



## Evaluación Integrada de Desempeño N°2

### Ley de Amdahl: Optimización de Hardware mediante Límites

## 1. Descripción

El siguiente documento sistematiza la información para que puedas realizar de manera efectiva la Evaluación Integrada de Desempeño EID del curso MAT1186. Dicho proyecto, representa un 20 % de la calificación final del curso y plantea la evaluación de los resultados de aprendizaje centrado en las siguientes competencias:

### 1. Competencias genéricas

<b>Nombre</b>	Actuación Ética
<b>Definición</b>	Actúa con sentido ético sustentando su discernimiento en valores de justicia, bien común y dignidad del ser humano, entendiendo la profesión como un servicio que da respuesta a las necesidades de las personas, la comunidad y el medioambiente.

<b>Nombre</b>	Aprendizaje Autónomo
<b>Definición</b>	Se responsabiliza de su propio aprendizaje, lo que le lleva a utilizar procesos cognitivos y metacognitivos para aprender, de forma estratégica y flexible, en función del objetivo de aprendizaje..

### 2. Competencias específicas

<b>Nombre</b>	Aplica ciencias de la Ingeniería
<b>Definición</b>	Implementa con modelos matemáticos y otros propios de la ingeniería y de las ciencias básicas empleando habilidades de razonamiento lógico deductivo para abordar problemas de análisis y diseño de sistemas tecnológicos, basados en software, ligados a especialidades de la ingeniería.

3. **Resultado de aprendizaje (RA1):** Implementa, conoce y maneja los elementos y conceptos de geometría analítica y límites, aplicando la competencia de aprendizaje autónomo.

## 2. Contexto Técnico

La Ley de Amdahl predice la mejora máxima al optimizar un componente de un sistema, dada por:

$$A = \frac{1}{(1 - f) + \frac{f}{k}}$$

donde:

- $f$ : Fracción mejorable del sistema.
- $k$ : Factor de mejora.



**Aplicaciones en la industria:** La Ley de Amdahl es fundamental en el diseño de hardware y software, utilizada por empresas líderes como Intel, NVIDIA y AMD para optimizar sus procesadores. Por ejemplo:

- Intel aplica este principio al decidir si mejorar la velocidad de ejecución de instrucciones de punto flotante (crucial para IA) frente a instrucciones de control.
- NVIDIA la usa en GPUs para determinar si es más eficiente aumentar el número de núcleos (paralelismo) o la velocidad de memoria.
- Google la emplea en centros de datos para optimizar el balance entre velocidad de procesamiento y latencia de red.

### 3. Fases de Trabajo

#### 3.1. Análisis Teórico

En ingeniería informática, optimizar sistemas computacionales implica tomar decisiones críticas sobre qué componentes mejorar (CPU, GPU, memoria, etc.) y cuánto invertir en esas mejoras. La Ley de Amdahl es una herramienta matemática fundamental para este proceso, por lo tanto, es preciso conocer cuáles son las variables que forman este modelo matemático, para ello deberán investigar los siguientes conceptos clave de la Ley de Amdahl, entregando un informe que incluya:

##### 1. Fracción Mejorable ( $f$ )

- Definición matemática y unidades.
- Métodos para cuantificarla en sistemas computacionales.

##### 2. Factor de Mejora ( $k$ )

- Cómo se determina experimentalmente.
- Límites físicos y tecnológicos.

##### 3. Límite Teórico de Aceleración ( $A_{\text{máx}}$ )

- Derivación de la fórmula  $A \leq \frac{1}{1-f}$ .
- Casos donde el límite es alcanzable.



### 3.2. Aplicación:

Dependiendo de la paridad de cada grupo (según inscripción mediante plataforma BlackBoard), deben resolver:

#### Grupos Impares - Optimización de CPU

Componente	Porcentaje de mejora	Factor de mejora
Unidad de punto flotante (FPU)	25 %	6
Caché L1	15 %	4
Predictor de saltos	10 %	8
Memoria principal	50 %	2

1. Calcule la aceleración ( $A$ ) para cada componente usando la Ley de Amdahl.
2. Calcule el límite teórico de aceleración ( $A_{\text{máx}}$ ) para cada componente cuando  $k \rightarrow \infty$ .
3. Determine cuál optimización proporciona mayor ganancia global y justifique su respuesta.
4. Si un programa tarda 120 segundos en ejecutarse sin mejoras:
  - ¿Cuánto tardará si se optimiza únicamente la memoria principal?
  - ¿Qué porcentaje de mejora total representa esto?
5. Grafique la relación entre  $A$  y  $f$  para  $k = 4$  y  $k = 8$ .
6. Explique por qué, a pesar de que el predictor de saltos tiene  $k = 8$ , no es la mejor opción para optimizar.

#### Grupos pares - Optimización de GPU

Componente	Porcentaje de mejora	Factor de mejora
Núcleos CUDA	35 %	5
Memoria VRAM	20 %	3
Unidades de texturizado	25 %	7
Interconexión NVLink	20 %	10

1. Calcule la aceleración ( $A$ ) para cada componente usando la Ley de Amdahl.
2. Calcule el límite teórico de aceleración ( $A_{\text{máx}}$ ) para cada componente cuando  $k \rightarrow \infty$ .
3. Si el renderizado de un frame tarda 50 ms originalmente:
  - ¿Cuánto tardará si se optimizan únicamente los núcleos CUDA?
  - ¿Qué componente debería mejorarse para obtener al menos un 30 % de aceleración total?
4. Grafique  $A$  vs  $k$  para  $f = 0,25$  y  $f = 0,35$ .
5. Considerando que NVLink tiene  $k = 10$ , ¿por qué su impacto global es limitado? Use cálculos para sustentar su respuesta.
6. Compare los resultados de optimizar unidades de texturizado ( $k = 7$ ) versus memoria VRAM ( $k = 3$ ).



## 4. Instrucciones

- La fecha de entrega es 11 de Julio 2025, 12:00 hrs.
- Se solicita un informe académico que contemple la resolución de los problemas asociados.
- Se solicita un código (lenguaje y entorno de desarrollo a libre elección), que permita determinar la aceleración mediante la Ley de Amdahl de manera automática ingresando el porcentaje de mejora y factor de mejora, además, concluir qué elemento es más factible mejorar en relación a los 3 últimos ingresados.
- La evaluación es en equipos de 3 a 4 personas previa inscripción por plataforma Blackboard.
- No se aceptarán trabajos fuera de plazo ni realizamos en cantidades de integrantes distintas a las solicitadas.
- Sea ordenado y procure que su evaluación sera CLARA. Debe ocupar como editor de texto Word o Latex, no se aceptarán fotos.
- Cualquier sospecha de copia y/o secciones del informe que sean copiadas o plagiadas, serán calificadas con nota mínima 1.0
- En el caso de incurrir en un plagio, se procede a calificar con la nota mínima 1.0 e informar a la dirección de carrera para tomar las medidas correspondientes (incurrir en plagio es un delito y atenta contra la Ley 17.336 de Propiedad Intelectual).
- Vencido el plazo de entrega, se hará una selección aleatoria de equipos a los cuales se les realizará una interrogación. Si demuestran un desconocimiento significativo de los resultados informados, su informe será calificado con nota máxima 3.9.

Criterios de calidad:

- El informe debe contar con una Portada con la información básica usual.
- Cada problema debe contar con su enunciado, desarrollo y conclusión.
- La subsección Desarrollo debe contener todos los detalles, argumentos y/o fundamentos utilizados, además se espera una secuencia lógica y ordenada de pasos.
- En caso que utilice notación y/o resultados no tratados en el curso, debe incluir explícitamente en REFERENCIAS su fuente de información debidamente citada.