

# UART

miércoles, 4 de enero de 2023 12:53 a. m.

8 módulos	UART0 - UART7
-----------	---------------

Cada uno tiene un

FIFO recepción	Rx	16x12
FIFO transmisión	Tx	16x8

Tiene velocidad programable

Se puede configurar la trama a 5, 6, 7, 8 bits por carácter

Todos los bits de paridad	N, E, O, M, S
Bits de paro	1 o 2

\*Solo el UART1 cuenta con control de flujo por hardware

Todos los UART tienen soporte para el estándar para el IrDA

Cuentan con modo Loopback para conectar internamente la línea de transmisión de un UART a su línea de recepción para poder realizar diagnósticos o depuración.

Soporte para el estándar RS-485 y para el LIN

## CONFIGURACIÓN

Puertos de entrada y salida	Módulos GPIO
-----------------------------	--------------

Controlan un grupo de 5 a 8 PINES

Cuando se emplea cualquier módulo de entrada/salida que no sea GPIO y se quiere que se tenga acceso a un pin de entrada/salida

Se necesita configurar necesariamente el módulo GPIO que controla ese PIN

\*\*\*Ejemplo: Si se quiere hacer la conexión en los pines PD7 y PD6, se necesita configurar el módulo GPIO del puerto D.

\*\*FUNCION ALTERNATIVA: La configuración de un pin de un puerto para que sea controlado por otro módulo de entrada/salida

Cada módulo UART	31 registros de entrada y salida
------------------	----------------------------------

\*Solo se usan 6\*

4	Configuración de la trama
1	Velocidad de comunicación
1	Habilitacion

UARTDR	Mediante el cual el CPU envía datos al UART o lee los datos recibidos
UARTFR	Permite conocer el estado de la comunicación
FIFO TRANSMICIÓN (Rx)	
FIFO RECEPCIÓN Tx	

## 6 PASOS PARA CONFIGURACIÓN

### 1 ACTIVAR SEÑAL DE RELOJ

\*Módulo UART (El que se emplea)

\*Módulos GPIO

2 Desactivar el módulo UART (no la señal de reloj)

3 Configurar los pines GPIO para Tx y Rx

4 Configurar UART velocidad de comunicación (velocidad de transmisión y recepción)

5 Configurar trama y buffers

6 Habilitar UART

## CONFIGURACIÓN PRÁCTICA 3

UART7

### PASO 1

Pines a los que se puede conectar UART7:

| 14.2 SIGNAL DESCRIPTION PAG.894

U7Rx	9	PE0 (1)	I	TTL	UART module 7 receive.
U7Tx	8	PE1 (1)	O	TTL	UART module 7 transmit.

El UART7 sólo puede conectarse a los pines PE0 y PE1 los cuales pertenecen al **puerto E**

Línea transmisión (Tx)	PE1
Línea recepción Rx	PE0

**\*\*Además del UART7, debemos activar la señal de reloj del módulo GPIOE (también llamado puerto E) \*\***

*NOTA:	TTL indica:	La configuración eléctrica del PIN Pin digital Sin resistencia de pull-up Sin resistencia de pull-down No es función analógica
--------	-------------	--

## PASO 2

Activación del reloj UART7

Llamado **RCGCUART**

| REGISTER 63 PAG. 344

La señal de reloj de los módulos UART se configura con los registros:

RCGC1	UART0 a UART2
RCGCUART	Para todos los módulos UART

NOTA:

Si se emplea RCGC1 para algún periférico (no necesariamente un UART) entonces:

Configurar UART0 UART1 UART2	Con RCGC1
Configurar UART3 a UART7	Con RCGCUART

VALOR BIT	ESTADO
0	Reloj del módulo UART desactivado No se tiene acceso a sus registros de E/S
1	Reloj del módulo E/S activado

LINEA 5	Se habilita UART 7
---------	--------------------

Cuando se habilita la señal de reloj de un módulo, no se genera de inmediato.

Para cada tipo de módulo entrada/salida, hay un registro de solo lectura en donde cada bit indica si un módulo tiene su señal de reloj activa

VALOR BIT	ESTADO DE MÓDULO E/S
0	No está activa aún la señal de reloj del módulo E/S
1	Ya está activa la señal de reloj del módulo y se podrá configurar y utilizar

## PASO 3

**Módulos GPIO - Activación reloj**

Los módulos GPIO también tienen su registro de activación de reloj de nombre **RCGCGPIO**

| REGISTER 63 PAG. 340

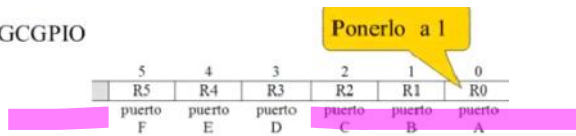
4	R4	RW	0	GPIO Port E Run Mode Clock Gating Control
Value: Description				
0 GPIO Port E is disabled.				
1 Enable and provide a clock to GPIO Port E in Run mode.				

Me corresponde el **puerto E**, por ello debo poner en 1 el puerto E, el cual es el **bit 4**

RCGCGPIO

Ponerlo a 1

## RCGCGPIO



\*En nuestro caso se pone en 1 el bit 4\*

### PASO 4

Los pines deben ser configurados en modo TTL como se indicó anteriormente

REGISTROS DE ENTRADA/SALIDA QUE PERMITEN CONFIGURAR LOS PINES:

GPIOAFSEL	Permiten configurar los pines
GPIOCTL	

Pin Name	Pin Number	Pin Mux/ Pin Assignment	Pin Type	Buffer Type
Nombre del pin	Nº de pin	Pin a asignar/ valor en multiplexor	Tipo de pin	Tipo de interfaz eléctrica
U0Rx	17	PA0 (1)	I	TTL
U0Tx	18	PA1 (1)	O	TTL

Para configurar un pin	Registro E/S nombre genérico	Registro de E/S Puerto A
como entrada o salida	GPIODIR	GPIO_PORTA_DIR_R
con o sin resistencia de pull-up	GPIOPUR	GPIO_PORTA_PUR_R
con o sin resistencia de pull-down	GPIOPDR	GPIO_PORTA_PDR_R
con función alternativa	GPIOAFSEL	GPIO_PORTA_AFSEL_R
Conexión a módulo de E/S específico	GPIOCTL	GPIO_PORTA_PCTL_R
habilitarlo como pin digital	GPIOEN	GPIO_PORTA_DEN_R
habilitar o deshabilitar función analógica	GPIOAMSEL	no tiene funciones analógicas

### AFSEL

|Register 10: GPIO Alternate Function Select (GPIOAFSEL) PAG. 672

VALORES REQUERIDOS PARA SU CONFIGURACIÓN:

Como podemos notar anteriormente:

Mis pines son el 0 y el 1 del puerto E, por ello se ponen en 1 esos dos pines

\*LINEA 8 CÓDIGO

U7Rx	9	PE0 (1)	I	TTL	UART module 7 receive.
U7Tx	8	PE1 (1)	O	TTL	UART module 7 transmit.

### DEN

|Register 18: GPIO Digital Enable (GPIOEN) PAG. 682

VALORES REQUERIDOS PARA SU CONFIGURACIÓN

Se desea que los pines PE0 y PE1 sean TTL, por ello es necesario que sean pines digitales  
Por ello, se pone 1 en el pin 0 y 1 en DEN

### PASO 5

#### GPIOCTL - configuración

Recapitulando..

Pin Name	Pin Number	Pin Mux/ Pin Assignment	Pin Type	Buffer Type	Description
Nombre del pin	Nº de pin	Pin a asignar/ valor en multiplexor	Tipo de pin	Tipo de interfaz eléctrica	Descripción
U0Rx	17	PA0 (1)	I	TTL	UART module 0 receive
U0Tx	18	PA1 (1)	O	TTL	UART module 0 transmit

Esos valores se deben escribir en GPIOCTL	I: Input (entrada) O: Output (salida) PA0 entrada PA1 salida	TTL: - pin digital - sin resistencia de pull-up - sin resistencia de pull-down - No es función analógica
---	---	--

En la configuración GPIOCTL se debe escribir el valor de los pines que nos corresponden  
En este caso corresponden el pin PE0 y pin PE1, siendo

PE0	Entrada
PE1	Salida

GPIOCTL	Se utiliza junto con el registro del AFSEL y se configura para la conexión a módulo de entrada o salida específico Es decir, se utiliza para configurar cual va como entrada o salida
---------	--

Type: RW, Reset: -																															
31				30				29				28				27				26				25				24			
PM C7				PM C6				PM C5				PM C4				PM C3				PM C2				PM C1				PM C0			
Type	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW
Reset	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15				14				13				12				11				10				9				8			
PM C3				PM C2				PM C1				PM C0				PM C0				PM C0				PM C0				PM C0			
Type	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW
Reset	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bit/Field	Name	Type	Reset	Description
31:28	PM C7	RW	-	Port Mux Control 7 This field controls the configuration for GPIO pin 7.
27:24	PM C6	RW	-	Port Mux Control 6 This field controls the configuration for GPIO pin 6.
23:20	PM C5	RW	-	Port Mux Control 5 This field controls the configuration for GPIO pin 5.
19:16	PM C4	RW	-	Port Mux Control 4 This field controls the configuration for GPIO pin 4.
15:12	PM C3	RW	-	Port Mux Control 3 This field controls the configuration for GPIO pin 3.
11:8	PM C2	RW	-	Port Mux Control 2 This field controls the configuration for GPIO pin 2.
7:4	PM C1	RW	-	Port Mux Control 1 This field controls the configuration for GPIO pin 1.
3:0	PM C0	RW	-	Port Mux Control 0 This field controls the configuration for GPIO pin 0.

Para la configuración del GPIOCTL, el pin que utilizamos es el pin PE0 y PE1, es decir, pin 0 y 1

Por ello, se utiliza el Port Mux 0 y 1

En visual debo poner la asignación que corresponde, es decir, poner en 1 el número de bit que corresponde

Poner el 1 en el 0 y 4

**GPIO DIR** - Nos indicar si es entrada o salida, por ello, los valores seran de la siguiente manera



PE0	Entrada	0
PE1	Salida	1

## DESACTIVAR UART

UARTCTL										
...	RXE	TXE	LBE	reservado	HSE	EOT	SMART	SIRLP	SIREN	UARTEN

UARTEN : Habilitador del UART

valor	
0	UART desactivado
1	UART habilitado

Se debe desactivar el UART hasta terminar su configuración - El bit que lo activa es **UARTCTL**

El bit0 UARTEN es el habilitador, por eso se debe poner en 0

El bit9 es para RXE y el 8 para TXE, recibir y transmitir, también se ponen en 0 para desactivar \*/

## VELOCIDAD DE COMUNICACIÓN

La velocidad de comunicación se obtiene a partir de la señal de reloj que recibe el UART (En este caso es el reloj de sistema de 16MHz



$$BRD = \frac{50.000.000}{16 \times 57600} = 54.2534$$

UARTIBRD	54
UARTFBRD	(.2534 * 64) + 0.5 = 16.7176 = <b>17</b>

#### ¿COMO ESCRIBIRLO?

Para el **UARTIBRD**

Decimal	54
Binario	FFFFFFFFFFFFFFFF000000000110110

Para el **UARTFBRD**

Decimal	17
Binario	FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF010001

#### CONFIGURACIÓN TRAMA Y BUFFER

##### UARTLCRH

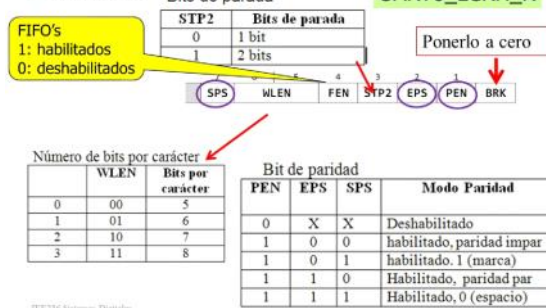
La configuración de la trama se hace con el registro de nombre genérico UARTLCRH

Son 8 bits que debemos configurar:

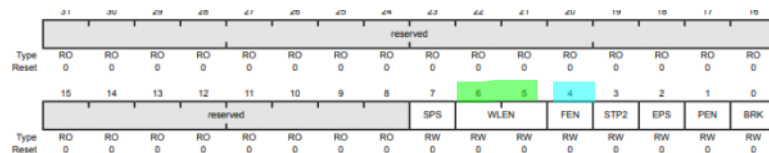
WLEN	Configura los bits por caracter
SPS EPS PEN	Configuran el bit de paridad
STP2	Configura el bit de parada
BRK	Se usa para enviar un break, que consiste en transmitir toda una trama en ceros, incluyendo el bit de parada.
FEN	Habilita si es que esta en 1 o deshabilita si es que esta en 0 los FIFOs de recepción y transmisión *Se recomienda siempre habilitarlos para tener más espacio de almacenamiento de datos

#### 5. Configurar Trama y buffers (UARTLCRH)

- 9600 8 N 1



IEEE238 Sistemas Digitales



Los bits que nos van a interesar en

##### UARTLCRH

<b>WLEN</b>	Longitud de palabra UART Los bits indican el número de bits de datos transmitidos o recibidos	Queremos <b>8 bits</b> por carácter, Se indica de la siguiente manera <b>0x3 8 bits</b>
<b>FEN</b>	Habilita o deshabilita los FIFOs	1 - habilitado      0 - deshabilitado
<b>TODO LO DEMÁS</b>	EN CERO	

##### UARTCC

El registro UARTCC controla la fuente de reloj en baudios para el módulo UART.

	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	
	reserved																
Type	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	reserved																
Type	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RW	RW	RW	RW	
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit/Field																	
31:4	reserved																
Type	RO																
Reset	0x0000_0000																
Description	Software should not rely on a reserved bit. To provide compatibility with future products, the value of a reserved bit should be preserved across a read-modify-write operation.																
3:0	CS																
Type	RW																
Reset	0																
Description	UART Baud Clock Source The following table specifies the source that generates for the UART baud clock:																
	Value      Description																
	0x0 <a href="#">System clock (based on clock source and divisor factor)</a>																
	0x1-0x4      reserved																
	0x5      P1OSC																
	0x5-0xF      Reserved																