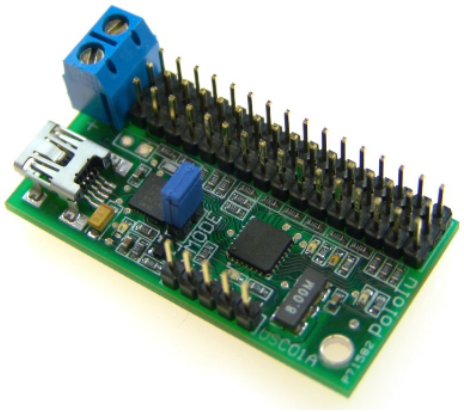
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA		GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN	
ASIGNATURA	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES AVANZADOS	FECHA	DICIEMBRE 2016
APELLIDOS, NOMBRE		GRUPO-LAB.	

PRUEBA DE EVALUACIÓN INTERMEDIA 2

CUESTION 1

Se desea realizar con un LPC1768 un controlador de servomotores compatible con el "USB 16-Servo Controller" de *Pololu* que permite controlar 16 servomotores a través de una comunicación **serie asíncrona**. Para ello se dispone de una tarjeta con un conversor **USB–Serie** asíncrona y un LPC1768.



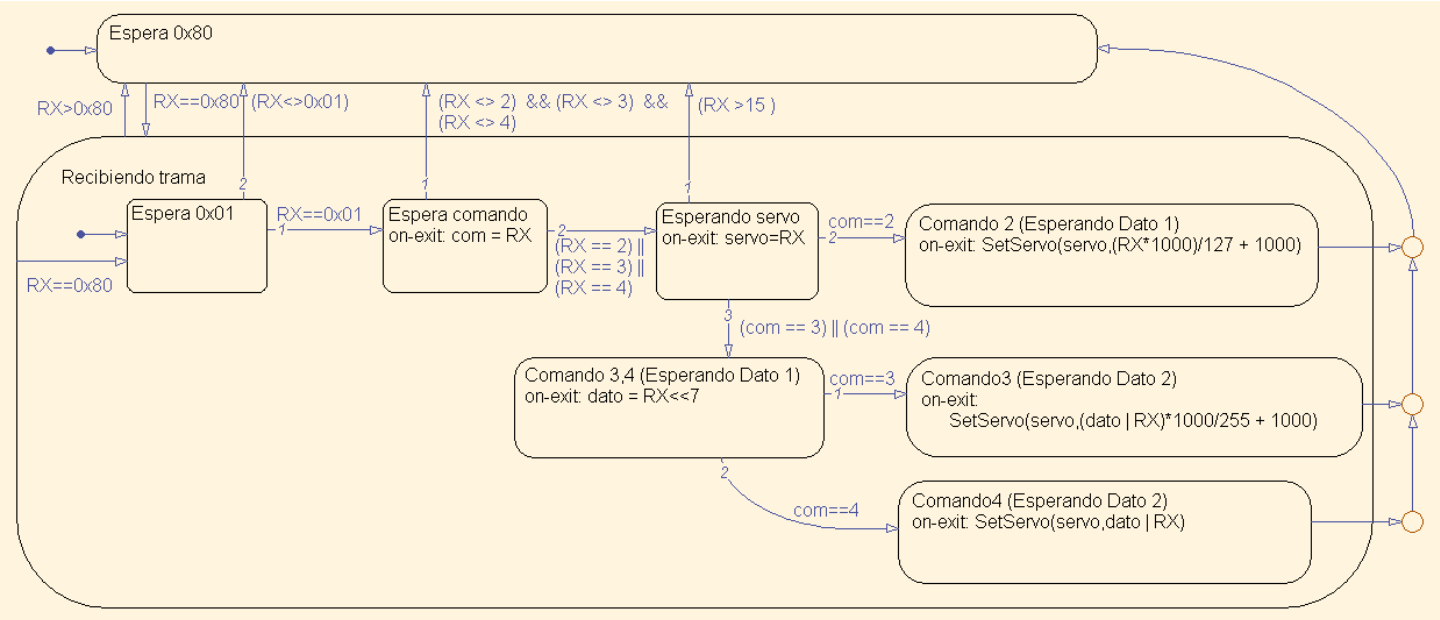
Suponiendo implementada la función ***void SetServo (uint8_t num_servo, uint32_t TH)*** que modifica la señal PWM correspondiente al servo "num_servo" con un nivel alto de **TH microsegundos** y suponiendo que el programa principal está vacío "while(1);" , se pide:

Realice el **StateChart** que iría en la interrupción del puerto serie que implemente los comandos 2, 3 y 4 del protocolo de comunicación del "USB 16-Servo Controller" *de Pololu* (Ver anexo).

NOTA: Es importante que utilice adecuadamente la notación StateChart para conseguir la mayor claridad en la representación del comportamiento.

Se supone que el dato recibido se guarda en la variable RX y que hay otras tres variables auxiliares (com, servo y dato) que se definirán como globales o estáticas dentro de la interrupción.

Debido a que primero se comprueba si se cumple la condición del estado de mayor nivel, cuando se está en cualquier sub-estado de "recibiendo trama" y se recibe un dato > 0x80, es decir, con el bit de mayor peso a 1, no se evalúan más condiciones y se pasa al estado "Espera 0x80". También, siempre que se reciba un 0x80 se pasa al estado "Espera 0x01" ya que podría ser el inicio de una nueva trama.



CUESTION 2

Suponiendo un sistema con las tareas que se indican a continuación, identifique los parámetros **D** y **T** de cada una de ellas y justifique el valor explicando el subsistema interno del microcontrolador que utilizaría y en qué modo se configuraría.

a) Recepción de datos a 19200 baudios por la UART 0
b) Transmisión de datos a 19200 baudios por la UART 0
c) Medida de frecuencia de una señal cuadrada cuya frecuencia puede varias de 1kHz a 10 kHz
d) Medida del ciclo de trabajo de una señal PWM de 100 kHz de frecuencia que puede ir del 10% al 90%.
e) Reproducción repetida de un mensaje de audio de 10 segundos de duración con una frecuencia de muestro de 8kHz y muestras de 8 bits utilizando DMA.
f) Captura de dos entradas analógicas muestreadas a 10 kHz utilizando el modo burst.
g) Generación de una señal PWM de 10kHz de frecuencia entre un 1% y un 100% de ciclo de trabajo.

a) La recepción se realiza con 8 bts de datos + start + stop. → T=(8+1+1)/19200 = 520 us = D
b) La transmisión se realiza con 8 bts de datos + start + stop →T=(8+1+1)/19200 = 520 us = D
c) Configurando una entrada de captura por flanco de subida, por ejemplo, en el peor habría una interrupción con cada periodo mínimo (10kHz → 100us = T = D.
d) El ciclo de trabajo se puede medir con una entrada de captura interrumpiendo con el flanco de subida y el flanco de bajada. El menor tiempo entre flancos será de 10% el periodo de la señal D = T = 0,1 * 10us. = 1us.
   También se podría medir conectando la señal a dos entradas de captura configuradas una por flanco de subida y otra por flanco de bajada. Sólo interrumpiría una de ellas y en la interrupción se leería el otro flancos. En este caso D=T = 10us.
e) En 10 segundos son necesarias 80000 muestras. Con un máximo de tamaño por canal de 4096 muestras, serían necesarios más de 19 canales. Se puede configurar por ejemplo dos canales de DMA enlazados para que juntos transfieran 1000 muestras e interrumpan. En este caso T = 1s, D=125us.
   Se podrían configurar dos canales de DMA enlazados con un tamaño de transferencia de 4000 muestras generando interrupción la finalizar la transmisión de cada canal. En la interrupción prepara los datos del siguiente canal. En este caso, T = D = 500 ms.
f) Se configura la velocidad del reloj del ADC para generar una conversión cada 50 us y se configura la interrupción de uno de los canales donde se leen las dos medidas. D = T = 100us
g) Si se utiliza un módulo PWM no genera interrupción por lo que no tiene sentido hablar de D y T

CUESTIÓN 3

Suponiendo que un sistema basado en el LPC1768 tiene tres tareas con los parámetros que se indican en la tabla

Tarea	Prioridad	Subprioridad	C	T	D
Tarea 1	0	0	1	6	5
Tarea 2	0	1	2	6	5
Tarea 3	1	1	2	20	9

Nota: Unidades en ms

Se pide:

a) Analice si el sistema es ejecutable.

b) Si el sistema es ejecutable:

- Calcule la duración máxima de una región crítica del programa principal que haría que el sistema dejara de ser ejecutable.

Si el sistema no es ejecutable:

- Identifique los factores que hacen que el sistema no sea ejecutable y proponga una o varias soluciones que hagan el sistema ejecutable.

Tarea 1:

$$R_1 = C_1 + B_1 + I_1 = C_1 + C_2 + 0 = 1 + 2 = 3 \leq D_1 = 5$$

Tarea 2:

$$R_2 = C_2 + B_2 + I_2 = C_2 + 0 + \left\lceil \frac{R_2 - C_2}{T_1} \right\rceil . C_1 = 2 + \left\lceil \frac{R_2 - 2}{6} \right\rceil . 1$$

$$w^0 = 2 + 1 = 3$$
$$w^1 = 2 + \left\lceil \frac{w^0 - 2}{6} \right\rceil . 1 = 2 + \left\lceil \frac{3-2}{6} \right\rceil . 1 = 3 \rightarrow R_2 = 3 \leq D_2 = 5$$

Tarea 3:

$$R_3 = C_3 + B_3 + I_3 = C_3 + 0 + \left\lceil \frac{R_3}{T_1} \right\rceil . C_1 + \left\lceil \frac{R_3}{T_2} \right\rceil . C_2 = C_3 + \left\lceil \frac{R_3}{6} \right\rceil . (C_1 + C_2) = 2 + \left\lceil \frac{R_3}{6} \right\rceil . 3$$
$$w^0 = 2 + 3 = 5$$
$$w^1 = 2 + \left\lceil \frac{w^0}{6} \right\rceil . 3 = 2 + \left\lceil \frac{5}{6} \right\rceil . 3 = 5 \rightarrow R_3 = 5 \leq D_3 = 9$$

Una región crítica en el programa principal influiría en el bloqueo de las tres tareas:

- La Tarea 1 tiene 2ms de margen por lo que aceptaría una RC=4ms (el bloqueo es el máximo de RC_{PP} y C_2
- En la Tarea 2 también hay 2ms de margen. Hay que comprobar que con una RC de 2ms sigue siendo ejecutable.

$$R_2 = C_2 + B_2 + I_2 = C_2 + RC_{PP} + \left\lceil \frac{R_2 - C_2}{T_1} \right\rceil . C_1 = 2 + 2 + \left\lceil \frac{R_2 - 2}{6} \right\rceil . 1$$
$$w^0 = 4 + 1 = 5$$
$$w^1 = 4 + \left\lceil \frac{w^0 - 2}{6} \right\rceil . 1 = 4 + \left\lceil \frac{5-2}{6} \right\rceil . 1 = 5 \rightarrow R_2 = 5 \leq D_2 = 5 \rightarrow Sigue\ siendo\ ejecutable$$

- En la Tarea 3 hay 4 ms de margen. Sin embargo, R3 es mayor que 6 dejaría de ser ejecutable. Por ejemplo, con una Región crítica de 1,1ms

$$R_3 = C_3 + B_3 + I_3 = C_3 + RC_{PP} + \left\lceil \frac{R_3}{T_1} \right\rceil . C_1 + \left\lceil \frac{R_3}{T_2} \right\rceil . C_2 = C_3 + RC_{PP} + \left\lceil \frac{R_3}{6} \right\rceil . (C_1 + C_2) = 3{,}1 + \left\lceil \frac{R_3}{6} \right\rceil . 3$$
$$w^0 = 3{,}1 + 3 = 6{,}1$$
$$w^1 = 3{,}1 + \left\lceil \frac{w^0}{6} \right\rceil . 3 = 3{,}1 + \left\lceil \frac{6{,}1}{6} \right\rceil . 3 = 3{,}1 + 6 = 9{,}1 \rightarrow R_3 = 9{,}1 > D_3 = 9 \rightarrow No\ es\ ejecutable$$

La máxima RC en el programa principal aceptable sería de 1ms

CUESTIÓN 4.
Explique qué es un DSP y sus características fundamentales.

Ver apuntes

CUESTIÓN 5.

Explique el método de arbitración por interrupción de las memoria DUAL-PORT.

Ver apuntes

ANEXO . Características del servomoto USB 16-Servo Controller

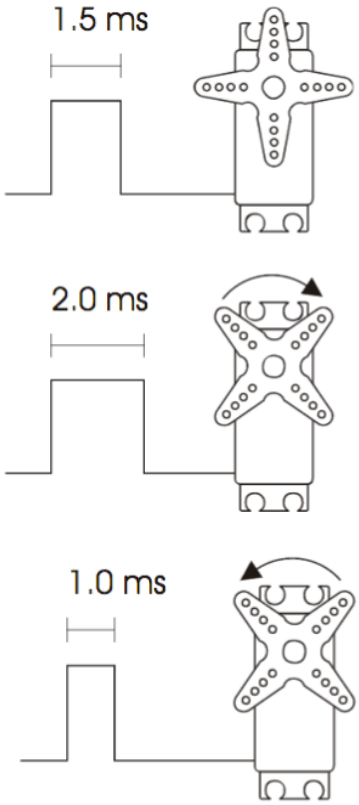
(Extract from "USB 16-Servo Controller" at https://www.pololu.com/file/0J35/usc01a_guide.pdf)

(Al final hay un resumen en castellano)

How Servos and the Servo Controller Work

Radio Control (RC) hobby servos are small actuators designed for remotely operating model vehicles such as cars, airplanes, and boats. A servo might typically move the control surface of an airplane or the steering mechanism in a car. A servo contains a small motor and gearbox to do the work, a potentiometer to measure the position of the output gear, and an electronic circuit that controls the motor to make the output gear move to the desired position. Because all of these components are packaged into a compact, low-cost unit, servos are great actuators for robots.

An RC servo has three leads: two for power and ground, and a third for a control signal input. The control signal is a continuous stream of pulses that are 1 to 2 milliseconds long, repeated approximately fifty times per second, as shown below. The width of the pulses determines the position to which the servo moves. The servo moves to its neutral, or middle, position when the signal pulse width is 1.5 ms. As the pulse gets wider, the servo turns one way; if the pulse gets shorter, the servo moves the other way. Typically, a servo will move approximately 90 degrees for a 1 ms change in pulse width, but the exact correspondence between pulse width and servo varies from one servo manufacturer to another.



The Pololu servo controller performs the processor-intensive task of simultaneously generating 16 independent servo control signals. The servo controller can generate pulses from 0.25 ms to 2.75 ms, which is greater than the range of most servos, and which allows for a servo operating range of over 180 degrees.

Protocol. To communicate with the servo controller, send sequences of five or six bytes. The first byte is a synchronization value that must *always* be 0x80 (128). Byte 2 is the Pololu device type number, which is 0x01 for the 16-servo controller. Byte 3 is one of six values for different commands to the controller; the commands are discussed below. Byte 4 is the servo to which the command should apply. Bytes 5 and possibly 6 are the data values for the given command. **In every byte except the start byte, bit seven must be clear. Thus, the range of values for bytes 2-6 is 0-0x7F (0-127).**

start byte = 0x80	device ID = 0x01	command	servo num	data 1	data 2

Command 2: Set Position, 7-bit (1 data byte)
When this command is sent, the data value is multiplied by the range setting for the corresponding servo and adjusted for the neutral setting. This command can be useful in speeding up communications since only 5 total bytes are sent to set a position. Setting a servo position will automatically turn it on.

Command 3: Set Position, 8-bit (2 data bytes)
This command is just like the 7-bit version, except that two data bytes must be sent to transfer 8 bits. Bit 0 of data 1 contains the most significant bit (bit 7 of your position byte), and the lower bits of data 2 contain the lower seven bits of your position byte. (Bit 7 in data bytes sent over the serial line must always be 0.)

Command 4: Set Position, Absolute (2 data bytes)
This command allows direct control of the internal servo position variable. Neutral, range, and direction settings do not affect this command. Data 2 contains the lower 7 bits, and Data 1 contains the upper bits. The range of valid values is 500 through 5500. Setting a servo position will automatically turn it on.

Resumen en castellano

- El sistema recibe por el puerto serie información sobre la posición de que debe mantener cada uno de los servos.
- La información la recibe en una trama de datos con la siguiente estructura:

start byte = 0x80	device ID = 0x01	command	servo num	data 1	data 2

  - Dos bytes de cabecesa 0x80 0x01
  - Un byte que indica el comando a ejecutar
  - El número de servo al que aplicar el comando
  - El dato que puede ser de uno o dos bytes.
- **El bit de mayor peso de los bytes que forman la traba sólo es uno en el primer byte de la trama. En el resto siempre es cero.**
- Comando 2: seguido de solo un byte de datos que puede tomar valores de 0 a 127. 0 correspondería con 1ms de nivel alto y 127 con 2 ms.
- Comando 3: seguido de dos bytes de datos. El bit de menor peso del primer dato corresponde con el bit más significativo de la posición y los 7 bits de menor peso del segundo dato correspondería con los bits de menor peso de la posición. Con esto se obtienen unos valores entre 0 y 255 que deberá corresponder a 1ms y 2ms respectivamente.
- Comando 4: seguido de dos bytes de datos, ambos con los bits de mayor peso a cero. Este comando permite configurar un servo directamente con el número de microsegundos del nivel alto. El primer dato aporta los 7 bits de mayor peso y el segundo datos los 7 de menor peso.