

# Sistemas de Computação

Mestrado Integrado em  
Engenharia de Telecomunicações e Informática

2020/2021

## Desempenho (I)

- Medidas de desempenho
  - Como se mede o desempenho de um sistema?
  - Qual a importância de medir o desempenho?
  - Para que serve?

## Desempenho (II)

- Medida da capacidade de resposta de um sistema
- Medidas de desempenho ou *benchmarks*
  - Objetivo: quantificar o desempenho de um sistema ou de componentes específicos de um computador
  - Importância?
  - A quantificação precisa do desempenho de determinados componentes só é possível mediante a utilização de equipamento especializado que os isole do restante equipamento
    - Alternativa é usar sistemas baseados em software que não sendo tão exactos como um banco de testes dedicado, podem dar boas indicações do desempenho

## Desempenho (III)

- Para quê?
  - Identificar pontos de contenção e/ou de desperdício de um sistema
  - Avaliar múltiplas alternativas de projeto e/ou implementação de uma aplicação
  - Determinar configuração ótima dos parâmetros de um sistema
  - Fazer previsão de desempenho em função do crescimento da carga
  - Planeamento de capacidade
  - Validação (identificação de erros de implementação)
- Aspeto chave no desenho, compra e uso de um sistema de computação

## Desempenho (IV)

- Tipos de medidas de desempenho
  - **Sintéticas** – são utilizadas um conjunto de operações de baixo nível (instruções do processador, acessos a memória, etc.) que pretendem ser representativas das operações de baixo nível realizadas pelas aplicações comuns.
  - **Baseadas em aplicações** – são executadas operações em aplicações reais (formatação de uma página, ordenação de registos, desenho de um gráfico a partir de um conjunto de dados)
- SPEC- *Standard Performance Evaluation Corporation* – organização que estabelece normas de avaliação de medidas de desempenho



Fonte da imagem: By Source, Fair use, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=21405831>

## Desempenho (V)

- Tarefa complexa
- Ambientes complexos e dinâmicos
  - Sistema = hardware + SO + aplicações
  - Surgimento de novas aplicações
  - Arquiteturas paralelas, *multi-core*
- Dependência da carga
  - Comportamento do utilizador é imprevisível
  - Mudanças drásticas
- Requisitos (QoS)
  - *Service Level Agreement* (SLA)
- Custo
  - Quanto custa não ter o sistema a funcionar conforme é desejado?

# Desempenho (VI)

- Desempenho da CPU

$$\begin{aligned} \text{Tempo de CPU} &= N^{\circ} \text{ Ciclos do } \textit{Clock} \times \text{Período do } \textit{Clock} \\ \text{ou} \\ \text{Tempo de CPU} &= N^{\circ} \text{ Ciclos do } \textit{Clock} \div \text{Frequência do } \textit{Clock} \end{aligned}$$

- Optimizar (baixar) o tempo de CPU: diminuir o número de ciclos de *clock* e/ou aumentar a frequência do *clock*
- $N^{\circ} \text{ de Ciclos de } \textit{Clock} = N^{\circ} \text{ de instruções} \times \text{CPI}$  (média de **C**iclos de *clock* **P**or **I**nstrução)

$$\textit{TempoCPU} = \frac{N^{\circ} \text{ Instruções} \times \text{CPI}}{\textit{FrequenciaClock}}$$

- $N^{\circ}$  de instruções depende da organização da arquitectura
- CPI depende, sobretudo, de detalhes de implementação, incluindo:
  - organização da memória
  - estrutura do processador
  - natureza do programa -> tipos distintos de instruções

# Desempenho (VII)

- Desempenho da CPU – Métricas “clássicas”

- kIPS - thousand Instructions Per Second
- MIPS - Million Instructions Per Second
- GIPS - Giga Instructions Per Second
- MOPS - Million Operations Per Second

# Desempenho (VIII)

- MIPS (Million Instructions Per Second)

- Para uma máquina em particular, mede apenas o número de instruções que são executadas, por unidade de tempo (não conta com o facto da arquitectura exigir programas maiores ou menores!)
- Varia entre diferentes programas, na mesma máquina
- Mas é simples de entender: “máquinas rápidas MIPS elevados”
- MIPS de pico - assumindo um conjunto de instruções com CPI mínimo (irrealista)
- Alguns exemplos:

| Processador                        | IPS                                  | Ano  |
|------------------------------------|--------------------------------------|------|
| Intel 8080                         | 640 kIPS em 2 megahertz              | 1974 |
| Intel 486DX                        | 54 MIPS em 66 megahertz              | 1992 |
| Intel Pentium Pro                  | 541 MIPS em 200 megahertz            | 1996 |
| Intel Pentium III                  | 1354 MIPS em 500 megahertz           | 1999 |
| Pentium 4 Extreme Edition          | 9726 MIPS em 3.2 gigahertz           | 2003 |
| AMD Athlon 64 3800+ X2 (Dual core) | 14,564 MIPS at 2.0 GHz               | 2005 |
| Intel Core i7 920 (Quad core)      | 82,300 MIPS at 2.66 (Turbo 2.93) GHz | 2008 |
| Intel Core i7 875K                 | 92,100 MIPS at 2.93 GHz              | 2011 |

- MFLOPS (Million Floating-point Operations Per Second)

- Apenas aplicável a aplicações de cálculo científico


# Desempenho (IX)


- Escolha de programas para avaliar desempenho

- *Workload* - conjunto de programas que um utilizador executa regularmente
- *Benchmarks* - conjunto de programas (*workload*) para avaliar o desempenho, e que o utilizador supõe representativos do *workload* real
  - Aplicações reais extraídas do domínio das aplicações numa determinada área
  - É possível viciar resultados, implementando optimizações específicas para certos *benchmarks*

# Desempenho (X)

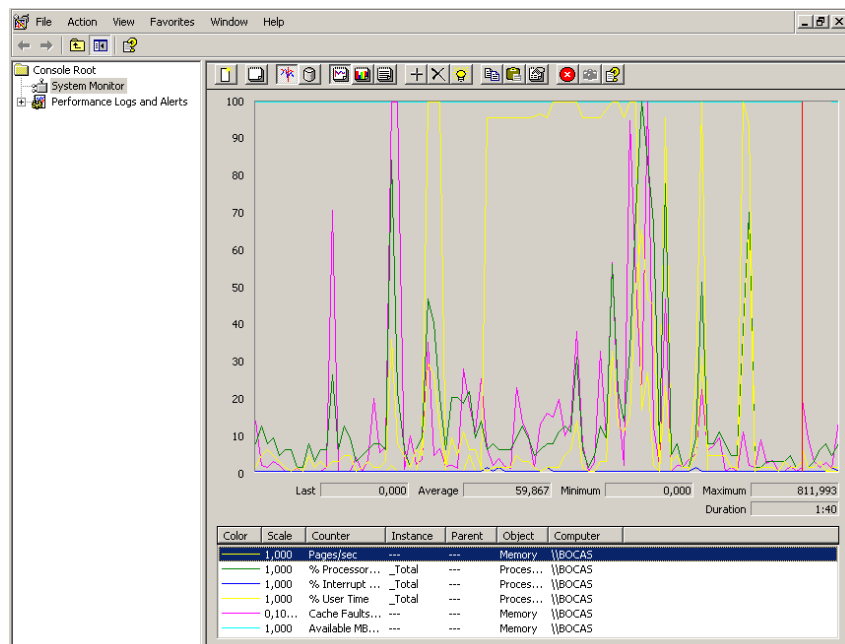
Qual será o  
“melhor” sistema?

| Component          | What is rated                               | Subscore | Base score   |
|--------------------|---|----------|--|
| Processor:         | Calculations per second                     | 6,5      | <br>Determined by lowest subscore |
| Memory (RAM):      | Memory operations per second                | 7,0      |  |
| Graphics:          | Desktop performance for Windows Aero        | 6,4      |  |
| Gaming graphics:   | 3D business and gaming graphics performance | 6,4      |  |
| Primary hard disk: | Disk data transfer rate                     | 5,9      |  |

| Component          | What is rated                               | Subscore | Base score   |
|--------------------|---|----------|--|
| Processor:         | Calculations per second                     | 5,6      | <br>Determined by lowest subscore |
| Memory (RAM):      | Memory operations per second                | 5,5      |  |
| Graphics:          | Desktop performance for Windows Aero        | 3,9      |  |
| Gaming graphics:   | 3D business and gaming graphics performance | 3,8      |  |
| Primary hard disk: | Disk data transfer rate                     | 7,3      |  |

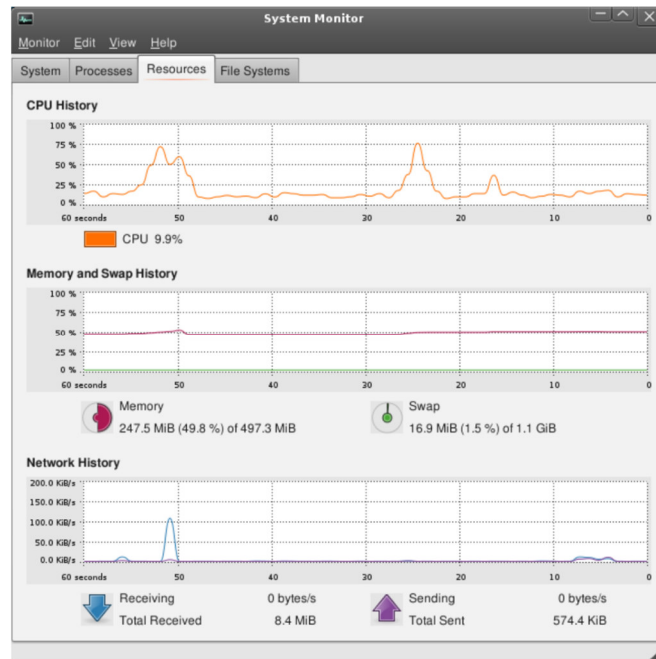
# Desempenho (XI)

**Performance Monitor** do Windows



# Desempenho (XII)

## ***System Monitor*** do Linux



# Desempenho (XIII)

- Software de medição de desempenho
  - SiSoftware Sandra
  - PerformanceTest da PassMark software
  - CPU-Z
  - 3DMark
  - OpenSourceMark
  - PC Mark
  - Bonnie++

# Desempenho (XIV)

- Razão qualidade/preço
  - A classificação máxima tanto pode ser atribuída a um sistema muito barato como a um muito caro.
  - Revistas da especialidade usam, por vezes, as médias obtidas em várias subclassificações:
    - Desempenho
    - Relação qualidade/preço
    - Características

## Elementos a considerar num S.C.

- Características
  - Garantia
  - Processador – tecnologia, calor gerado,...
  - Placa mãe – extras incluídos, estabilidade e capacidade de *overclocking*
  - Memória – quantidade (disponível e máxima) e qualidade
  - Monitor – tipo, dimensão e qualidade de imagem
  - Placa gráfica – extras (saída TV, entrada vídeo, interface digital, suporte para 2º monitor) e tecnologias suportadas (DirectX, OpenGL, etc.)
  - Placa de som – qualidade do som, API suportada (DirectSound, EAX, A3D,...)
  - Disco rígido – capacidade, barramento/interface, número de rotações, etc.
  - Drives ópticas – tipo (leitor/gravador de CDs/DVSs/BD), barramento/interface
  - Conectividade externa – portas USB, IEEE 1394, rede, etc.
  - Rato e teclado – ergonomia, tipo, qualidade global
  - Colunas de som – qualidade de som, número de satélites, *subwoofer*
  - Outros componentes - Placas TV, captura de vídeo, etc.
  - Software fornecido – Sistema operativo, antivírus, aplicações diversas
  - Qualidade de construção e capacidade de actualização ou expansão – qualidade da caixa, arrumação dos componentes, circulação de ar, número de *slots*/baías disponíveis
  - Design