

restart :

Obs 1: Pelo avaliado, o circuito equivalente na amostragem entrada no modo diferencial e terminação única são iguais. A incerteza dos dois acabam dependendo exclusivamente da fonte $e0$ e também são iguais. Para facilitar, $R_s C_s$ é considerado uma só variável, as incertezas referente a estes valores já foram previamente calculadas por meio da regra da soma(entre resistores) e produto(entre capacitores). Todas as incertezas são absolutas.

1 - Calculo da incerteza para a etapa de amostragem de entrada, considerando $e0$ livre de incertezas (referente ao arquivo `uncert_input_samplig.m`)

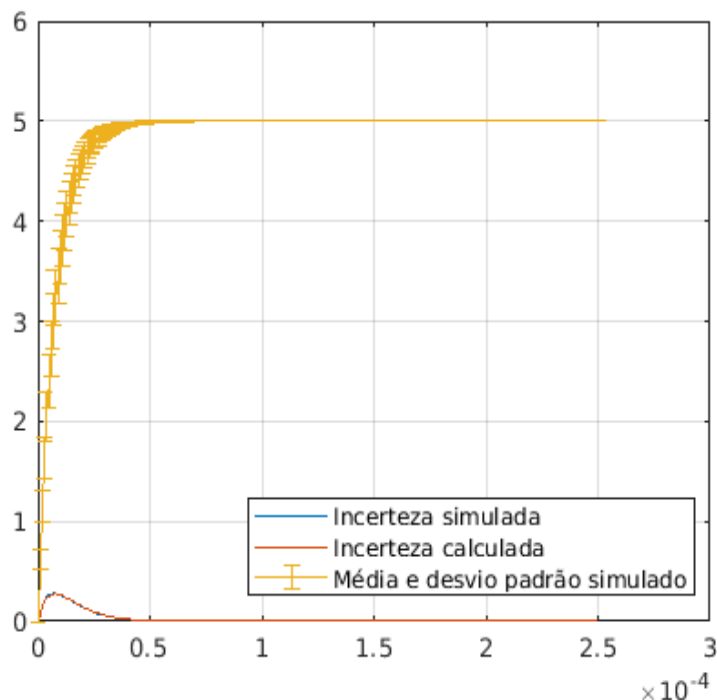
$$V_{cs} := e0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_s C_s}} \right)$$

$$e0 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_s C_s}} \right) \quad (1)$$

Incerteza de V_{cs} , considerando apenas R_s e C_s como fontes de incerteza é dada por:

$$\sigma_{V_{cs}} := \left| \frac{d}{d R_s C_s} (V_{cs}) \right| \cdot \sigma_{R_s C_s}$$

$$e^{-\Re\left(\frac{t}{R_s C_s}\right)} \left| \frac{e0 t}{R_s C_s^2} \right| \sigma_{R_s C_s} \quad (2)$$



restart :

2 - Calculo da incerteza para a etapa de amplificação, considerando Vcs livre de incertezas (referente ao arquivo uncert_amplification.m)

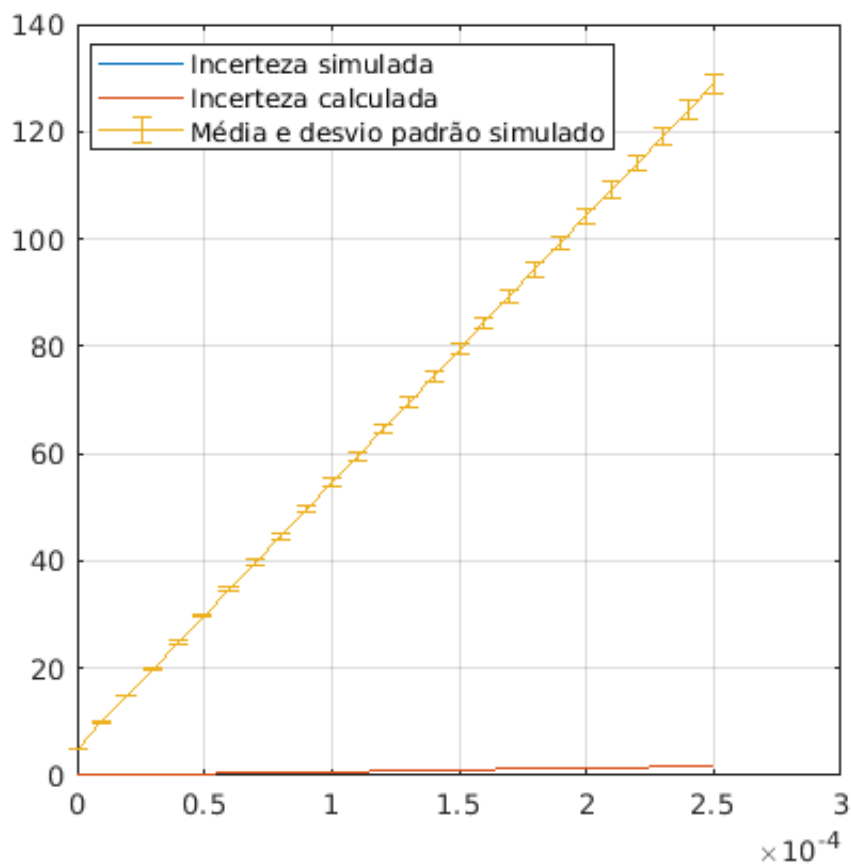
$$V_a := V_{cs} \cdot \left(1 + \frac{t}{RaCa} \right)$$

$$V_{cs} \left(1 + \frac{t}{RaCa} \right) \quad (3)$$

Incerteza de Va, considerando apenas Ra e Ca como fontes de incerteza é dada por:

$$\sigma_{V_a} := \left| \frac{d}{d RaCa} (V_a) \right| \cdot \sigma_{RaCa}$$

$$\left| \frac{V_{cs} t}{RaCa^2} \right| \sigma_{RaCa} \quad (4)$$



restart :

3 - Calculo da incerteza para a etapa de amostragem de saída, considerando Va livre de incertezas (referente ao arquivo uncert_output_samplig.m)

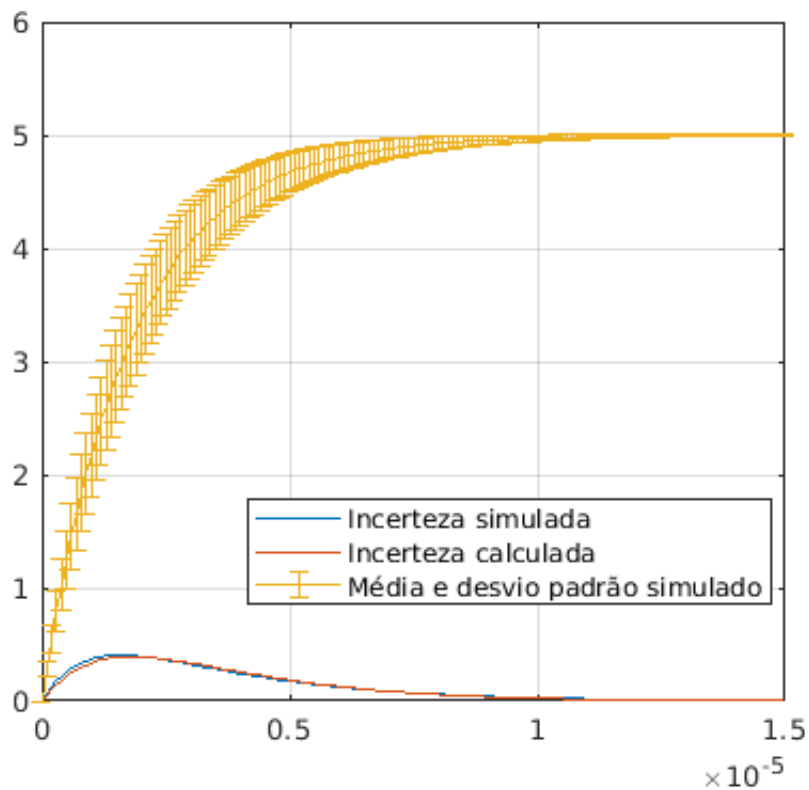
$$V_o := V_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_o C_o}} \right)$$

$$V_a \left(1 - e^{-\frac{t}{R_o C_o}} \right) \quad (5)$$

Incerteza de Vo, considerando apenas Ro e Co como fontes de incerteza é dada por:

$$\sigma_{V_o} := \left| \frac{d}{d R_o C_o} (V_o) \right| \cdot \sigma_{R_o C_o}$$

$$e^{-\Re\left(\frac{t}{R_o C_o}\right)} \left| \frac{V_a t}{R_o C_o^2} \right| \sigma_{R_o C_o} \quad (6)$$



restart :

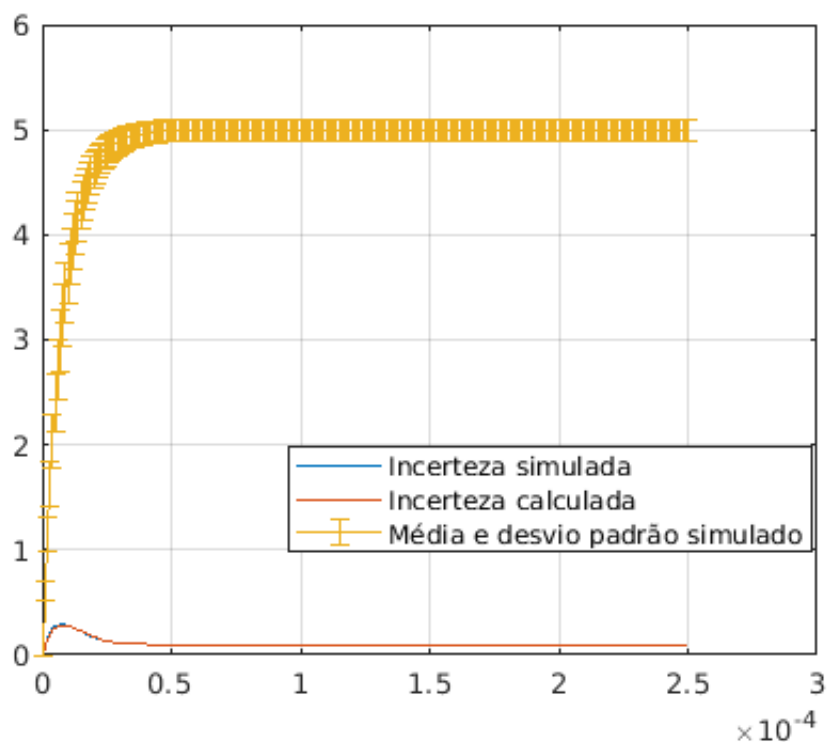
4 - Calculo da incerteza para a etapa de amostragem de saída, considerando e0 fonte de incertezas (referente ao arquivo uncert_source_plus_input.m)

$$V_{cs} := e0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)$$

$$e0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right) \quad (7)$$

$$\sigma_{V_{cs}} := \sqrt{\left(\sigma_{e0} \cdot \frac{\partial}{\partial e0} V_{cs} \right)^2 + \left(\sigma_{RsCs} \cdot \frac{\partial}{\partial RsCs} V_{cs} \right)^2}$$

$$\sqrt{\sigma_{e0}^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)^2 + \frac{\sigma_{RsCs}^2 e0^2 t^2 \left(e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)^2}{RsCs^4}} \quad (8)$$



restart :

5 - Calculo da incerteza para todas as etapas do PGA, considerando e0 fonte de incertezas (referente ao arquivo uncert_PGA.m)

São desconsiderados aspectos reais do funcionamento do circuito. Etapa feita apenas para comparação posterior.

$$V_{Cs} := e0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)$$

$$e0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right) \quad (9)$$

$$Ga := 1 + \frac{t}{RaCa}$$

$$1 + \frac{t}{RaCa} \quad (10)$$

$$Va := V_{Cs} \cdot Ga$$

$$e0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right) \left(1 + \frac{t}{RaCa} \right) \quad (11)$$

$$Vo := \left(1 - e^{-\frac{t}{RoCo}} \right)$$

$$1 - e^{-\frac{t}{RoCo}} \quad (12)$$

$$Vf := Va \cdot Vo$$

$$e0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right) \left(1 + \frac{t}{RaCa} \right) \left(1 - e^{-\frac{t}{RoCo}} \right) \quad (13)$$

$$\sigma_{Vf} :=$$

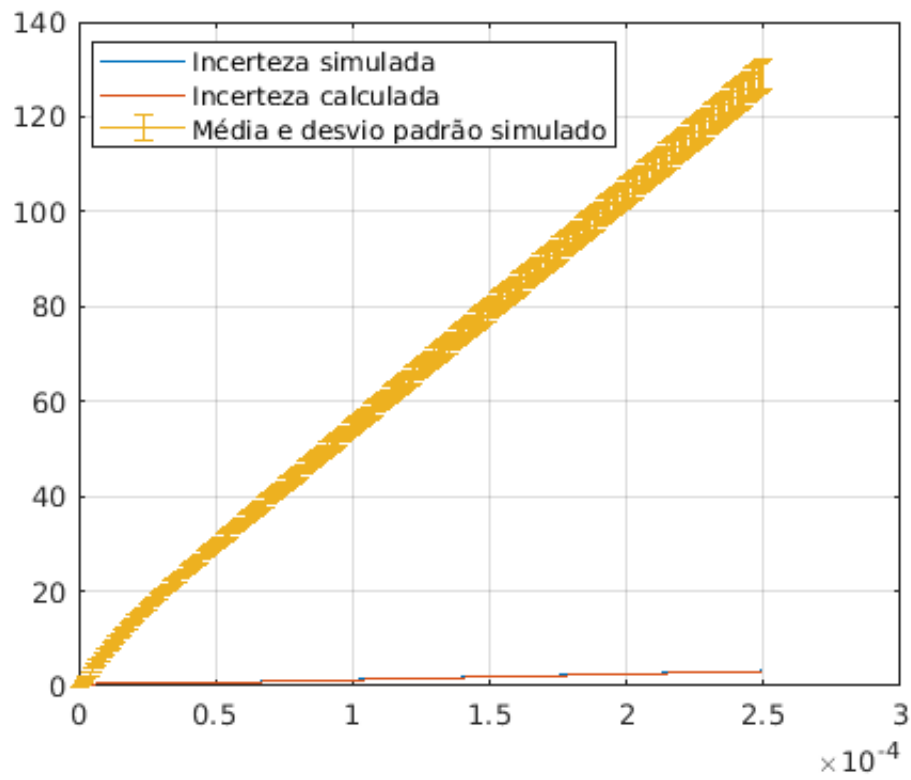
$$\sqrt{\left(\sigma_{e0} \cdot \frac{\partial}{\partial e0} Vf \right)^2 + \left(\sigma_{RsCs} \cdot \frac{\partial}{\partial RsCs} Vf \right)^2 + \left(\sigma_{RaCa} \cdot \frac{\partial}{\partial RaCa} Vf \right)^2 + \left(\sigma_{RoCo} \cdot \frac{\partial}{\partial RoCo} Vf \right)^2}$$

$$\left(\sigma_{e0}^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)^2 \left(1 + \frac{t}{RaCa} \right)^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RoCo}} \right)^2 \right. \quad (14)$$

$$+ \frac{\sigma_{RsCs}^2 e0^2 t^2 \left(e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)^2 \left(1 + \frac{t}{RaCa} \right)^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RoCo}} \right)^2}{RsCs^4}$$

$$+ \frac{\sigma_{RaCa}^2 e0^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}} \right)^2 t^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RoCo}} \right)^2}{RaCa^4}$$

$$+ \frac{\sigma_{RoCo}^2 e \theta^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{RsCs}}\right)^2 \left(1 + \frac{t}{RaCa}\right)^2 t^2 \left(e^{-\frac{t}{RoCo}}\right)^2}{RoCo^4} \Bigg)^{1/2}$$



restart :

6 - Calculo da incerteza para todas as etapas do PGA, considerando e0 fonte de incertezas (referente ao arquivo uncert_PGA2.m)

São considerados aspectos reais do funcionamento do circuito.

Considerando que só é utilizada a tensão Vcs após o capacitor atingir o regime permanente, podemos realizar as seguintes simplificações:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V_{cs} = \lim_{t \rightarrow \infty} e\theta \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_s C_s}} \right) :$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V_{cs} = e\theta :$$

restart :

Para a incerteza:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sigma_{V_{cs}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \sqrt{\sigma_{e\theta}^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_s C_s}} \right)^2 + \frac{\sigma_{R_s C_s}^2 e\theta^2 t^2 \left(e^{-\frac{t}{R_s C_s}} \right)^2}{R_s C_s^4}} :$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sigma_{V_{cs}} = \sigma_{e\theta} :$$

restart :

A mesma consideração é aplicada para Vco:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V_{co} = \lim_{t \rightarrow \infty} V_a \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_o C_o}} \right) :$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} V_{co} = V_a :$$

restart :

Para a incerteza:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sigma_{V_{co}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \sqrt{\sigma_{V_a}^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_o C_o}} \right)^2 + \frac{\sigma_{R_o C_o}^2 V_a^2 t^2 \left(e^{-\frac{t}{R_o C_o}} \right)^2}{R_o C_o^4}} :$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sigma_{V_{co}} = \sigma_{V_a} :$$

Portanto:

restart :

$$V_{cs} := e0 \quad (15)$$

$$Ga := 1 + \frac{t}{RaCa} \quad (16)$$

$$Va := V_{cs} \cdot Ga \quad (17)$$

$$Vf := Va \quad (18)$$

$$\sigma_{Vf} := \sqrt{\left(\sigma_{e0} \cdot \frac{\partial}{\partial e0} Vf\right)^2 + \left(\sigma_{RaCa} \cdot \frac{\partial}{\partial RaCa} Vf\right)^2} \quad (19)$$

$$\sqrt{\sigma_{e0}^2 \left(1 + \frac{t}{RaCa}\right)^2 + \frac{\sigma_{RaCa}^2 e0^2 t^2}{RaCa^4}}$$

