microbots.
- Creación de Granjas de Microbots que utilicen el enlace radio para comunicarse.