

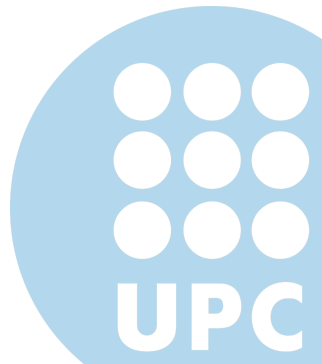
Sistema del Pèndol Invertit

Projecte de Sistemes Dinàmics

Optimització | Grau en Intel·ligència Artificial

Miquel Roperó Serrano i Maria Gil Casas

11/06/2024



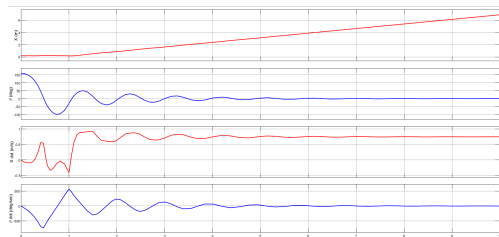
Linearització i Open Loop Model

Model Pèndol Invertit

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 5.51 & -18.29 & -0.002 \\ 0 & 64.9 & -77.53 & -0.026 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \theta \\ \dot{\mathbf{x}} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2.73 \\ 11.59 \end{bmatrix} V_m$$

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \theta \\ \dot{\mathbf{x}} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix}$$

Resultats Open Loop

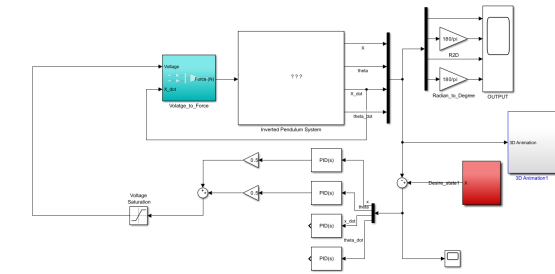


Resposta inestable i es descontrola

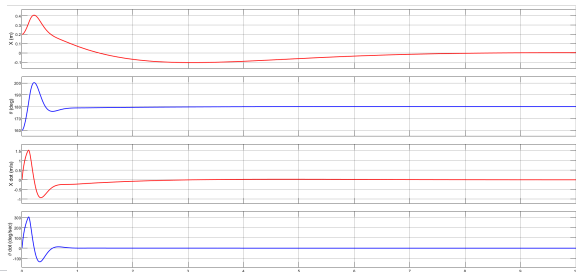
Controlador PID

Proportional Integral Derivative

Sistema Simulink



Resposta PID



Taula de valors (Posició)

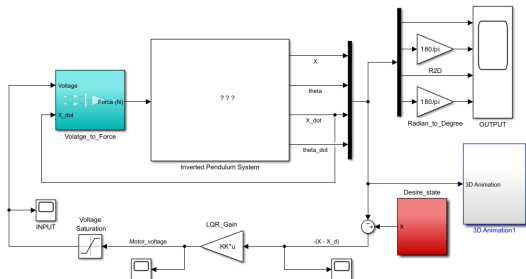
P	I	D
-74.7136	-31.0261	-6.3891

Taula de valors (Angle)

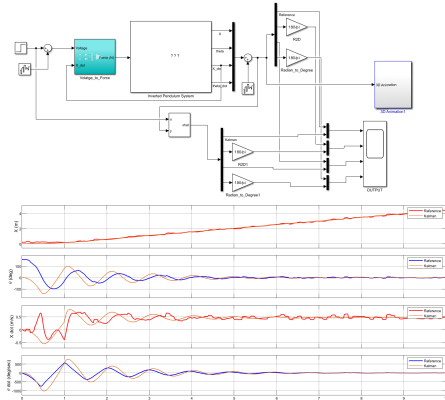
P	I	D
139.5493	881.0941	4.2021

LQR

Linear Quadratic Regulator

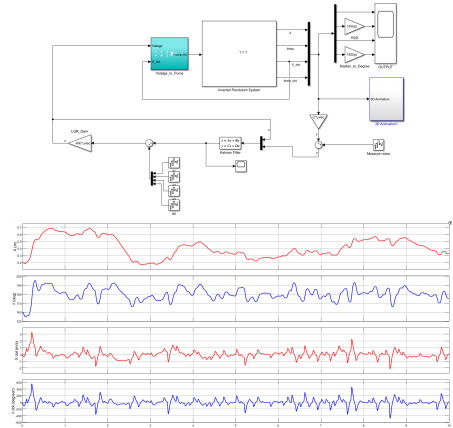


Model de Simulink Kalman Filter



KF és efectiu en la predicció d'estats

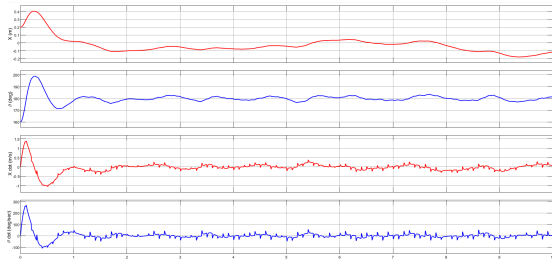
Model de Simulink LQG



LQG té una resposta estable

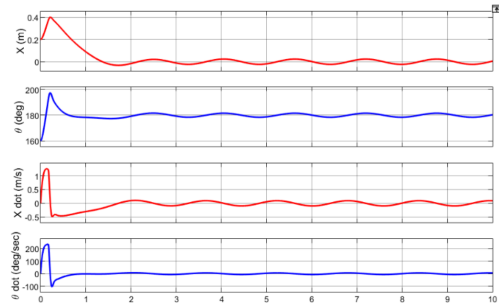
Extensions 1 i 2

Resultats extensió 1



Implementació de soroll al PID

Resultats extensió 2



Implementació de força externa al LQR