



ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

MEMÓRIA

Prof. Dr. Daniel Caetano

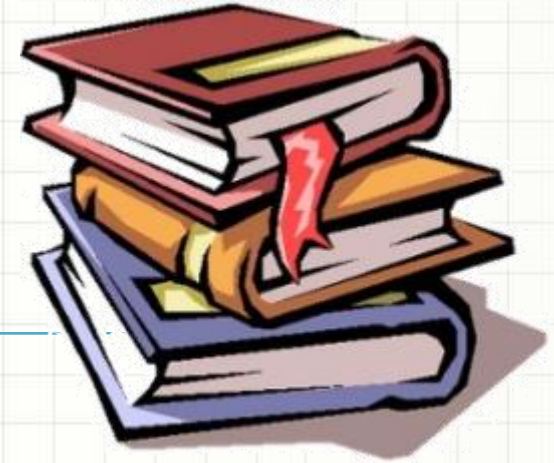
2014 - 1

Objetivos

- Compreender o que é a memória e sua hierarquia
- Compreender os diferentes tipos de memória
- Entender como é feito o acesso à memória
- Conhecer as Política de Escrita na Memória Cache



Material de Estudo



Material

Acesso ao Material

Notas de Aula

<http://www.caetano.eng.br/>
(Aula 9)

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>
(Aula 9)

Material Didático

Introdução à Organização de Computadores, páginas
120 a 152 (pobre!)

Arquitetura e
Organização dos
Computadores

Biblioteca Virtual, páginas 53 a 190.



O QUE É A MEMÓRIA?

O que é a memória?

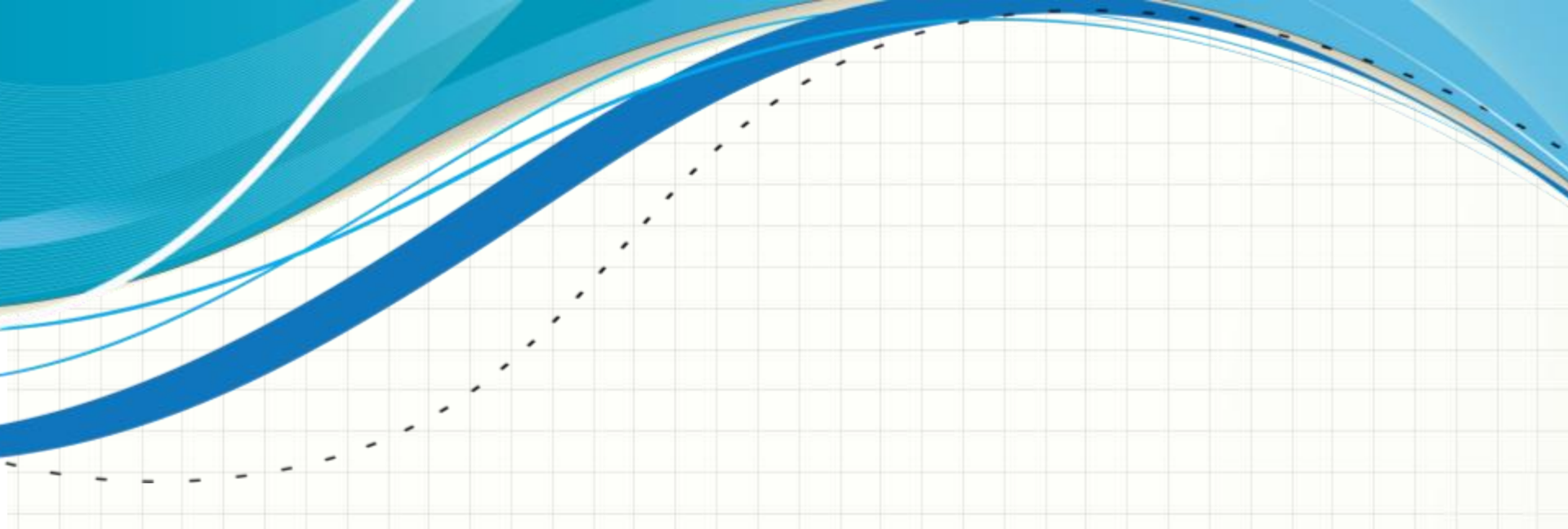
- Analogia: Biblioteca
 - Para que serve a biblioteca / bibliotecária?



O que é a memória?

- Simples: armazena/recupera dados numéricos
 - Para uso posterior!
- Na prática...
 - *Dispositivo físico capaz de armazenar a configuração elétrica de um “conjunto de fios”*
 - Configuração elétrica: padrão de bits
 - Logo, memória armazena dados





COMO FUNCIONA A MEMÓRIA?

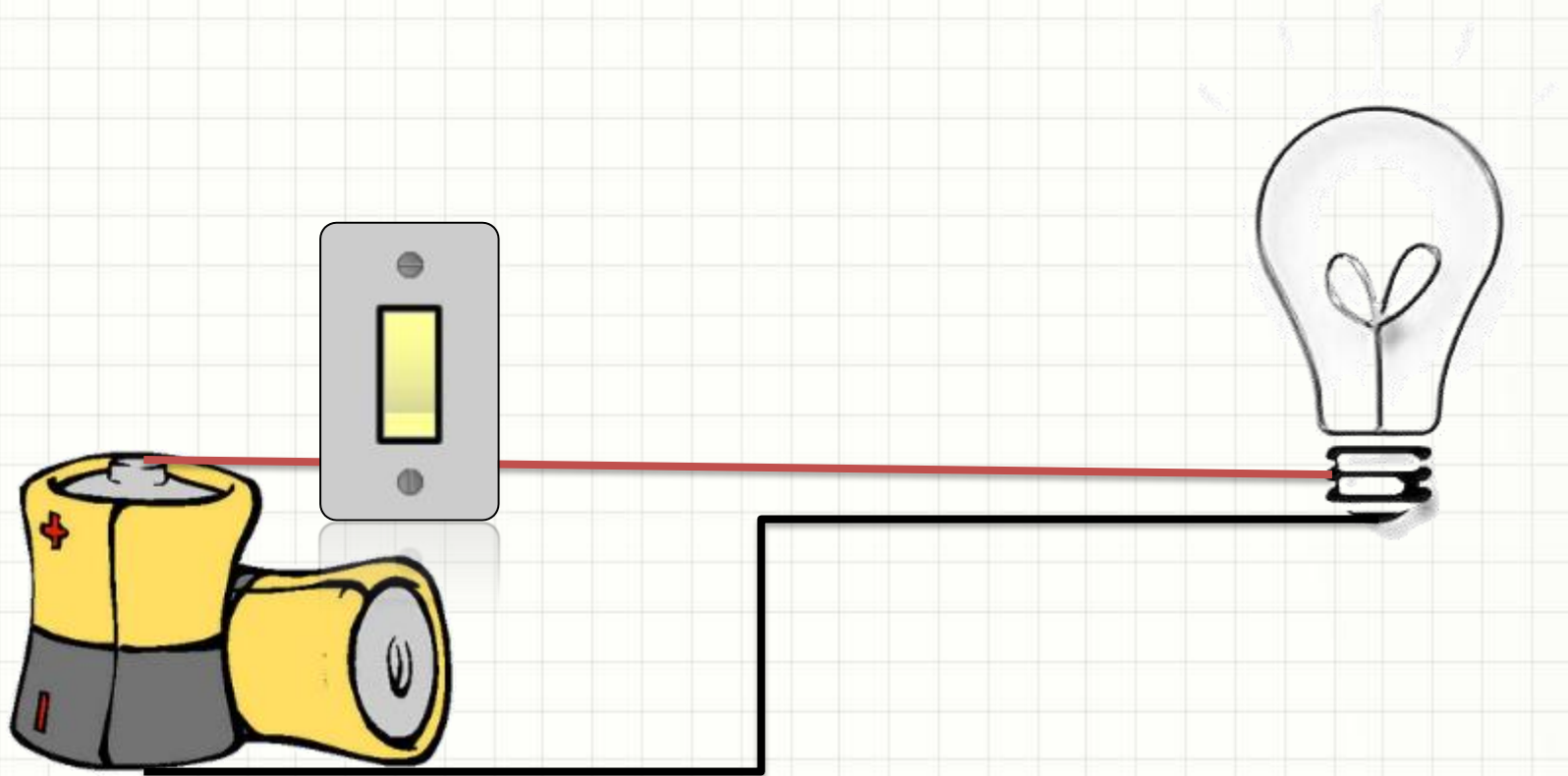
Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma lâmpada...?



Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma lâmpada...?



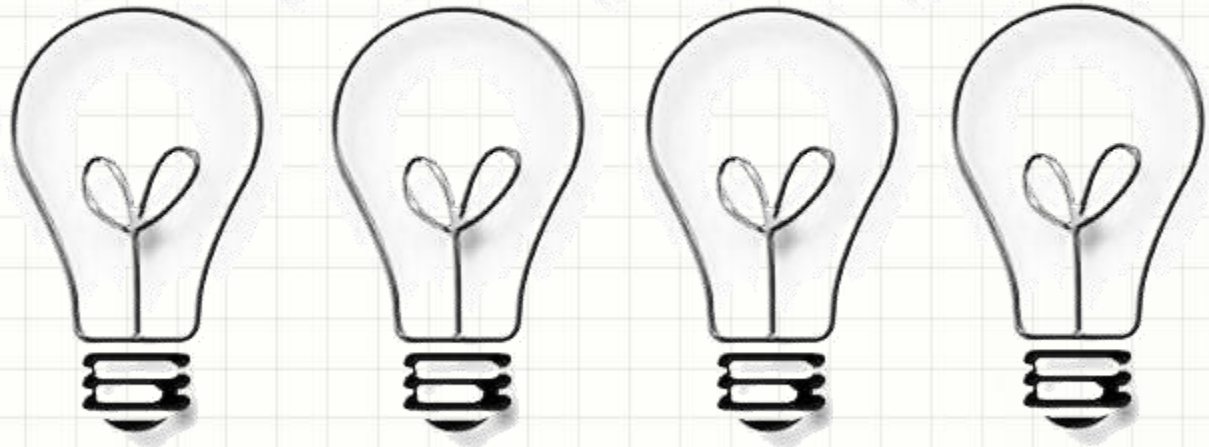
Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma lâmpada...?



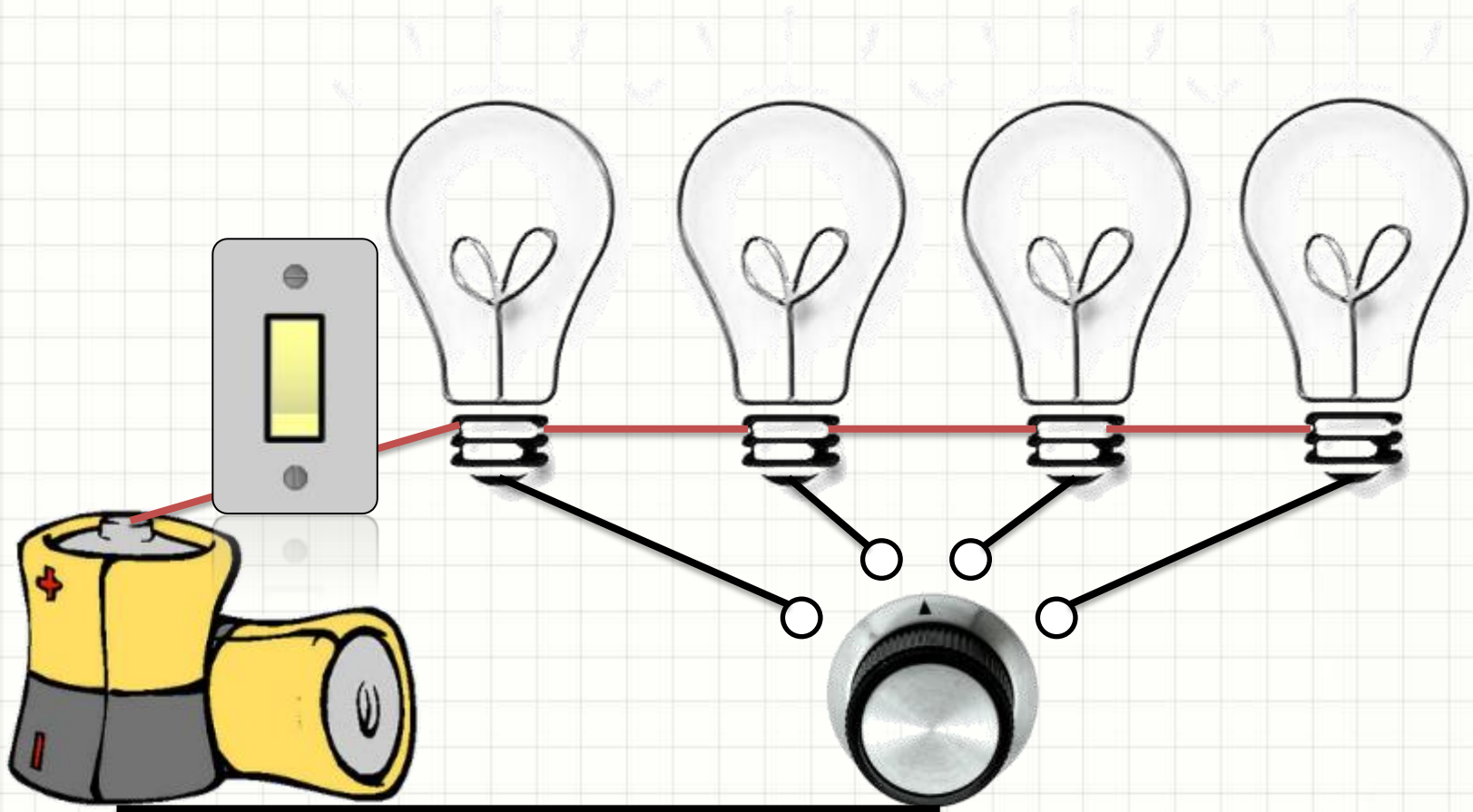
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



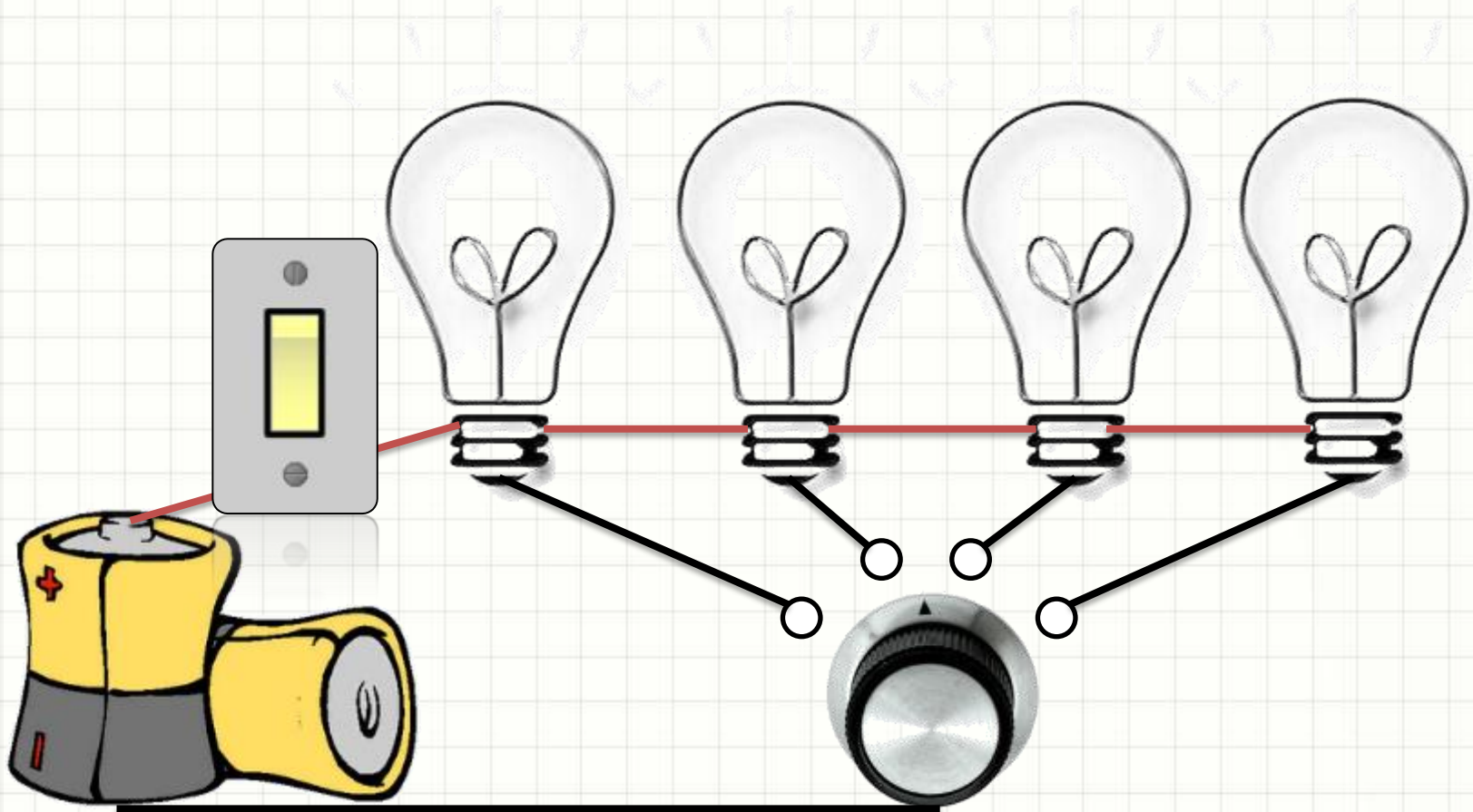
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



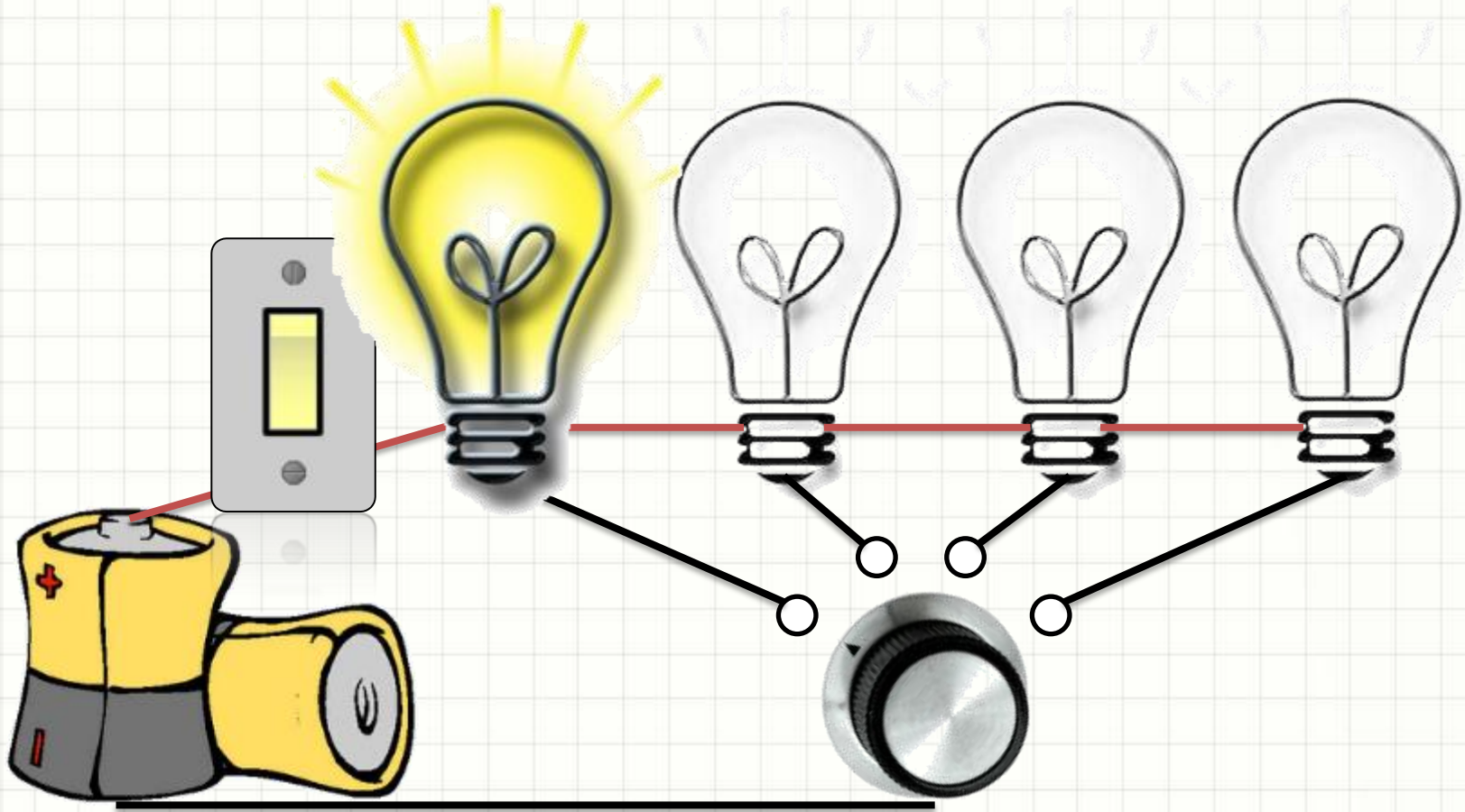
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



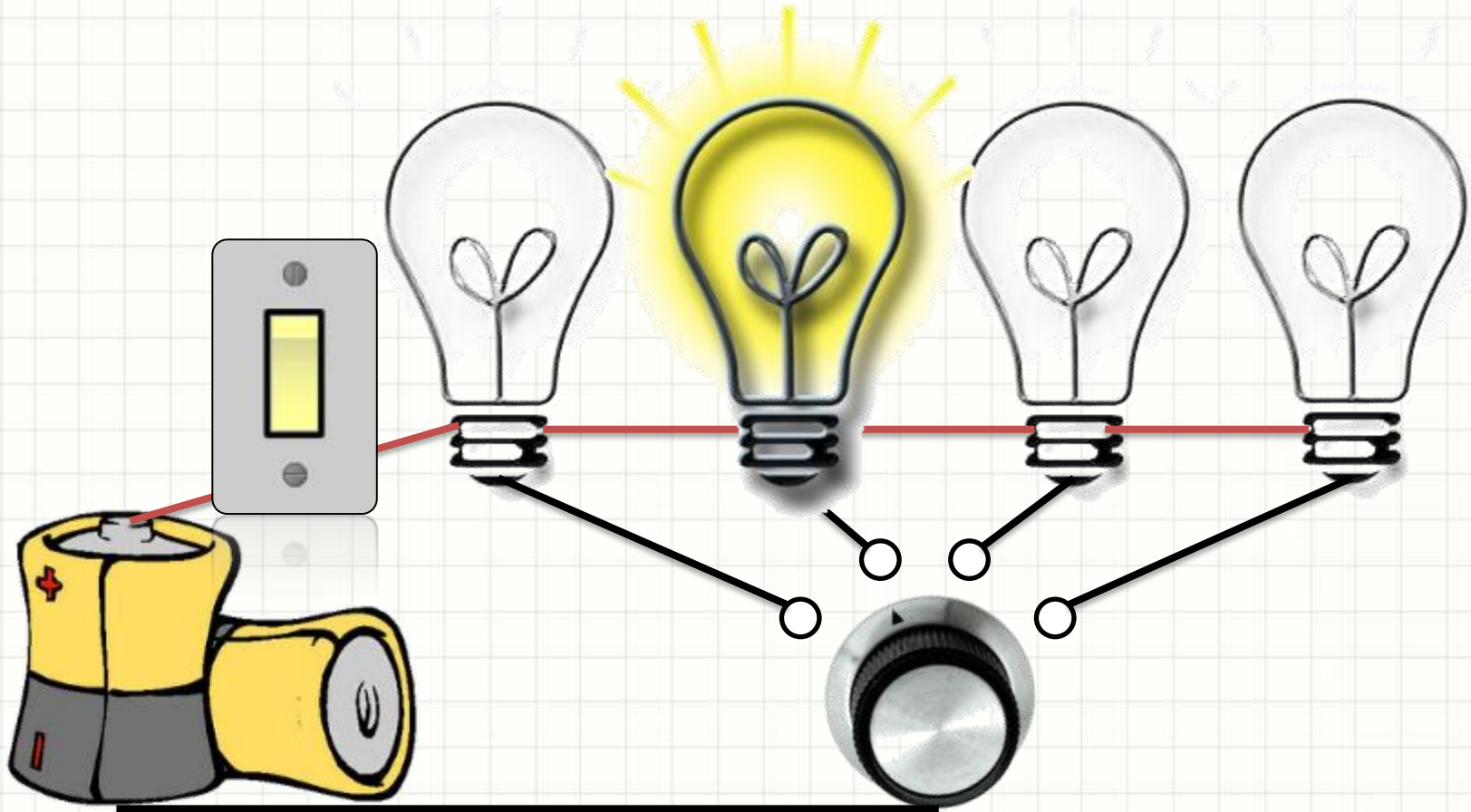
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



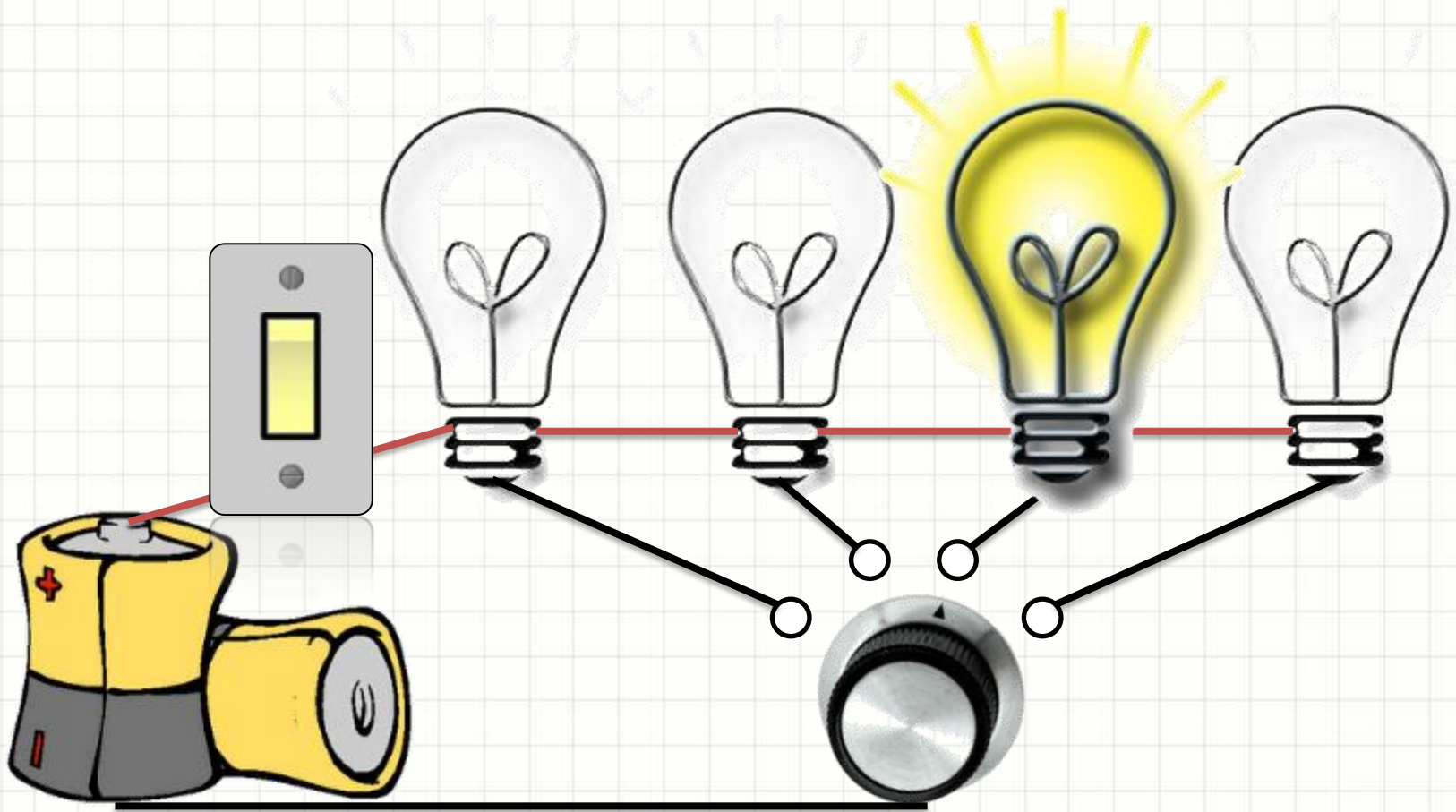
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



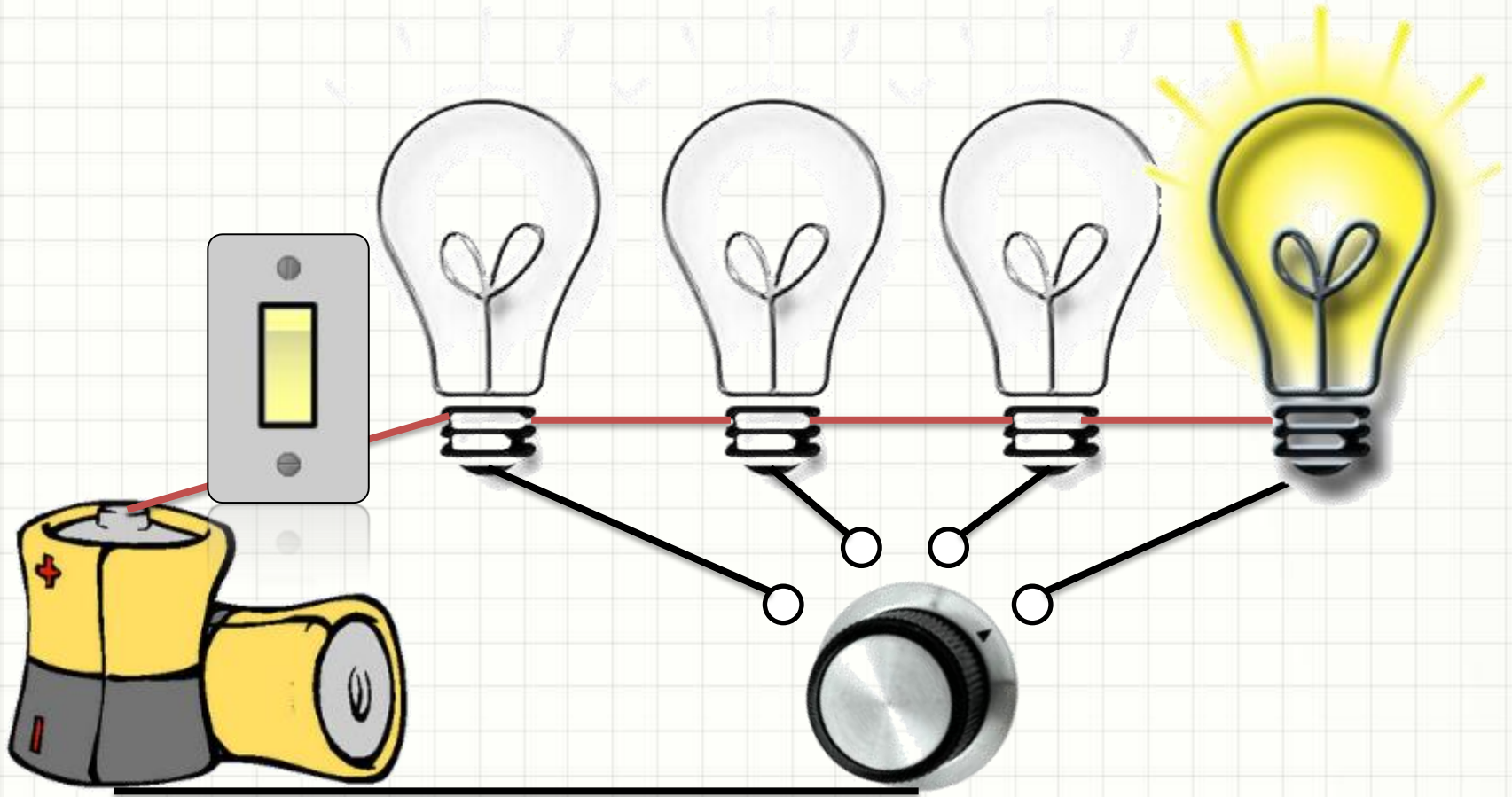
Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



Com se acende uma lâmpada?

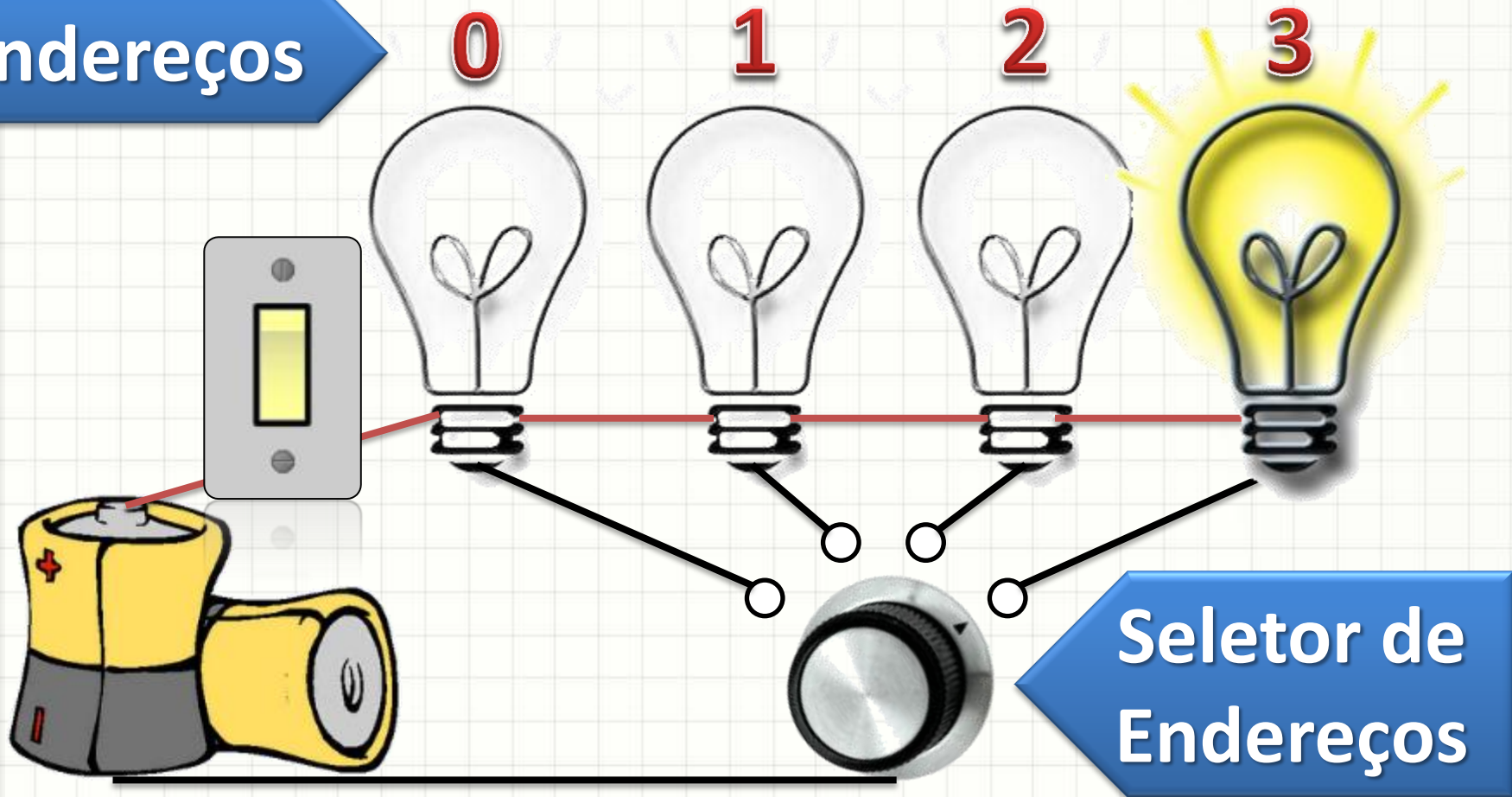
- Acender **uma** de várias lâmpadas...?



Com se acende uma lâmpada?

- Acender **uma** de várias lâmpadas...?

Endereços



Seletor de Endereços

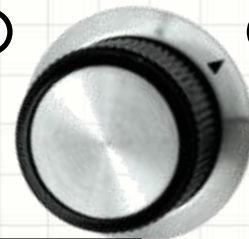
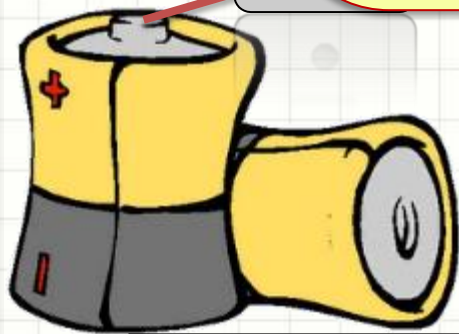
Com se acende uma lâmpada?

- Acender uma de várias lâmpadas... ?

Endereço

O que isso tem a ver com a memória?

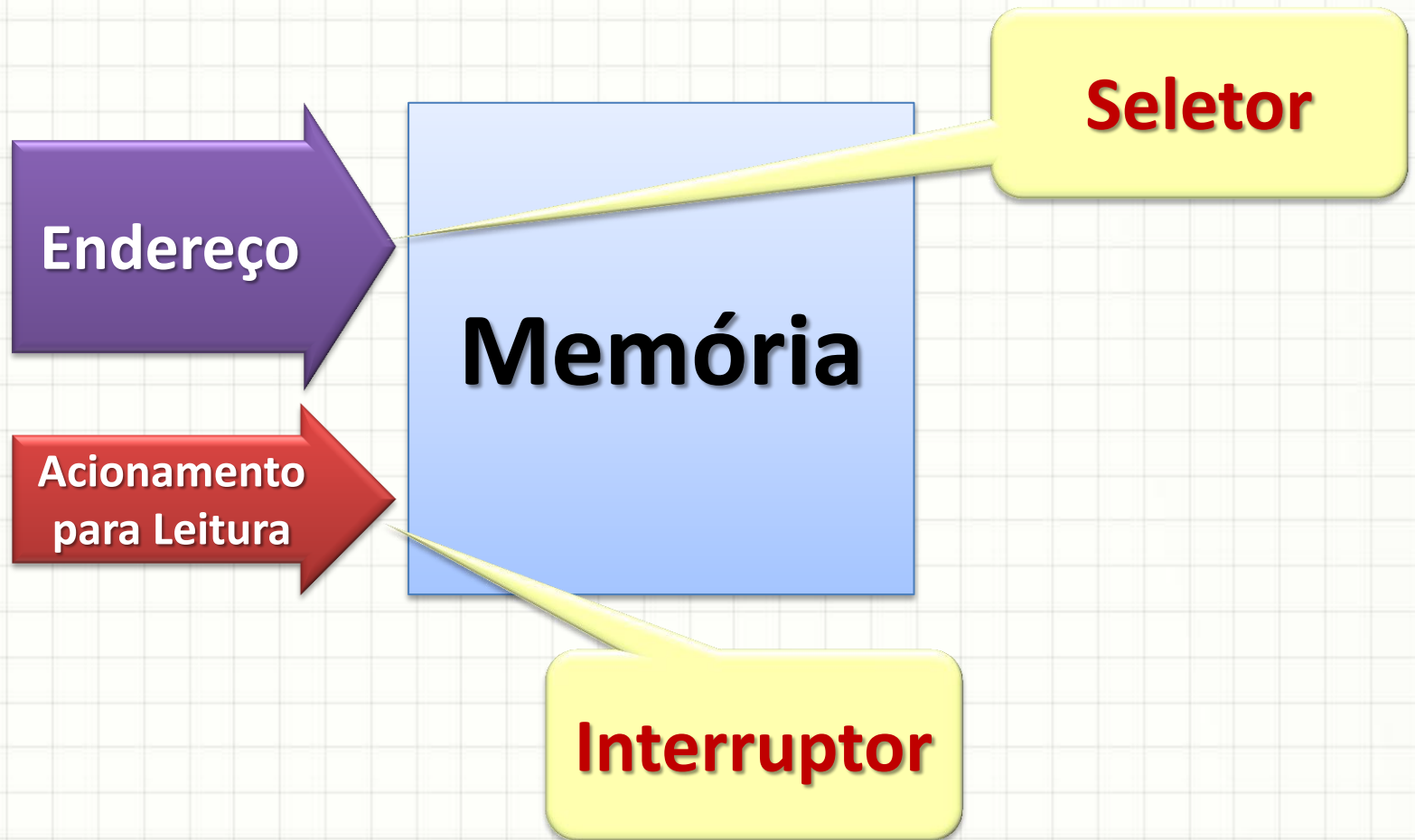
3



Seletor de Endereços

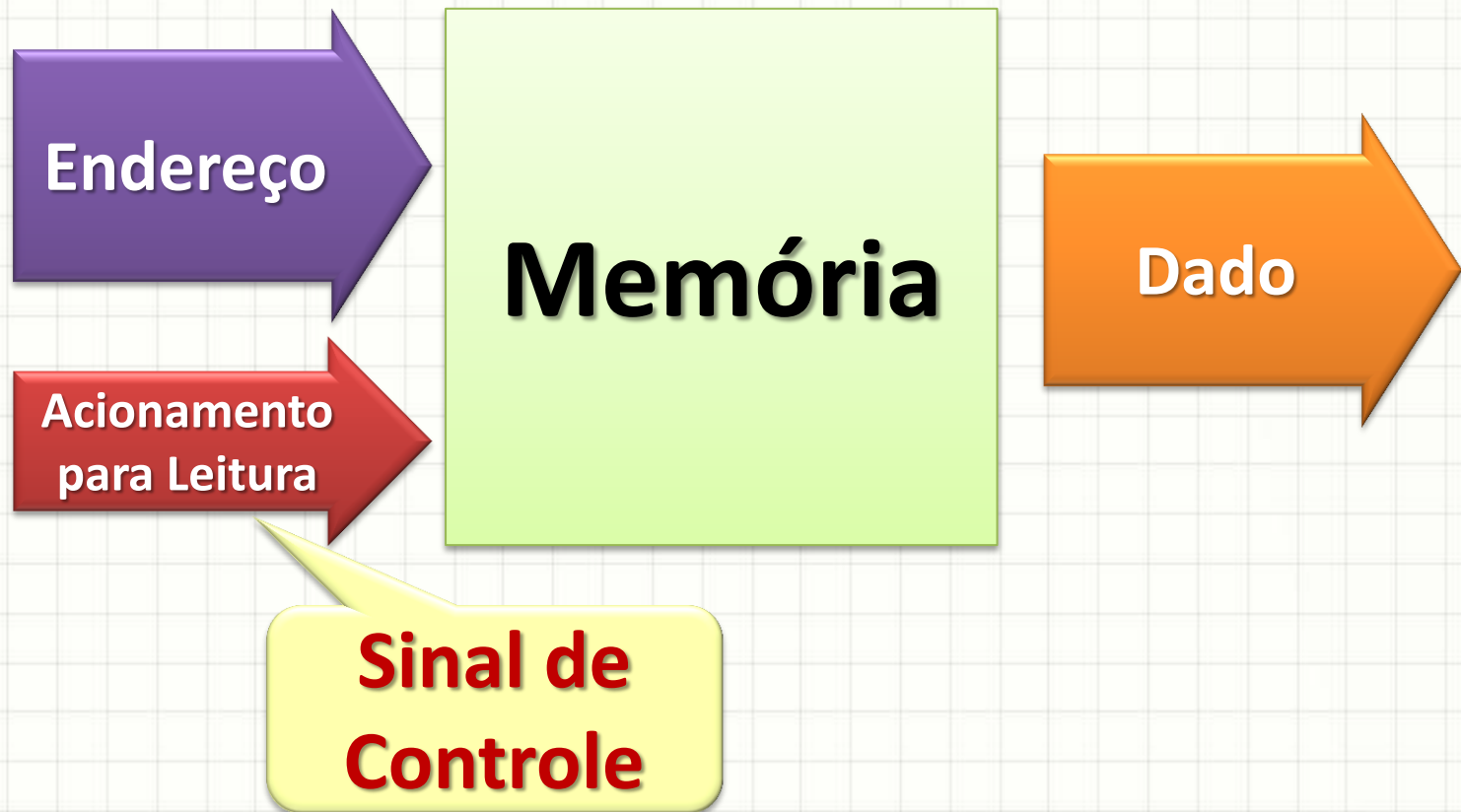
Funcionamento Simplificado

- Leitura da Memória



Funcionamento Simplificado

- Leitura da Memória



Funcionamento Simplificado

- Escrita na Memória



Funcionamento Simplificado

- Escrita na Memória



Funcionamento da Memória

- Palavra da CPU:
 - Quantos bits ela espera ler em um endereço
- Palavra da Memória (células):
 - Quantos bits ela guarda por endereço
- Palavras podem ter tamanhos diferentes
 - 8 bits
 - 16 bits
 - 32 bits
 - 64 bits
 - ...

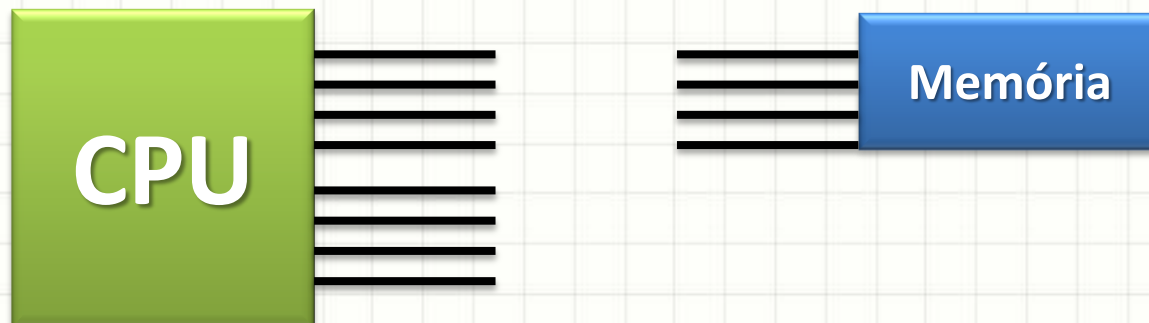
Funcionamento da Memória

- “Palavra” precisa ser compatível com a CPU
 - CPU: dados de 16 bits
 - Memória: palavra de 16 bits
- Se CPU tem 8 bits e memória é de 8 bits...



Funcionamento da Memória

- “Palavra” precisa ser compatível com a CPU
 - CPU: dados de 16 bits
 - Memória: palavra de 16 bits
- Se CPU tem 8 bits e memória é de 8 bits...
- E se CPU tem 8 bits e memória é de 4?



Funcionamento da Memória

- “Palavra” precisa ser compatível com a CPU
 - CPU: dados de 16 bits
 - Memória: palavra de 16 bits
- Se CPU tem 8 bits e memória é de 8 bits...
- E se CPU tem 8 bits e memória é de 4?



Funcionamento da Memória

- “Palavra” precisa ser compatível com a CPU
 - CPU: dados de 16 bits
 - Memória: palavra de 16 bits
- Se CPU tem 8 bits e memória é de 8 bits...
- E se CPU tem 8 bits e memória é de 4?



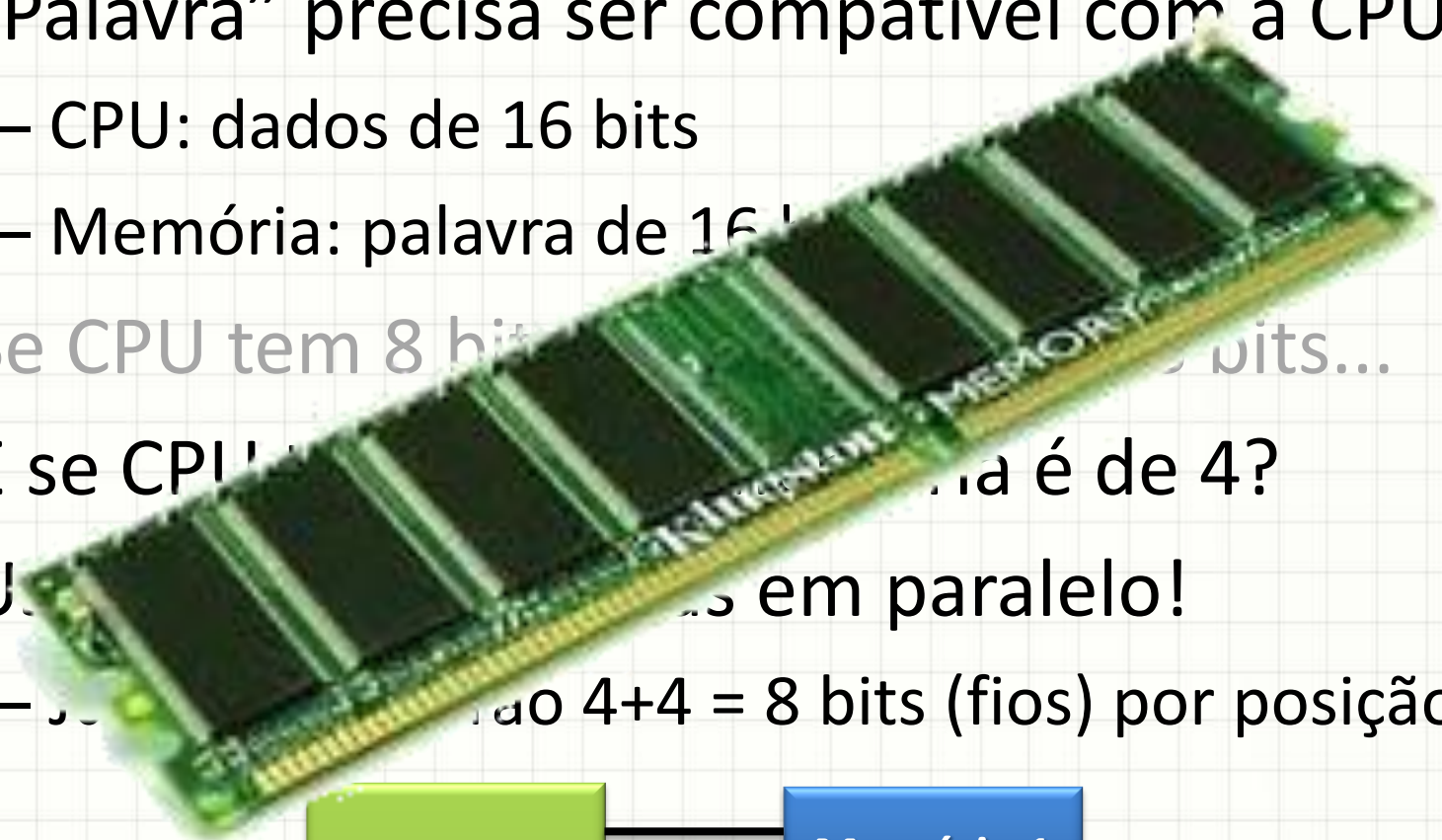
Funcionamento da Memória

- “Palavra” precisa ser compatível com a CPU
 - CPU: dados de 16 bits
 - Memória: palavra de 16 bits
- Se CPU tem 8 bits e memória é de 8 bits...
- E se CPU tem 8 bits e memória é de 4?
- Usa-se duas memórias em paralelo!
 - Juntas, elas terão $4+4 = 8$ bits (fios) por posição



Funcionamento da Memória

- “Palavra” precisa ser compatível com a CPU
 - CPU: dados de 16 bits
 - Memória: palavra de 16 bits
- Se CPU tem 8 bits e Memória tem 16 bits...
- E se CPU tem 16 bits e Memória tem 4 bits?
- Usar Memórias em paralelo!
 - Se Memória tem 4 bits, então $4+4 = 8$ bits (fios) por posição

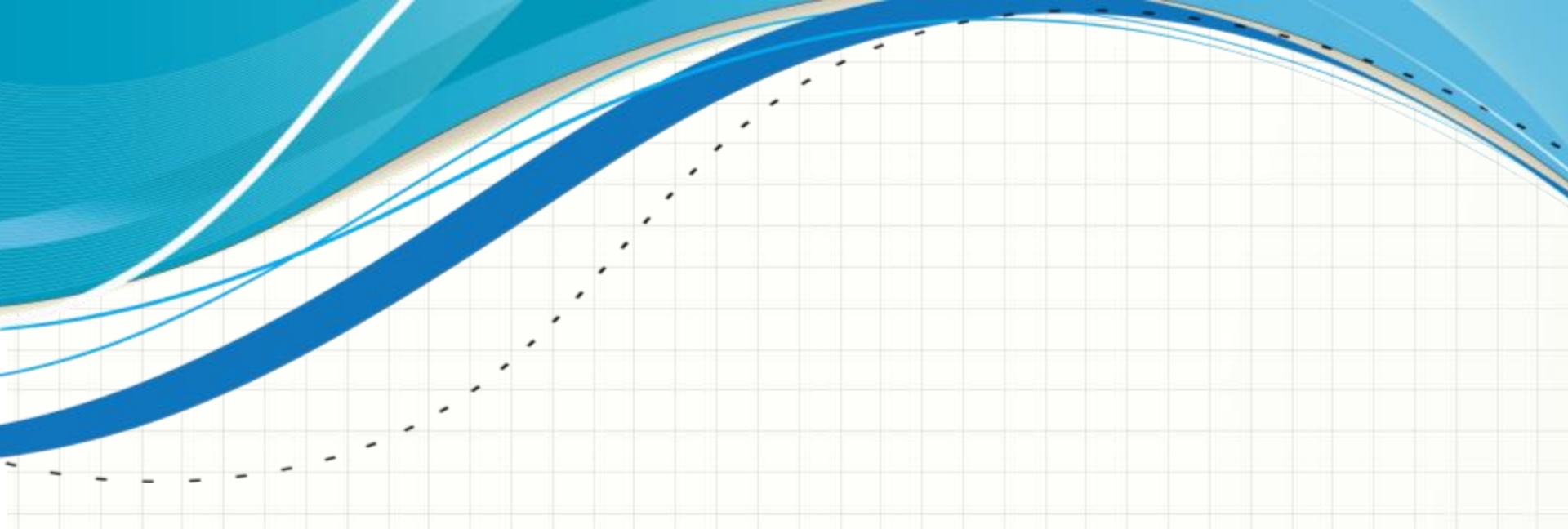


Funcionamento da Memória

- Tempo de Reposta: Configuração x Reposta
- Para funcionamento ideal
 - Velocidade Memória e CPU: compatíveis!
- Memória Rápida = Tempo de Resposta baixo
- “Demora na Reposta pela Memória”
 - TEMPO DE RESPOSTA
 - INTERVALO ENTRE DUAS LEITURAS

Funcionamento da Memória

- Por que não usar memórias muito rápidas?
 - MUITO caras!
- E memórias com mesma velocidade da CPU?
 - Também são caras!
- O que fazer?



HIERARQUIA DE MEMÓRIA

Toda a memória precisa ser rápida?

- Quantidade de dados armazenado?
 - GIGANTESCA
- Mas... esses dados são usados o tempo todo?
- Maior parte do processamento...
 - Ocorre repetindo tarefas
 - Usando alguns poucos dados
- **Conclusão:**
 - Pouca memória para executar...
 - Muita memória para armazenar...

Toda a memória precisa ser rápida?

- Isso deu uma ideia para os engenheiros...
- **Memórias diferentes para cada uso!**
 - Velocidades diferentes = Custos diferentes
 - Maximizar desempenho
 - Minimizar custo
- Quatro níveis de memória

Tipos de Memória x Uso

- **Registradores** (Armazenamento Interno)
 - Armazenamento de curto prazo
 - Uso intensivo pelo computador
 - **Usa-se:** memória volátil extremamente rápida
 - **Custo:** R\$ por bit muito alto
- **Memória Principal** (Armazenamento Interno)
 - Armazenamento de médio prazo
 - Uso mediano pelo computador
 - **Usa-se:** memória volátil de velocidade média
 - **Custo:** R\$ por bit médio

Tipos de Memória x Uso

- **Memória Secundária** (Armazenamento Externo)
 - Armazenamento de longo prazo
 - Pouco usados pelo computador
 - **Usa-se:** memória não volátil lenta
 - **Custo:** R\$ por bit baixo
- **Memória de Segurança** (Armazenamento de Segurança)
 - Armazenamento de longuíssimo prazo
 - Talvez nunca sejam usados pelo computador
 - **Usa-se:** memória não volátil extremamente lentos
 - **Custo:** R\$ por bit extremamente baixos

Tipos de Memória x Uso

- Ocorre transferência de um tipo para outro?
- Quando necessário!

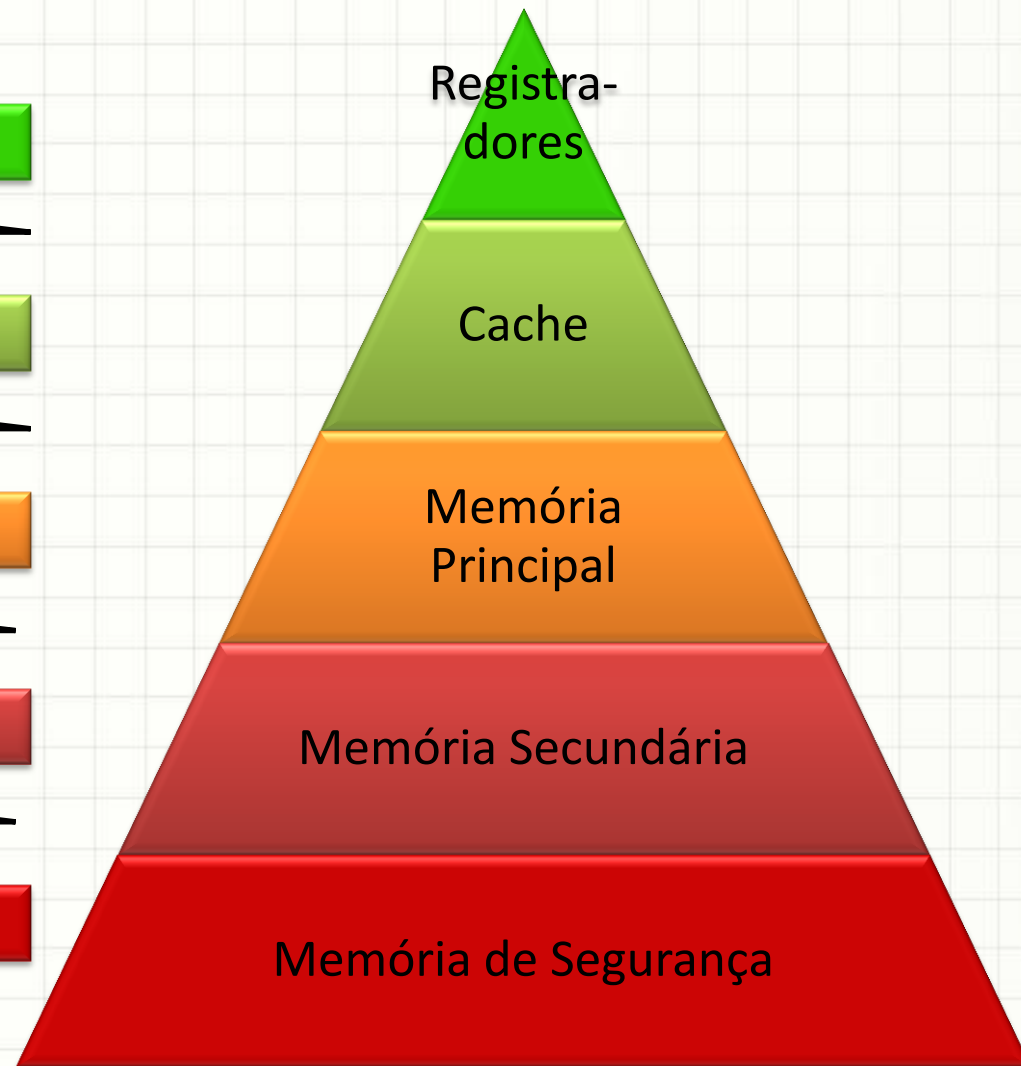


Tipos de Memória x Uso

- Registradores x Memória Principal
 - Excessiva diferença de velocidade
- **Memória Cache** (Entre Regist. e Mem. Principal)
 - Armazenamento de curto prazo
 - Uso intensivo pelo computador
 - **Usa-se:** memória volátil muito rápida
 - **Custo:** R\$ por bit alto
- Cache: Analogia do “puxa-saco” do cafezinho
- Podem existir vários níveis: L1, L2, L3...

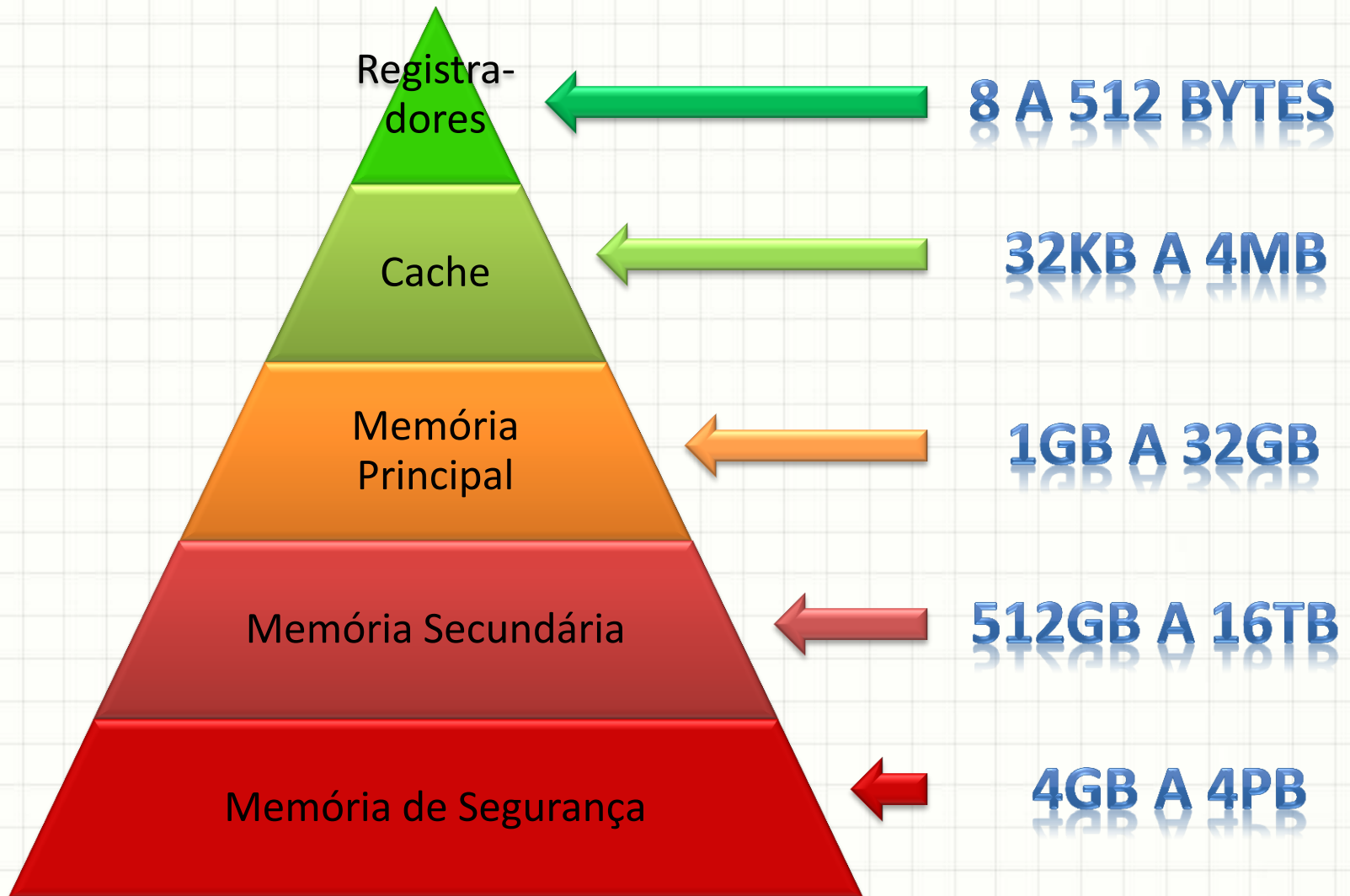
Memória Cache

- Onde ela entra?



Memória Cache

- Onde ela entra?

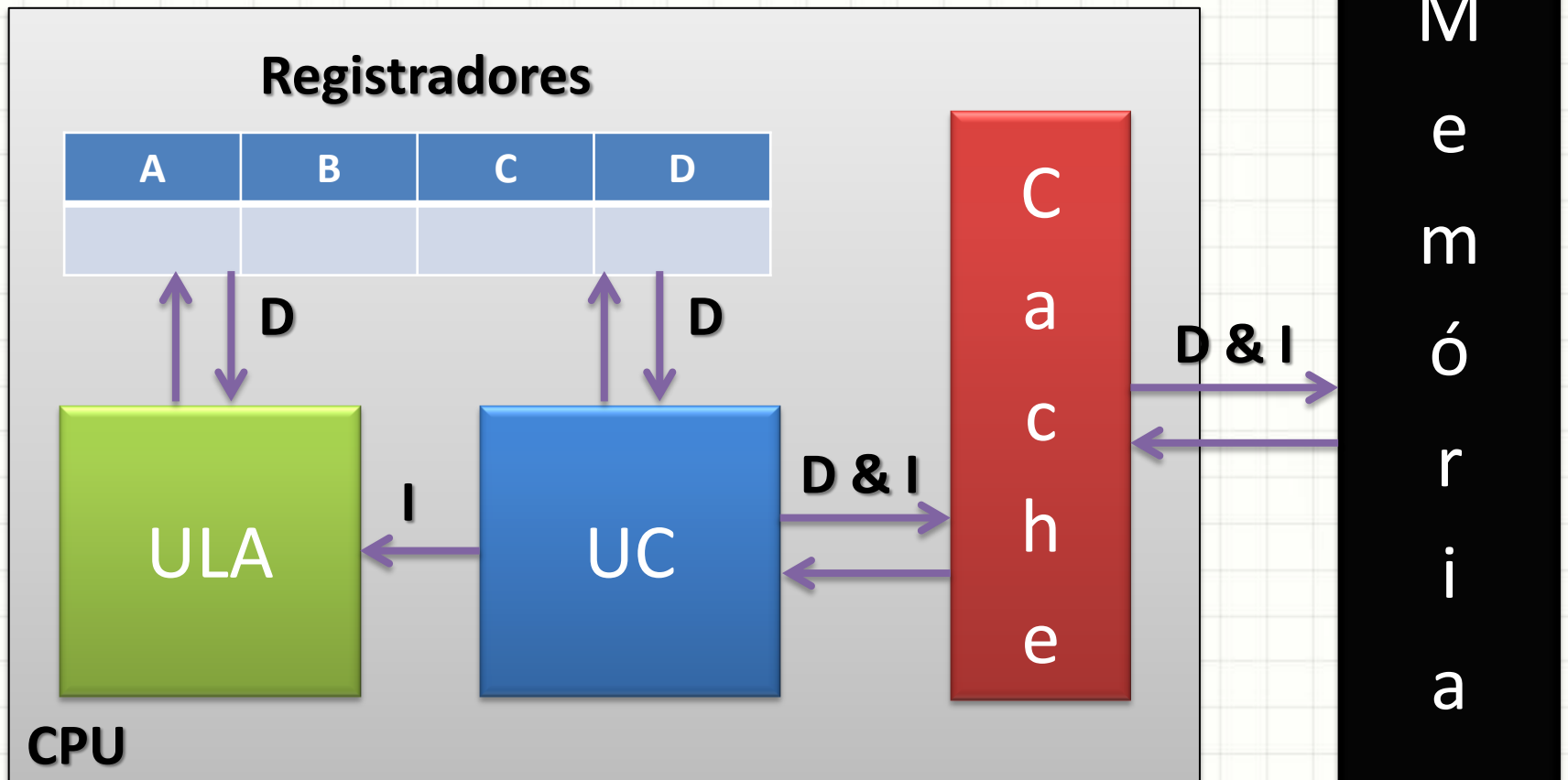




MEMÓRIA CACHE

Memória Cache

- Preenchimento
 - Algoritmos de Previsão
 - Ao acessar: Sistema “Hit/Miss”

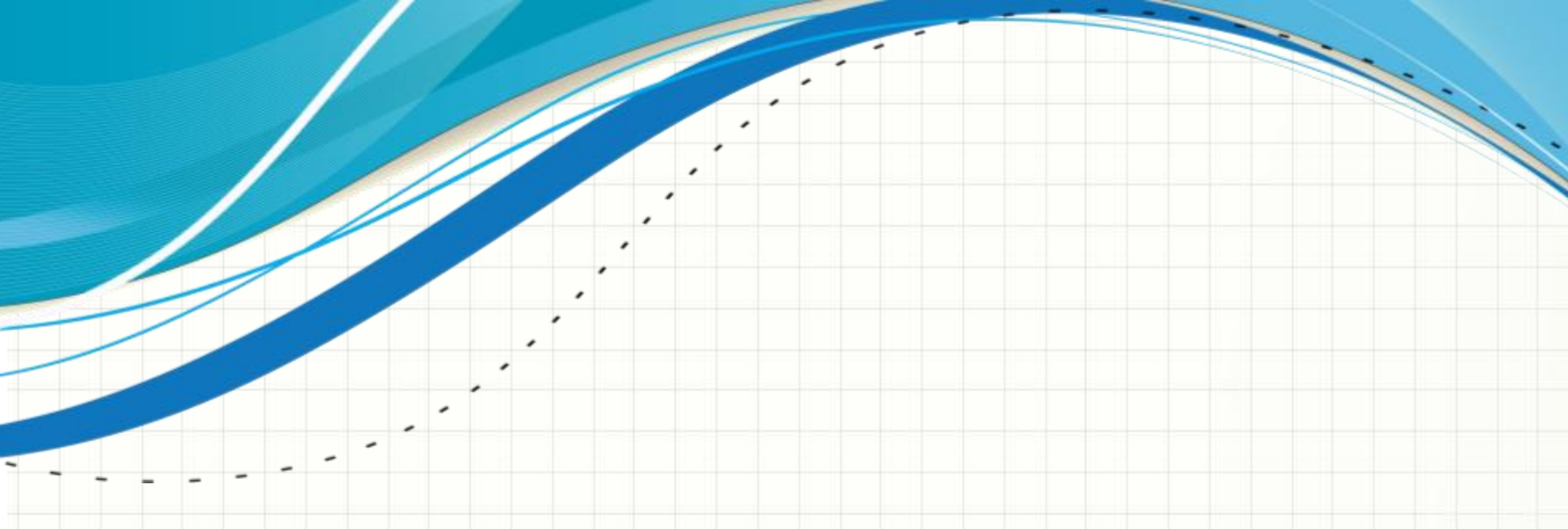


Memória Cache

- Mapeamento de Cache
 - Direto: blocos da MP associadas a linhas do cache
 - Associativo: uma tabela liga blocos a linhas
 - Associativo por Conjunto: mistura de ambos
- Algoritmos de Substituição
 - Atualização do Cache
 - O que permanece e o que será substituído
 - “Previsão da necessidade”

Memória Cache

- Políticas de Escrita na memória
 - Write Through: MP + Cache simultaneamente
 - Write Back: Cache → MP na substituição
 - Write Once: Direto na MP (causará “miss”)
- Leiam o material didático!
 - Páginas 120 a 152!



TIPOS DE MEMÓRIA

Tipos de Memória

- Existem vários tipos de memória
- Diferenciação mais básica...
 - ROM: Read Only Memory - “somente de leitura”
 - RAM: Random Access Memory - “leitura e escrita”
- Quantidade de acesso simultâneos
 - Um acesso por vez
 - Memórias “*multi port*” (muito caras!)
- Existem diversos outros subtipos...

Tipos de Memória

- Usadas apenas como Memória Interna

Tipo	RAM Estática (SRAM)	RAM Dinâmica (DRAM)
Categoria	Escrita e Leitura	Escrita e Leitura
Apagamento	Eletricamente	Eletricamente
Escrita	Eletricamente	Eletricamente
Volatilidade	Volátil	Volátil
Palavra/Bloco	Bytes	Bytes
Velocidade	Pode ser rápida como CPU	Média
Usos	Registradores, cache, memória principal	memória principal
Custo por Bit	De alto a muito alto	Médio

Tipos de Memória

- DRAM: *refresh*
 - Tempo entre Leituras = Prejudicado pelo Refresh
 - Circuitos mais complexos
 - Mais baratas
- SRAM: não precisa de *refresh*
 - Tempo entre Leituras e de Resposta menores
 - Circuitos mais simples (basta alimentar!)
 - Mais caras

Tipos de Memória

- Usadas como Memória Interna ou Externa

Tipo	Apenas Leitura (ROM)	ROM Programável (PROM)	PROM Apagável (EPROM)	EPROM Apagável Eletricamente (EEPROM)
Categoria	Apenas Leitura	Apenas Leitura	Principalmente Leitura	Principalmente Leitura
Apaga?	Impossível	Impossível	Luz U.V.	Eletricamente
Escrita	Máscaras	Eletricamente	Eletricamente	Eletricamente
Volátil?	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil
Palavra	Bytes	Bytes	Bytes	Bytes ou Blocos
Vel.	Média/Rápida	Média/Rápida	Rápida p/ Ler	Rápida p/ Ler
Usos	Mem. Principal / Secundária	Mem. Principal / Secundária	Mem. Principal / Secundária	Mem. Principal / Secundária
R\$ / Bit	Muito Baixo	Baixo	Baixo	Médio

Tipos de Memória

- Usadas basicamente como Memória Externa

Tipo	FLASH RAM	Disco Magnético	Disco Óptico	Fita Magnética
Categoria	Principalmente Leitura	Leitura e Escrita	Leitura (e Escrita)	Leitura e Escrita
Apaga?	Eletricamente	Magneticamente	Não / Óptico	Magneticamente
Escrita	Eletricamente	Magneticamente	Não / Óptico	Magneticamente
Volátil?	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil	Não Volátil
Palavra	Blocos	Blocos	Blocos	Blocos
Vel.	Média/Lenta	Lenta	Muito Lenta	Extremamente Lenta
Usos	Memória Secundária	Memória Secundária	Memória Secundária e Segurança	Memória Secundária e de Segurança
R\$ / Bit	Médio	Baixo	Muito Baixo	Extremamente Baixo



PERGUNTAS?



CONCLUSÕES

Resumo

- A memória é um dispositivo que armazena e recupera sinais elétricos, chamados bits
- Existem diversos tipos de memória
- A memória precisa de um endereço e um sinal de controle para operar
- O acesso à memória principal é feito através do barramento do sistema

-
- E os dispositivos de E/S?
 - Como funcionam?