

# Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο

## 2018-2019

**Γεώργιος Παπαλάμπρου**

Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών

Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας

Email: [george.papalambrou@lme.ntua.gr](mailto:george.papalambrou@lme.ntua.gr)

ΕΜΠ/ΣΝΜΜ



Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας



# Περιεχόμενα

- Οργάνωση του μαθήματος
- Ιστοσελίδα του μαθήματος
- Σημειώσεις
- Βαθμολόγηση
- Εισαγωγή-αντικείμενο του μαθήματος
- Εφαρμογές-παραδείγματα
- MATLAB/Simulink

Opyávwon

# Οργάνωση Μαθήματος - 1/3

- Το μάθημα οργανώνεται μέσω της ιστοσελίδας:  
<http://www.lme.ntua.gr:8080/academic-info-1/prospheromena-mathemata/eisagoge-ston-automato-elegkho>
- Εκεί υπάρχουν:
  - παραδόσεις ως slides και/ή κείμενο [file]
  - ασκήσεις
  - εργασίες για το σπίτι
  - παλαιότερα θέματα εξετάσεων [file]
  - κώδικες MATLAB/Simulink
  - ανακοινώσεις (σύνδεση με mycourses.ntua.gr)

# Οργάνωση Μαθήματος - 2/3

Για το 2018-19 δοκιμαστικά θα γίνει χρήση του GitHub με το υλικό του μαθήματος on-line <https://gpapalambrou.github.io/SAE/>

The screenshot shows the GitHub repository page for gpapalambrou/SAE. The README.md file contains the following text:

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΕΛΕΓΧΟ ΕΜΠΣχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΞΑΜΗΝΟ: 5ο, ΚΩΔΙΚΟΣ: 8.3.01.5 ΔΙΔΑΣΚΩΝ: Γ. Παπαλάμπρου, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ (george.papalambrou@ime.ntua.gr)

Το μάθημα οργανώνεται μέσω της ιστοδιέλιας: <http://www.ime.ntua.gr:8080/academic-info-1/prospheromena-mathemata/eisagoge-ston-automato-elegkho>

Εισαγωγή Συστήματα, αισθητήρια, επενεργητές

Μέρος 1. Εισαγωγή-Παραδείγματα, Μοντελοποίηση, Μετασχηματισμός Laplace, Επίλυση ΔΕ, Γραμμικοποίηση, Ανάλυση μεταβατικής απόκρισης συστημάτων, Δυναμική συμπεριφορά

Μέρος 2. Χώρος κατάστασης, Γραμμικά συστήματα, Ανατροφοδότηση καταστάσεων, Ελεγκτές με τοποθέτηση πόλων, Βέλτιστος έλεγχος, Παρατηρητές

Μέρος 3. Ελεγκτές PID, IMC

Μέρος 4. Απόκριση συχνότητας, Διαγράμματα Bode, Loop Shaping

Υλοποίηση συστημάτων ελέγχου

Ασκήσεις 1 (Μέρος 1), 2 (Μέρος 2-Bode)

Εισαγωγή στο MATLAB/Simulink

The screenshot shows the generated GitHub Pages site for the SAE repository. The page has a green header with the title "SAE" and the subtitle "Control Systems/NTUA/SNAME". It includes a "View on GitHub" button.

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΕΛΕΓΧΟ**

ΕΜΠΣχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΞΑΜΗΝΟ: 5ο, ΚΩΔΙΚΟΣ: 8.3.01.5 ΔΙΔΑΣΚΩΝ: Γ. Παπαλάμπρου, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ (george.papalambrou@ime.ntua.gr)

Το μάθημα οργανώνεται μέσω της ιστοδιέλιας: <http://www.ime.ntua.gr:8080/academic-info-1/prospheromena-mathemata/eisagoge-ston-automato-elegkho>

**Εισαγωγή**

Συστήματα, αισθητήρια, επενεργητές

Μέρος 1. Εισαγωγή-Παραδείγματα, Μοντελοποίηση, Μετασχηματισμός Laplace, Επίλυση ΔΕ, Γραμμικοποίηση, Ανάλυση μεταβατικής απόκρισης συστημάτων, Δυναμική συμπεριφορά

Μέρος 2. Χώρος κατάστασης, Γραμμικά συστήματα, Ανατροφοδότηση καταστάσεων, Ελεγκτές με τοποθέτηση πόλων, Βέλτιστος έλεγχος, Παρατηρητές

Μέρος 3. Ελεγκτές PID, IMC

Μέρος 4. Απόκριση συχνότητας, Διαγράμματα Bode, Loop Shaping

Υλοποίηση συστημάτων ελέγχου

Ασκήσεις 1 (Μέρος 1), 2 (Μέρος 2-Bode)

**Εισαγωγή στο MATLAB/Simulink**

SAE is maintained by [gpapalambrou](#).  
This page was generated by [GitHub Pages](#).

# Οργάνωση Μαθήματος - 3/3

- Βοηθός: **Ν. Πλανάκης** (ΥΔ)
- Δίνεται έμφαση στην συνεργασία Διδάσκοντα-φοιτητών **μέσω των παραδόσεων στην τάξη**
- Βασική επικοινωνία μέσω email:  
**ΓΠ: george.papalambrou@lme.ntua.gr**  
**ΝΠ: nplan@lme.ntua.gr**

Έναρξη: **3 Οκτ. 2018 (~ 25 μαθήματα)**

# Ιστοσελίδα Μαθήματος

You are here: Home

Laboratory of Marine Engineering

The Laboratory of Marine Engineering (LME), at the School of Naval Architecture and Marine Engineering, of the National Technical University of Athens (NTUA), was founded in 1977. LME is active in the field of marine engine and ship propulsion systems research, with studies of ship engine and propeller interaction and investigations for the improvement of marine engine efficiency, for reduced fuel consumption and reduced emissions. The activities of the LME cover the areas of main and auxiliary engines and ship's machinery. The Laboratory houses large experimental facilities, where detailed measurements can be conducted, allowing the validation of theoretical studies and mathematical models.

The test bed facility includes dynamometers, which can be coupled to engines of up to 1000 kW and allow the execution of complex dynamic loading experiments. Substantial computational resources are used for the development of simulation models, for engine and propulsion systems design, optimization, performance evaluation, emission predictions and control systems development. A major activity is also the development of mobile shipboard measurement systems capable of synchronous collection of data on performance and emissions parameters, thus providing a complete characterization of the power plant.

It is recommended to use Mozilla Firefox 20.0 (or later) or Internet Explorer 9.0 (or later) for optimal browsing of the website

Site Map Accessibility Contact  
© 2013 LME

National Technical University of Athens

Search Site Search

December 2013

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

News

In Press: LME in Naftika Chronika Magazine (Εξαιρετική τεχνολογία ναυπηγών κινητήρων 06/2013)  
Aug 20, 2013

In Press: LME in Naftika Chronika Magazine (04/2013)  
Apr 30, 2013

Panel Energy Efficiency 27.11.2012, Presentations  
Mar 11, 2013

Αρχική Ιστοσελίδα ENM:  
<http://www.lme.ntua.gr>

Πλοήγηση:  
Academic Info |  
Προσφερόμενα Μαθήματα |  
Εισαγωγή στον Αυτόματο  
Έλεγχο

National Technical University of Athens

Search Site Search

LABORATORY OF MARINE ENGINEERING

Home About Us Research People Publications Facilities R&D Tools Academic Info Contact / Access What's New

You are here: Home / Academic Info

Academic Info

Note: This section is intended for students and staff of National Technical University of Athens.

Title	Type
Προσφερόμενα Μαθήματα	Folder
Diploma Theses - Διπλωματικές Εργασίες	Folder

News

In Press: LME in Naftika Chronika Magazine (Εξαιρετική στην τεχνολογία ναυπηγών κινητήρων 06/2013)  
Aug 20, 2013

In Press: LME in Naftika Chronika Magazine (04/2013)  
Apr 30, 2013

Panel Energy Efficiency 27.11.2012, Presentations  
Mar 11, 2013

# Ιστοσελίδα Μαθήματος (συνεχ.)

Πλοήγηση:

Academic Info | Προσφερόμενα Μαθήματα |  
Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο



National Tech

Home About Us Research People Publications Facilities R&D Tools Academic Info

You are here: Home / Academic Info / Προσφερόμενα Μαθήματα

## Προσφερόμενα Μαθήματα

- Εγκαταστάσεις Πρώωσης  
Κωδικός: 8.3.12.7 Εξάμηνο: 7
- Ναυτικό Κινητήρες Diesel  
Κωδικός: 8.3.15.8 Εξάμηνο: 8
- Λειτουργία και Συντήρηση Πλοίων και Στόλων  
Κωδικός: 8.3.55.9 Εξάμηνο: 9
- Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας I  
Κωδικός: 8.3.61.8 Εξάμηνο: 8
- Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας II  
Κωδικός: 8.3.60.9 Εξάμηνο: 9
- Ειδικά Συστήματα Ελέγχου Πλοίου  
Κωδικός: 8.3.45.8 Εξάμηνο: 8
- Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο  
Κωδικός: 8.3.01.5 Εξάμηνο: 5

National Technical University of Athens



You are here: Home / Academic Info / Προσφερόμενα Μαθήματα / Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο

## Σελίδα Μαθήματος

ΕΠΑΓΓΗΣ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΕΛΕΓΧΟ

ΕΙΔΑΓΩΓΗ: Δρ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΑΖΑΡΟΥ (konstantinos.lazarou@hua.gr)  
ΚΩΔΙΚΟΣ: 8.3.01.5

ΔΙΑΛΕΞΟΝ: Δρ. Γ. Παπαδημητρίου (george.papadimitriou@hua.gr)

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΟΣ: Ν. Παπακωνσταντίνης (nikos.papakonstantinidis@hua.gr)

Κήπος: Λαζαρίδη, όψη προς ανατολή, Τετράγωνο 12:00-13:00, Ημερομηνία 15/06-16/06.  
Πρώτη Μετρητής: Τετράγωνο 09:45-10:30, Ημερομηνία 12:45-14:30.  
Δεύτερη Μετρητής: Τετράγωνο 09:45-10:30, Ημερομηνία 12:45-14:30.  
Αίθουσα Μετρητής: 202, Κίρκη Δ.

Διάρκεια: Εξάμηνο 2018-2019 Ιστορία: **09/09/2018**, Εξ ημέρης.  
Ανανεώσιμο:  
- Κατάργηση ρυθμών στις 30/10/2018, ώρα 8:45. (23/09/2018)

Απλοποίηση προγράμματα μετρητών  
- Προγράμμα 2018-2017 : [\[ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ\]](#)

Παραρτήσεις οίκου:	Αρχείο pdf	Επιλεγμένη ημέρα
Επικοινωνία, Οργανωμένη μετρητής, Ινστιτούτο, Υπό Βεβολούση	Επικοινωνία	13/10/2018
Σταθμητική, ανθρώπινη, επαγγελματική	Ανθρώπινη	13/10/2018
Επικοινωνία με MATLAB/Simulink	MATLAB	4/11/2018
Μήτρα 1: Επικοινωνία μετρητής, Μετατομής, Μετατροπής, Λεπτού, Επιλογής ΑΔ, Γραμμοποίηση, Ανάλυση μετρητής, επεξεργασία, διαχείριση μετρητών	Μήτρα 1: Επικοινωνία μετρητής, Μετατομής, Μετατροπής, Λεπτού, Επιλογής ΑΔ, Γραμμοποίηση, Ανάλυση μετρητής, επεξεργασία, διαχείριση μετρητών	29/4/2018, 15/10/2018, 25/10/2018
Μήτρα 2: Χώρα, καταστούς, Γράμματα συντομεύσεων, Αναπροσέταση καταστούσων, Ελέγχος με τοπικές μούνες, Βήκτης, Αλγόριθμος, Πειραιάρχης	Μήτρα 2:	29/10/2018
Μήτρα 3: Ελεγκτής PID, IMC	Μήτρα 3:	29/10/2018
Μήτρα 4: Απλοποίηση, Διεργασία Βαθείας, Λογισμικό	ΠΙΔ Ζεύς	3/12/2018
	Συγχρόνιση IMC	3/12/2018
	Μήτρα 4:	14/12/2018
	Πληροφορίες	15/12/2018
	Συγχρόνιση Βαθείας	20/12/2018
	Υπολογισμοί	20/12/2018
	Απλοποίηση 1	Απλοποίηση 1, Απειρος, 2
		13/10/2018, 9/10/2018

Συνδέσμος: Επένδυση σε οίκους:  
<https://www.dropbox.com/s/c12t6et02h6d7fAA/01%20-%20Εισαγωγή%20στον%20Αυτόματο%20Έλεγχο.pdf?dl=0>

# Ιστοσελίδα Μαθήματος (συνεχ.)

Περιεχόμενα ύλης	Αρχείο pdf	Ενημέρωση αρχείου
Εισαγωγή, Οργάνωση μαθήματος, Ιστοσελίδα, Ύλη, Βαθμολογία	<a href="#">Εισαγωγή</a>	11/10/2016
Συστήματα, αισθητήρια, επενεργητές	<a href="#">Αισθητήρια</a>	11/10/2016
Εισαγωγή στο MATLAB/Simulink	<a href="#">MATLAB</a>	4/11/2011
Μέρος 1. Εισαγωγή-Παραδείγματα, Μοντελοποίηση, Μετασχηματισμός Laplace, Επίλυση ΔΕ, Γραμμικοποίηση, Ανάλυση μεταβατικής απόκρισης συστημάτων, Δυναμική συμπεριφορά	<a href="#">Μέρος 1ο, Σύνοψη, Χώρος κατάστασης, Μηχανικά/Ηλεκτρικά</a> <a href="#">Ρευστά/Θερμικά</a> <a href="#">Ασκήσεις</a>	25/4/2011, 11/1/2012, 21/10/2016, 27/10/2016 2/11/2016 27/10/2017
Μέρος 2. Χώρος κατάστασης, Γραμμικά συστήματα, Ανατροφοδότηση καταστάσεων, Ελεγκτές με τοποθέτηση πόλων, Βέλτιστος έλεγχος, Παραπηρήτες	<a href="#">Μέρος 2ο</a> <a href="#">Συμπλήρωμα</a>	12/12/2011 25/11/2016
Μέρος 3. Ελεγκτές PID, IMC	<a href="#">Μέρος 3ο</a> <a href="#">PID-Ziegler</a> <a href="#">Συμπλήρωμα IMC</a>	23/12/2015 1/12/2016 3/1/2017
Μέρος 4. Απόκριση συχνότητας, Διαγράμματα Bode, Loop Shaping	<a href="#">Μέρος 4ο,</a> <a href="#">Παραδείγματα,</a> <a href="#">Συμπλήρωμα Bode</a>	14/3/2014, 12/1/2017, 20/1/2017
Υλοποίηση συστημάτων ελέγχου	<a href="#">Υλοποίηση</a>	20/1/2017
Ασκήσεις 1 (Μέρος 1), 2 (Μέρος 2-Bode)	<a href="#">Ασκήσεις 1, Ασκήσεις 2</a>	13/11/2014, 9/2/2015

pdf παραδόσεων

# Ιστοσελίδα Μαθήματος (συνεχ.)

## Εργαστηριακή άσκηση - ανάστροφο εκκρεμές

- Δείτε το σύστημα ελέγχου balancing: [inv. pend. video](#)
- [Σημειώσεις](#) [3/12/2015]
- [Υπόδειγμα έκθεσης](#) [2/12/10]
- Ημερομηνίες διαξαγωγής άσκησης: **δεν έχουν προσδιοριστεί.**
- Ημερομηνία επιστροφής έκθεσης: **δεν έχουν προσδιοριστεί.**
- Χώρος διεξαγωγής: Κτίριο Α, Υπόγειο, γραφείο Y1.

## Homework υποχρεωτικό, βαθμός: 20 %:

- [Άσκηση HW 2017-2018](#), Ημερομηνία επιστροφής έκθεσης: **την ημέρα της γραπτής εξέτασης [XX/1/2017]**
- [Υπόδειγμα έκθεσης \(rar\)](#) [14/12/2011]

## Συγγράμματα:

## pdf ασκήσεων σπιτιού (HW)

- Σημειώσεις Διδάσκοντα, αναρτημένες στην ιστοσελίδα
- K. Ogata, "Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου", 5η έκδ., μέσω "Εύδοξος"

## Τυπικό διαγώνισμα:

- [Σεπτ. 2009](#)

# Προγραμματισμός Μαθήματος

## ● Πρόγραμμα αναρτημένο στην Ιστοσελίδα

Αρ.	Ημερομηνία εβδομάδας	Περιεχόμενα Παρουσίασης	Παραπήρησης	Αρχείο παρουσίασης σημειώσεων ΓΠ	Υλη σημειώσεων ΓΠ WEB PAGE	Ogata	Αρχείο παρουσίασης WEB PAGE
M3	14-Oct-16	[Σημειώσεις, κεφ. 1, 2] Μοντελοποίηση, Εξισώσεις χώρου κατάστασης, Γραμμικοποίηση		a_intro_modelling_slides.pdf, b_modeling_slides.pdf	cs15_book_gr_xe_p1.pdf, παρ. 1.1-1.10		δεν υπάρχει
M4	19-Oct-16	[Ogata, κεφ. 2] Μοντελοποίηση, Συναρτήσεις μεταφοράς, Δομικά διαγράμματα, Μεταφορματισμός Laplace		cs16_beamer_laplace.pdf	cs15_book_gr_xe_p1.pdf, παρ. 2.1-2.10	Ogata, κεφ. 2, παρ. 2-2, 2.3	δεν υπάρχει
M5	21-Oct-16	[Ogata, κεφ. 2, 2.4-2.5] Μοντελοποίηση, Εξισώσεις χώρου κατάστασης, MATLAB				Ogata, κεφ. 2, παρ. 2.4-2.5	Χώρος κατάστασης
M6	26-Oct-16	Μηχανικά συστήματα, Ηλεκτρικά συστήματα, Ασκήσεις				Ogata, κεφ. 3	μηχανικά πλευράς
M7	2-Nov-16	Συστήματα ρευστών, Θερμικά συστήματα, Ασκήσεις				Ogata, κεφ. 4	ρευστά θερμικά
M8	4-Nov-16	Ανάλυση μεταβατικής απόκρισης συστημάτων		cs16_beamer_transient.pdf (cs16_beamer_transient.tex)	cs15_book_gr_xe_p1.pdf, παρ. 3.1-3.6	Ogata: κεφ. 5, εκτός 5.6, 5.7	δεν υπάρχει
M9	9-Nov-16	Ασκήσεις		cs10_lesson10_slides_exerc1.pdf (TEX not available)	cs15_book_gr_xe_p1.pdf, παρ. 3.7	Ogata: κεφ. 5, εκτός 5.6, 5.7	δεν υπάρχει
M10	11-Nov-16	Χώρος κατάστασης, Ανατροφοδότηση καταστάσεων, Ελεγκτές με τοποθέτηση πόλων		cs14_beamer_main.pdf (cs14_beamer_state_space.tex)	cs15_book_gr_xe_p2.pdf, παρ. 1.1-1.7 εκτός 1.3	Ogata: κεφ. 9, παρ. 9-1 ως 9-3, κεφ. 10, παρ. 10.1-10.3	δεν υπάρχει
	16-Nov-16	ΕΦΤΑΣΙΜΟΣ 17 ΝΟΕΜΒΡΗ: ΧΩΡΙΣ ΜΑΘΗΜΑΤΑ 15-16-17/11/2016					
M11	18-Nov-16	Ασκήσεις		SAE_2016_ΑΣΚΗΣΕΙΣ_ΜΕΡΟΣ_1_in_classes_2016.ppt	ΑΣΚΗΣΕΙΣ_ΜΕΡΟΣ_1.pdf	Ogata: κεφ. 10, A-10-5, A-10-6, A-10-13, A-10-14	δεν υπάρχει
M12	23-Nov-16	Βέλτιστος Ελεγχος, Παραπρητές, παραδείγματα		cs16_beamer_LQ.pdf	cs15_book_gr_xe_p2.pdf, παρ. 1.8-1.9	Ogata: κεφ. 10, παρ. 10-5 για 1.8-1.9 & LQR	δεν υπάρχει

# Σημειώσεις

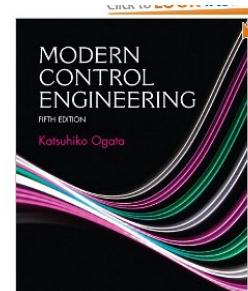
Το υλικό του μαθήματος αποτελείται από:

- τις σημειώσεις του Διδάσκοντα, σε μορφή pdf (ιστοδελίδα)
- το βιβλίο του K. Ogata (διανέμεται μέσω του «ΕΥΔΟΞΟΣ»)

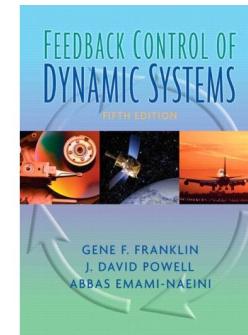
# Βιβλιογραφία Μαθήματος - 1

1. Παπαλάμπρου, Γ., Σημειώσεις, ιστοσελίδα μαθήματος, 2015 (pdf).

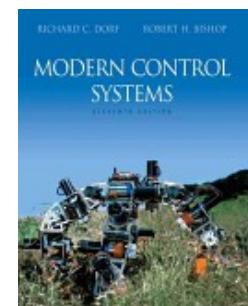
2. Ogata, K., *Modern Control Engineering*, Prentice Hall, 2001 (μέσω του «Εύδοξος»).



3. Franklin, Powell, E-Neini, *Feedback Control of Dynamic Systems*, Addison, 2005.

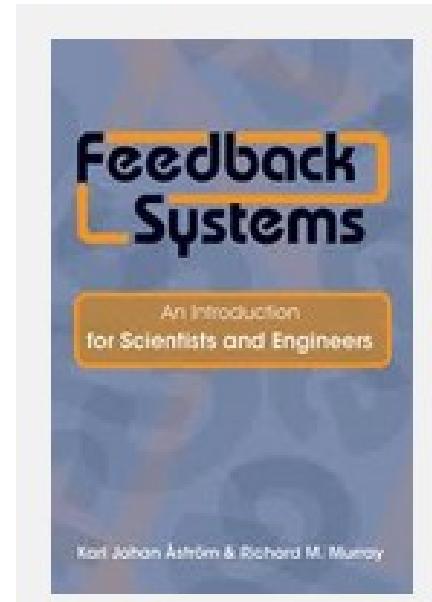


4. Dorf, R., Bishop, R., *Modern Control Systems*, Prentice Hall, 2001.



# Βιβλιογραφία Μαθήματος-2

5. K. Åström, R. Murray,  
*Feedback Systems: An Introduction for Scientists and  
Engineers*



Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο:  
[http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/index.php/Main\\_Page](http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/index.php/Main_Page)

# Τελικός Βαθμός Μαθήματος

- Ο τελικός βαθμός προκύπτει:
  - Από το τελικό διαγώνισμα (70%) [[παράδειγμα εξέτασης](#) 2010]
  - 1 σειρά ασκήσεων (homework), υποχρεωτική (20%)
  - Εργαστηριακή άσκηση (10%)

## Παρατηρήσεις

- 1: Οι ασκήσεις και η εργαστ. άσκηση προυποθέτουν χρήση MATLAB/Simulink
- 2: Κάθε χρόνο οι ασκήσεις και το θέμα αλλάζουν

# Ενότητες Μαθήματος

**Μέρος 1<sup>ο</sup>:** Εισαγωγή, Μετασχηματισμός Laplace, Επίλυση ΔΕ, Γραμμικοποίηση, Ανάλυση συστημάτων, Γραμμικά συστήματα.

**Μέρος 2<sup>ο</sup>:** Χώρος κατάστασης, Ανατροφοδότηση καταστάσεων, Ελεγκτές με τοποθέτηση πόλων, Βέλτιστος έλεγχος, Παρατηρητές.

**Μέρος 3<sup>ο</sup>:** Ελεγκτές PID, Internal Model Control (IMC)

**Μέρος 4<sup>ο</sup>:** Απόκριση συχνότητας, Διαγράμματα Bode, Loop Shaping

Περιεχόμενα ώλης	Αρχείο pdf
Εισαγωγή, Οργάνωση μαθήματος, Ιστοελίδα, Ύλη, Βαθμολογία	<a href="#">Εισαγωγή</a>
Συστήματα, αισθητήρια, επενεργητές	<a href="#">Αισθητήρια</a>
Εισαγωγή στο MATLAB/Simulink	<a href="#">MATLAB</a>
Μέρος 1. Εισαγωγή-Παραδείγματα, Μοντελοποίηση, Μετασχηματισμός Laplace, Επίλυση ΔΕ, Γραμμικοποίηση, Ανάλυση μεταβατικής απόκρισης συστημάτων, Διανυκτική συμπεριφορά	<a href="#">Μέρος 10, Σύνοψη, Χώρος κατάστασης, Μηχανικά/Ηλεκτρικά Ρευστά/Θερμικά</a>
	<a href="#">Ασκήσεις</a>
Μέρος 2. Χώρος κατάστασης, Γραμμικά συστήματα, Ανατροφοδότηση καταστάσεων. Ελεγκτές με τοποθέτηση πόλων, Βέλτιστος έλεγχος, Παρατηρητές	<a href="#">Μέρος 20</a>
	<a href="#">Συμπλήρωμα</a>
Μέρος 3. Ελεγκτές PID, IMC	<a href="#">Μέρος 30</a>
	<a href="#">PID-Ziegler</a>
	<a href="#">Συμπλήρωμα IMC</a>
Μέρος 4. Απόκριση συχνότητας, Διαγράμματα Bode, Loop Shaping	<a href="#">Μέρος 40, Παραδείγματα, Συμπλήρωμα Bode</a>
Υλοποίηση συστημάτων ελέγχου	<a href="#">Υλοποίηση</a>
Ασκήσεις 1 (Μέρος 1), 2 (Μέρος 2-Bode)	<a href="#">Ασκήσεις 1, Ασκήσεις 2</a>

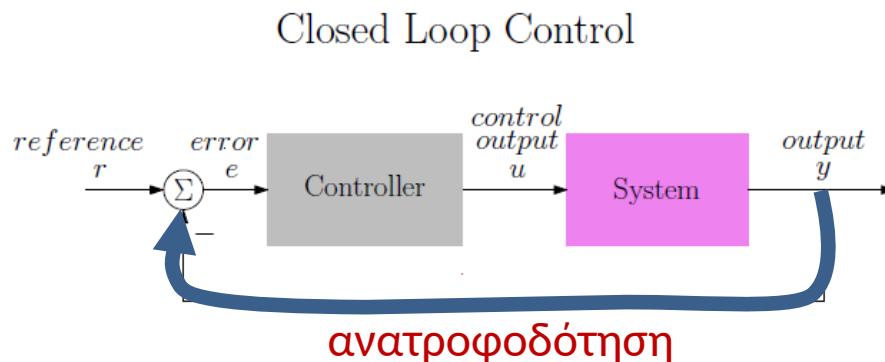
Εισαγωγή

# Τι είναι «Έλεγχος (control)» ?

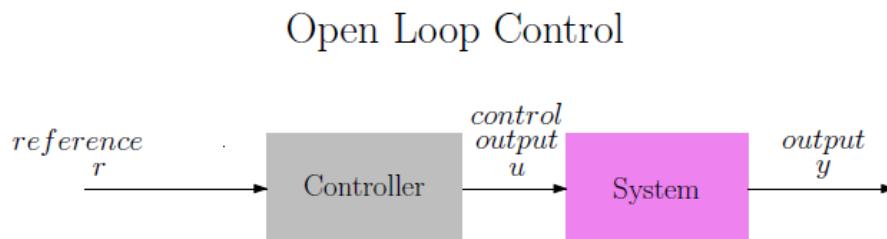
- Έλεγχος είναι χρήση διαφόρων διατάξεων που οδηγούν ή ρυθμίζουν τη συμπεριφορά άλλων διατάξεων ή συστημάτων.

# Τι είναι «Ανατροφοδότηση (feedback) ?

- Ανατροφοδότηση είναι διεργασία δύο (ή περισσοτέρων) δυναμικών συστημάτων που είναι συνδεδεμένα ώστε το κάθε ένα επηρεάζει δραστικά τα άλλα.

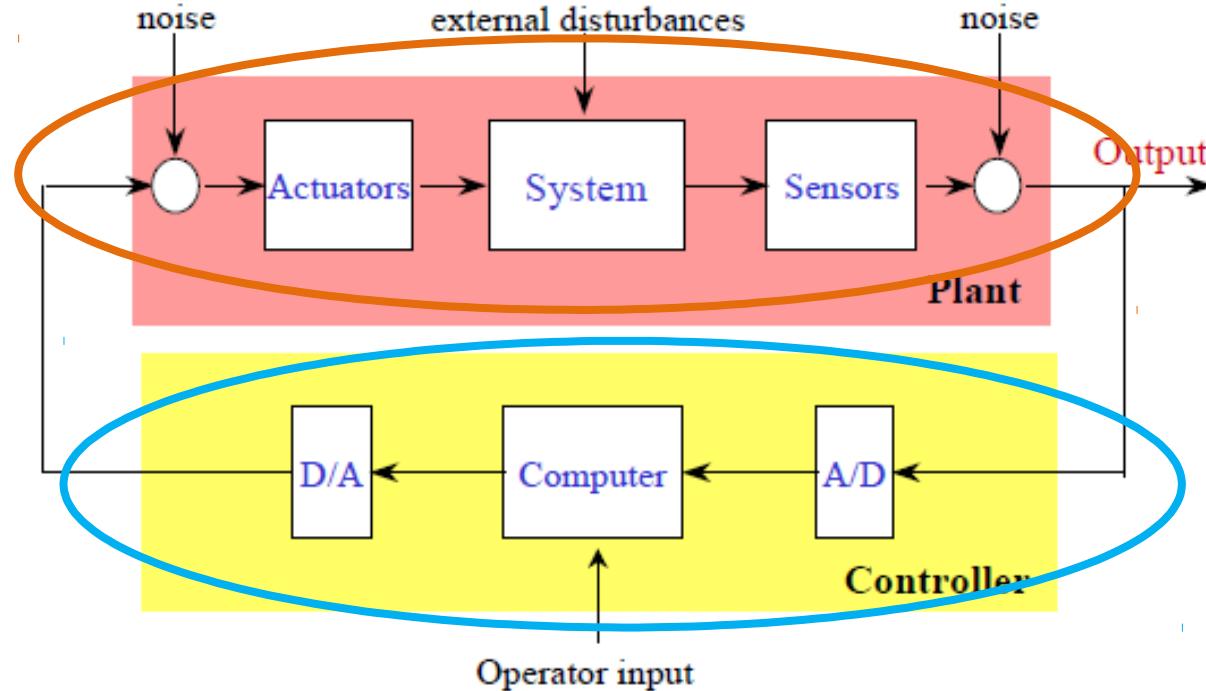


Κλειστός Βρόχος  
(με ανατροφοδότηση)



Ανοιχτός Βρόχος  
(χωρίς ανατροφοδότηση)

# Μία Πλήρης Διάταξη Ελέγχου



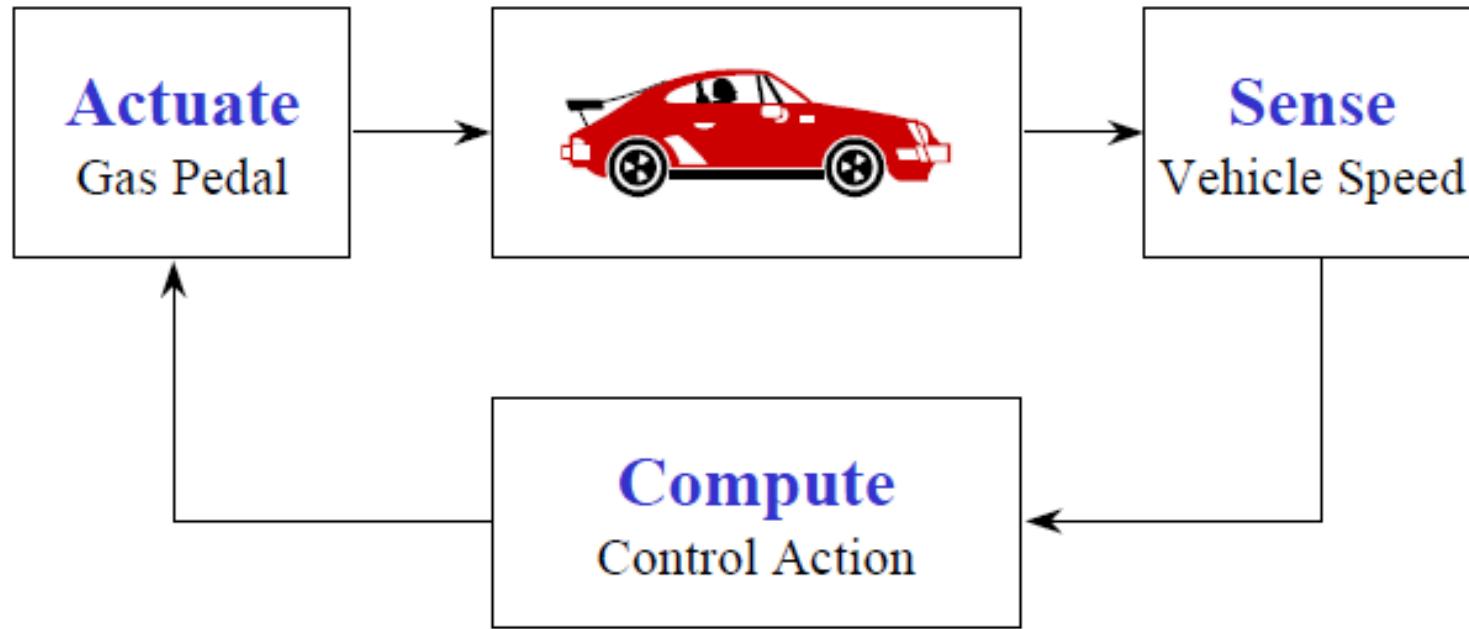
Σύστημα  
Ελεγκτής

**Plant** Physical system, actuation, sensing

**Controller** Microprocessor plus conversion hardware (single chip)

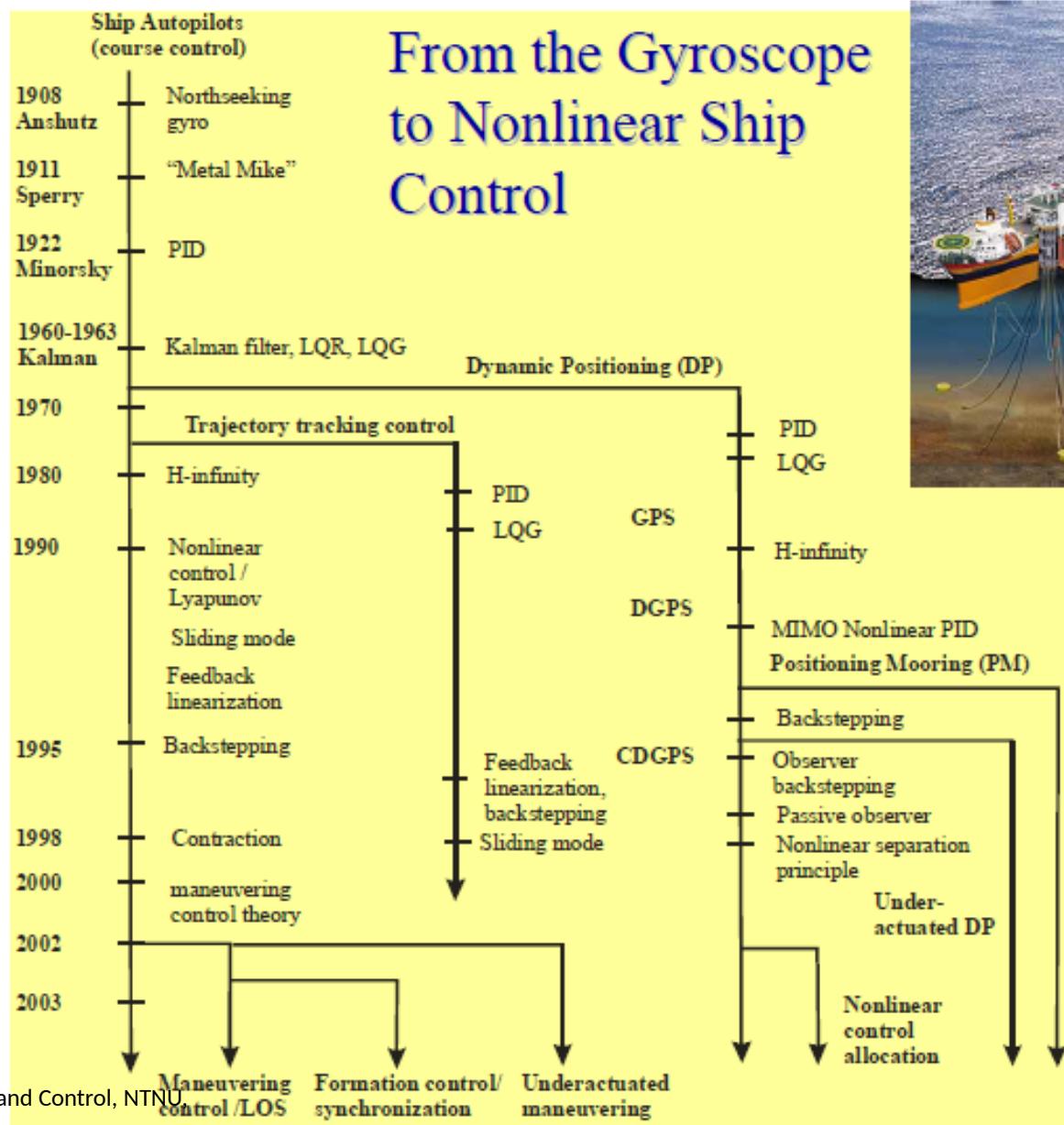
**Feedback** Interconnection between plant output, controller input

# Η Βασική Διάταξη Ελέγχου: Κλειστός Βρόχος



**Στόχοι:** Ευστάθεια (stability) , Επιδόσεις (performance),  
Ευρωστία (robustness)

# Οι Διαφορετικές Θεωρίες Ελέγχου στην Ναυπηγική



# Τύποι Ελέγχου

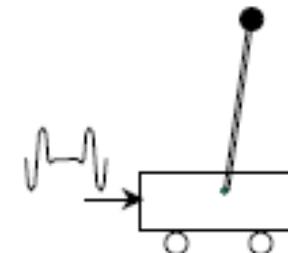
## Παθητικός Έλεγχος

- Τροποποίηση κατασκευής για αλλαγή δυναμικής του συστήματος
- Δεν είναι πάντα εφικτή η εφαρμογή, φθηνή λύση



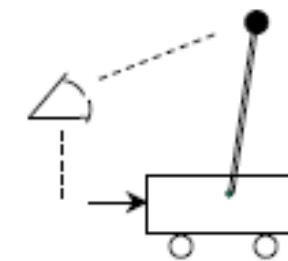
## Έλεγχος Ανοιχτού Βρόχου

- Έχοντας γνώση της δυναμικής του συστήματος, υπολογίζουμε κατάλληλη είσοδο ελέγχου
- Απαιτεί πολύ ακριβές μοντέλο του συστήματος για να λειτουργεί σωστά



## Έλεγχος Κλειστού Βρόχου

- Χρήση αισθητήρων (sensors) και επενεργητών (actuators) συνδεμένα στον Η/Υ, ο οποίος τροποποιεί την δυναμική
- Αντιμετωπίζει με επιτυχία την αβεβαιότητα (uncertainty) και τον θόρυβο



# Ένας Διαφορετικός Ελεγκτής: Fuzzy Logic

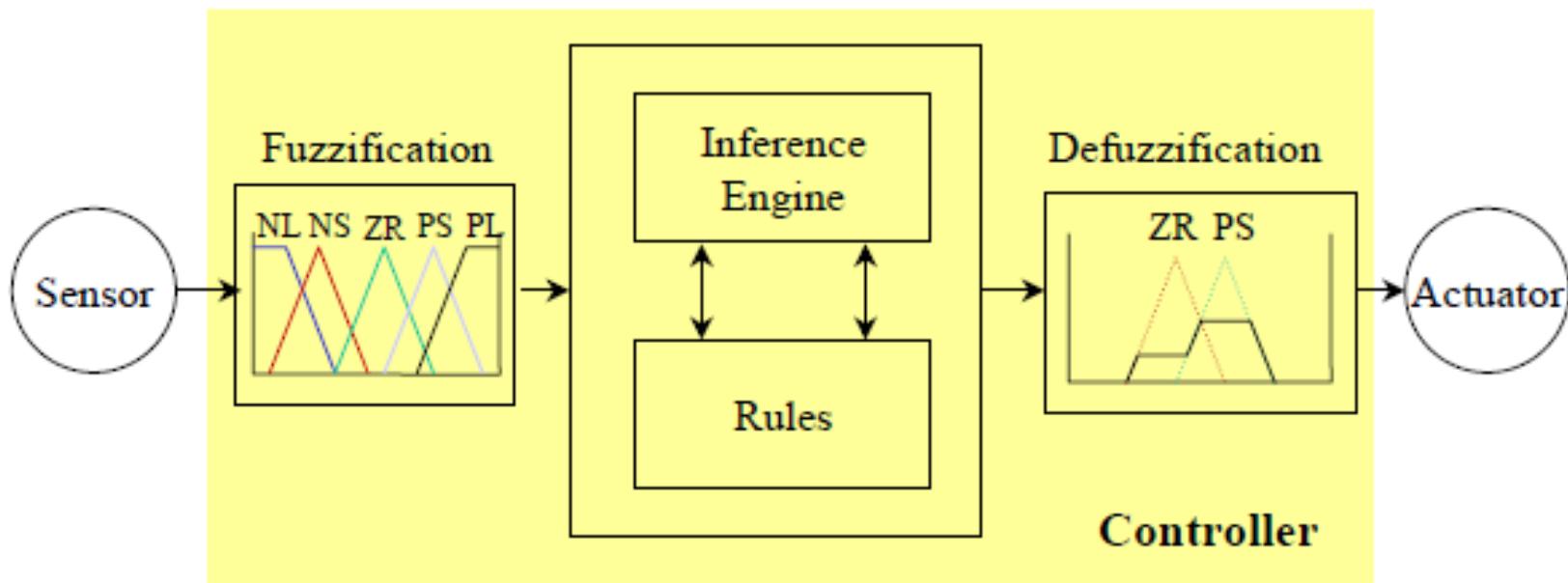
Basic idea: write control actions as *fuzzy logic* rules:

Standard logic:  
If  $T < 68^\circ$  then  
turn heater on

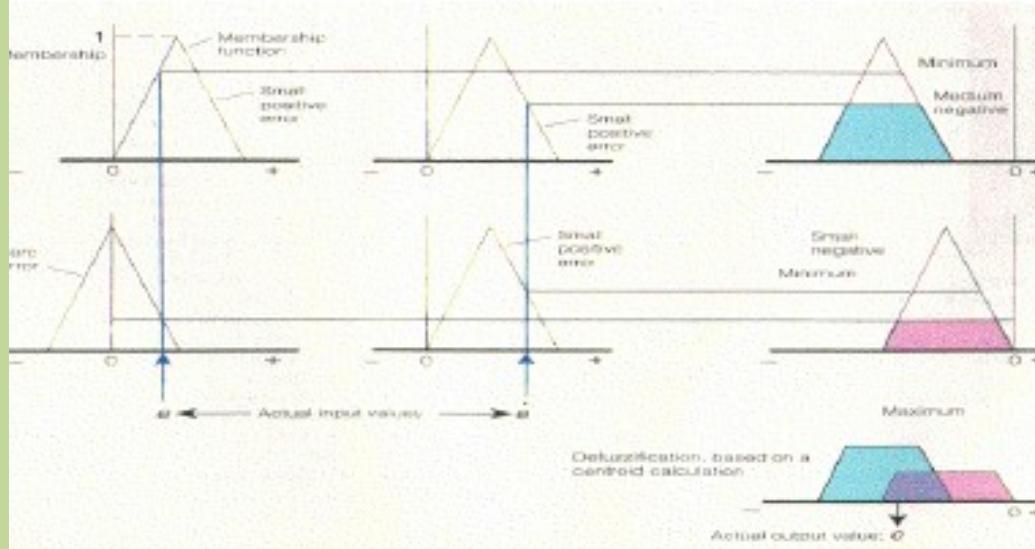
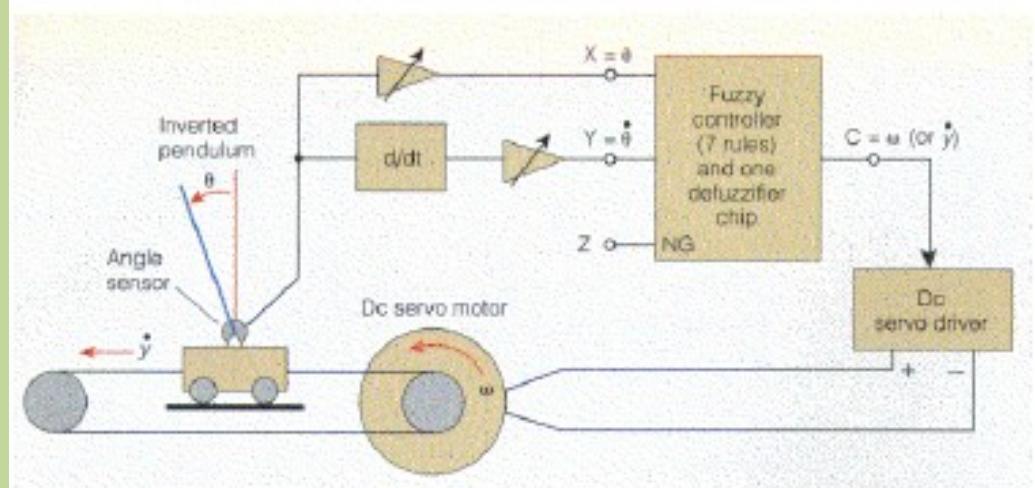
Fuzzy logic:  
If **very cold** then  
more heat

Fuzzy logic allows:

- Easy specification of control actions as rules
- Partially conflicting rules
- Smoothing of control actions



# Example: Fuzzy Control of an Inverted Pendulum

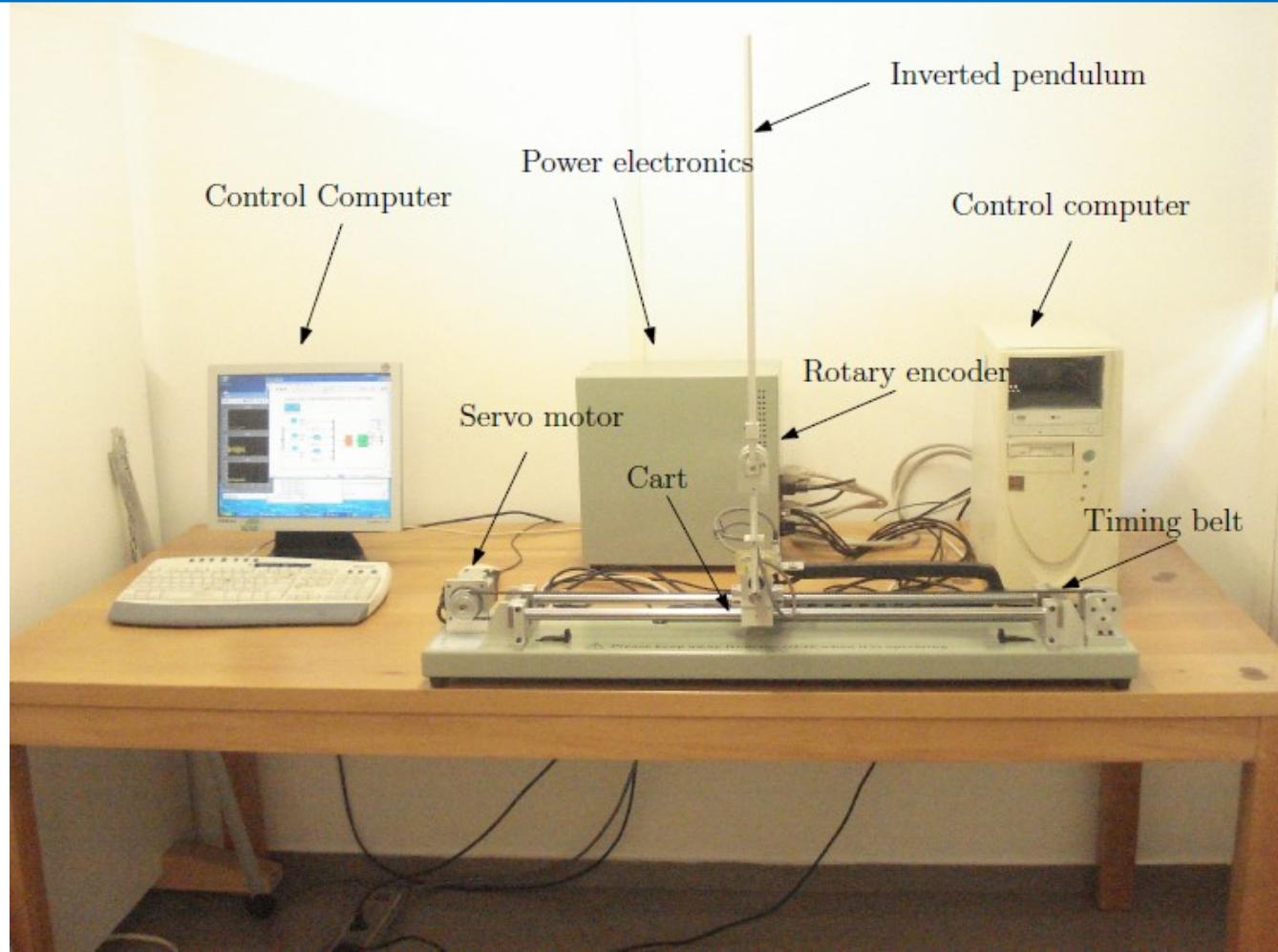


$\theta$	NL	NM	NS	ZR	PS	PM	PL
PL							
PM							
PS			ZR		PS		
ZR		NM		ZR		PM	
NS			NS		ZR		
NM							
NL							

- Basic control structure unchanged: sense, compute, actuate
- Use simple (and overlapping) rules to specify control action
- Gives satisfactory performance with very simple control specification

Source: Yamakawa, *Fuzzy Sets and Systems*, 1989

# Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα: το Ανάστροφο Εκκρεμές - Εργαστηριακή Άσκηση στο ΕΝΜ



# Ανάστροφο Εκκρεμές: η Δυναμική

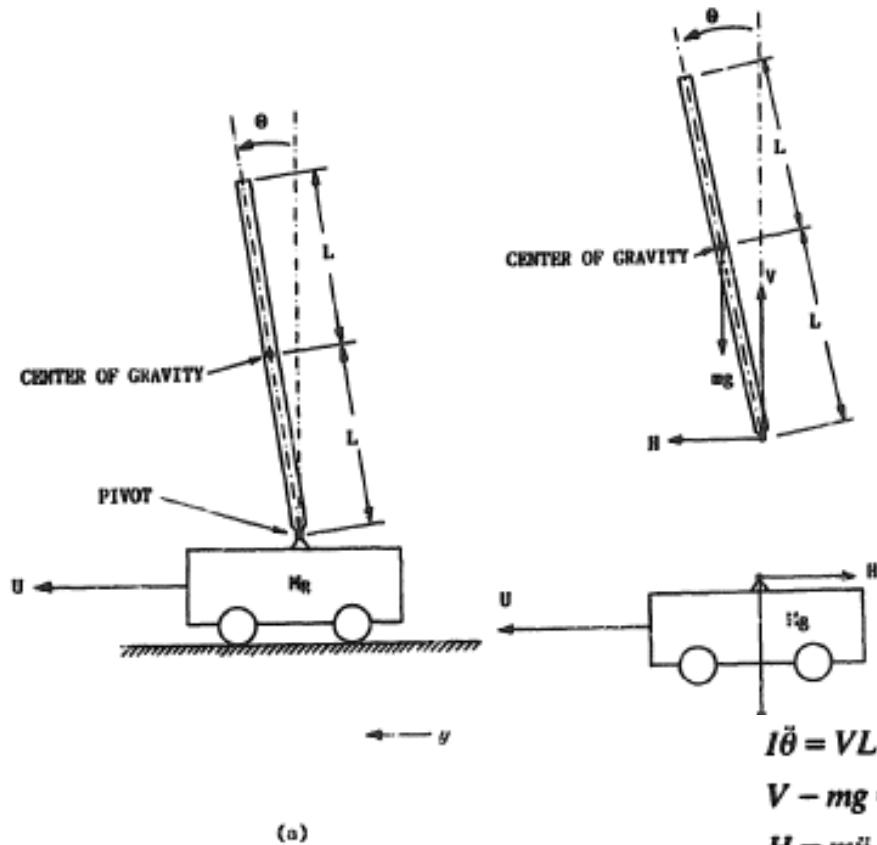


Fig. 14. Dynamics of an inverted pen

$$I\ddot{\theta} = VL \sin \theta - HL \cos \theta, \quad (3)$$

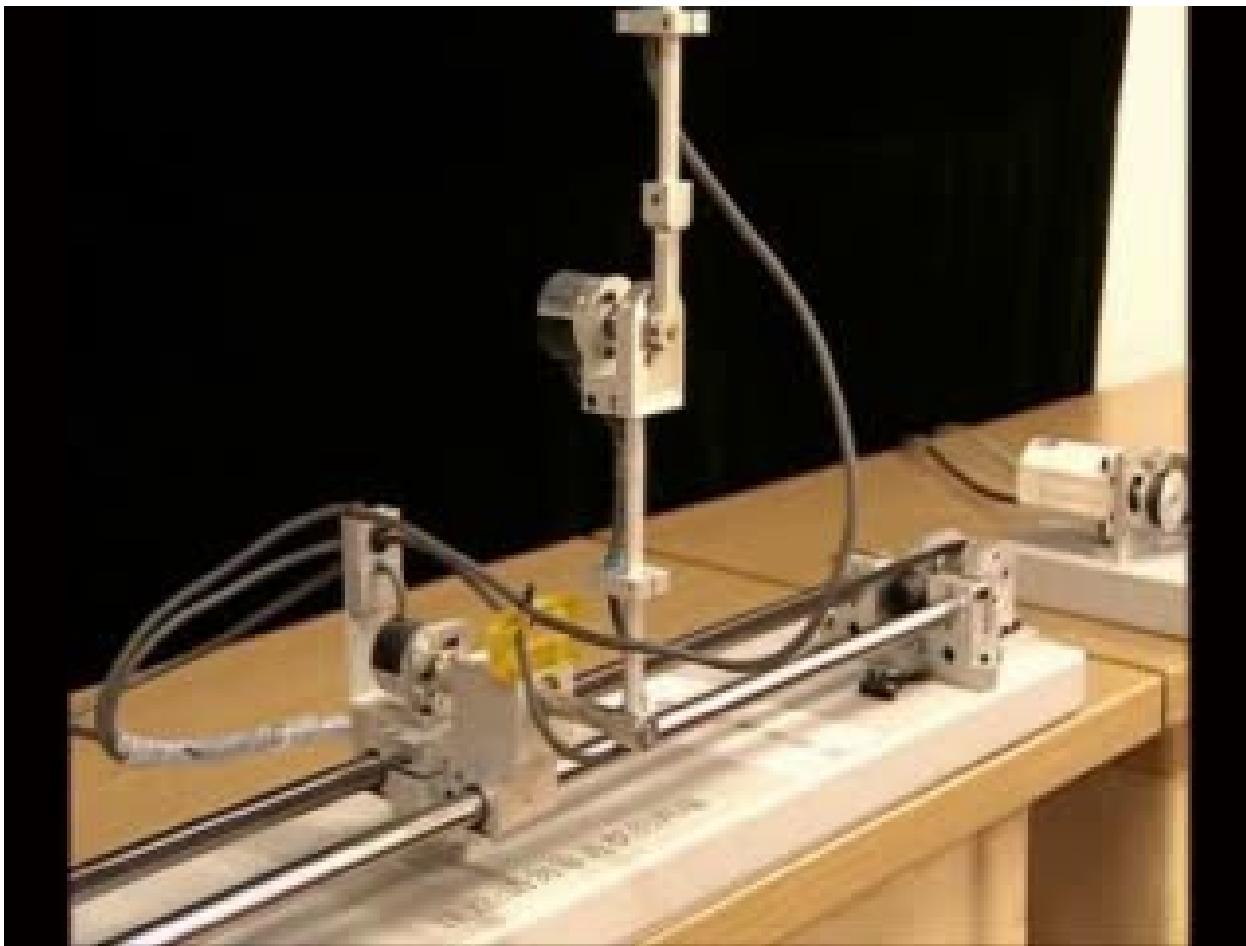
$$V - mg = -mL(\ddot{\theta} \sin \theta + \dot{\theta}^2 \cos \theta), \quad (4)$$

$$H = m\ddot{y} + mL(\ddot{\theta} \cos \theta - \dot{\theta}^2 \sin \theta), \quad (5)$$

$$U - H = M\ddot{y}, \quad (6)$$

where  $\theta$  is the angle,  $2L$  the length of the pendulum,  $y$  the position of the vehicle,  $m$  the mass of the pendulum,  $M$  the mass of the vehicle,  $H$  the horizontal force at the pivot,  $V$  the vertical force at the pivot,  $U$  the driving force given to the vehicle, and  $I = \frac{1}{2}mL^2$  the moment of inertia.

# Ανάστροφο Εκκρεμές -Video 1



# Ανάστροφο Εκκρεμές - Video 2



# Ανάστροφο Εκκρεμές στο ENM - Video 3



# Εφαρμογές

# Ιστορική Αναδρομή Συστημάτων Ελέγχου

## Μοντέρνος Έλεγχος - Πεδίο χρόνου, Χώρος Κατάστασης (1950-σήμερα)



Aleksandr Lyapunov  
(1857-1918)

Stability of systems, equilibria,  
nonlinear control



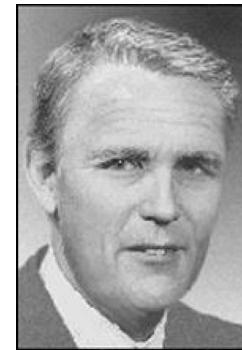
Lev Pontryagin  
(1908-1988)

Optimal control



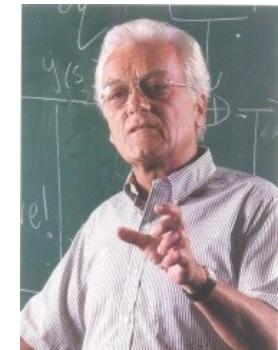
Richard Bellman  
(1920-1984)

Dynamic programming,  
optimal control



Rudolf Kalman  
(1930-2016)

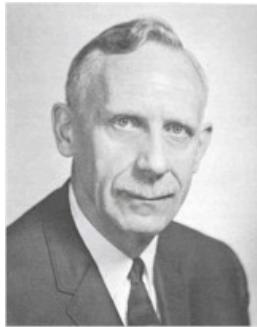
State space, Kalman  
Filter



Petar Kokotovic  
(1936-)

Stability,  
nonlinear control

## Κλασσικός Έλεγχος - Πεδίο συχνότητας, Διαγράμματα Bode, Nyquist (1935-1950)



Hendrick Bode  
(1905-1982)

Frequency response

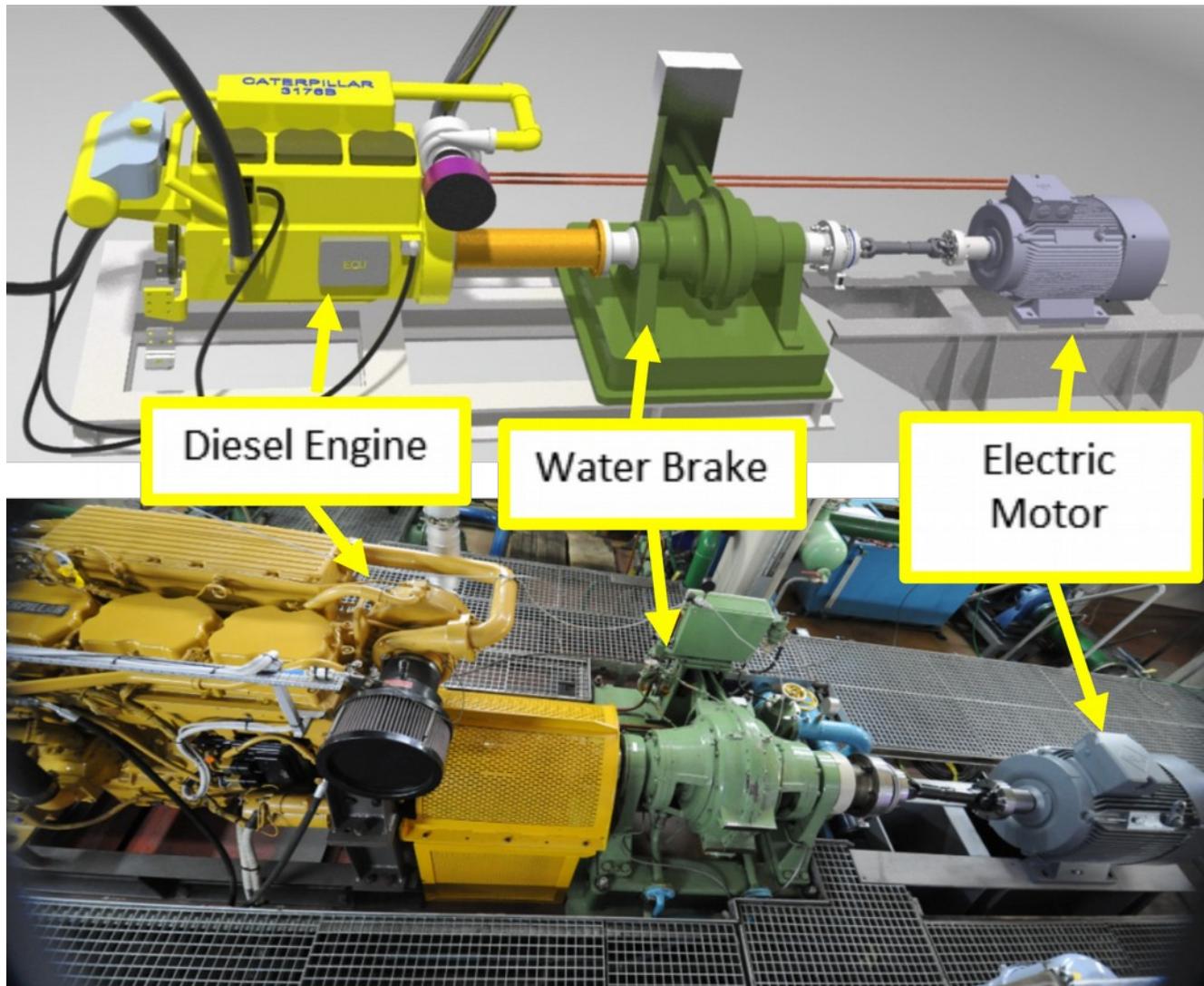


Harry Nyquist  
(1889-1976)

Frequency response,  
negative feedback

# Υβριδική Ηλεκτρική Πρόωση ENM

Hybrid Integrated Propulsion Powertrain (HIPPO-1)



Πειραματική Κλίνη Δοκιμών

ENM: HIPPO-1

- Caterpillar 3176B marine diesel engine;
- Ηλεκτρικός Κινητήρας & Frequency inverter;
- Πέδη Νερού



# Υβριδική Ηλεκτρική Πρόωση ENM

## Hybrid Integrated Propulsion Powertrain (HIPPO-2)



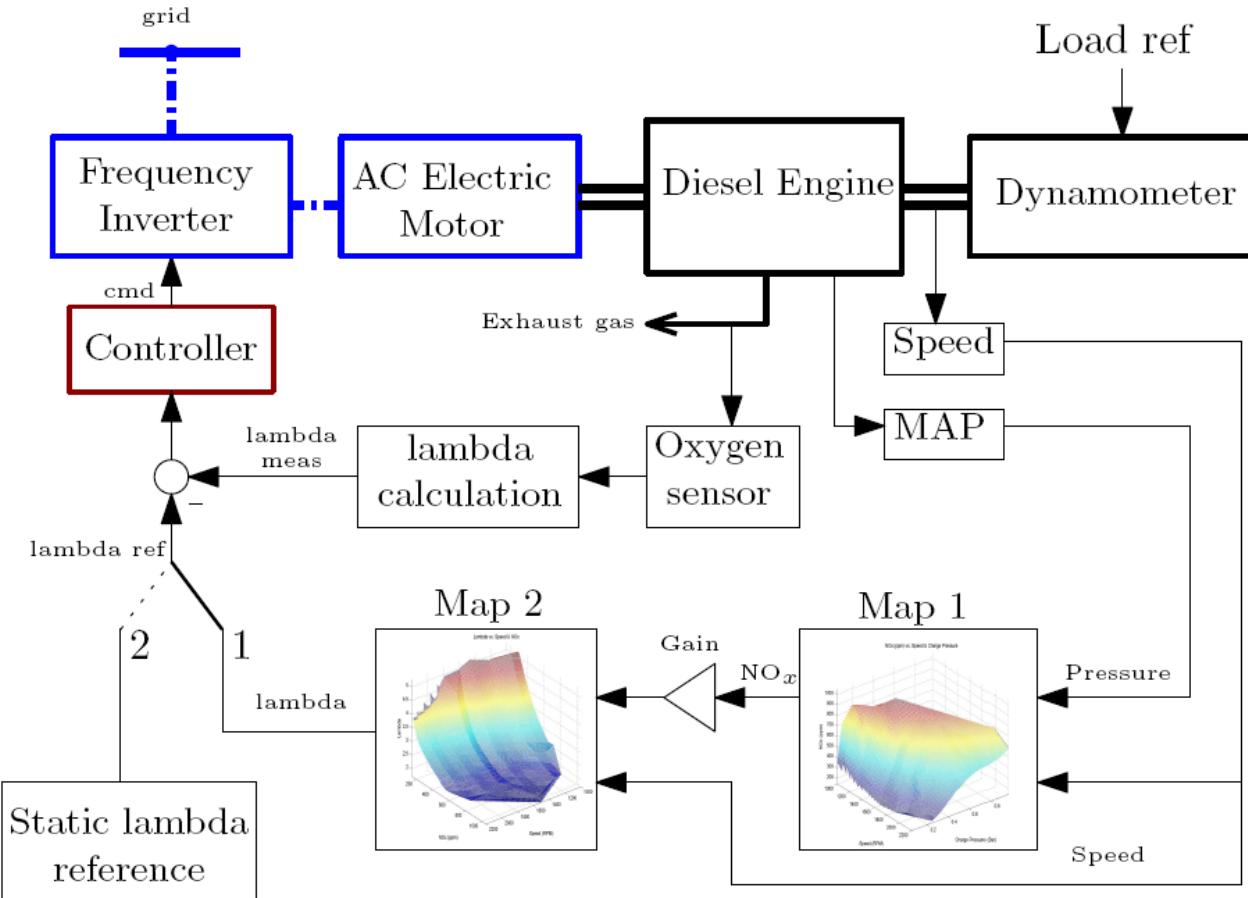
Πειραματική Κλίνη Δοκιμών

ENM: HIPPO-2:

- Caterpillar C9.3 diesel engine with EGR, SCR, DPF;
- ABB Ηλεκτρικός Κινητήρας & Frequency inverter;
- ABB Ηλεκτρική πέδη & Frequency inverter
- CAN BUS Communication



# Υβριδική Ηλεκτρική Πρόωση ΕΝΜ



Πειραματική Κλίνη

Δοκιμών HIPPO-1 στο

ΕΝΜ/ΕΜΠ:

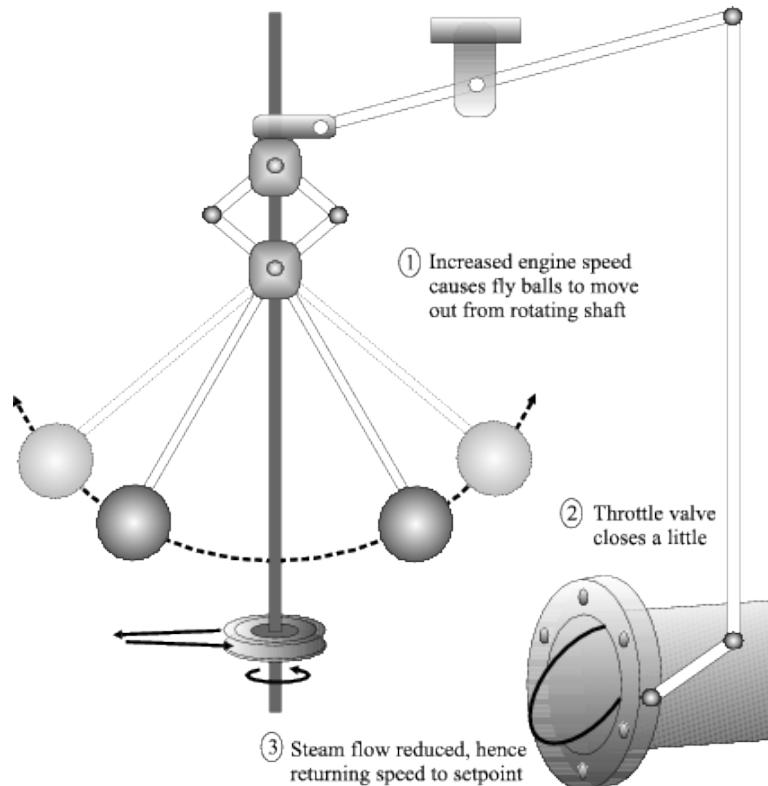
Ο ελεγκτής λάμδα



# Οι Πρώτες Εφαρμογές Ελέγχου

## Ρυθμιστής στροφών του Watt (1788)

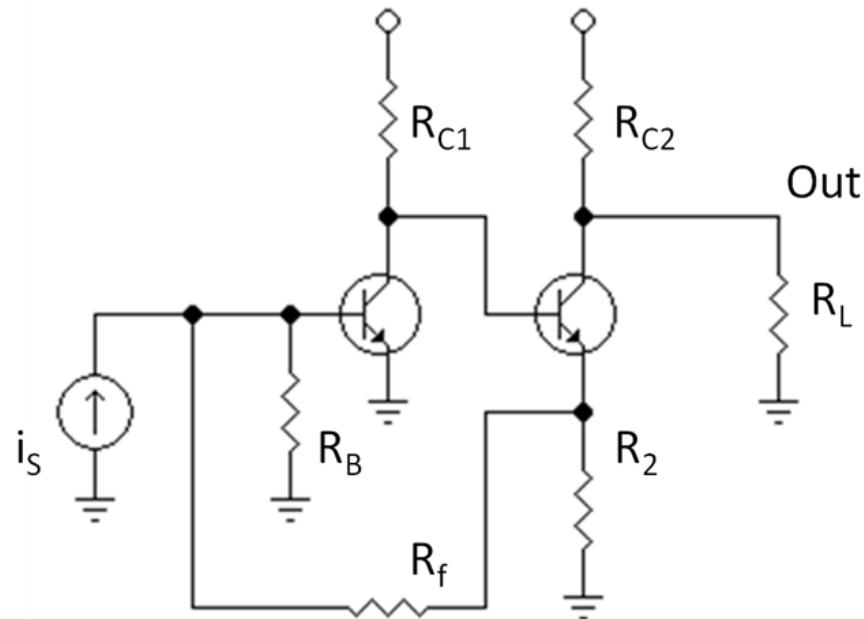
- Φυγοκεντρικός ρυθμιστής στροφών ατμομηχανής
- Μειώνει τις επιδράσεις από τις διακυμάνσεις του φορτίου (απόρριψη διαταραχών)



# Οι Πρώτες Εφαρμογές Ελέγχου

## Feedback Amplifiers (1920s)

- Δημιουργήθηκε το μαθηματικό υπόβαθρο για τον «κλασσικό έλεγχο» (διαγράμματα απόκρισης συχνότητας)
- Χρήση ανάδρασης (feedback) για την μείωση αβεβαιότητας (uncertainty)

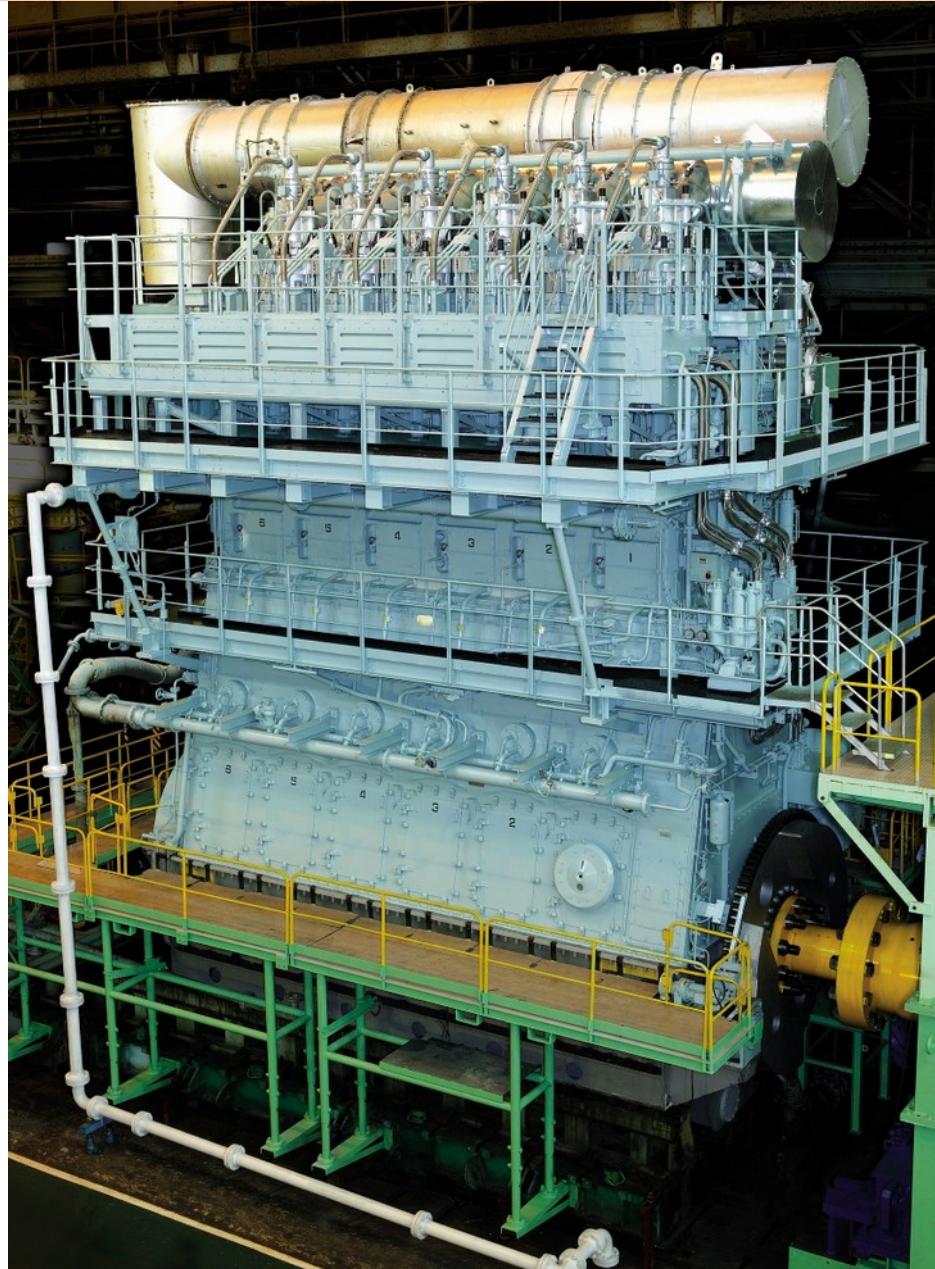


# Σύγχρονες Εφαρμογές Ελέγχου

Ναυτικοί κινητήρες

Wärtsilä  
RT-flex58T engine

6-cylinder, two-stroke,  
common-rail,  
11,300 kW at 105 rpm

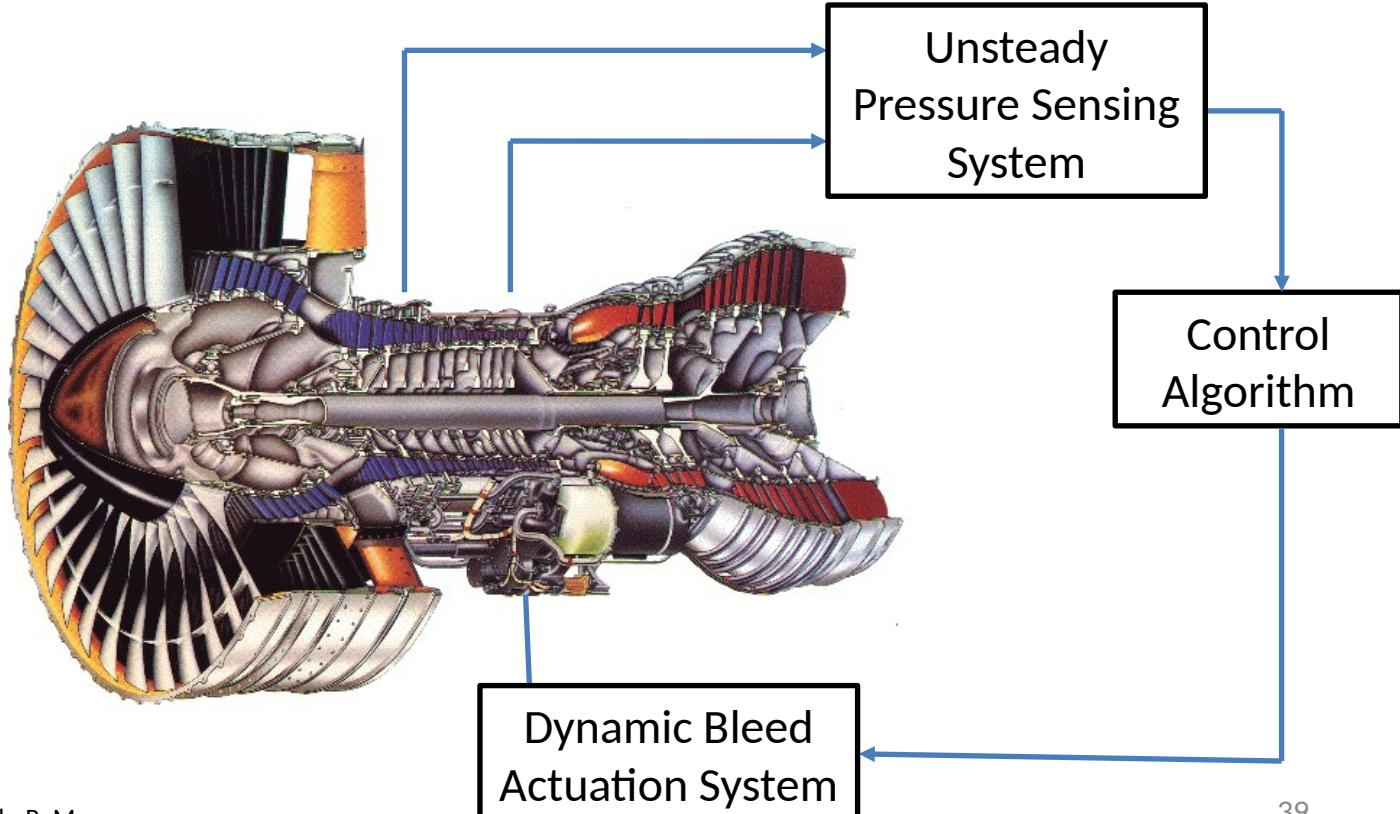


<http://www.wartsila.com>

# Σύγχρονες Εφαρμογές Ελέγχου

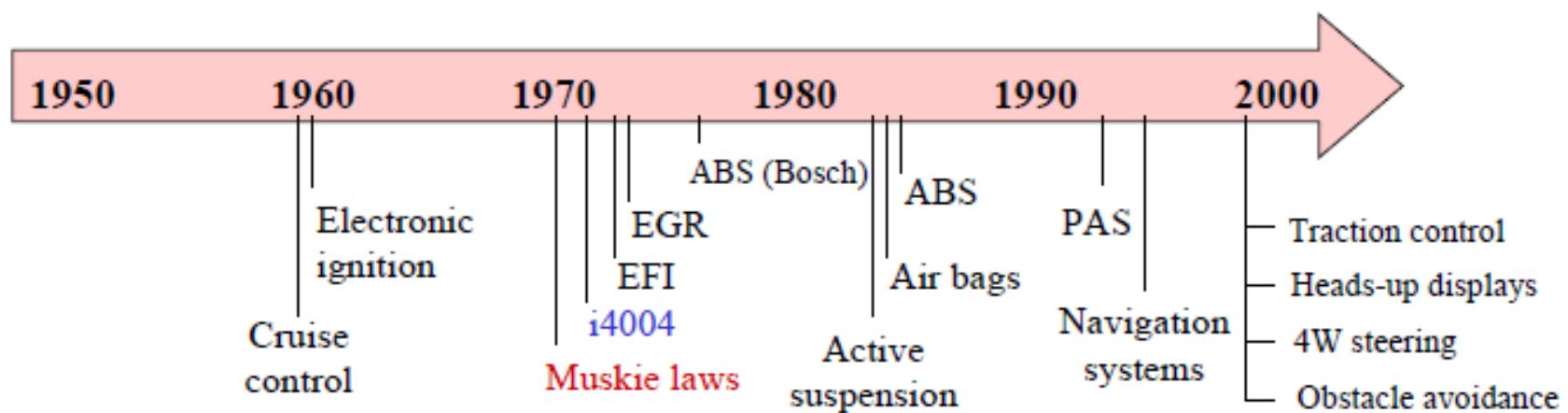
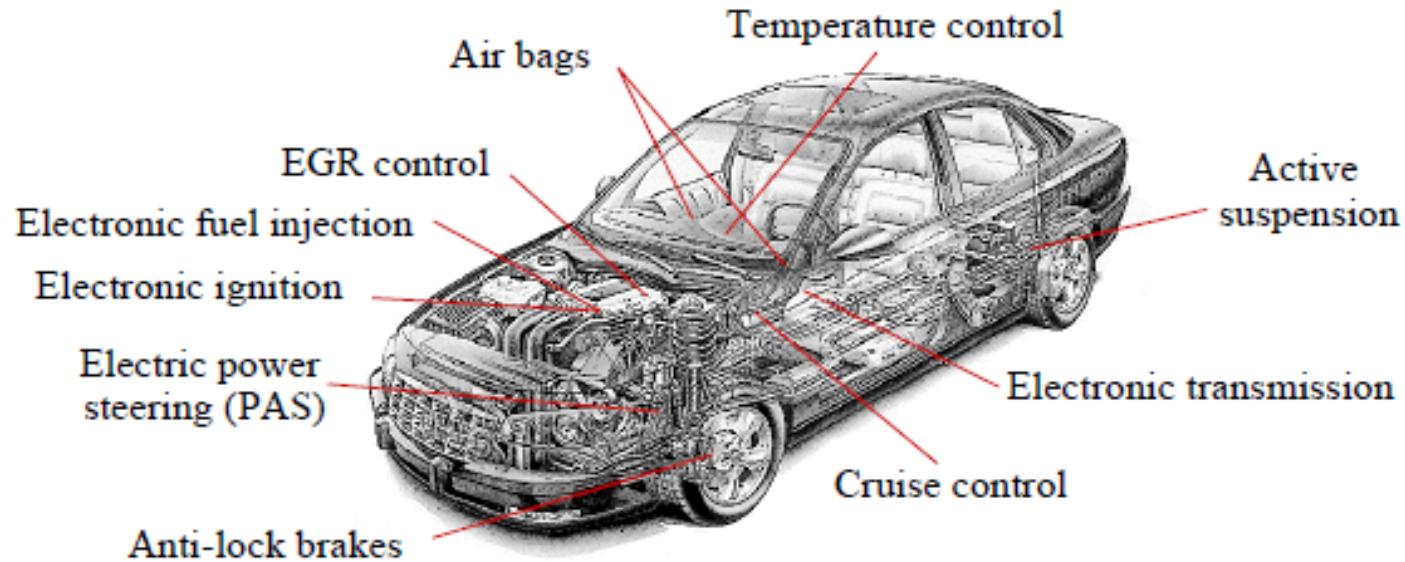
## Έξυπνοι κινητήρες (smart engines)

- Στο σύστημα συμπίεσης: surge, stall
- Στο σύστημα καύσης: λειτουργία σε «φτωχότερο» λόγο αέρα/καυσίμου για χαμηλές εκπομπές ρύπων



# Σύγχρονες Εφαρμογές Ελέγχου

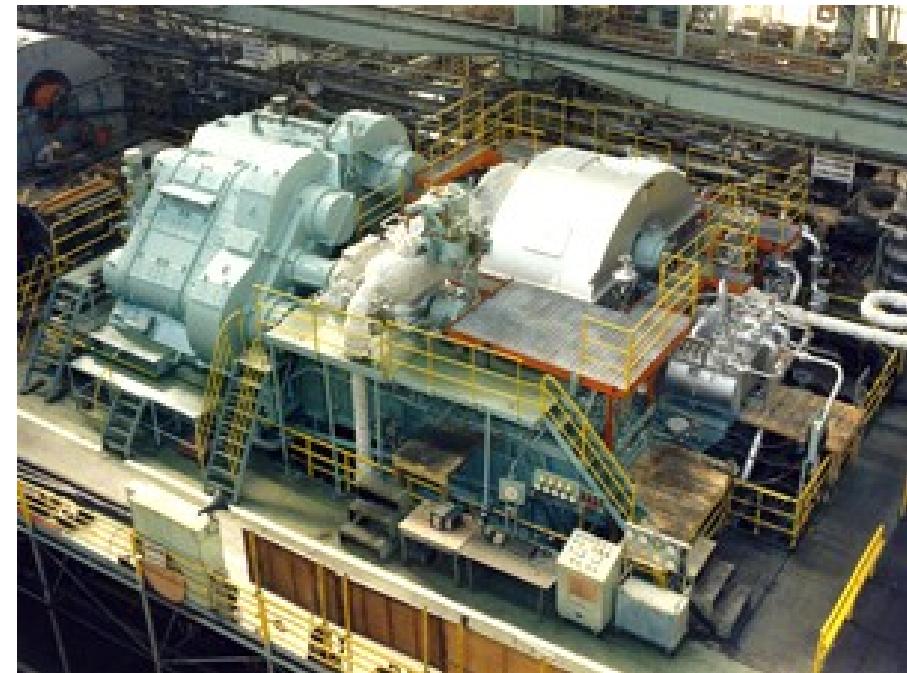
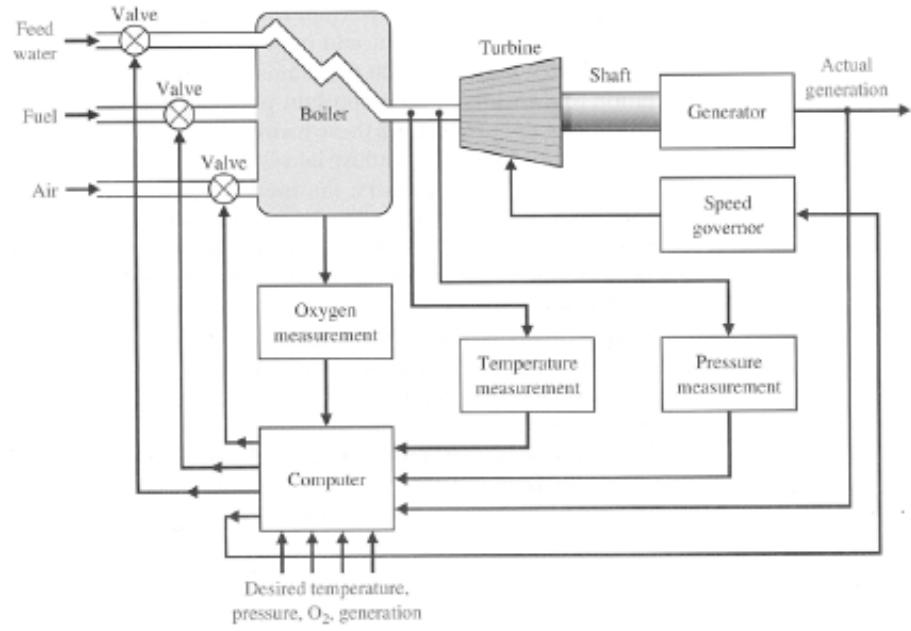
## Αυτοκινητοβιομηχανία



# Σύγχρονες Εφαρμογές Ελέγχου

## Σύστημα Ελέγχου Boiler-Steam Generator

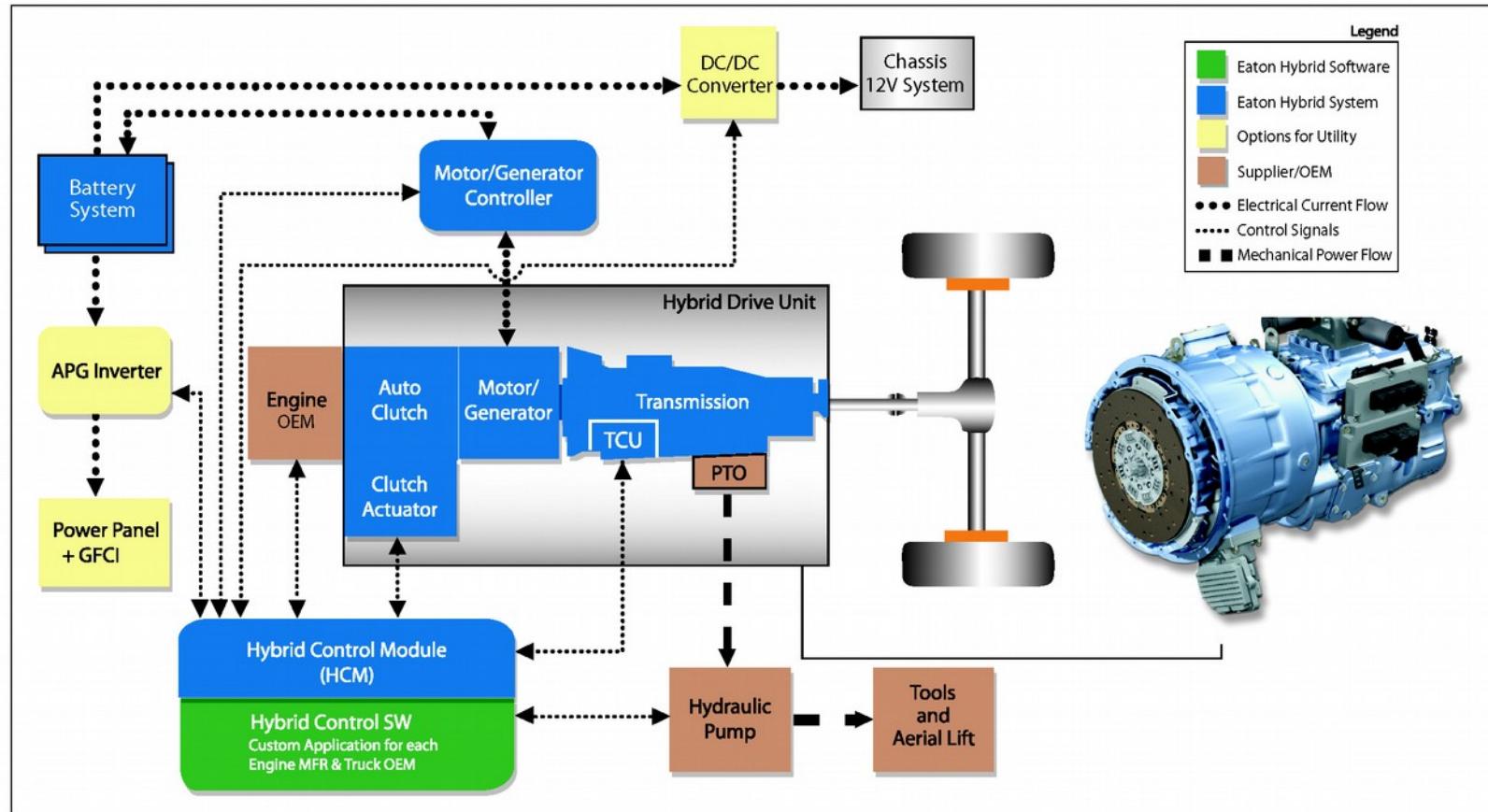
Conventional steam turbine



Από: Modern control systems, R.Dorf,R. Bishop, Prentice Hall, 2001

# Σύγχρονες Εφαρμογές Ελέγχου

## Αυτοκινητοβιομηχανία: Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα



Source: SAE Automotive Engineering Magazine, Eaton, NREL team to reduce hybrid-electric-vehicle battery size, 8/2012

# Αεροαυπηγική

## Αεροδιαστημική (fly-by-wire)



- Highly Maneuverable Aircraft Technology (HiMAT), NASA
- Αεροσκάφος με τηλεχειρισμό μη-επανδρωμένο (1979-1983)
- Δοκιμάστηκαν τεχνολογίες 'canard', Ψηφιακών συστημάτων ελέγχου πτήσης, σύνθετων υλικών
- Σχεδιάστηκε για να δείξει επιδόσεις στους ελιγμούς 60% καλύτερες από προηγμένα μαχητικά
- Κύρια έμφαση κατά τη διάρκεια της πτήσης: για ελιγμούς πολλών G στη μετάβαση από 600 έως 800 mph
- Μήκος: 6.9 m, άνοιγμα: 4.75 m

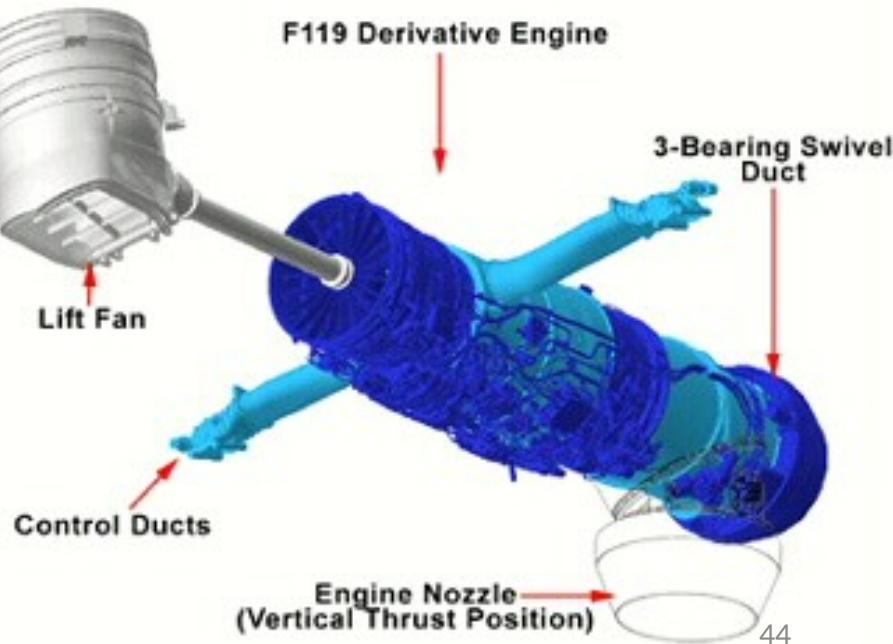
# Αεροαυτηγική



## F-35 Lightning II

Short Takeoff/Vertical Landing  
(STOVL)

(Pratt & Whitney F135 propulsion system , by Lockheed Martin & BAE Systems & Northrop Grumman)

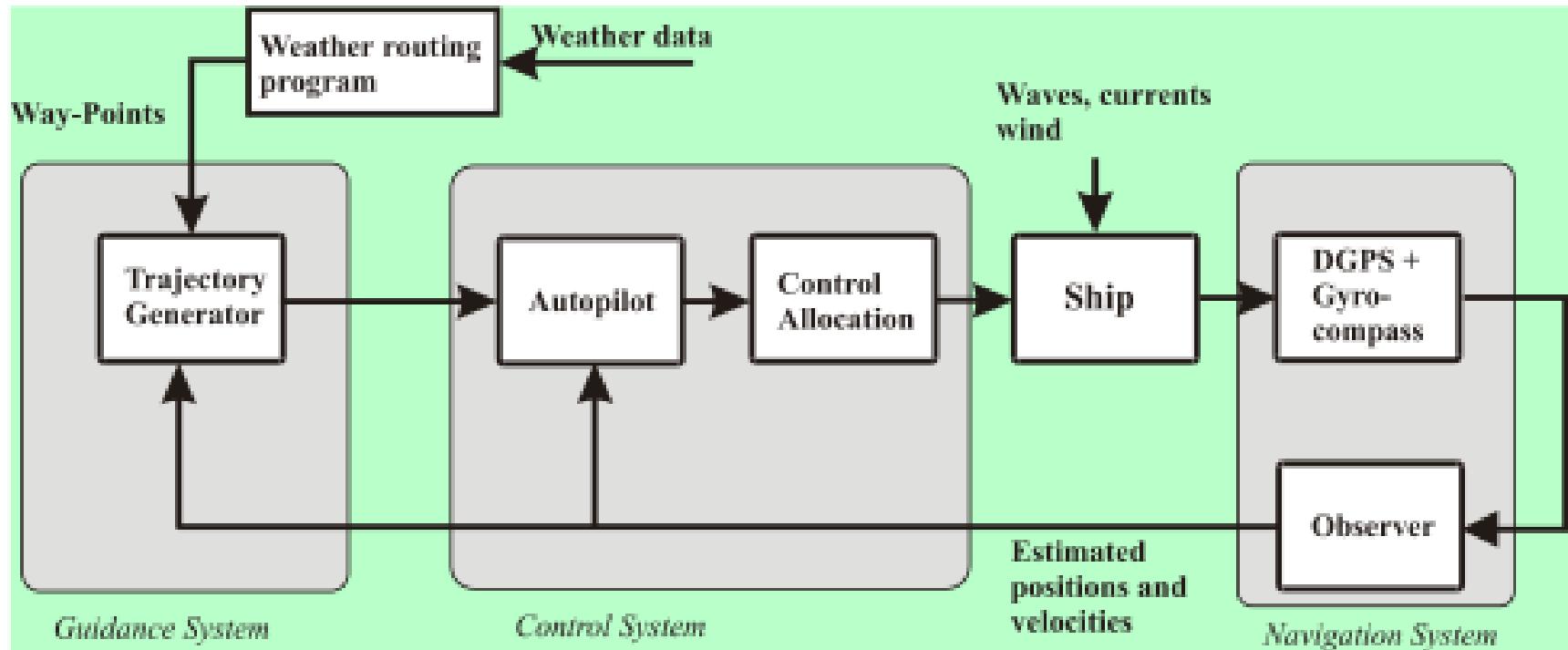


# Ναυπηγική



# Ναυπηγική

## Αυτόματος Πιλότος Πορείας Πλοίου



# Ναυπηγική: Αυτόνομο Πλοίο



Kongsberg και Yara,  
πλοίο “YARA Birkeland”

*... world's first  
autonomous, electric  
container vessel.  
Replacing 40,000 truck  
journeys a year ...*

## Main particulars

- **Length o.a.:** 79,5 m
- **Length p.p.:** 72,4 m
- **Width mld.:** 14,8 m
- **Depth shelter deck:** 10,8 m
- **Draught (full):** 6 m
- **Draught (ballast):** 3 m
- **Service speed:** 6 knots
- **Max speed:** 13 knots

## Capacity

- **Cargo capacity:** 120 TEU
- **Deadweight:** 3 200 mt

## Propulsion

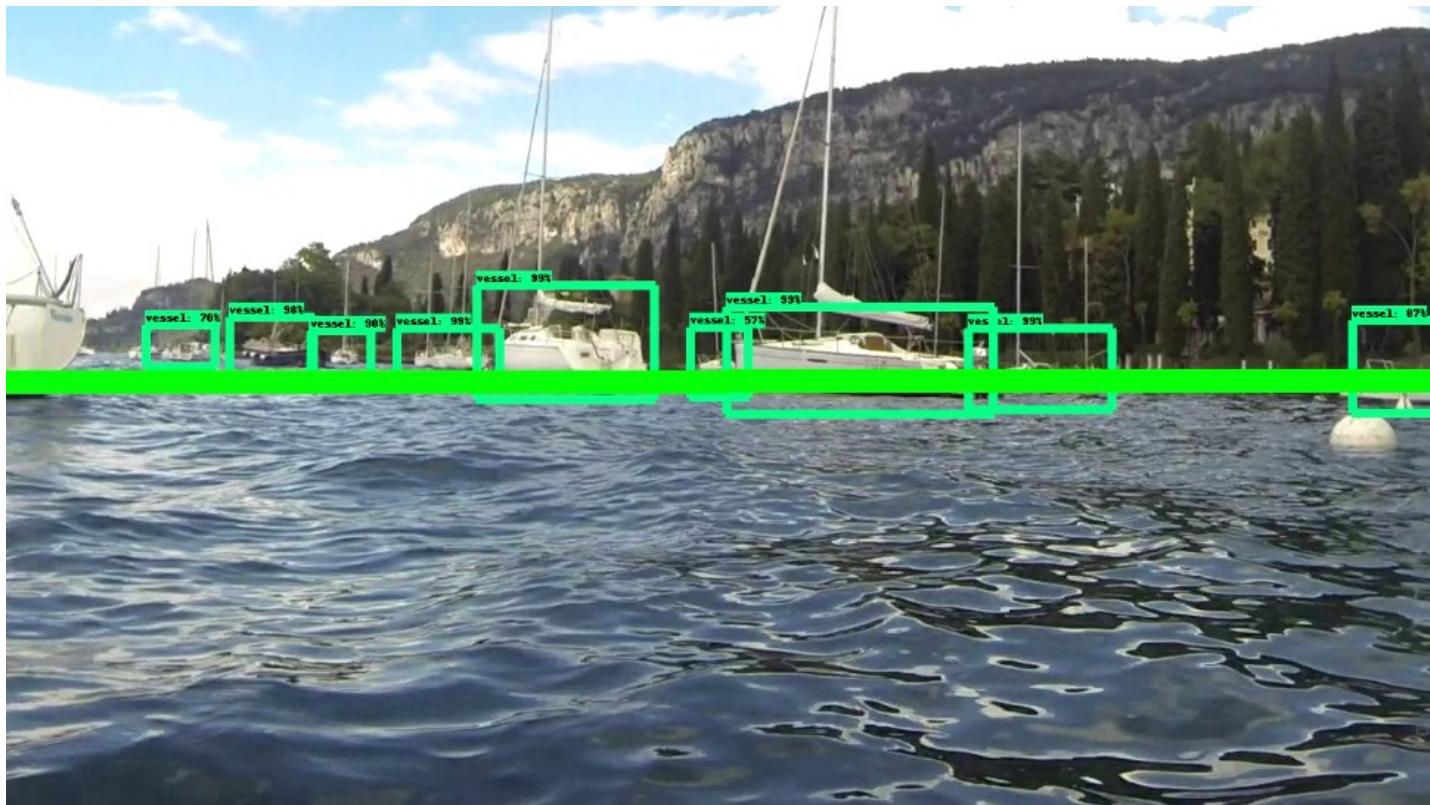
- **Propulsion system:** Electric
- **Propellers:** 2 Azimuth pods
- **Thrusters:** 2 Tunnel thruster
- **Battery pack:** 7 – 9 MWh

## Proximity sensors

- Radar
- Lidar
- AIS
- Camera
- IR camera

# Αυτόνομο Πλοίο – Όραση

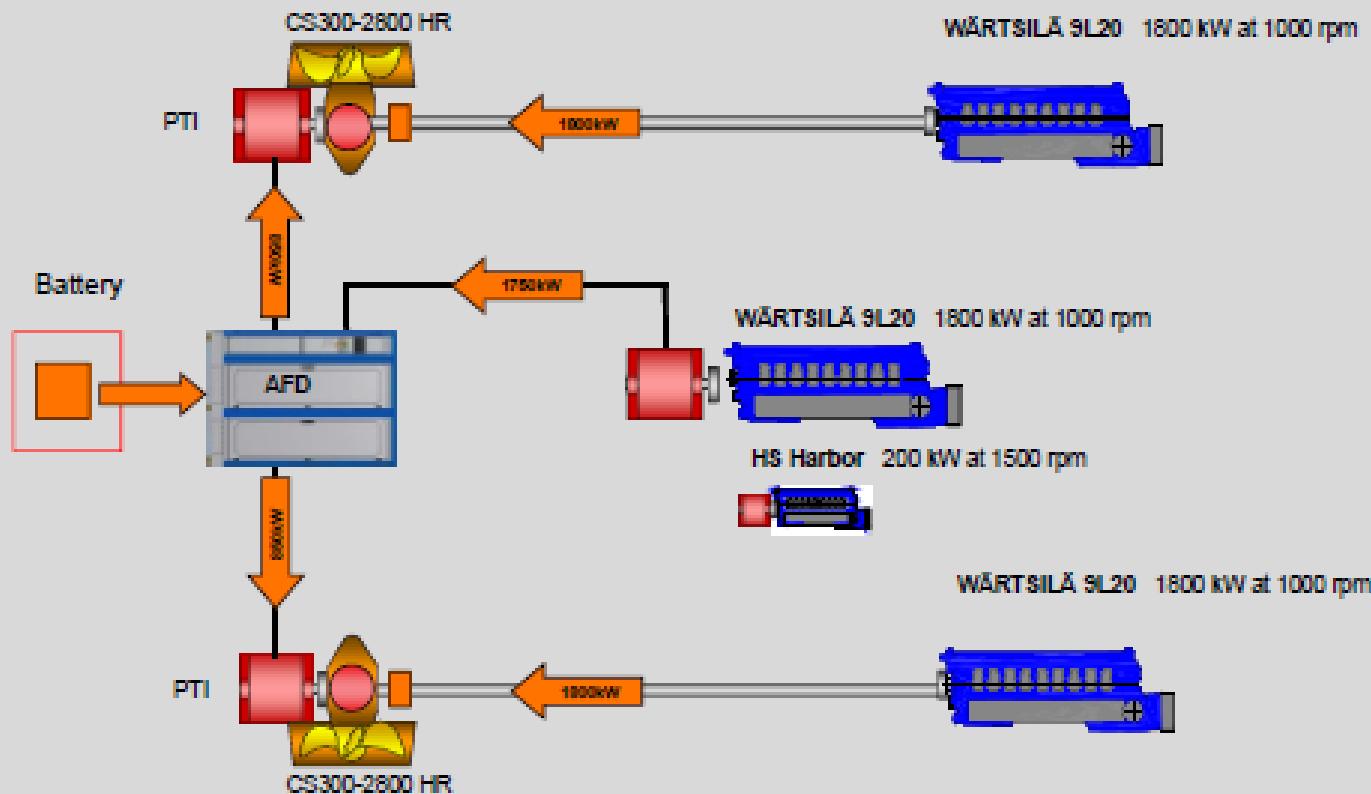
Επεξεργασία εικόνας για εντοπισμό σκαφών και  
ισάλου γραμμής (waterline)



Διπλωματική εργασία ΕΝΜ/ΣΝΜΜ, 7/2018, Αυτόματη οπτική αναγνώριση  
πλοίου και ισάλου γραμμής, Κ. Βασιλόπουλος

# Ναυπηγική: Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας

## Full hybrid – Assistance at 100% MCR



Από: ENERGY MANAGEMENT, OPTIONS FOR CONSIDERATION  
MANAGING CARBON EMISSIONS AND GHGS IN SHIPPING, TEUS VAN BEEK,  
WÄRTSILÄ NETHERLANDS, 2010

# Ναυπηγική: MARES AUV



Length	1.5 m
Diameter	20 cm
Weight in air	52 kg
Depth rating	100 m
Propulsion	2 horizontal + 2 vertical thrusters
Horizontal velocity	0-2 m/s, variable
Energy	Li-Ion batteries, 600 Wh
Autonomy/ Range	about 10 hrs / 40 km

Table 1. MARES main characteristics.

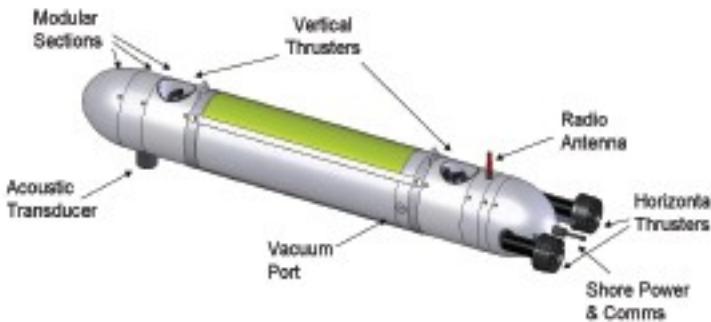


Fig. 2. MARES CAD model.



Fig. 3. MARES on-board computer.

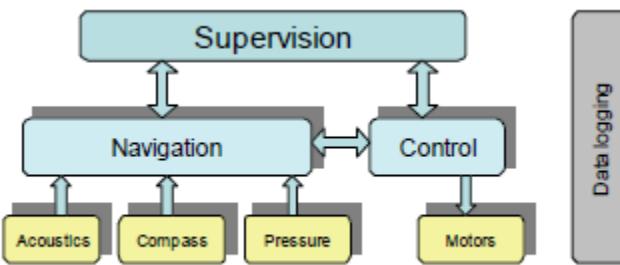


Fig. 6. Basic on-board software structure.

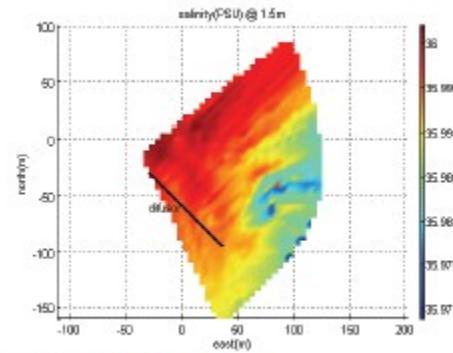


Fig. 7. Salinity map close to the sewage outfall diffuser.

# Ναυπηγική: Fin Stabilizers

## GYROFIN® Stabilisers

Sperry Marine  
GYROFIN® is the  
World's Leading  
Roll Stabiliser

- Benefits include:
- Improved safety and vessel performance
  - Increased passenger comfort
  - Enhanced cargo protection
  - Lower fuel costs
  - Reduced cargo lashing
  - Worldwide Sperry Marine Service



Sperry Marine, a leader in ship stabilisation, introduces the next generation of ship stabilisers that feature a new digital control system, the "Lift Control" design and upgraded machinery units. We have applied the latest advances in technology to a proven and robust design resulting in a system that truly delivers ship comfort and safety even in the roughest seas.



### Key Highlights

- Proven design to maximum performance and reliability
- Innovative "Lift Control" feature that enhances stabilisation efficiency and machinery service life
- Combined with lift control the fin unit, utilising a tail flap, improves the lift to drag ratio thereby, minimising drag and saving fuel
- New Digital Control System with serial connectivity and simple to use touchscreen controls
- Upgraded machinery elements to enhance performance and supportability
- Dedicated Project Management Team that provides an array of support services from technical consulting to commissioning

### How Lift Control Works

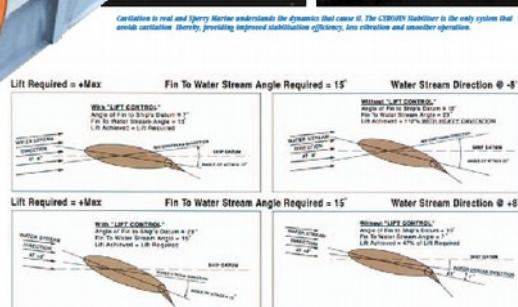
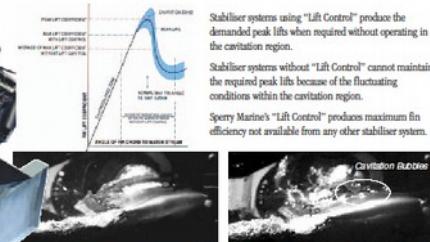
"Lift Control," a key feature of Sperry Marine's innovative and patented fin stabilisation system, is made possible by mounting displacement transducers within the fin shaft. The transducers produce an electrical signal proportional to the lift force generated by the angle of attack of the fin to

local water stream direction. This lift signal is compared with the instantaneous value of lift required for roll stabilisation. The difference is used to drive each fin until it achieves the desired lift, thereby automatically compensating for variations on the local water stream direction. The angle of the fin will change as needed until the desired lift is being achieved even though

the local water stream direction is continuously changing.

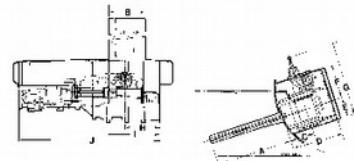
"Lift Control" prevents the fin from being driven at times into the Cavitation Zone and at other times from producing a sheerfall in lift. The lift forces required for stabilisation are more faithfully produced, giving an improved stabilisation efficiency.

### Lift Control Advantages



In the above illustrations we show examples of the conditions at a stabiliser fin with and without "Lift Control."

Sperry Marine



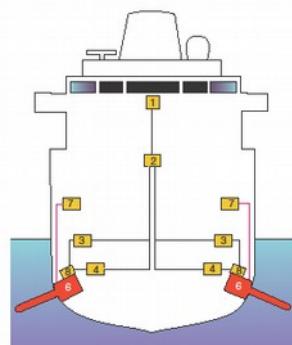
Sperry Marine  
GYROFIN®  
Stabiliser  
Sizes

MACHINERY SIZE	TYPICAL FIN AREA (M <sup>2</sup> )	APPENDIX UNIT WEIGHT (TONS)	TYPICAL DIMENSIONING PARAMETERS									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	3.00	17	18	3	1.2	0.75	1.61	0.65	1.15	2.51	1.35	5.57
2	6.7	33	26	6.95	1.83	0.98	2.20	0.82	1.26	3.15	1.85	7.15
3	10	52	55	4.44	2.25	1.20	2.45	0.91	1.72	3.84	2.20	9.06
4	15	81	65	5.77	2.8	1.30	2.79	1.05	2.10	4.14	2.22	9.98
5	22	105	100	6.94	3.32	1.76	3.34	1.30	2.67	5.25	2.8	11.77



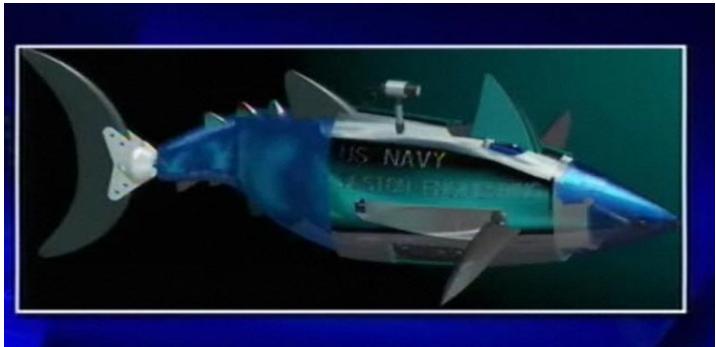
### Typical GYROFIN® Installation

1. Bridge Control Unit
2. Main Control Unit
3. Pump Motor Starter
4. Local Control Unit
5. Fin
6. Stabiliser Machinery Unit
7. Oil Header Tank
8. Hydraulic Power Unit



GYROFIN® Stabilisers

# Ναυπηγική: Μηχανικό Ψάρι (Robotic fish)



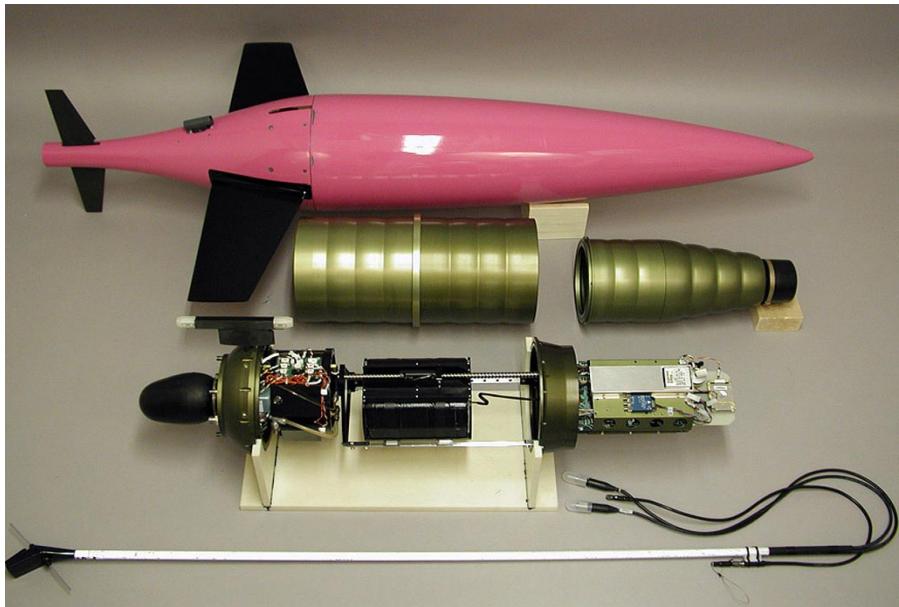
GhostSwimmer Spy Vehicle

<http://thefutureofthings.com/pod/5464/>

ghostswimmer-spy-vehicle.html

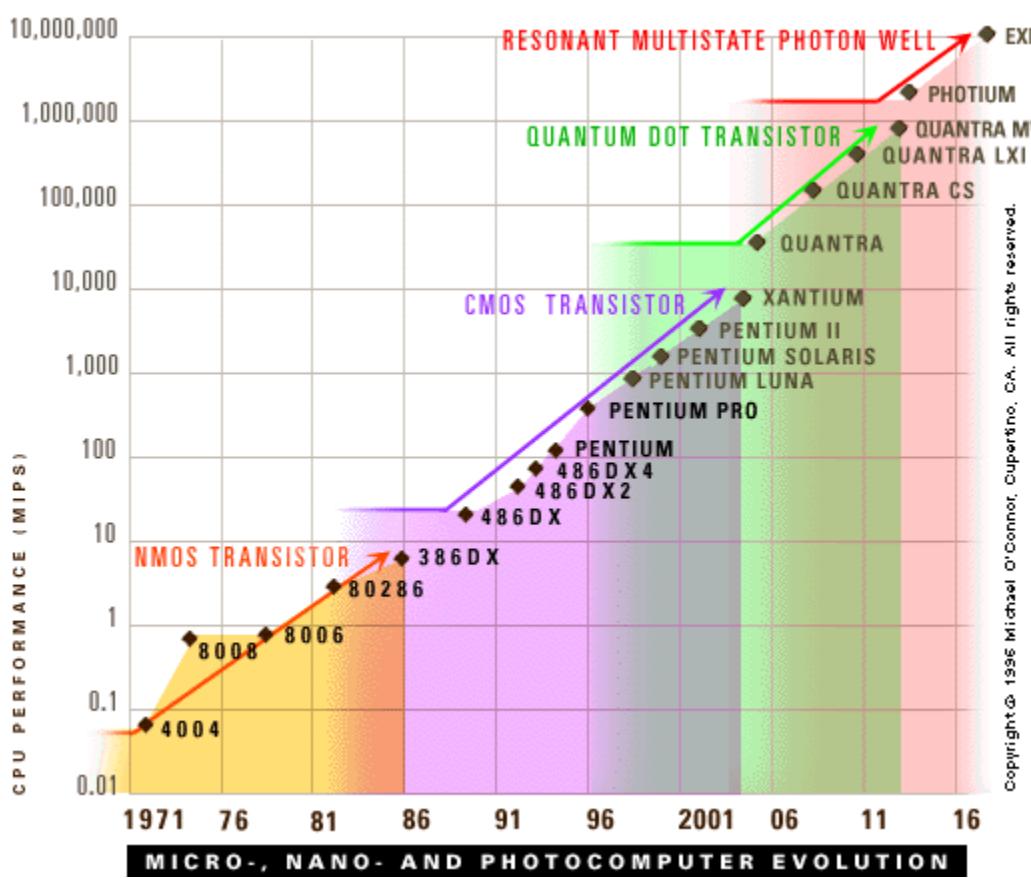
Michigan State University  
Robotic Fish video

Seagliders-University of Washington's Applied Physics Laboratory



<http://www.apl.washington.edu/projects/seaglider/summary.html>

# Εξελίξεις που Βοήθησαν τα ΣΑΕ

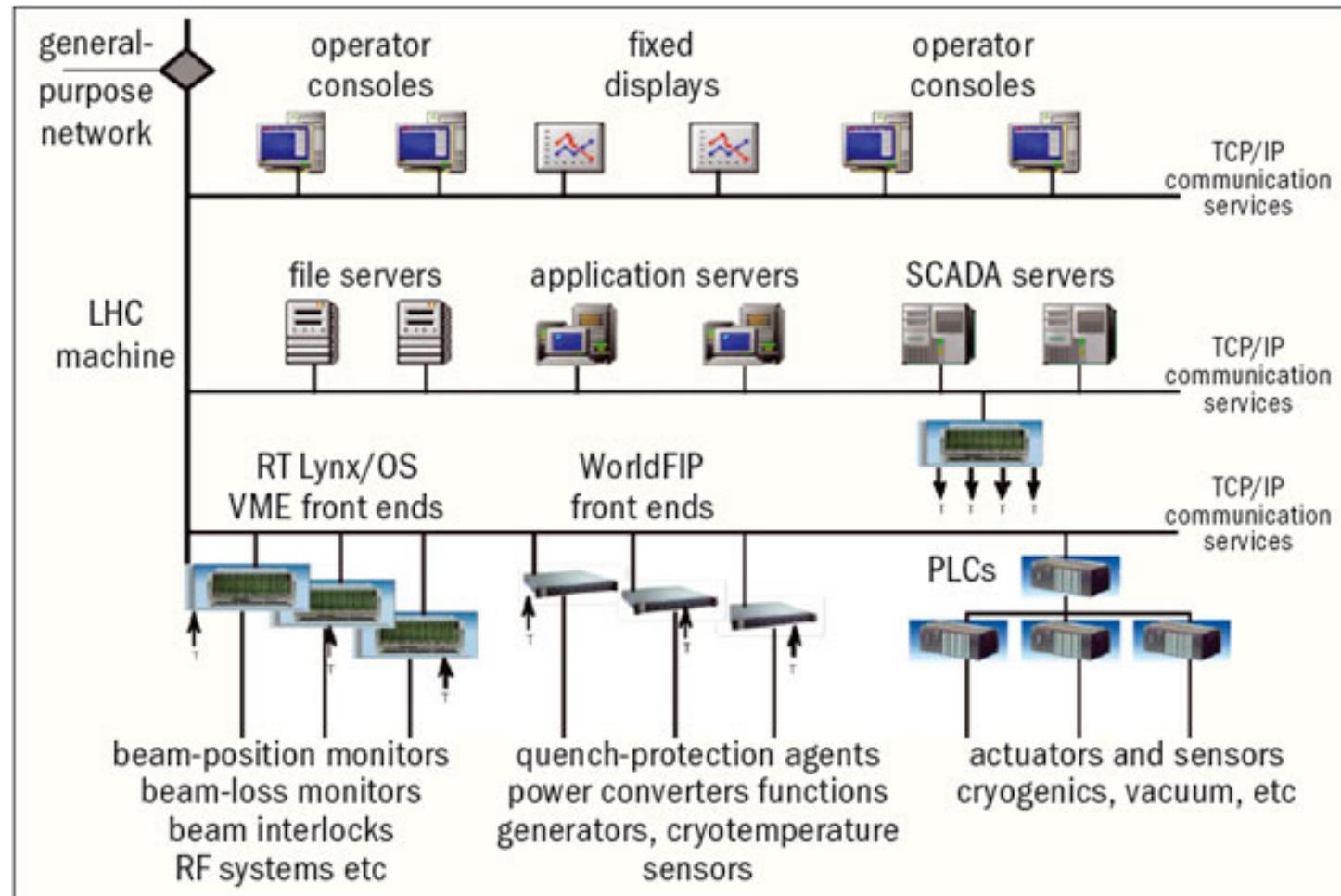


## Η ραγδαία εξέλιξη των υπολογιστών/μικροελεγκτών

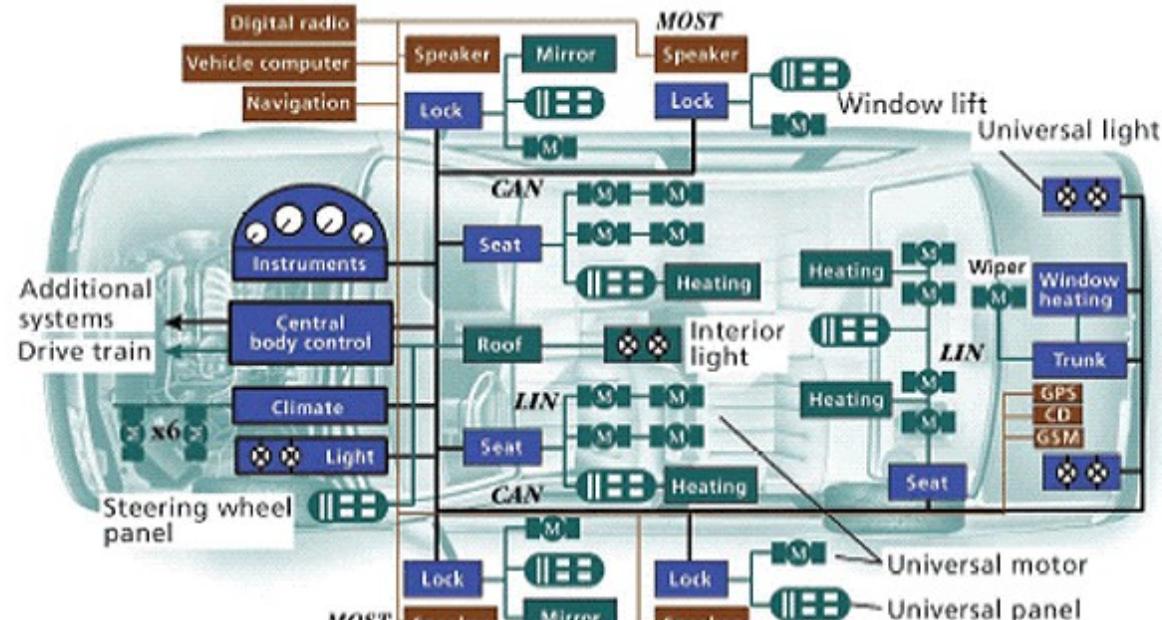
- Οι πρώτοι ελεγκτές ήταν αναλογικοί (κυκλώματα με transistors, αντιστάσεις, πυκνωτές, πηνία)
- Οι πρώτες εφαρμογές υπολογιστών (1970) δημιούργησαν μια νέα κατηγορία συστημάτων ελέγχου: τους ψηφιακούς ελεγκτές (digital controllers)
- Σήμερα πλέον όλες οι σύγχρονες εφαρμογές ελεγκτών χρησιμοποιούν (τουλάχιστον) έναν μικροεπεξεργαστή

# Αρχιτεκτονική Εγκατάστασης Ελέγχου

CERN LHC  
10/2014



# Αρχιτεκτονική Εγκατάστασης Ελέγχου



CAN Controller area network  
GPS Global Positioning System  
GSM Global System for Mobile Communications  
LIN Local interconnect network  
MOST Media-oriented systems transport

PEI Technologies

Δίκτυο  
Automotive CAN  
(Controller Area Network)

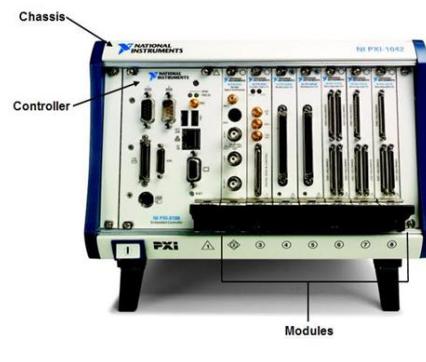
# Υπολογιστικές Πλατφόρμες - 1/3

Τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου υλοποιούνται σε πλήθος «βιομηχανικών» HY

- A) Σε κάρτες εντός του HY (δίαυλος PCI), με λειτουργικό windows/linux
- B) Σε εξειδικευμένο HY (τύπος PXI της National Instruments), με λειτουργικό NI
- C) Σε τύπο VME (δίαυλος VME), με λειτουργικό unix/linux
- D) Διάφορα φορμάτ: dSPACE



A: PCI



B: PXI

PCI eXtensions for Instrumentation



C: VME

iVME7210 VMEbus  
Processor Board



D: dSPACE

DS, scalexio,  
autobox

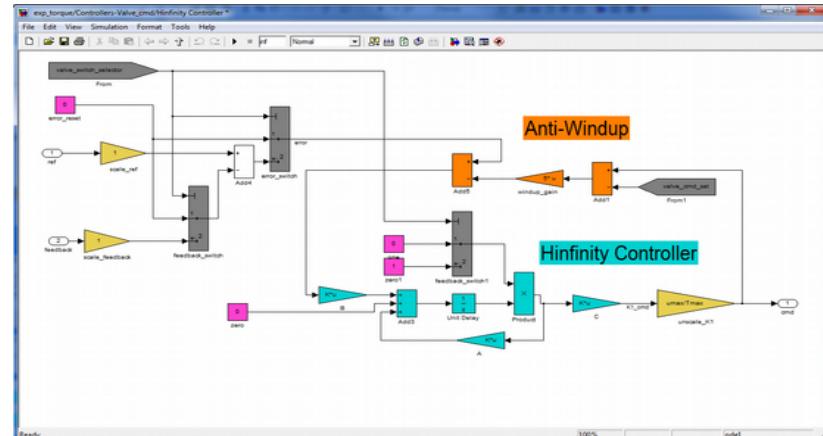
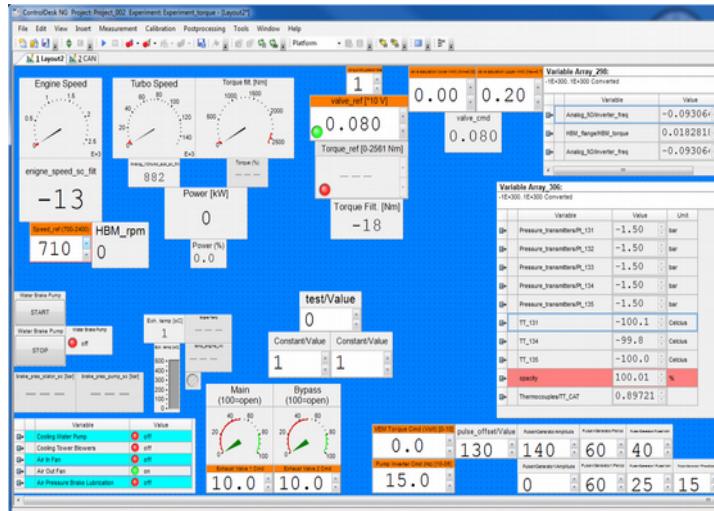
# Υπολογιστικές Πλατφόρμες - 2/3

## Engine Control Unit



dSPACE microAutobox

Οθόνες χειρισμού συστήματος ελέγχου κινητήρα CAT στο ΕΝΜ/ΣΝΜΜ



# Υπολογιστικές Πλατφόρμες - 3/3

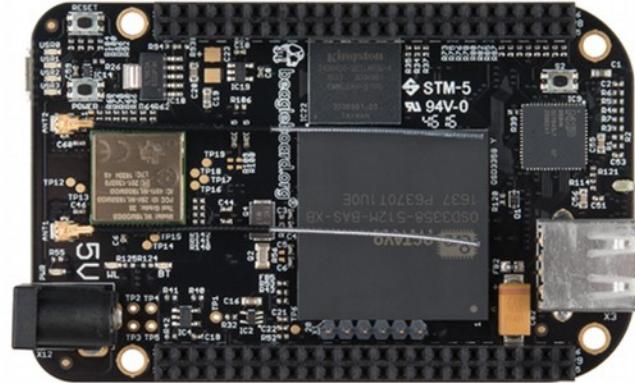
Πλατφόρμα Arduino  
**UNO**



Πλατφόρμα Raspberry  
Pi B+ (Linux)



Πλατφόρμα Texas Instruments:  
**BeagleBone Black WiFi** (Linux)

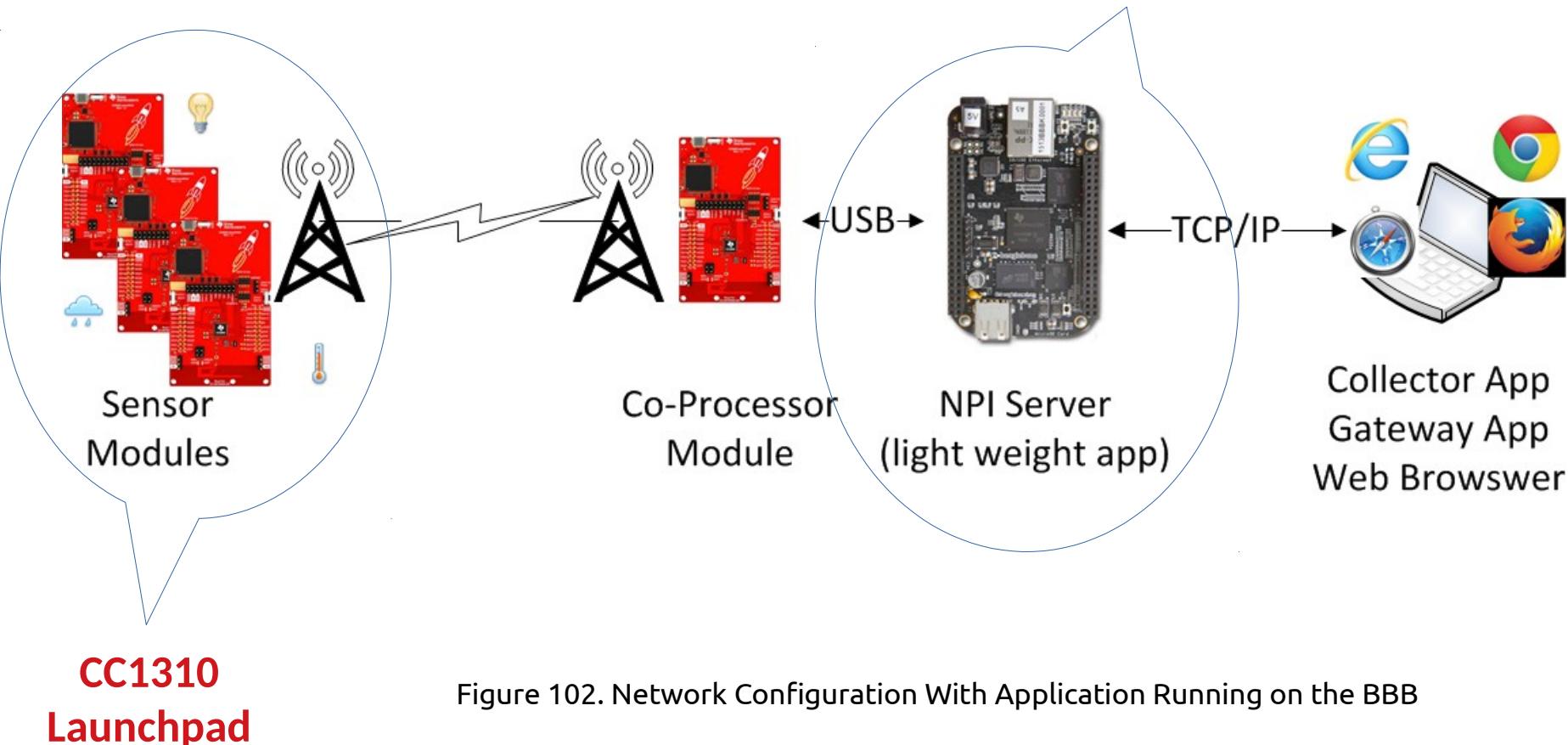


**CC1310  
Launchpad**

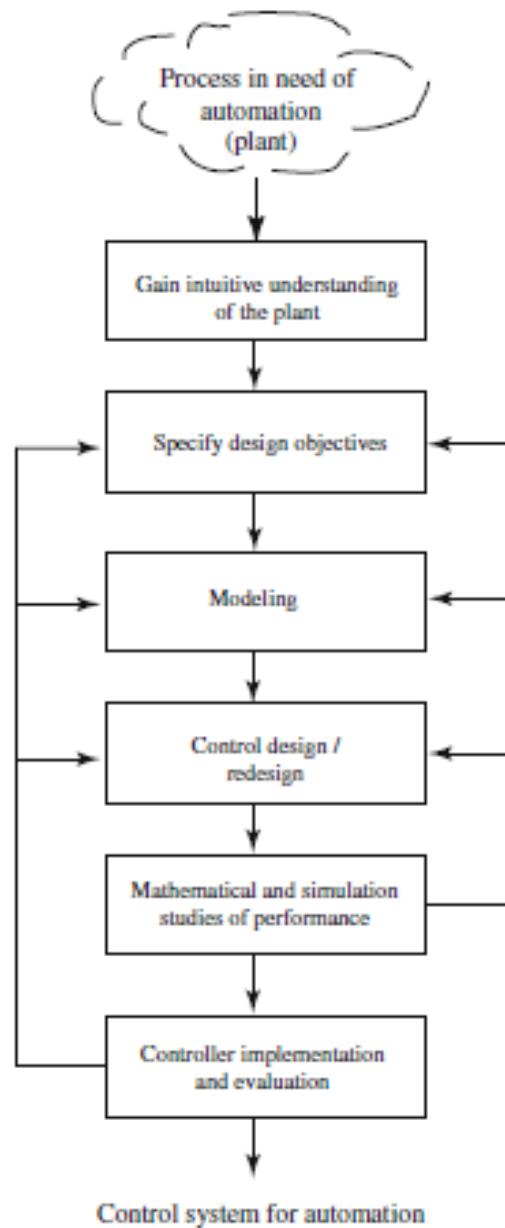


# Υπολογιστικές Πλατφόρμες - Εφαρμογή

Πλατφόρμα **Texas Instruments:**  
**BeagleBone Black (Linux)**

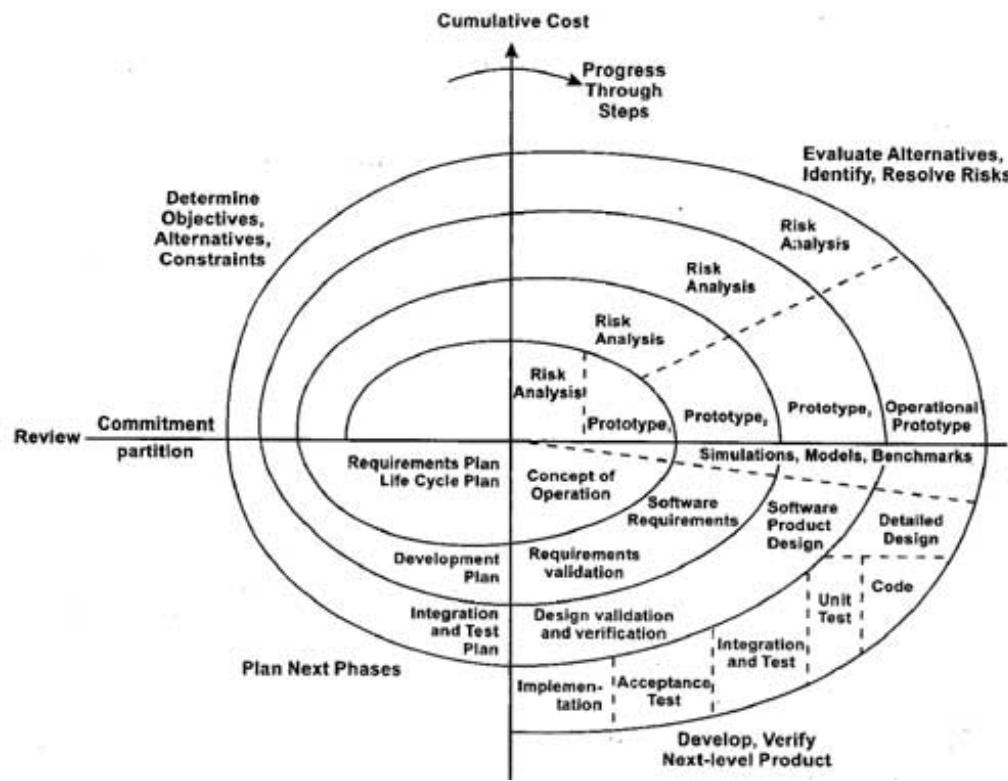


# Ανάπτυξη Συστήματος Ελέγχου



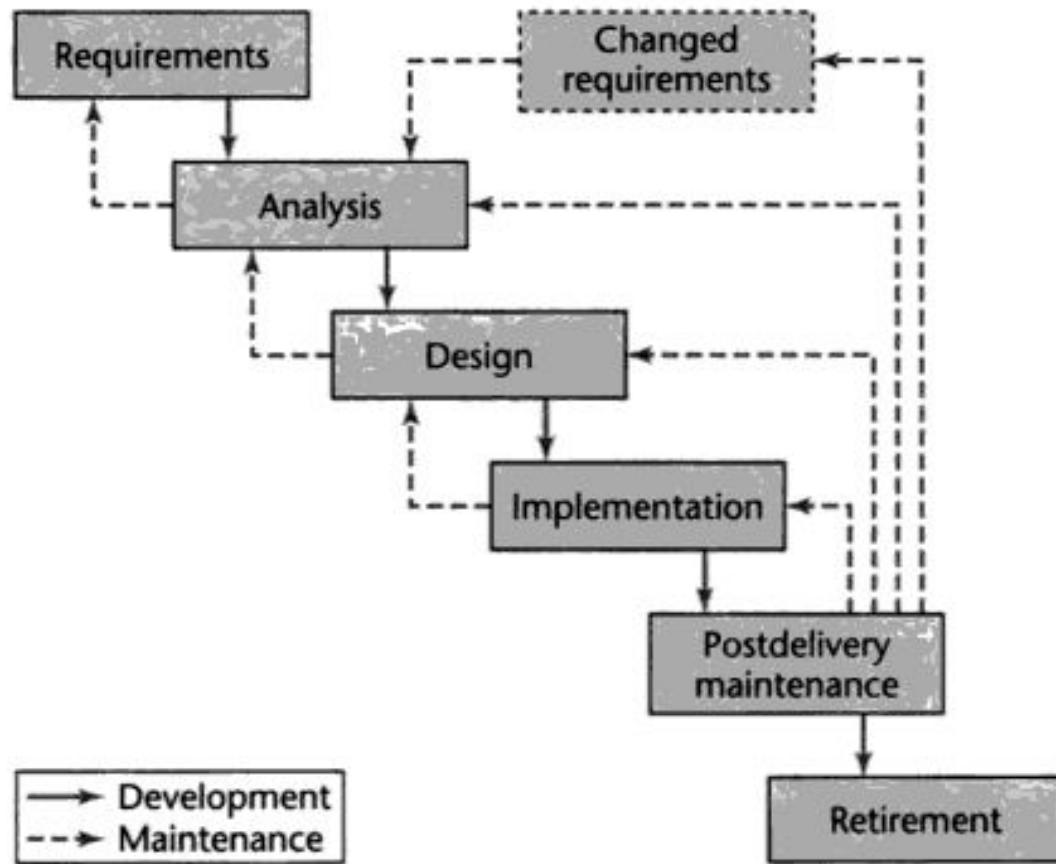
Passino, K., Biomimicry for Optimization, Control, and Automation, Springer-Verlag London Limited, 2005

# Software Engineering: Μέθοδος «Spiral»



- Το σπειροειδές μοντέλο παρουσιάστηκε το 1986 από τον Barry Boehm
- Δίνεται έμφαση στην ανάλυση κινδύνου
- Υπάρχουν 4 φάσεις: Planning, Risk Analysis, Engineering και Evaluation.
- Ένα πρόγραμμα λογισμικού περνά επανειλημμένα μέσα από αυτές τις φάσεις στις επαναλήψεις (σπείρες)

# Software Engineering: Μέθοδος «Waterfall»

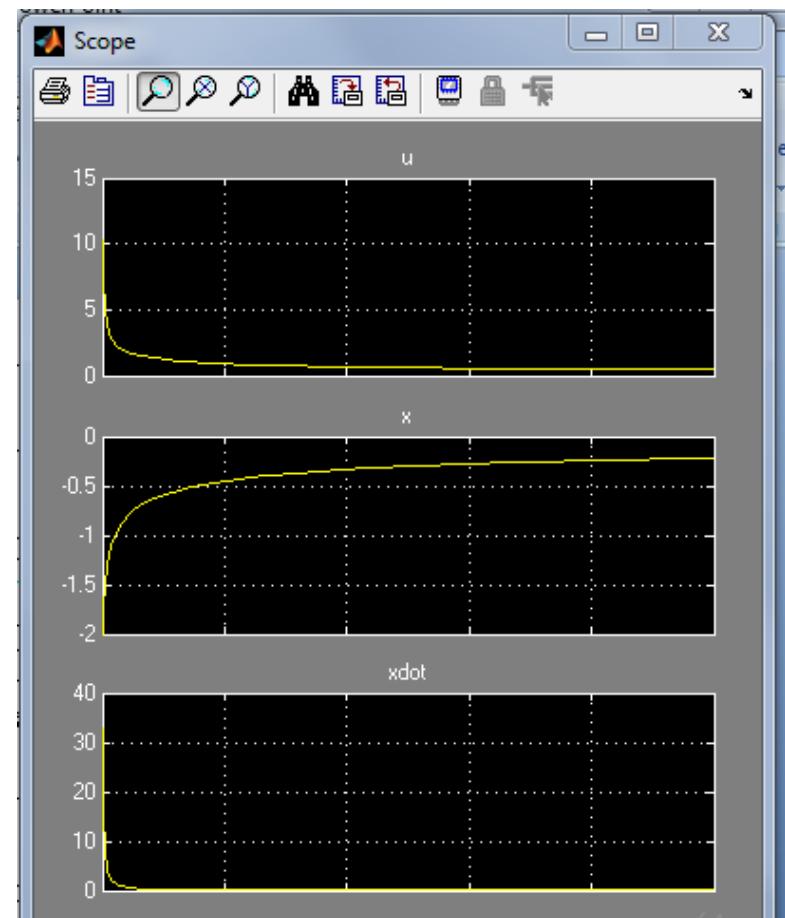
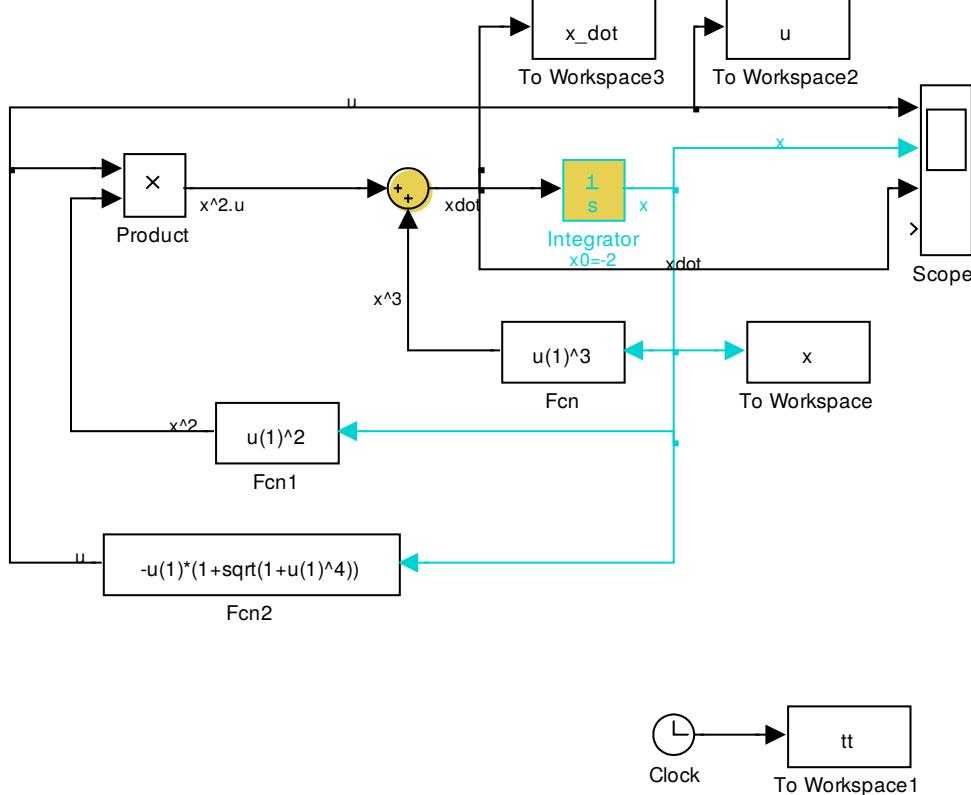


- Το μοντέλο καταρράκτη είναι μια διαδοχική διαδικασία σχεδιασμού, στην οποία η πρόοδος θεωρείται ότι 'ρέει' σταθερά προς τα κάτω σαν καταρράκτης' σε όλες τις φάσεις της σύλληψης, ανάλυσης, σχεδιασμού, κατασκευής, δοκιμών, παραγωγής/υλοποίησης και συντήρησης.

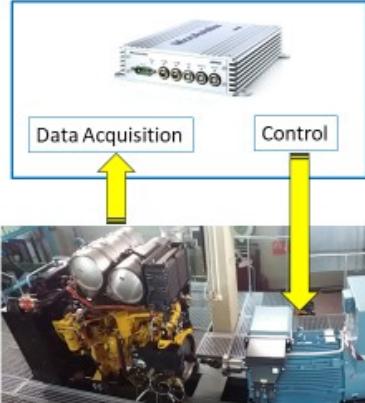
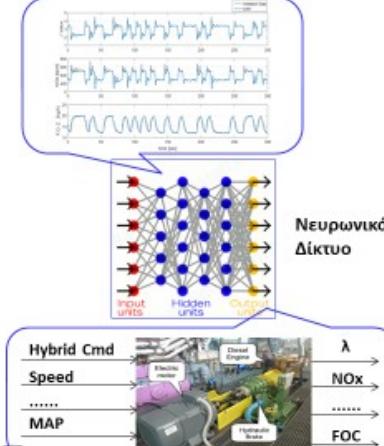
# MATLAB

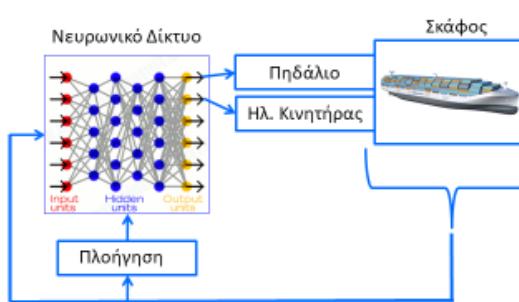
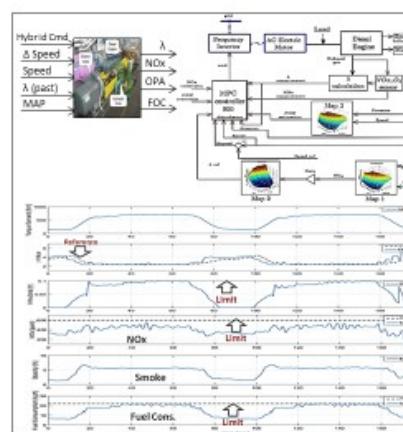
# MATLAB/Simulink

Εκτενής χρήση: υπολογισμοί, σχεδιασμός ελεγκτών, προσομοίωση, real time control, κλπ



# Διπλωματικές Εργασίες ΕΝΜ

<p><b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΕΛΕΓΚΤΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Στα πλαίσια της εργασίας θα εγκατασταθεί και θα τεθεί σε λειτουργία πλατφόρμα δειγματοληφίας και ελέγχου dSPACE Microautobox II που διαθέτει το ENM.</li> <li>• Η επικοινωνία της πλατφόρμας με αισθητήρια και επενεργητές γίνεται μέσω σημάτων τάσης, ρεύματος αλλά και δικτύου CAN.</li> <li>• Χρήση MATLAB/Simulink και dSPACE Realtime Toolbox.</li> </ul> <p>Πληροφορίες: - Δρ. Γεώργιος Παπαλάμπρου Λέκτορας ΕΜΠ Τηλ. 210 7721 793 george.papalambrou@ime.ntua.gr</p> <p>ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ </p> <p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ <a href="http://www.ime.ntua.gr">www.ime.ntua.gr</a> </p>	<p><b>ΠΡΩΤΑΗ 2017 ΓΙΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b></p> <p><b>Δημιουργία μοντέλου μηχανής στην εγκατάσταση πρόωσης του ΕΝΜ με χρήση νευρωνικού δίκτυου</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Στην εργασία αυτή προβλέπεται η δημιουργία μοντέλου μηχανής υπόζελ βασισμένο σε νευρωνικό δίκτυο.</li> <li>• Αντικείμενο της εργασίας είναι η εξοπλισμός με σχετικές έννοιες, η επιλογή αρχιτεκτονικής του νευρωνικού δίκτυου και η χρήση κατάλληλων αριθμητικών δεδομένων από προηγούμενη λειτουργία της πειραματικής εγκατάστασης του ΕΝΜ.</li> <li>• Χρήση κατάλληλου λογισμικού για νευρωνικά δίκτυα.</li> </ul> <p>Πληροφορίες: - Γεώργιος Παπαλάμπρου Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ Τηλ. 210 7721 793 george.papalambrou@ime.ntua.gr</p> <p>ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ </p> <p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ <a href="http://www.ime.ntua.gr">www.ime.ntua.gr</a> </p>
--	---

<p><b>ΠΡΩΤΑΗ 2017 ΓΙΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b></p> <p><b>Αυτόματος Πιλότος Πορείας Σκάφους με Χρήση Νευρωνικού Δίκτυου</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Με βάση το ακάθιστο συμμετοχής στον αγώνα Hydrocontest 2017, θα σχεδιασθεί Αυτόματος Πιλότος Πορείας βασισμένος σε νευρωνικό δίκτυο.</li> <li>• Τα πειραματικά δεδομένα θα προέρχονται από πραγματικές δοκιμές σε δεξαμενή/θάλασσα.</li> <li>• Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η εξοπλισμός με σχετικές έννοιες, η επιλογή αρχιτεκτονικής του νευρωνικού δίκτυου και η υλοποίηση του συστήματος πλήρης.</li> <li>• Χρήση κατάλληλου λογισμικού για νευρωνικά δίκτυα.</li> </ul> <p>Πληροφορίες: - Γεώργιος Παπαλάμπρου Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ Τηλ. 210 7721 793 george.papalambrou@ime.ntua.gr</p> <p>ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ </p> <p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ <a href="http://www.ime.ntua.gr">www.ime.ntua.gr</a> </p>	<p><b>ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ</b></p> <p><b>Σχεδιασμός ελεγκτή τύπου MPC για τον έλεγχο της υβριδικής ντιζελ-ηλεκτρικής εγκατάστασης του ΕΝΜ.</b></p>  <p>Ονοματεπώνυμο Σπουδού: Πλάνος Νικόλαος</p> <p>Σε αυτή την εργασία, διερεύνεται η διανοτότητα χρησηπολίτησης ελεγκτή με μοντέλο πρόβλεψης για θεωρητική ναυπηγητική νοοτροπία. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η διανοτότητα μοντέλοποιησής στο μεμβρανούσιο συστήμα. Επίσης, πραγματίσθηκε η ανάδρομη την μεσογείου ειδούσεων-ειδούσεων του αισιόδομου προσαρτήματος του συστήματος, για κατανόηση της συστήματος πρόβληματος από τη γραμμή των καθυστερήσεων των ουσιών και την εξόφληση την γνώση για τη μελλοντική αποτίμηση του συστήματος από την πλευρά της εργασίας.</p> <p>Ο αποτέλεσμα την ΉΠΕC ζητούντων πιστοποίησης παραστάθηκε στην ιεράθεοντα παραστάση του ΕΝΜ, όπου αποδείχθηκε ο αισιόδομος όγκος του συστήματος κατά τη διάρκεια της μεταπολιτικής φάσης δύο αφού την μείωση της περικύκλωσης ρύθμισης στις εκπομπές καυσαερίου και τη διεύρυνση της καταπλάκωσης καυσιμών και ηλ. ενέργειας μέσω της απορροής των διεπαρχιακών, υποστηρώντας παράλληλα τους πειραματικούς εισόδου και εξόδου του συστήματος.</p> <p>Η απόδειξη την ΉΠΕC ζητούντων πιστοποίησης παραστάθηκε στην ιεράθεοντα παραστάση του ΕΝΜ, όπου αποδείχθηκε ο αισιόδομος όγκος του συστήματος κατά τη διάρκεια της μεταπολιτικής φάσης δύο αφού την μείωση της περικύκλωσης ρύθμισης στις εκπομπές καυσαερίου και τη διεύρυνση της καταπλάκωσης καυσιμών και ηλ. ενέργειας μέσω της απορροής των διεπαρχιακών, υποστηρώντας παράλληλα τους πειραματικούς εισόδου και εξόδου του συστήματος.</p> <p>Γ. Παπαλάμπρου, Ν. Κυρτσος, Κ. Κυριακόπουλος</p> <p>Ημερομηνία Εξότασης: 02/11/2018 Βαθμός: 10</p> <p>ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ </p> <p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ <a href="http://www.ime.ntua.gr">www.ime.ntua.gr</a> </p>
---	---

# Διπλωματικές Εργασίες ΕΝΜ

The screenshot shows a web browser window with the URL [www.lme.ntua.gr:8080/academic-info-1/diploma-theses](http://www.lme.ntua.gr:8080/academic-info-1/diploma-theses). The page title is "Διπλωματικές Εργασίες - Diploma Theses". A red box highlights several thesis projects listed under "Θέματα Προσφερόμενων Διπλωματικών Εργασιών 2017-18".

Θέμα	Περισσότερα...
NK22 ΑΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ-ΕΛΙΚΑΣ-ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ, ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΣ ΥΠΟΨΗ ΡΥΘΜΩΝ ΣΑΤΤΡΑΣ, ΒΥΔΥΣΜΑ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ32 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΥΚΛΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΩΝ ΠΡΟΩΣΗΣ ΜΕΣΩ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΠΛΟΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ33 ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ / ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΥΠΟΥ MPC ΣΤΗΝ ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΝΤΗΣΕΛΟ-ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΩΣΗΣ (3 Θέματα)	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ34 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΝΤΙΖΕΛ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ35 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΤΑΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ36 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΠΡΟΠΕΛΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΩΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
NK02 INVESTIGATION OF NULLIFYING EFFECTS OF EIGENMODES WITH THE AID OF A 2 DOF TORSIONAL OSCILLATOR	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ19 (ΑΝΕΤΕΘΗ) ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ HIPPO-2 ΤΟΥ ΕΝΜ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
NK06 (ΑΝΕΤΕΘΗ) ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΥΖΩΝΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΥΣΗΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΡΥΠΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ 2-X ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ	<a href="#">Περισσότερα...</a>
ΓΠ10 (ΑΝΕΤΕΘΗ) ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	<a href="#">Περισσότερα...</a>



