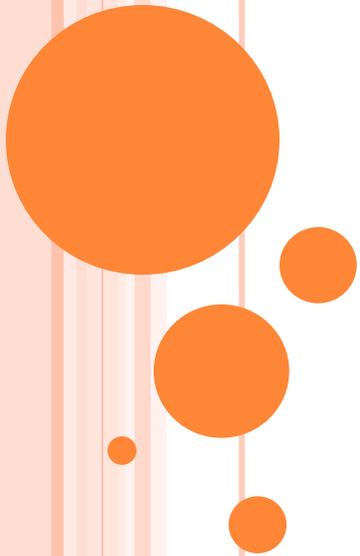


Controle e Servomecanismos I



Introdução

Sistemas de controle com e sem retroalimentação

São de enorme importância científica, tecnológica e econômica com aplicações em Telecom, transportes, navegação, processos industriais, pesquisa científica, medicina-

O que é um sistema

É um conjunto de elementos selecionados e organizados que interagem no sentido de alcançar um ou mais objetivos determinados

- um conjunto de elementos
- objetos físicos
- abstrações matemáticas

Os que nos interessam são:

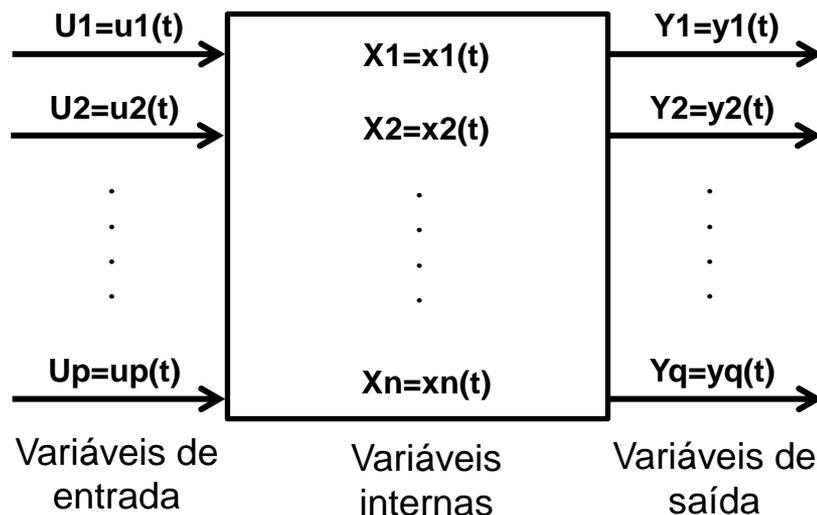
os sistemas físicos → elementos são reais

O comportamento de um sistema depende de ações ou influências que provêm de fora do sistema.

São denominadas entradas e são representadas por grandezas chamadas **variáveis de entrada**.

O comportamento dos elementos do próprio sistema é descrito por grandezas chamadas **variáveis internas do sistema**.

Caracterizam as ações do sistema sobre o resto do universo, são as **saídas ou resposta do sistema**.



- Nos sistemas físicos As entradas, As grandezas internas, As respostas do sistema:

Forças, Tensões elétricas, Grandezas físicas

Podem ser medidas e representadas matematicamente variáveis em funções do tempo.

- Quando estudamos um sistema → interessados em saber → causa e efeito → entradas e saídas desse sistema.

Ex:

- um estudo sobre o comportamento dinâmico de um automóvel:

entradas = a força no pedal do acelerador
a posição angular da direção;

saídas = a velocidade
o ângulo de avanço em relação ao eixo da estrada
a distância percorrida.

Sistemas

Existem dois tipos:

- **SISO (single input single output)**

Simplex de apenas uma entrada e uma saída

São os sistemas escalares.

- **MIMO (multiple input multiple output).**

Múltiplos de várias entradas e várias saídas

São os sistemas vetoriais.

- Os sistemas físicos reais são sempre muito ricos em detalhes e pormenores então estuda-se.
 - O modelo físico → aspectos relevantes → estudo que se deseja fazer.
- Para o estudo quantitativo de um sistema
 - a partir do modelo físico → obtém-se o modelo matemático.
- Alguns sistemas são suscetíveis de tratamento quantitativo, outros não.
- O modelo matemático é constituído:
 - equações diferenciais ou íntegro-diferenciais que resultam da aplicação das leis físicas;
 - as funções de transferência, baseada na transformada de Laplace;
 - os modelos vectoriais de estado, baseados nos conceitos de variáveis de estado.
- Nos que podem ser estudados matematicamente, as variáveis são quantificáveis e as relações entre elas podem ser expressas analiticamente.
- Nos que não podem ser estudados matematicamente, as variáveis são qualitativas.

Sistemas Lineares

- Lineares são aqueles para os quais valem os princípios da homogeneidade e da superposição dos efeitos.

Princípio da homogeneidade

“Se a resposta do sistema a uma entrada $U1(t) \rightarrow Y1(t)$, então a resposta a uma entrada m vezes maior $mU1(t)$, será também m vezes maior, ou seja, $mY1(t)$.”

Princípio da superposição dos efeitos

“Se resposta do sistema à entrada $U1(t) \rightarrow Y1(t)$ e a resposta a uma outra entrada $U2(t) \rightarrow Y2(t)$ então a resposta à soma das entradas, $U1(t)+U2(t)$ será igual à soma das respostas respectivas, ou seja, $Y1(t)+Y2(t)$.”

Sistemas não lineares

- São aqueles que não obedecem aos dois princípios enunciados anteriormente.

Sistemas estáticos, ou instantâneos

- São sistemas que respondem instantaneamente à entrada aplicada, sendo que a resposta não depende das condições anteriores à aplicação da entrada (condições iniciais).

São chamados de sistemas de memória nula.

Ex.: resistor de 1Ω .

Sistemas dinâmicos

- São sistemas que tem memória, i. é., seu comportamento depende das condições iniciais.

Neste caso, o modelo matemático sempre inclui equações diferenciais.

Ex.: circuito indutivo LR-série

Parâmetro

- Parâmetro de um sistema são as grandezas que representam propriedades dos elementos desse sistema.

Sistemas de parâmetros concentrados

- São aqueles cujos parâmetros descrevem as propriedades concentradas em pontos bem definidos do sistema.

Ex.: Nos caso de indutor fisicamente constituído por uma bobina de cobre com núcleo de ferro, os parâmetros essenciais para estudo do comportamento desse sistema são a indutância e a resistência elétrica do dispositivo

Sistemas de parâmetros distribuídos

- São aqueles cujos parâmetros descrevem as propriedades distribuídas ocorrem ao longo do sistema.

Ex.: linha de transmissão.

Sistemas invariáveis no tempo

- Sistemas invariantes no tempo são aqueles cujos parâmetros são constantes com o tempo.

Ex.: grande parte dos sistemas físicos, dentro dos limites das aplicações técnicas.

Sistemas variáveis no tempo

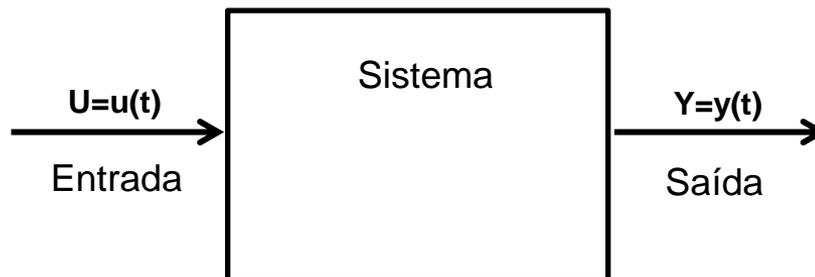
- Sistemas variantes no tempo são aqueles cujos parâmetros se alteram como o decorrer do tempo.

Ex.: foguetes e mísseis, cuja massa se altera com a queima de combustível.

- Os sistemas que vamos estudar inicialmente são
 - Sistemas lineares
 - Dinâmicos
 - Parâmetros concentrados
 - Invariantes no tempo

são os chamados sistemas LIT (Lineares Invariantes no tempo)

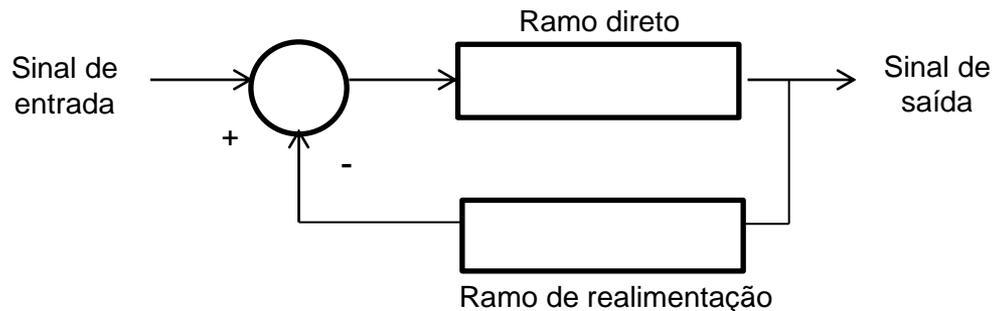
- Dois sistemas diferentes que possuem o mesmo modelo matemático são denominados sistemas análogos.



Sistemas de controle com realimentação (sistema de malha fechada)

Denomina-se sistema de controle aquele que tenta impor às variáveis de saída um determinado comportamento, cuja referência está de alguma forma contida nas variáveis de entrada.

A variável de saída é comparada continuamente com a referência, contida na variável de entrada, a fim de detectar e corrigir eventuais desvios do comportamento previsto para o sistema.



Os sistemas de controle dotados de realimentação são denominados também **sistemas de controle de malha fechada**.

Sistema regulador

A variável de saída deve manter um valor constante, igual ou proporcional ao valor de referência da variável de entrada.

Ex.: Reguladores de velocidade, de temperatura, de nível de líquido em um reservatório.

Sistemas rastreadores

Ou Sistemas de perseguição(tracking systems): as variáveis de saída devem seguir ou acompanhar as variáveis de entrada.

Ex.: Servomecanismos, os sistemas que procuram perseguir um alvo móvel ou uma posição variável de referência.

Sistemas de controle sem realimentação (sistema de malha aberta)

Existem também os sistemas de controle de malha aberta, i. é., sem realimentação.

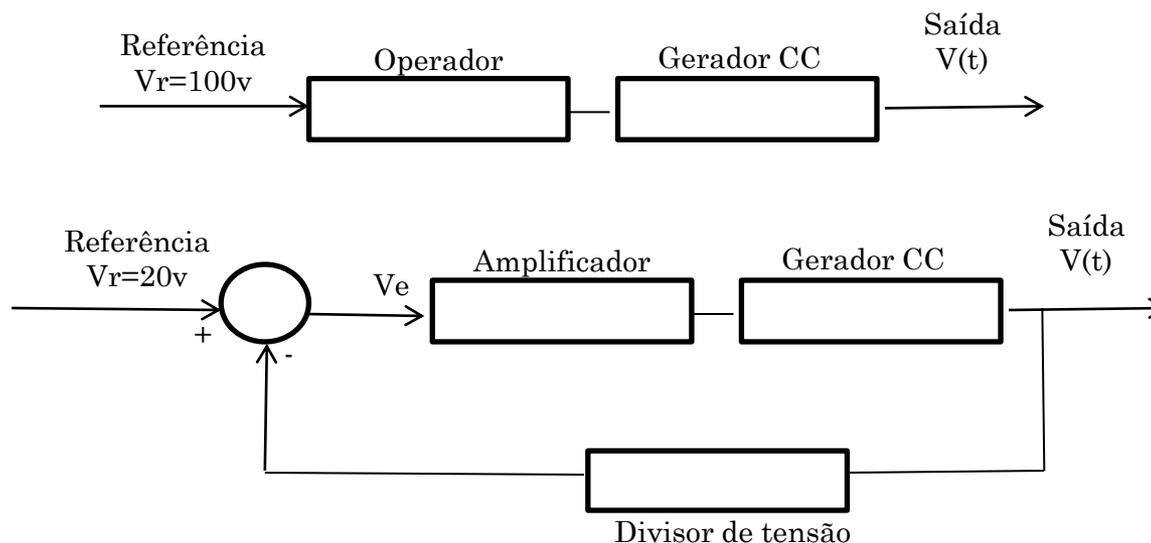
Nesse caso, o comportamento desejado da variável de saída é, em geral, programado previamente em função do tempo ou de variáveis de entrada.

Mas esses sistemas não reagem a uma eventual perturbação que altere o bom andamento da variável de saída.

Representação por Diagrama de Blocos

Os diagramas são uma extensão ou detalhamento da representação gráfica de um sistema por um retângulo com as variáveis de entrada e de saída indicadas por meio de setas.

É conveniente considerar o sistema formado por subsistemas bem individualizados, assim como indicar as funções de cada um e as interligações entre eles.



Caso geral de um sistema de controle, há sempre um dispositivo cuja saída se quer de alguma forma controlar, esse dispositivo é o elemento do sistema que desenvolve maior potência.

Ele é comandado por outros componentes de potência menor, mas que incluem necessariamente um amplificador e que são os elementos de controle.

Esses elementos de controle, em conjunto, formam o controlador do sistema.

Assim, no caminho direto que vai da entrada para a saída, além do detector de erro, temos o controlador e o dispositivo de saída, o qual é denominado genericamente, sistema controlado.

O ramo de realimentação que vai da saída para o detector de erro é constituído por circuitos incluindo transdutores, sensores ou simplesmente medidores.

Simulação

A simulação procura reproduzir de alguma forma, o comportamento dinâmico de um sistema real existente ou projetado.

Podem ser usados modelos físicos do sistema, sistema análogo ou pela simples resolução das equações que constituem o modelo matemático por meio de computador.

- As principais aplicações da simulação são as seguintes:
 - reproduzir o comportamento dinâmico do modelo de um sistema de forma a obter, a validação e/ou o aperfeiçoamento do modelo matemático;
 - confirmar aspectos conhecidos do comportamento de um sistema;
 - prever consequências de uma nova teoria;
 - permitir a alteração de sistemas para efeito de melhoria, ou mesmo de otimização de seu desempenho, ou ainda para efeito de controle de seu comportamento.

Procedimento para o estudo de um sistema dinâmico

Geralmente inclui 4 etapas:

1- Modelagem física - consiste na elaboração de um modelo físico, ou descritivo, adequado para o caso;

2- Modelagem matemática - é o estabelecimento das equações que descrevem o comportamento dinâmico do modelo físico do sistema, é constituído por uma ou mais equações diferenciais ou dinâmicas, além de eventualmente, uma ou mais equações algébricas;

3- Simulação do comportamento dinâmico do sistema - é o obtido pela integração das equações do modelo matemático;

4- Compensação ou síntese - estudo das modificações ou acréscimos a serem introduzidos no sistema para que seu comportamento satisfaça as finalidades e especificações previstas.