

# Máquinas de Turing

# Restrições

- Generalizações
  - Armazenamento do estado
  - Várias trilhas
  - Sub-rotinas
- Não adicionam qualquer poder adicional de reconhecimento de linguagens
- Objetivo: Considerarmos restrições
  - Fornecendo exatamente o mesmo poder de reconhecimento de linguagens

# TM com fitas semi-infinitas

- Não existe nenhuma célula a esquerda da cabeça da fita
- Como garantir que tem o mesmo poder de TM com fitas infinitas?
  - Usando duas trilhas semi-infinitas
    - Trilha superior representa as células a direita da cabeça
    - Trilha inferior representa as células a esquerda, em ordem reversa

# TM com fitas semi-infinitas

- Outra restrição:
  - Nunca gravar um símbolo Branco
- Em todos os momentos  $\rightarrow$  prefixo de símbolos não-brancos seguidos por infinitos símbolos brancos
- Como garantir que tem o mesmo poder de TM com fitas infinitas?
  - TM grava um símbolo B' diferente do símbolo B, que funcione como branco

# Máq. de Turing X Computadores

- Apesar de parecerem bem diferentes, aceitam as mesma linguagens
  - Recursivamente enumeráveis
- Um computador pode simular uma TM?
- Uma TM pode simular um computador?

# Simulação de TM por Computador

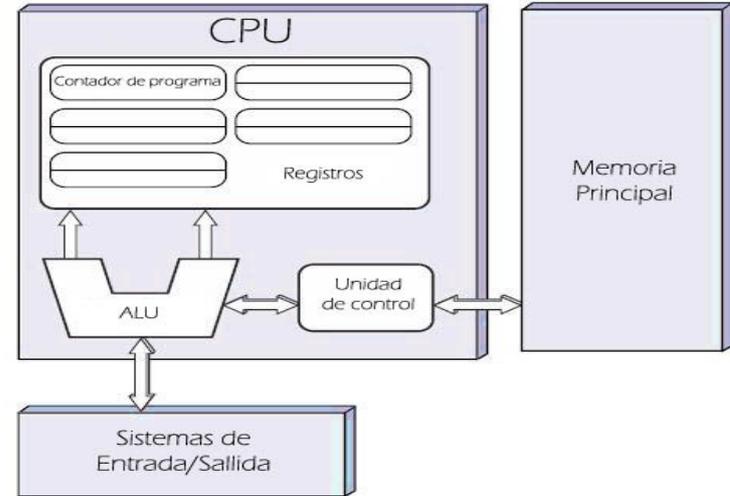
- Dada uma TM, devemos escrever um programa que atue como ela
  - Controle Finito
    - Número finito de estados e transições → programa pode descrever estados como cadeias de caracteres e usar uma tabela de transições
  - Símbolos de fita
    - Codificados como caracteres de comprimento fixo
  - Fita de comprimento infinito
    - Memória do computador é finita!

# Simulação de TM por Computador

- Representação
  - Estão disponíveis discos removíveis
  - Pilha de discos a esquerda
    - Fita a esquerda da cabeça de leitura
  - Pilha de discos a direita
    - Fita a direita da cabeça de leitura
  - Chegando-se ao fim de cada disco, pode-se realizar uma troca a direita ou a esquerda

# Arquitetura de von Neumann

1. Uma memória
2. Uma unidade aritmética e lógica (ALU)
3. Uma unidade central de processamento (CPU),  
composta por diversos registradores
4. Uma Unidade de Controle (CU)

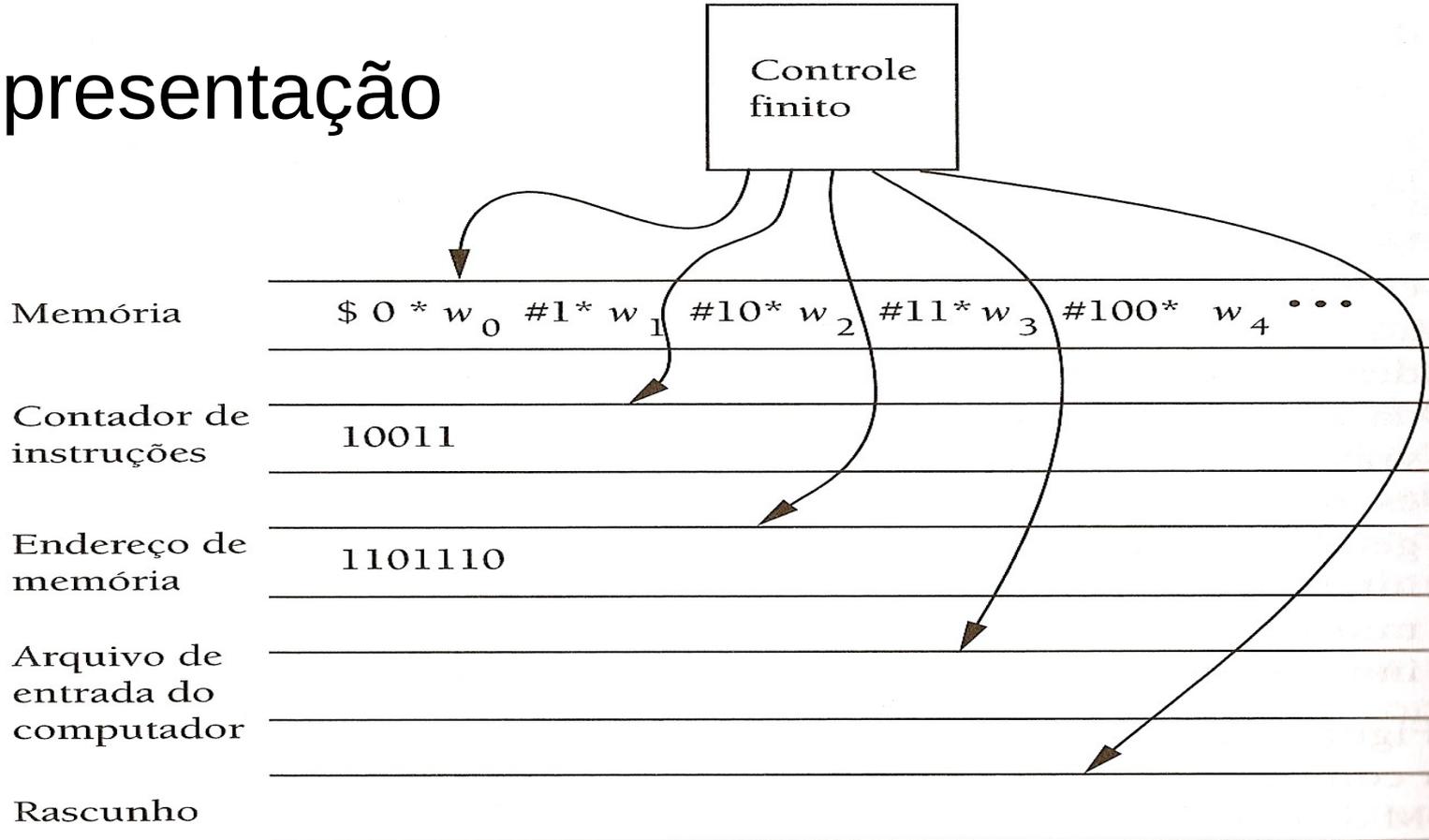


# Simulação de Computador por TM

- Espaço de armazenamento
  - Sequência longa de palavras, cada qual com um endereço
    - Ex: palavras de 32 bits ou 64 bits
- Programa do computador
  - Armazenado em algumas palavras da memória
  - Cada palavra representa uma instrução simples
    - Ex: Assembly
  - Cada instrução envolve número finito de palavras, e altera o valor de no máximo 1 palavra

# Simulação de Computador por TM

- Representação



# Simulação de Computador por TM

- Primeira fita → MEMÓRIA
  - Endereços e conteúdos escritos em binário
  - Símbolos especiais → marcadores
    - \* final de endereço
    - # final de conteúdo
    - \$ início da sequência de endereços e conteúdos
- Segunda fita → Contador de Instruções
  - Inteiro em binário
  - Representa a próxima instrução de computador a ser executada

# Simulação de Computador por TM

- Terceira fita → Endereço de memória
  - Contém o conteúdo de um endereço depois de localizado na fita 1
- Fita rascunho
  - Simulação de algumas instruções pode usar uma ou mais fitas de rascunho
    - Multiplicação por exemplo

# Comparação de Tempos

- Se um computador:
  - Tem instruções que aumentam o comprimento máximo de palavra em 1
  - Tem instruções que uma TM pode executar em  $O(k^2)$  etapas para palavras de tamanho  $k$
- Então, a TM descrita anteriormente pode simular  $n$  etapas do computador em  $O(n^3)$  de suas etapas