DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PNV3324 FUNDAMENTOS DE CONTROLE EM ENGENHARIA

NOTAS DE AULA*

Prof. Helio Mitio Morishita

* Este texto é um mero roteiro de estudo e não substitui as referências bibliográficas indicadas para a disciplina.

ANEXO 1

DIAGRAMA DE BLOCOS

A.1 INTRODUÇÃO

Até o presente momento foi visto que a aplicação de Transformada de Laplace ao modelo matemático do sistema transforma uma equação diferencial em equações algébricas. Estas equações estabelecem uma relação entre a Transformada de Laplace da variável de entrada e de saída que é denominada *função de transferência*. Em controle é usual representar esta relação, que é de causa e efeito, pictoricamente, em termos de *bloco funcional* ou simplesmente *bloco*, que simboliza a função de transferência de um sistema com os seus sinais de entrada e de saída unidirecionalmente, tal como mostrado na Fig. A.1.

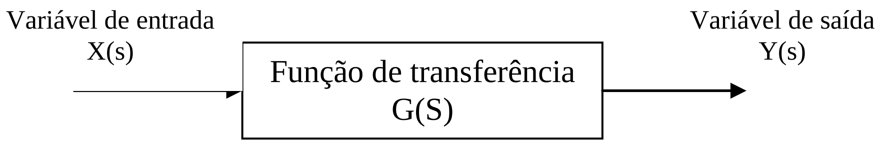


Fig. A.1 Bloco funcional

No entanto, um sistema de controle consiste, normalmente, de vários componentes e, neste caso, constrói-se um *diagrama de bloco* que é a conexão adequada dos blocos de cada componente através do fluxo de sinais baseados na configuração física do sistema. Mas, ao se elaborar um diagrama de bloco torna-se necessário introduzir dois novos elementos que são o ponto de soma e o ponto de derivação:

a) Ponto de soma: é um círculo com X e é símbolo que indica uma operação de soma. O sinal de mais ou de menos em cada segmento orientado indica se este sinal de ser adicionado ou subtraído. É importante que todos os sinais tenham a mesma grandeza e unidade. No ponto de soma podem chegar vários sinais mas deve haver somente um sinal de saída, conforme mostrado na Fig. A.2

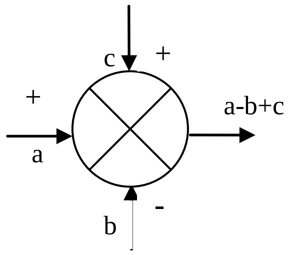


Fig. A.2 Ponto de Soma

b) Ponto de derivação: é um ponto a partir do qual o sinal proveniente de um bloco vai simultaneamente para outros blocos ou pontos de soma.

Na Fig. A.3 é mostrado um diagrama de bloco típico de uma malha de controle em malha fechada.

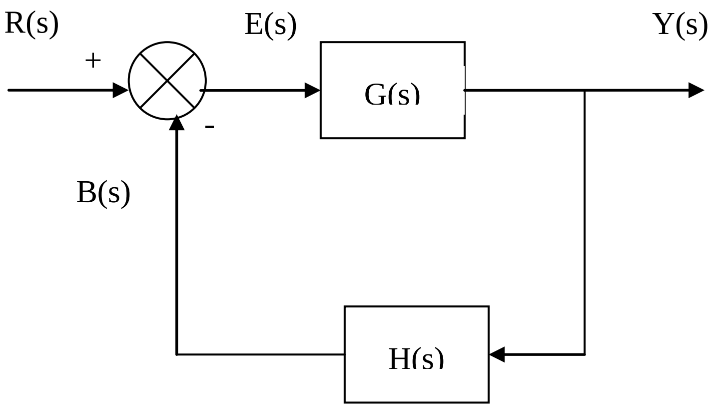


Fig. A.3 Exemplo de um diagrama de bloco em malha fechada típico

A.2 PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM DIAGRAMA DE BLOCOS

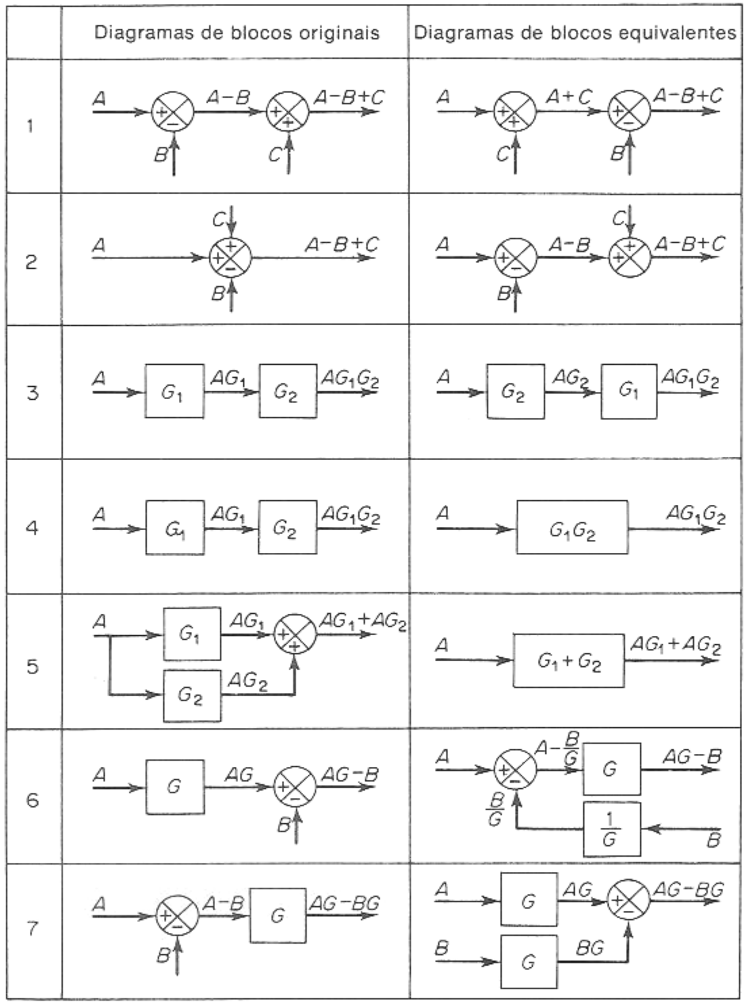
Para se construir um diagrama de blocos de um sistema escrevem-se primeiro as equações que descrevem o comportamento dinâmico de cada um dos componentes. Posteriormente, obtém-se a Transformada de Laplace destas equações, supondo condições iniciais nulas, e representa-se individualmente, em forma da blocos, cada equação transformada por Laplace.

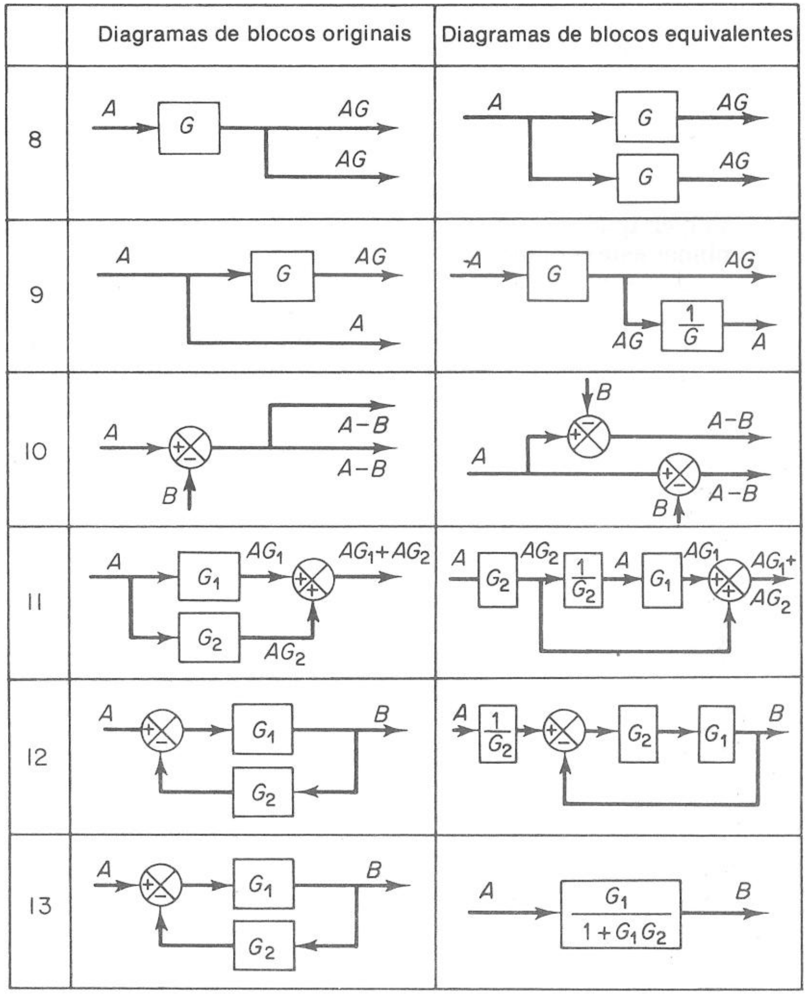
A.3 REDUÇÃO DE DIAGRAMA DE BLOCOS

No estudo de controle, muitas vezes, pode-se deparar com diagramas de bloco extremamente complexas que não permitem analisar as propriedades dinâmicas do sistema modo simples. Mesmo o diagrama de bloco da Fig. A.3, que é extremamente

simples, embora facilite a compreensão da estrutura do sistema de controle, não é útil para projetar o controlador.
Para solucionar este tipo de problema a técnica adota é de efetuar uma redução do diagrama de bloco de tal modo que a dinâmica do sistema seja representada por um bloco funcional com uma função de transferência equivalente, relacionando a variável de saída com a de entrada que pode ser a referência ou uma perturbação.

Para fazer a redução de um diagrama de bloco complexo de modo sistematizado pode-se utilizar as regras da álgebra para o diagrama de blocos que estão mostradas na Tab. A.1.





Tab. A.1 Regras de álgebra de diagrama de blocos

EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DO MATLAB

```
%funçao de transferencia do sistema

nums=1;
dens=[1 .8 1];
'funçao de transferencia do sistema'
printsys(nums,dens)

%funçao de transferencia do controlador
numc=[1 1];
denc=[1 3];
'funçao de transferencia do controlador'
printsys(numc,denc)

%produto das funçoes de transferencia

num=conv(nums,numc);
den=conv(dens,denc);

%definiçao da funçao de transferencia utilizando a funçao tf
sys=tf(num,den)


%funçao de transferencia em malha fechada
sysf=feedback(sys,1);

%obtençao dos polinomios do numerador e do denominador da funçao de
%transferencia em malha fechada
[numf,denf]=tfdata(sysf,'s');
printsys(numf,denf)

%resposta do sistema para entrada degrau unitario.
step(sysf)
```