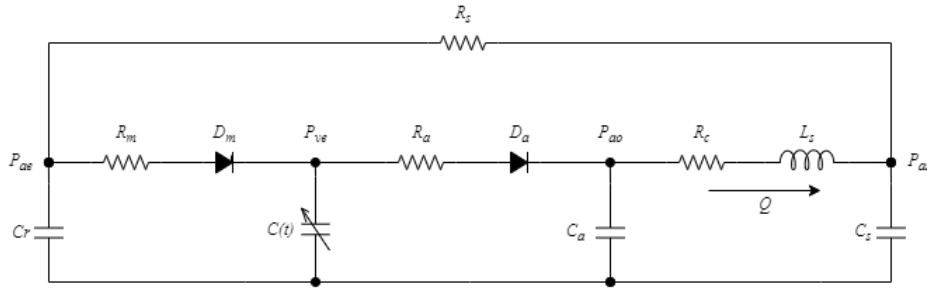


Projeto 1

1. Sistema utilizado na modelagem das equações



2. Modelagem

Para a modelagem foi utilizada a seguinte matriz de estados:

$$x = \begin{bmatrix} P_{ae} \\ V_{ve} \\ P_{ao} \\ Q \\ P_{as} \end{bmatrix} \rightarrow \dot{x} = \begin{bmatrix} \dot{P}_{ae} \\ \dot{V}_{ve} \\ \dot{P}_{ao} \\ \dot{Q} \\ \dot{P}_{as} \end{bmatrix}$$

De forma que cada item da matriz \dot{x} é definido da seguinte forma:

- \dot{P}_{ae} : Representa a pressão no átrio esquerdo

$$\left(\frac{P_{as} - P_{ae}}{R_s} \right) = \dot{P}_{ae} C_r + \left(\frac{P_{ae} - P_{ve}}{R_m} \right) D_m$$

$$\dot{P}_{ae} = \frac{P_s}{R_s C_r} - \frac{P_{ae}}{R_s C_r} - \frac{P_{ae} D_m}{R_m C_r} + \frac{P_{ve} D_m}{R_m C_r}$$

$$\dot{P}_{ae}(t) = P_{ae}(t) \left(-\frac{1}{R_s C_r} - \frac{D_m}{R_m C_r} \right) + P_{ve}(t) \left(\frac{D_m}{R_m C_r} \right) + P_{as}(t) \left(\frac{1}{R_s C_r} \right)$$

- \dot{V}_{ve} : Representa o volume no ventrículo esquerdo

Partindo do material fornecido em aula temos o seguinte:

$$\dot{V}_{ve}(t) = \frac{D_a}{R_a} P_{ao}(t) - \left(\frac{D_m}{R_m} + \frac{D_a}{R_a} \right) E(t) V_{ve}(t) + \frac{D_m}{R_m} P_{ae}(t) + \left(\frac{D_m}{R_m} + \frac{D_a}{R_a} \right) E(t) V_o$$

- \dot{P}_{ao} : Representa pressão na aorta

$$\left(\frac{P_{ve} - P_{ao}}{R_a} \right) D_a = Q + P_{ao} \dot{C}_a$$

$$\dot{P}_{ao} = \frac{P_{ve} D_a}{R_a C_a} - \frac{P_{ao} D_a}{R_a C_a} - \frac{Q}{C_a}$$

$$\dot{P}_{ao}(t) = P_{ve}(t) \left(\frac{D_a}{R_a C_a} \right) + P_{ao}(t) \left(-\frac{D_a}{R_a C_a} \right) + Q(t) \left(-\frac{1}{C_a} \right)$$

- \dot{Q} : Representa o fluxo no ventrículo esquerdo

$$P_{ao} = Q R_c + \dot{Q} L + P_s$$

$$\dot{Q}(t) = P_{ao}(t) \left(\frac{1}{L_s} \right) + Q(t) \left(-\frac{R_c}{L_s} \right) + P_{as}(t) \left(-\frac{1}{L_s} \right)$$

- \dot{P}_{as} : Representa a pressão arterial sistêmica.

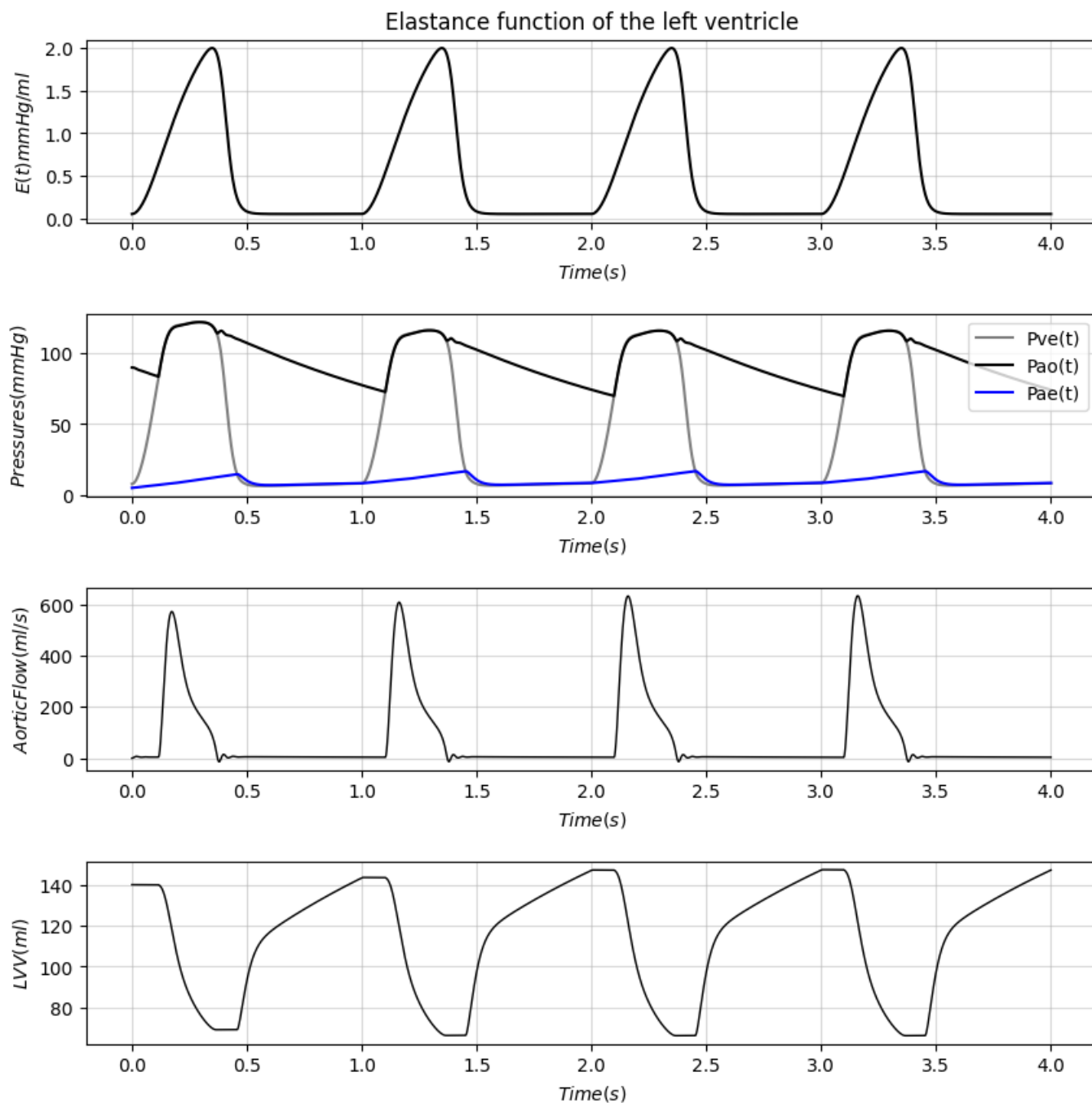
$$Q = \dot{P}_{as} C_s + \left(\frac{P_{as} - P_{ae}}{R_s} \right)$$

$$\dot{P}_{as}(t) = Q(t) \left(\frac{1}{C_s} \right) + P_{ae}(t) \left(\frac{1}{C_s R_s} \right) + P_{as}(t) \left(-\frac{1}{R_s C_s} \right)$$

De forma que:

$$P_{ve} = E(t) (V_{ve} - V_o)$$

3. Os seguintes resultados foram obtidos partindo da modelagem supracitada:



Referências

[1] Simaan MA, Ferreira A, Chen S, Antaki JF, Galati DG. **A dynamical state space representation and performance analysis of a feedback-controlled rotary left ventricular assist device.** IEEE Transactions on Control Systems Technology. 2008 Dec 22;17(1):15-28.