**Controle adaptativo.** Considere um sistema cujo modelo dinâmico é dado por:

$$\dot{x}=-ax+bu$$

sendo $x$ a variável de interesse (a ser controlada), $u$ a entrada e $a,b$ parâmetros não conhecido. Sabe-se apenas que $b>0$.

Para as simulações, considere $a=1/100$ e $b=2$.

**1) (MRAC)** O objetivo do controlador adaptativo a ser desenvolvido é prover uma resposta em malha fechada de tal forma que o sistema se comporte o mais próximo possível do modelo de referência dado por:

$$\dot{x}\_{m}=-a\_{m}x\_{m}+b\_{m}r$$

sendo $r$ a referência (set point) e $a\_{m}$=$b\_{m}=$1/10.

Projete o controlador adaptativo por modelo de referência, indicando as leis de adaptação e controle e demonstre que o erro de acompanhamento $x-x\_{m}\rightarrow 0$.

Faça simulações considerando estimativas iniciais para $a$ e $b$ ($\hat{a}=2/100 $e $\hat{b}=1$) com entrada degrau ou senoidal com período de 2s.

Verifique se o erro de acompanhamento tende a 0 e se as estimativas paramétricas estão tendendo ao valor dos parâmetros reais.