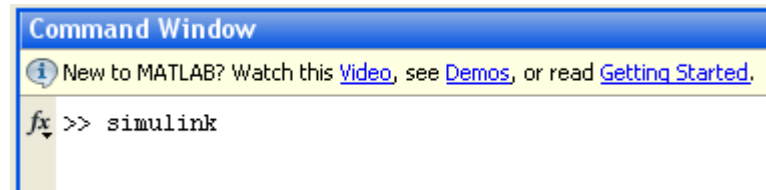


Τι είναι το Simulink

- Είναι μια προέκταση του Matlab με την δυνατότητα μοντελοποίησης, προσομοίωσης και ανάλυσης συστημάτων μέσω ενός γραφικού περιβάλλοντος χρήστη (*GUI*).
- Η κατασκευή ενός μοντέλου είναι πολύ απλή και γρήγορη
- Περιέχει μια βιβλιοθήκη με εργαλείοθήκες για γραμμικά και μη γραμμικά συστήματα.
- Για να ανοίξετε το Simulink αρχικά ανοίξτε το Matlab και στη συνέχεια πληκτρολογήστε **>>simulink** στο γραφικό περιβάλλον του Matlab.

Ξεκινώντας το Simulink

- Όπως είπαμε μπορείτε να ανοίξετε την εφαρμογή αυτή πατώντας **>>simulink**.

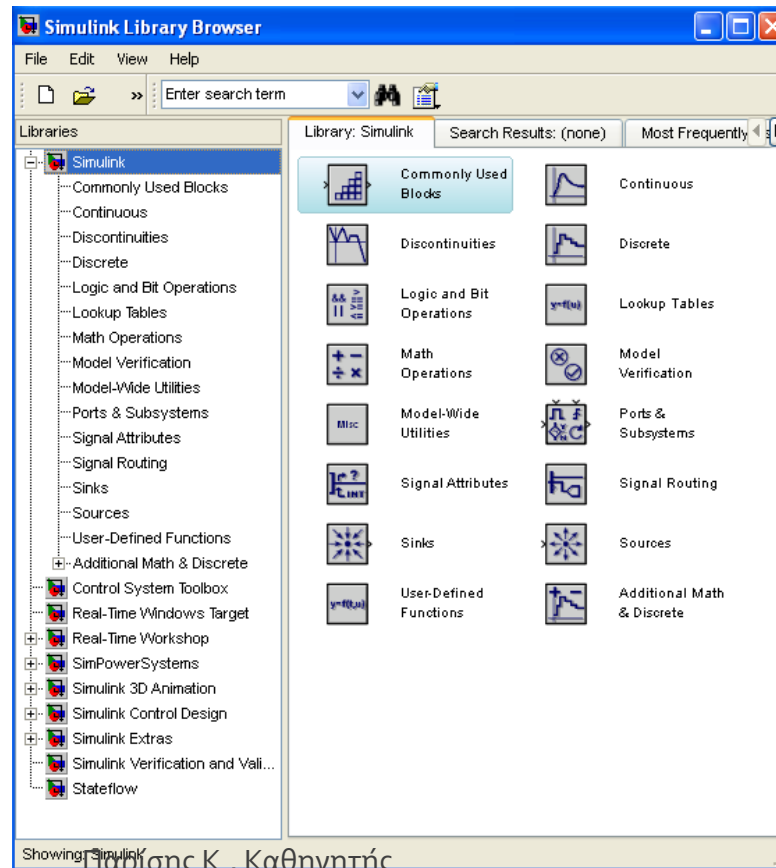


- Ένας άλλος τρόπος είναι το ανοίξετε από την συντόμευση που υπάρχει πάνω αριστερά.



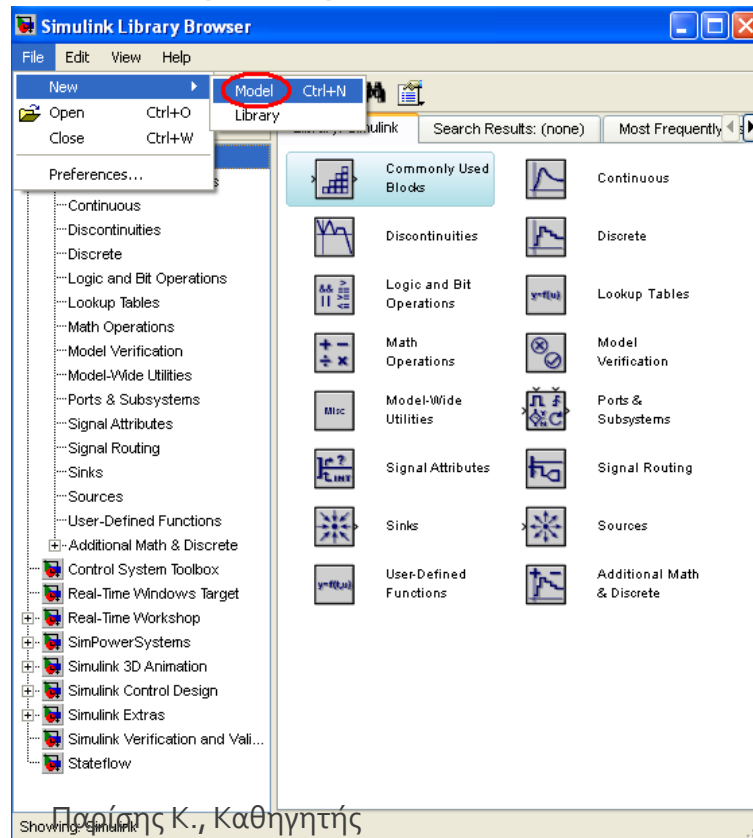
Βιβλιοθήκη Simulink

- Το πρώτο πράγμα που θα δείτε μόλις ανοίξετε το Simulink είναι η βιβλιοθήκη του με τις εργαλειοθήκες της.



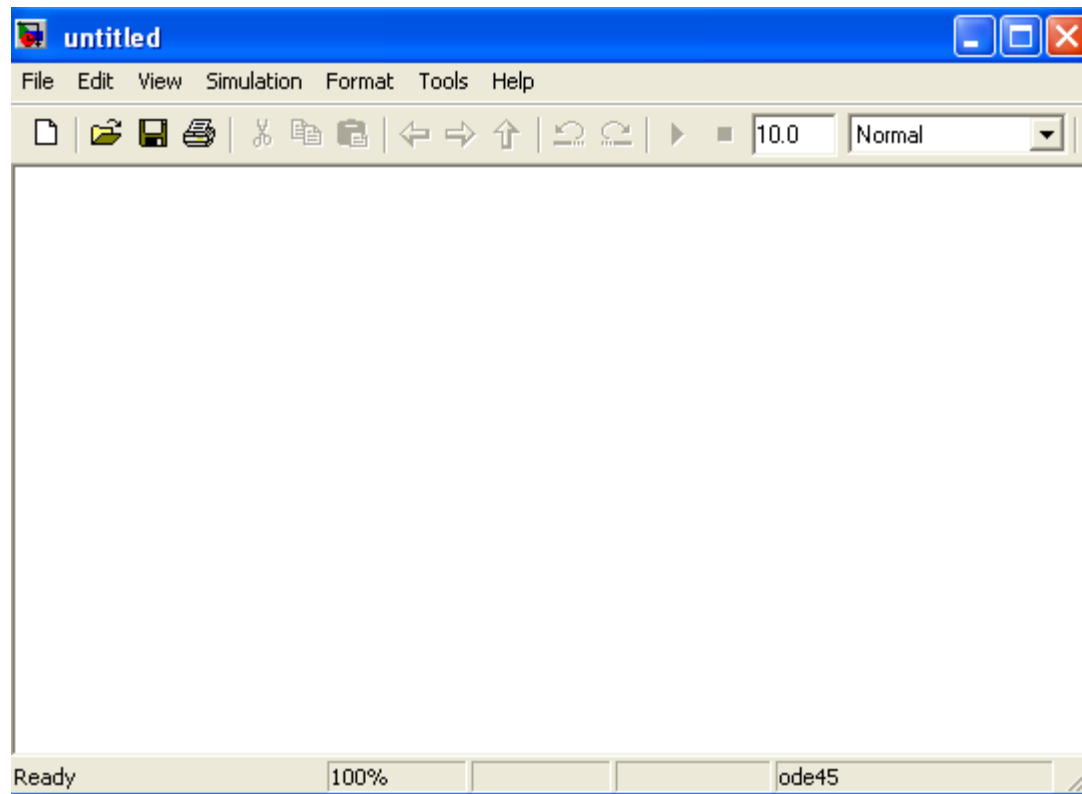
Δημιουργώντας ένα μοντέλο

- Για να ξεκινήσουμε να φτιάχνουμε ένα μοντέλο πρέπει να ανοίξουμε ένα νέο γραφικό περιβάλλον σχεδίασης. Αυτό γίνεται μέσα από το βιβλιοθήκη και πάνω αριστερά πατώντας **New Model**.



Δημιουργώντας ένα μοντέλο (2)

- Στη συνέχεια θα πρέπει να δείτε το γραφικό περιβάλλον σχεδίασης.

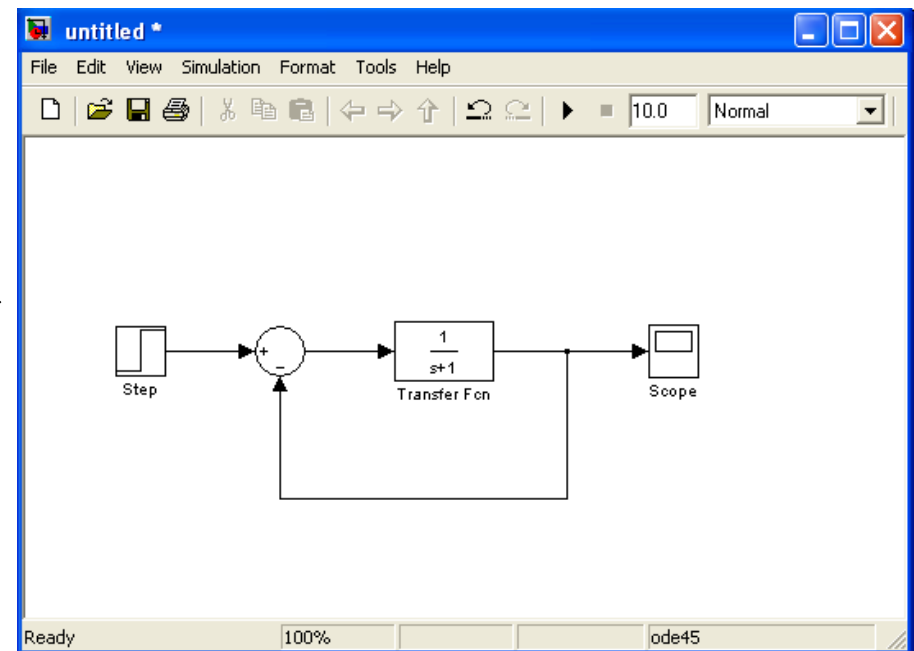
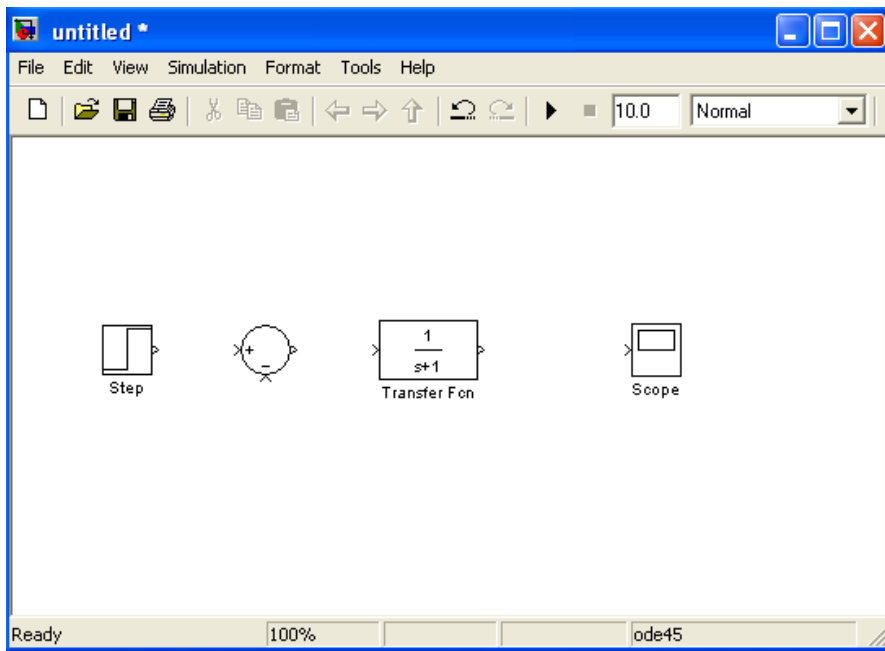


Δημιουργώντας ένα μοντέλο (3)

- Με την μέθοδο «συρε-άφησε» επιλέγουμε στην βιβλιοθήκη μια είσοδο, **Sources**. Επιλέγουμε βηματική (**Step**).
- Στη συνέχεια από την εργαλειοθήκη **Continuous** επιλέγουμε μια συνάρτηση μεταφοράς (**Transfer Fcn**).
- Επιπλέον χρειάζεται να δούμε την απόκριση του συστήματος. Πηγαίνουμε στο **Sinks** και επιλέγουμε ένα **Scope**.
- Τέλος χρειαζόμαστε και ανάδραση για ένα ολοκληρωμένο σύστημα κλειστού βρόγχου. Από την εργαλειοθήκη **Math Operations** επιλέγουμε έναν αθροιστή (**Sum**). Με διπλό κλικ πάνω του μπορούμε να αλλάξουμε τα πρόσημα του και να φτιάξουμε αρνητική ανάδραση.
- Στο επόμενο βήμα θα δούμε πως θα φτιάξουμε το σύστημα και θα κάνουμε την προσομοίωση.

Δημιουργώντας ένα μοντέλο (4)

- Λογικά θα έχουμε κάτι που μοιάζει με το παρακάτω. Η σύνδεση των μονάδων γίνεται με τον απλό τρόπο που γίνεται σε όλα τα σχεδιαστικά προγράμματα. Απλά με αριστερό κλικ συνδέστε τις άκρες τους.

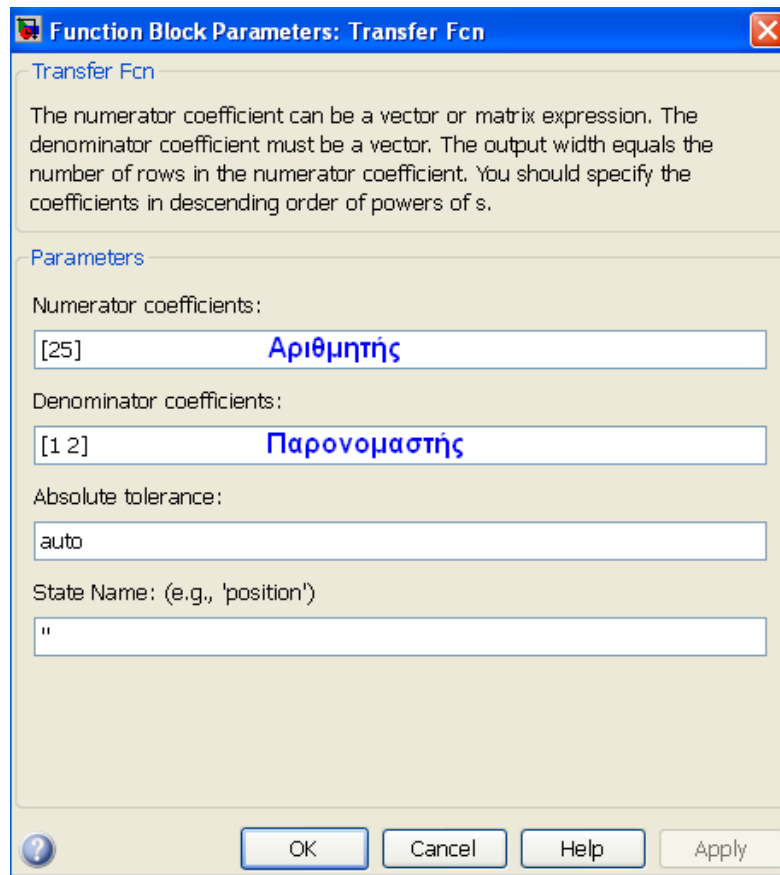


Συνάρτηση Μεταφοράς

- Εδώ θα μάθουμε να εισάγουμε μια συνάρτηση μεταφοράς μοντέλου. Όπως βλέπουμε η προεπιλεγμένη είναι η $\frac{1}{s+1}$.
- Έστω ότι μιλάμε για ένα σύστημα με συνάρτηση μεταφοράς, ανοιχτού βρόγχου $G(s) = \frac{25}{s+2}$. Η διαδικασία για να **εισάγουμε-αλλάξουμε** την συνάρτηση μεταφοράς είναι η εξής.
- Αρχικά με διπλό κλικ, στο κουτάκι της συνάρτησης, μπαίνουμε στις ρυθμίσεις. Εκεί φτιάχνουμε τον αριθμητή και παρονομαστή όπως εμείς θέλουμε.
- Οι αριθμοί συμβολίζουν τον συντελεστή της μεταβλητής (**s**) και η θέση στην οποία τους γράφουμε την δύναμη του (**s**) της οποίας επιλέγουμε να είναι συντελεστές.
- Επίσης το πλήθος των αριθμών-συντελεστών δείχνει και τον βαθμό του πολυωνύμου του αριθμητή και παρονομαστή.

Συνάρτηση Μεταφοράς

- Εάν όλα έχουν γίνει σωστά θα πρέπει να έχετε καταλήξει εδώ



The image shows a MATLAB/Simulink dialog box titled "Function Block Parameters: Transfer Fcn". It contains the following fields and text:

Transfer Fcn

The numerator coefficient can be a vector or matrix expression. The denominator coefficient must be a vector. The output width equals the number of rows in the numerator coefficient. You should specify the coefficients in descending order of powers of s.

Parameters

Numerator coefficients:
[25] **Αριθμητής**

Denominator coefficients:
[1 2] **Παρονομαστής**

Absolute tolerance:
auto

State Name: (e.g., 'position')
"

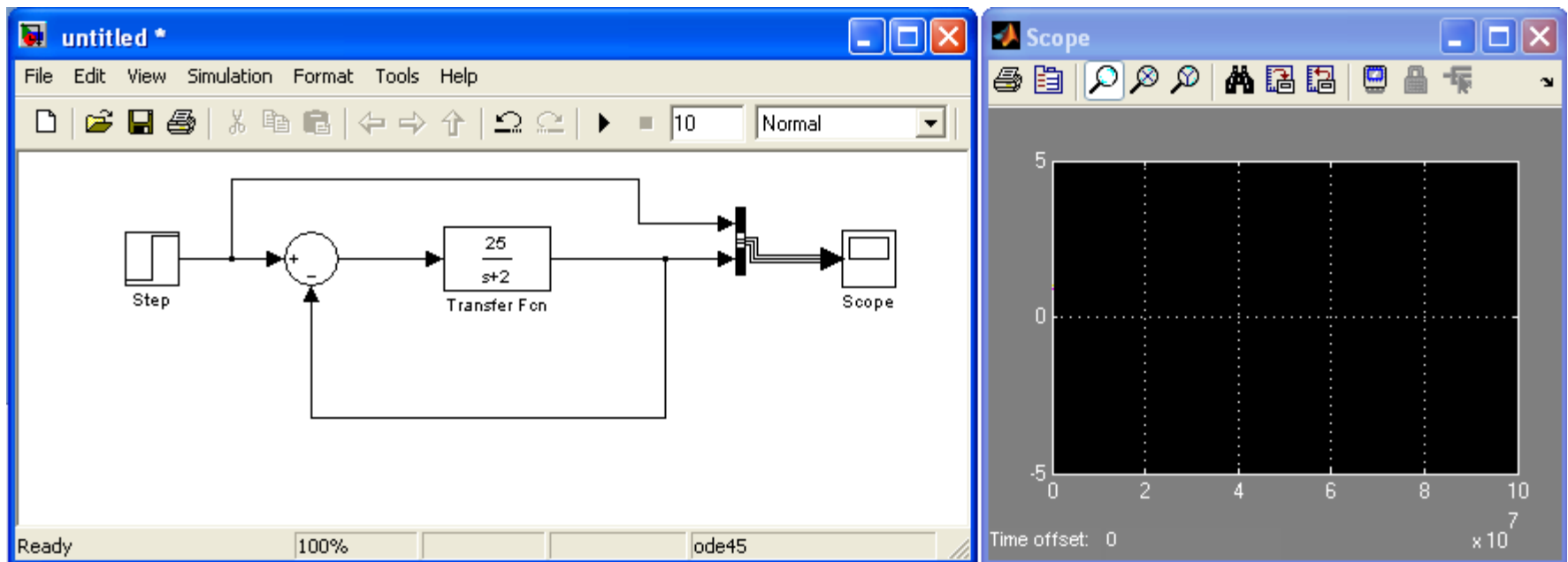
Buttons: ? OK Cancel Help Apply

Περισσότερα σήματα στο Scope

- Ένα βήμα πριν κάνουμε την προσομοίωση καλό είναι να βάλουμε στο Scope και ένα **δεύτερο** γράφημα, αυτό της εισόδου της ράμπας για να δούμε πως τελικά διαμορφώνεται το τελικό αποτέλεσμα σε σχέση με την είσοδο και το σφάλμα αυτού, αν υπάρχει.
- Από την βιβλιοθήκη **Signal Routing** επιλέγουμε το block **Bus Creator**.
- Στην μία είσοδό του συνδέουμε την έξοδο του συστήματος και στην άλλη την είσοδο του.
- Την έξοδο του Bus την συνδέουμε στο Scope.
- Αφήνουμε τον χρόνο προσομοίωσης ως έχει, 10 sec.
- Και στο επόμενο βήμα θα κάνουμε την προσομοίωση.

Έναρξη προσομοίωσης

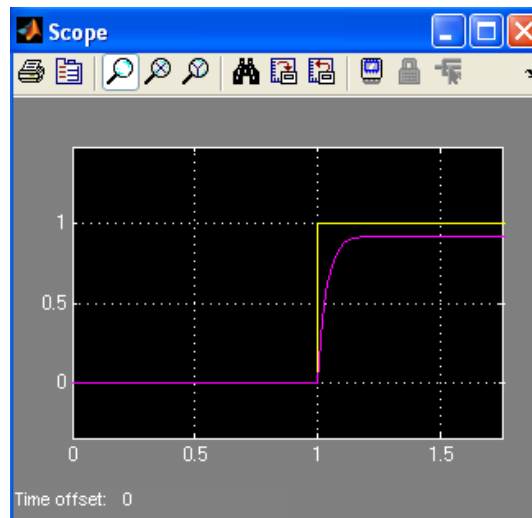
- Πριν κάνουμε την προσομοίωση τσεκάρουμε αν όλα φαίνονται όπως παρακάτω.



- Αν ναι, τότε πατάμε το κουμπί **Start Simulation** για να γίνει η προσομοίωση.

Αποτελέσματα προσομοίωσης

- Μετά την προσομοίωση θα δείτε στο Scope το παρακάτω.



- Παρατηρούμε ότι υπάρχει ένα **σφάλμα** ανάμεσα στην πραγματική τιμή και την επιθυμητή τιμή της εξόδου.
- Στο επόμενο βήμα θα μάθουμε πως αφαιρούμε-ελαχιστοποιούμε το σφάλμα αυτό με την χρήση **ελεγκτών PID**.

Ελεγκτές PID

- Ένας **ελεγκτής PID** προσπαθεί να διορθώσει το λάθος μεταξύ μιας μετρημένης μεταβλητής διαδικασίας (ProcessValue) και ενός επιθυμητού σημείου λειτουργίας (setpoint) με τον υπολογισμό και έπειτα την έξοδο μιας διορθωτικής δράσης που μπορεί να ρυθμίσει τη διαδικασία αναλόγως.
- Ο υπολογισμός της εξόδου του ελεγκτή PID περιλαμβάνει **τρεις** ξεχωριστούς όρους. Τον **αναλογικό (P)**, **ολοκληρωτικό (I)** και **παραγωγικό (D)** όρο.
- Το παρακάτω πινακάκι θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε την χρησιμότητα και την επίδραση του κάθε όρου του PID στο σύστημα.

Αντίδραση Ελεγκτή	Χρόνος Ανύψωσης	Υπερύψωση	Χρόνος Αποκατάστασης	Μόνιμο Σφάλμα
K_p	Μείωση	Αύξηση	Μικρή Αλλαγή	Μείωση
K_i	Μείωση	Αύξηση	Αύξηση	Εξάλειψη
K_d	Μικρή Αλλαγή	Μείωση	Μείωση	Μικρή Αλλαγή

Ελεγκτής PID στο Simulink

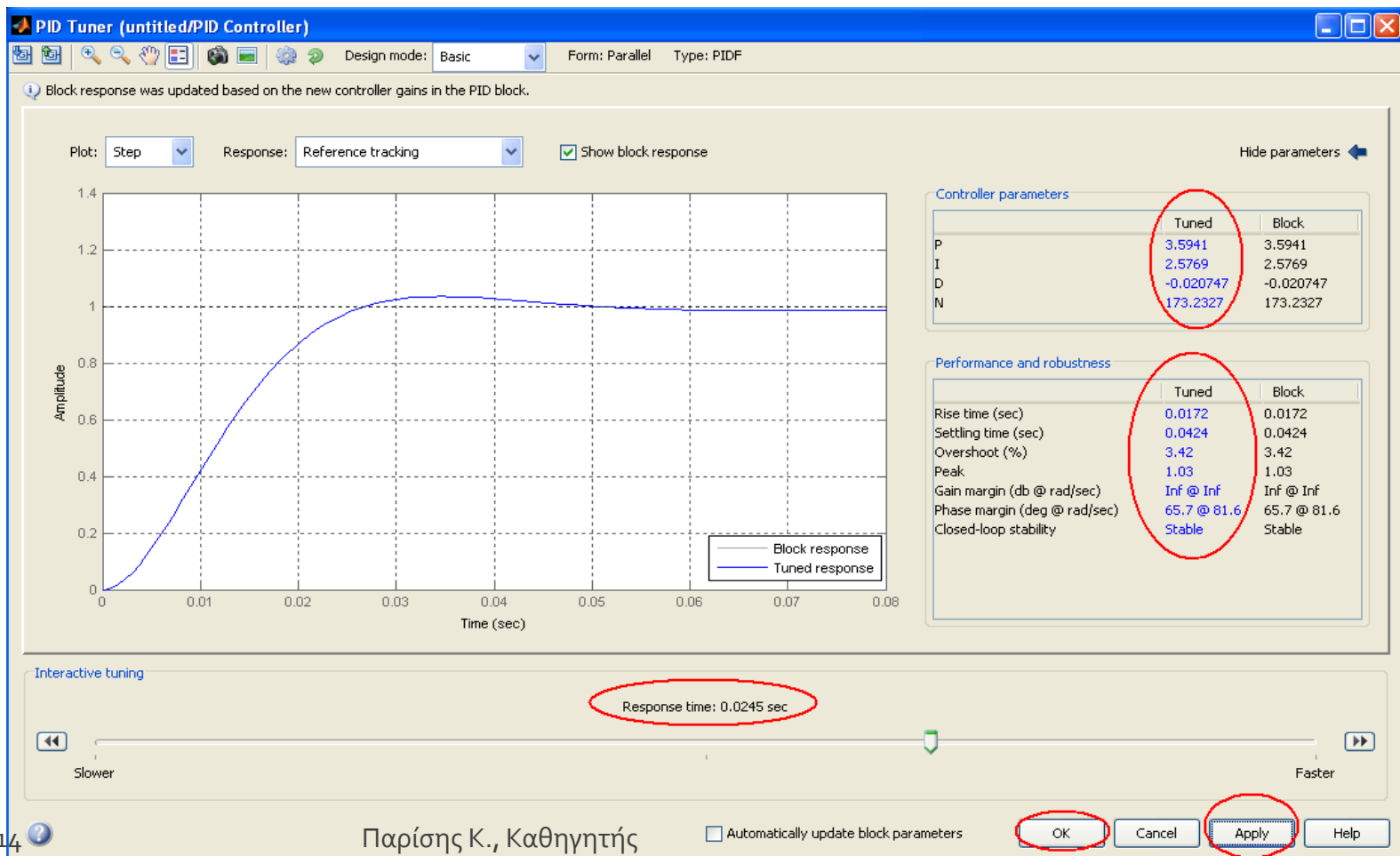
- Τον PID στο Simulink θα τον βρούμε στην βιβλιοθήκη **Continuous** και θα τον τοποθετήσουμε πριν την **$G(s)$** και **μετά** τον **αθροιστή**.
- Το Simulink δίνει τη δυνατότητα να βλέπουμε Live τα αποτελέσματα-απόκριση των παραμέτρων που δίνουμε στον ελεγκτή, ρυθμίζοντας τις **προδιαγραφές που θέλουμε** για το σύστημα, ώστε να φτάσουμε όσο πιο κοντά γίνεται στην επιθυμητή τιμή.
- Μέσω της εφαρμογής Tune PID που βρίσκετε στις ρυθμίσεις του PID μπορούμε ρυθμίζοντας απλά τις προδιαγραφές που θέλουμε να έχει το σύστημα (*Rise Time, Setting Time, Overshoot κλπ.*) **να δοθούν αυτόματα** οι **τιμές** στους τρεις όρους του PID που απαιτούνται για να έχουμε αυτά τα αποτελέσματα.
- Με λίγα λόγια το Simulink κάνει την δουλειά που θα κάναμε εμείς στο χαρτί για να υπολογίσουμε τους τρεις όρους του PID.

Tune PID

- Αφού όπως είπαμε τοποθετήσουμε τον PID, στη συνέχεια ανοίγοντας με διπλό κλικ τις ρυθμίσεις του επιλέγουμε **Tune**.
- Εκεί αν ρυθμίσουμε την μπάρα **Response Time** γύρω στα **0,0245 sec** θα δούμε, πατώντας πάνω δεξιά **Show Parameters**, τις νέα προδιαγραφές που θα έχει το σύστημα και τις τιμές που θα πάρουν οι τρεις όροι του PID για να γίνει αυτό.
- Αφού φτάσουμε στις προδιαγραφές που θέλουμε πατάμε **Apply** και μετά **OK**.
- Στο επόμενο βήμα θα δούμε το παράθυρο των ρυθμίσεων στο Tune PID για να βεβαιωθούμε ότι όλα έχουν γίνει σωστά.

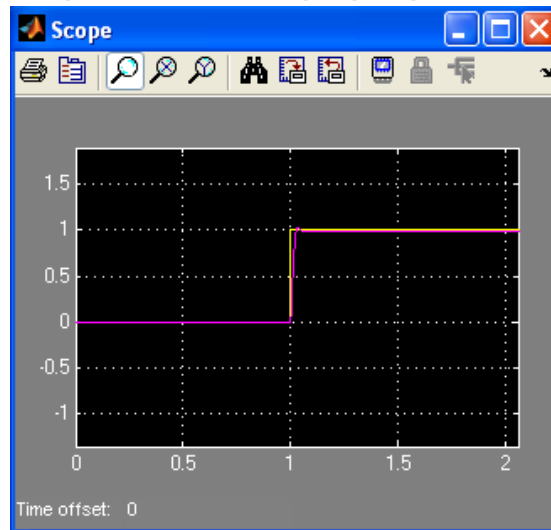
Ρυθμίσεις στο Tune PID

- Για να είναι όλα σωστά πρέπει να έχετε καταλήξει στο παρακάτω.



Αποτελέσματα 2^{ης} προσομοίωσης

- Αφού τελειώσαμε την ρύθμιση του ελεγκτή PID, πάμε να κάνουμε την προσομοίωση να δούμε τι καταφέραμε. Πατάμε **Start Simulation**.



- Θα δείτε το παραπάνω στο Scope.
- Βλέπουμε ότι με την χρήση ελεγκτή PID **εξαλείψαμε** το σφάλμα που είχαμε πριν και η είσοδο πλέον **ταυτίζεται**, σχεδόν, με την έξοδο.

Αποθήκευση εργασίας

- Τέλος, για να αποθηκεύσουμε την εργασία αυτή πάμε πάνω αριστερά επιλέγοντας. **File → Save As → “Γράφουμε το όνομα αρχείου”** και πατάμε **“Αποθήκευση”**.
- Πλέον το αρχείο έχει αποθηκευτεί με την μορφή **.mdl** και πλέον μπορούμε να το καλέσουμε στο Simulink οποιαδήποτε στιγμή.