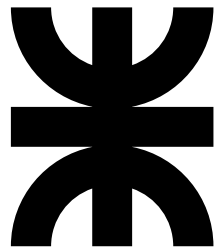
Informática II

Puerto serie

Gonzalo F. Pérez Paina



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba
UTN-FRC

– 2016 –

Contenido

Introducción

Comunicación serie

- Se necesita conversor paralelo↔serie para “serializar/des-serializar” los datos
- Para la comunicación serie RS232 se utilizan las UARTs (Universal Asynchronous Reveiver-Transmitter)

Introducción

Comunicación serie

- Se necesita conversor paralelo↔serie para “serializar/des-serializar” los datos
- Para la comunicación serie RS232 se utilizan las UARTs (Universal Asynchronous Reveiver-Transmitter)

Ventajas de la transmisión de datos serie (vs. paralelo):

- En la comunicación en paralelo se necesitan tantos cables como ancho de la palabra de comunicación
- Los cables pueden tener mayor longitud (RS232)
- Es posible reemplazar la conexión cableada por comunicación inalámbrica, como p.e. utilizando IR, láser, etc.
- Los microcontroladores en general cuentan con puertos de comunicación serie (UART, I^2C, SPI, etc.)

Contenido

Hardware

Las especificaciones eléctricas del **puerto serie** se definen en el estándar **EIA**[1], que para el RS232C son

- Un *espacio* (0 lógico) entre +3 y +25V
- Una *marca* (1 lógico) entre -3 y -25V
- Los valores entre +3V y -3V representan estados indefinidos
- Corriente de cortocircuito <500mA

(entre otros parámetros como: capacitancia máxima de línea, baudrate máximo, etc.)

[1] EIA: Electronics Industry Association - RS: Recommended Standard EIA-232C (1969), EIA-232D (1986), EIA-232 (1991)

Hardware

Las especificaciones eléctricas del **puerto serie** se definen en el estándar **EIA**[1], que para el RS232C son

- Un *espacio* (0 lógico) entre +3 y +25V
- Una *marca* (1 lógico) entre -3 y -25V
- Los valores entre +3V y -3V representan estados indefinidos
- Corriente de cortocircuito <500mA

(entre otros parámetros como: capacitancia máxima de línea, baudrate máximo, etc.)

Define una comunicación entre:

- DTE: Data Terminal Equipment (p.e. PC)
- DCE: Data Communication Equipment (p.e. módem)

[1] EIA: Electronics Industry Association - RS: Recommended Standard EIA-232C (1969), EIA-232D (1986), EIA-232 (1991)

Hardware

Las especificaciones eléctricas del **puerto serie** se definen en el estándar **EIA**[1], que para el RS232C son

- Un *espacio* (0 lógico) entre +3 y +25V
- Una *marca* (1 lógico) entre -3 y -25V
- Los valores entre +3V y -3V representan estados indefinidos
- Corriente de cortocircuito <500mA

(entre otros parámetros como: capacitancia máxima de línea, baudrate máximo, etc.)

Define una comunicación entre:

- DTE: Data Terminal Equipment (p.e. PC)
- DCE: Data Communication Equipment (p.e. módem)

Es posible comunicar dos PCs (DTE) mediante cable null-model

[1] EIA: Electronics Industry Association - RS: Recommended Standard EIA-232C (1969), EIA-232D (1986), EIA-232 (1991)

Hardware

Las especificaciones eléctricas del **puerto serie** se definen en el estándar **EIA**[1], que para el RS232C son

- Un *espacio* (0 lógico) entre +3 y +25V
- Una *marca* (1 lógico) entre -3 y -25V
- Los valores entre +3V y -3V representan estados indefinidos
- Corriente de cortocircuito <500mA

(entre otros parámetros como: capacitancia máxima de línea, baudrate máximo, etc.)

Define una comunicación entre:

- DTE: Data Terminal Equipment (p.e. PC)
- DCE: Data Communication Equipment (p.e. módem)

Es posible comunicar dos PCs (DTE) mediante cable null-model

Conector DB-9/DB-25 macho

[1] EIA: Electronics Industry Association - RS: Recommended Standard EIA-232C (1969), EIA-232D (1986), EIA-232 (1991)

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name		
3 (2)	TD	Transmit Data		
2 (3)	RD	Receive Data		
7 (4)	RTS	Request To Send		
8 (5)	CTS	Clear To Send		
6 (6)	DSR	Data Set Ready		
5 (7)	SG	Signal Ground		
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect		
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready		
9 (22)	RI	Ring Indicator		

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	
7 (4)	RTS	Request To Send	
8 (5)	CTS	Clear To Send	
6 (6)	DSR	Data Set Ready	
5 (7)	SG	Signal Ground	
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	
9 (22)	RI	Ring Indicator	

TD: Salida de datos seriales, TxD

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	
8 (5)	CTS	Clear To Send	
6 (6)	DSR	Data Set Ready	
5 (7)	SG	Signal Ground	
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	
9 (22)	RI	Ring Indicator	

RD: Entrada de datos seriales, RxD

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	DTE → DCE
8 (5)	CTS	Clear To Send	
6 (6)	DSR	Data Set Ready	
5 (7)	SG	Signal Ground	
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	
9 (22)	RI	Ring Indicator	

RTS: Le indica al módem que la UART está lista para comunicarse

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	DTE → DCE
8 (5)	CTS	Clear To Send	DTE ← DCE
6 (6)	DSR	Data Set Ready	
5 (7)	SG	Signal Ground	
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	
9 (22)	RI	Ring Indicator	

CTS: Indica que el módem está listo para comunicarse

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	DTE → DCE
8 (5)	CTS	Clear To Send	DTE ← DCE
6 (6)	DSR	Data Set Ready	DTE ← DCE
5 (7)	SG	Signal Ground	
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	
9 (22)	RI	Ring Indicator	

DSR: Le indica a la UART que el módem está listo para establecer una conexión

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	DTE → DCE
8 (5)	CTS	Clear To Send	DTE ← DCE
6 (6)	DSR	Data Set Ready	DTE ← DCE
5 (7)	SG	Signal Ground	DTE — DCE
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	DTE ← DCE
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	
9 (22)	RI	Ring Indicator	

DCD: Indica que el módem detecta “portadora”

DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	DTE → DCE
8 (5)	CTS	Clear To Send	DTE ← DCE
6 (6)	DSR	Data Set Ready	DTE ← DCE
5 (7)	SG	Signal Ground	DTE — DCE
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	DTE ← DCE
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	DTE → DCE
9 (22)	RI	Ring Indicator	

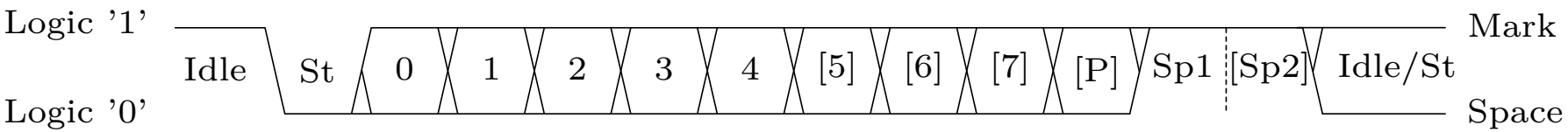
DTR: Opuesto a DSR. Le indica al módem que la UART está lista para establecer conexión

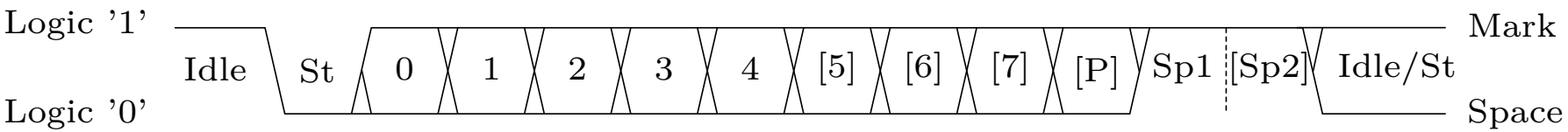
DB-9 (DB-25) Pin No.	Abbrev.	Full name	(PC) — (.)
3 (2)	TD	Transmit Data	DTE → DCE
2 (3)	RD	Receive Data	DTE ← DCE
7 (4)	RTS	Request To Send	DTE → DCE
8 (5)	CTS	Clear To Send	DTE ← DCE
6 (6)	DSR	Data Set Ready	DTE ← DCE
5 (7)	SG	Signal Ground	DTE — DCE
1 (8)	DCD	Data Carrier Detect	DTE ← DCE
4 (20)	DTR	Data Tearminal Ready	DTE → DCE
9 (22)	RI	Ring Indicator	DTE ← DCE

RI: Se activa ante la presencia de llamada

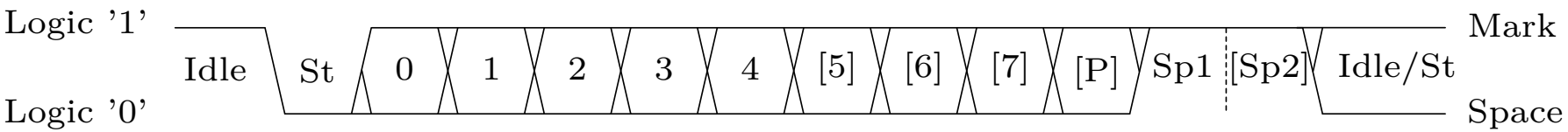
Hardware

Trama de comunicación

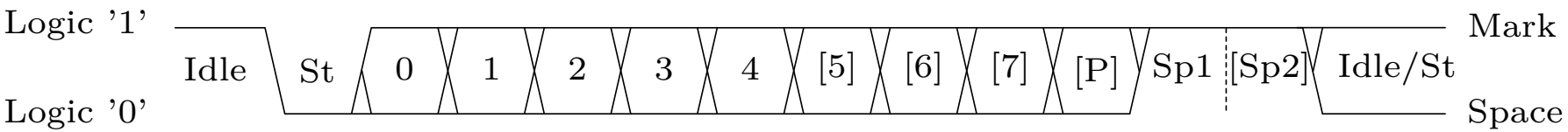




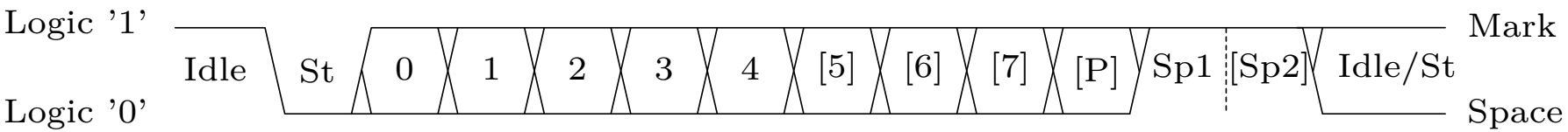
- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>



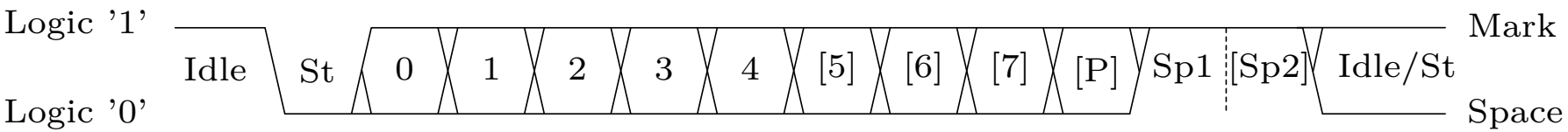
- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>



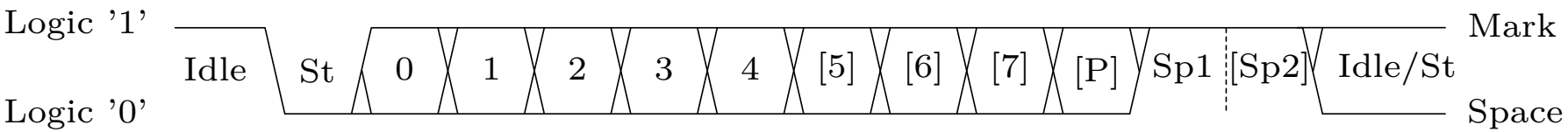
- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>
- (n): Bits de datos



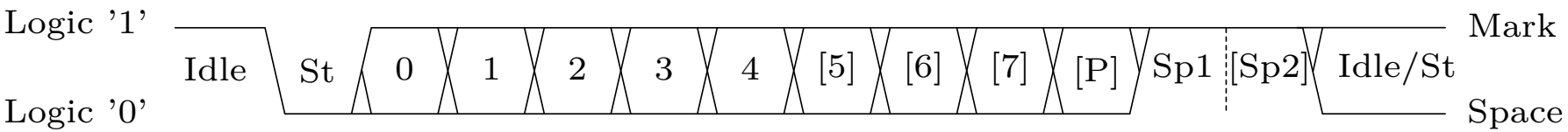
- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>
- (n): Bits de datos
- P: Parity bit (bit de paridad)



- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>
- (n): Bits de datos
- P: Parity bit (bit de paridad)
- Sp: Stop bit (bit de parada) <Logic 1>

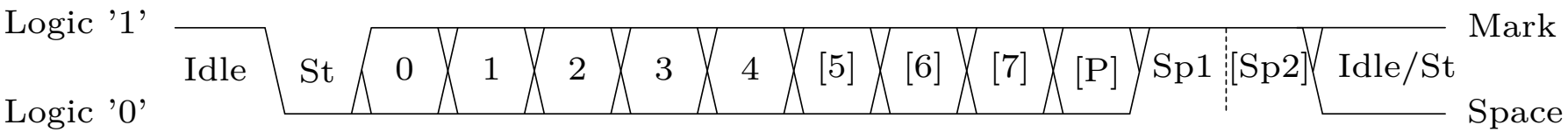


- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>
- (n): Bits de datos
- P: Parity bit (bit de paridad)
- Sp: Stop bit (bit de parada) <Logic 1>



- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>
- (n): Bits de datos
- P: Parity bit (bit de paridad)
- Sp: Stop bit (bit de parada) <Logic 1>

La comunicación es asíncrona (Bits menos significativo –LSb– se envía primero)



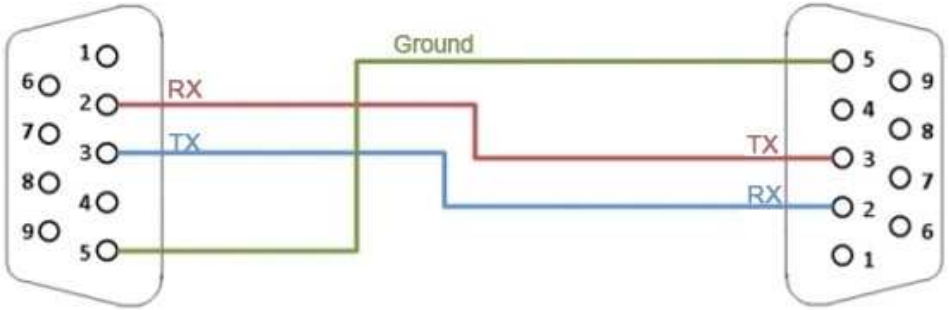
- Idle: No hay transferencia de datos (TxD y RxD) <Logic 1>
- St: Start bit (bit de arranque) <Logic 0>
- (n): Bits de datos
- P: Parity bit (bit de paridad)
- Sp: Stop bit (bit de parada) <Logic 1>

La comunicación es asíncrona (Bits menos significativo –LSb– se envía primero)

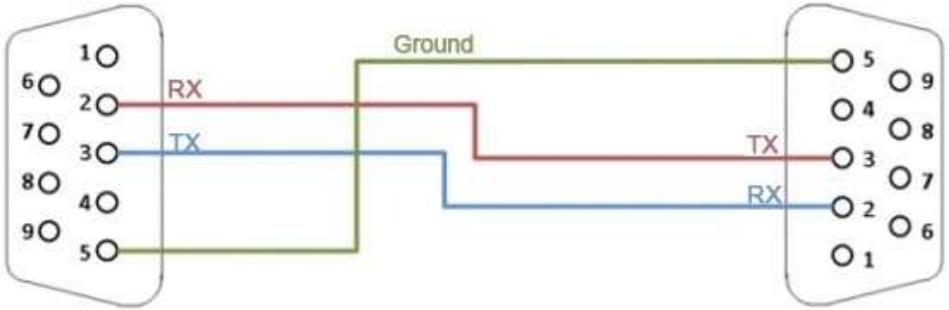
Algunas alternativas de tramas

- 8N1: 8 bits de datos, sin (N) bit de paridad, y 1 bit de stop.
- 5N2: 5 bits de datos, sin bit de paridad, y 2 bits de stop.

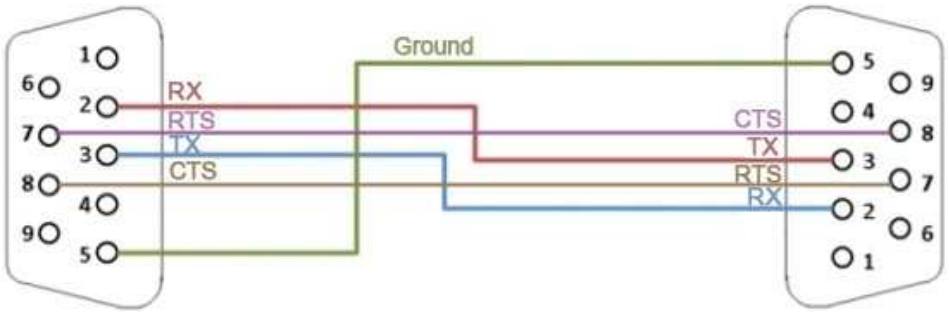
Cable Null-Modem Simple



Cable Null-Modem Simple

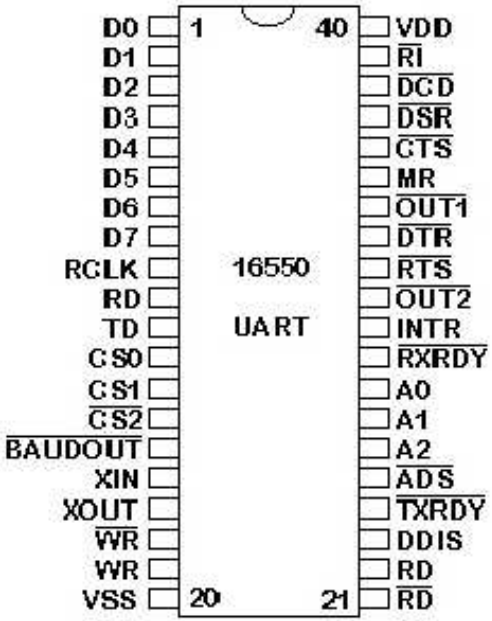


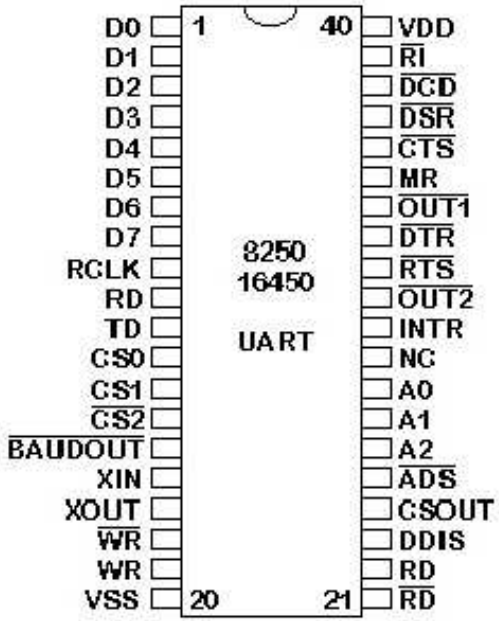
Cable Null-Modem con Handshake

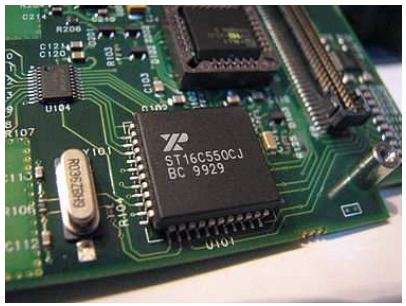


Hardware

UART, Universidad Asynchronous Receive-Transmitter







Nro. Pin	Nombre	Notas
1:8	D0:D7	Bus de datos
9	RCLK	Entrada de reloj ($f = 16$ baudrate)
10	RD	Recepción de datos
11	TD	Transmisión de datos
12	CS0	Chip Select 0
13	CS1	Chip Select 1
14	nCS2	Chip Select 2
15	nBAUDOUT	Salida BaudRate programable
16	XIN	Entrada cristal externo
17	XOUT	Salida cristal externo
18	nWR	Línea de escritura (invertida)
19	WR	Línea de escritura
20	VSS	Masa general
21	RD	Línea de entrada
22	nRD	Línea de entrada (invertida)
23	DDIS	Driver Disable
24	nTXRDY	Transmisor listo
25	nADS	Address Strobe
26:28	A0:A2	Bits de dirección

Nro. Pin	Nombre	Notas
29	nRXRDY	Receptor listo
30	INTR	Salida Interrupción
31	nOUT2	Salida de usuario 2
32	nRTS	Request To Send
33	nDTR	Data Terminal Ready
34	nOUT1	Salida de usuario 1
35	MR	Master Reset
36	nCTS	Clear To Send
37	nDSR	Data Set Ready
38	nDCD	Data Carrier Detect
39	nRI	Ring Indicator
40	VDD	Alimentación (+5V)

Direcciones de los puertos

- 0x3F8: Puerto serie 1 (COM1)
- 0x2F8: Puerto serie 2 (COM2)
- 0x3E8: Puerto serie 3 (COM3)
- 0x2E8: Puerto serie 4 (COM4)

Direcciones de los puertos

- 0x3F8: Puerto serie 1 (COM1)
- 0x2F8: Puerto serie 2 (COM2)
- 0x3E8: Puerto serie 3 (COM3)
- 0x2E8: Puerto serie 4 (COM4)

Los **Registros** van desde BASE+0 hasta BASE+7

BASE+	DLAB	R/W	Arb.	Nombre
+0	0	W	-	Transmitter Holding Buffer
	0	R	-	Receiver Buffer
	1	R/W	-	Divisor Latch Low Byte (DLLB)
+1	0	R/W	IER	Interrupt Enable Register
	1	R/W	-	Divisor Latch High Byte (DLHB)
+2	-	R	IIR	Interrupt Identification Register
	-	W	FCR	FIFO Control Register
+3	-	R/W	LCR	Line Control Register
+4	-	R/W	MCR	Modem Control Register
+5	-	R	LSR	Line Status Register
+6	-	R	MSR	Modem Status Register
+7	-	R/W	-	Scratch Register

Contenido

Registros

Bit DLAB, y velocidad de comunicación

DLAB: Division Latch Acces Bit

- Permite tener 12 registros en 8 direcciones
- Cuando **DBAL=1** a través del Line Control Register se tiene acceso a dos registros que permite fijar la velocidad de comunicación (bps)

Registros

Bit DLAB, y velocidad de comunicación

DLAB: Division Latch Acces Bit

- Permite tener 12 registros en 8 direcciones
- Cuando **DBAL=1** a través del Line Control Register se tiene acceso a dos registros que permite fijar la velocidad de comunicación (bps)

La UART (con oscilador de 1.8432MHz)

- realiza una división por 16 $\Longrightarrow$ velocidad máxima de 115.200Hz (115.200bps)
- velocidades menores? cuenta con un Generador de Baud Rate Programable controlado por dos registros

Registros

Bit DLAB, y velocidad de comunicación

DLAB: Division Latch Acces Bit

- Permite tener 12 registros en 8 direcciones
- Cuando **DBAL=1** a través del Line Control Register se tiene acceso a dos registros que permite fijar la velocidad de comunicación (bps)

La UART (con oscilador de 1.8432MHz)

- realiza una división por 16 $\Longrightarrow$ velocidad máxima de 115.200Hz (115.200bps)
- velocidades menores? cuenta con un Generador de Baud Rate Programable controlado por dos registros

Velocidad (BPS)	Divisor (dec)	DLHB	DLLB
50	2304	0x09	0x00
300	384	0x01	0x80
600	192	0x00	0xC0
2400	48	0x00	0x30
4800	24	0x00	0x18
9600	12	0x00	0x0C
19200	6	0x00	0x06
38400	3	0x00	0x03
57600	2	0x00	0x02
115200	1	0x00	0x01

Registros

Line Control Register (LCR)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DLAB	SBE	PS2	PS1	PS0	LSB	WL1	WL0

- DLAB: Divisor Latch Access Bit
- SBE: Set Break Enable
- PS: Parity Select
  - xx0: No parity
  - 001: Odd parity
  - 011: Even parity
  - 101: High parity
  - 111: Low parity
- LSB: Lenght of Stop Bit (0: 1 stop bit, 1: 2 stop bit)
- WL: Word length
  - 00: 5 bits
  - 01: 6 bits
  - 10: 7 bits
  - 11: 8 bits

Contenido

Dispositivos en sistemas UNIX

- Los dispositivos (p.e. puerto serie) se acceden mediante archivos de dispositivos, los mismo se encuentran en `/dev/`
- En GNU/Linux los puertos series son: `/dev/ttySx` (`x`: 0, 1, 2,. . .)

Dispositivos en sistemas UNIX

- Los dispositivos (p.e. puerto serie) se acceden mediante archivos de dispositivos, los mismo se encuentran en `/dev/`
- En GNU/Linux los puertos series son: `/dev/ttySx` (`x`: 0, 1, 2,. . .)

Manejo de archivos de dispositivos (`/dev/`) en Linux (llamadas al SO):

- `open()`: Abrir archivo o dispositivo

Dispositivos en sistemas UNIX

- Los dispositivos (p.e. puerto serie) se acceden mediante archivos de dispositivos, los mismo se encuentran en `/dev/`
- En GNU/Linux los puertos series son: `/dev/ttySx` (`x`: 0, 1, 2,. . .)

Manejo de archivos de dispositivos (`/dev/`) en Linux (llamadas al SO):

- `open()`: Abrir archivo o dispositivo
- `close()`: Cerrar archivo o dispositivo

Dispositivos en sistemas UNIX

- Los dispositivos (p.e. puerto serie) se acceden mediante archivos de dispositivos, los mismo se encuentran en `/dev/`
- En GNU/Linux los puertos series son: `/dev/ttySx` (`x`: 0, 1, 2,. . .)

Manejo de archivos de dispositivos (`/dev/`) en Linux (llamadas al SO):

- `open()`: Abrir archivo o dispositivo
- `close()`: Cerrar archivo o dispositivo
- `read()`: Leer archivo o dispositivo

Dispositivos en sistemas UNIX

- Los dispositivos (p.e. puerto serie) se acceden mediante archivos de dispositivos, los mismo se encuentran en `/dev/`
- En GNU/Linux los puertos series son: `/dev/ttySx` (`x`: 0, 1, 2,. . .)

Manejo de archivos de dispositivos (`/dev/`) en Linux (llamadas al SO):

- `open()`: Abrir archivo o dispositivo
- `close()`: Cerrar archivo o dispositivo
- `read()`: Leer archivo o dispositivo
- `write()`: Escribir archivo o dispositivo

Dispositivos en sistemas UNIX

- Los dispositivos (p.e. puerto serie) se acceden mediante archivos de dispositivos, los mismo se encuentran en `/dev/`
- En GNU/Linux los puertos series son: `/dev/ttySx` (`x`: 0, 1, 2,. . .)

Manejo de archivos de dispositivos (`/dev/`) en Linux (llamadas al SO):

- `open()`: Abrir archivo o dispositivo
- `close()`: Cerrar archivo o dispositivo
- `read()`: Leer archivo o dispositivo
- `write()`: Escribir archivo o dispositivo
- `ioctrl()`: Intercambiar información de control con el driver

Abrir archivo

```c
#include <fcntl.h>  /* File control definitions */
#include <unistd.h> /* UNIX standard function definitions */

int open(const char* path, int oflags);
```

- `path`: nombre del archivo o dispositivo
- `oflags`: indica acciones al abrir el archivo (`O_RDONLY`, `O_WRONLY`, `O_RDWR`)

Devuelve el *descriptor de archivo* (entero no negativo) si tuvo éxito, o -1 si falló.

Abrir archivo

```c
#include <fcntl.h>  /* File control definitions */
#include <unistd.h> /* UNIX standard function definitions */

int open(const char* path, int oflags);
```

- `path`: nombre del archivo o dispositivo
- `oflags`: indica acciones al abrir el archivo (`O_RDONLY`, `O_WRONLY`, `O_RDWR`)

Devuelve el *descriptor de archivo* (entero no negativo) si tuvo éxito, o -1 si falló.

Cerrar archivo

```c
#include <fcntl.h>  /* File control definitions */
#include <unistd.h> /* UNIX standard function definitions */

int close(int fildes);
```

- `fildes`: descriptor de archivo

Leer archivo

```
size_t read(int fildes, void *buf, size_t nbytes);
```

Escribir archivo

```
size_t write(int fildes, const void *buf, size_t nbytes);
```

I/O control

```
int ioctl(int fildes, int cmd, ...);
```

- `buf`: Buffer para la lectura/escritura
- `nbytes`: Cantindad de bytes a leer/escribir
- `cmd`: Acción a realizar sobre el archivo

```c
#include <stdio.h>     /* Standard input/output definitions */
#include <fcntl.h>     /* File control definitions */
#include <unistd.h>    /* UNIX standard function definitions */

int main(void)
{
  int fd;    /* File descriptor for the port */

  fd = open("/dev/ttyUSB0", O_RDWR | O_NOCTTY | O_NDELAY);

  if(fd == -1)
     /* ERROR */

  close(fd);
  return 0;
}
```

Flags:

- `O_RDWR`: Lectura/Escritura
- `O_NOCTTY`: Para que no sea una terminal de control (?)
- `O_NDELAY`: Ignora la señal DCD (sino, el proceso se duerme hasta activarse DCD)

Programación

Escribir y leer datos

```c
#include <stdio.h>     /* Standard input/output definitions */
#include <fcntl.h>     /* File control definitions */
#include <unistd.h>    /* UNIX standard function definitions */

int main(void)
{
  int n, fd;
  char* data;

  fd = open("/dev/ttyUSB0", O_RDWR | O_NOCTTY | O_NDELAY);
  if(fd == -1)
    /* ERROR */

  /* Writing data to the port */
  n = write(fd, "ATZ\n", 4);
  if(n < 0)
    /* ERROR */

  /* Reading data from the port */
  fcntl(fd, F_SETFL, 0);          /* Blocing */
  fcntl(fd, F_SETFL, FNDELAY);     /* Not blocking */
  /* n = read(fid, data, 4); */
  /* if(n < 4) */

  close(fd);
  return 0;
}
```

Terminales en sistemas POSIX (Portable Operating System Interface (UNIX))

- `termios.h`: estructura de control de terminal y funciones de control
- Cambiar parámetros tales como velocidad de comunicación, tamaño trama, etc.

Las dos funciones más importantes son: `tcgetattr()`, `tcsetattr()`

Miembros de la estructura termios:

- `c_cflags`: Opciones de control
- `c_lflags`: Opciones de línea
- `c_iflags`: Opciones de entrada
- `c_oflags`: Opciones de salida
- `c_cc`: Caracteres de control
- `c_ispeed`: Baudrate de entrada (interfaz nueva)
- `c_ospeed`: Baudrate de salida (interfaz nueva)

```
struct termios options;
/* Get the current options for the port */
tcgetattr(fd, &options);

/* Set the baud rates to 19200 */
cfsetispeed(&options, B19200);
cfsetospeed(&options, B19200);

/* Enable the receiver and set local mode */
options.c_cflag |= (CLOCAL | CREAD);

/* No parity 8N1 */
options.c_cflag &= ~PARENB; /* No parity */
options.c_cflag &= ~CSTOPB; /* 1 stop bit */
options.c_cflag &= ~CSIZE;  /* Mask the character size bits */
options.c_cflag |=  CS8;

/* Set the new options for the port */
tcsetattr(fd, TCSANOW, &options);
```

Contenido

Algunos ejemplos

Algunos ejemplos

- Comunicación PC↔Celular (`cutecom`, `Free USB Serial Terminal`)
  - Adaptador USB/serie (dispositivo ‘‘`/dev/ttyUSB0`’’) de ambos extremos
  - USB OTG (On-The-Go)

Algunos ejemplos

- Comunicación PC↔Celular (`cutecom`, `Free USB Serial Terminal`)
  - Adaptador USB/serie (dispositivo ‘‘`/dev/ttyUSB0`’’) de ambos extremos
  - USB OTG (On-The-Go)
- Uso de `socat` para generación de puertos “locales” (`cutecom`)
  - `socat PTY,link=/tmp/ttyS0 PTY,link=/tmp/ttyS1`

Algunos ejemplos

- Comunicación PC↔Celular (`cutecom`, `Free USB Serial Terminal`)
  - Adaptador USB/serie (dispositivo ‘‘`/dev/ttyUSB0`’’) de ambos extremos
  - USB OTG (On-The-Go)
- Uso de `socat` para generación de puertos “locales” (`cutecom`)
  - `socat PTY,link=/tmp/ttyS0 PTY,link=/tmp/ttyS1`
- Ejemplo de código fuente de aplicación para lectura de n bytes

Algunos ejemplos

- Comunicación PC↔Celular (`cutecom`, `Free USB Serial Terminal`)
  - Adaptador USB/serie (dispositivo ‘‘`/dev/ttyUSB0`’’) de ambos extremos
  - USB OTG (On-The-Go)
- Uso de `socat` para generación de puertos “locales” (`cutecom`)
  - `socat PTY,link=/tmp/ttyS0 PTY,link=/tmp/ttyS1`
- Ejemplo de código fuente de aplicación para lectura de n bytes
- Ejemplo de código fuente de aplicación escritura de un byte

Contenido

Bibliografía

- *Interfacing the Serial / RS232 Port*, V5.0 (web)
- *Serial Programming Guide for POSIX Operating Systemsr*, 5th Edition– 3rd Revision. (web)
- *Beginning Linux Programming*, 4th Edition, Neil Matthew, Richard Stones (ISBN: 978-0-470-14762-7) (Libro)