

107484 – Controle de Processos

Aula: Controle Seletivo, Split-Range, Gain-Scheduled e Inferencial

Prof. Eduardo Stockler

Departamento de Engenharia Elétrica

Universidade de Brasília



UnB

1º Semestre 2015

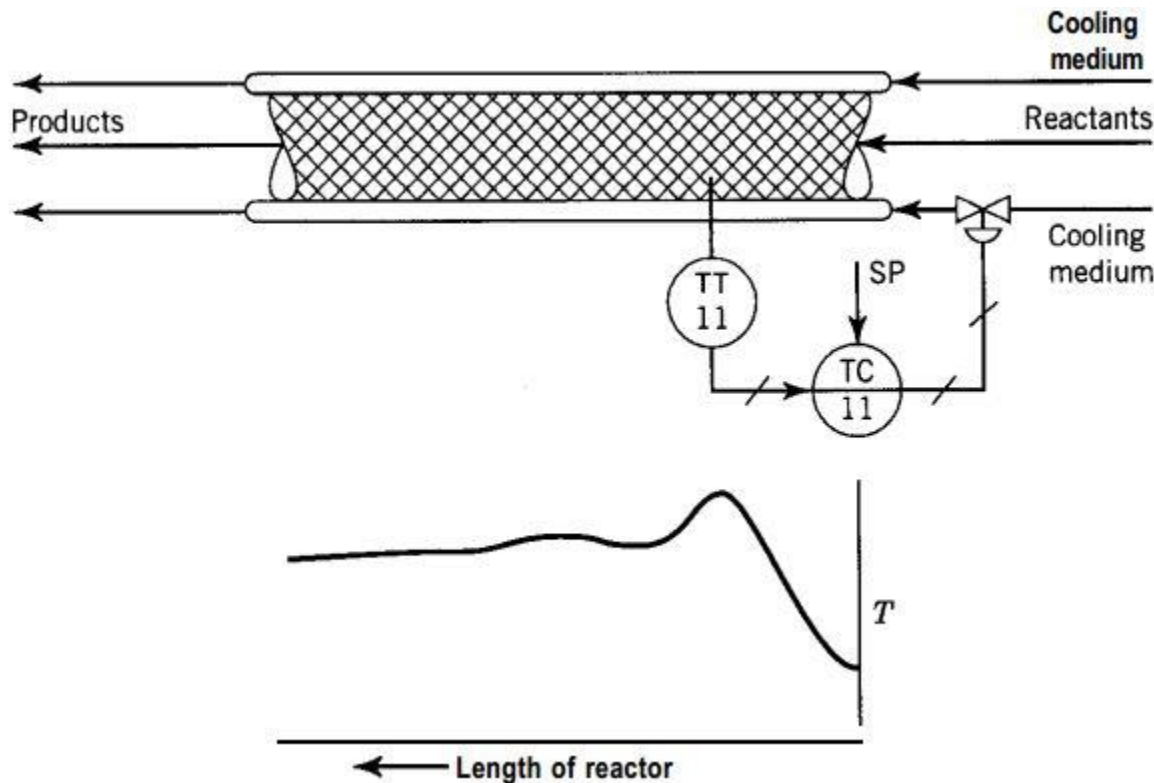
Controle Seletivo

- Geralmente lida com múltiplas variáveis medidas ou objetivos de controle e uma única variável manipulada (1 MV)
- Implementado por razões de segurança e otimização
- Exemplos ilustrarão a utilização e benefícios

(Exemplo)

REATOR DE FLUXO

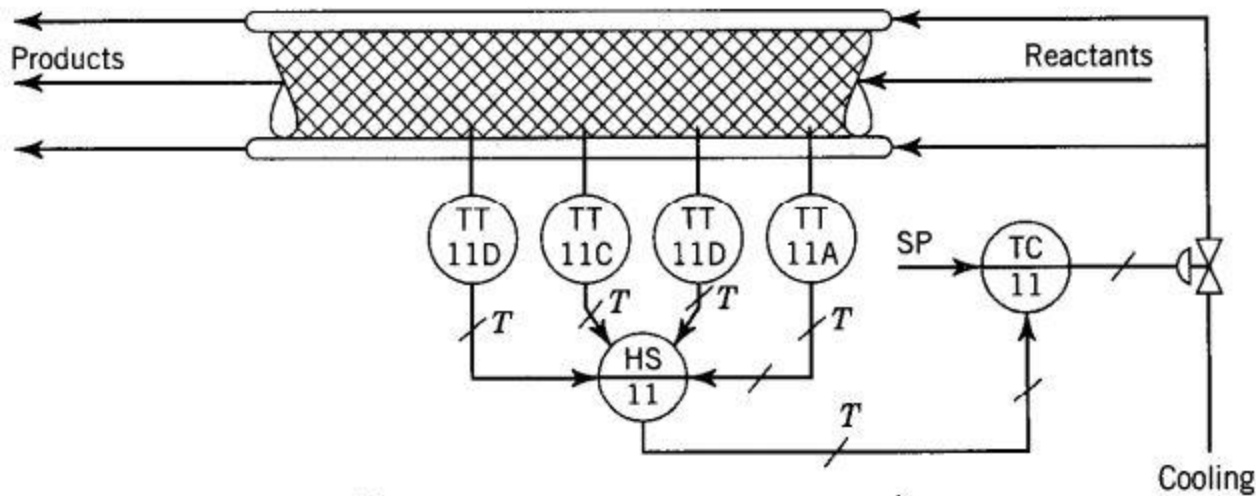
Reator de fluxo



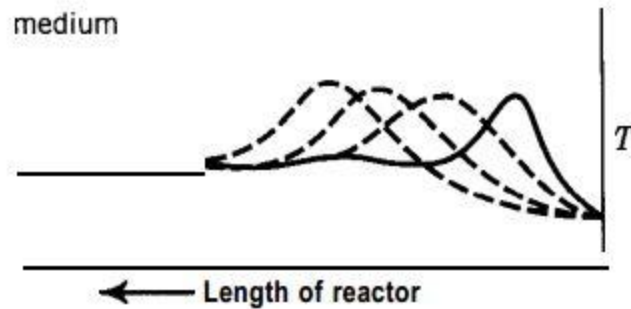
Processo:

- Reação exotérmica
- Perfil de temperatura
- Medição deve ser feita no ponto mais quente
- Perfil de temperatura varia com o tempo

Aplicação de Controle Seletivo



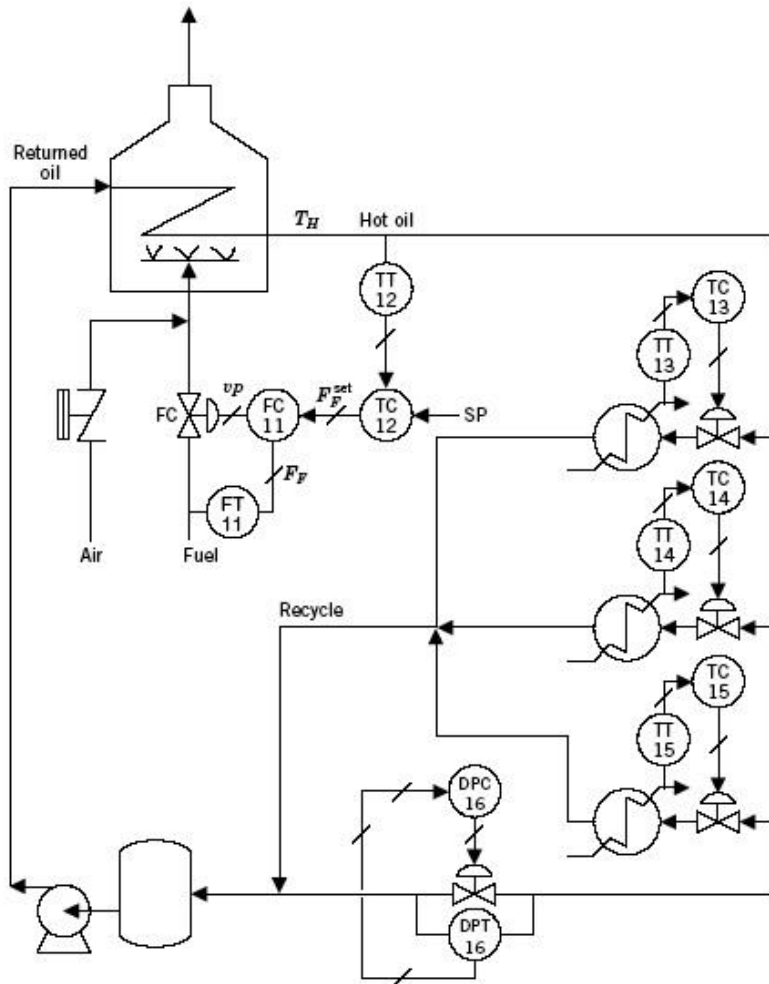
- Várias medições de temperatura
- HS-11: seletor de alta
- Transmissores devem ter o mesma calibração para comparação



(Exemplo)

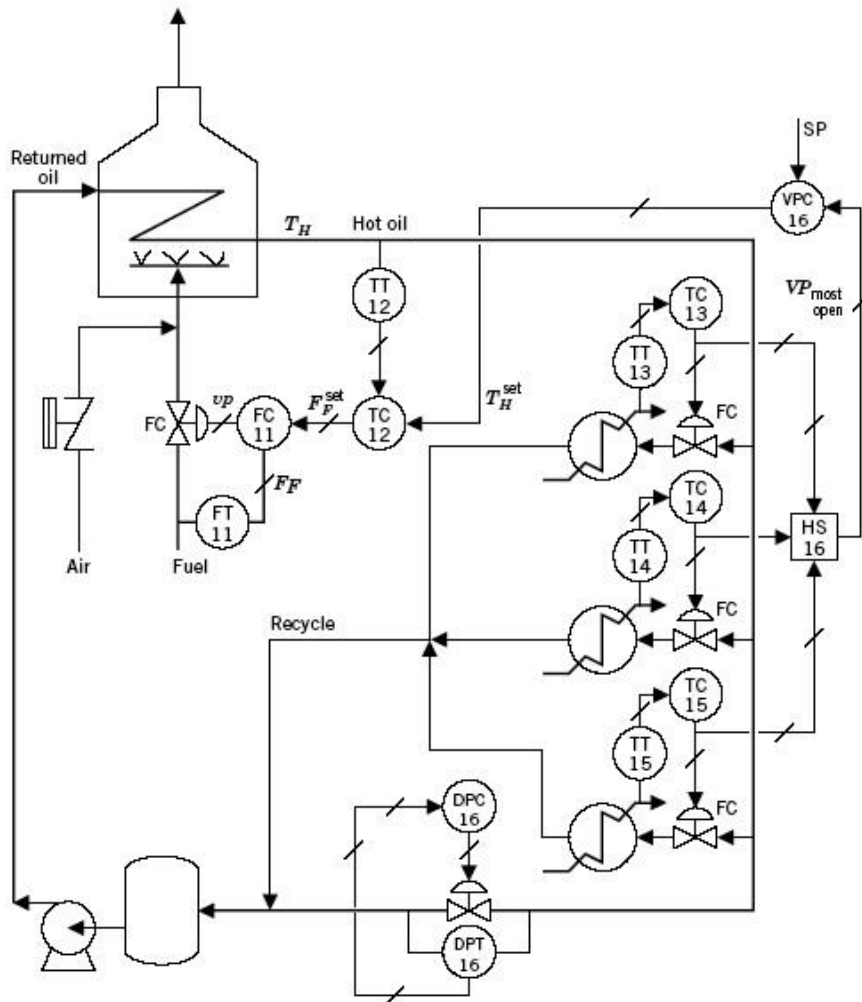
SISTEMA DE ÓLEO QUENTE

Sistema de óleo quente



- Forno aquele óleo → energia para unidades de processo
- Cada unidade manipula o fluxo para manter sua CV no SP
- T_{oleo} controlada por TC-105
- DPC-101: malha de controle de pressão diferencial
- Suponha TC-101 em 20%, TC-102 em 15% e TC-103 em 30% → T_{oleo} mais quente que o necessário
- Situação ineficiente: grande energia (combustível) para aquecer óleo
- Situação ideal: quente o suficiente com pouco fluxo na válvula de desvio (*bypass*) e válvulas das unidades abertas

Aplicação de Controle Seletivo



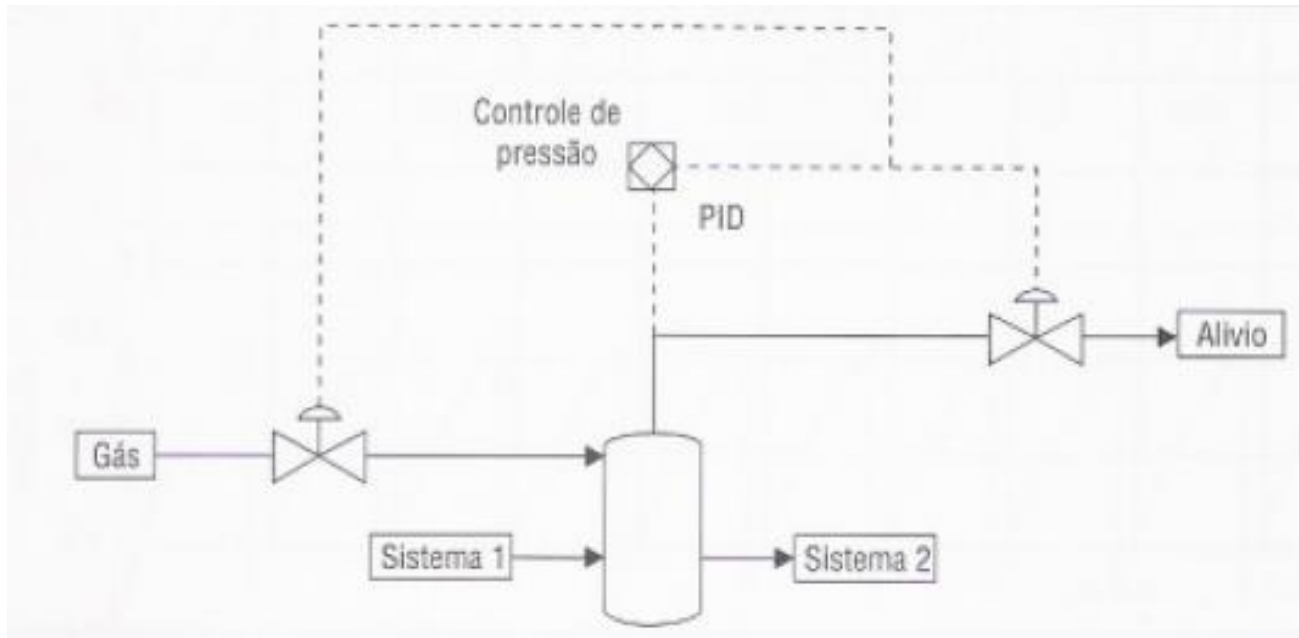
- HS-101 (seletor alto): seleciona a válvula mais aberta
- VCP-101 (controlador de posição de válvula): controla a posição da válvula selecionada (ex.: 90%) através da referência do controlador de temperatura TC-101
- Uma vez que a válvula mais aberta é selecionada, todas as válvulas devem ter as mesmas características

Controle *Split-Range*

Controle *Split-Range*

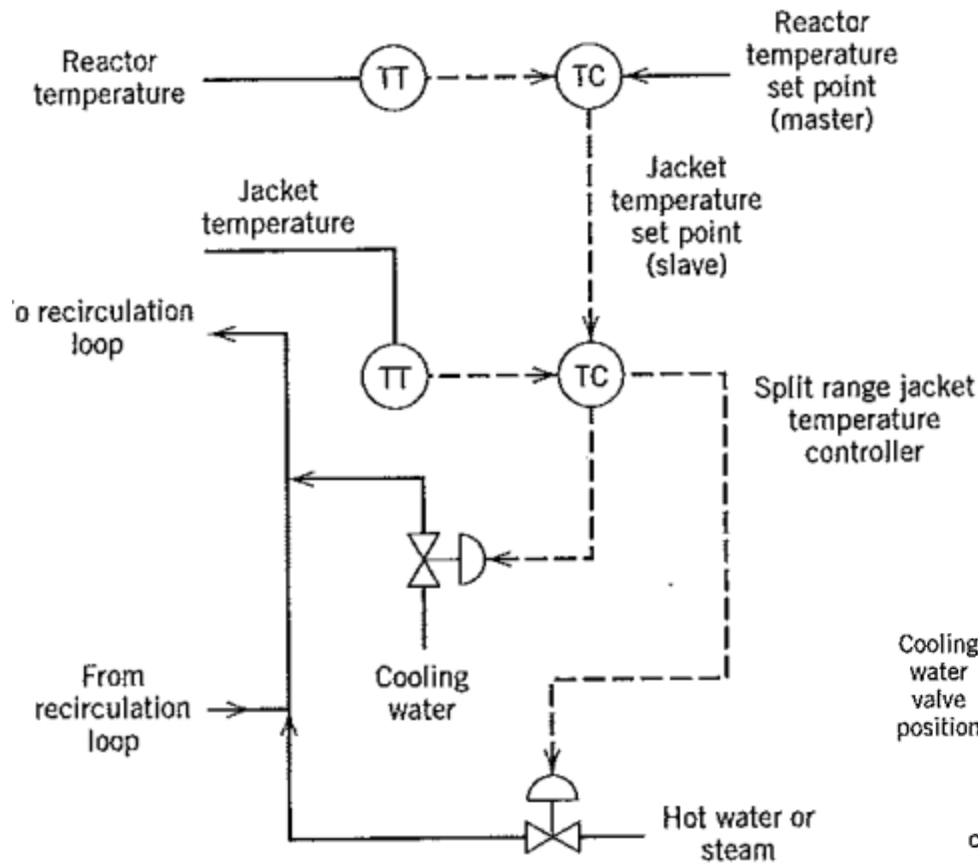
- Única malha de controle para faixa ampla de operação (1 CV)
- Dois ou mais elementos finais de controle (> 1 MV)
- Divisão da faixa de variação do sinal (*split-range*)
- Muito utilizada quando os PIDs eram pneumáticos ou eletrônicos para atuar em duas válvulas diferentes ao mesmo tempo

Exemplo controle *split-range*

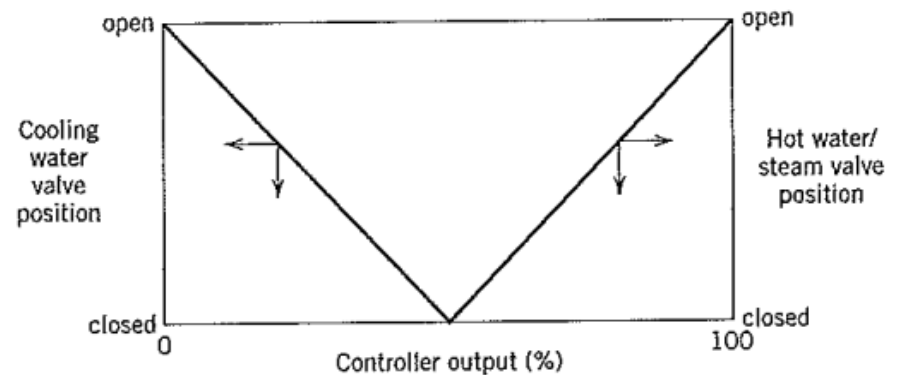


- Saída PIC (ação direta):
 - 0-50% (válvula de gás: aberta -> fechada)
 - 50-100% (válvula de alívio: fechada -> aberta)
- Alternativamente, poderia ser utilizado dois PID's com referências distintas (alívio de pressão se ela estiver alta e admissão de gás de ela estiver baixa)

Controle *Split-Range*

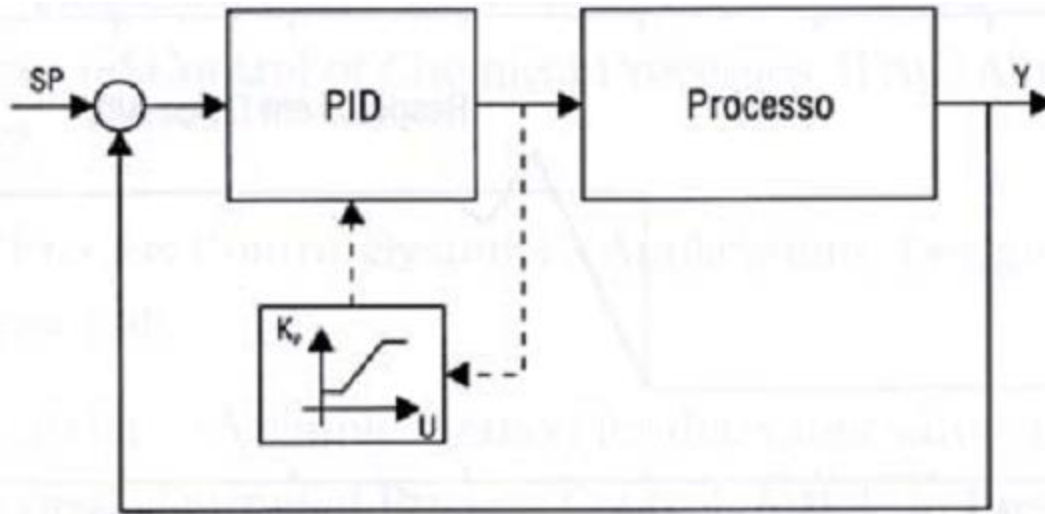


- Várias MV's são usadas para controlar uma única CV.
- CV temperatura é controlada pelas válvulas de água fria e vapor segundo o diagrama abaixo



Ganho Variável (*Gain-scheduled*)

Estratégia de Ganho Variável



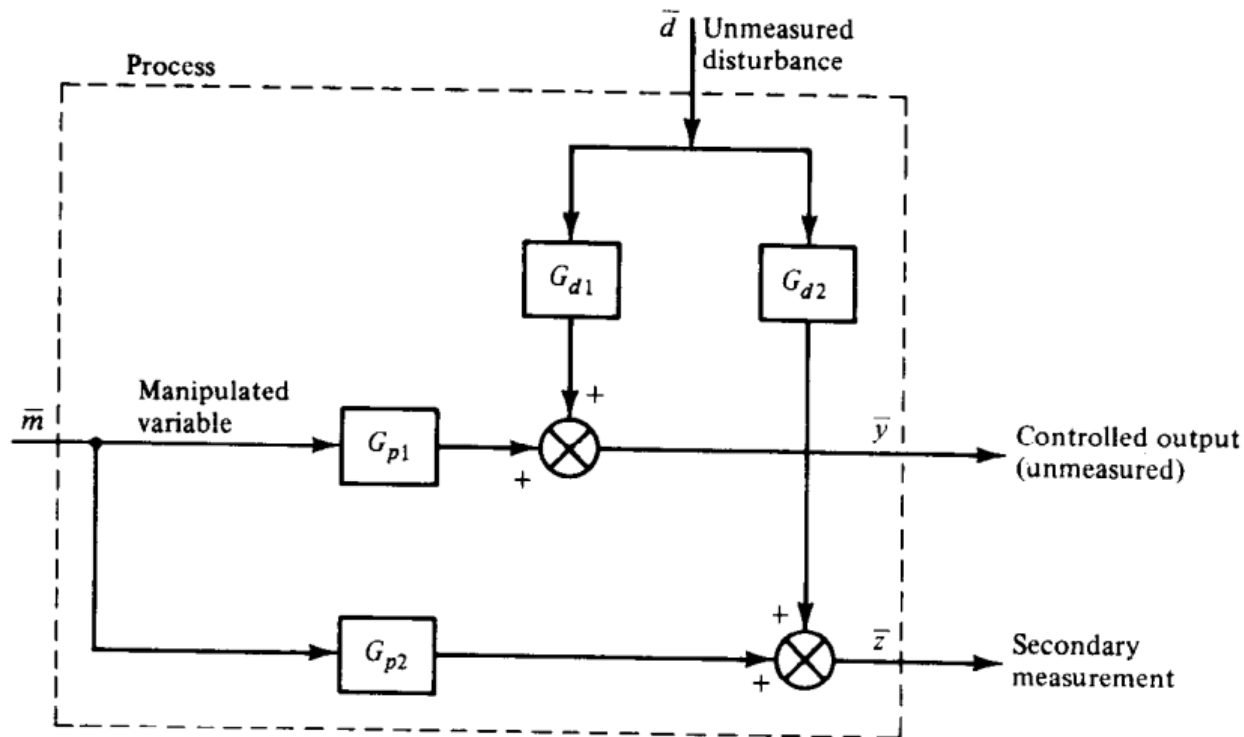
- Utilizado para sistemas com não-linearidades onde é possível a leitura de parâmetros
- Controle PID com mesmo desempenho em toda faixa de operação
- Ex.: Válvula com curva instalada não-linear ao longo da faixa de operação (fluxo)

Controle Inferencial

Controle Inferencial

- A variável a ser controlada não pode ser medida de forma econômica. Uma abordagem é o controle inferencial, em que a **variável controlada não é medida diretamente** e sim calculada a partir de outras variáveis de processo que podem ser medidas mais facilmente.
- Um exemplo típico é o controle de **composição** pela falta de medidores confiáveis, rápidos e economicamente viáveis.
- Outro exemplo extremamente comum é o controle de **vazão mássica**, que pode ser feito a partir de medições da vazão volumétrica, da temperatura e (no caso de gases) da pressão.
- O sucesso do controle inferencial depende fortemente do conhecimento acurado do processo. Modelos aproximados podem produzir produtos com qualidade variável.

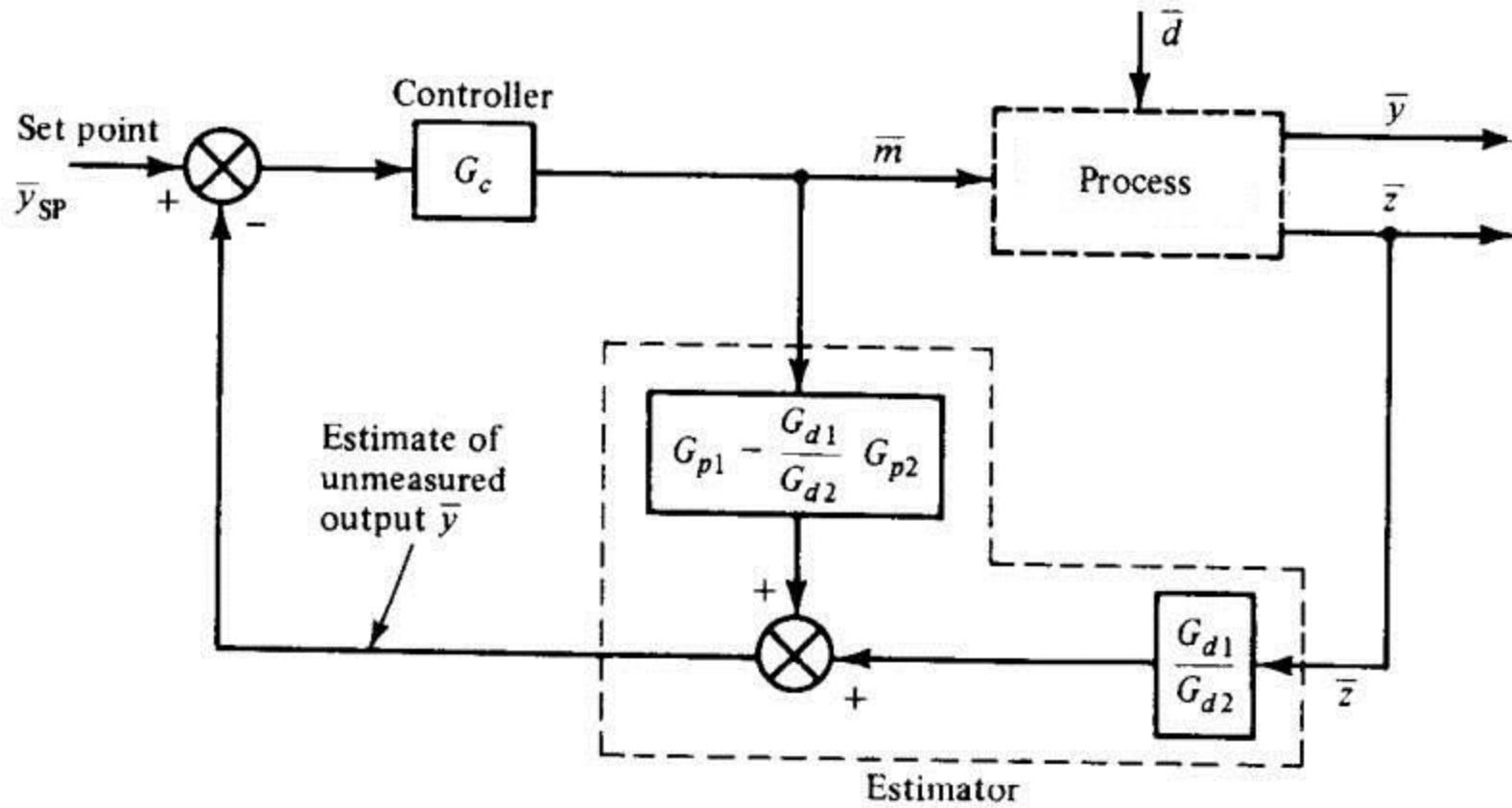
Processo sem medição da CV



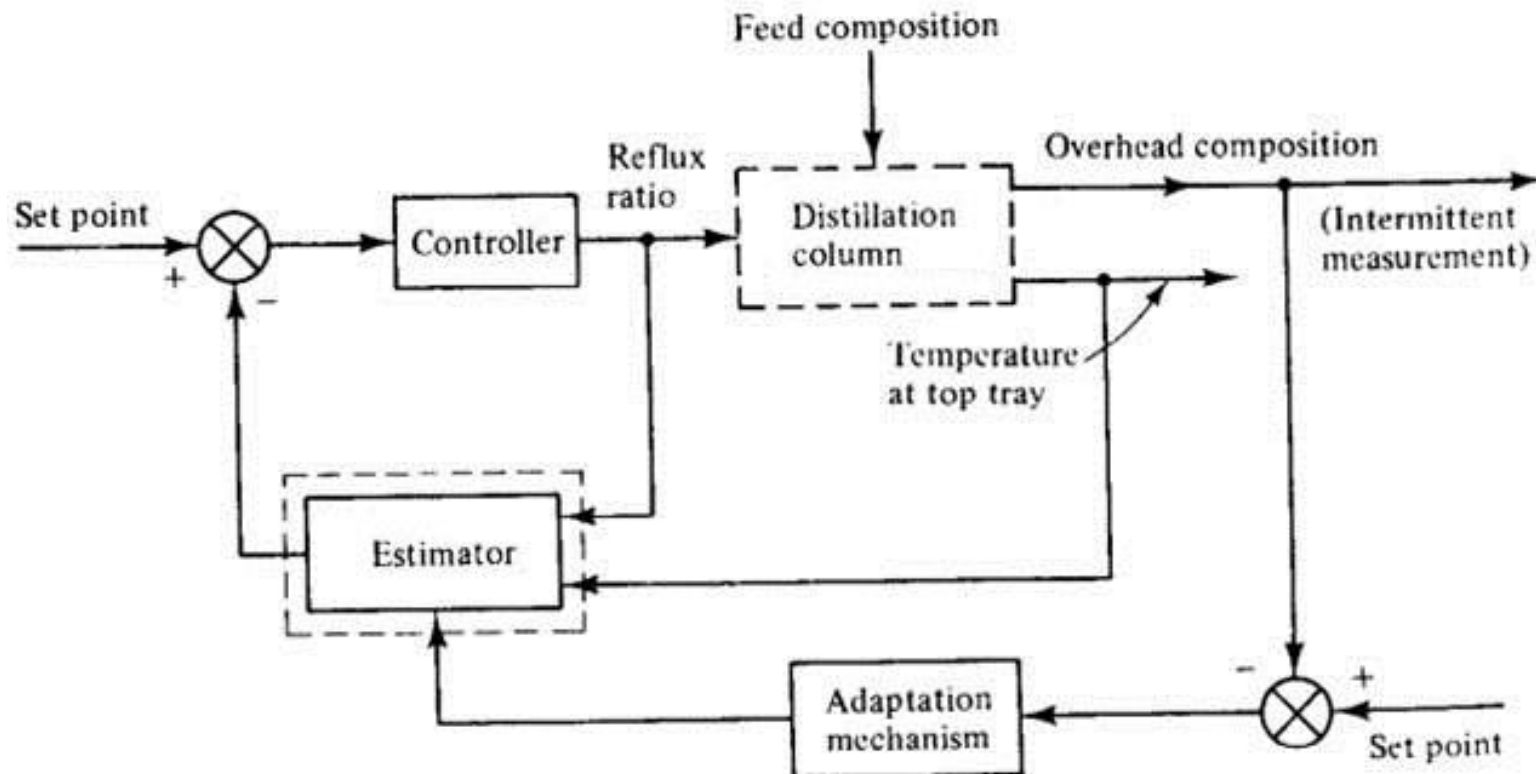
$$\begin{aligned} \bar{y} &= G_{p1}\bar{m} + G_{d1}\bar{d} \\ \bar{z} &= G_{p2}\bar{m} + G_{d2}\bar{d} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \bar{d} = \frac{1}{G_{d2}}\bar{z} - \frac{G_{p2}}{G_{d2}}\bar{m} \quad \Rightarrow \quad \bar{y} = \left[G_{p1} - \frac{G_{d1}}{G_{d2}}G_{p2} \right]\bar{m} + \frac{G_{d1}}{G_{d2}}\bar{z}$$

Equação do estimador de estados
(relaciona $y(t)$ a $m(t)$ e $z(t)$)

Controle por meio de Estimador



Adaptação por meio de medição intermitente (laboratório)



Bibliografia

- C. A. Smith e A. Corripio, *Princípios e Prática do Controle Automático de Processo*, 3ª. Edição, Ed. LTC, 2012.
- M. C. M. M. De Campos e H. C. G. Teixeira, *Controles típicos de equipamentos e processos industriais*, 2ª edição, Ed. Blucher, 2010.
- G. Stephanopoulos, *Chemical Process Control - An Introduction to Theory and Practice*, Ed. Prentice-Hall, 1984.