

**SISTEMAS EMPOTRADOS Y UBICUOS**  
**EXAMEN EXTRAORDINARIO DE JULIO (7 de julio de 2022)**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Apellidos, Nombre**..... **Nº de Matrícula**.....

Responda en esta misma hoja, utilizando únicamente el espacio asignado para cada pregunta.

---

**1** (1/12 puntos) Defina qué es un sistema de tiempo real y ponga un ejemplo de sistema empotrado con esa clase de requisitos.

**2** (1/12 puntos) Defina qué es un sistema con parada segura y ponga un ejemplo de sistema empotrado con esta característica.

**3** (1/12 puntos) Identifique y describa las 5 fases o etapas más significativas del proceso de arranque de un Computador Personal, desde que se le da al interruptor de encendido, hasta que un Sistema Operativo GNU/Linux de propósito general (tipo Ubuntu) muestra el mensaje de “logging”.

**4** (1/12 puntos) Describa claramente 5 de las características a evaluar recogidas en la tabla “Real-Time Operating System checklists”.

**5** (1/12 puntos) Nombre y describa brevemente 5 herramientas/aplicaciones que recomendaría utilizar para desarrollar un sistema empotrado basado en Linux.

**6** (1/12 puntos) Describa brevemente si utilizando la técnica DVS (*Dynamic Voltage Scaling*) es posible mantener o incluso reducir la energía consumida al resolver una tarea concreta (que sea perfectamente paralelizable) utilizando dos procesadores en lugar de solo uno.

Indique en el ejemplo siguiente cómo se verían afectados (de forma aproximada) el tiempo de cómputo y la energía disipada, al pasar de la configuración que utiliza un único núcleo a la que utiliza dos núcleos de un mismo procesador cuando se ejecuta una tarea paralelizable. Suponga que se utiliza la técnica DVS.

	Configuración 1	Configuración 2
▪ núcleos empleados:	1	2
▪ alimentación:	4V	2V
▪ frecuencia:	2GHz	1GHz
▪ t de cómputo:	3s	→ ←
▪ E-disipada:	3J	→ ←

**7** (1/12 puntos) Defina qué es un DSP (*digital signal processor*).

Justifique brevemente cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas en relación con los DSP:

- Trabajan con señales analógicas, por lo que todas las operaciones se realizan en coma flotante.
- Son dispositivos integrados que convierten señales analógicas en digitales, las procesan y las vuelven a convertir en señales analógicas.
- Son procesadores dotados de buses de campo.
- Son dispositivos que habitualmente pueden realizar operaciones combinadas de suma y multiplicación fusionadas.
- Son procesadores especializados en el tratamiento de señal. Pueden estar basados en arquitectura CISC, RISC o VLIW.
- DSP es una denominación alternativa de procesador superescalar.

**8** (2/12 puntos) Considere la programación de una operación de escritura por DMA en un sistema con MMU y donde no se mantiene automáticamente la coherencia entre la memoria y la caché en las operaciones de entrada/salida por DMA. Suponga que el registro de dirección de DMA de un dispositivo está en la dirección física  $X$  y se pretende escribir en el dispositivo por DMA los datos asociados a una variable con dirección lógica  $Y$ . Explique qué transformaciones hay que realizar sobre las direcciones  $X$  e  $Y$  a la hora de actualizar el registro de dirección de DMA. Especifique qué acción hay que realizar para asegurar la coherencia entre la memoria y la caché y cuándo hay que hacerla. Indique por qué motivo va a ser necesario usar barreras en esta operación describiendo cómo se utilizan.

**9** (1/12 puntos) Un sistema de tiempo real tiene 5 tareas,  $\tau_a \dots \tau_e$ , y 3 recursos compartidos,  $R_1, R_2$  y  $R_3$ . La siguiente tabla contiene los atributos temporales de las tareas y el uso de los recursos compartidos.

$\tau$		Atributos temporales			Acceso a recursos		
		Período	Tiempo de cómputo	Plazo de respuesta	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$\tau_a$	Periódica	40	8	40		6	
$\tau_b$	Periódica	120	12	120	3	4	
$\tau_c$	Periódica	200	50	200		7	
$\tau_d$	Periódica	20	7	20	1		2
$\tau_e$	Esporádica	500	8	20			5

Suponiendo que el método de planificación es el de prioridades fijas con desalojo, y el acceso a los objetos protegidos se realiza mediante el protocolo del techo de prioridad inmediato, se pide:

1. Asignar prioridades a las tareas y calcular los techos de prioridad de los objetos protegidos.
2. Calcular los tiempos de bloqueo máximos de las tareas.
3. Calcular el tiempo de respuesta en el peor caso de las tareas  $\tau_d$  y  $\tau_e$ .

$\tau$		Atributos temporales				Acceso a recursos		
		Prioridad	Período	Tiempo de cómputo	Plazo de respuesta	$R_1$	$R_2$	$R_3$
					Techo prioridad			

**10** (1/12 puntos) Describa de forma breve la funcionalidad de los siguientes protocolos usados en IoT: MQTT, DNS-SD, CoAP, DTLS y 6LoWPAN.

**11** (1/12 puntos) Explique qué requisitos con respecto a la sincronización de los relojes de los componentes involucrados tienen los siguientes esquemas de localización: trilateración basada en ToA/ToF, trilateración basada en RTT/TWR, trilateración basada en RSSI y multilateración con TDoA.