

# Aula 2 - Sistemas e Modelos

①

## (Chapter 1 - Cassondor)

- o Conceitos Fundamentais da Teoria de Sistema
- o Classificação dos Sistemas

Variações contínuas  $\xrightarrow{\text{(evolução tecnológica)}}$  variações discretas

- velocidade (podem ter qd valor num tempo  $t$ )
- aceleração
- pesos
- temperatura
- flexão

- contadores
- n.º inteiro
- os processos são dependentes de "eventos" como apertar um botão, mudança de malhas (event-driven).

## O conceito de Sistema

Sistema: } consiste de interação entre componentes  
} está associado com a realização de uma "função".

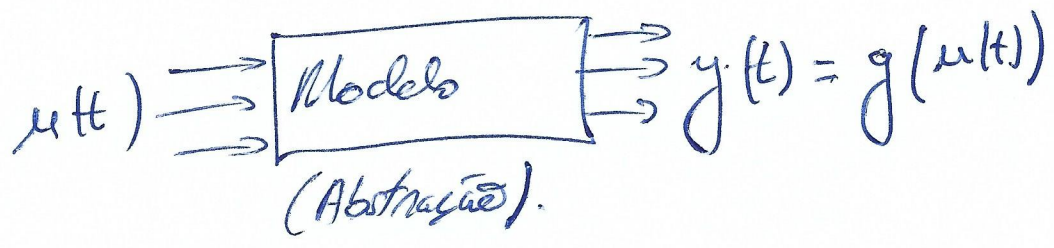
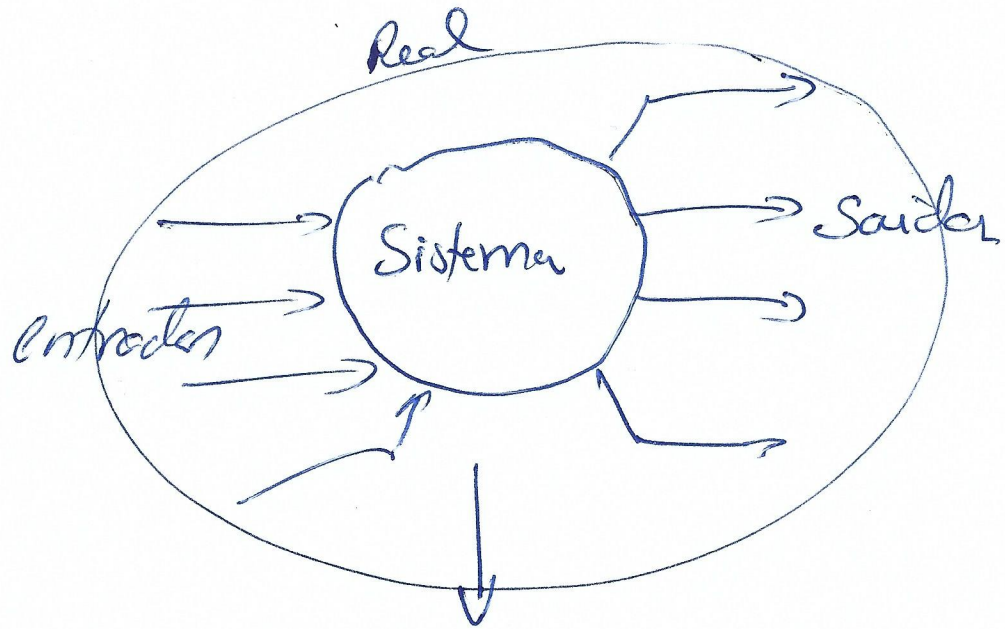
## Modelos de Entrada-Saída

o variáveis de entrada  $\{u_1(t), \dots, u_p(t)\}$   $t_0 \leq t \leq t_f$  inicial  
o variáveis de saída  $\{y_1(t), \dots, y_m(t)\}$   $t_0 \leq t \leq t_f$  final

vetor  $u(t) = [u_1(t) \dots u_p(t)]^T$

vetor  $y(t) = [y_1(t) \dots y_m(t)]^T$

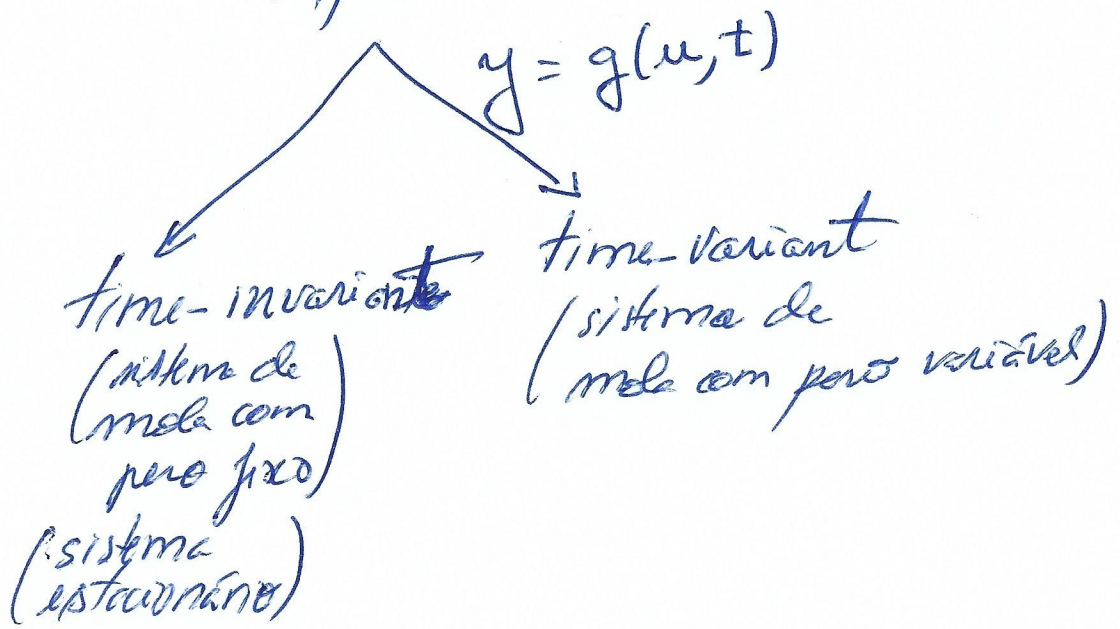
$y = g(u)$   $\rightarrow$  relação matemática entre entrada/saída.



Sistemas Estáticos e Dinâmicos

Sistema Estático: A saída  $output(t)$  é independente dos valores passados de entrada  $input(\tau)$ ,  $\tau < t$ , para todo  $t$ .  
(não requer memória)

Sistema Dinâmico: A saída geralmente depende dos valores passados de entrada.  
(requer memória)



[Fig. 1.5]

# Estado do Sistema

(3)

O Estado do Sistema num instante  $t$  deve ~~ser descrito~~ <sup>descrever</sup> seu comportamento neste instante de uma maneira mensurável.

Definição: O estado de um sistema no instante  $t_0$  corresponde à informação requerida em  $t_0$  de tal forma que a saída  $y(t)$ , para todo  $t \geq t_0$  seja univocamente determinada desta informação (estado) e da entrada  $u(t), t \geq t_0$ .

(Lembrar o exemplo de mola, que apenas a posição não basta, precisa de velocidade também)!

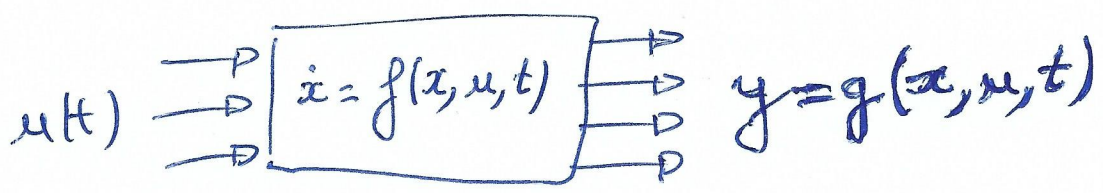
vetor entrada:  $u(t)$   
vetor saída:  $y(t)$   
vetor Estado:  $x(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots]$   
↳ "variáveis de estado"

## Modelagem do Espaço de Estado

- Equações de estado: Conjunto de equações requeridas para especificar o estado  $x(t)$  para todo  $t \geq t_0$ , dado  $x(t_0)$  e a função  $u(t), t \geq t_0$ .

- Espaço de Estado: denotado por  $X$ , corresponde ao conjunto de todos os valores possíveis a assumir de estado  $x(t)$  pode assumir.

O conceito de "Espaço de Estado" contém representações adicionais sobre o sistema a ser modelado.



Sistema Linear e Não-Linear

$g: U \rightarrow Y$   
 Para  $u \in U$  e  $y \in Y \rightarrow y = g(u)$

O sistema é linear se:

$g(a_1 u_1 + a_2 u_2) = a_1 g(u_1) + a_2 g(u_2)$

(de forma implícita, dobrando a entrada resulta em dobrar a saída)

Sistema de Ressonância de Água (\*) (Ex 1.5)

Espaço de Estado

Variáveis de Estado

valores ~~reais~~ <sup>contínuos</sup> ( $\mathbb{R}$ )  $\rightarrow$  Espaço de Estado Contínuo

valores discretos  $\rightarrow$  Espaço de Estado Discreto

Exemplo: um sistema de armazenagem/distribuição de mercadorias, onde chegam e saem mercadorias.  
 (\*) (B) (Ex. 1.8)

# Sistemas Determinísticos e Estocásticos

5

Num sempre os valores  $x(t)$  são conhecidos deterministicamente para todo  $t$ , acontecendo o mesmo com os estados  $x(t)$ .

Um sistema é dito Estocástico se pelo menos uma de suas variáveis de saída é aleatória (aleatória).  
Caso contrário o sistema é dito determinístico.

pode ser ~~descrito~~ descrito probabilisticamente.

Num sistema determinístico, o estado  $x(t)$  pode ser avaliado, calculado. Num sistema estocástico o estado  $x(t)$  é um vetor aleatório e apenas pode ser calculado sua função distribuição de probabilidade.

## Sistemas de Tempo Discreto

Supor que nos os estados e saídas são definidas apenas em instantes de tempo discretos  $\rightarrow$  Sistemas de Tempo Discreto

~~A regularidade~~

A linha do tempo, neste caso, é representada por uma sequência de intervalos definida por uma sequência de tempos  $t_0 \leq t_1 < \dots < t_k < \dots$ , onde o intervalo tem comprimento  $T = t_{k+1} - t_k$  para todo  $k = 0, 1, 2, \dots$

A constante  $T$  é referida <sup>em intervalos</sup> como intervalo de amostragem.

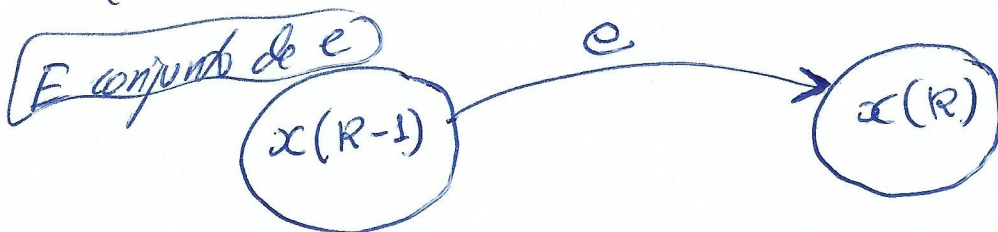
$$\begin{array}{ccc} \dot{x} = f(x, u, t) & \longrightarrow & x(k+1) = f(x(k), u(k), k) \\ \text{tempo contínuo} & & \text{tempo discreto} \end{array}$$

Sistemas de Eventos Discretos: { Espaço de Estado Discreto } (6)  
 Transições de Estados em tempo discreto (eventos)

O Conceito de Evento

O Evento deve ser pensado como uma ocorrência instantânea que causa a transição de um estado para outro.  
 O evento pode ser identificado como uma ação específica.

Evento (e)   
 ocorrência natural (ex: fôlha)   
 ocorrência específica



"Time-Driven" - Dirigido por Tempo

A cada clock ("borda de relógio") um evento  $e$  pode ser selecionado de  $E$ . (mesmo  $e$  sendo múltiplo).  
 Neste caso as transições são sincronizadas pelo clock.

"Event-Driven" - Dirigido por Evento

Em vários instantes de tempo (não necessariamente coincidente com o clock) algum evento  $e$  pode ocorrer. Neste caso as transições de estado resultam da combinação de eventos concorrentes e assíncronos.

Sistemas de Estado Contínuo são naturalmente time-driven.

Entretanto Sistemas de Estado Discretos   
 time-driven   
 event-driven

# Exemplos de SED

## a) Sistema de Filas

Diversos processos compartilham o mesmo processador.

Nem sistema:

- processos chegam
- executam tarefa no processador
- partem do sistema qdo concluem sua função

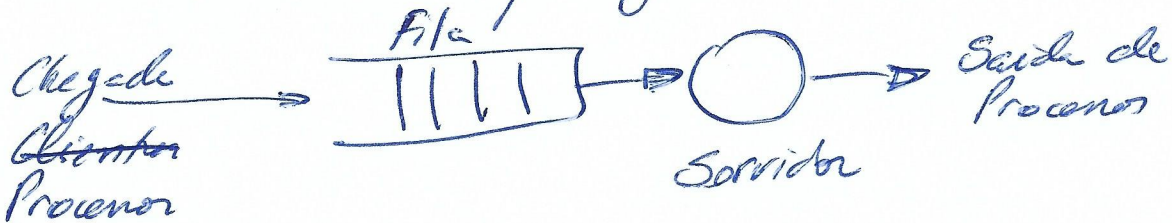
Eventos importantes:

- chegada de um processo
- início de processamento
- partida do processo do sistema

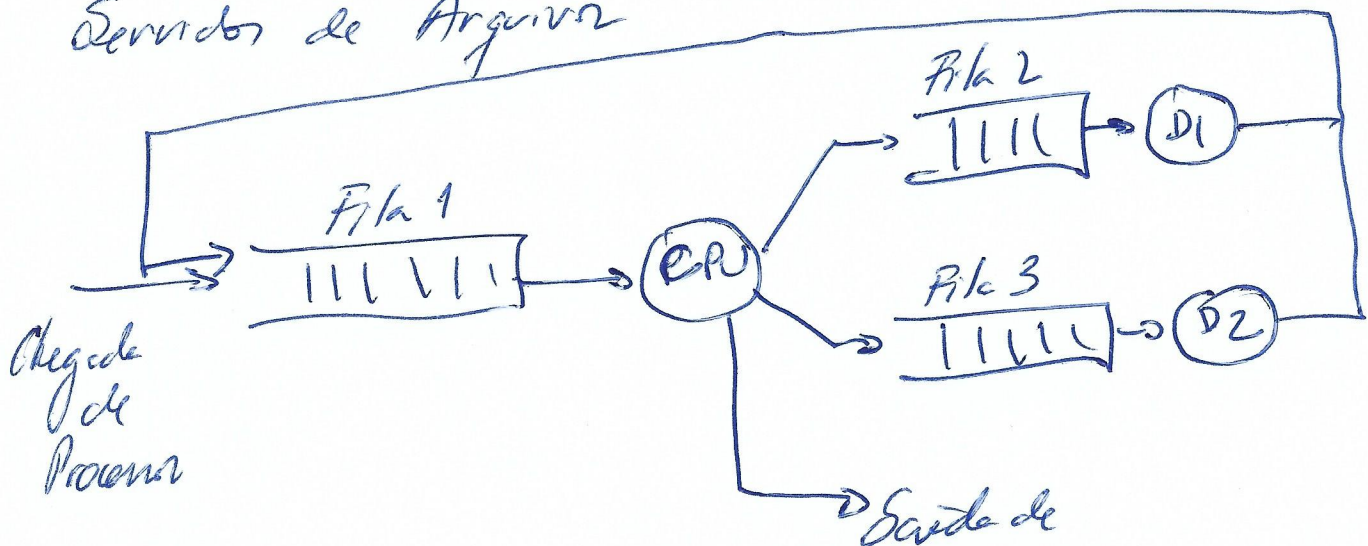
Processos encontram-se:

- em execução
- em espera

Podem ser descritos por filas e servidores:



## Servidor de Arquivos



Grandezas mensuráveis: Vazão / Tempo de resposta de transação / Utilização de recursos / Tempo de espera na CPU, D1 e D2

## b) Sistema de Comunicação

(8)

### • Rede de Comunicação de Pacote

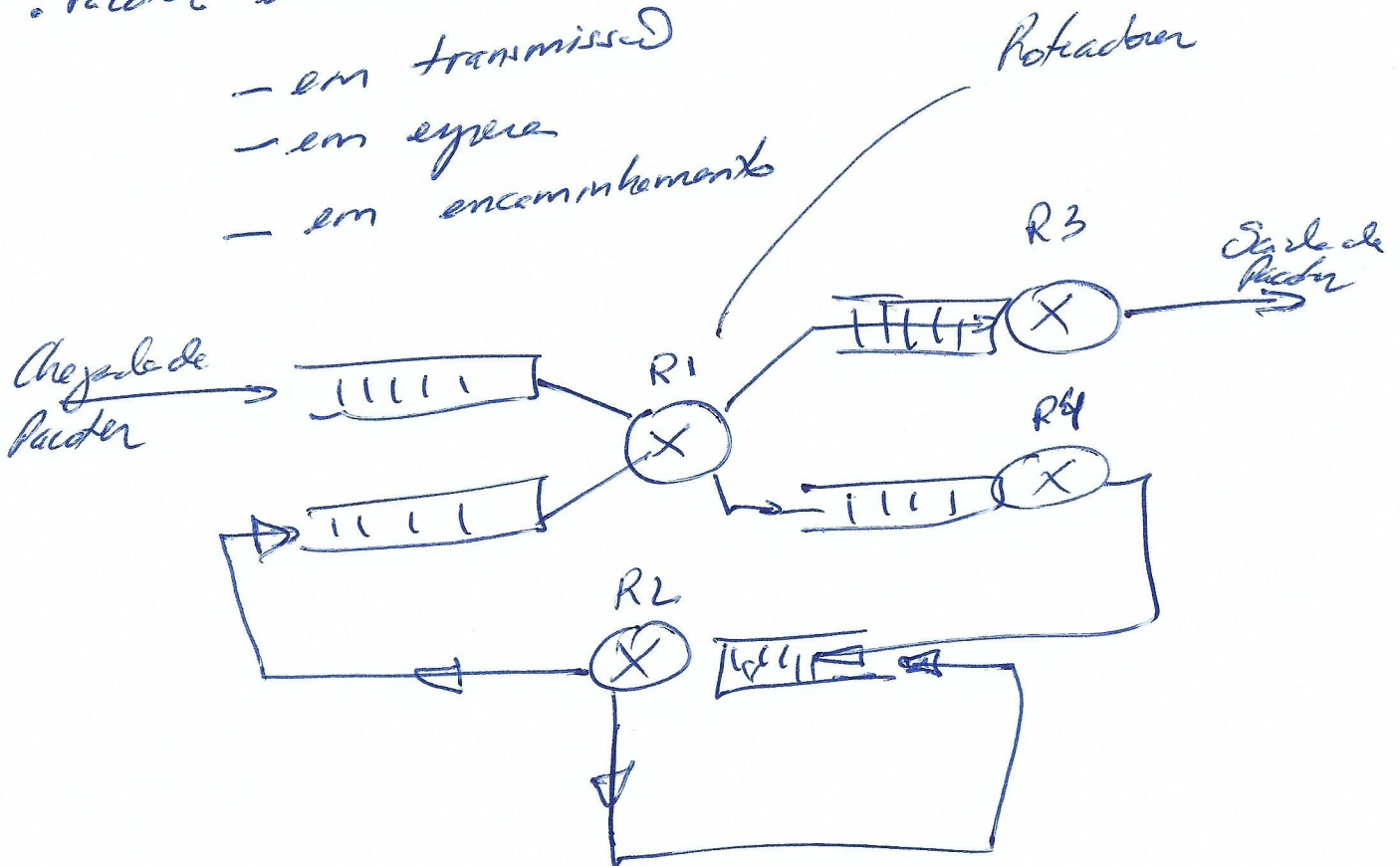
- Pacotes de dados chegam
- são analisados e encaminhados por roteadores
- são transmitidos em canais de comunicação

### • Eventos importantes:

- chegada de pacote
- início de análise e encaminhamento de pacote
- transmissão do pacote

### • Pacotes encontram-se:

- em transmissão
- em espera
- em encaminhamento



### Grandezas Mensuráveis:

- taxa de chegada
- tempo de resposta
- utilização de recursos
- tempo de espera nos roteadores
- gargalo(?)



Problemas a serem realizados em grupo em sala de aula.

9

Problema 1.1

Problema 1.2

Problema 1.3

}