

**NUEVAS TECNOLOGÍAS
APLICADAS A LA GESTIÓN (E66)
5º INGENIERÍA EN INFORMÁTICA**

Ejercicios de ATR.

| |
|-------------------|
| EJERCICIOS DE ATR |
|-------------------|

El ATR es el mensaje que envía una tarjeta con chip al terminal cuando éste la activa mediante la señal de RESET. Esta técnica de identificación es utilizada tanto por tarjetas síncronas como por tarjetas asíncronas, aunque la complejidad y el nivel de estandarización en cada caso es muy diferente. Mientras en el caso síncrono, el ATR sólo se compone de 4 bytes, las tarjetas asíncronas pueden tener un ATR de hasta 33 bytes. Además, no existe un estándar de transmisión para el caso síncrono por lo que la interpretación del ATR es muy diverso, a diferencia del caso asíncrono en el que si existen estos estándares. Por estas razones, los ejercicios de ATR que se van a abordar se restringen al caso asíncrono.

No todos los bytes que aparecen en una tarjeta asícrona están normalizados, ya que el número y significado de los caracteres históricos no lo están. Por esta razón, suelen ser excluidos en los ejercicios de ATR.

Se pueden realizar dos tipos de ejercicios relacionados con el ATR de una tarjeta asícrona:

- Interpretación de un ATR. Dado un ATR se obtiene una tabla en donde aparecen los valores de los parámetros asociados a los protocolos que especifica el ATR.
- Creación de un ATR. Dada la tabla de valores de los parámetros asociados a una tarjeta, se define el ATR correspondiente.

En ambos casos ha de tenerse en cuenta la posibilidad de no aparición del byte asociado a un parámetro o conjunto de parámetros, ya que el valor de éste o éstos coincide con sus valores por defecto.

Seguidamente se describe como realizar los dos tipos de ejercicios descritos con anterioridad, utilizando como ejemplo un conjunto de ejercicios de examen.

INTERPRETACIÓN DE ATR (ESTRUCTURA DEL ATR)

La primera tarea a realizar cuando se desea interpretar un ATR es identificar los caracteres que componen el ATR. Para ello hay que observar los bytes T0 y TD_i, cuya estructura es la siguiente,

$$T0 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline x & x & x & x & | & x & x & x & x \\ \hline Y_1 & & & & | & & & nK \\ \hline \end{array}, \quad TD_i = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline x & x & x & x & | & x & x & x & x \\ \hline Y_{i+1} & & & & | & & & T_i \\ \hline \end{array}$$

en donde,

- nK indica el número de caracteres históricos que aparecen en el ATR.
- T_i indica uno de los protocolos que soporta la tarjeta, cuyos parámetros son definidos mediante los caracteres TX_{i+1}.
- Y_i indica los caracteres del i-ésimo grupo aparecen en el ATR, y tiene la siguiente estructura,

$$Y_i = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline ?TD_i & ?TC_i & ?TB_i & ?TA_i \\ \hline \end{array}$$

A partir de estos comentarios, es posible identificar los caracteres que forman parte de los siguientes ATR.

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TB1 | TC1 | TD1 | TB2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | E0 | 40 | 10 | A0 | 40 | F1 | 28 | 46 | 01 | 0E | FB |

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TC1 | TD1 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TCK |
| 3F | D0 | 04 | 40 | E0 | 40 | 04 | 71 | 40 | 44 | 01 | 7B |

| | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TD1 | TD2 | TB3 | TCK |
| 3B | 90 | 44 | 80 | 21 | 22 | 6A |

| | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TD2 | TB3 | TC3 | TCK |
| 3F | F0 | 02 | 06 | 10 | 80 | 61 | 84 | 01 | BF |

| | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TB2 | TC2 |
| 3B | F0 | B4 | 40 | 04 | 60 | 38 | 01 |

Resulta importante comentar que el carácter TCK únicamente aparece si uno de los T_i tiene un valor igual a 1, es decir, la tarjeta soporta el protocolo T = 1. También es necesario comentar, que si existe TD1 el protocolo que debe especificar siempre debe ser T = 0, es decir, su T_i asociado debe tener un valor igual 0.

INTERPRETACIÓN DE ATR (TABLA DE RESULTADOS)

Una vez definidos que caracteres componen el ATR, se debe rellenar la tabla asociada a cada uno de los ATR. La estructura de la tabla puede ser diferente para cada ATR, dependiendo de los protocolos que maneje.

Todo ATR debe incluir como mínimo el protocolo T = 0, por lo que la tabla debe tener al menos los siguientes valores,

| | | | | | | | |
|------|---------------------|-------------|---|------|----------|------------|---------------|
| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 |
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) |

Si además posee el protocolo T = 1, se debe completar del modo siguiente,

| | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------|-------------|---|------|----------|------------|---------------|-------|--------------|---------------|--------------|-----|
| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |

También puede ocurrir que la tarjeta no soporte el protocolo T = 1 pero si soporte otro protocolo, como por ejemplo el protocolo T = 14, en cuyo caso la tabla sería,

| | | | | | | | | |
|------|---------------------|-------------|---|------|----------|------------|---------------|--------|
| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 14 |
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | |

La última posibilidad es la inclusión de las dos últimas opciones, en cuyo caso la tabla quedaría como sigue,

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------|-------------|---|------|----------|------------|---------------|-------|--------------|---------------|--------------|-----|--------|
| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | | T = 14 |
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err | |

La elección correcta de la tabla resulta básica para evitar interpretaciones incorrectas de un determinado ATR.

Se puede apreciar que las tablas incluyen, bajo el nombre de algunos parámetros, la unidad asociada. La definición de algunos parámetros incluyen diferentes expresiones asociadas a unidades diferentes, que deben ser normalizadas a la unidad especificada en la tabla. El caso más habitual es el del parámetro BWT, cuya definición incluye las unidades etu y segundo. Dado que un etu se puede expresar en segundos, normalmente BWT también se suele expresar en segundos.

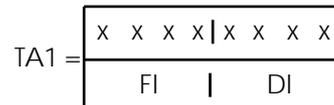
INTERPRETACIÓN DE ATR (PARÁMETROS GLOBALES)

La siguiente fase es la interpretación de los valores asociados al nivel 1 de la comunicación, es decir, la convención y los parámetros globales. El primero se encuentra en el carácter TS y el resto en los caracteres TA1, TB1, TC1 y TB2.

La convención es el caso más sencillo, ya que sólo puede tener dos valores posibles 3B y 3F, que corresponden con la convención directa y la inversa. Por su parte, el carácter TA1 permite obtener el valor de los parámetros F, fs y D, que aparecen en la definición del etu, tanto cuando la tarjeta tiene un reloj interno como cuando no lo tiene,

$$etu_{\text{RelojInterno}} = \frac{1}{D} \times \frac{1}{9600} \text{ s} \quad , \quad etu_{\text{RelojExterno}} = \frac{1}{D} \times \frac{F}{f_s} \text{ s}$$

La estructura de este carácter es la siguiente,



donde FI y DI son codificaciones de los parámetros buscados, cuyo valor real se obtiene mediante la consulta de la siguientes tablas,

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| FI | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| F | Int. | 372 | 588 | 744 | 1116 | 1488 | 1860 | RFU | RFU | 512 | 768 | 1024 | 1536 | 2048 | RFU | RFU |
| fs | --- | 5 | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | --- | --- | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 | --- | --- |
| DI | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| D | RFU | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | RFU | RFU | RFU | RFU | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 |

cumpléndose que el valor de F igual a Int indica que la tarjeta posee un reloj interno.

Se puede observar que el valor de FI permite obtener el valor de F y fs, mientras que D se obtiene a partir de DI. Seguidamente aparece la interpretación de los valores de estos parámetros para los ejercicios anteriores, colocando sus valores por defecto si el carácter TA1 no aparece.

| | | | | | |
|-----|----|----|-----|----|---|
| TA1 | FI | DI | F | fs | D |
| --- | 1 | 1 | 372 | 5 | 1 |

| | | | | | |
|-----|----|----|-----|-----|---|
| TA1 | FI | DI | F | fs | D |
| 04 | 0 | 4 | Int | --- | 8 |

| | | | | | |
|-----|----|----|------|----|---|
| TA1 | FI | DI | F | fs | D |
| 44 | 4 | 4 | 1116 | 12 | 8 |

| | | | | | |
|-----|----|----|-----|-----|---|
| TA1 | FI | DI | F | fs | D |
| 02 | 0 | 2 | Int | --- | 2 |

| | | | | | |
|-----|----|----|------|----|---|
| TA1 | FI | DI | F | fs | D |
| B4 | 11 | 4 | 1024 | 10 | 8 |

INTERPRETACIÓN DE ATR (PARÁMETROS GLOBALES)

Los caracteres TB1 y TB2 definen el valor de la intensidad y tensión necesarios para reprogramar la memoria EEPROM de la tarjeta, siendo su estructura,

$$TB1 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline x|x|x|x|x|x|x|x \\ \hline 0|II|I|PI1 \\ \hline \end{array}, \quad TB2 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline x|x|x|x|x|x|x|x \\ \hline PI2 \\ \hline \end{array}$$

donde II codifica el valor de la intensidad, mientras que PI1 y PI2 codifican el valor de la tensión. Para el primero es necesario utilizar la siguiente tabla,

| | | | | |
|----|----|----|-----|-----|
| II | 0 | 1 | 2 | 3 |
| I | 25 | 50 | 100 | RFU |

El cálculo de la tensión es ligeramente más complejo, pudiéndose definir mediante el siguiente algoritmo,

- Si existe PI2, expresa el valor en de la tensión en décimas de voltio.
- En caso contrario, si existe PI1 indica el valor de la tensión en voltios.
- En caso contrario, la tensión corresponde con el valor por defecto.

Con todo lo descrito, el valor de la intensidad y la tensión para los ejemplos anteriores es,

| | | | | | | |
|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| TB1 | TB2 | II | PI1 | PI2 | I | P |
| 40 | 40 | 2 | 0 | 64 | 100 | 6,4 |

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| TB1 | TB2 | II | PI1 | PI2 | I | P |
| --- | 40 | --- | --- | 64 | 50 | 6,4 |

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| TB1 | TB2 | II | PI1 | PI2 | I | P |
| --- | --- | --- | --- | --- | 50 | 5 |

| | | | | | | |
|-----|-----|----|-----|-----|----|---|
| TB1 | TB2 | II | PI1 | PI2 | I | P |
| 06 | --- | 0 | 6 | --- | 25 | 6 |

| | | | | | | |
|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| TB1 | TB2 | II | PI1 | PI2 | I | P |
| 40 | 38 | 2 | 0 | 56 | 100 | 5,6 |

Tal y como ocurre con la tensión, si el valor de II no aparece en el ATR se toma el valor por defecto de la intensidad.

INTERPRETACIÓN DE ATR (PARÁMETROS GLOBALES)

Por último, TC1 contiene el valor del parámetro, cumpliendo que su estructura es la siguiente,

$$TC1 = \begin{array}{|c|} \hline x \ x \ x \ x \ x \ x \ x \ x \\ \hline N \\ \hline \end{array}$$

por lo que el valor de N para cada uno de los ejemplos únicamente requiere de una traducción del valor hexadecimal al valor decimal correspondiente.

| | | | | | |
|-----|----|-----|----|-----|----|
| TC1 | N | TC1 | N | TC1 | N |
| 10 | 16 | 40 | 64 | 10 | 16 |
| --- | 0 | 04 | 4 | | |

Como en los casos anteriores, si TC1 no aparece se toma el valor de N por defecto.

Como resumen de todo lo comentados, se muestran los parámetros globales de los ejercicios a estudio,

| Parámetros Globales | | | | | | |
|---------------------|-----|-------------|---|-----------|----------|------------|
| Conv | F | fs (MHz) | D | P (mA) | P (V) | N (etu) |
| Dir. | 372 | 5 | 1 | 100 | 6'4 | 16 |

| Parámetros Globales | | | | | | |
|---------------------|------|-------------|---|-----------|----------|------------|
| Conv | F | fs (MHz) | D | P (mA) | P (V) | N (etu) |
| Inv. | Int | --- | 8 | 50 | 6'4 | 64 |
| Dir. | 1116 | 12 | 8 | 50 | 5 | 0 |

| Parámetros Globales | | | | | | |
|---------------------|------|-------------|---|-----------|----------|------------|
| Conv | F | fs (MHz) | D | P (mA) | P (V) | N (etu) |
| Inv. | Int. | --- | 2 | 25 | 6 | 16 |
| Dir. | 1024 | 10 | 8 | 100 | 5'6 | 4 |

INTERPRETACIÓN DE ATR (PARÁMETROS DE PROTOCOLOS)

El estándar ISO 7816 únicamente define dos protocolos, el T = 0 y el T = 1, con sus correspondientes parámetros. Los relacionados a T = 0 siempre deben estar definidos, mientras que los asociados a T = 1, dependen de la tarjeta.

El único parámetro que aparece del protocolo T = 0 es el tiempo de espera cuya definición es la siguiente,

$$\text{TiempoEspera} = 960 \times D \times \text{Wletu}$$

donde WI es el valor que aparece en el carácter TC2,

$$\text{TC2} = \frac{\begin{array}{cccccccc} \text{x} & \text{x} \end{array}}{\text{WI}}$$

y D es el parámetro global definido con anterioridad, por lo que se obtiene los valores,

| | | | |
|-----|----|---|-------|
| TC2 | WI | D | T.E. |
| --- | 10 | 1 | 96000 |

| | | | |
|-----|----|---|-------|
| TC2 | WI | D | T.E. |
| 04 | 4 | 8 | 30720 |

| | | | |
|-----|----|---|-------|
| TC2 | WI | D | T.E. |
| --- | 10 | 2 | 19200 |

| | | | |
|-----|----|---|-------|
| TC2 | WI | D | T.E. |
| --- | 10 | 8 | 76800 |

| | | | |
|-----|----|---|-------|
| TC2 | WI | D | T.E. |
| 01 | 10 | 8 | 76800 |

De nuevo, la no definición de WI en el ATR equivale a tomar su valor por defecto.

El protocolo T = 1 define varios parámetros entre los que se encuentran: IFSC, CWT, BWT, BGT y Err. Excepto BGT, cuyo valor es siempre 22 etus, todos los demás son parametrizables mediante el ATR. Los caracteres donde se definen estos parámetros varían dependiendo del carácter TD_i cuyo T_i sea igual a 1. En cualquier caso, se cumple que son el grupo TX_j donde j es mayor que 2.

El primer carácter a definir es el asociado al parámetro IFSC, cuyo valor aparece en el carácter TA_j, lo que permite obtener los valores siguientes,

$$\text{TA}_j = \frac{\begin{array}{cccccccc} \text{x} & \text{x} \end{array}}{\text{IFSC}}$$

| | |
|-----|------|
| TA3 | IFSC |
| 28 | 40 |

| | |
|-----|------|
| TA3 | IFSC |
| 40 | 64 |

| | |
|-----|------|
| TA3 | IFSC |
| --- | 32 |

| | |
|-----|------|
| TA3 | IFSC |
| --- | 32 |

INTERPRETACIÓN DE ATR (PARÁMETROS DE PROTOCOLOS)

El carácter TBj incluye las codificaciones de los parámetros BWT y CWT, a partir de los valores BWI y CWI que incluye dicho carácter,

$$TBj = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline x & x & x & x & | & x & x & x & x \\ \hline BWI & & & & | & & & & CWI \\ \hline \end{array}$$

La definición de CWT permite calcular su valor directamente del valor contenido en TBj.

$$CWT = (2^{CWI} + 11) \text{etu}$$

En cambio la definición de TBj es un tanto más compleja, ya que en ella aparecen dos unidades, los etus y los segundos,

$$BWT = \begin{array}{l} (2^{BWI} / 10) s + 11 \text{etu} \quad \text{RelojInterno} \\ (2^{BWI} \times 960 \times 372 / f_s) s + 11 \text{etu} \quad \text{RelojExterno} \end{array}$$

Es por ello que resulta necesario sustituir la definición de etu en ella, obteniendo,

$$BWT = \begin{array}{l} (2^{BWI} / 10) s + 11 \frac{1}{D} \times \frac{1}{9600} s \quad \text{RelojInterno} \\ (2^{BWI} \times 960 \times 372 / f_s) s + 11 \frac{1}{D} \times \frac{F}{f_s} s \quad \text{RelojExterno} \end{array}$$

Operando convenientemente se obtiene los valores de los parámetros CWT y BWT,

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----------|-----|
| TBj | BWI | CWI | BWT | CWT |
| 46 | 4 | 6 | 1'1436024 | 75 |

| | | | | |
|-----|-----|-----|------------------------|-----|
| TBj | BWI | CWI | BWT | CWT |
| 44 | 4 | 4 | $\frac{122891}{76800}$ | 27 |

| | | | | |
|-----|-----|-----|-------------------------------|-----|
| TBj | BWI | CWI | BWT | CWT |
| 22 | 2 | 2 | $\frac{953353}{8 \cdot 10^6}$ | 15 |

| | | | | |
|-----|-----|-----|------------------------|-----|
| TBj | BWI | CWI | BWT | CWT |
| 84 | 8 | 4 | $\frac{491531}{19200}$ | 27 |

Seguidamente se muestran los cálculos que han permitido calcular los valores de BWT,

$$BWI_A = \left(2^4 \cdot 960 \cdot 372 / (5 \cdot 10^6) \right) + 11 \cdot \left(1 \cdot 372 / (5 \cdot 10^6) \right) = (16 \cdot 960 + 11) \cdot 372 / (5 \cdot 10^6) \\ = (15371 \cdot 372) / (5 \cdot 10^6) = 11436024 \cdot 10^{-7}$$

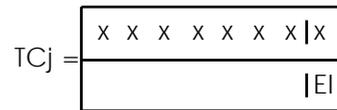
$$BWI_B = \left(2^4 / 10 \right) + 11 \cdot \left(18 \cdot 19600 \right) = (16 \cdot 7680 + 11) / 76800 = 122891 / 76800$$

$$BWI_C = \left(2^2 \cdot 960 \cdot 372 / (12 \cdot 10^6) \right) + 11 \cdot \left(18 \cdot 1116 / (12 \cdot 10^6) \right) = (4 \cdot 960 \cdot 8 + 33) \cdot 372 / (96 \cdot 10^6) \\ = (30753 \cdot 372) / (96 \cdot 10^6) = 953343 / (8 \cdot 10^6)$$

$$BWI_D = \left(2^8 / 10 \right) + 11 \cdot \left(12 \cdot 19600 \right) = (64 \cdot 1920 + 11) / 19200 = 122891 / 19200$$

INTERPRETACIÓN DE ATR (PARÁMETROS DE PROTOCOLOS)

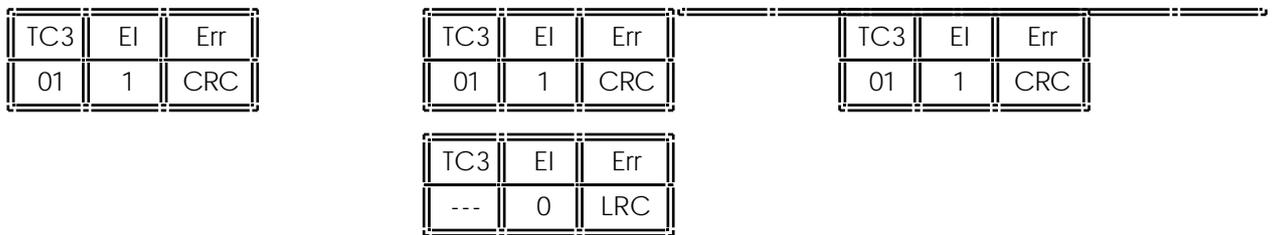
El último parámetro es el correspondiente al control de errores dentro de un bloque que aparece como el último bit del carácter TCj, tal y como se muestra,



Los posibles valores del control de errores son,

$$Err = \begin{array}{l} LRC \quad 0 \\ CRC \quad 1 \end{array}$$

lo que permite obtener los siguientes caracteres,



De nuevo, la no definición de EI en el ATR equivale a tomar su valor por defecto.

Como resumen final se presentan los parámetros de los protocolos T = 0 y T = 1 que correspondan con cada uno de los ejemplo de ATR.

| T = 0 | T = 1 | | | | |
|------------|-------|-----------|-----------------------------|-----------|-----|
| T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| 9600 | 40 | 75 | $\frac{11436024}{10000000}$ | 22 | CRC |

| T = 0 | T = 1 | | | | |
|------------|-------|-----------|-------------------------------|-----------|-----|
| T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| 30720 | 64 | 27 | $\frac{122891}{76800}$ | 22 | CRC |
| 76800 | 32 | 15 | $\frac{953353}{8 \cdot 10^6}$ | 22 | LRC |

| T = 0 | T = 1 | | | | |
|------------|-------|-----------|------------------------|-----------|-----|
| T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| 19200 | 32 | 27 | $\frac{491531}{19200}$ | 22 | CRC |
| 7680 | | | | | |

INTERPRETACIÓN DE ATR (EJERCICIOS COMPLETOS)

Seguidamente aparece la resolución completa de los ejercicios de ATR que se han estado utilizado como ejemplos.

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| TS | T0 | | | | | | | | | | | |
| 3B | E0 | 40 | 10 | A0 | 40 | F1 | 28 | 46 | 01 | 0E | C0 | |

| Parámetros Globales | | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | T = 14 |
|---------------------|-----|----------|---|--------|-------|---------|------------|-------|-----------|-----------------------------|-----------|---------|
| Conv | F | fs (MHz) | D | P (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | 372 | 5 | 1 | 100 | 6'4 | 16 | 9600 | 40 | 75 | $\frac{11436024}{10000000}$ | 22 | CR C |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|--|----|----|----|----|----|
| TS | T0 | | | | | | | | | | | |
| 3F | D0 | 04 | 40 | E0 | 40 | 04 | | 71 | 40 | 44 | 01 | 44 |
| TS | T0 | | | | | | | | | | | |
| 3B | 90 | 44 | 80 | 21 | 22 | 51 | | | | | | |

| Parámetros Globales | | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|---------------------|------|----------|---|--------|-------|---------|------------|-------|-----------|-------------------------------|-----------|-----|
| Conv | F | fs (MHz) | D | P (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Inv. | Int | --- | 8 | 50 | 6'4 | 64 | 30720 | 64 | 27 | $\frac{122891}{76800}$ | 22 | CRC |
| Dir. | 1116 | 12 | 8 | 50 | 5 | 0 | 76800 | 32 | 15 | $\frac{953353}{8 \cdot 10^6}$ | 22 | LRC |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| TS | T0 | | | | | | | | | | | |
| 3F | F0 | 02 | 06 | 10 | 80 | 61 | 84 | 01 | 80 | | | |
| TS | T0 | | | | | | | | | | | |
| 3B | F0 | B4 | 40 | 04 | 60 | 38 | 01 | | | | | |

| Parámetros Globales | | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|---------------------|------|----------|---|--------|-------|---------|------------|-------|-----------|------------------------|-----------|-----|
| Conv | F | fs (MHz) | D | P (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Inv. | Int. | --- | 2 | 25 | 6 | 16 | 19200 | 32 | 27 | $\frac{491531}{19200}$ | 22 | CRC |
| Dir. | 1024 | 10 | 8 | 100 | 5'6 | 4 | 7680 | | | | | |

CREACIÓN DE ATR (EJERCICIOS PROPUESTOS)

La estructura del ATR que corresponda con una determinada tabla de valores puede predefinirse en función de los protocolos que aparezcan en dicha tabla, aunque la estructura definitiva depende del enunciado del problema. Si en éste no se indica nada, la estructura predefinida corresponde con la definitiva, pero si el objetivo del ATR es obtener el ATR **mínimo**, la estructura definitiva puede no coincidir con la predefinida. En casi todos los ejercicios planteados, el objetivo es obtener el ATR mínimo y éste es el planteamiento que se va a seguir a continuación.

Seguidamente se muestran las tablas de valores a partir de las cuales se desea obtener ATR mínimos.

| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|------|---------------------|-------------|-----|------|----------|------------|---------------|-------|--------------|----------------------|--------------|-----|
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | Int | --- | 4 | 25 | 5 | 0 | 3840 | 32 | 43 | $\frac{7691}{38400}$ | 22 | CRC |
| Inv | 744 | 8 | 1/4 | 50 | 5.2 | 12 | 3840 | | | | | |

| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|------|---------------------|-------------|---|------|----------|------------|---------------|-------|--------------|---------------|--------------|-----|
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | 744 | 8 | 1 | 50 | 5 | 12 | 3840 | 43 | 8203 | $0'715263$ | 22 | LRC |
| Inv. | Int. | --- | 4 | 100 | 5.4 | 0 | 3840 | | | | | |

| | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|------|---------------------|-------------|-----|------|----------|------------|---------------|-------|--------------|----------------------|--------------|-----|
| Conv | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | Int | --- | 1 | 50 | 6.4 | 10 | 19200 | 28 | 27 | $\frac{15371}{9600}$ | 22 | LRC |
| Inv. | 588 | 6 | 1/2 | 25 | 5 | 0 | 4800 | | | | | |

CREACIÓN DE ATR (ESTRUCTURA INICIAL)

La estructura inicial se puede deducir analizando los protocolos que se reflejan en las tablas asociadas. Además, se puede deducir algunos de los caracteres del ATR, o por lo menos parte de su valor final, entre los cuales aparecen el TS, el T0 y los TD_j.

El TS se obtiene directamente del valor de la convención, mientras que del T0 se puede conocer el número de caracteres históricos que siempre será 0, es decir nK es igual a 0. Por su parte, los T_j también se pueden definir a partir de los protocolos que se especifiquen en las tablas.

Suponiendo que ? indica un valor no determinado y X un valor no existente, se obtienen las siguientes estructuras.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | | | | ?0 | XX | | | ?1 | | | | XX | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | ?0 | | | | ?0 | XX | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | | | | ?0 | XX | | | ?1 | | | | XX | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | ?0 | | | | ?0 | XX | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | | | | ?0 | XX | | | ?1 | | | | XX | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | ?0 | | | | ?0 | XX | | |

No todos los caracteres que aparecen en las estructuras anteriores formarán parte del ATR final, depende de los valores que aparezcan en las tablas.

CREACIÓN DE ATR (PARÁMETROS GLOBALES)

En primer lugar se definen los caracteres asociados a los parámetros globales, es decir, TA1, TB1, TC1 y TB2. Para TA1 es necesario corresponder los valores de F, fs y D que aparecen en la tabla de valores con los valores de FI y DI de las tablas siguientes,

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| FI | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| F | Int. | 372 | 588 | 744 | 1116 | 1488 | 1860 | RFU | RFU | 512 | 768 | 1024 | 1536 | 2048 | RFU | RFU |
| fs | --- | 5 | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | --- | --- | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 | --- | --- |
| DI | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| D | RFU | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | RFU | RFU | RFU | RFU | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 |

Como consecuencia se obtienen los siguientes valores,

| | | | | | |
|-----|-----|---|----|----|-----|
| F | fs | D | FI | DI | TA1 |
| Int | --- | 4 | 0 | 3 | 03 |

| | | | | | |
|-----|----|---|----|----|-----|
| F | fs | D | FI | DI | TA1 |
| 744 | 8 | 1 | 3 | 1 | 31 |

| | | | | | |
|-----|-----|---|----|----|-----|
| F | fs | D | FI | DI | TA1 |
| Int | --- | 1 | 0 | 1 | 01 |

| | | | | | |
|-----|----|-----|----|----|-----|
| F | fs | D | FI | DI | TA1 |
| 744 | 4 | 1/4 | 3 | 11 | 3B |

| | | | | | |
|-----|-----|---|----|----|-----|
| F | fs | D | FI | DI | TA1 |
| Int | --- | 4 | 0 | 3 | 03 |

| | | | | | |
|-----|----|-----|----|----|-----|
| F | fs | D | FI | DI | TA1 |
| 588 | 6 | 1/2 | 2 | 10 | 2A |

Para los caracteres TB1 y TB2 se debe obtener los valores II, PI1 y PI2. El primero se obtiene de la tabla de valores siguientes,

| | | | | |
|----|----|----|-----|-----|
| II | 0 | 1 | 2 | 3 |
| I | 25 | 50 | 100 | RFU |

Por su parte, cumpliéndose que si el valor de P es entero su valor aparece en PI1, y si tiene parte decimal su valor en décimas de voltio aparece en PI2.

| | | | | | | |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|
| I | P | II | PI1 | PI2 | TB1 | TB2 |
| 25 | 5 | 0 | 5 | --- | 05 | XX |

| | | | | | | |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|
| I | P | II | PI1 | PI2 | TB1 | TB2 |
| 50 | 5 | 1 | 5 | --- | XX | XX |

| | | | | | | |
|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| I | P | II | PI1 | PI2 | TB1 | TB2 |
| 50 | 6.4 | 1 | --- | 64 | XX | 40 |

| | | | | | | |
|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| I | P | II | PI1 | PI2 | TB1 | TB2 |
| 50 | 5.2 | 1 | --- | 52 | XX | 34 |

| | | | | | | |
|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| I | P | II | PI1 | PI2 | TB1 | TB2 |
| 100 | 5.4 | 2 | --- | 54 | 40 | 36 |

| | | | | | | |
|----|---|----|-----|-----|-----|-----|
| I | P | II | PI1 | PI2 | TB1 | TB2 |
| 25 | 5 | 0 | 5 | --- | 05 | XX |

Se puede comprobar que si los valores en II y PI1 no resultan significativos, es decir, toman el valor por defecto o no tiene significado, el carácter TB1 no aparece.

CREACIÓN DE ATR (PARÁMETROS GLOBALES)

Por lo que respecta al carácter TC1, su valor coincide con el del parámetro N dando lugar a los siguientes valores.

| | | | | | | | |
|----|-----|--|----|-----|--|----|-----|
| N | TC1 | | N | TC1 | | N | TC1 |
| 0 | XX | | 12 | 0C | | 10 | 0A |
| N | TC1 | | N | TC1 | | N | TC1 |
| 12 | 0C | | 0 | XX | | 0 | XX |

Como en los casos anteriores, si N toma el valor por defecto TC1 no aparece.

Después de analizar los valores de los parámetros globales, se muestra como quedarían los ATR correspondientes.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | 03 | 05 | XX | ?0 | XX | XX | | ?1 | | | | XX | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | | | | | | |
| 3F | ?0 | 3B | XX | 0C | ?0 | XX | 34 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | 31 | XX | 0C | ?0 | XX | XX | | ?1 | | | | XX | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | | | | | | |
| 3F | ?0 | 03 | 40 | XX | ?0 | XX | 36 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | 01 | XX | 0A | ?0 | XX | 40 | | ?1 | | | | XX | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | | | | | | |
| 3F | ?0 | 2A | 05 | XX | ?0 | XX | XX | | | | | | | |

CREACIÓN DE ATR (PARÁMETROS DE PROTOCOLOS)

En primer lugar se analizan los parámetros asociados al protocolo T = 0, cuyo valor WI debe introducirse el TC2. De acuerdo a la definición del tiempo de espera se obtiene que,

| | | | | | | | | | | | |
|------|-----|----|-----|------|---|----|-----|-------|-----|----|-----|
| T.E. | D | WI | TC2 | T.E. | D | WI | TC2 | T.E. | D | WI | TC2 |
| 3840 | 4 | 1 | 01 | 3840 | 1 | 4 | 04 | 19200 | 1 | 20 | 14 |
| T.E. | D | WI | TC2 | T.E. | D | WI | TC2 | T.E. | D | WI | TC2 |
| 3840 | 1/4 | 16 | 10 | 3840 | 4 | 1 | 01 | 4800 | 1/2 | 10 | XX |

donde el valor de TC2 no se utiliza si WI toma el valor por defecto.

Por lo que respecta a los parámetros del protocolo T = 1, se van a calcular los caracteres TA3, TB3 y TC3. El primero codifica el valor de IFSC tal y como sigue,

| | | | | | |
|------|-----|------|-----|------|-----|
| IFSC | TA3 | IFSC | TA3 | IFSC | TA3 |
| 32 | XX | 43 | 2B | 28 | 1C |

Por su parte el carácter TB3 depende de los valores de BWT y CWT, a partir de los cuales se puede obtener BWI y CWI sin más que operar convenientemente, obteniendo,

| | | | | |
|----------------------|------|-----|-----|-----|
| BWT | CWT | BWI | CWI | TBj |
| $\frac{7691}{38400}$ | 43 | 1 | 5 | 15 |
| BWT | CWT | BWI | CWI | TBj |
| 0'715263 | 8203 | 4 | 13 | XX |
| BWT | CWT | BWI | CWI | TBj |
| $\frac{15371}{9600}$ | 27 | 4 | 4 | 44 |

A continuación se muestra las expresiones que permiten obtener los BWI,

$$\frac{7691}{38400} = \left(\frac{2^{BWI}}{10} \right) + 11 * (14 * 19600) = \left(3840 * 2^{BWI} + 11 \right) / 38400$$

$$2^{BWI} = (7691 - 11) / 3840 = 7680 / 3840 = 2, \quad BWI = 1$$

$$0,715263 = \left(\frac{2^{BWI} * 960 * 372}{(8 * 10^6)} \right) + 11 * \left(\frac{11 * 744}{(8 * 10^6)} \right) = \left(\frac{2^{BWI} * 120 * 372}{10^6} + 11 * 93 \right) / 10^6$$

$$2^{BWI} = (715263 - 1023) / (120 * 372) = 714240 / 44640 = 16, \quad BWI = 4$$

$$\frac{15371}{9600} = \left(\frac{2^{BWI}}{10} \right) + 11 * (11 * 19600) = \left(960 * 2^{BWI} + 11 \right) / 9600$$

$$2^{BWI} = (15371 - 11) / 960 = 15360 / 960 = 16, \quad BWI = 4$$

CREACIÓN DE ATR (PARÁMETROS DE PROTOCOLOS)

Por último, se muestra como obtener el carácter TC3, tomando el valor de Err definido en las tablas de los ejercicios propuestos,

| | | |
|-----|----|-----|
| ERR | EI | TC3 |
| CRC | 01 | 01 |

| | | |
|-----|----|-----|
| ERR | EI | TC3 |
| LRC | 00 | XX |

| | | |
|-----|----|-----|
| ERR | EI | TC3 |
| LRC | 00 | XX |

donde TC3 no aparece si Err toma su valor por defecto.

Como consecuencia de todo lo comentado, aparece a continuación los ATR tras la incorporación de los parámetros de los protocolos.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | 03 | 05 | XX | ?0 | XX | XX | 01 | ?1 | XX | 15 | 01 | XX | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | ?0 | 3B | XX | 0C | ?0 | XX | 34 | 10 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | 31 | XX | 0C | ?0 | XX | XX | 04 | ?1 | 2B | XX | XX | XX | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | ?0 | 03 | 40 | XX | ?0 | XX | 36 | 01 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | ?0 | 01 | XX | 0A | ?0 | XX | 40 | 14 | ?1 | 1C | 44 | XX | XX | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | ?0 | 2A | 05 | XX | ?0 | XX | XX | XX |

CREACIÓN DE ATR (ESTRUCTURA FINAL)

Una vez definidos los caracteres asociados a todos los parámetros que aparecen en las tablas de los ejercicios, se requiere definir su estructura definitiva, es decir, definir T0 y los TDi. Para los segundos es necesario aplicar el siguiente algoritmo,

- TDi con i>1, existe si en la tabla se especifica algún protocolo diferente del protocolo T = 0.
- TD1 aparece si existe alguno de los caracteres TX2.

partiendo de esta premisa, es necesario definir los Yi que expresa la existencia de los caracteres TXi.

La última fase es la definición del carácter TCK para aquellos ATR que incluyan algún protocolo distinto de T = 0. Para ello se calcula la XOR de todos los bytes del ATR a excepción de TS.

Incorporando estos últimos comentarios, los ATR que corresponden con los ejercicios propuestos son los siguientes,

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | B0 | 03 | 05 | XX | C0 | XX | XX | 01 | 61 | XX | 15 | 01 | XX | 02 |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | D0 | 3B | XX | 0C | 60 | XX | 34 | 10 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | D0 | 31 | XX | 0C | C0 | XX | XX | 04 | 11 | 2B | XX | XX | XX | 13 |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | B0 | 03 | 40 | XX | 60 | XX | 36 | 01 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TC3 | TD3 | TCK |
| 3B | D0 | 01 | XX | 0A | E0 | XX | 40 | 14 | 31 | 1C | 44 | XX | XX | 06 |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TC1 | TD1 | TA2 | TB2 | TC2 |
| 3F | 30 | 2A | 05 | XX | XX | XX | XX | XX |

Puede observarse que en el último ATR no aparece TD1, aún cuando el protocolo T = 0 si aparece definido en la tabla. Dicho protocolo es el protocolo por defecto, por lo que no resulta necesario especificarlo.

CREACIÓN DE ATR (EJERCICIOS COMPLETOS)

Seguidamente aparece la resolución completa de los ejercicios de ATR que se han estado utilizado como ejemplos.

| Conv | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|------|---------------------|----------|-----|------|-------|---------|------------|-------|-----------|----------------------|-----------|-----|
| | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | Int | --- | 4 | 25 | 5 | 0 | 3840 | 32 | 43 | $\frac{7691}{38400}$ | 22 | CRC |
| Inv | 744 | 8 | 1/4 | 50 | 5.2 | 12 | 3840 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TD1 | TC2 | TD2 | TB3 | TC3 | TCK |
| 3B | B0 | 03 | 05 | C0 | 01 | 61 | 15 | 01 | 02 |
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TD1 | TB2 | TC2 | | | |
| 3F | D0 | 3B | 0C | 60 | 34 | 10 | | | |

| Conv | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|------|---------------------|----------|---|------|-------|---------|------------|-------|-----------|------------|-----------|-----|
| | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | 744 | 8 | 1 | 50 | 5 | 12 | 3840 | 43 | 8203 | $0'715263$ | 22 | LRC |
| Inv. | Int. | --- | 4 | 100 | 5.4 | 0 | 3840 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TC1 | TD1 | TC2 | TD2 | TA3 | TCK |
| 3B | D0 | 31 | 0C | C0 | 04 | 11 | 2B | 13 |
| TS | T0 | TA1 | TB1 | TD1 | TB2 | TC2 | | |
| 3F | B0 | 03 | 40 | 60 | 36 | 01 | | |

| Conv | Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|------|---------------------|----------|-----|------|-------|---------|------------|-------|-----------|----------------------|-----------|-----|
| | F | fs (MHz) | D | (mA) | P (V) | N (etu) | T.E. (etu) | IFS | CWT (etu) | BWT (seg.) | BGT (etu) | Err |
| Dir. | Int | --- | 1 | 50 | 6.4 | 10 | 19200 | 28 | 27 | $\frac{15371}{9600}$ | 22 | LRC |
| Inv. | 588 | 6 | 1/2 | 25 | 5 | 0 | 4800 | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TS | T0 | TA1 | TC1 | TD1 | TB2 | TC2 | TD2 | TA3 | TB3 | TCK |
| 3B | D0 | 01 | 0A | E0 | 40 | 14 | 31 | 1C | 44 | 06 |
| TS | T0 | TA1 | TB1 | | | | | | | |
| 3F | 30 | 2A | 05 | | | | | | | |

TABLAS DE CONVERSIÓN Y DEFINICIONES

Tablas de Conversión de los Bytes de Interface Globales

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| FI | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| F | Int. | 372 | 588 | 744 | 1116 | 1488 | 1860 | RFU | RFU | 512 | 768 | 1024 | 1536 | 2048 | RFU | RFU |
| fs | --- | 5 | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | --- | --- | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 | --- | --- |
| DI | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| D | RFU | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | RFU | RFU | RFU | RFU | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 |
| II | 0 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| I | 25 | 50 | 100 | RFU | | | | | | | | | | | | |

Valores por Defecto de los Diferentes Parámetros

| Parámetros Globales | | | | | | T = 0 | T = 1 | | | | |
|---------------------|----|---|----|---|---|-------|-------|-----|-----|-----|-----|
| F | fs | D | I | P | N | WI | IFS | CWI | BWI | BGT | Err |
| 372 | 5 | 1 | 50 | 5 | 0 | 10 | 32 | 13 | 4 | 22 | LRC |

Definición del Valor de etu

$$etu = \begin{cases} \frac{1}{D} \times \frac{1}{9600} \text{ s RelojInterno} \\ \frac{1}{D} \times \frac{F}{f_s} \text{ s RelojExterno} \end{cases}$$

Definición de los Parámetros del Protocolo (T = 0)

$$\text{TiempoEspera} = 960 \times D \times Wletu$$

Definición de los Parámetros del Protocolo (T = 1)

$$CWT = (2^{CWI} + 11) etu$$

$$BWT = \begin{cases} (2^{BWI}/10) \text{ s} + 11 etu & \text{RelojInterno} \\ (2^{BWI} \times 960 \times 372 / f_s) \text{ s} + 11 etu & \text{RelojExterno} \end{cases}$$

$$Err = \begin{cases} LRC & 0 \\ CRC & 1 \end{cases}$$