



Universidad Nacional
de Entre Ríos

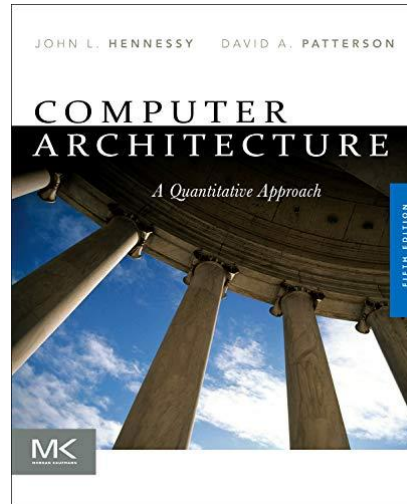
Tecnicatura universitaria en desarrollo web

Medidas de rendimiento

Semana 2 – Arquitectura de computadoras

Esta presentación esta basada en el libro de:

- ❑ John L. Hennessy , David A. Patterson, Computer Architecture : A Quantitative Approach, Sixth Edition, Morgan Kaufmann, 2017



Archivos de presentación y ejemplos se alojan en:



<https://github.com/ruiz-jose/tudw-arq.git>

Medidas de rendimiento


➤ Aceleración

- Comparación de dos maquinas
- Mejorar una parte del sistema



➤ CPI: promedio de ciclos por instrucción

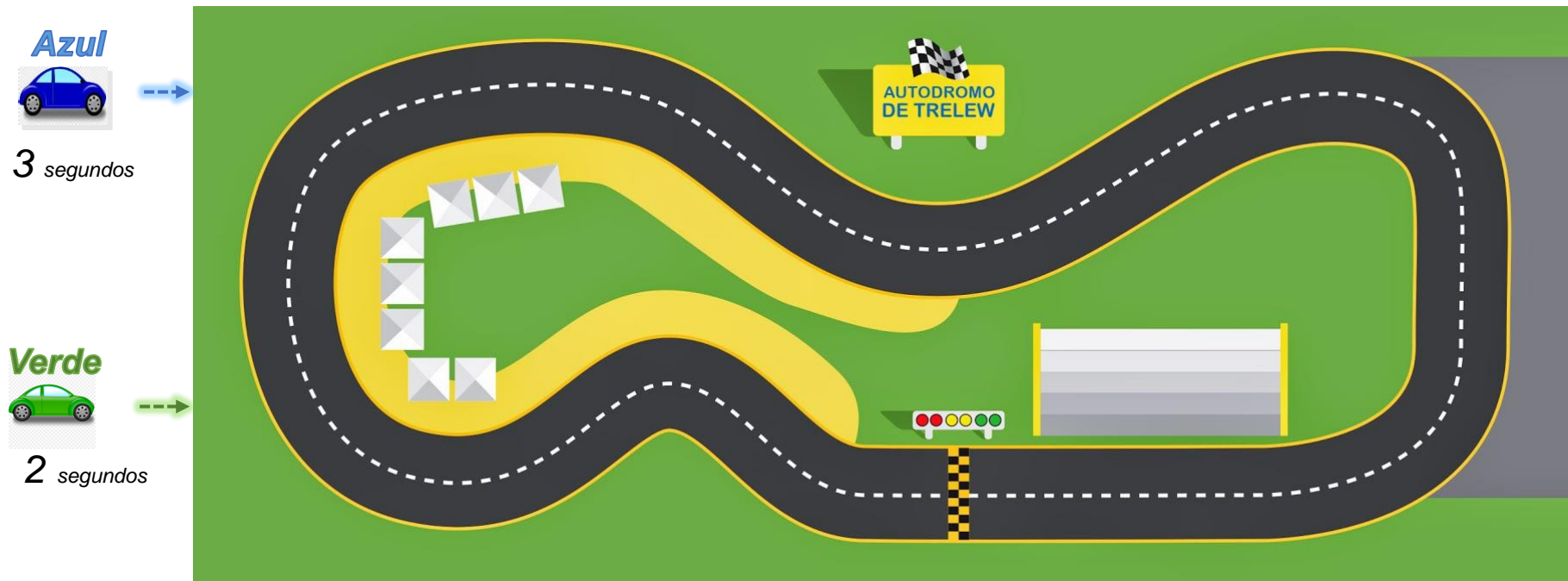
➤ IPS: instrucciones por segundo

- Frecuencia en Hz – Duración del ciclo 

➤ Tiempo CPU

Si tuviéramos un **auto azul** que tarda **3 segundos** en dar la vuelta a un circuito y un **auto verde** tarda **2 segundos** en dar la vuelta al mismo circuito.

¿Cuántas vueltas puede dar el auto **verde** respecto al tiempo que tarda el auto **azul**?



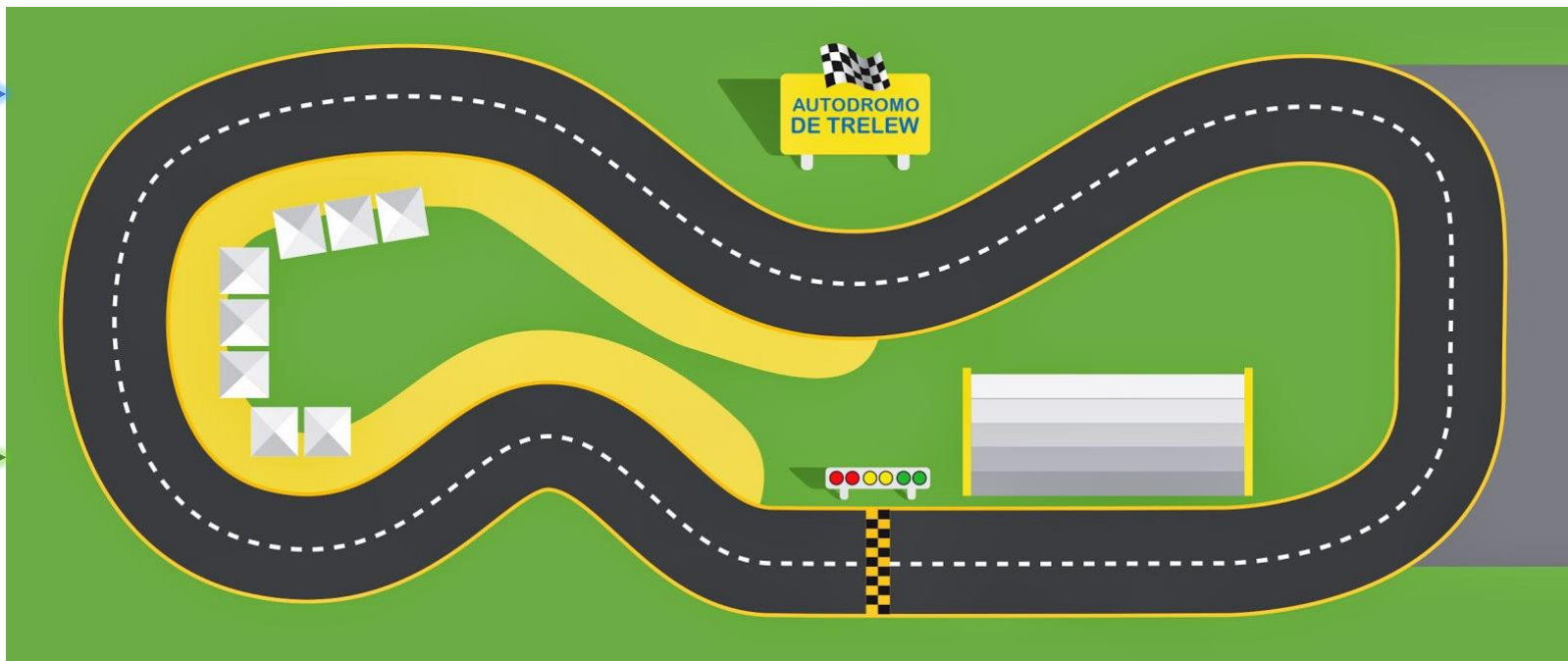
El auto **verde** da 1 vuelta y $\frac{1}{2}$ respecto al auto **azul**

Azul

3 segundos

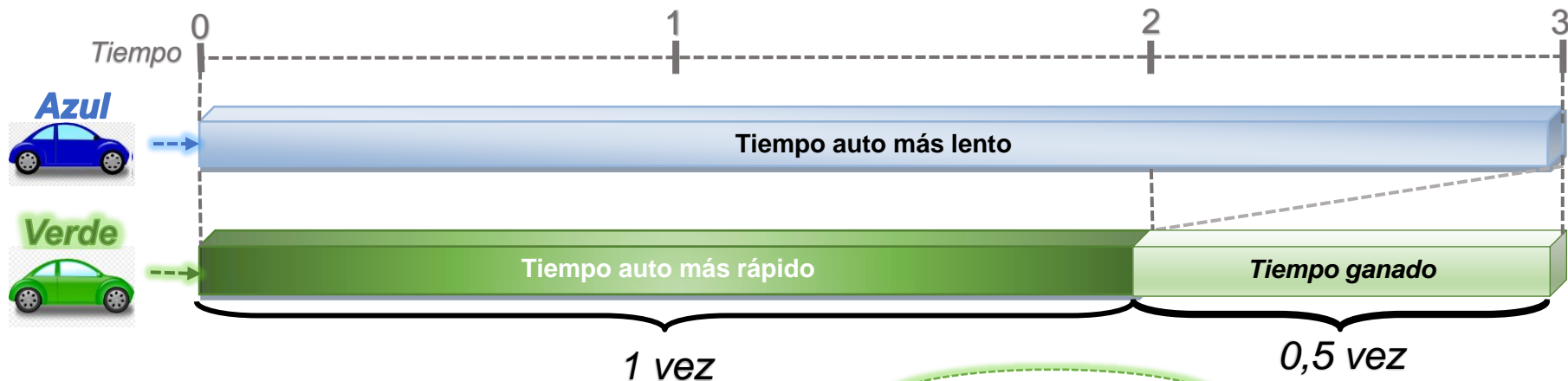
Verde

2 segundos



¿Cuánto más rápido es el auto **verde** respecto al auto **azul**?

¿Cuánto más rápido es el auto **verde** respecto al auto **azul**?



¿Qué significa?

0,5 vez
50 %

$$\text{Aceleración} = \frac{\text{Tiempo del auto más lento}}{\text{Tiempo del auto más rápido}} = 3/2 = 1,5$$

Que el auto **verde** es 1,5 veces más rápido que el **azul**. El auto **verde** va a poder dar 1 vuelta y $\frac{1}{2}$ con respecto al auto **azul**.

La aceleración también se puede expresar en %, se puede calcular:

¿Qué significa?

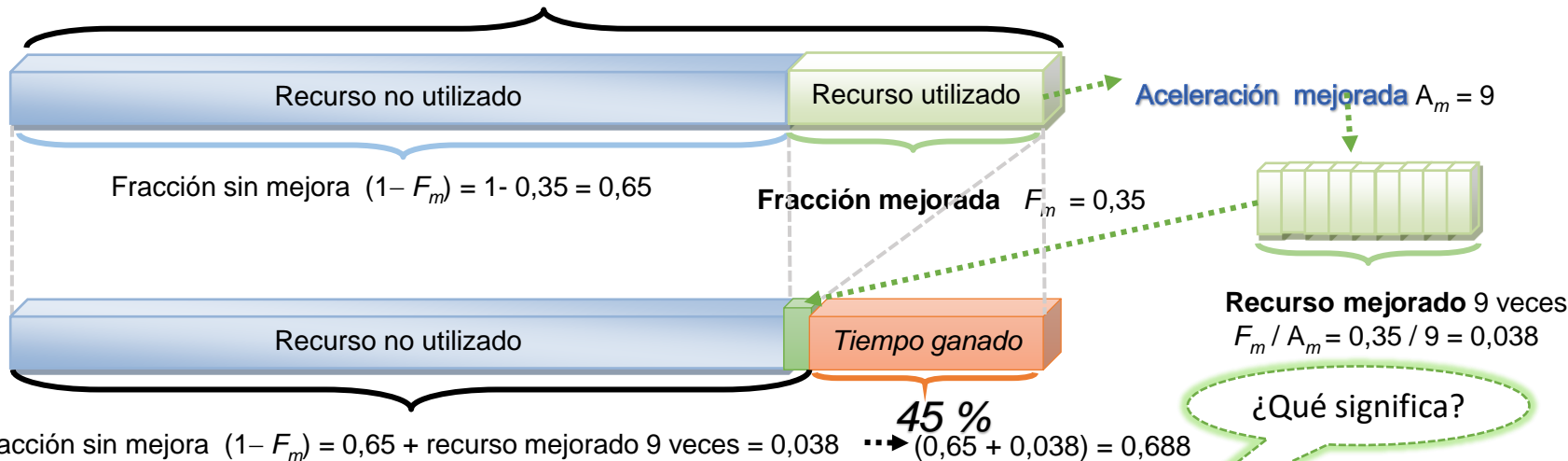
$$(\text{Aceleración} - 1) * 100 = (1,5 - 1) * 100 = 50\%$$

El auto **verde** es un 50% más rápido que auto **azul**. Representa solo el % ganado del auto **verde** respecto al auto **azul**.

Y si mejoramos una **parte** del sistema **n veces**, ¿Cuál es la aceleración global lograda al incorporar la mejora?

Suponer que estamos considerando una mejora para que corra 9 veces más rápida que en la máquina original, pero sólo es utilizable el 35 por 100 del tiempo.

$$100 \% = 1$$



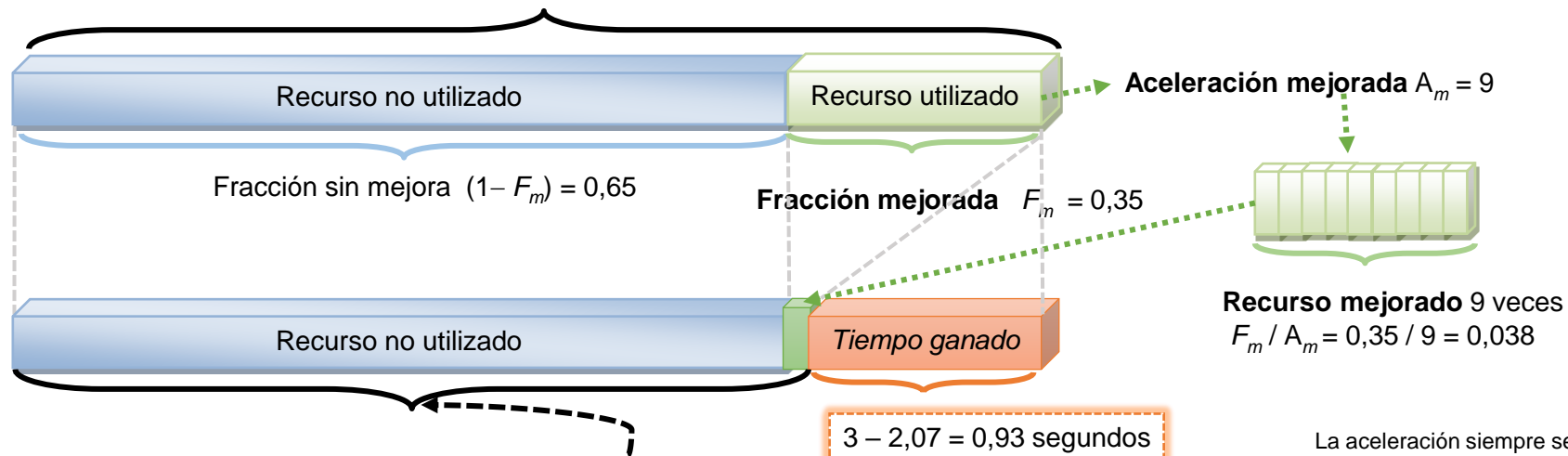
$$\text{Aceleración} = \frac{T_{\text{original}} \text{ o sin mejora}}{T_{\text{nuevo}} \text{ o con mejora}} = \frac{1}{(1 - F_m) + \frac{F_m}{A_m}} = 1 / 0,688 = 1,45$$

Con la mejora implementada la maquina es 1,45 veces más rápida. Puedo ejecutar una vez el programa y el 45% más.

Y si tuviéramos el tiempo **original o sin mejora** del sistema ¿Cuál es el tiempo **nuevo o con mejora**?

$T_{\text{original}} = 3$ segundos

Suponer que el tiempo antiguo es de 3 segundos.



$$T_{\text{nuevo}} = T_{\text{original}} \times \left((1 - F_m) + \frac{F_m}{A_m} \right) \rightarrow T_{\text{nuevo}} = 3 * (0,65 + 0,038) = 2,07 \text{ segundos}$$

$$A_{\text{global}} = \frac{T_{\text{original o sin mejora}}}{T_{\text{nuevo o con mejora}}} = \frac{1}{(1 - F_m) + \frac{F_m}{A_m}} \rightarrow A_{\text{global}} = 1 / 0,688 = 1,45 \text{ veces más rápida o } 45 \% \text{ más rápida}$$

¿Qué significa?

La aceleración siempre será:

$$\frac{1}{(1 - F_m) + \frac{F_m}{A_m}} \leq \frac{1}{F_m}$$

Con la mejora implementada puedo ejecutar una vez el programa y el 45% más de ese programa en los 0,93 segundos ganados.

Promedio: es un solo un número representante de una lista de números.

Asignatura	Nota
1. Lengua	6
2. Matemática	10
3. Geografía	9
4. Biología	6
5. Física	9
TOTAL	40

$$\text{Promedio de calificaciones} = \frac{\text{Suma de notas}}{\text{Cantidad de asignaturas}} = \frac{6 + 10 + 9 + 6 + 9}{5} = \frac{40}{5} = 8$$

Tenemos un programa que ejecuta las siguientes instrucciones.

Tipo de Instrucciones	Cantidad de Instrucciones	Ciclos por instrucción
Resta/Suma	3	1
Asignación	2	2
Salto	1	3

Recuento de instrucciones → **6**

Total de ciclos de reloj para el programa
 $3 * 1 = 3$
 $2 * 2 = 4$
 $1 * 3 = 3$
10

CPI: **promedio** de ciclos de reloj por instrucción para un programa.

CPI = $\frac{\text{Ciclos de reloj para un programa}}{\text{Recuento de instrucciones (RI)}}$

$$\text{CPI} = \frac{\sum (\text{cantidad de instrucciones de ese tipo instrucción} * \text{cantidad de ciclos de ese tipo de instrucción})}{\sum \text{cantidad total de instrucciones del programa (RI)}} =$$

$$\text{CPI} = \sum_{i=1}^n \frac{(\text{Cant.inst}_i \times \text{Cant.ciclos}_i)}{\text{Cant.inst}_i} \quad \dots \rightarrow \quad \text{CPI} = \frac{3 * 1 + 2 * 2 + 1 * 3}{3 + 2 + 1} = \frac{10}{6} = 1,66$$

i = representa cada tipo de instrucción

¿Qué significa?

Que cada instrucción del programa tarda en promedio 1,66 ciclos



Existen otras frecuencias
ej.: **Frecuencia cardiaca:**
indica la cantidad de veces
que el corazón late **por**
minuto.

Calcular las **instrucciones por segundo (IPS)** sabiendo que el procesador trabaja a **5 Hz**.

Tipo de Instrucciones	Cantidad de Instrucciones	Ciclos por instrucción
Resta/Suma	3	1
Asignación	2	2
Salto	1	3

Recuento de instrucciones **6**
Total de ciclos para el programa **10**

$$\text{CPI } \frac{10}{6} = 1,66$$

$$\text{IPS} = \frac{\text{Frecuencia de reloj (Hz)}}{\text{CPI}}$$

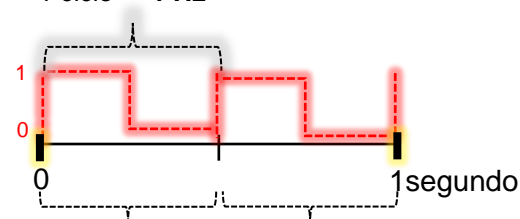
CPI

Los hercios o **hertz (Hz)** es una unidad medida que indica la frecuencia de ciclos de reloj en **un segundo**.

$$\text{Hz} = 1 / \text{Duración de ciclo} \quad \text{Duración de ciclo} = 1 / \text{Hz}$$

Recíprocos: inversamente proporcional

1 ciclo = 1 Hz



Duración de ciclo \rightarrow 0,5 segundos 0,5 segundos

$$\text{Hz} = 1 / 0,5 \text{ seg.} = 2 \text{ Hz}$$

A partir del programa anterior podemos calcular las **instrucciones por segundo (IPS)** sabiendo que el procesador trabaja a 5 Hz.

Tipo de Instrucciones	Cantidad de Instrucciones	Ciclos por instrucción
Resta/Suma	3	1
Asignación	2	2
Salto	1	3

6

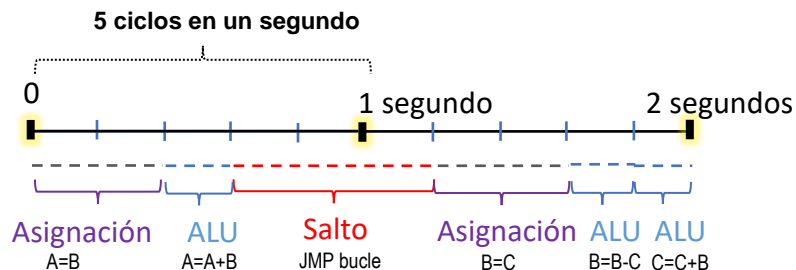
Recuento de instrucciones

10

Total de ciclos para el programa

$$\text{CPI} \frac{10}{6} = 1,66$$

$$\text{IPS} = \frac{\text{Hz}}{\text{CPI}} = \frac{5 \text{ Hz}}{1,66} = 3,01 \text{ segundos}$$



Las IPS también se pueden calcular:

$$\text{IPS} = \frac{\text{Recuento de instrucciones}}{\text{Tiempo ejecución del programa}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ segundos}$$

Si el procesador trabajaría a 10 MHz (MegaHertz)

10 MHz = $10 * 10^6 = 10.000.000$ ciclos por segundos

$$\text{MIPS} = \frac{\text{Hz}}{\text{CPI} * 10^6} = \frac{10 * 10^6}{1,66 * 10^6} = 6,02 \text{ millones de instrucciones por segundos}$$

A partir del programa anterior podemos calcular el **tiempo de CPU**.

Tipo de Instrucciones	Cantidad de Instrucciones	Ciclos por instrucción
Resta/Suma	3	1
Asignación	2	2
Salto	1	3

6

Recuento de instrucciones

10

Total de ciclos para el programa

$$\text{CPI} = \frac{10}{6} = 1,66$$

$$\text{Tiempo CPU} = \frac{\text{Ciclos de reloj para un programa}}{\text{Hz}} = \frac{10}{5} = 2 \text{ segundos}$$

Tiempo de CPU también se pueden calcular:

$$\text{Tiempo CPU} = \text{Duración de un ciclo} * \text{Ciclos de reloj para un programa}$$

$$\text{Tiempo CPU} = 0,2 * 10 = 2 \text{ segundos}$$

Tiempo de CPU también se pueden calcular en base al CPI:

$$\text{Tiempo CPU} = \frac{\text{CPI} * \text{RI}}{\text{Hz}} = \frac{9,96}{5} = 1,99 \text{ seg.}$$

o

$$\text{Tiempo CPU} = \text{Duración de un ciclo} * \text{CPI} * \text{RI} = 0,2 * 9,96 = 1,99 \text{ seg.}$$

$$\text{CPI} = \frac{\text{Ciclos de reloj para un programa}}{\text{Recuento de instrucciones (RI)}} =$$

$$\text{Ciclos de reloj para un programa} = \text{CPI} * \text{RI} = 1,66 * 6 = 9,96$$

Preguntas?