

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ:**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΟΣ BOILER ΑΤΜΟΥ ΜΕ MATLAB-  
SIMULINK-OPC Toolbox**

Σπουδαστής : Κουκουβέλας Ιωάννης  
Επιβλέπων καθηγητής: Βολογιαννίδης Σταύρος

# ΓΙΑΤΙ ΜΑΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΕΙ Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ

- Η μελέτη αυτή έχει ως σκοπό τον έλεγχο ενός boiler ατμού εφαρμόζοντας τεχνικές Ευφυούς Ελέγχου.
- Έχει εφαρμοστεί η τεχνική του ασαφούς ελεγκτή (fuzzy controller) με το μοντέλο Mamdani για τον έλεγχο του boiler.
- Χρησιμοποιήθηκε το πακέτο OPC Toolbox του Matlab ώστε να μπορεί να υπάρξει επικοινωνία αρχικά μεταξύ δύο Η/Υ
- Τέλος ένας τρίτος Η/Υ τρέχει ένα γραφικό SCADA περιβάλλον για την παρακολούθηση της κατάστασης της διεργασίας , το οποίο και σχεδιάστηκε με το DAQFactory .

## **Εφαρμογές:**

- Στην παραγωγή ενέργειας όπου ένας πυρηνικός αντιδραστήρας χρησιμοποιείται για να παράγει την θερμότητα που απαιτείται για την ατμοποίηση του νερού και έπειτα ο ατμός χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μιας τουρμπίνας.

## ΤΙ ΕΙΝΑΙ BOILER ΑΤΜΟΥ (STEAM BOILER)

Είναι ένα κλειστό δοχείο, όπου με πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική παράγεται ατμός για οποιαδήποτε χρήση.

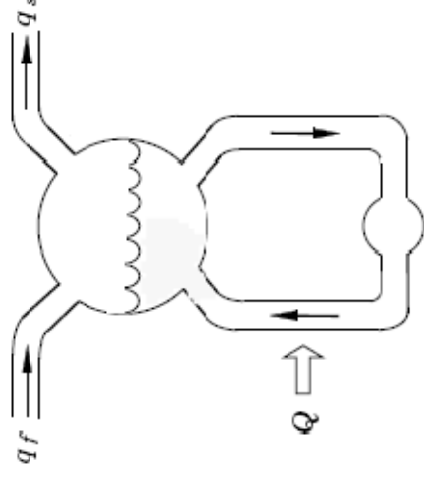
Η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται κατά την καύση σε θερμική ενέργεια.

Η παραγόμενη θερμική ισχύς μεταφέρεται στο εργαζόμενο μέσο νερό-ατμός με στόχο την παραγωγή ατμού συγκεκριμένης επιθυμητής κατάστασης (πίεσης και θερμοκρασίας).

Ατμός παράγεται με πτώση της πίεσης ή με παροχή θερμότητας.

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ BOILER

Η θερμότητα  $Q$ , που παρέχεται στις μετώπες του boiler προκαλεί **βρασμό του υγρού** που βρίσκεται μέσα. Ο διαποτισμένος ατμός αναγκάζεται να ανυψωθεί, λόγω της βαρύτητας, προκαλώντας μια **κυκλοφορία στο βρόγχο**. Στην πραγματικότητα το σύστημα είναι περισσότερο περίπλοκο. Το σύστημα έχει μια περίπλοκη γεωμετρία με πολλούς σωλήνες και μετώπες.



# ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ BOILER

Η μοντελοποίηση/ σχεδίαση ενός βιομηχανικού boiler είναι δύσκολη αλλά και περίπλοκη διαδικασία. Αυτό συμβαίνει καθώς είναι απαραίτητο να συνδυαστούν πολλοί παράγοντες ώστε να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

## Προϋποθέσεις σχεδίασης

- **Γρήγορη παραγωγή ατμού**
- **Αυξημένος βαθμός απόδοσης** ενός βιομηχανικού boiler
- Οι **εκπομπές των καυσαερίων** πρέπει να είναι σύμφωνες με τη νομοθεσία.
- **Ισχυρή θερμική μόνωση** ώστε οι απώλειες να είναι μηδενικές.
- **Απαραίτητη η επεκτασιμότητα** του εξοπλισμού ενός boiler
- Η λειτουργία του θα πρέπει να είναι πλήρως **αυτοματοποιημένη**.
- Η λειτουργία ενός βιομηχανικού boiler πρέπει να μπορεί να γίνει με όλους τους τύπους των καυστήρων.

# ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ BOILER

Με τη μοντελοποίηση και σχεδίαση βιομηχανικών boiler ασχολήθηκαν πολλές εταιρείες :

- Εταιρεία ΠΡΟΟΔΟΣ (Ελλάδα)
- Εταιρεία MIURA (Ιαπωνία)
- Εταιρεία SAZ (Ινδία)
- Εταιρεία P16-G16 (Σουηδία)
- Εταιρεία ERARING (Αυστραλία)

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ BOILER

- Βασιστήκαμε στο μοντέλο boiler *ASTROM- BELL*
- Ένα μεγάλο μέρος των μετρήσεων βασίστηκε στα πειράματα που έγιναν στις μονάδες P16-G16 της Σουηδίας και ERARING της Αυστραλίας.
- Το μοντέλο αποτελείται από 26 μεταβλητές, αλλά απαιτεί λίγες παραμέτρους για να λειτουργήσει.
- Το μοντέλο του boiler στο Simulink έχει σχεδιαστεί από τον **Tony Lennon** με σκοπό την ανάπτυξη ενός προτύπου ελεγκτή που συνδέεται με το boiler.
- Η σχεδίαση του boiler βασίστηκε σε **πραγματικές μετρήσεις** και σε ιδανικές συνθήκες των εργαστηρίων.
- Οι πίνακες ατμού αποτελούν την καρδιά του συστήματος boiler και μέσω αυτών υπολογίζονται κάποιες από τις μεταβλητές του.

## ΣΤΟΧΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ BOILER

Το μοντέλο του boiler είναι ένα **μη γραμμικό μοντέλο**, και βασίζεται αρκετά σε πειραματικά δεδομένα .

Ο τρόπος λειτουργίας ενός boiler είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και οι κανόνες λειτουργίας του δεν είναι γνωστοί εκ των προτέρων.

Άρα ζητείτε ένας μηχανισμός που μπορεί να παίρνει αποφάσεις με ελλιπή στοιχεία, κάτι που η ασαφής λογική αποδεικνύεται ότι μπορεί να κάνει.

**Στόχος του ελεγκτή μας είναι να μπορεί να παράγει την ροή ατμού που του ζητάμε ελέγχοντας την παροχή υγρού (feedwater) και την θερμότητα (heat) που διοχετεύεται στο boiler.** Επιπλέον θα πρέπει να αποφεύγονται καταστάσεις όπως η πίεση του boiler να είναι πάνω από ένα όριο κλπ. Ο ελεγκτής θα πρέπει επιπρόσθετα να παρουσιάζει καλή συμπεριφορά σε εξωτερικές διαταραχές και θόρυβο και όλα αυτά να επιτυγχάνονται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.



## ΑΣΑΦΗΣ ΛΟΓΙΚΗ (FUZZY LOGIC)

- Στηρίζεται στη θεωρία των ασαφών συνόλων (θεμελιωτής L. A. Zadeh, 1965)
- Χρησιμοποιεί την έννοια του βαθμού συμμετοχής (degree of membership)
- Αναπαραστά ανακριβείς ή αβέβαιες γνώσεις (π.χ. ο Γιώργος είναι ψηλός)
- Εφαρμόζεται στην παραγωγή φωτογραφικών μηχανών, βιντεοκαμερών, κλιματιστικών, πλυντηρίων boiler, κτλ.

# ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΣΑΦΟΥΣ ΛΟΓΙΚΗΣ

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Ανεκτικότητα σε ανακριβή γνώση
- Ευκολία στην αναπαράσταση της γνώσης με τη χρήση λεκτικών όρων (π.χ. κοντός, μέτριος, ψηλός)
- Ευκολία στην κατανόηση και στη χρήση καθώς βασίζεται στη φυσική γλώσσα

## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Δυσκολία στο σχεδιασμό ενός ασαφή ελεγκτή (fuzzy controller) εφόσον δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη θεωρία
- Απαιριότητα η γνώση ενός εμπειρογνώμονα

# ΕΥΦΥΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στηρίζεται στην ανθρώπινη γνώση και εμπειρία

Στον Ασαφή Έλεγχο, η γνώση αναπαρίσταται από λεκτικούς κανόνες (Linguist Rules) που είναι της μορφής “εάν (αίτια) τότε (συμπέρασμα)”

“If x then y”

# ΠΑΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ- ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΥΦΥΗ ΕΛΕΓΧΟΥ

## ΠΑΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Στηρίζεται στη **μίμηση του ανθρώπου** και την αναπαραγωγή της ανθρώπινης γνώσης
- **Χρησιμοποιείται σε πολύπλοκα συστήματα** στα οποία είναι δύσκολο ή και αδύνατο να βρεθεί το μαθηματικό μοντέλο
- Οι ευφρείς ελεγκτές έχουν την ικανότητα να λειτουργούν κάτω από ένα **περιβάλλον ασάφειας και αβεβαιότητας**

## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Οι ευφρείς ελεγκτές δεν κατέχουν την ικανότητα προσαρμογής και μάθησης νέων κανόνων

# ΑΣΑΦΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΥΠΟΥ MAMDANI

Το *ασαφές μοντέλο Mamdani* προτάθηκε σαν μία πρώτη προσπάθεια ελέγχου ενός συστήματος - μίας ατμομηχανής και ενός λέβητα - από ένα σύνολο ασαφών κανόνων .

Η διαδικασία του ασαφούς συμπερασμού του μοντέλου Mamdani εκτελείται αρχικά με την **ασαφοποίηση** των τιμών των εισόδων (fuzzyfication), την **εκτίμηση των κανόνων** (rule evaluation), την **συνάθροιση** (aggregation) των συμπερασμάτων των εξόδων και τέλος την **από-ασαφοποίηση** τους (defuzzification).

# ΑΣΑΦΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΥΠΟΥ MAMDANI

## 1. Ασαφοποίηση (Fuzzification)

Μετατροπή των πραγματικών εισόδων σε ασαφή σύνολα

## 2. Εκτίμηση κανόνων (Rule evaluation)

### 2.1 Εκτίμηση συνθηκών

Υπολογισμός του συνδυασμένου βαθμού συμμετοχής

### 2.2 Εκτίμηση συμπεράσματος

Εφαρμογή του συνδυασμένου βαθμού στη συνάρτηση συμμετοχής του συμπεράσματος

## 3. Συνάθροιση εξόδων (Aggregation)

Συνδυασμός των παραχθέντων συναρτήσεων συμμετοχής των εμπλεκόμενων κανόνων σ' ένα ασαφές σύνολο

## 4. Αποασαφοποίηση (Defuzzification)

Μετατροπή του αποτελέσματος της συνάθροισης σε πραγματική τιμή

# ΕΙΣΟΔΟΙ- ΕΞΟΔΟΙ BOILER

Είσοδοι boiler :

Θερμοκρασία (heat)

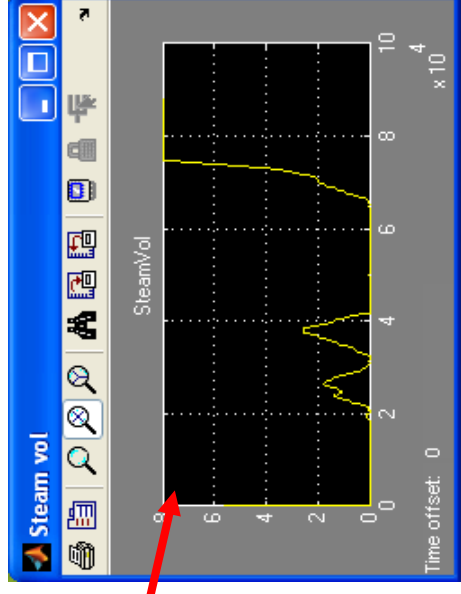
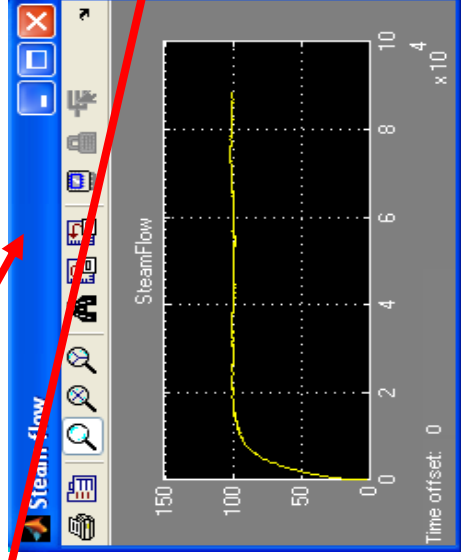
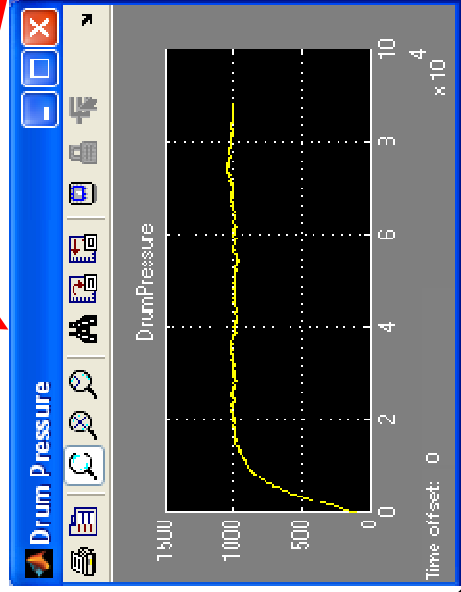
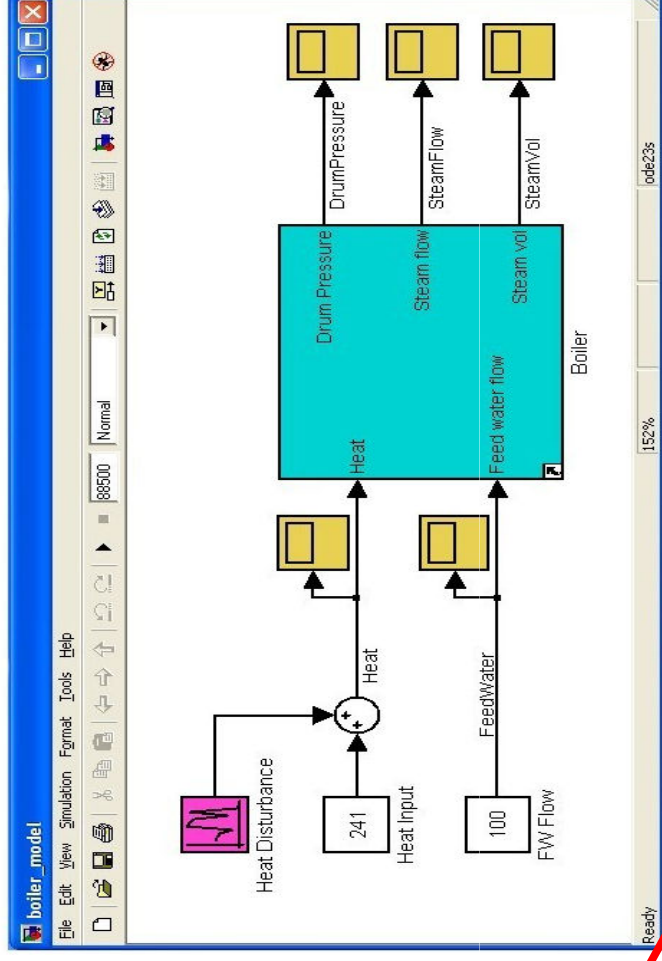
Τροφοδοσία νερού(feedwater)

Εξοδοι boiler :

Ροή ατμού (steam flow)

Πίεση δοχείων boiler (drum pressure)

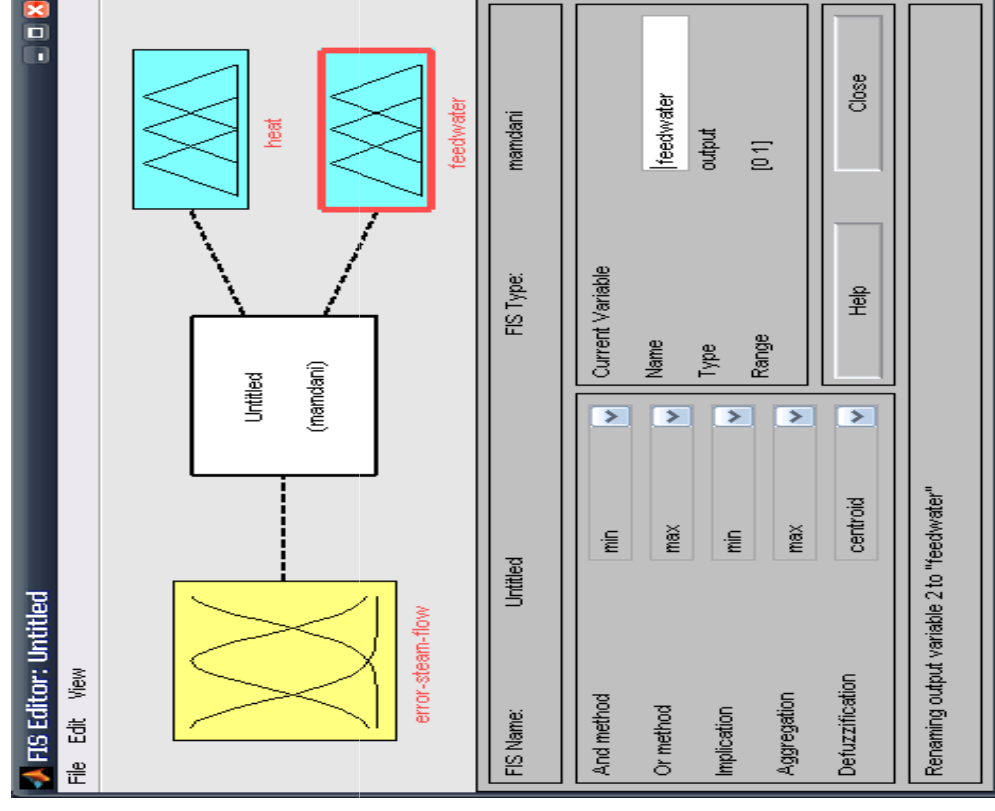
Όγκος ατμού (steam vol)



# ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΜΙΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΔΥΟ ΕΞΟΔΩΝ

**Είσοδος : σφάλμα ροής  
ατμού (διαφορά  
επιθυμητής από πραγματική  
τιμή)(error-steam flow)**

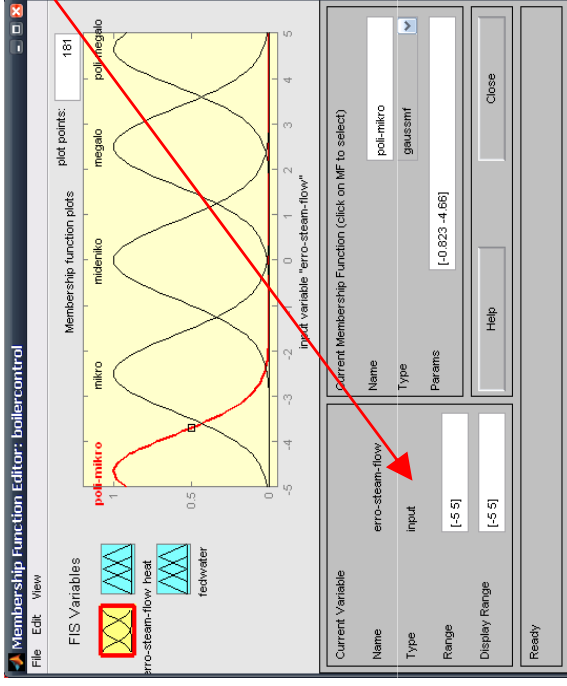
**Έξοδοι : ρυθμός μεταβολής  
θερμοκρασίας (heat)  
ρυθμός μεταβολής  
τροφοδοσίας  
νερού(feedwater)**





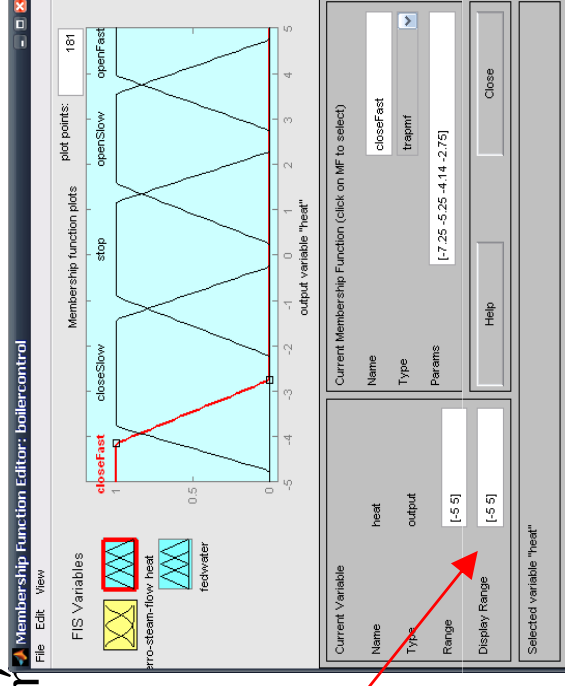
# ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ- ΕΞΟΔΩΝ ΤΟΥ ΕΛΕΙΚΤΗ

**Είσοδος : error steam flow [-5 5] καμπανοειδής**



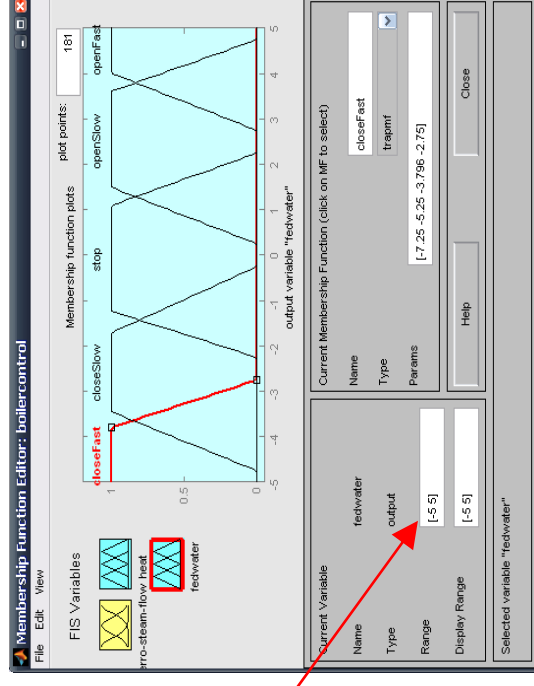
συνάρτηση  
συμμετοχής

**Εξοδος heat [-5,5]  
Τραπεζοειδής  
συνάρτηση  
συμμετοχής**



**Ασαφή σύνολα :  
πολύ μικρό, μικρό,  
μηδενικό, μεγάλο,  
πολύ μεγάλο**

**Εξοδος feedwater [-5,5]  
Ασαφή σύνολα:  
close fast, close  
slow, τίποτα,  
open slow,  
open fast**



# ΚΑΝΟΝΕΣ ΕΛΕΓΚΤΗ ΜΙΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΔΥΟ ΕΞΟΔΩΝ

- **AN (error-steam-flow) EINAI (poli mikro) TOTE (heat)  
EINAI (close-fast) KAI (feedwater) EINAI (close -fast).**

ΑΝ το σφάλμα της επιθυμητής ροής ατμού είναι πολύ μικρό (δηλαδή αν η επιθυμητή ροή ατμού είναι πολύ μικρότερη από την πραγματική) ΤΟΤΕ χαμήλωσε την θερμοκρασία πολύ γρήγορα και την τροφοδοσία του νερού επίσης πολύ γρήγορα.

- **AN (error-steam-flow) EINAI (mikro) TOTE (heat) EINAI  
(close-slow) KAI (feedwater) EINAI (close-slow).**
- **AN (error-steam-flow) EINAI (mideniko) TOTE (heat)  
EINAI (stop) KAI (feedwater) EINAI (stop).**
- **AN (error-steam-flow) EINAI (megalos) TOTE (heat) EINAI  
(open-slow) KAI (feedwater) EINAI (open-slow).**
- **AN (error-steam-flow) EINAI (poli megalos) TOTE (heat)  
EINAI (open-fast) KAI (feedwater) EINAI (open -fast).**

# ΜΟΝΤΕΛΟ BOILER ΣΤΟ SIMULINK

Επιθυμητή  
ροή ατμού

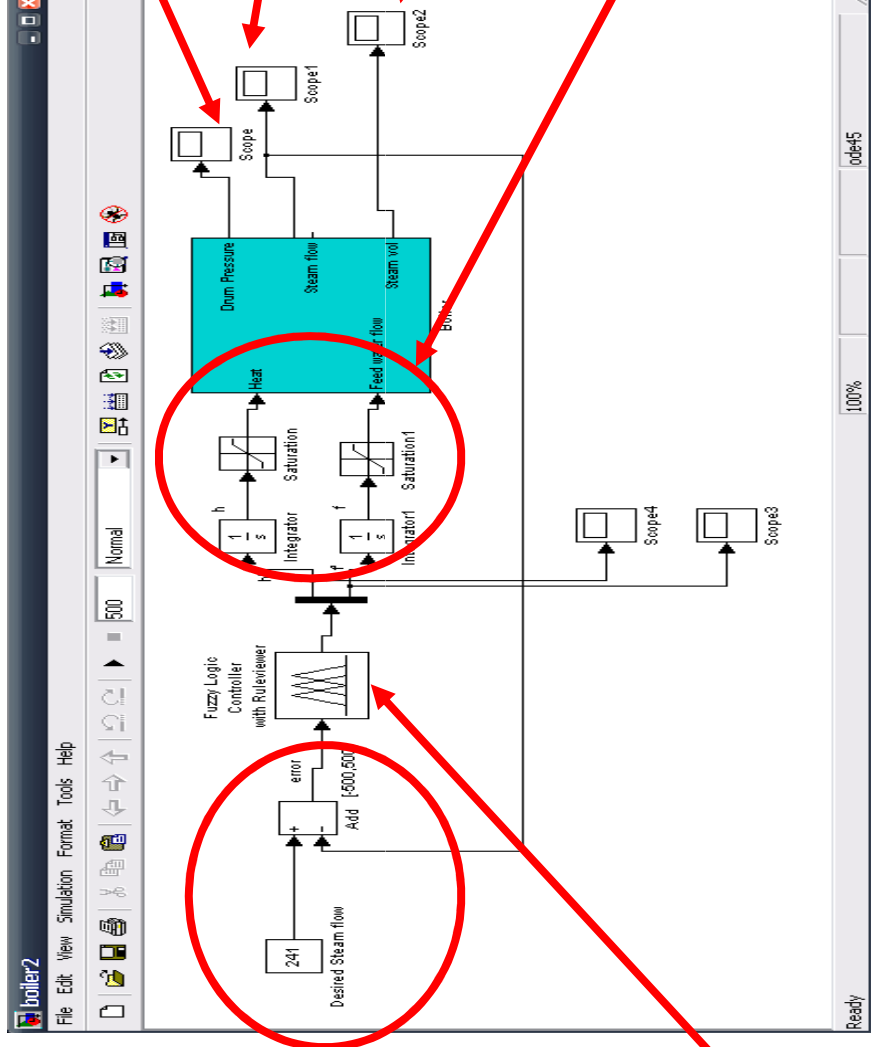
Απεικόνιση  
Drum  
pressure

Steam flow

Steam vol

Ελεγκτής  
μιας εισόδου,  
δύο εξόδων

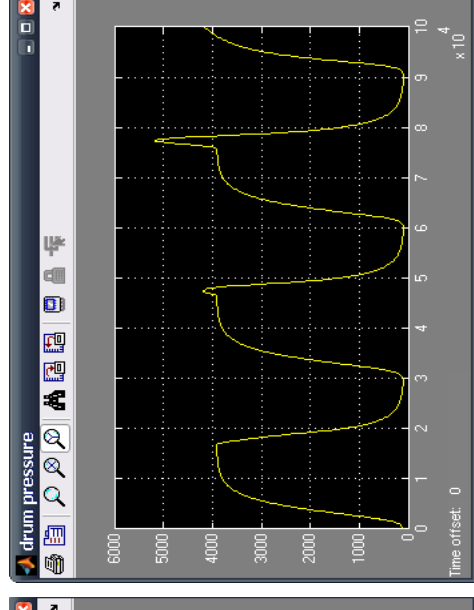
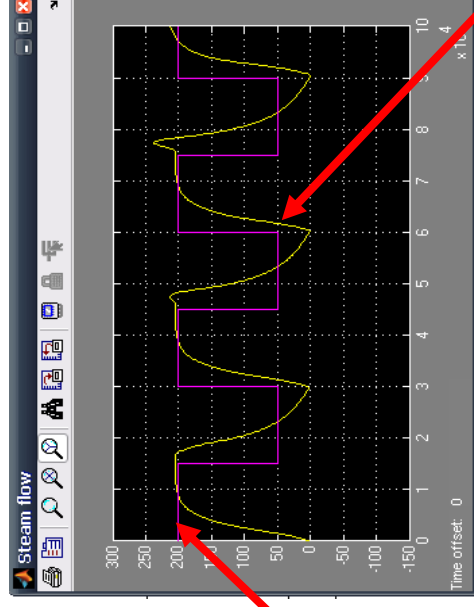
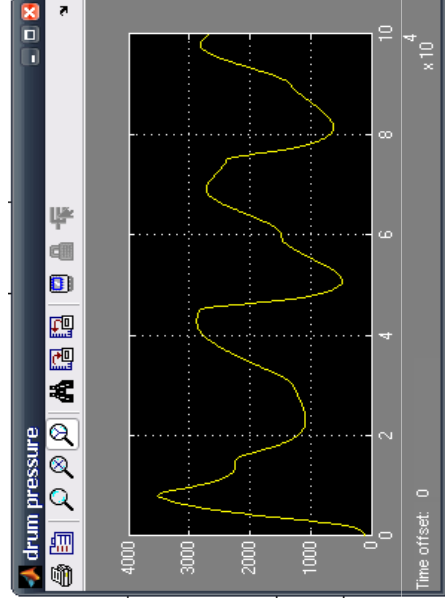
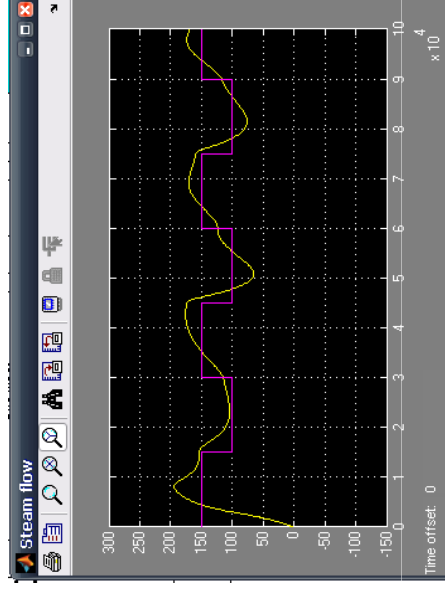
Ρυθμός  
μεταβολής  
θερμοκρασίας  
και τροφοδοσίας  
νερού



# ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΛΕΓΚΤΗ

Σχετικά καλή συμπεριφορά του ελεγκτή, Ασταθής στις αυξομειώσεις του ατμού.

Στις μεγάλες τιμές του ατμού επικίνδυνη άνοδος της πίεσης των τοιχίων του boiler



Επιθρομητή ροή ατμού

Πραγματική ροή ατμού

# ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΔΥΟ ΕΙΣΟΔΩΝ ΚΑΙ ΔΥΟ ΕΞΟΔΩΝ

Είσοδοι :

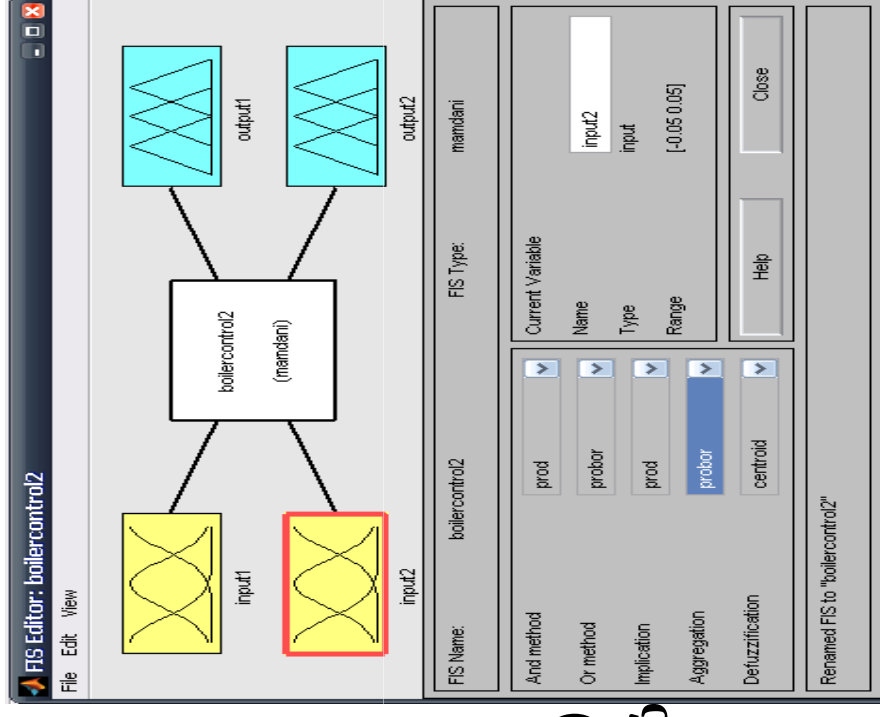
**σφάλμα ροής ατμού (διαφορά  
επιθυμητής από πραγματική τιμή)  
(error steam flow),**

**Ταχύτητα μεταβολής σφάλματος  
(derivative),**

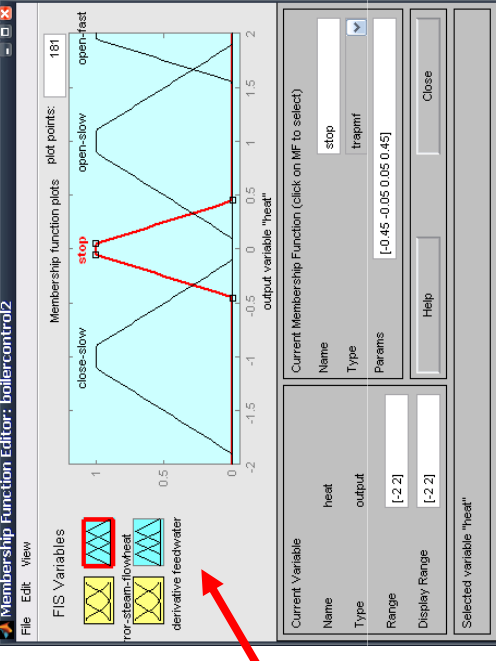
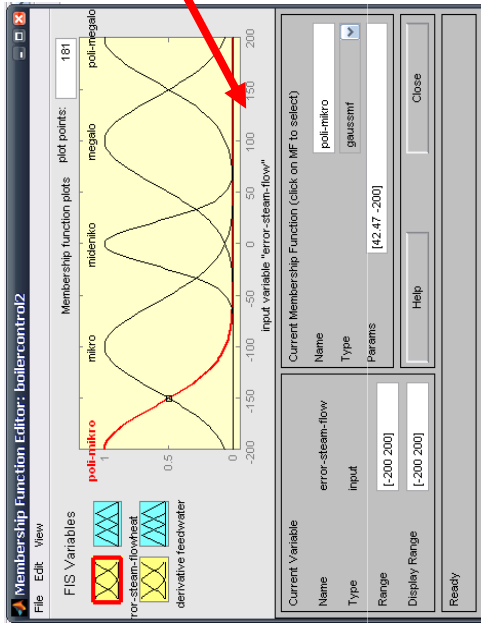
Έξοδοι :

**ρυθμός μεταβολής θερμοκρασίας(heat)**

**ρυθμός μεταβολής τροφοδοσίας νερού  
(feedwater)**

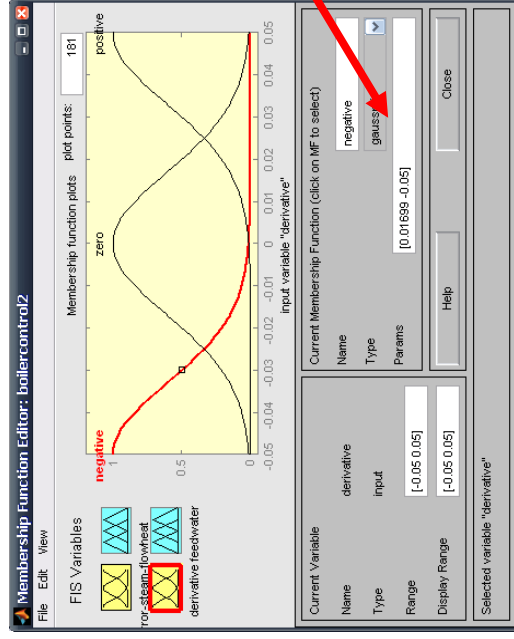


# ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΩΝ-ΕΞΟΔΩΝ ΤΟΥ ΕΛΕΙΚΤΗ



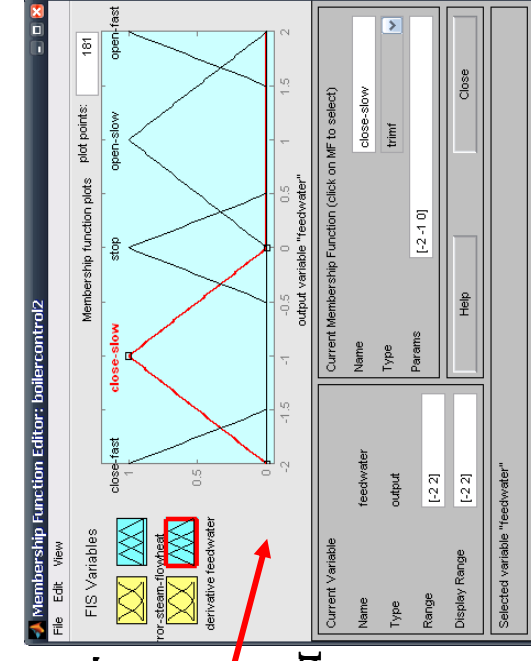
Είσοδος :  
error steam flow  
[-200,200]

Έξοδος heat [-2,2]



Έξοδος feedwater  
[-2,2]

Είσοδος : Ταχύτητα  
μεταβολής  
σφάλματος  
[-0,05,0,05]



# KANONΕΣ ΕΛΕΙΚΤΗ 1

- IF (error steam flow is poli megalο) AND (derivative is positive) THEN (feedwater is open fast).
- **IF (error steam flow is poli megalο) AND (derivative is zero) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).**
- IF (error steam flow is poli megalο) AND (derivative is negative) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (error steam flow is megalο) AND (derivative is positive) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).
- **IF (error steam flow is megalο) AND (derivative is zero) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).**
- IF (error steam flow is megalο) AND (derivative is negative) THEN (feedwater is close slow) AND (heat is close slow).
- **IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is positive) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).**

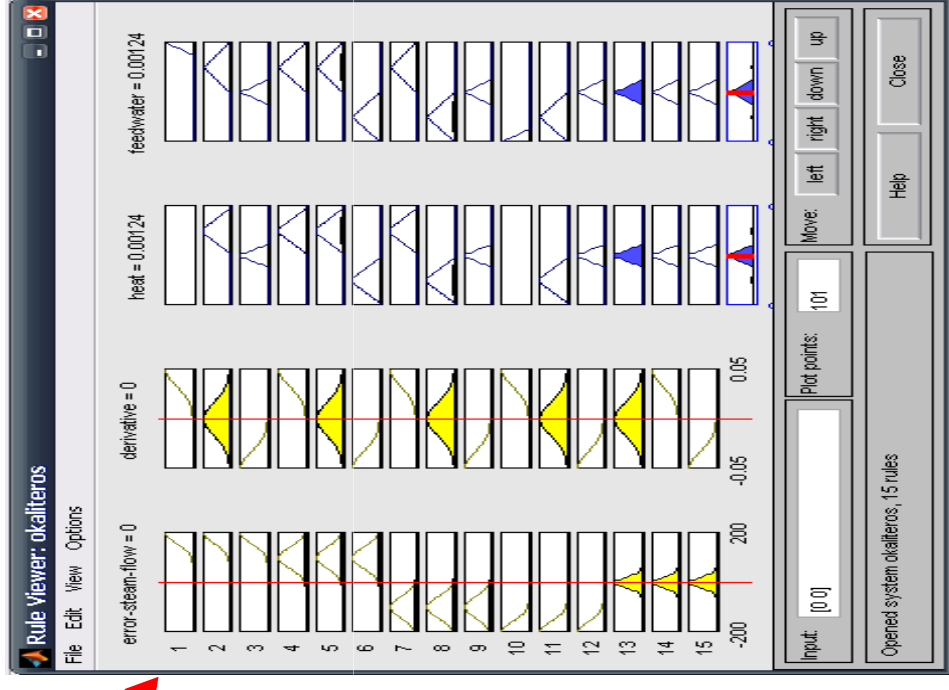
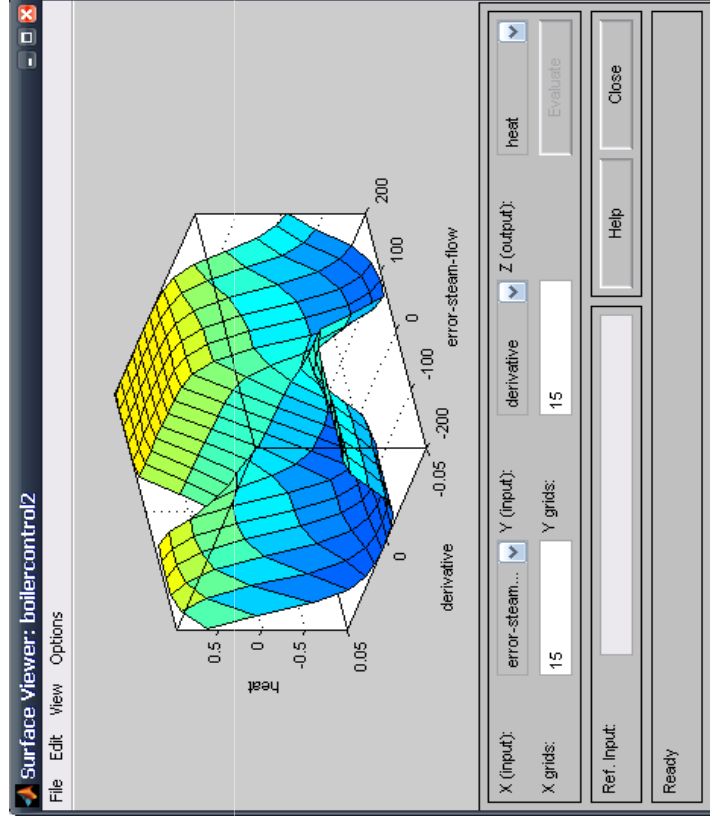
## KANONEΣ ΕΑΕΙΚΤΗ 2

- IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is zero) THEN (feedwater is close slow) AND (heat is close slow).
- **IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is negative) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).**
- IF (error steam flow is poli mikro) AND (derivative is positive) THEN (feedwater is close slow).
- IF (error steam flow is poli mikro) AND (derivative is zero) THEN (feedwater is close slow) AND (heat is close slow).
- IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is negative) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- **IF (error steam flow is mideniko) AND (derivative is zero) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).**
- IF (error steam flow is mideniko) AND (derivative is positive) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (error steam flow is mideniko) AND (derivative is negative) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).



# SURFACE VIEWER - ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ

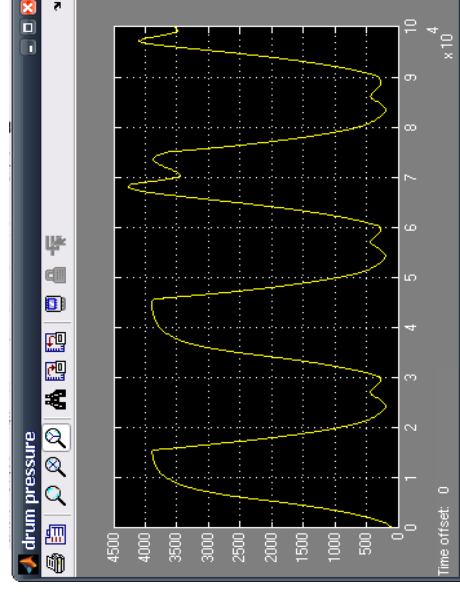
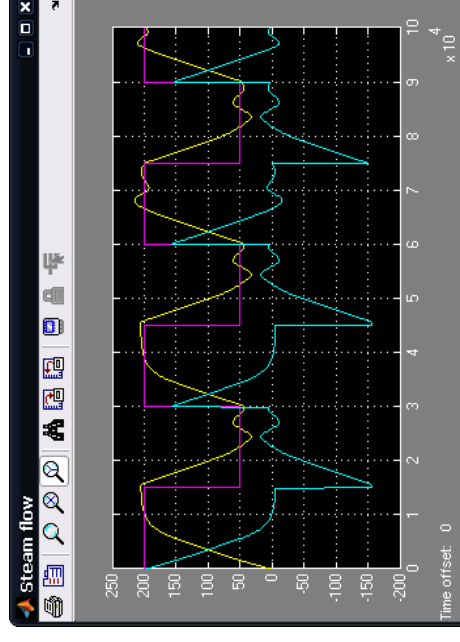
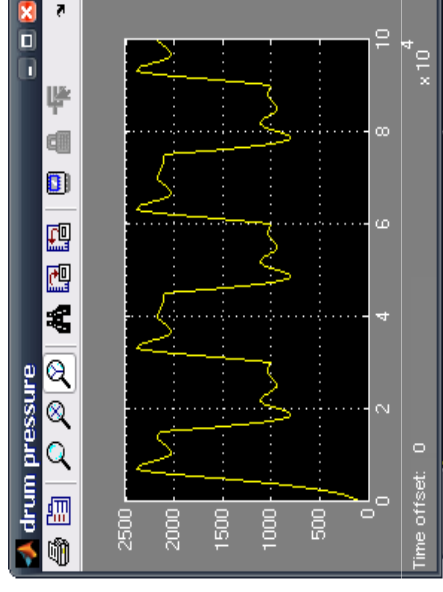
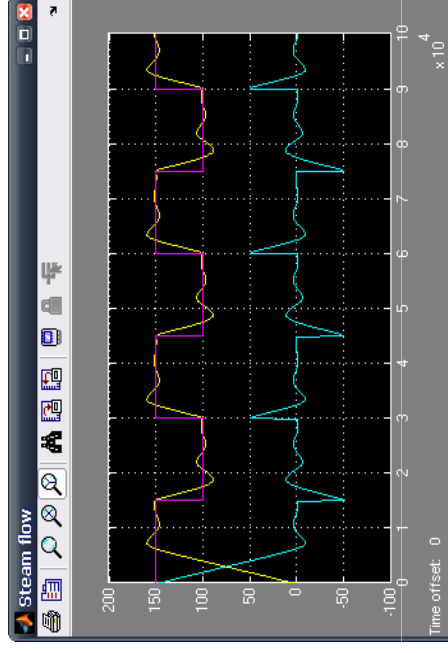
Μηχανισμός συμπερασμού Mamdani  
Αποσαφηνιτής κέντρου βάρους



# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΚΤΗ

Σαφώς καλύτερα  
αποτελέσματα του  
ελεγκτή,  
σχετικά γρήγορος  
Παραμένει το  
πρόβλημα της

υψηλής πίεσης  
του δοχείου με  
κίνδυνο να υπάρξει  
έκρηξη



## ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ 3 ΕΙΣΟΔΩΝ ΚΑΙ 2 ΕΞΟΔΩΝ

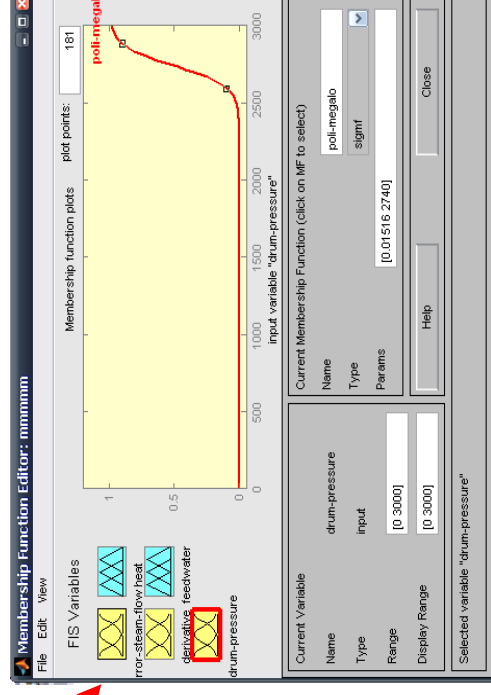
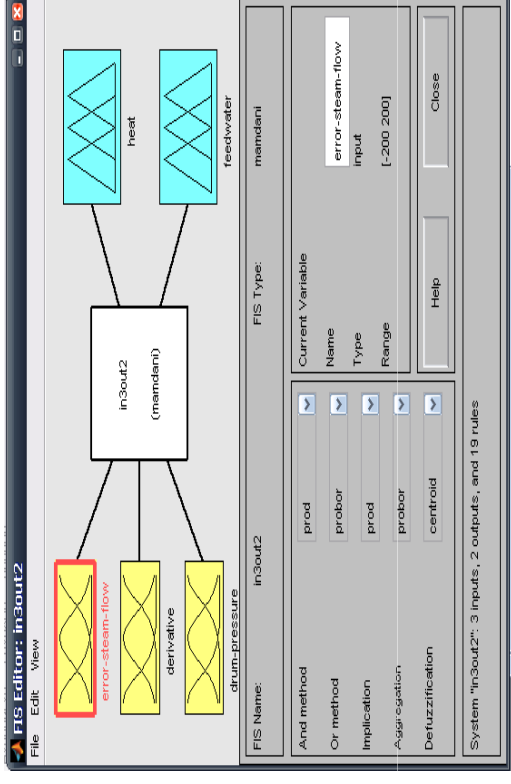
- Διατήρηση όλων των δεδομένων του δεύτερου ελεγκτή ως έχουν
- Εισαγωγή μιας ακόμη εισόδου στο δεύτερο ελεγκτή (drum pressure)
- Ασχολείται αποκλειστικά με την πίεση των τοιχίων του boiler
- Μέγιστη πίεση τοιχίων boiler  $4000\text{N}/\text{m}^2$
- Όριο ασφαλείας  $3000\text{N}/\text{m}^2$

# ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΤΡΙΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ ΚΑΙ 2 ΕΞΟΔΩΝ

Είσοδος  
**Drum pressure** (για τον έλεγχο  
της πίεσης μέσα στο δοχείο)

[0,3000]  
(sigmf)

Ορισμός ενός  
ασαφούς συνόλου  
(πολύ μεγάλη  
Drum pressure)



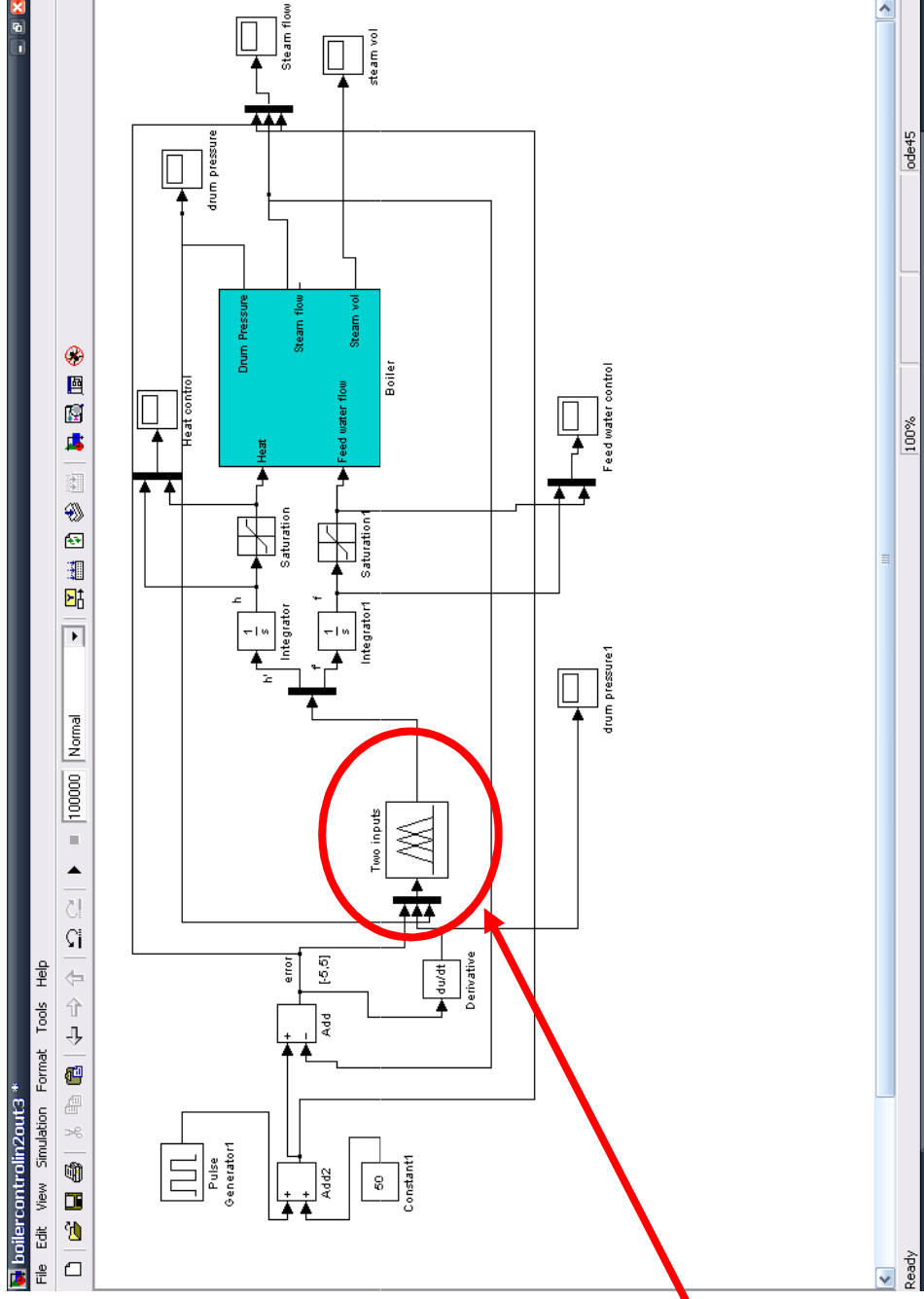
# KANONEΣ ΕΛΕΓΚΤΗ 1

- IF (error steam flow is poli megalο) AND (derivative is positive) AND (drum pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is open fast).
- IF (error steam flow is poli megalο) AND (derivative is negative) AND (drum Pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (error steam flow is megalο) AND (derivative is positive) AND (drum Pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).
- IF (error steam flow is megalο) AND (derivative is zero) AND (drum Pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).
- IF (error steam flow is megalο) AND (derivative is negative) AND (drum Pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is close slow) AND (heat is close slow).
- IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is positive) AND (drum Pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is open slow) AND (heat is open slow).
- IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is zero) AND (drum Pressure is not poli megalο) THEN (feedwater is close slow) AND (heat is close slow).

# KANONEΣ EAEIKTH 2

- IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is negative) AND (drum Pressure is not poli megalos) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (error steam flow is poli mikro) AND (derivative is positive) AND (drum Pressure is not poli megalos) THEN (feedwater is close slow).
- **IF (error steam flow is poli mikro) AND (derivative is zero) AND (drum Pressure is not poli megalos) THEN (feedwater is close slow) AND (heat is close slow).**
- IF (error steam flow is mikro) AND (derivative is negative) AND (drum Pressure is not poli megalos) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (error steam flow is mideniko) AND (derivative is zero) AND (drum Pressure is not poli megalos) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (error steam flow is mideniko) AND (derivative is negative) AND (drum Pressure is not poli megalos) THEN (feedwater is stop) AND (heat is stop).
- IF (drum pressure is poli - megalos) THEN (heat is close fast) AND (feedwater is close fast).
- **IF (error steam flow is poli - mikro) AND (derivative is negative) AND (drum Pressure is poli megalos) THEN (feedwater is close-fast) AND (heat is close-fast).**

# ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΛΕΓΚΤΗ 3 ΣΤΟ SIMULINK

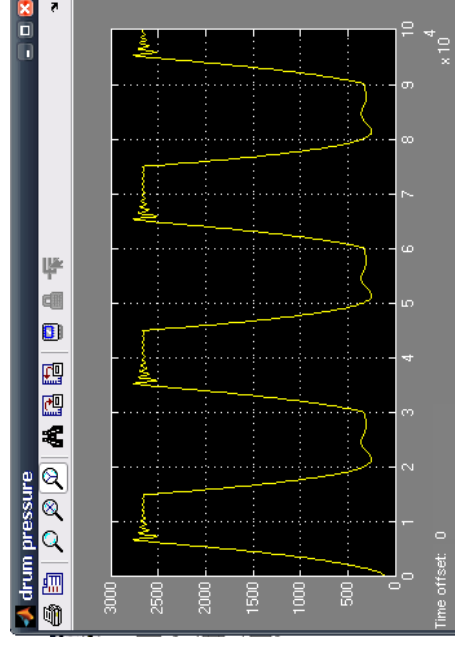
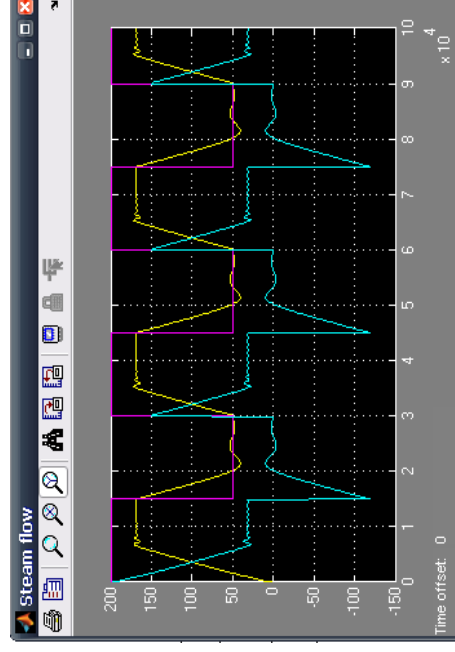
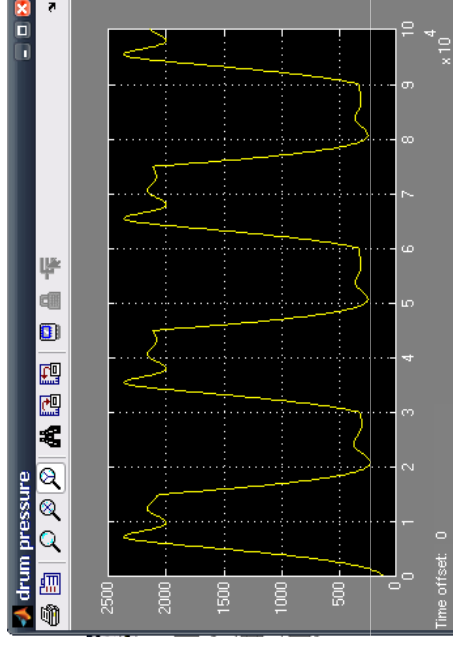
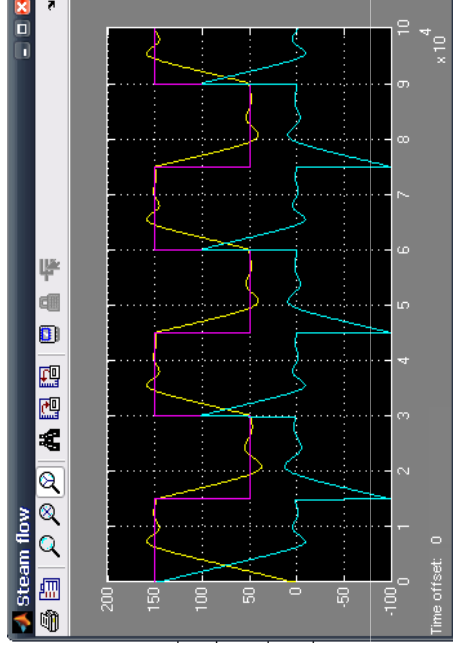


Ελεγκτής  
τριών  
εισόδων,  
δύο εξόδων

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΡΙΤΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Καλή συμπεριφορά στις αυξομειώσεις της ροής ατμού, σχετικά γρήγορα, Αποφυγή ανεπιθύμητων Καταστάσεων όπως υψηλή πίεση στο δοχείο Του boiler

Μειονέκτημα:  
Λόγω περιορισμών αδυνατεί να προσεγγίσει τις μέγιστες τιμές ροής ατμού



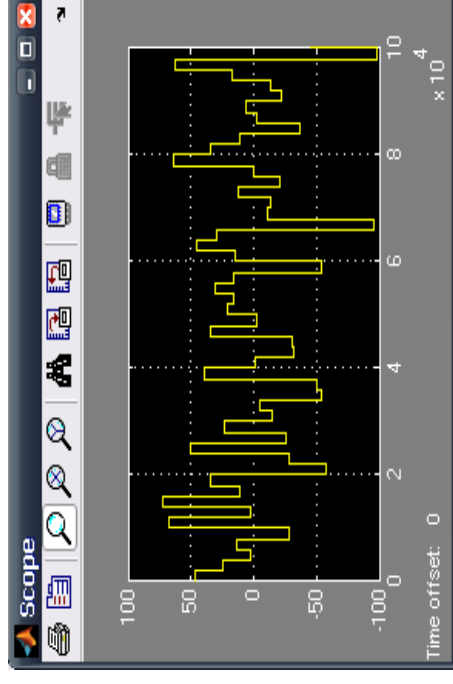


# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

**Θόρυβος** ονομάζεται μία τυχαία ενέργεια που παρεμβάλλεται στο σήμα της πληροφορίας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο θόρυβος που παρεμβάλλεται στο σήμα, τόσο περισσότερο η λήψη της πληροφορίας καθίσταται αναξιόπιστη.

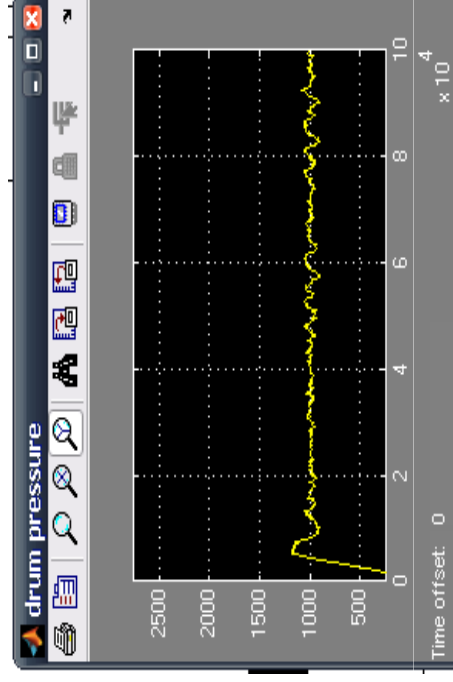
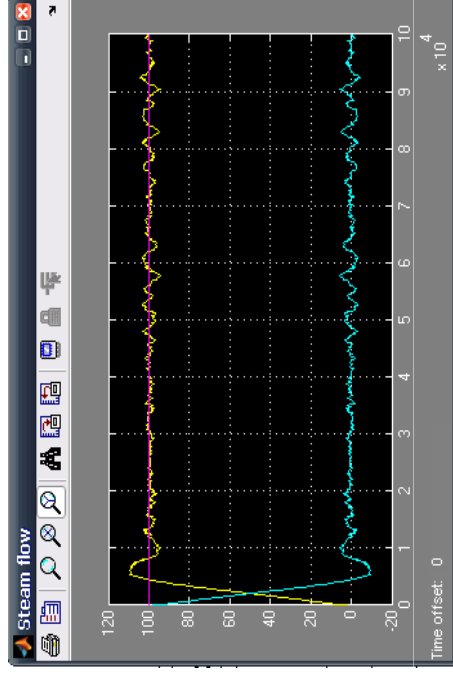
Ο θόρυβος χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

- α) στον εξωτερικό που προέρχεται από βιομηχανικές, ατμοσφαιρικές ή διαστημικές πηγές και
- β) στον εσωτερικό θόρυβο που προέρχεται από το ίδιο το σύστημα. (θερμική διέγερση)

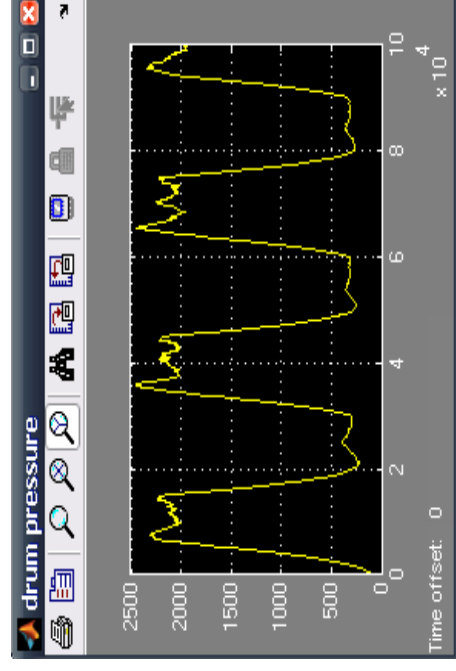
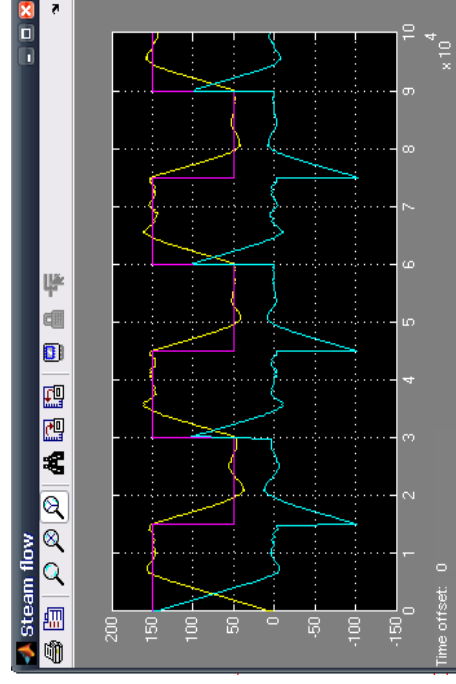


# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ 2

Εισαγωγή  
θορύβου  
με  
διασπορά  
1600



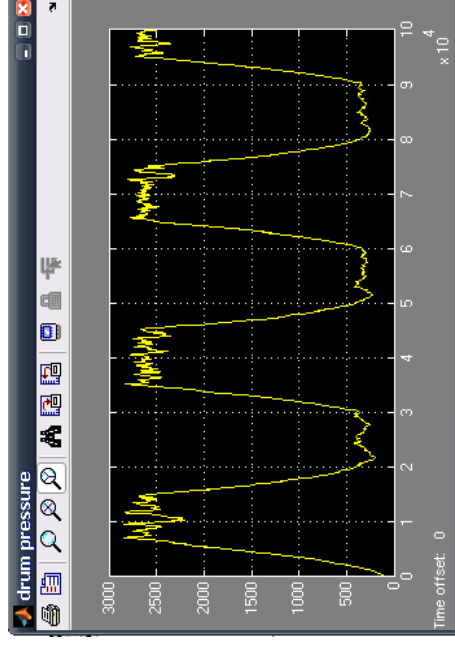
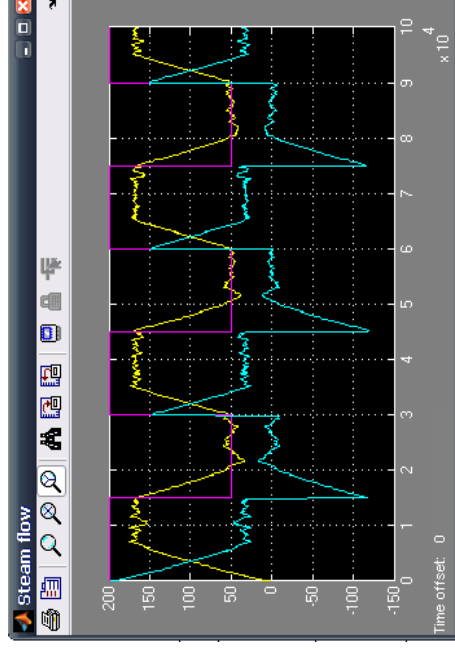
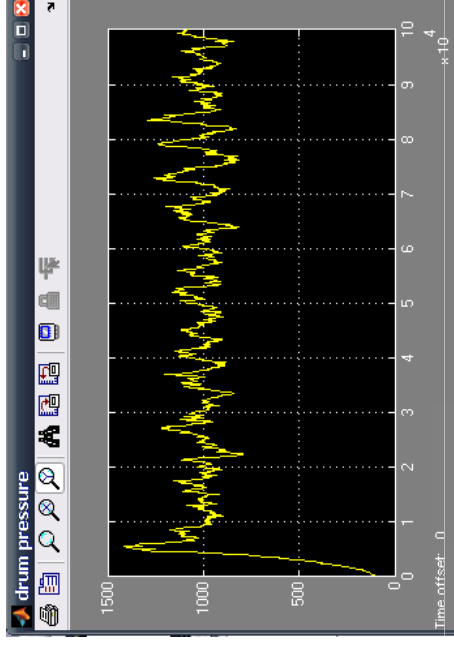
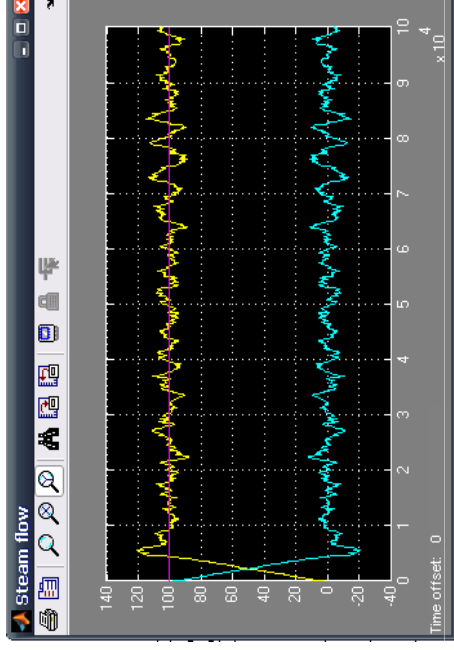
Διπλασιασμός  
Θορύβου  
3200



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ 3

Τριπλασιασμός  
θορύβου  
4800

Ικανός να  
μεταβάλλει τα  
αποτελέσματα



Έχοντας ολοκληρώσει τη σχεδίαση του ελεγκτή εξασφαλίζοντας την καλή συμπεριφορά του σε διάφορες συνθήκες καθώς και εντοπίσαμε τα επίπεδα του θορύβου στα οποία είναι ανεκτικός, επόμενο βήμα είναι με κάποιο τρόπο να συνδέσουμε σε δίκτυο δύο υπολογιστές όπου στο πρώτο θα τρέχει το μοντέλο του boiler στο MATLAB ενώ ο δεύτερος ηλεκτρονικός υπολογιστής θα παίζει το ρόλο του σταθμού χειρισμών. Η επικοινωνία των δύο υπολογιστών θα γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου OPC (Ole for Process Control) που υποστηρίζεται από το MATLAB μέσω του OPC Toolbox.

# OPC SERVER

## OPC (OLE for PROCESS CONTROL)

Η προδιαγραφή OPC στηρίζεται στις τεχνολογίες COM και DCOM της Microsoft και υπαγορεύει κατά κύριο λόγο το πλαίσιο προοπéλασης εφαρμογών σε δεδομένα (data access) που αφορούν σε μια βιομηχανική διεργασία κατά τη φάση της εκτέλεσης της .

Σήμερα οι περισσότεροι από τους κατασκευαστές βιομηχανικού λογισμικού υποστηρίζουν την τεχνολογία OPC στα προϊόντα τους .

Τα δεδομένα δημιουργούνται σε **πραγματικό χρόνο** από τη βιομηχανική διεργασία .

# OPC SERVER

- Η **επιτεία κρίσιμων παραμέτρων** είναι επιτακτική ανάγκη σε ένα σύστημα βιομηχανικής αυτοματοποίησης
- Η προδιαγραφή OPC δημιουργεί ένα 'πράθρο' στην εξέλιξη της διεργασίας για την παρακολούθηση της, χωρίς βέβαια να παραβιάζεται η λειτουργία της.
- Οι τιμές των παραμέτρων της διεργασίας εξάγονται από την κλειστή νηίδα αυτοματοποίησης και προσφέρονται σε εφαρμογές παρακολούθησης, ελέγχου, οπτικοποίησης και αποθήκευσης.
- Η προδιαγραφή OPC προσφέρει ένα μοναδικό και **τυποποιημένο τρόπο** για την εξαγωγή των παραμέτρων παρακάμπτοντας κλειστούς και ιδιοκτησιακούς τρόπους επικοινωνίας μεταξύ εφαρμογών και διεργασίας. Υπεύθυνος για την εξαγωγή των μετρήσεων με τη μορφή αντικειμένων είναι ο OPC Server.

## OPC Toolbox™ 2.1.1 ΤΟΥ MATLAB

- Μπορεί να διαβάσει, να γράφει, και να συνδέεται με τα OPC δεδομένα από συσκευές που συμμορφώνονται με το OPC Data Access πρότυπο, όπως μπορεί να διανέμει συστήματα ελέγχου, εποπτείας και ελέγχου των συστημάτων απόκτησης δεδομένων.
- Η εργαλειοθήκη του MATLAB και του Simulink παρέχει τη δυνατότητα να δοθούν πληροφορίες σε έναν OPC server
- Μηχανικοί σε διάφορους τομείς μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εργαλειοθήκη για την εισαγωγή δεδομένων στο MATLAB για την ανάλυση και την οπτικοποίηση της προσομοίωσης.

## Τα βασικά χαρακτηριστικά του OPC Toolbox™ 2.1.1

- Υποστηρίζει το OPC Data Access πρότυπο v2.05<sup>a</sup>
- Το MATLAB μπορεί να διαβάσει και να γράφει από τους OPC servers χρησιμοποιώντας **σύγχρονες ή ασύγχρονες πράξεις**
- Υποστηρίζει την **ταυτόχρονη καταγραφή** των δεδομένων και την αριθμητική επεξεργασία
- Υποστηρίζει **πολλαπλές και ταυτόχρονες συνδέσεις** σε διακομιστές OPC



## Συνεργασία με το OPC Toolbox

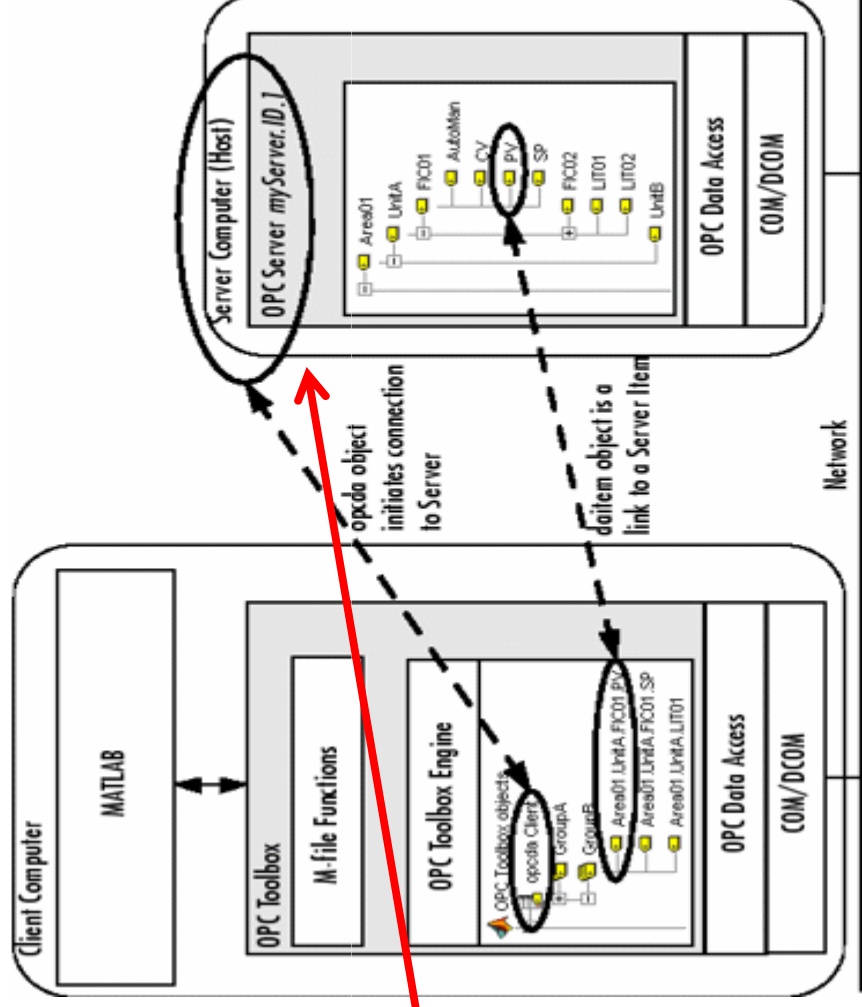
Το OPC Toolbox παρέχει τρεις τρόπους για την εφαρμογή ενός OPC Data Access Client. Μπορεί να:

- Εκτελεί όλες τις λειτουργίες απευθείας από το command line του MATLAB ή να ενσωματώνεται σε διάφορες εφαρμογές του MATLAB
- Χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Simulink Blockset μπορούμε να διαβάσουμε και να γράφουμε δεδομένα από και προς τον OPC server.
- Χρησιμοποιώντας το graphical user interface (GUI) για την ταχεία σύνδεση στους OPC Servers, μπορούμε να ρυθμίσουμε τα OPC Toolbox αντικείμενα, έτσι ώστε να διαβάσουν και να γράφουν

# Σύνδεση MATLAB, OPC TOOLBOX, OPC SERVER

Το Matlab προτείνει τον **Matricon OPC Server** for Simulation and Testing (δεν παρέχεται δωρεάν)

Ο **ICONICS Simulator** OPC Server 3.13 διατίθεται δωρεάν, αλλά υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί (π.χ. εισαγωγή έως 4 μεταβλητών για την παρακολούθησή τους)

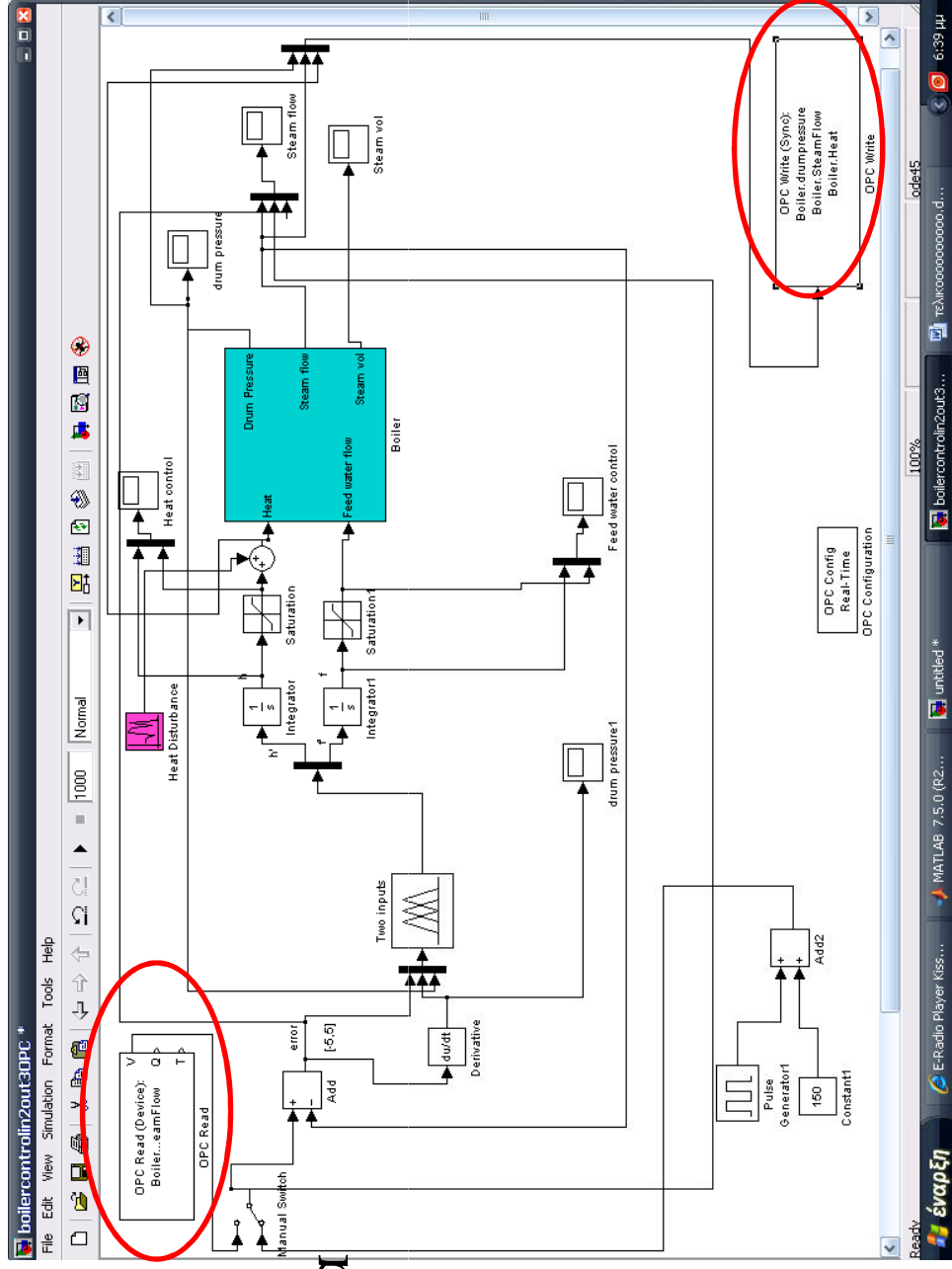


## Βήματα που ακολουθούνται για τη σύνδεση ενός OPC Server

- Ανοίγουμε το **OPC Tool** (ενδιάμεσο γραφικό περιβάλλον με το χρήστη)
- Επιλέγουμε τον OPC Server που θα χρησιμοποιήσουμε
- Δημιουργούμε ένα αντικείμενο πελατών για την εισαγωγή στοιχείων στον OPC (OPC Data Access Client Object)
- Συνδέουμε τον OPC Server
- Δημιουργούμε ένα group (στην περίπτωση μας το ονομάζουμε boiler) για την εισαγωγή δεδομένων στον OPC μας.
- Προσθέτουμε τα δεδομένα στο group (steam flow, drum pressure, heat, desired steam flow )
- Παρακολουθούμε την εξέλιξη των μεταβλητών μας

# Μοντέλο boiler στο Simulink για την απεικόνιση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μέσω του OPC Server

Χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Simulink Blockset μπορούμε να διαβάσουμε και να γράφουμε δεδομένα από και προς τον OPC server.



# ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΓΕΝΙΚΑ SCADA

Το **SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) , σημαίνει Εποπτικός έλεγχος και απόκτηση στοιχείων.

Όπως το όνομα δείχνει, δεν είναι ένα πλήρες σύστημα ελέγχου, αλλά εστιάζει στο εποπτικό επίπεδο, τον έλεγχο και τη συλλογή δεδομένων.

Υπό αυτήν τη μορφή, είναι ένα καθαρό πακέτο λογισμικού που μπορεί να επικοινωνεί με αισθητήρες, προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLCs) κλπ

Τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται όχι μόνο στις βιομηχανικές διαδικασίες: π.χ. χαλυβουργική, ηλεκτρική παραγωγή (συμβατική και πυρηνική) και στη διανομή τής, αλλά και σε μερικές πειραματικές εγκαταστάσεις όπως η πυρηνική τήξη.

Το μέγεθος τέτοιας σειράς εγκαταστάσεων εκτείνεται από 1000 μέχρι 10 χιλιάδες κανάλια εισόδου-εξόδου (I/O).

# ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ SCADA 1

Οι δυνατότητες που διαθέτει το SCADA είναι πολλές και παραμετροποιήσιμες από τον χρήστη, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες μιας εγκατάστασης, ανεξαρτήτως μεγέθους.

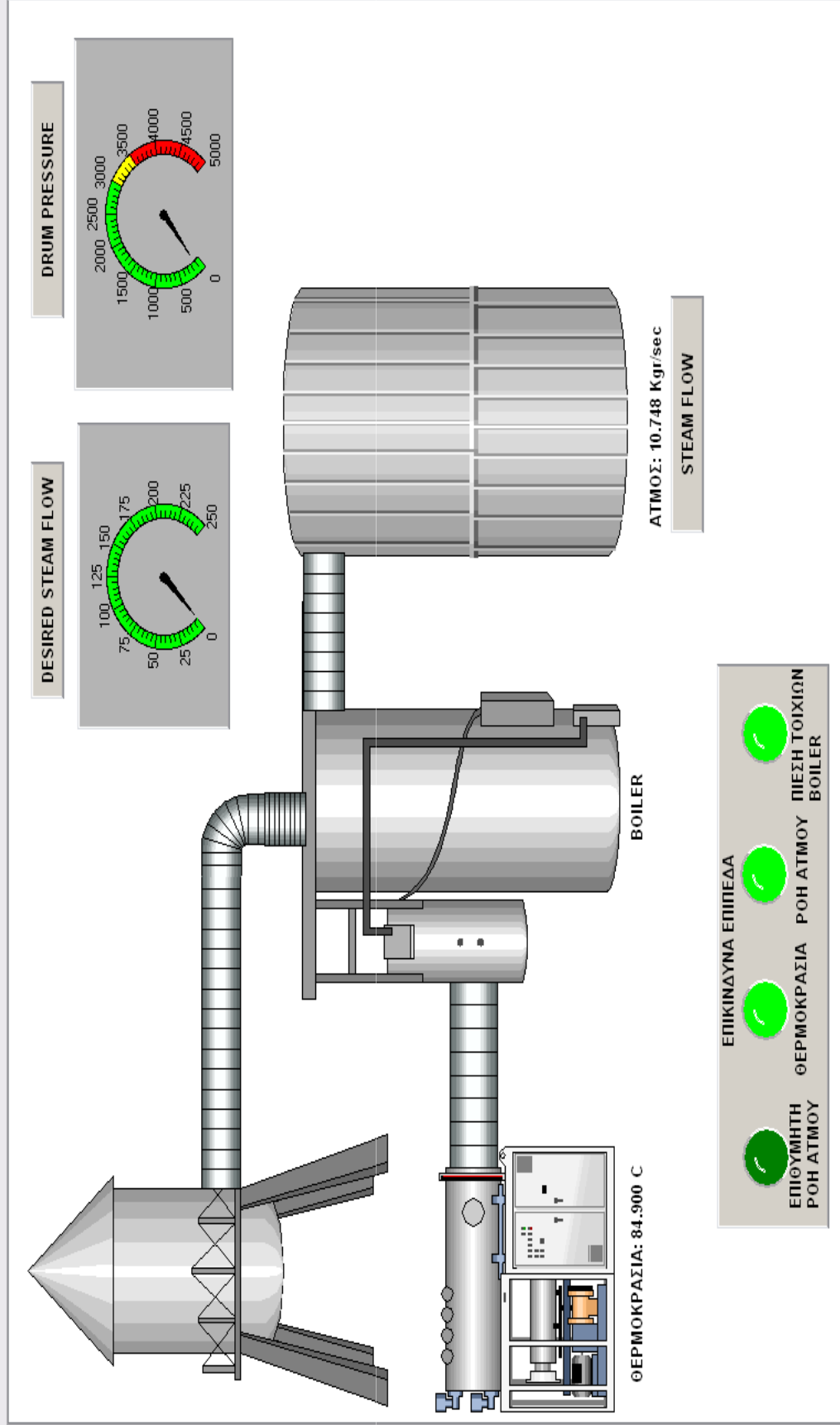
Τα βασικότερα χαρακτηριστικά είναι:

- Δημιουργία χειρισμού με γραφικό περιβάλλον
- Έλεγχος καταστάσεως (on- off) οποιασδήποτε συσκευής είναι συνδεδεμένης στο δίκτυο του καθώς και απεικόνιση πληροφοριών για αυτή
- Δυνατότητα συναγερμών με κριτήρια και τιμές που εμείς θέτουμε
- Ειδοποίηση για βλάβη με οπτικό, ηχητικό τρόπο, αποστολή e- mail ειδοποίηση ακόμα και μέσω κινητού

## ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ SCADA 2

- Παρακολούθηση και καταγραφή μετρήσεων
- Σενάρια που εμείς επιλέγουμε να τρέξουν, όταν συμβεί ένα γεγονός
- Παρακολούθηση ωρών λειτουργίας μηχανημάτων για προγραμματιζόμενη συντήρηση
- Μέσω ενός υπολογιστή, έχουμε πρόσβαση σε όλη την εγκατάσταση, ελέγχοντας όσα έχουμε περάσει στο σύστημα.
- Δημιουργία αυτόματου ελέγχου, χειροκίνητη ή με βάση χρονοπρογράμματος για κάθε χειριστήριο. Σε περίπτωση σφάλματος, υπάρχει η δυνατότητα alarm οπτικού ή ηχητικού.

# DAQFACTORY





## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταφέραμε λοιπόν να δημιουργήσουμε έναν ελεγκτή, που δίνει τη δυνατότητα στο boiler να παράγει ατμό έως και **200 Kgr/sec**.

Τα όρια ασφαλείας του δοχείου του boiler καθορίστηκαν στα  $4000\text{N/m}^2$ , με αυστηρό όμως έλεγχο από τα  $3000\text{N/m}^2$ .

Ο ελεγκτής ο οποίος σχεδιάστηκε είναι τρεις φορές **περισσότερο ανεκτικός στο θόρυβο** από το πρότυπο μοντέλο στο οποίο βασιστήκαμε.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Στη συνέχεια το μοντέλο του boiler που σχεδιάσαμε και που περιείχε τον ελεγκτή μας, έτρεχε στο MATLAB και συγκεκριμένα στο Simulink και παράλληλα έγινε η σύνδεση του με τον **ICONICS Simulator 3.13 OPC SERVER**, για να παρακολουθούμε σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη των μεταβλητών μας.
- Τέλος με τη βοήθεια του SCADA προγράμματος DAQFactory, σχεδιάσαμε κατάλληλο **γραφικό περιβάλλον** όπου απεικονίζεται το μοντέλο του boiler και μέσα από την οθόνη του υπολογιστή είναι εύκολο να το διαχειριζόμαστε και να παρακολουθούμε τις μεταβλητές μας από απόσταση.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ