



TRABALHO SOBRE MPC – CONTROLE PREDITIVO MULTIVARIÁVEL

CONTROLE MULTIVARIÁVEL DE UMA TORRE ESTABILIZADORA DE NAFTA

Em uma coluna estabilizadora de nafta temos um controlador MPC com a seguinte configuração:

- (i) Variáveis Manipuladas do Controlador (u):
 - Vazão de refluxo de topo u_1 em m^3/dia
 - Pressão de topo u_2 em kgf/cm^2
 - Carga térmica do refulvedor u_3 em $Gcal/h$
- (ii) Variáveis Controladas (y)
 - Intemperismo de GLP y_1 em $^{\circ}C$
 - PVR da gasolina y_2 em kgf/cm^2
 - Máxima abertura da válvula de envio de gás para o “flare” ou para a rede de gás combustível y_3
- (iii) Perturbações (d)
 - Vazão de carga para a torre d_1 em m^3/dia
 - Temperatura da carga na entrada da torre d_2 em $^{\circ}C$

Na tabela abaixo vemos as condições normais de operação e os limites das variáveis do sistema.

Variável	u_1	u_2	u_3	y_1	y_2	y_3	d_1	d_2
Valor	700	10	6,2	2,5	0,7	10	850	70
Max	950	12	9,0	4,5	0,8	20		
Min	400	8	3,0	0,5	0,6	0		

Para estudar a performance desse sistema, conforme identificação a seguir, com um controlador preditivo, simular os seguintes casos:

1. DMC sem restrições para o subsistema de u_1, u_2 e y_1, y_2 (sistema 2x2).
 - i. Verificar os efeitos dos parâmetros de sintonia (m, np, Q, R) para variações nos set points de $\pm 10\%$.
 - ii. Aumente as variações de set point para verificar como o controle se comporta.
 - iii. Altere o período de amostragem T . O que você observa?

- iv. Altere o tempo de estabilização N . O que você observa?
 - v. Verifique a robustez do controlador frente a uma variação no modelo real da planta em relação ao modelo configurado no controlador.
2. QDMC com as restrições para o subsistema de u_1, u_2 e y_1, y_2 (sistema 2×2).
- i. Verificar os efeitos dos parâmetros de sintonia (m, np, Q, R) para variações nos set points de $\pm 10\%$.
 - ii. Aumente as variações de set point para verificar como o controle se comporta.
 - iii. Forçar que uma restrição fique ativa. Verifique o que acontece. Forçar outras restrições ativas.
 - iv. Para ambos os casos (restrição ativa ou não), altere o período de amostragem T . O que você observa?
 - v. Altere o tempo de estabilização N . O que você observa?
 - vi. Verifique a robustez do controlador frente a uma variação no modelo real da planta em relação ao modelo configurado no controlador.
3. QDMC com as restrições para o sistema completo (sistema 3×3), incluindo as perturbações d_1 e d_2 e considerando que os set points não sejam alterados. Verificar os efeitos para.
- i. Verificar os efeitos dos parâmetros de sintonia (m, np, Q, R) para variações $\pm 10\%$ no valor nominal das perturbações. Faça primeiramente uma perturbação por vez e depois, na sequência, as duas perturbações simultaneamente. OBS: O set point para esse item deve ser mantido constante.
 - ii. Aumente as variações das perturbações. O que acontece?
 - iii. Verificar os efeitos dos parâmetros de sintonia (m, np, Q, R) para variações nos set points de $\pm 10\%$. OBS: A perturbação deve ser mantida constante nesse item.
 - iv. Aumente as variações de set point para verificar como o controle se comporta.
 - v. Simule a situação de haver perturbação e modificação no set point. Proceda da mesma forma: primeiro em cada variável e perturbação separadamente e, depois, set point das duas variações e as duas perturbações ocorrendo simultaneamente.
 - vi. Forçar que uma restrição fique ativa. Verifique o que acontece. Forçar outras restrições ativas.
 - vii. Para ambos os casos (restrição ativa ou não), altere o período de amostragem T . O que você observa?
 - viii. Altere o tempo de estabilização N . O que você observa?
 - ix. Verifique a robustez do controlador frente a uma variação no modelo real da planta em relação ao modelo configurado no controlador, tanto para os modelos de controlada-manipulada como controlada-perturbação.
 - x. Repita cada item do exercício considerando agora a existência da perturbação e alteração no set point, simultaneamente.
4. Para cada item, verifique a robustez do controlador frente a uma variação no modelo real da planta.

Identificação do Sistema:

O procedimento de identificação do processo, para um período de amostragem de $T = 1$ min, produziu o seguinte modelo de funções de transferência em z:

	u_1	u_2	u_3	d_1	d_2
y_1	$\begin{bmatrix} a_1 = -8,3071 e-1 \\ a_2 = -5,4544 e-1 \\ a_3 = +5,1700 e-1 \\ b_1 = -1,9973 e-3 \\ b_2 = -1,3105 e-4 \\ nk = 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -8,9719 e-1 \\ a_2 = -3,8043 e-1 \\ a_3 = +3,8728 e-1 \\ b_1 = -2,7451 e-1 \\ b_2 = -6,7782 e-2 \\ nk = 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,5119 \\ a_2 = +4,3596 e-1 \\ a_3 = +8,2888 e-2 \\ b_1 = +1,9486 e-2 \\ b_2 = +4,6325 e-2 \\ nk = 8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -6,9794 e-1 \\ a_2 = -1,8196 e-1 \\ a_3 = -9,3550 e-2 \\ b_1 = -1,5789 e-4 \\ b_2 = -8,3160 e-5 \\ nk = 10 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,2895 \\ a_2 = +7,4613 e-2 \\ a_3 = +2,8542 e-1 \\ b_1 = -2,7821 e-2 \\ b_2 = +4,2640 e-2 \\ nk = 1 \end{bmatrix}$
y_2	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,1613 \\ a_2 = -7,5733 e-2 \\ a_3 = +3,7749 e-1 \\ b_1 = +9,2722 e-5 \\ b_2 = +3,1602 e-5 \\ nk = 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,6503 \\ a_2 = +5,1619 e-1 \\ a_3 = +1,6543 e-1 \\ b_1 = +1,8151 e-3 \\ b_2 = +5,1767 e-4 \\ nk = 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,3953 \\ a_2 = +2,5570 e-1 \\ a_3 = +1,5459 e-1 \\ b_1 = -4,2379 e-2 \\ b_2 = 0 \\ nk = 8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -8,8584 e-1 \\ a_2 = 0 \\ a_3 = 0 \\ b_1 = +6,9654 e-6 \\ b_2 = +8,6757 e-6 \\ nk = 7 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,5258 \\ a_2 = +5,7185 e-1 \\ a_3 = 0 \\ b_1 = +6,1642 e-4 \\ b_2 = -8,5893 e-4 \\ nk = 1 \end{bmatrix}$
y_3	$\begin{bmatrix} a_1 = -9,0395 e-1 \\ a_2 = 0 \\ a_3 = 0 \\ b_1 = +6,8933 e-3 \\ b_2 = +2,8997 e-2 \\ nk = 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -1,0762 \\ a_2 = -3,3533 e-1 \\ a_3 = +4,4272 e-1 \\ b_1 = -3,6999 e+1 \\ b_2 = +3,7009 e+1 \\ nk = 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -9,7800 e-1 \\ a_2 = 0 \\ a_3 = 0 \\ b_1 = -1,8680 e-1 \\ b_2 = 0 \\ nk = 6 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -9,3641 e-1 \\ a_2 = 0 \\ a_3 = 0 \\ b_1 = -6,1621 e-4 \\ b_2 = +3,3030 e-4 \\ nk = 5 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} a_1 = -8,9968 e-1 \\ a_2 = 0 \\ a_3 = 0 \\ b_1 = +1,7449 \\ b_2 = -1,3652 \\ nk = 1 \end{bmatrix}$

$$HGp(z) = \frac{b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3}} z^{-nk}$$