

Sistemas Embarcados

Linux Kernel

Inicialização do Sistema

I/Os

Linux Kernel

- Arquitetura Genérica de um Sistema Embarcado com Linux
 - Normalmente com suporte para CPUs de 32-bits com MMU (Memory Management Unit)
 - RAM suficiente.
 - I/O (Entradas e Saídas) suficientes para o uso. Para desenvolvimento no *target*, devem pelo menos oferecer suporte para *Debug* ou verificação de problemas em produção.
 - O kernel deve ser capaz de dar boot através de um sistemas de arquivos (root) ou através de rede.

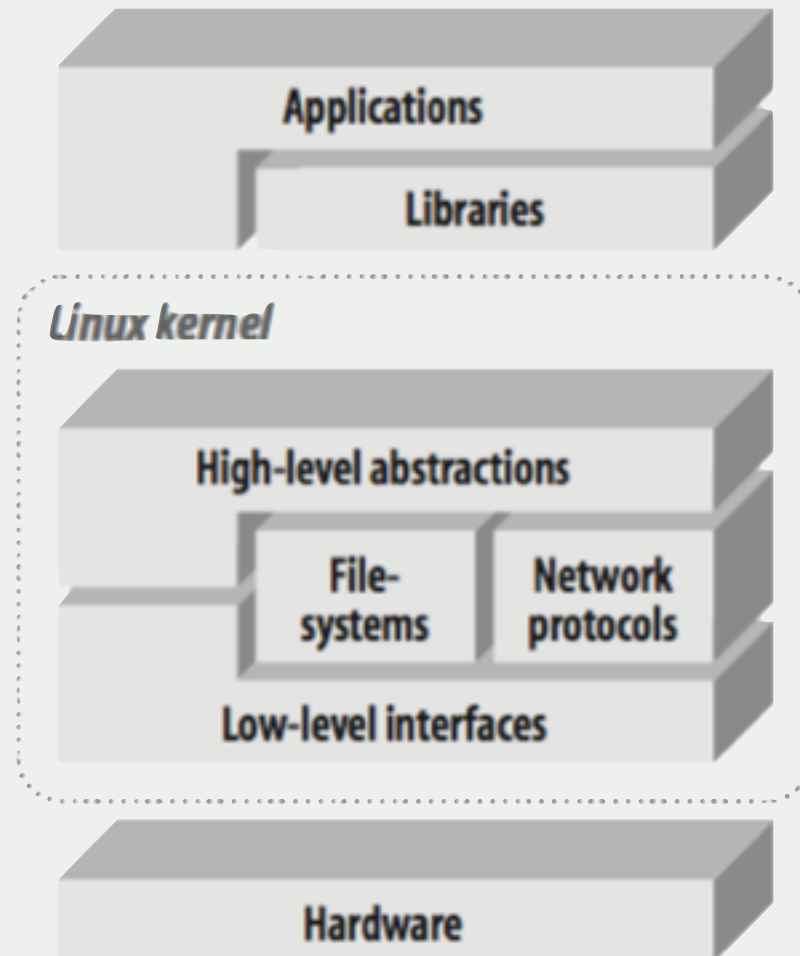
Linux Kernel

- **Kernel**
 - Deve gerenciar o hardware (baixo nível) e prover abstrações de alto nível para programas em modo usuário.
 - Dispositivos
 - Acesso de I/O (Entradas/Saídas)
 - Controle de processos (Escalonamento)
 - Compartilhamento de Memória
 - Sinais
 - etc.

Linux Kernel

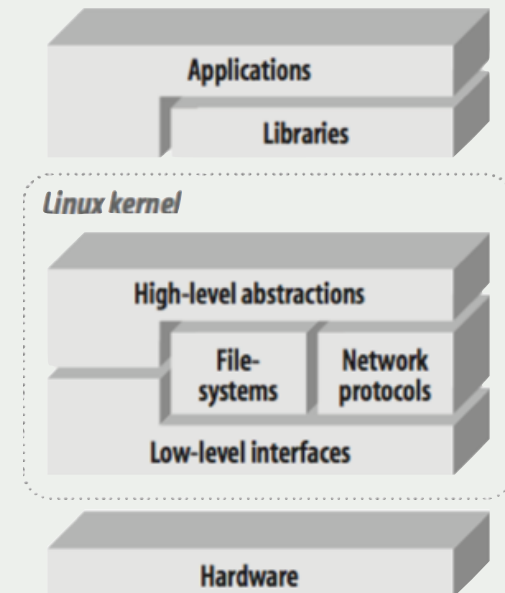
- **Kernel**
 - Através da abstração do kernel é que é possível que aplicações possam rodar em plataformas com hardware diferente desde que se use o mesmo kernel.

Linux Kernel



Linux Kernel

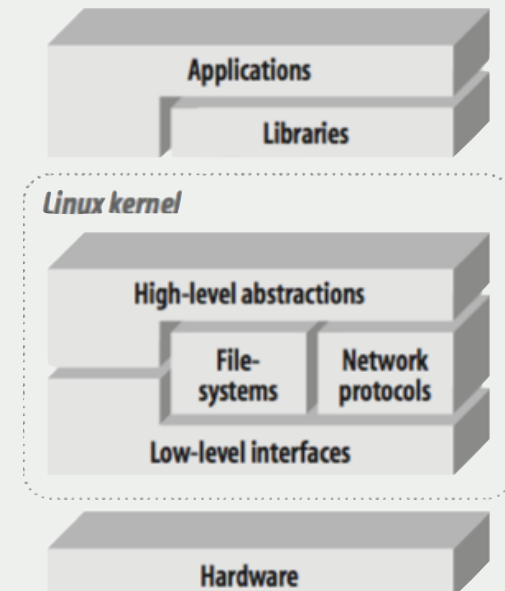
- ***Interfaces de baixo-nível (Low-Level interfaces)***
 - Específicas para cada configuração de hardware
 - Tem controle direto do hardware
 - Provém APIs independentes de hardware para as próximas camadas (registers, paging, etc) - Ex: controle de registradores e paginação de memória funcionam diferente no x86 e ARM.
 - Operações específicas de CPU e memória
 - Interfaces básicas para os dispositivos (devices)



Linux Kernel

- ***Componentes de Alto-nível (High-level components)***
 - Processos
 - Arquivos
 - *Sockets*
 - Sinais

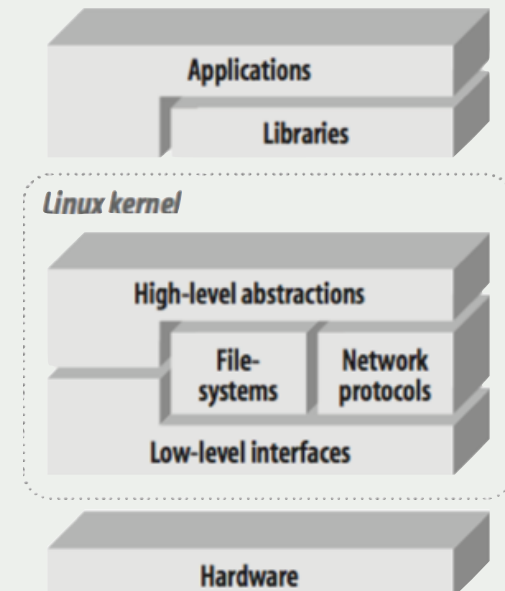
Dado que as APIs de baixo-nível são comuns entre diferentes arquiteturas, o código desta camada é praticamente constante independente da arquitetura.



Linux Kernel

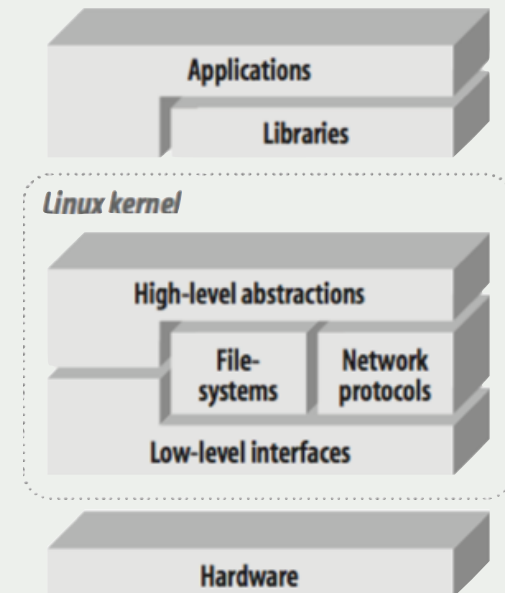
- ***Sistema de Arquivos***

- Provê uma abstração lógica para a organização física de arquivos e diretórios
- Dispositivos de armazenamento:
Discos, Memória Flash
- Exemplos de Sistemas de arquivos:
FAT16, FAT32, NTFS, EXT3, EXT4, HFS
ExFAT, ZFS.



Linux Kernel

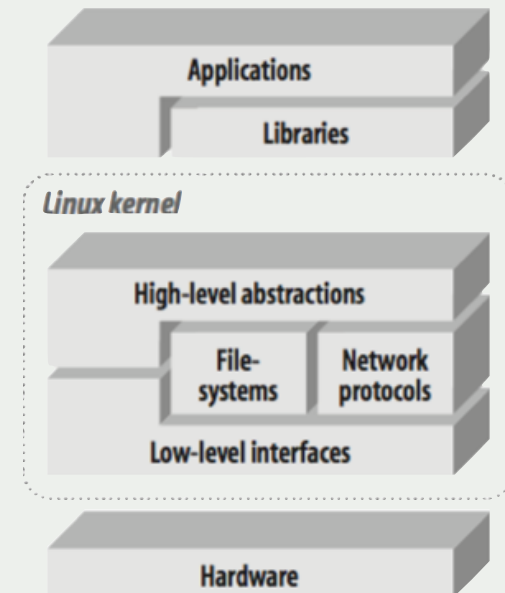
- ***Protocolos de Rede***
 - TCP/IP (IPv4 e IPv6)
 - IPX/SPX (LAN)
 - AppleTalk
 - WAN Networking
 - ISDN (Modem)
 - PPP (Point-to-Point-Protocol)
 - SLIP (Serial Line IP)
 - PLIP (Parallel Line IP)



Linux Kernel

- ***Bibliotecas (Libraries) e Serviços do Sistema (Deamons)***

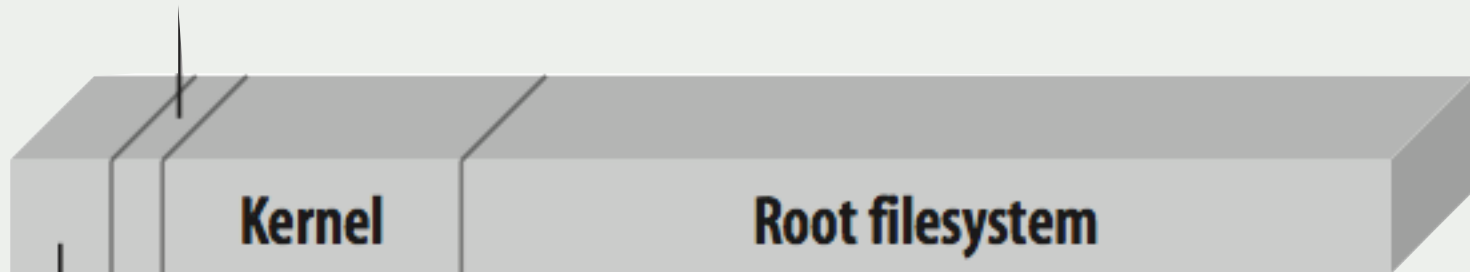
- Um nível de abstração acima do kernel para prover APIs e serviços abstratos que interagem com o Kernel e facilitam o acesso das aplicações à funcionalidades do SO.
- GNU C Library (main Linux Library) (*glibc*)
- Em sistemas embarcados é possível usar bibliotecas menores que a *glibc*
- Deamons. udev (/dev)
- Geralmente as bibliotecas são linkadas dinamicamente (não fazem parte do binário da aplicação)
- Em sistemas embarcados a linkagem estática (static linking libraries) pode ser preferida por reduzir o uso de memória e espaço em disco.



Inicialização

- ***Etapas***
 - Bootloader (pode ser feito em mais de uma estágio). Ex: Bootloader 1, mais primário, Bootloader 2 mais complexo.
 - Kernel
 - Init process

Boot parameters



Bootloader

Inicialização

- **Bootloader**
 - Muito dependente do hardware
 - Configurações:
 - Armazenado em memória de **estado sólido**
 - **Disco** (geralmente necessidade de um *bootloader* anterior)
 - **Rede** (necessita de um *bootloader* primário com o protocolo de rede)

Layout de Memória de Sistema

- Espaço de Endereços Físicos
- Espaço de Endereços Virtuais do Kernel

Layout de Memória de Sistema

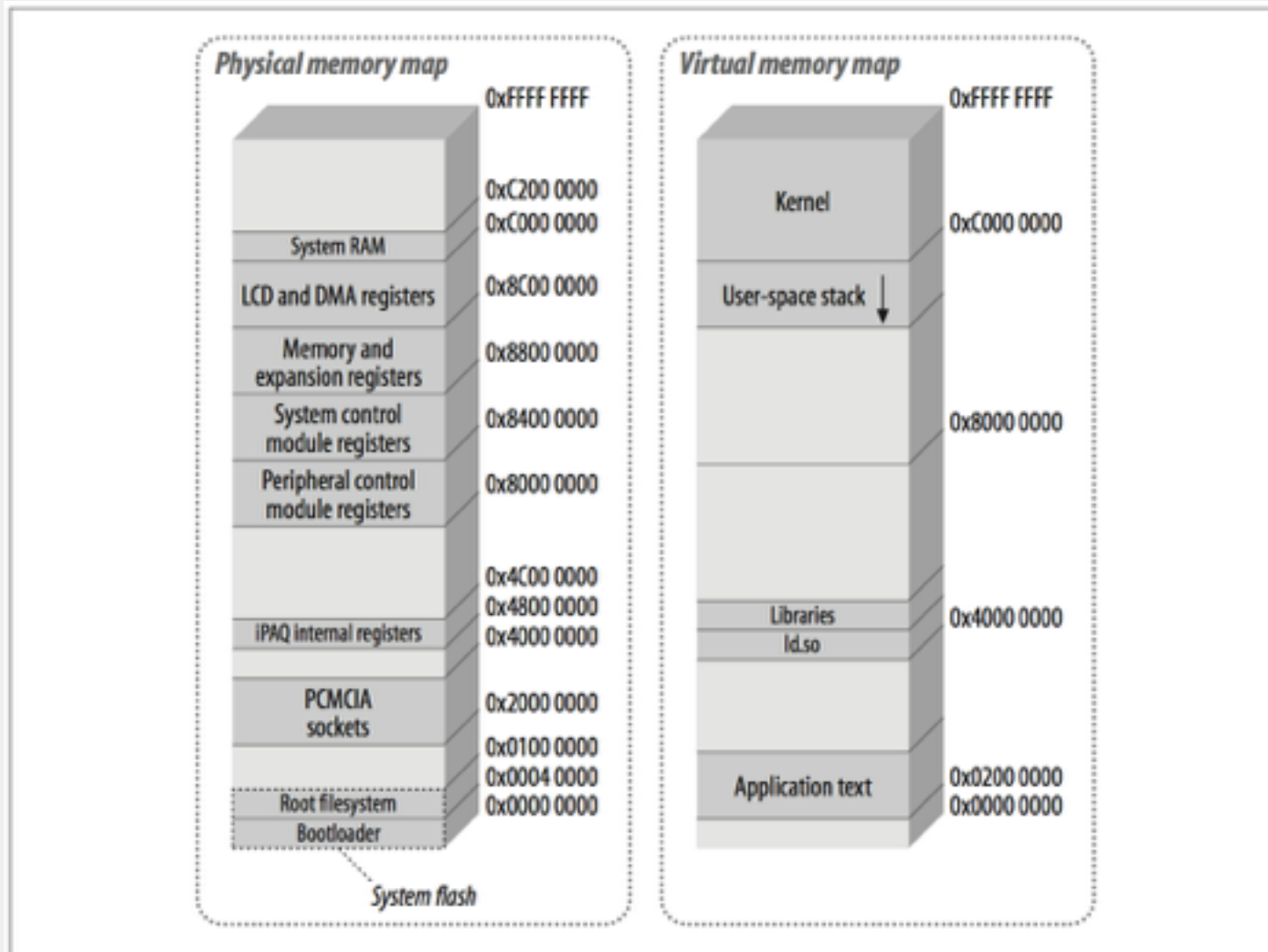
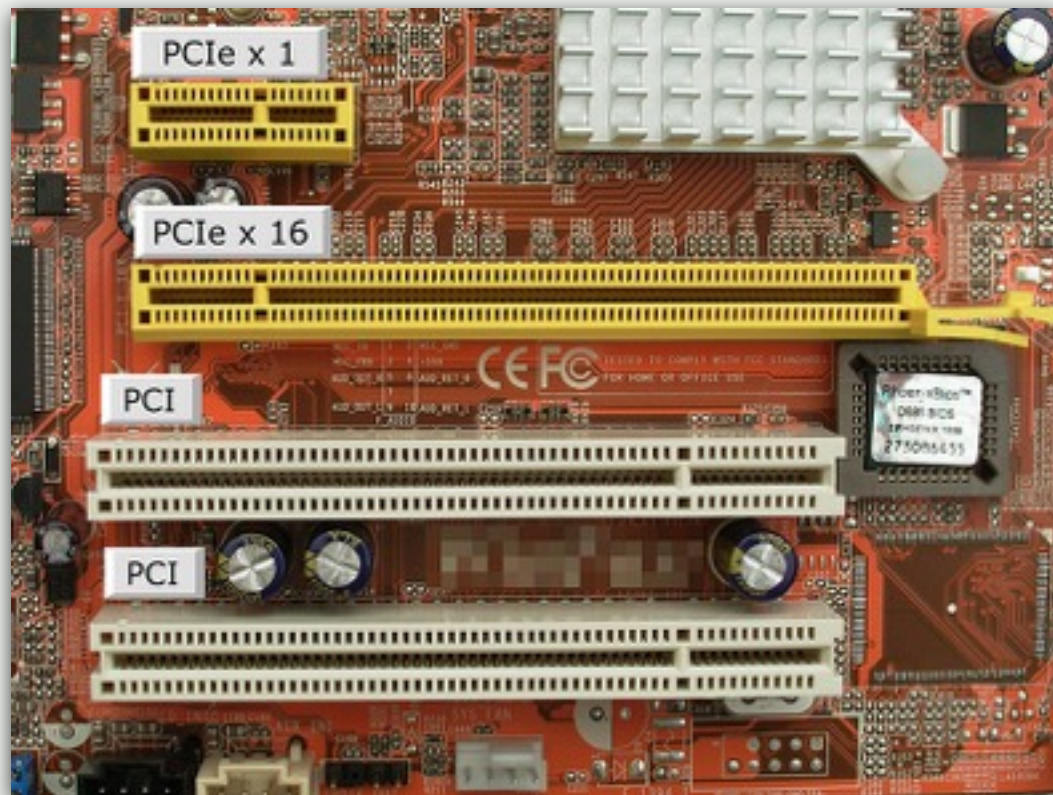


Figure 2-6. Physical and virtual memory maps for the Compaq iPAQ

Barramentos e Interfaces

- **PCI/PCI-X/PCIe**
 - Padrão interno no PC



Barramentos e Interfaces

- **ExpressCard** (antigos cartões PCMCIA)
 - Extensão



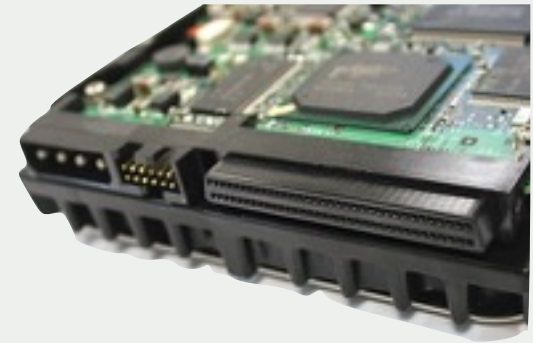
Barramentos e Interfaces

- **PC/104, PC/104-Plus, PCI-104, and PCI/104-Express**
 - Computadores embarcados empilháveis.
 - Tolerâncias mecânicas e elétricas (mais robusto)



Barramentos e Interfaces

- **SCSI/iSCSI** - Small Computer Systems Interface
 - High-end for NAS (pouco usado)
- **USB** - Universal Serial Bus
 - Muito usado para periféricos
 - No direct network support
 - Needs root
- **IEEE1394 (*FireWire*)**
 - No root needed
 - Supports network

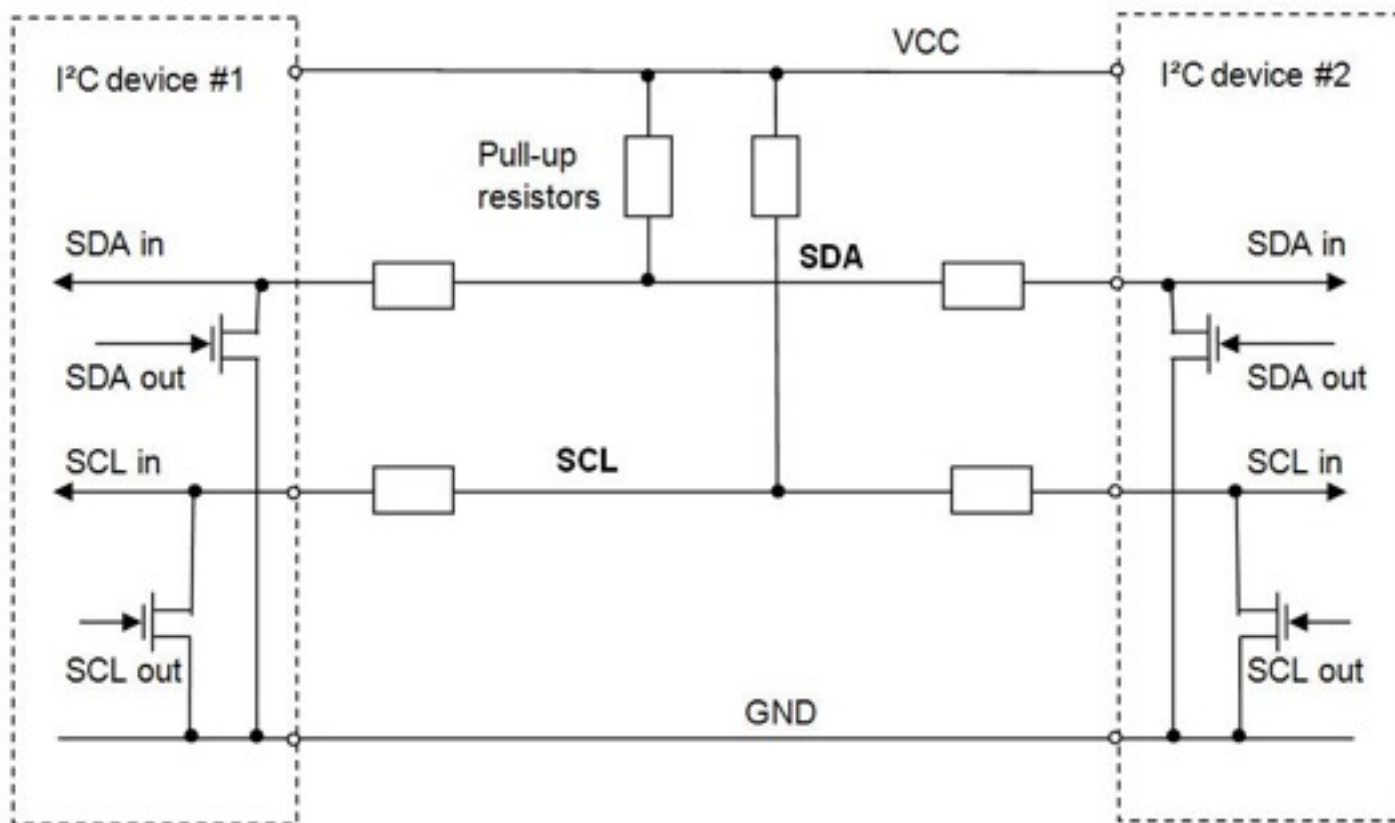


Barramentos e Interfaces

- **I²C - Inter-Integrated Circuit**
 - 1982 - (Philips)
 - Desenvolvido para minimizar o número de conexões entre CIs de um circuito.
 - Necessita de somente 2 fios
 - SCL - Serial Clock Signal
 - SDA - Serial Data Line
 - Half Duplex
 - Pode ser usado com múltiplos mestres (O device que inicia a transação se torna master)
 - *Escravos (Slaves)* são identificados pelos primeiros 7 bits da comunicação
 - As velocidades de transmissão são padronizadas em 100 kbps, 400 kbps e 3.4 Mbps

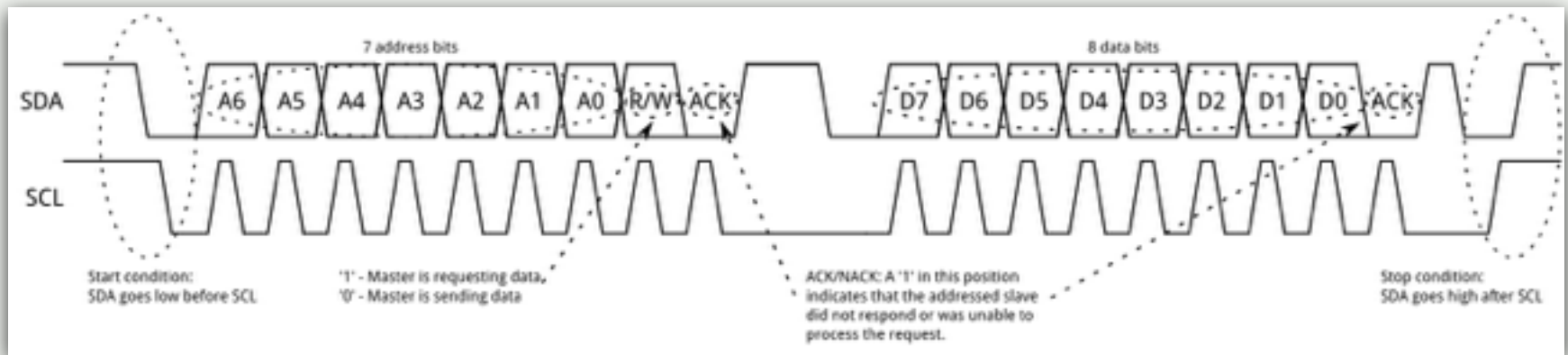
Barramentos e Interfaces

- I²C - Inter-Integrated Circuit



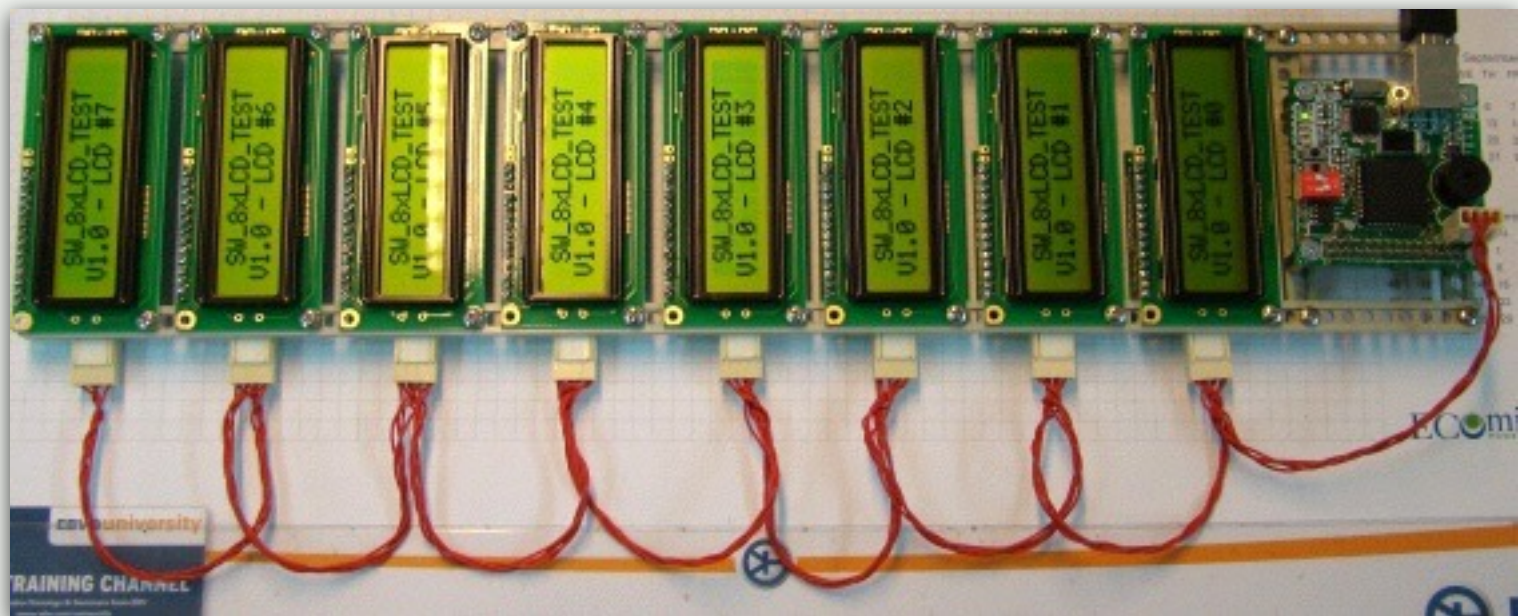
Barramentos e Interfaces

- I²C - Inter-Integrated Circuit



Barramentos e Interfaces

- I²C - Inter-Integrated Circuit

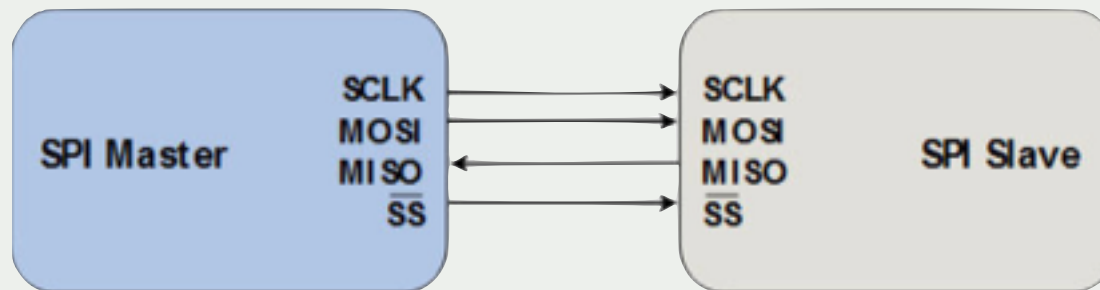


Barramentos e Interfaces

- **SPI - Serial Peripheral Protocol**
 - 1979 (Motorola). Também desenvolvido para comunicação entre CIs.
 - Necessita de 4 fios:
 - SCLK - clock (Comunicação Síncrona)
 - SSn - Slave Select
 - MOSI (Master Out-Slave In)
 - MISO (Master In-Slave Out)
 - Full Duplex
 - Somente um Master no barramento
 - Não há limite de velocidade definida pelo padrão e também não há verificação de recebimento.

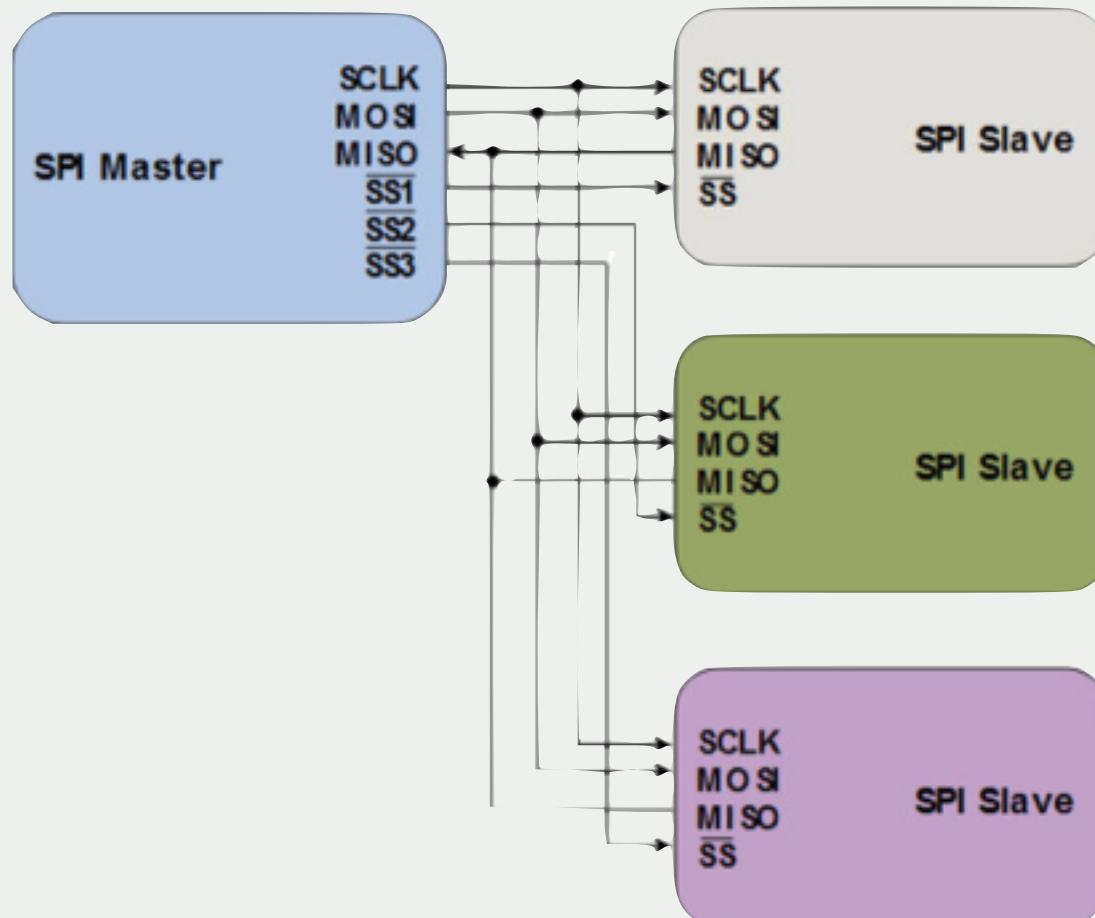
Barramentos e Interfaces

- **SPI - Serial Peripheral Protocol**



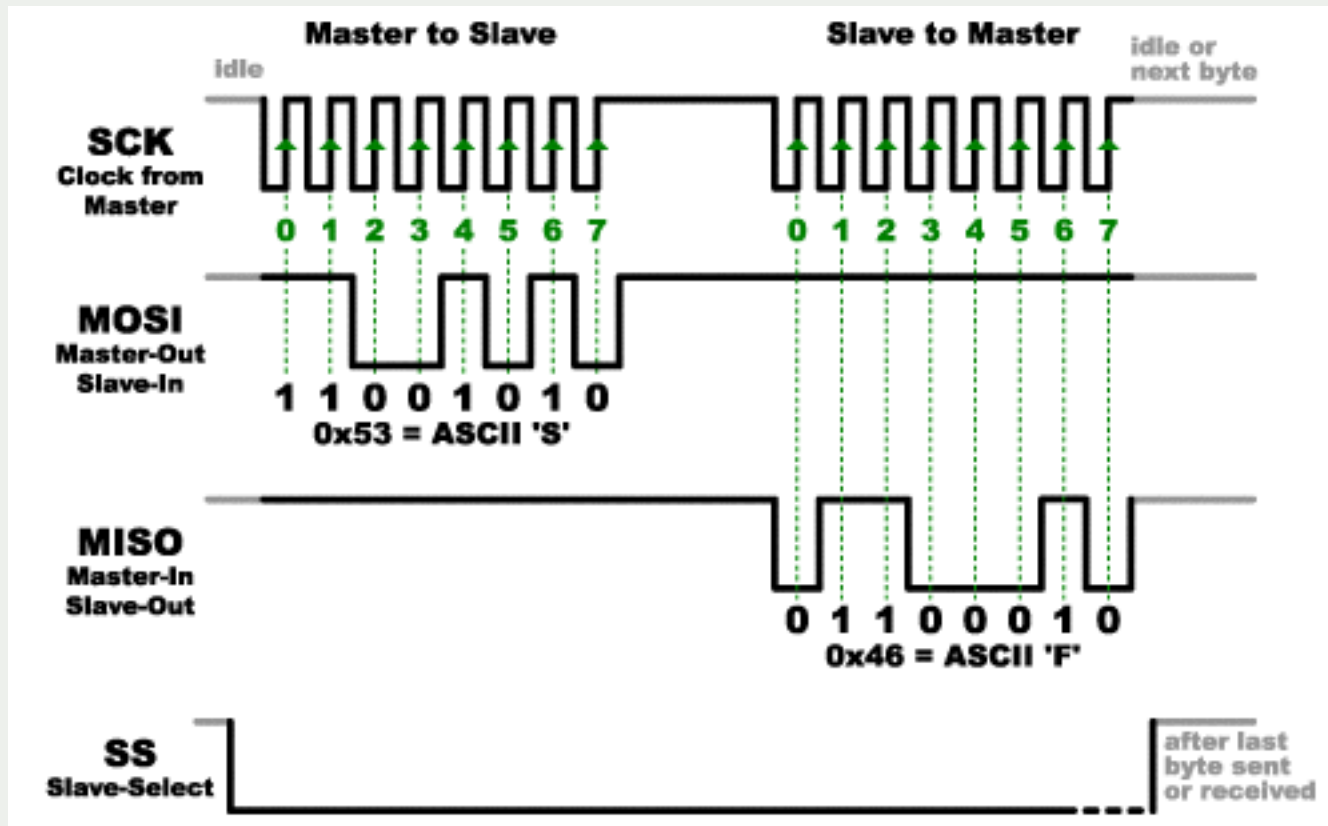
Barramentos e Interfaces

- SPI - Serial Peripheral Protocol



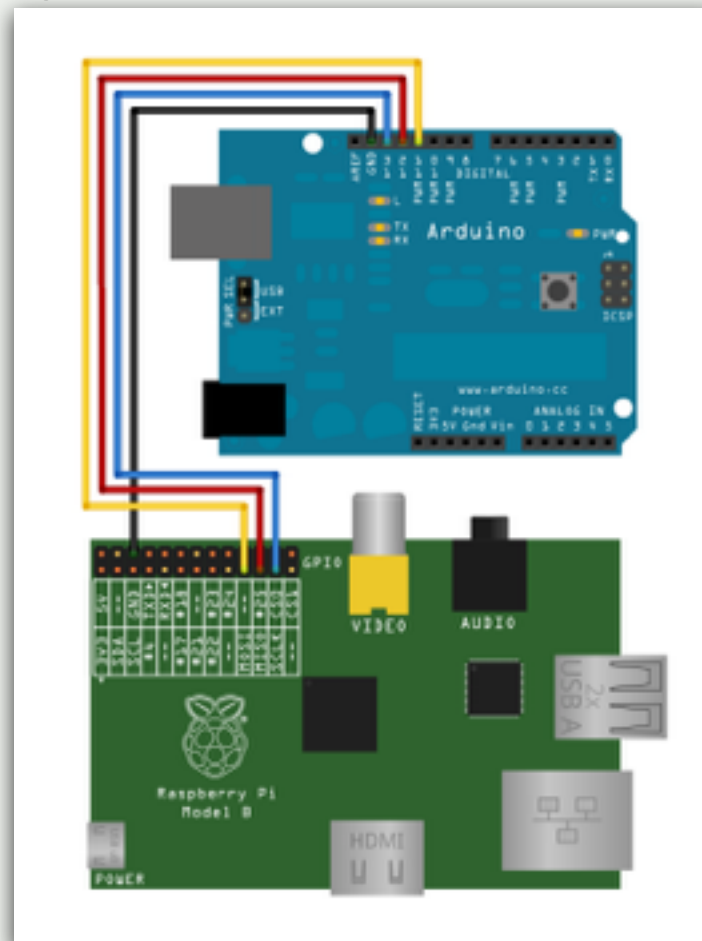
Barramentos e Interfaces

- SPI - Serial Peripheral Protocol



Barramentos e Interfaces

- SPI - Serial Peripheral Protocol



Entradas e Saídas (I/O)

- O linux suporta uma grande diversidade de dispositivos de entrada e saída
- The Linux Documentation Project (<http://www.tldp.org/index.html>)

Entradas e Saídas (I/O)

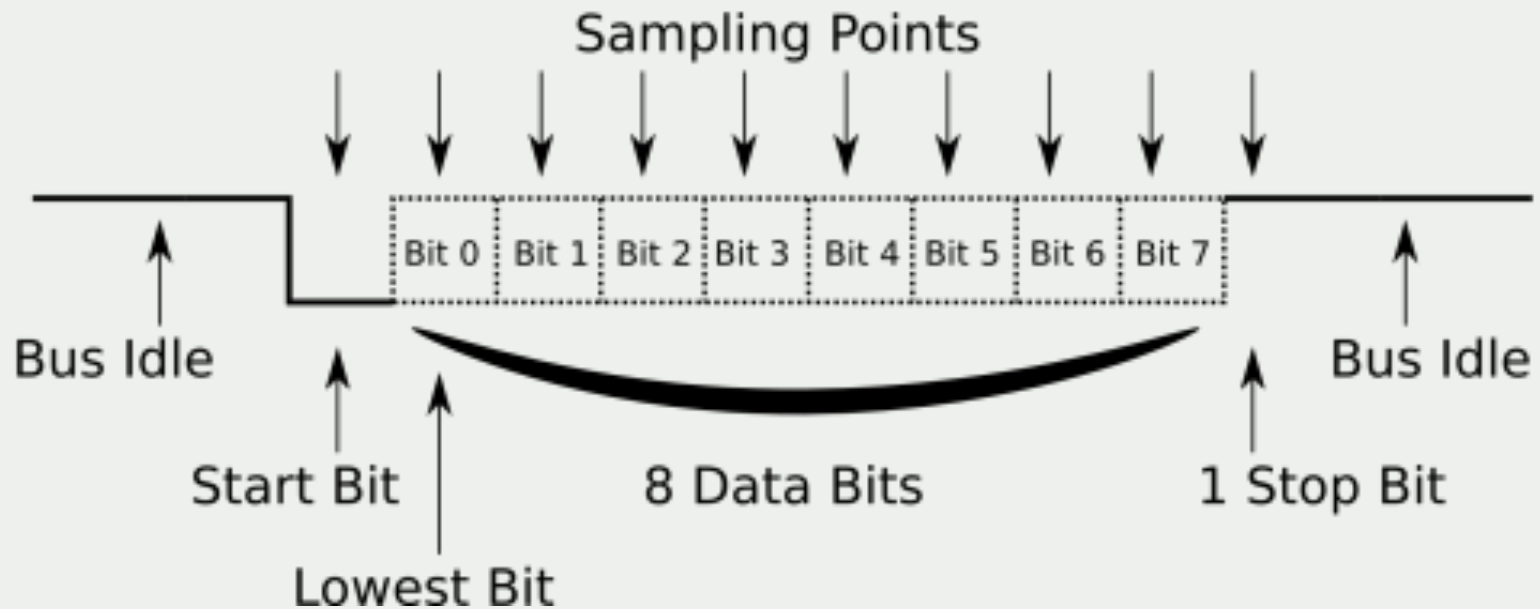
- Serial Port
 - UART - Universal Asynchronous Receiver-Transmitters
 - RS232 (*Hardware interface*) - $\pm 12V$ para distâncias maiores
 - `/dev/ttyS0` a `/dev/ttyS191`



Entradas e Saídas (I/O)

- Serial Port

UART with 8 Databits, 1 Stopbit and no Parity



Entradas e Saídas (I/O)

- Parallel Port
 - Multibit I/O (GPIO)
- Modem (Serial Ports)

Entradas e Saídas (I/O)

- Data acquisition (DAQ)
 - Transdutores
- Teclado (Input to Terminal)
- Mouse (/dev/input)
- Display
 - Não há suporte nativo do kernel além do terminal
 - O desenho de interfaces é feito em modo usuário
- Som (somente em aplicação, não no kernel)
- Impressoras, Câmeras, etc. (Modo usuário)

Bibliografia

- Karim Yaghmour, et. al; "Building Embedded Linux Systems" Publisher: O'Reilly, 2008