

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

ORGANIZACIÓN Y ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS

**Práctica 1
(Primer semestre 2020)**

Indicaciones generales:

- Resolver la práctica y generar un PDF con el nombre **P1_código.pdf**. La pregunta 2 debe ser resuelta con el nombre **p2_código.asm**. Ambos archivos, deben adjuntarlos en un archivo comprimido **P1_código.zip**. **En todos los casos la palabra código debe contener su código PUCP.**
- De no responder la **pregunta 1**, su nota final será de 00.
- De no seguir estas indicaciones tendrá una penalidad en su puntaje de hasta 2 puntos.
- **La presentación, la ortografía y la gramática influirán en la calificación.**

Puntaje total: 20 puntos

Pregunta 1 (4 puntos)

Apartir de la lectura “The future of computing beyond Moore’s Law” responder:

- (a) (2 puntos) ¿Cómo la especialización de la arquitectura y los nuevos modelos de computación pueden ayudar a sobrellevar el problema del límite de la miniaturización de transistores? Explicar ambas alternativas.
- (b) (2 puntos) Utilizando la escala Dennard y la ley de Moore. Proponga una nueva escala para cada uno de los siguientes escenarios planteados:
- Aparición del reemplazo del transistor (nuevo material) en el 2030.
 - Mejora de la especialización de arquitectura en el 2025.
 - Aparición de nuevos modelos de computación en el 2025.

Pregunta 2 (4 puntos)

El Mínimo Común Múltiplo de dos o más números naturales es el menor número natural distinto de uno que es múltiplo común de todos ellos.

Se pide escribir un programa en lenguaje ensamblador que lea desde memoria tres números y pueda determinar el Mínimo Común Múltiplo. Los números deben estar dentro del rango de 1 a 1290. Imprimir la respuesta en pantalla. Este programa debe desarrollarse utilizando registros de 32 bits.

- a) (2.0 puntos) Codificar la logica del m.c.m.
- b) (2.0 puntos) Imprimir en pantalla la respuesta.

La solución no debe sobrepasar las 80 líneas de código, caso contrario no se evaluará.

Pregunta 3 (12 puntos)

Los profesores de los horarios 0681 y 0682 de IEE240 usan diferentes sistemas embebidos para aplicaciones prácticas de procesamiento de imágenes digitales. Ambos profesores han pedido financiamiento para realizar las compras de sus respectivos sistemas: el profesor del horario 0681 usará un Raspberry Pi 4 con el sistema operativo Raspbian, mientras que el profesor del horario 0682 utilizará una NVIDIA Jetson Nano en el cual se instalará Ubuntu 18.04. Ambos sistemas cuentan con un procesador Quad-core ARM Cortex pero de diferentes versiones.

Un resumen de la características de su procesador se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1	CPU	GFLOPS	Precio(\$)
Raspberry 4	A72 64-bit @ 1.5 GHz	13.5	55.00
NVIDIA Jetson Nano	A57 64-bit @ 1.43 GHz	472	99.00

Adicionalmente, a ambos se les ha pedido codificar un programa que permita detectar si una persona entra o sale de un laboratorio de la PUCP. Dicho programa se ejecutará de forma secuencial y tiene las siguientes características:

# Inst.	L/S inst	FP inst	Branch Inst	CPI (L/S)	CPI (FP)	CPI (branch)
10M	50%	40%	10%	0.75	1	1.5

Se le pide lo siguiente:

- a) (1.0 punto) Hallar el tiempo de ejecución del programa completo para cada sistema.
- b) (1.0 punto) Encontrar los MIPS ejecutados en cada sistema.
- c) (1.0 punto) Encontrar los FLOPS (*) ejecutados en cada sistema.
- d) (1.0 punto) Basado en la información de la Tabla 1 y en la obtenida de las características en a) y en b), qué sistema elegiría. Justificar su respuesta.

(*) Considerar que el tiempo de ejecución para calcular los FLOPS es el hallado en a)

Los profesores han notado que sus programas previamente codificado tienen grandes deficiencias de seguridad y, adicionalmente, se ha probado que el uso de la cámara en tiempo real junto con el algoritmo codificado penaliza el CPI. Por ello, la distribución de instrucciones y CPI ha cambiado de la siguiente manera:

# Inst.	L/S inst	FP inst	Branch Inst	CPI (L/S)	CPI (FP)	CPI (branch)
5x10G	10%	80%	10%	1.0	1.5	1.0

Se le pide:

- e) (0.5 punto) Hallar el nuevo tiempo de ejecución para ambos sistemas.
- f) (0.5 punto) Encontrar los MIPS para cada sistema
- g) (0.5 punto) Encontrar los FLOPS (**) para cada sistema
- h) (1.0 punto) Considerando este nuevo programa, ¿se mantiene la respuesta brindada en el inciso d)? Justificar su respuesta

(**) Considerar que el tiempo de ejecución para calcular los FLOPS es el hallado en e)

El profesor del horario 682 averiguó realizó numerosas pruebas en donde demostraba que el CPI de ambos sistemas es independiente, por lo cual, pide realizar una audiencia para sustentar el porqué no se debería comprar Raspberry Pi 4

- i) (2.0 punto) Basado únicamente en los cálculos e información brindada en el presente texto, qué ha podido argumentar el profesor del horario 0682 para que anulen la opción de la compra del Raspberry Pi 4. Debe utilizar valores cuantitativos que verifiquen su respuesta.
- j) (1.5 punto) Uno de los investigadores de la universidad le comenta que puede diseñar dos procesadores que superen la frecuencia de los usados en los sistemas antes estudiados. El primer procesador ofrecido trabaja a una frecuencia de 1.7GHz y tiene un CPI promedio de 1.5. El segundo procesador trabaja a 2.4GHz y tiene un CPI promedio de 2.7. ¿Cuál de los dos procesadores considera que es mejor construir? Argumente su respuesta utilizando sólo los datos brindados en este ítem.
- k) (2.0 puntos) Una investigación más a detalle de los sistemas iniciales (Raspberry Pi 4 y Jetson Nano) dio a conocer que los GFLOPS reportados entre sus especificaciones correspondían a mediciones hechas del sistema general; es decir, incluían el rendimiento propio de los GPUs de cada

sistema. Por ello, usted decide realizar su propio benchmark de cada procesador y encuentra lo siguiente:

- ARM Cortex A57 (usado en Raspberry Pi 4) tiene un rendimiento promedio de 2.9 GFLOPS.
- ARM Cortex A72 (usado en Jetson Nano) tiene un rendimiento promedio de GFLOPS superior a su predecesor (A57) en 26% debido al cambio en la unidad de punto flotante.

Considerando esta nueva información:

- I. ¿Cambiaría su elección entre el Raspberry Pi 4 y la Jetson Nano?
- II. Si el investigador de la universidad le ofrece utilizar la misma unidad de punto flotante que la ARM Cortex A72 en el procesador que usted elija, ¿usaría uno de los sistemas anteriores o fabricaría su propio procesador? Justificar su respuesta utilizando todos los datos a su disposición.

Profesores del curso:
Stefano Romero
Gabriel Jimenez

San Miguel, 29 de abril de 2020