ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ, ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΟΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Π.Μ.Σ. ΣΤΗΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Ρ202 – ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΥΦΥΙΑ

“NNArm”

Το NNArm είναι ένα σύστημα ελέγχου ενός ρομποτικού βραχίονα, βασισμένο σε τεχνικές ελέγχου με νευρωνικά δίκτυα και υλοποιημένο στο περιβάλλον MATLAB/Simulink.

Εργασία στην Ενότητα Νευρωνικά Δίκτυα του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Κωστελίδη Ιορδάνη

ΑΕΜ: 146 – EMAIL: [iordkost@ihu.gr](mailto:iordkost@ihu.gr)

INTERNATIONAL HELLENIC UNIVERSITY

POLYTECHNIC SCHOOL

DEPARTMENT OF COMPUTER, INFORMATICS AND TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING

M.Sc. in ROBOTICS

P202 – MACHINE INTELLIGENCE

“NNArm”

NNArm is a MATLAB/Simulink-based project for controlling a robotic arm using advanced neural network control techniques.

Semester Project on Neural Networks of the Postgraduate Student

Kostelidis Iordanis

Student ID: 146 – EMAIL: [iordkost@ihu.gr](mailto:iordkost@ihu.gr)

# Περιγραφή

Το NNArm είναι ένα σύστημα ελέγχου ενός ρομποτικού βραχίονα, βασισμένο σε τεχνικές ελέγχου με νευρωνικά δίκτυα και υλοποιημένο στο περιβάλλον MATLAB/Simulink. Στόχος του συστήματος είναι η υλοποίηση, προσομοίωση και σύγκριση διαφορετικών στρατηγικών νευρωνικού ελέγχου.

# Abstract

NNArm is a MATLAB/Simulink-based project for controlling a robotic arm using advanced neural network control techniques. The aim of the project is to implement, simulate, and compare multiple neural control strategies.

Περιεχόμενα / Table of Contents

[Περιγραφή 3](#_Toc200490965)

[Abstract 3](#_Toc200490966)

[Συστήματα Δειγματοληψίας 5](#_Toc200490967)

[Σύστημα Robot Arm 5](#_Toc200490968)

[Σύστημα Reference 5](#_Toc200490969)

[Neural Network Predictive Controller 6](#_Toc200490970)

[NARMA­L2 Neural Controller 11](#_Toc200490971)

[Model Reference Controller 16](#_Toc200490972)

# Συστήματα Δειγματοληψίας

## Σύστημα Robot Arm

Έγινε σχεδιασμός στο Simulink ενός συστήματος, για την δημιουργία dataset (input, output) για χρήση από τους νευρικούς ελεγκτές.

A diagram of a robot arm


Εικόνα 1

Ορίσαμε ως όρια του URN (Uniform Random Number) από -4 έως 4 με sample time 2

## Σύστημα Reference

Έγινε σχεδιασμός στο Simulink ενός συστήματος, για την δημιουργία reference dataset (input, output) για χρήση από τον ελεγκτή τύπου Model-Reference.

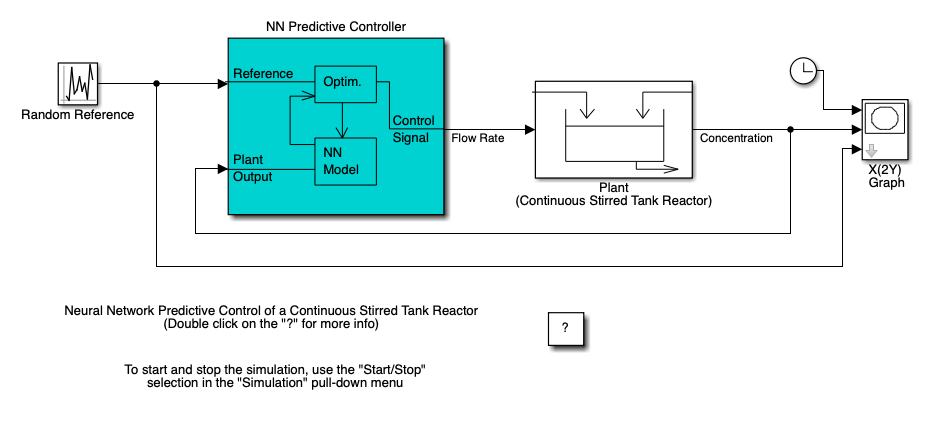
A diagram of a computer

AI-generated content may be incorrect.

Εικόνα

# Neural Network Predictive Controller

Για την δημιουργία συστήματος με «Neural Network Predictive Controller», χρησιμοποιούμαι ως βάση το παράδειγμα «predcstr».



Εικόνα 3

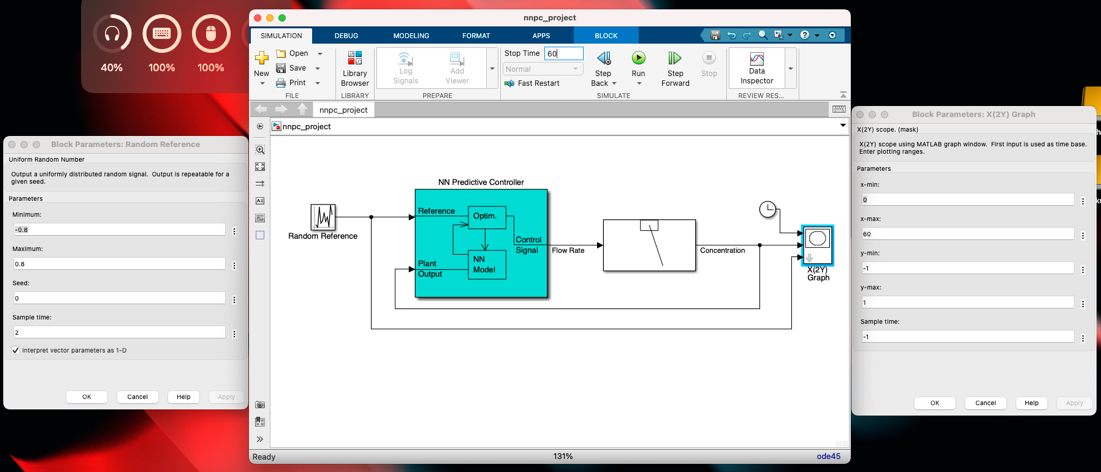
Αφαιρούμε ότι δεν χρειαζόμαστε και αντικαθιστούμε το Plant με το δικό μας σύστημα (Robot Arm).

A diagram of a control panel

AI-generated content may be incorrect.

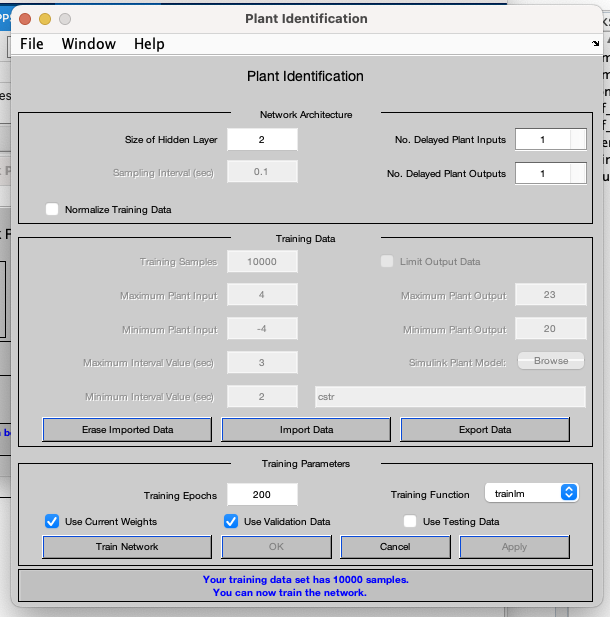
Εικόνα 4

Κάνουμε αλλαγές στις τιμές (όρια, sample κλπ) του Random Reference αλλά του X(2Y) Graph



Εικόνα 5

Καθώς ξεκινάμε με βάση ένα example άλλου συστήματος, αλλάζουμε τις βασικές παραμέτρους, φορτώνουμε τα δεδομένα μας από το workspace (arm\_in\_torgue, arm\_out\_angle) και εκτελούμε την εκπαίδευση.



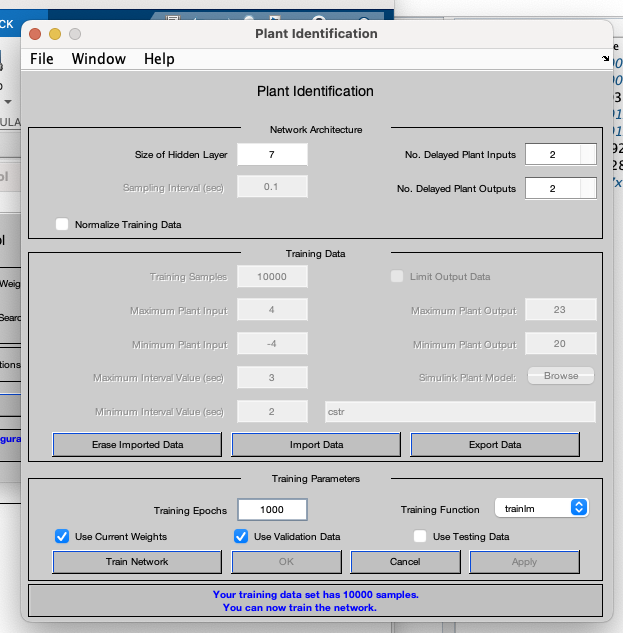
Μετά την εκπαίδευση, τρέχουμε το πείραμα για 60s για να δούμε πως συμπεριφέρεται.



Εικόνα 6

Παρατηρούμε ότι έχει πολύ μεγάλες αποκλίσεις.

Ξαναεκπαιδεύουμε το μοντέλο μας, με τις παρακάτω ρυθμίσεις.



Εικόνα 7

Στην συνέχεια τρέχουμε το πείραμα για 60s για να δούμε πως συμπεριφέρεται με τις νέες ρυθμίσεις.



Εικόνα 8

Παρατηρούμε ότι έχει λιγότερες και μικρότερες αποκλίσεις.

# NARMA­L2 Neural Controller

Για την δημιουργία συστήματος με «NARMA­L2 Neural Controller», χρησιμοποιούμαι ως βάση το παράδειγμα «narmamaglev».

A diagram of a diagram

AI-generated content may be incorrect.

Εικόνα 9

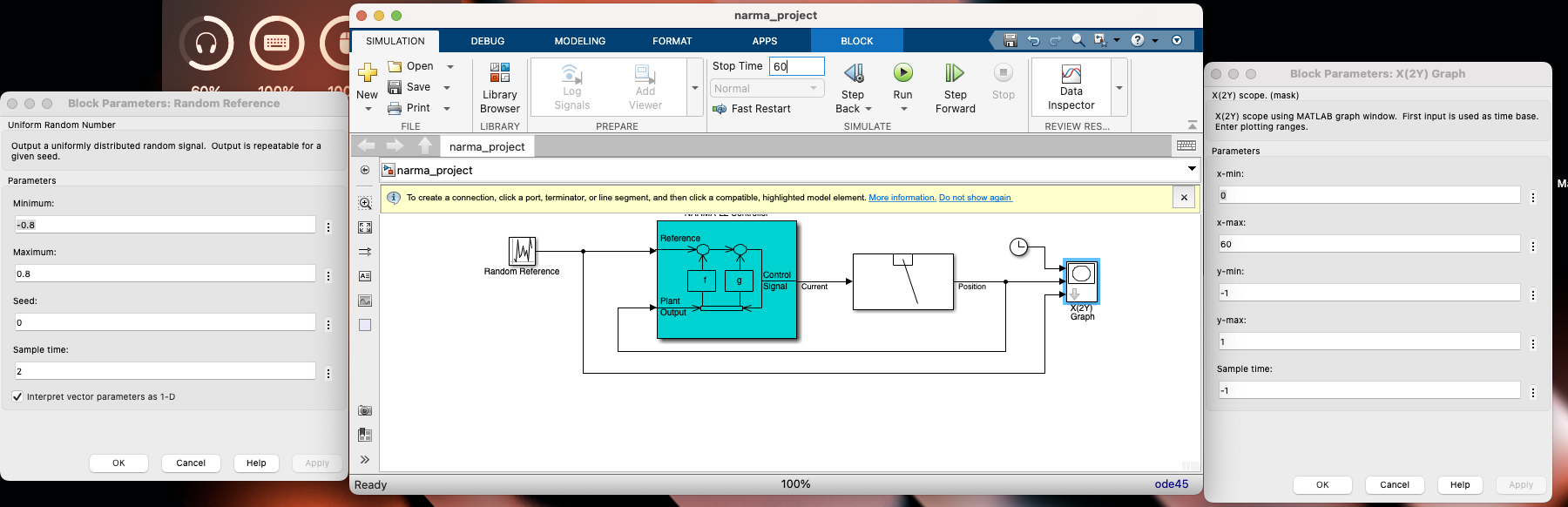
Αφαιρούμε ότι δεν χρειαζόμαστε και αντικαθιστούμε το Plant με το δικό μας σύστημα (Robot Arm).

A diagram of a block diagram

AI-generated content may be incorrect.

Εικόνα 10

Κάνουμε αλλαγές στις τιμές (όρια, sample κλπ) του Random Reference αλλά του X(2Y) Graph



Εικόνα 11

Καθώς ξεκινάμε με βάση ένα example άλλου συστήματος, αλλάζουμε τις βασικές παραμέτρους, φορτώνουμε τα δεδομένα μας από το workspace (arm\_in\_torgue, arm\_out\_angle) και εκτελούμε την εκπαίδευση.

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

Εικόνα 12

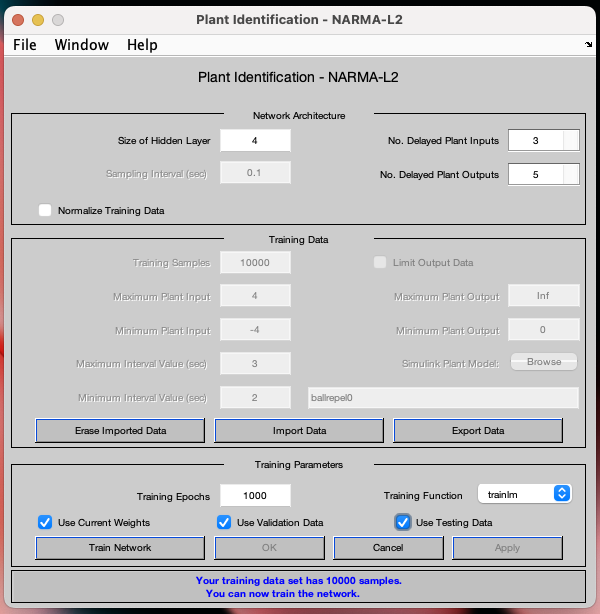
Μετά την εκπαίδευση, τρέχουμε το πείραμα για 60s για να δούμε πως συμπεριφέρεται.



Εικόνα 13

Παρατηρούμε ότι έχει μεγάλες αποκλίσεις.

Ξαναεκπαιδεύουμε το μοντέλο μας, με τις παρακάτω ρυθμίσεις.



Εικόνα 14

Στην συνέχεια τρέχουμε το πείραμα για 60s για να δούμε πως συμπεριφέρεται με τις νέες ρυθμίσεις.



Εικόνα 15

Παρατηρούμε ότι έχει λιγότερες και μικρότερες αποκλίσεις.

# Model Reference Controller

Για την δημιουργία συστήματος με « Model Reference Controller», χρησιμοποιούμαι ως βάση το παράδειγμα «mrefrobotarm».

A diagram of a network controller

AI-generated content may be incorrect.

Εικόνα 16

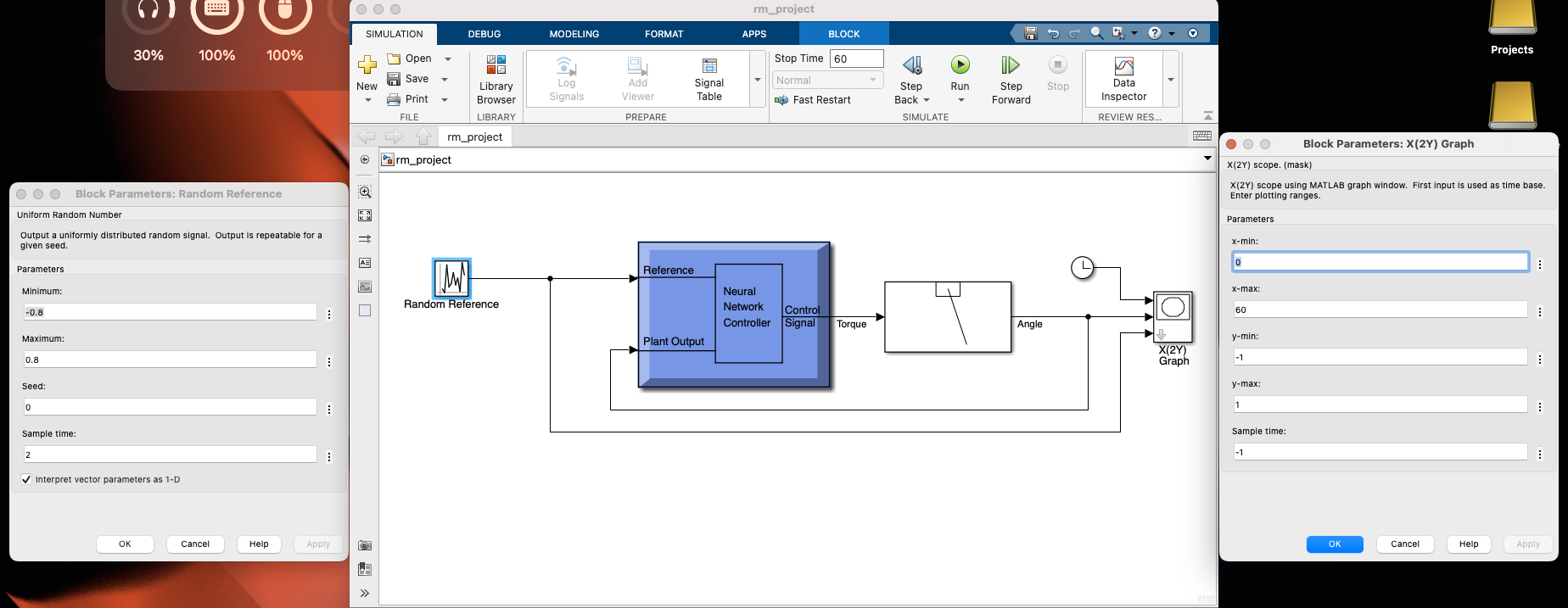
Αφαιρούμε ότι δεν χρειαζόμαστε και αντικαθιστούμε το Plant με το δικό μας σύστημα (Robot Arm).

A diagram of a computer network

AI-generated content may be incorrect.

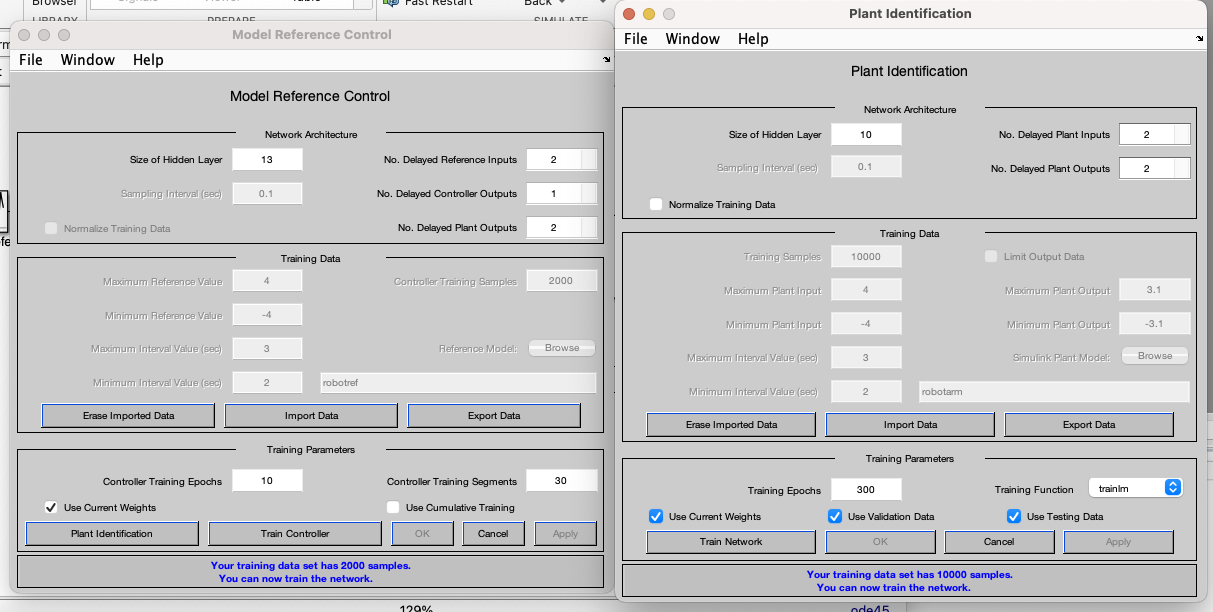
Εικόνα 17

Κάνουμε αλλαγές στις τιμές (όρια, sample κλπ) του Random Reference αλλά του X(2Y) Graph



Εικόνα 18

Καθώς ξεκινάμε με βάση ένα example άλλου συστήματος, αλλάζουμε τις βασικές παραμέτρους, φορτώνουμε τα δεδομένα μας από το workspace (arm\_in\_torgue, arm\_out\_angle) και εκτελούμε την εκπαίδευση.



Εικόνα 19

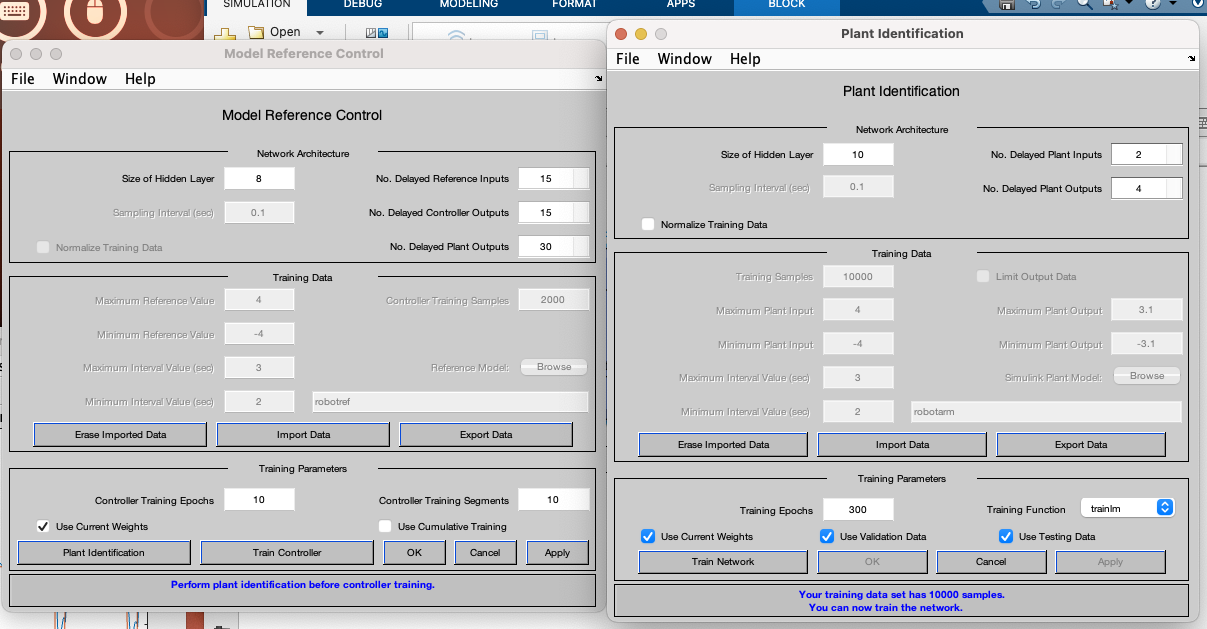
Μετά την εκπαίδευση, τρέχουμε το πείραμα για 60s για να δούμε πως συμπεριφέρεται.



Εικόνα 20

Παρατηρούμε ότι έχει μεγάλες αποκλίσεις.

Ξαναεκπαιδεύουμε το μοντέλο μας, με τις παρακάτω ρυθμίσεις.

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

Εικόνα 21

Στην συνέχεια τρέχουμε το πείραμα για 60s για να δούμε πως συμπεριφέρεται με τις νέες ρυθμίσεις.



Εικόνα 22

Παρατηρούμε ότι έχει λιγότερες και μικρότερες αποκλίσεις.