

Sistemas Operacionais I

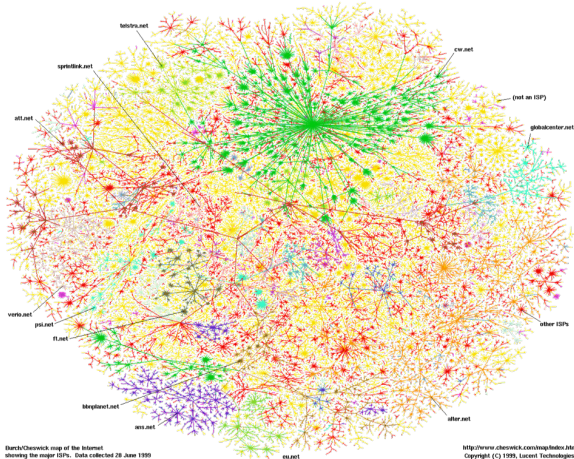
Profa. Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco
kalinka@icmc.usp.br

Universidade de São Paulo

Agosto de 2020

O Artefato mais Transformador da Civilização Humana

Mapa da Internet em 1999

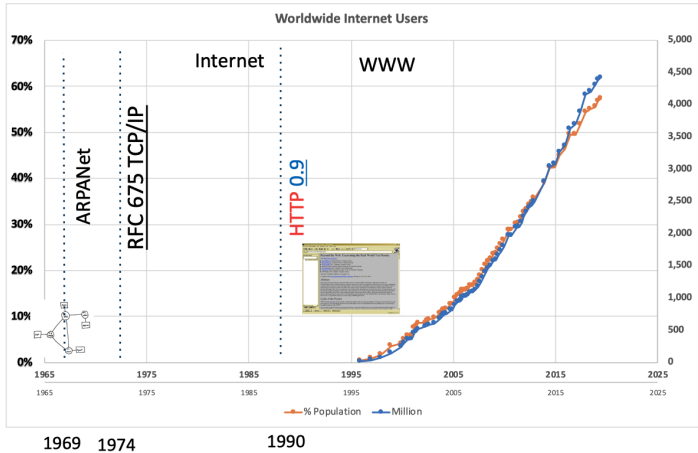


O Artefato mais Transformador da Civilização Humana

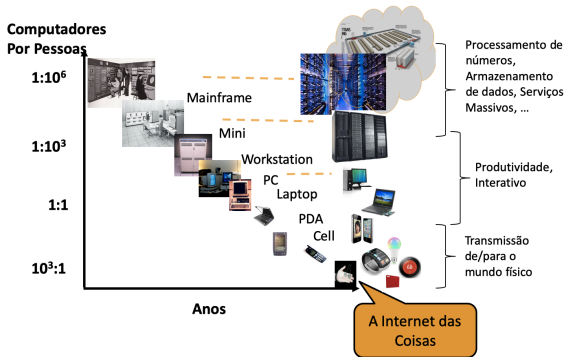
Mapa da Internet em 2020



<https://internet-map.net/>



**Bell's Law:
Nova classe de
computadores
a cada 10 anos.**



L1 cache reference	0.5 ns
Branch mispredict	5 ns
L2 cache reference	7 ns
Mutex lock/unlock	25 ns
Main memory reference	100 ns
Compress 1K bytes with Zippy	3,000 ns
Send 2K bytes over 1 Gbps network	20,000 ns
Read 1 MB sequentially from memory	250,000 ns
Round trip within same datacenter	500,000 ns
Disk seek	10,000,000 ns
Read 1 MB sequentially from disk	20,000,000 ns

- Disponibiliza o incrível avanço na tecnologia para um número de aplicativos em rápida evolução;
 - Fornece abstrações consistentes para aplicativos, mesmo com *hardwares* diferentes;
 - Gerencia o compartilhamento de recursos entre os vários aplicativos.
- Os principais blocos;
 - Processo;
 - *Threads*, simultaneidade, programação, coordenação, espaços de endereço;
 - Proteção, isolamento, compartilhamento, segurança, comunicação, Protocolos;
 - Armazenamento persistente, transações, consistência, resiliência;
 - Interfaces para todos os dispositivos.

Exemplo: O que há em uma consulta?

- Interação complexa de vários componentes em vários domínios administrativos diferente...
 - Sistemas, serviços, protocolos, etc..

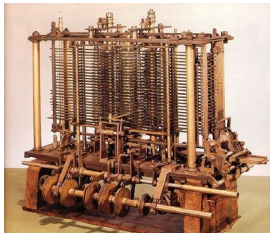
Mini *FlashBack* e Novidades

- A evolução dos sistemas operacionais está relacionada ao desenvolvimento de equipamentos cada vez mais velozes, compactos e baratos, e a necessidade de aproveitamento e controle desses recursos.
 - Geração Zero - 1642-1045;
 - 1^a Geração - 1945 - 1955;
 - 2^a Geração - 1955 - 1965;
 - 3^a Geração - 1965 - 1980;
 - 4^a Geração - 1980 - 1990;
 - 5^a Geração - 1990 - .

Geração Zero - 1962 - 1945

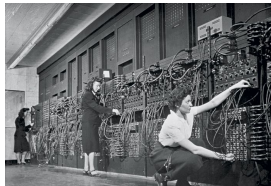
- Blaise Pascal - Primeira máquina de calcular;
- Leibniz - Máquina que permitia realizar multiplicação e divisão;
- Computadores mecânicos (máquina diferencial, máquina analítica);
- Máquinas baseadas em relés.

Sem Sistemas Operacionais



1ª Geração - 1945 - 1955

- Válvula;
- Único Grupo;
 - Projeto, construção, operação e manutenção.
- Utilizado para cálculos numéricos repetitivos;
- Máquina de Von Neumann;
- Nenhum Sistema Operacional;
- Instruções por fios e válvulas;
- Operador = Programador;
- Ex. ENIAC (**E**letronic **N**umerical **I**ntegrator **A**nd **C**omputer)

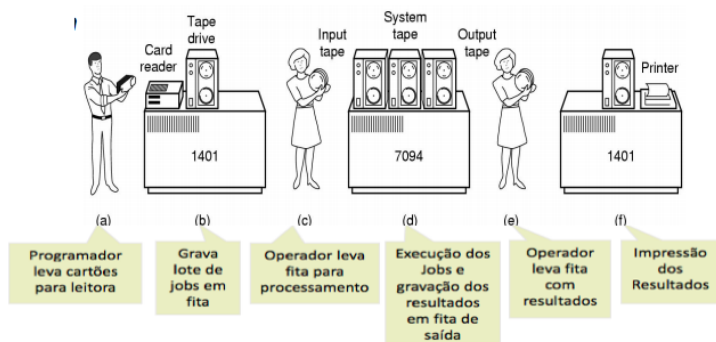


2ª Geração - 1955 - 1965

- Transistores;
 - Os computadores tornaram-se confiáveis a ponto de serem comercializados.
- Alto custo;
- *Batch*;
 - Cartões perfurados;
 - Reduzia o tempo desperdiçado.
- Fortran ou linguagem de montagem;
- Cálculos científicos

2ª Geração - 1955 - 1965

- Sistemas em *Batch* (lote)



3^a Geração - 1965 - 1980

- Diminuição dos custos de aquisição e utilização;
- Processamento científico (palavra) x Processamento Comercial (caractere);
- Aparecimento de máquinas mais compactas com compatibilidade de software (Sistema 360) e circuitos integrados, ainda caras com lentidão de operação;
- Melhor utilização do hardware, ainda com dificuldade de depuração dos erros, utilização dos conceitos de gerenciamento e proteção de memória, interrupções, canais de E/S, *buffers*, *spool*, *multiprogramação*, *time-sharing*;
- Conceito de performance, *jobs* com execução rápida e estabelecimento de concorrência, **com os Sistemas Operacionais rodando em várias máquinas**, um terminal para cada usuário, dados *on-line* e com tempo de resposta razoável.

3ª Geração - 1965 - 1980

- CIs - Viabilização do uso dos sistemas computacionais;
 - Diminuição dos custos de aquisição e utilização.
- Multiprogramação
 - A memória foi dividida para permitir que enquanto um programa esperasse por uma operação de leitura/gravação o processador possa executar outro programa;
 - *Spooling* (*Simultaneous Peripheral Operation On Line*)
 - Capacidade de ler *jobs* de cartão direto para o disco;
 - Alteração de ordem de execução das tarefas, até então sequencial.
- *Time-sharing*
 - Cada programa utiliza o processador em pequenos intervalos de tempo;
 - Mesmo com o surgimento de novas tecnologias, o tempo de processamento ainda era crítico. Para corrigir um erro de programação, por exemplo, o programador poderia levar horas pois cada *job* era tratado dentro de um mesmo *lote*;
 - Com o *time Sharing* cada usuário tem um terminal *on-line* à disposição e tem a sensação de possuir um computador apenas para ele.

3ª Geração - 1965 - 1980

- Multiprogramação

- Aplicações que eram CPU-Bound não tinham problema com relação ao tempo que precisava esperar para realizar E/S;
- Aplicações que eram IO-Bound gastavam de 80 a 90% do tempo realizando E/S
 - Enquanto isso, a CPU ficava esperando parada.
- A multiprogramação divide a memória em diversas partes e aloca a cada uma desses um *job*. Com isso mantém-se na memória, simultaneamente uma quantidade de *jobs* suficiente para ocupar 100% do tempo do processador, diminuindo a ociosidade. **Hardware é que protegia cada um dos *jobs* contra acessos indevidos de outros *jobs*.**

- Problema

- Máquinas separadas para E/S e processamento e operadores andando entre as máquinas.

- Solução

- *Spooling* - Assim que um *job* terminava, o SO já alocava o novo à uma partição livre da memória, direto do disco.

4^a Geração - 1980 - 1990

- VLSI - *Very Large Scale Integration*;
- Primeiros computadores pessoais;
- PC, DOS, UNIX;
- Microcomputadores;
- Redes de Computadores;
- Cada máquina possuía um Sistema Operacional diferente - Sistemas Operacionais de propósito geral.
 - MULTICS;
 - UNICS;
 - DOS;
 - MAC OS;
 - WINDOWS.

5^a Geração - 1990 -

- Processamento distribuído;
 - Funções espalhadas por vários processadores por meio de redes de computadores.
- Novas interfaces;
- Linguagens;
- Comunicação.

5ª Geração - 1990 -

- Sistemas Operacionais Distribuídos;
 - Apresentam-se como um sistema operacional centralizado, mas que, na realidade, tem suas funções executadas por um conjunto de máquinas independentes.
- Sistemas Operacionais de Redes
 - Usuários conhecem a localização dos recursos que estão utilizando e não têm uma visão de um sistema centralizado.

5ª Geração - 1990 -

- Sistemas Operacionais de Tempo Real;
 - Gerenciamento de tempo;
 - Gerenciamento de processos críticos (aviões, caldeiras, carros, etc);
 - RTLinux (Real Time Linux).
- Sistemas Operacionais para Sistemas Embarcados
 - Telefones, aparelhos eletrodomésticos, PDAs, carros, etc.

Atualidades

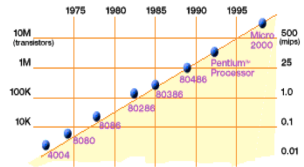
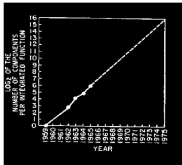
- Sistemas Operacionais Orientados a Objetos;
 - Reúso;
 - Interface orientada a objetos.
- JavaOs
 - Portabilidade.
- ChromeOS
 - ChromeOS é um sistema operacional desenvolvido pelo Google, lançado em 2010, baseado no núcleo do Linux e usa o navegador de internet Google Chrome como interface de usuário, suportando primariamente aplicativos da web.
- Regata OS
 - Sistema Operacional Brasileiro - trata placas híbridas em sistemas Linux (Fique de Olho!!!)

O que faz um Sistema Operacional tão Desafiador e Excitante?

- 1 Evolução do Hardware;
- 2 Complexidade de Gerenciamento.

O que faz um Sistema Operacional tão Desafiador e Excitante?

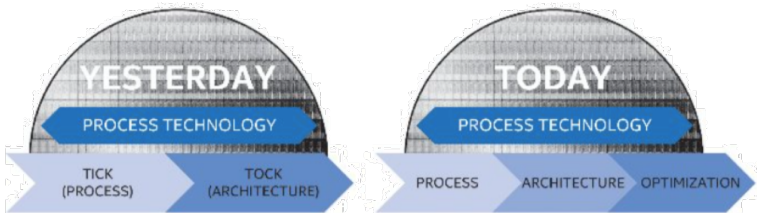
- 1 **Evolução do Hardware;**
- 2 Complexidade de Gerenciamento.



2X transistors/Chip Every 1.5 years

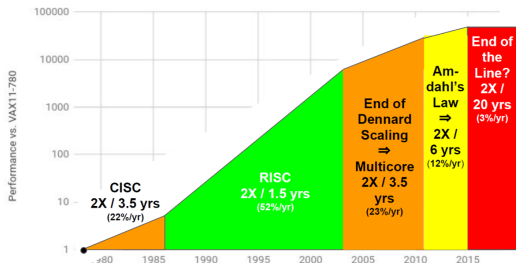
- Gordon Moore (co-fundador da Intel) - previu em 1965 que a densidade do transistor de *chips* semicondutores dobraria aproximadamente a cada 18 meses;
- Os microprocessadores tornaram-se menores, mais densos e mais poderosos.

Mas a Lei de Moore teve um Fim..



- Lei de Moore (oficialmente) acabou - Fevereiro de 2016;
 - Não se tem mais 2 transistores/chip a cada 18 meses; nem ao menos 24 meses;
- Pode ter apenas 2-3 plantas de fabricação de geometrias menores (ainda restantes);
 - Intel e Samsung e/ou TSMC
- Fornecedores migrando para chips empilhados 3D;
 - Mais camadas nas geometrias antigas.

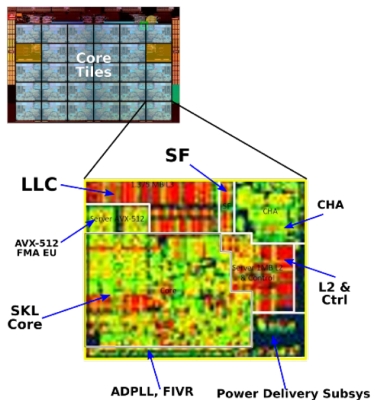
40 years of Processor Performance

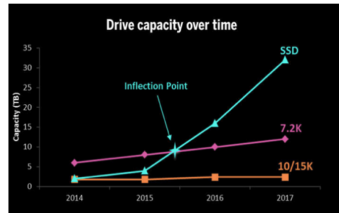
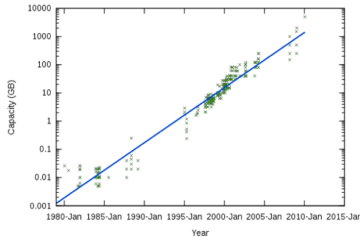


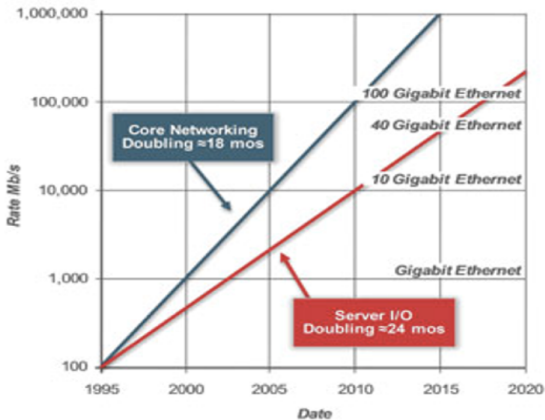
Based on SPECintCPU. Source: John Hennessy and David Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 6/e, 2018

- Bill Joy, em 1983, afirma que o pico de velocidade do computador dobra a cada ano e isso é dado por uma função simples de tempo.
- Isso causou uma mudança em direção aos *chips* de muitos núcleos;
- O paralelismo deve ser explorado em todos os níveis.

- Mais de 28 Cores, 58 *Threads*;
 - 694mm² de tamanho de dado (estimado)
- Muitas instruções diferentes;
 - Segurança, Gráficos
- Caches on chip;
 - L2: 28MiB;
 - L3 compartilhada: 38.5 MiB (não-inclusiva);
 - Coerência de Cache baseada em diretório.
- Rede;
 - Interconexão de malha no *chip*;
 - A rede rápida fora do *chip* suporta diretamente 8 chips conectados.
- DRAM/Chips
 - Até 1,5 TiB;
 - Memória DDR4.







(source: <http://www.ospmag.com/issue/article/Time-Is-Not-Always-On-Our-Side>)

Não somente Computadores/Servidores Estão Conectados



Sistemas
Operacionais



Profa.
Kalinka
Branco

- Smartphones;
- Tablets;
- Notebooks;
- Relógios;
- Torradeiras;
- Câmeras... etc.. etc..;
- Então....



74

- O mundo é um vasto sistema distribuído
 - Microprocessadores em todos os lugares;
 - Ampla infraestrutura por tras deles.
- Serviços seguros, escaláveis e confiáveis;
- Bancos de Dados; Coleção de informações; Armazenamento remoto; Jogos *on-line*; Comércio eletrônico; etc.

O que faz um Sistema Operacional tão Desafiador e Excitante?

Sistemas
Operacionais

|

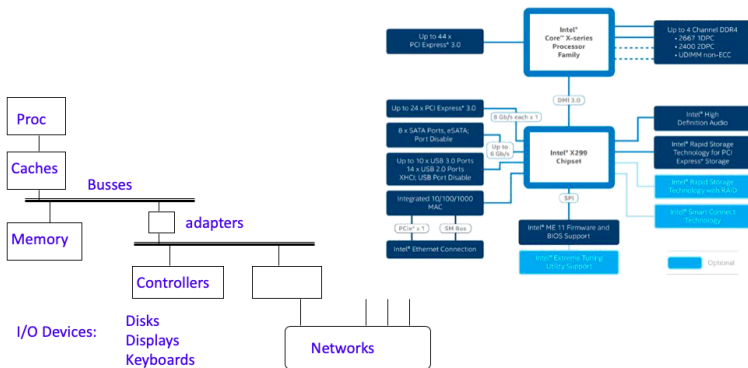
Profa.
Kalinka
Branco

- 1 Evolução do Hardware;
- 2 **Complexidade de Gerenciamento.**

- Aplicações que consistem de:
 - ...uma variedade de módulos de softwares que...
 - ...executado em uma variedade de dispositivos (máquinas) que...
 - ...implementar diferentes arquiteturas de hardware...
 - ...execute aplicativos concorrente
 - ...falham de maneira inesperada
 - ... pode estar sob uma variedade de ataques.
- Não é viável testar o software para todos os ambientes e combinações possível de componentes e dispositivos:
 - A questão não é se existem *bugs*, mas como eles são gerenciados.

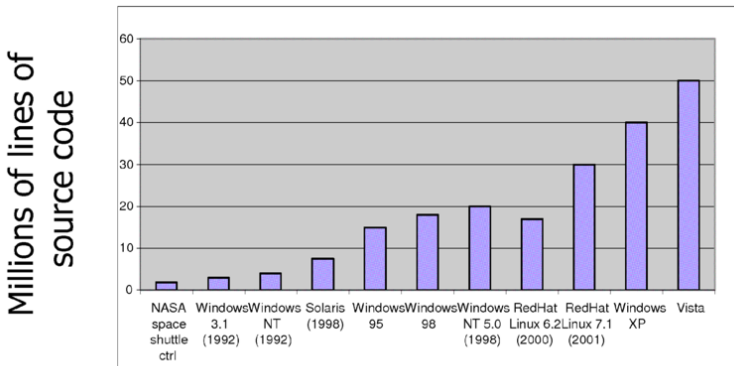
Funcionalidade do Hardware vem com a Complexidade

Intel Skylake-X (Configuração de E/S).



Funcionalidade do Software vem com a Complexidade

O software tem se tornando mais complexo com o passar do tempo.

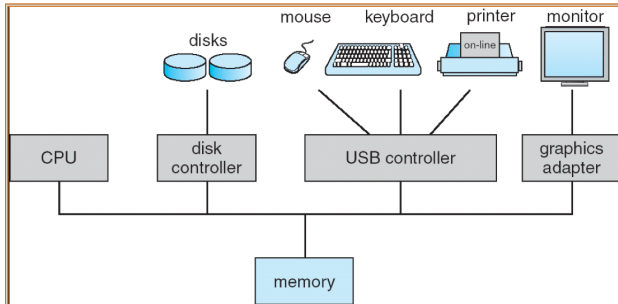


From MIT's 6.033 course

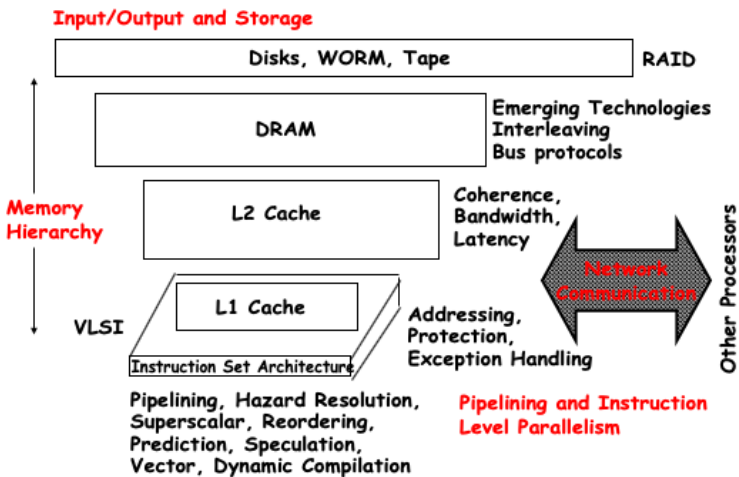
- O programador precisa escrever um único programa que execute muitas atividades independentes?
- Todo programa precisa ser alterado para cada peça de hardware?
- Um programa defeituoso trava tudo?
- Cada programa tem acesso a todo o hardware?

GRAÇAS AO SISTEMA OPERACIONAL NÃO

- Operação um Sistema Computacional;
 - Uma ou mais CPU, controladores de dispositivos se conectam por meio de barramento comum fornecendo acesso á memória compartilhada;
 - Execução simultânea de CPUs e dispositivos competindo por ciclos de memória.



Exemplos de Tópicos de Arquitetura de Computadores

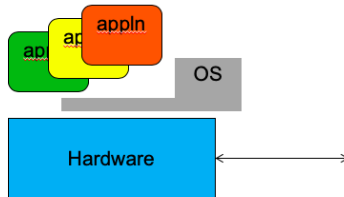


O que é um Sistema Operacional?

- Provavelmente:
 - Gerência de Memória;
 - Gerência de Entrada/Saída;
 - Escalonamento de CPU;
 - Comunicação? (O e-mail pertence ao sistema operacional?)
 - Multitarefa/multiprogramação/
- A respeito de:
 - Sistema de Arquivos
 - Suporte Multimídia
 - Interface de Usuário;
 - Navegador de Internet
- E isso tudo, é interessante só para acadêmicos???

- Nenhuma definição aceita universalmente;
- "Tudo que um fornecedor envia quando você solicita um "sistema operacional" é uma boa aproximação - Mas varia muito...;
- "Único programa em execução o tempo todo no computador é o **Kernel**";
 - Todo o resto é um programa de sistema (vem como sistema operacional) ou um é um programa de aplicativo.

- Camada especial de software que fornece acesso de software aplicativo a recursos de hardware;
- Abstração conveniente de dispositivos de hardware complexos;
- Acesso protegido a recursos compartilhados;
- Segurança e autenticação;
- Comunicação.



- Um programa que atua como um intermediário entre os usuários e o hardware [Silberschatz 1997].
- Um conjunto de programas que controla os recursos do computador e provê a base sobre a qual as aplicações são escritas [Tanenbaum 1992].
- Software responsável por gerenciar dispositivos que compõem um sistema computacional e realizar a interação entre o usuário e esses dispositivos.

- O que torna algo um sistema?
 - Várias partes inter-relacionadas
 - Cada um interage potencialmente com os outros.
 - Robustez requer uma mentalidade de engenharia
 - Tratamento meticuloso de erros, defesa contra usuários mal-intencionados ou descuidados;
 - Tratar o computador como uma máquina de concreto, com todas as suas limitações e possíveis casos de falha.
- A programação do sistema é uma parte importante deste curso!!!



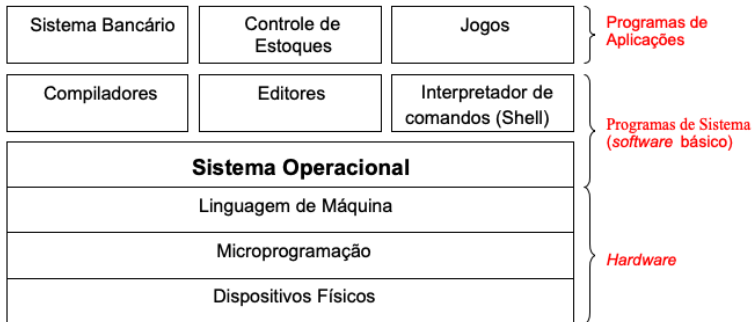
Switchboard Operator



Computer Operators



Operating System



Sistema de Computador é composto de Hardware, programas de sistema e programas de aplicação.

- Dispositivos Físicos
 - São os chips de circuito integrado, fios, fontes de alimentação, tubos de raios catódicos, etc..
- Micro arquitetura
 - Dispositivos físicos agrupados para formar unidades funcionais;
 - CPU - Processamento;
 - ULA (Unidade Lógica Aritmética) - Operações Aritméticas. Essas operações podem ser controladas por software (micro programas) ou por circuitos de hardware.

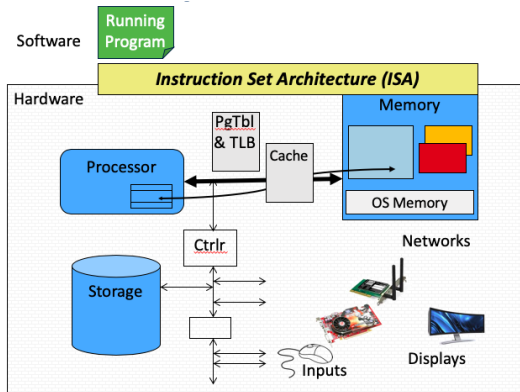
- Micro código
 - Software bastante primitivo, composto por conjunto de microprogramas, usualmente gravados em uma memória do tipo *read-only*;
 - É um interpretador que busca as instruções de máquina na memória principal (ADD, MOVE, JUMP, ...), gerando o conjunto de sinais de controle necessários à execução de tais instruções de hardware.

- Linguagem de máquina
 - Conjunto de instruções que o microcódigo interpreta;
 - Composta por um conjunto de 50 a 300 instruções;
 - A maioria das quais movimenta dados dentro da máquina;
 - realiza operações aritméticas e compara valores;
 - Baixo nível de abstração (Assembly).
- Sistema Operacional
 - Esconde a complexidade do hardware (oferece ao programador um conjunto de instruções mais convenientes para o desenvolvimento do seu trabalho);
 - É a porção de software que roda **modo kernel** ou **modo supervisor** (protege o hardware da ação direta do usuário final da máquina).

- Programas do Sistema
 - Ferramentas utilizadas para o desenvolvimento dos programas de Aplicação do Sistema
- Programas de Aplicações
 - Programas escritos pelos usuários par resolver problemas específicos (processamento comercial de informações; cálculo científico; jogos eletrônicos..)

- Sistema Operacional
 - Roda em **modo kernel ou supervisor** - o programa tem acesso ao hardware.
- Programas do Sistema ou da Aplicação
 - Rodam em **modo usuário**
 - Tem acesso somente a determinadas regiões de memória;
 - Não podem acessar dispositivos diretamente;
 - Precisam pedir para o SO quando necessitam de alguma tarefa especial;
 - Garante que os programas dos usuários não acabem por invadir áreas de memória do sistema operacional e "travem" o sistema;
 - Possibilita que programas de diferentes usuários estejam rodando na memória da máquina, de forma que um usuário não consiga interferir nos programas do outro..

- Tudo que você estudou em Organização e Arquitetura de Computadores...
- O Sistema Operacional abstrai da aplicação os detalhes do hardware!



- Executar programas de usuário para solucionar seus problemas mais facilmente
- Tornar o computador conveniente ao uso
- Utilizar o hardware de maneira eficiente
- Compartilhar os recursos de um sistema computacional entre os vários usuários

- Facilidade para criação de programas
 - Editores, compiladores, depuradores e linkeditores
- Execução de programas
 - Carga e inicialização de arquivos e E/S
- Acesso controlado a arquivos
 - Formas e formatos específicos de E/S
- Acesso ao sistema
 - Proteção de acesso aos recursos e dados
 - Contenção no uso de recursos compartilhados
- Contabilização de uso
 - Estatísticas de uso e parâmetros de desempenho

- Detecção de erros
 - Erro de Hardware (erro de memória, falha de dispositivo)
 - Erro de Software (estouro aritmético, acesso não permitido)
 - Inabilidade do SO em garantir resposta
- Tratamento do erro
 - Simplesmente reporta o erro ao aplicativo;
 - Repete a operação;
 - Aborta a operação.

Vamos ao que realmente interessa!!!!!!