



No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador. Cada ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas

EJERCICIO 1 (2 puntos, 30 minutos):

Se ha de diseñar un microprocesador bajo los siguientes requisitos:

- Arquitectura Harvard
- Memoria de Programa de hasta 2Kpalabras de 8 bits (sólo direccionable a nivel de palabra)
- Memoria de Datos de hasta 1Kpalabras de 8 bits
- Arquitectura Load&Store: *todas las instrucciones trabajan únicamente con registros internos, salvo las de transferencia de información que mueven datos entre memoria y registros internos*
- 2 registros internos (que pueden ser utilizados tanto para almacenar datos, como direcciones de los datos)
- Las instrucciones pueden estar codificadas en una o en dos palabras de memoria de programa
- Instrucciones a contemplar:
 - 15 instrucciones aritmético/lógicas de operar entre registros, contemplando que el resultado siempre se guarda en uno de los dos registros de los operandos
 - Ejemplo: ADD Rd, Rs; $Rd \leftarrow Rd + Rs$
 - 15 instrucciones aritmético/lógicas con direccionamiento inmediato, donde el resultado se almacenará en el registro del otro operando. El dato será siempre del tamaño de 1 palabra.
 - Ejemplo: ADDI Rd, 115; $Rd \leftarrow Rd + 115$
 - 4 instrucciones de salto absoluto condicional
 - Ejemplo: JMP <direccion>; $PC \leftarrow <direccion>$
 - 6 instrucciones de transferencia de información, con direccionamiento directo
 - Ejemplo: LD Rd, <direccion>; $Rd \leftarrow (<direccion>)$
 - 9 instrucciones de transferencia de información, con direccionamiento indirecto
 - Ejemplo: LDI Rd, Ri; $Rd \leftarrow (Ri)$

Con todos estos datos, conteste a las siguientes preguntas de forma justificada (todas las preguntas son equivaloradas):

1. Tamaño de todos los buses de la CPU involucrados, salvo el bus de control
2. Tamaño de:
 - a. Registro de Instrucción
 - b. Contador de Programa
 - c. Registros internos
3. Proponga una codificación cada uno de los tipos de instrucción que se han enumerado. Se valorará la utilización del menor número de palabras para cada tipo de instrucción.



No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador. Cada ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas

EJERCICIO 2 (4 puntos, 90 minutos):

Con un microcontrolador STM32L152RB con pclk a 12MHz, sin tener por qué utilizar la placa STM32L_Discovery, se quiere diseñar un sistema de control de iluminación para una sala de fiestas. Los requisitos que nos pone el cliente son los siguientes:

- El control de iluminación estará compuesto por 4 juegos de luces.
- Cada juego de luces se controla con una misma señal PWM de 100KHz, cuyo duty cycle debe estar siempre entre el 10% y el 85%.
- La potencia luminosa de cada juego de luces responderá linealmente la intensidad sonora procedente de una banda de frecuencias:
 - Juego J1: 50 – 800 Hz
 - Juego J2: 800 – 4000 Hz
 - Juego J3: 4000 – 10000 Hz
 - Juego J4: 10000 – 20000 Hz
- Se dispone de unos filtros paso-banda externos que proporcionan a su salida un valor de continua de la intensidad sonora cada banda, siendo dicho valor de continua entre 0 y 3V.
- Adicionalmente se necesita tener un pulsador por cada juego de luces que, durante el tiempo que esté pulsado, ponga el juego de luces pulsado a máxima potencia, y retorne a su valor anterior una vez soltado el pulsador.

Con esta información, y aquellas aproximaciones o decisiones que Vd. considere necesario (siempre justificándolas) conteste a las siguientes preguntas:

- a) Realice el diagrama de bloques de la solución
- b) Indique si utilizaría interrupciones, y en caso afirmativo, para qué y con qué funcionalidad.
- c) Configure los periféricos utilizados
- d) Realice el diagrama de flujo de la solución
- e) Si además se quisiera que las luces lucieran siempre de forma intermitente, con intervalos de tiempos modificables, ¿Cómo modificaría el diseño realizado?



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (Dpto. de Tecnología Electrónica)
Sist. Dig. Basados en Microprocesador (Gr. Ing. Telemática)

21 de junio de 2012 EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (3,5 horas)

*No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador
Caja ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere
oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o
pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas*

EJERCICIO 3 (4 puntos, 90 minutos):

En las próximas hojas aparece el código de un programa a cargar en un sistema basado en un STM32L152RB. Sobre el código del anexo I, indique:

1. Configuración de los periféricos utilizados.
2. Elementos que conforman el interfaz de usuario.
3. Si existe alguna diferencia hardware entre los botones del dispositivo, explique cual.
4. Diagrama de flujo.
5. Breve descripción general del programa (máximo 15 líneas).



No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador
Caja ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas

ANEXO I

```
1 #include "stm3211xx.h"
2 #include "Biblioteca_SDM.h"
3 #include <stdlib.h>
4 #include <stdio.h>
5
6 #define TIME_OUT 1
7 int tic = 0;
8
9 /*-----
10
11
12
13 -----*/
14
15 void config_perif(void){
16
17 //-----
18 GPIOB->MODER &= ~(1 << (6*2 +1));
19 GPIOB->MODER |= (1 << (6*2));
20 GPIOB->OTYPER &= ~(1 << 6);
21 //-----
22 GPIOB->MODER &= ~(1 << (7*2 +1));
23 GPIOB->MODER |= (1 << (7*2));
24 GPIOB->OTYPER &= ~(1 << 7);
25 //-----
26 GPIOD->MODER &= ~(1 << (2*2 +1));
27 GPIOD->MODER |= (1 << (2*2));
28 GPIOD->OTYPER &= ~(1 << 2);
29
30 //-----
31 GPIOA->MODER &= ~(1 << (0*2 +1));
32 GPIOA->MODER &= ~(1 << (0*2));
33 GPIOA->PUPDR &= ~(0x3 << (0*2));
34
35 //-----
36 GPIOA->MODER &= ~(1 << (11*2 +1));
37 GPIOA->MODER &= ~(1 << (11*2));
38 GPIOA->PUPDR &= ~(0x3 << (11*2));
39
40 //-----
41 GPIOA->MODER &= ~(1 << (12*2 +1));
42 GPIOA->MODER &= ~(1 << (12*2));
43 GPIOA->PUPDR &= ~(0x3 << (12*2));
44
45 }
46
47 #define AZUL 0
48 #define VERDE 1
49 #define ROJO 2
50
51 /*-----
52
53
54
```



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (Dpto. de Tecnología Electrónica)
Sist. Dig. Basados en Microprocesador (Gr. Ing. Telemática)

21 de junio de 2012 EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (3,5 horas)

No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador
Caja ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas

```
55 -----*/
56
57 void set_led(int led){
58
59     // _____
60     GPIOB->BSRRH = (1<<6);
61     GPIOB->BSRRH = (1<<7);
62     GPIOD->BSRRH = (1<<2);
63
64     //_____
65     switch(led){
66
67         case AZUL:
68             GPIOB->BSRRL = (1<<6);
69             break;
70
71         case VERDE:
72             GPIOB->BSRRL = (1<<7);
73             break;
74
75         case ROJO:
76             GPIOD->BSRRL = (1<<2);
77             break;
78
79         default:
80             break;
81     }
82 }
83
84 #define          NO_PULSADO          -1
85 #define          BOTON_1             0
86 #define          BOTON_2             1
87 #define          BOTON_3             2
88
89 /*-----
90
91
92
93 -----*/
94 int get_botton(void){
95
96     int valor = NO_PULSADO;
97
98     //_____
99     if ((GPIOA->IDR&(1<< 0))!=0) valor = BOTON_1;
100    //_____
101    if ((GPIOA->IDR&(1<< 11))==0) valor = BOTON_2;
102    if ((GPIOA->IDR&(1<< 12))==0) valor = BOTON_3;
103
104    return(valor);
105 }
106
107 /*-----
108
109
110
```



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (Dpto. de Tecnología Electrónica)
Sist. Dig. Basados en Microprocesador (Gr. Ing. Telemática)

21 de junio de 2012 EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (3,5 horas)

*No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador
Caja ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere
oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o
pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas*

```
111 -----*/
112
113 void espera_pulsacion(void){
114     while( get_botton() == NO_PULSADO);
115
116 }
117
118 /*-----
119
120 -----*/
121
122
123 -----*/
124
125 void TIM4_IRQHandler(void) {
126     if ((TIM4->SR & 0x0002)!=0) {
127         tic = TIME_OUT;
128         TIM4->CNT = 0;
129
130         //_____
131         TIM4->SR = 0x0000;
132
133         //_____
134         TIM4->CR1 &= ~0x0001;
135     }
136 }
137
138 /*-----
139
140 -----*/
141
142 -----*/
143
144 void config_timer(){
145
146     TIM4->CR1 = 0x0000;
147     TIM4->CR2 = 0x0000;
148     TIM4->SMCR = 0x0000;
149     TIM4->PSC = 32000;    //__t=_____
150
151     // _____
152     TIM4->CNT = 0;
153     TIM4->ARR = 0xFFFF;
154     TIM4->CCR1 = 5000;    //__t=_____
155
156     // _____
157     TIM4->DCR = 0;
158     TIM4->DIER = 0x0002;
159
160     // _____
161     TIM4->CCMR1 = 0x0000;
162     TIM4->CCMR2 = 0x0000;
163     TIM4->CCER = 0x0000;
164
165     // Habilitación de contador
166     // TIM4->CR1 |= 0x0001;
```



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (Dpto. de Tecnología Electrónica)
Sist. Dig. Basados en Microprocesador (Gr. Ing. Telemática)

21 de junio de 2012 EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (3,5 horas)

*No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador
Caja ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere
oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o
pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas*

```
167 // TIM4->EGR |= 0x0001;
168 // TIM4->SR = 0; // Limpia flags
169
170 NVIC->ISER[0] |= (1 << 30); // Habilita IRQ
171 }
172
173 /*-----
174
175
176
177 -----*/
178
179 void start_timer(){
180
181 // _____
182 TIM4->CR1 |= 0x0001;
183
184 TIM4->EGR |= 0x0001;
185 TIM4->SR = 0; //_____
186
187 // resetea variable global
188 tic = 0;
189 }
190
191 int main(void){
192
193 int i=0; // posición del elemento actual
194 int max_secuencia = 0; // numero de elementos de la secuencia actual
195 char secuencia[128]="";
196 char mensaje[6]=""; // mensaje
197 int boton=0;
198 int fallo = 0;
199
200 Init_SDM();
201 config_perif();
202 config_timer();
203 Init_LCD();
204
205 while (1) {
206
207 // sin fallos
208 fallo = 0;
209
210 // carga secuencia (128 valores): 0, 1 y 2
211 for(i=0; i<128; i++){
212 secuencia[i] = (char)(rand() % 3);
213 }
214
215 // dile que empiece
216 LCD_Limpia();
217 LCD_Texto("Start");
218 espera_pulsacion();
219
220 // secuencia actual
221 for(max_secuencia=0; max_secuencia < 128; max_secuencia++){
222
```



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (Dpto. de Tecnología Electrónica)
Sist. Dig. Basados en Microprocesador (Gr. Ing. Telemática)

21 de junio de 2012 EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (3,5 horas)

*No se permiten ni libros, ni apuntes, ni calculadoras programables. Sólo se permite el manual del microcontrolador
Caja ejercicio se contestará en hojas independientes. Se pueden utilizar tantas hojas por ejercicio como considere
oportuno (salvo el ejercicio 1 que se contestará aquí). Las respuestas han de entregarse escritas en bolígrafo o
pluma. Todas las respuestas deben estar justificadas*

```
223 // muestro el último valor de la secuencia
224 set_led((int)secuencia[max_secuencia]);
225
226 // _____
227 for(i=0; i<=max_secuencia; i++){
228
229     // arranco timer
230     start_timer();
231
232     do{
233         // _____
234         boton = get_botton();
235         if (boton != -1) break;
236
237     }while(tic != TIME_OUT);
238
239     // _____
240     // _____
241     if(( tic == TIME_OUT ) || (boton != secuencia[i])){
242
243         fallo = 1;
244         break;
245     }
246
247 }
248
249 // si falla en la secuencia
250 if (fallo){
251
252     LCD_Texto("ohh...");
253     espera_pulsacion();
254     break;
255
256 }else{
257
258     LCD_Limpia();
259     sprintf(mensaje,"%d", max_secuencia+1);
260     LCD_Texto((unsigned char *)mensaje);
261
262 }
263
264
265 // Si acierta todas las veces
266 if (fallo == 0){
267
268     LCD_Texto("guau!");
269     espera_pulsacion();
270
271 }
272
273 }
274
275 }
```