



Apellidos: Nombre:

DNI:

1. Un dispositivo de almacenamiento accede a la información que almacena en bloques de 200 bytes. Para leer de este dispositivo, es necesario indicarle el primero de los bloques que se quiere leer, lo que supone 0,4 ms, y cuántos bloques consecutivos se quieren leer, lo que conlleva otros 0,2 ms. Una vez recibida esta información, el dispositivo localiza el primero de los bloques, para lo que requiere 1 ms, y devuelve todos los bloques solicitados con una tasa de transferencia de 10 bytes/ms.

Aunque la unidad mínima de transferencia es un bloque de 200 bytes, la información requerida en un momento dado (la carga útil) puede comenzar en cualquier parte de un bloque y terminar en cualquier parte de ese u otro bloque. Así pues, salvo que la información a recuperar esté alineada con el comienzo de un bloque y ocupe un número exacto de bloques, es habitual que parte del tiempo de transmisión se ocupe en enviar información no relevante (los bytes previos y posteriores a la información útil).

Si en un momento dado se realiza una petición de 50 bytes que se encuentran justamente al comienzo de un bloque, ¿cuál será la latencia asociada a esta comunicación?, ¿y la productividad teniendo en cuenta solo la carga útil?

$$latencia_a = 0,4 \text{ ms} + 0,2 \text{ ms} + 1 \text{ ms} = 1,6 \text{ ms}$$

$$productividad_a = \frac{50 \text{ bytes}}{latencia_a + \frac{200 \text{ bytes}}{10 \text{ bytes/ms}}} = \frac{50}{21,6} \text{ bytes/ms}$$

Si en otro un momento se realiza una petición de 50 bytes cuyo primer byte se encuentra en el último byte de un bloque, ¿cuál será la latencia asociada a esta comunicación?, ¿y la productividad teniendo en cuenta solo la carga útil?

$$latencia_b = 0,4 \text{ ms} + 0,2 \text{ ms} + 1 \text{ ms} + \frac{199 \text{ bytes}}{10 \text{ bytes/ms}} = 21,5 \text{ ms}$$

$$productividad_b = \frac{50 \text{ bytes}}{latencia_b + \frac{201 \text{ bytes}}{10 \text{ bytes/ms}}} = \frac{50}{41,6} \text{ bytes/ms}$$

(No es necesario que realices los cálculos, basta con que indiques las operaciones a realizar.)

-
2. Dados los siguientes dispositivos, completa el siguiente cuadro indicando el comportamiento e interlocutor de cada uno de ellos. A continuación, justifica tus respuestas.

Dispositivo de E/S	Comportamiento	Interlocutor
Pantalla táctil	entrada/salida	humano
Brazo robot industrial	salida*	medio
Controlador WiFi	entrada/salida	máquina
Brújula	entrada	medio
Altavoz	salida	medio**
Lector de huellas digitales	entrada	humano

El comportamiento de cada dispositivo de E/S será: a) de entrada, si el dispositivo recoge información del exterior y permite al procesador acceder a ella; b) de salida, si el dispositivo permite que el procesador actúe sobre el exterior a través de él; o c) de entrada/salida, si el dispositivo permite que el procesador reciba y envíe información al exterior.

En cuanto al interlocutor, este será: a) un humano, en aquellos casos que el dispositivo está diseñado para interactuar con un humano (pantalla táctil y lector de huellas digitales); b) una máquina, cuando se utiliza el dispositivo para interactuar con otras máquinas/-computadores (el controlador WiFi permite conectarse a otros ordenadores para transferir información de forma inalámbrica); o c) el medio, cuando el dispositivo interactúe con el medio (el brazo robot con los elementos físicos sobre los que opere, la brújula obtiene información del campo magnético terrestre y el altavoz hace vibrar las moléculas presentes en el aire para generar sonidos).

* El comportamiento del robot industrial podría considerarse de entrada/salida si se asume que dispone de sensores para obtener información del exterior, p.e., un sensor de presión para obtener la presión que está ejerciendo al agarrar un objeto.

** Puesto que la generación de sonidos generalmente tiene por destino un humano, aunque el interlocutor correcto de un altavoz es el medio, se puede aceptar «humano» como interlocutor.



3. Dados los siguientes registros de dispositivos de entrada/salida, indica en el siguiente cuadro de qué tipo son. A continuación, justifica tus respuestas.

Registro	Tipo
PIO_ODR: Sirve para desactivar ciertos pines de la GPIO como salida	de control
PIO_CODR: Sirve para poner a 0 ciertos pines de la GPIO	de datos
VAL: Sirve para consultar el valor actual del temporizador <i>SysTick</i>	de datos
LOAD: Sirve para establecer el valor de recarga del temporizador	de control
RTC_TIMR: Sirve para establecer la hora actual en el <i>RTC</i>	de datos
RTC_IER: Sirve para activar la generación de interrupciones	de control

Son registros de control los que permiten configurar el funcionamiento del dispositivo: **PIO_ODR**, **LOAD** y **RTC_IER**, configuran el funcionamiento del controlador de GPIO, el temporizador y el reloj en tiempo real, respectivamente.

Son registros de datos los que permiten intercambiar la información que gestiona cada dispositivo: **PIO_CODR**, que pone a 0 ciertos pines de la GPIO; **VAL**, que permite consultar el valor del temporizador; y **RTC_TIMR**, que permite escribir (y leer) la hora actual del reloj en tiempo real.

4. Explica el mecanismo de sincronización de la entrada/salida mediante consulta de estado e indica sus ventajas e inconvenientes.

El mecanismo de consulta de estado consiste en que el procesador, durante la ejecución de los programas, lea cada cierto tiempo los registros de estado de los dispositivos que gestiona y verifique los bits que indican que requieren atención.

Su principal ventaja es que es sencillo de implementar y no requiere de circuitería adicional más allá de la propia de un procesador estándar y un dispositivo simple de E/S. También se tiene que, en el caso de un sistema totalmente dedicado a gestionar un dispositivo de E/S, presenta la menor latencia. Si bien este no es el caso habitual.

Sus inconvenientes tienen que ver con el tiempo, cuando el programa debe realizar otras tareas más allá de consultar la E/S. En este caso se tiene que el sistema pierde tiempo consultando bits de estado de dispositivos que no requieren atención; que la latencia es muy variable, y en general alta, teniendo en cuenta la relación temporal entre el momento en que el dispositivo activa el bit de estado y aquél en que el programa consulta este bit.

Por último, está la dificultad de insertar las instrucciones de consulta de estado en un programa que además se tiene que dedicar a otras tareas.

5. Dados las siguientes transferencias de datos, indica si se debería utilizar la transferencia de datos por programa o por DMA. A continuación, explica razonadamente por qué has seleccionado un tipo u otro.

Transferencia de datos	Programa/DMA
Lectura de los pulsadores de un mando de juegos	programa
Copiar un programa del disco duro a la memoria principal	DMA
Copiar el contenido de una variable en otra	programa
Cargar en memoria el contenido de un fichero gráfico desde un lápiz USB	DMA
Copiar el contenido de un vector de 100 elementos en otro invirtiendo el orden de sus elementos ($y[i] = x[99 - i], \forall i \in [0, 99]$)	programa
Leer el desplazamiento de un ratón	programa

Se utilizará el controlador de DMA cuando la información contigua que se quiera transferir sea lo suficientemente grande como para justificar la programación del DMA. Conviene recordar que al DMA habrá que indicarle la dirección de origen, el número de bytes a copiar y la dirección de destino. Así pues, convendrá utilizar el DMA cuando se copian las distintas partes de un programa del disco duro a la memoria principal y cuando se copie el contenido de un fichero gráfico desde un lápiz USB a la memoria.

Por contra, se utilizará la transferencia por programa cuando la información contigua a transferir sea pequeña. Este es el caso de la lectura de los pulsadores de un mando de juegos, la copia de una única variable y el desplazamiento de un ratón.

Como se puede deducir de lo anterior, no se podrá utilizar el DMA para copiar un vector invirtiendo sus elementos, ya que habría que programar el DMA para la copia de cada uno de sus elementos. Así pues, en este caso también se deberá utilizar la transferencia por programa.