

COE835 - Controle adaptativo

Simulações do exemplo 1

Algoritmo: **Standard MRAC**

Caso: $n = 1$ (ordem da planta)
 $n^* = 1$ (grau relativo)
 $n_p = 1$ (# de parâmetros)

Conteúdo

1	Resumo das equações do sistema	2
2	Diagramas de blocos	2
3	Resultados das simulações	4
3.1	Simulação #1	4
3.2	Simulação #2	6
3.3	Simulação #3	8
3.4	Simulação #4	10

1 Resumo das equações do sistema

Planta: $\dot{y}_p = a_p y_p + u$

Modelo: $\dot{y}_m = -a_m y_m + r$

Erro de saída: $e_0 = y_p - y_m$

Lei de controle: $u = \theta y_p + r$

Lei de adaptação: $\dot{\theta} = -\gamma e_0 y_p$

2 Diagramas de blocos

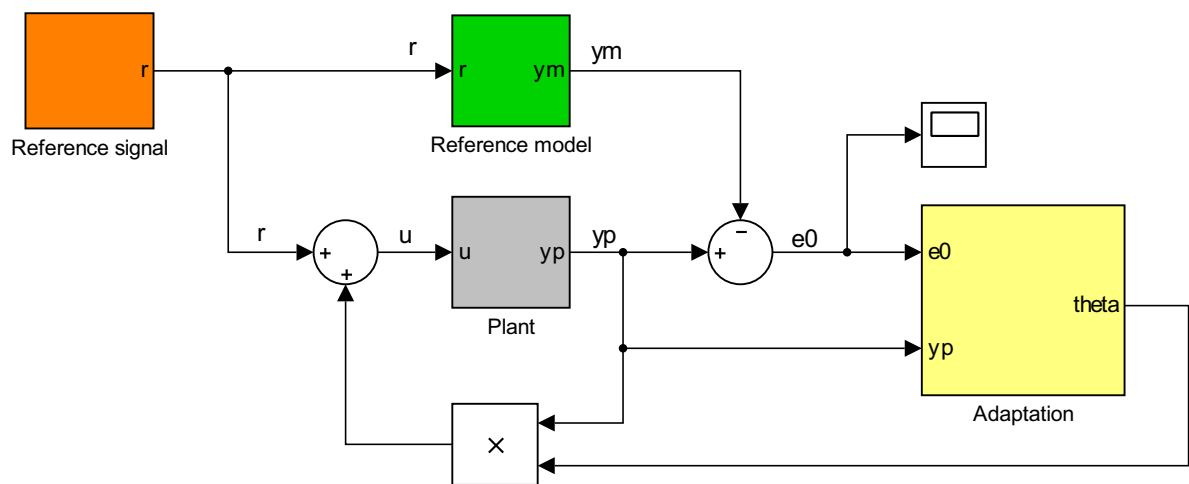


Figura 1: Diagrama de blocos do sistema. (Model: **MRAC-111.mdl**)

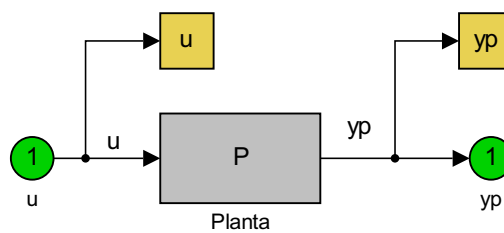


Figura 2: Diagrama de blocos da planta.

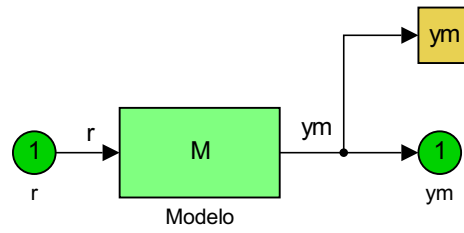


Figura 3: Diagrama de blocos do modelo de referência.

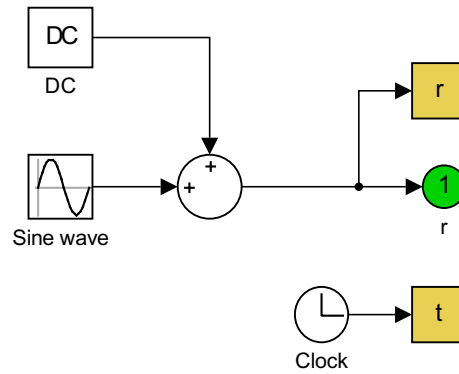


Figura 4: Diagrama de blocos do gerador de sinais de referência.

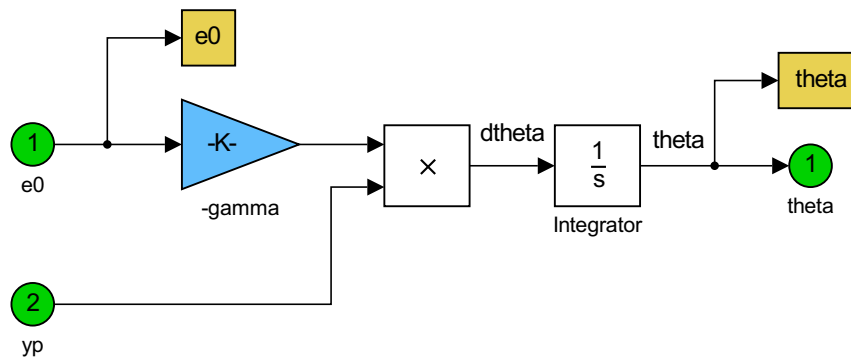


Figura 5: Diagrama de blocos da lei de adaptação.

3 Resultados das simulações

Simulação utilizando **Matlab/Simulink**.

3.1 Simulação #1

Avaliação do efeito do ganho de adaptação no caso em que as condições iniciais são todas nulas.

Parâmetros e condições iniciais :

$$\begin{aligned} a_p &= -2, & y_p(0) &= 0, & \theta(0) &= 0, \\ a_m &= 1, & y_m(0) &= 0, & \gamma &= 2, 100, \\ r &= 1. \end{aligned}$$

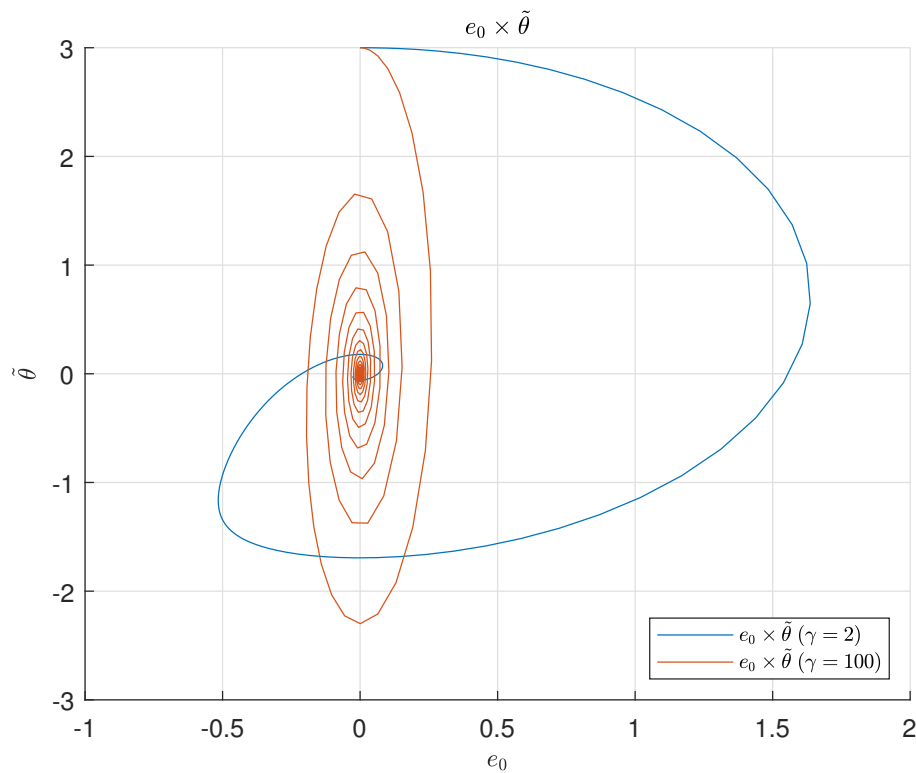


Figura 6: Diagrama $e_0 \times \tilde{\theta}$. (Script: **simu01.m**)

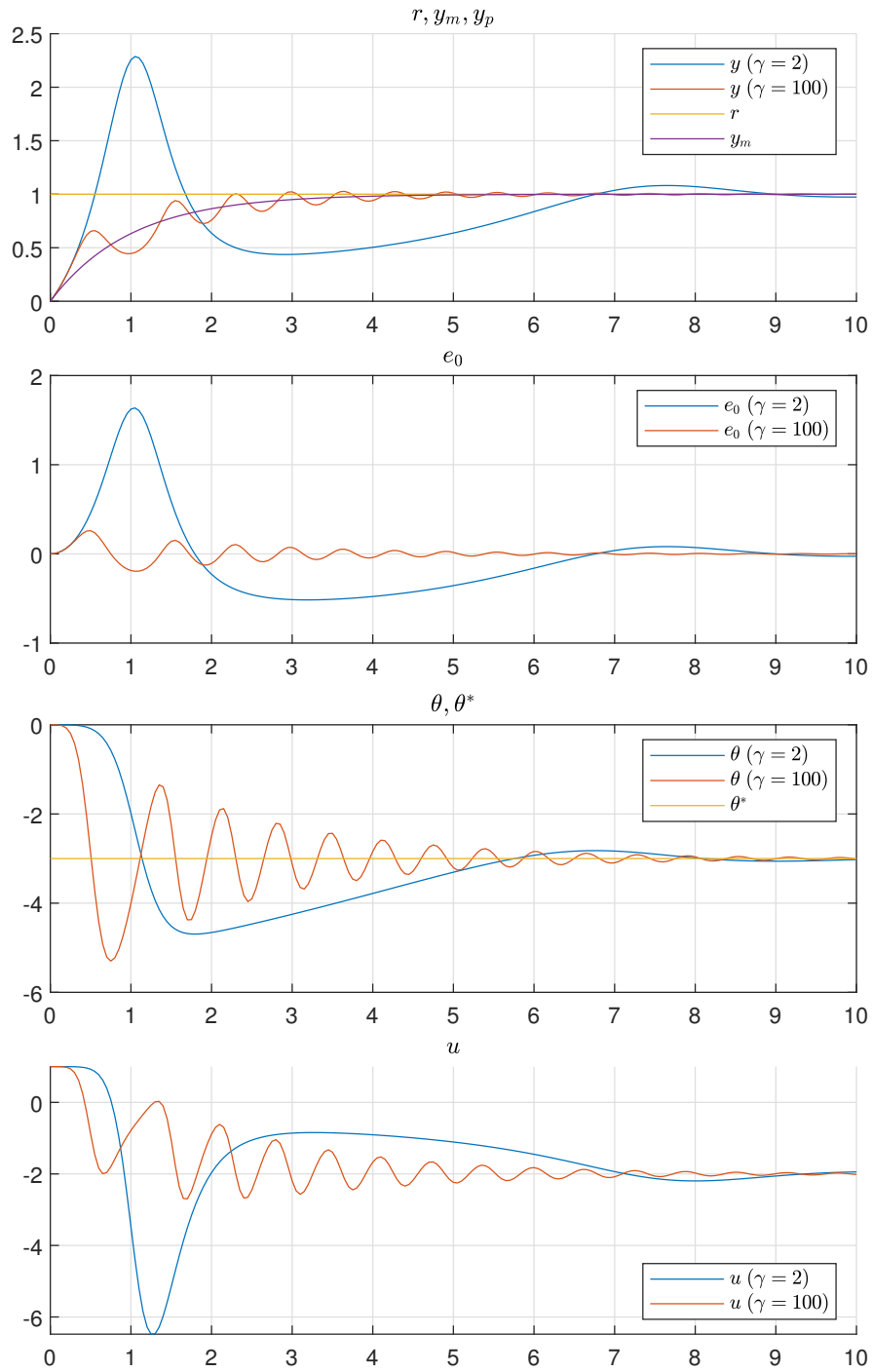


Figura 7: Resultado da simulação com algoritmo MRAC Standard. (Script: `simu01.m`)

Na figura correspondente a θ observa-se que o aumento no ganho de adaptação somente causa um aumento na frequência de oscilação. A envoltória permanece aproximadamente a mesma.

3.2 Simulação #2

Avaliação do efeito do ganho de adaptação para o caso de uma condição inicial pequena.

Parâmetros e condições iniciais :

$$\begin{aligned} a_p &= -2, & y_p(0) &= 2, & \theta(0) &= 0, \\ a_m &= 1, & y_m(0) &= 0, & \gamma &= 2, 100, \\ r &= 1. \end{aligned}$$

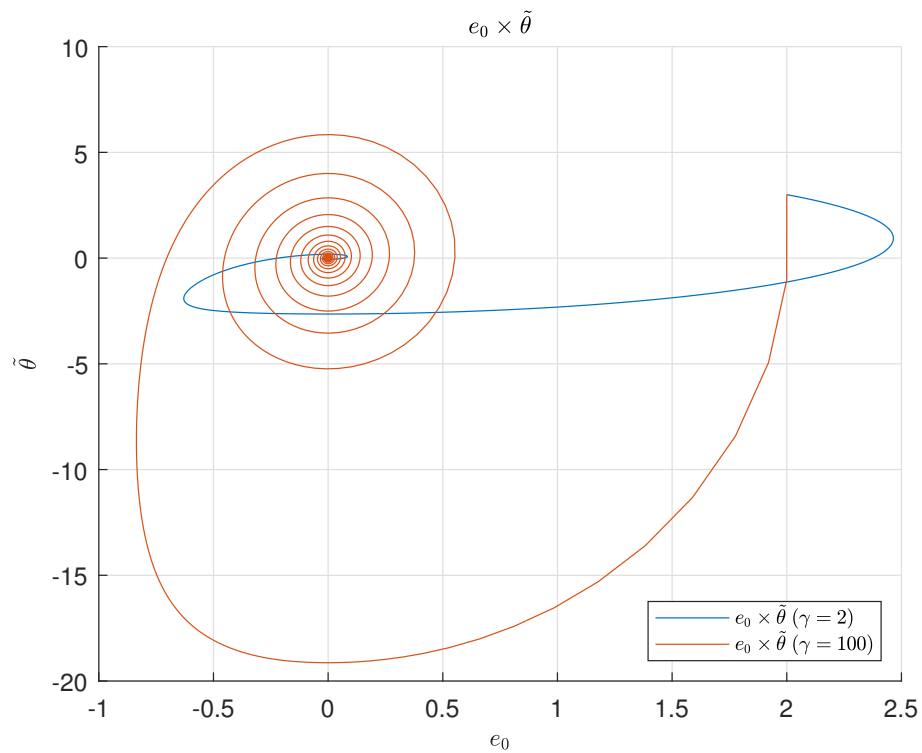


Figura 8: Diagrama $e_0 \times \tilde{\theta}$. (Script: `simu02.m`)

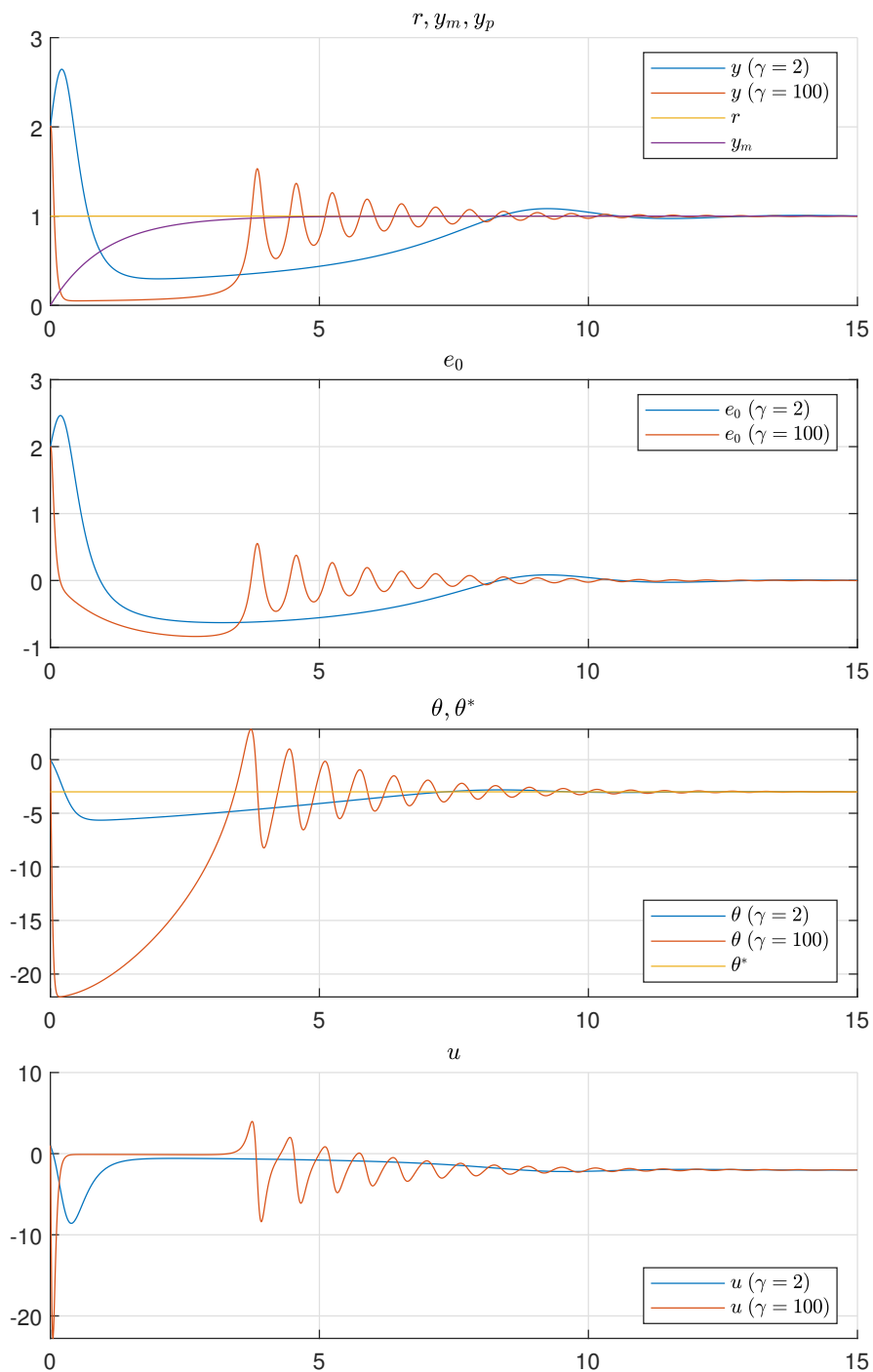


Figura 9: Resultado da simulação com algoritmo MRAC Standard. (Script: `simu02.m`)

Esta simulação mostra a não uniformidade do transitório de adaptação em relação às condições iniciais. O comportamento de θ para $\gamma = 2$ é completamente diferente do comportamento para $\gamma = 100$.

3.3 Simulação #3

Idem caso da simulação anterior, com condição inicial maior.

Parâmetros e condições iniciais :

$$\begin{aligned} a_p &= -2, & y_p(0) &= \{5, -5\}, & \theta(0) &= 0, \\ a_m &= 1, & y_m(0) &= 0, & \gamma &= 2, 100, \\ r &= 1. \end{aligned}$$

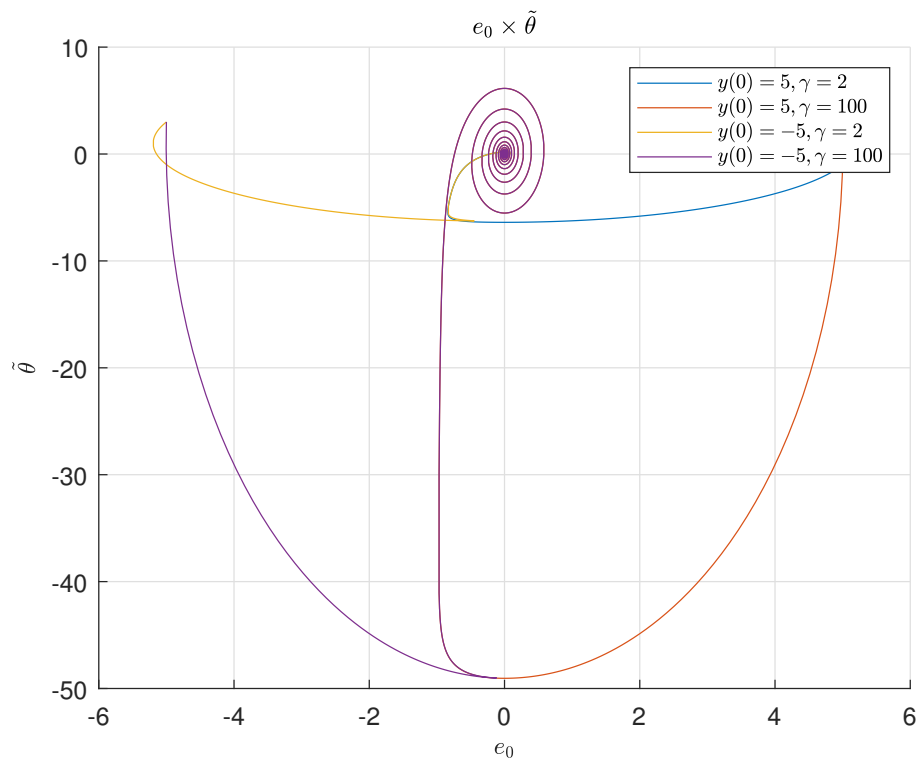


Figura 10: Diagrama $e_0 \times \tilde{\theta}$. (Script: `simu03.m`)

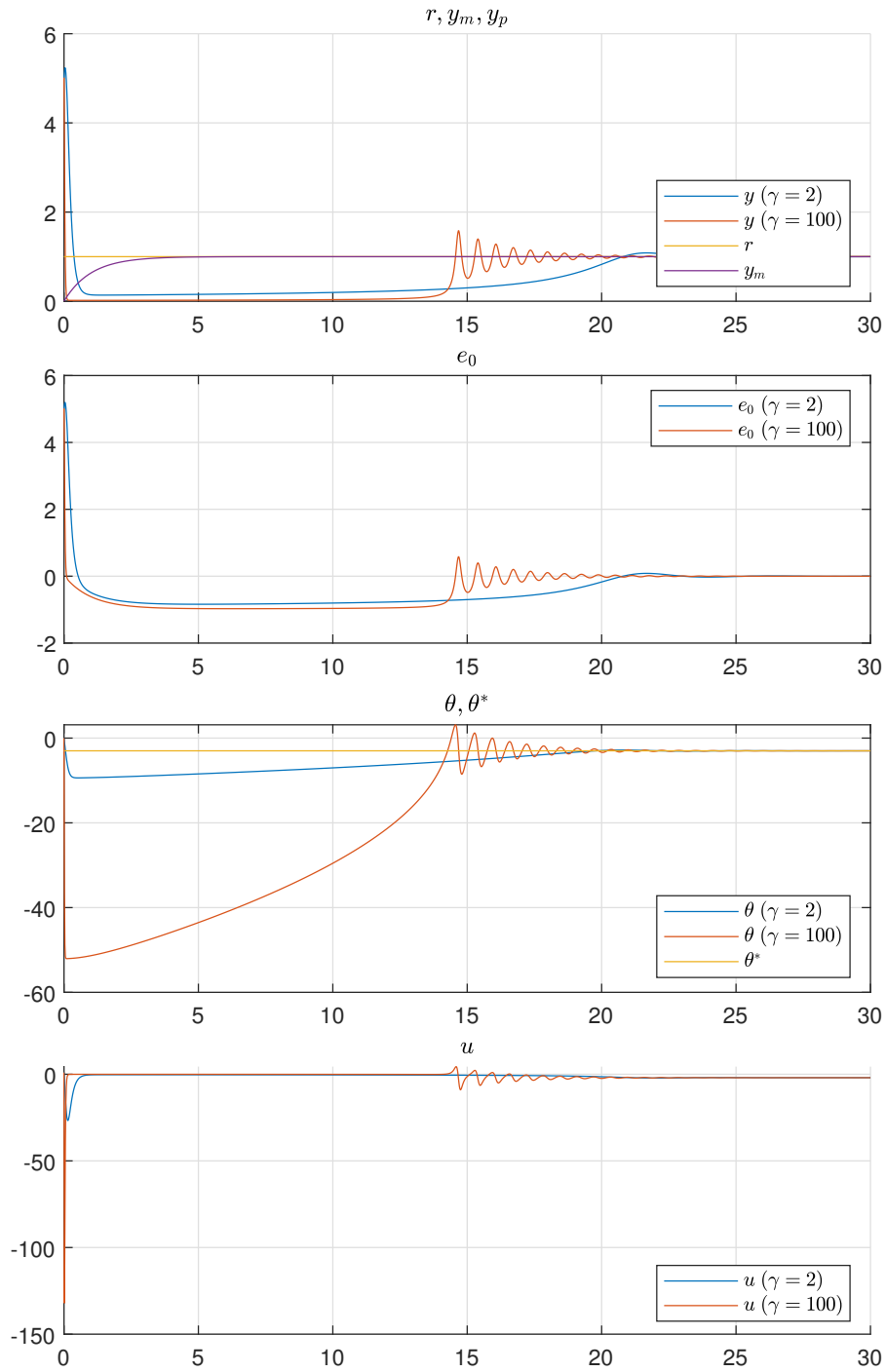


Figura 11: Resultado da simulação com algoritmo MRAC Standard. (Script: `simu03.m`)

A duração do transitório de adaptação aumenta com as condições iniciais.

Note o salto inicial do parâmetro adaptado. Ocorre uma *super-estabilização* inicial do sistema.

3.4 Simulação #4

Este exemplo mostra uma simulação contínua onde o parâmetro da planta sofre variações descontínuas.

Parâmetros e condições iniciais :

$$\begin{aligned} a_p &= [-2, -1, 0, 1, 2], & y_p(0) &= 2, & \theta(0) &= 0, \\ a_m &= 1, & y_m(0) &= 0, & \gamma &= 10 \\ r &= 1. \end{aligned}$$

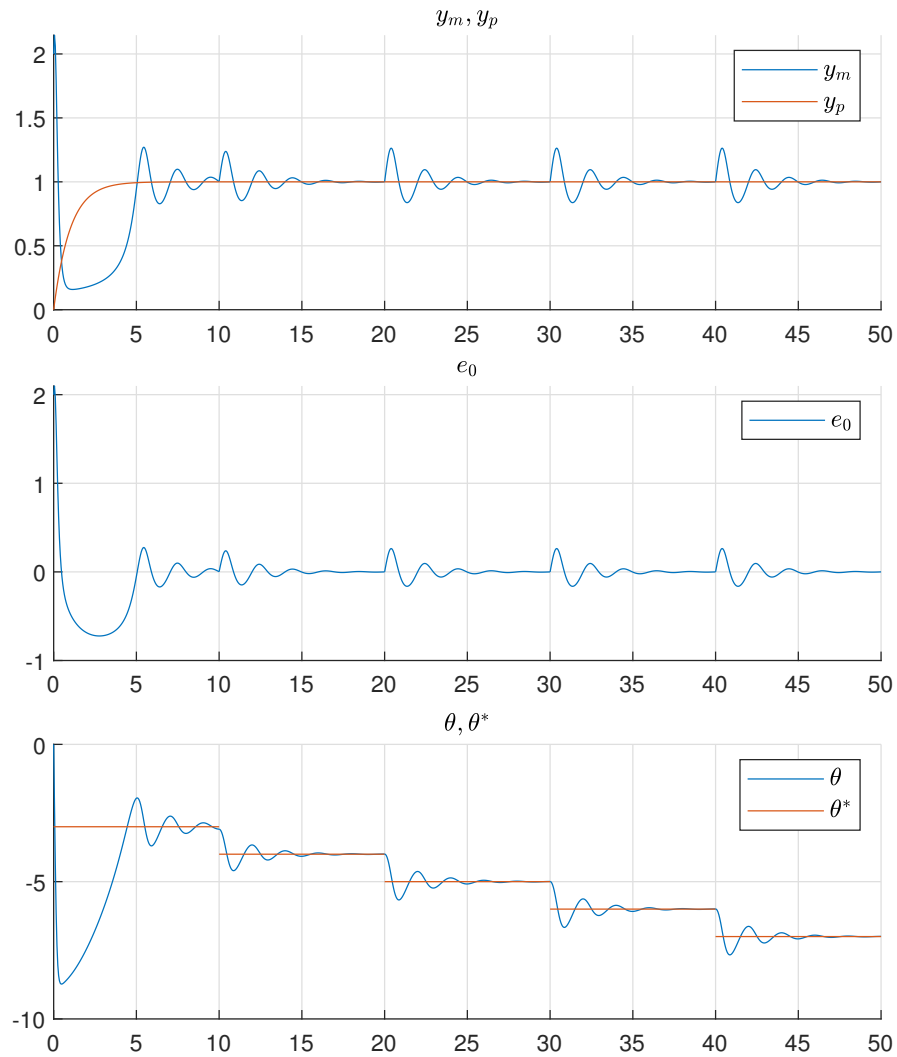


Figura 12: Resultado da simulação com algoritmo MRAC Standard. (Script: `simu04.m`)