

ΕΕ-6011: ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ & ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	
Τμήμα	Ηλεκτρονικής
Τίτλος Μαθήματος	ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ & ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
Κωδικός Μαθήματος	ΕΕ-6011
Θεωρία / Εργαστήριο	Θεωρία + Εργαστήριο
Εξάμηνο Διδασκαλίας	ΣΤ
Πιστωτικές μονάδες	6
Ώρες Διδασκαλίας	3Θ+2Ε
Φόρτος Εργασίας	170
Υποχρεωτικό / Επιλογής	Υποχρεωτικό
Υπεύθυνος Μαθήματος	Καλτσάς Γρηγόριος
Διδάσκων	Καλτσάς Γρηγόριος
Επικουρικό Προσωπικό	Κουλούρας Γρηγόριος
Τρόπος Διδασκαλίας	Θεωρητική Διδασκαλία, Εποπτευόμενο Εργαστήριο, Ασκήσεις, Εξετάσεις
Αξιολόγηση	Τελική Εξέταση, Εργασίες Τελική εξέταση 50%, Εργαστήριο 50%
Προαπαιτούμενα	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	
<p>Σκοπός</p> <p>Ο κύριος στόχος του μαθήματος είναι η εξοικείωση των φοιτητών με την τεχνολογία των μικροελεγκτών και των ενσωματωμένων συστημάτων. Στα πλαίσια του μαθήματος αναλύεται διεξοδικά η χρήση και ο προγραμματισμός μικροελεγκτών της οικογένειας AVR της Atmel. Ο προγραμματισμός διεξάγεται σε γλώσσα ανωτέρου επιπέδου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται το πακέτο AVR Codevision. Ειδικότερα εξετάζονται οι βασικές δομές προγραμματισμού, η χρήση της σειριακής επικοινωνίας, και των διατάξεων LCD. Παράλληλα αναλύεται η λειτουργία των διακοπών και των ενσωματωμένων διατάξεων A/D. Ένας επιπρόσθετος στόχος είναι η εισαγωγή των φοιτητών στην έννοια του προγραμματισμού πραγματικού χρόνου. Παράλληλα αναλύονται οι βασικές δομές ενσωματωμένων συστημάτων και η μεθοδολογία ανάπτυξης και υλοποίησής τους.</p>	

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Έχοντας ολοκληρώσει επιτυχώς το μάθημα οι σπουδαστές θα είναι σε θέση να:

- Σχεδιάζουν και να υλοποιούν διατάξεις αυτοματισμού μέσω του μικροελεγκτή AVR.
- Προγραμματίζουν και να χρησιμοποιούν τα βασικά περιφερικά (A/D, UART, LCD, EEPROM).
- Αλληλεπιδρούν με εξωτερικές διατάξεις αισθητήρων (ψηφιακών και αναλογικών) και ενεργοποιητών (actuators).
- Αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά προβλήματα που απαιτούν προγραμματισμό πραγματικού χρόνου με χρήση διακοπών.
- Σχεδιάζουν, αναπτύσσουν και υλοποιούν ενσωματωμένα συστήματα ειδικών προδιαγραφών.

Αντικείμενα που καλύπτονται

1. Εισαγωγή στις ενσωματωμένες διατάξεις

- Τι είναι τα ενσωματωμένα συστήματα
- Βασικά μέρη ενσωματωμένων διατάξεων
- Σύγχρονες εφαρμογές
- Επισκόπηση μικροελεγκτών

2. Προγραμματισμός του μικροελεγκτή Atmel – AVR σε γλώσσα C μέσω του λογισμικού AVR CodeVision

- Γενικό Περίγραμμα Προγράμματος
- Σχόλια (Comments)
- Τύποι Δεδομένων (Data Types)
- Συναρτήσεις (Functions)
- Μεταβλητές (Variables)
- Σταθερές (Constants)
- Ορισμός Διεύθυνσης Αποθήκευσης Γενικών Μεταβλητών Στην SRAM
- Μεταβλητές Τύπου Bit (Bit Variables)
- Μετατροπές Τύπων
- Δείκτες (Pointers)
- Προσπέλαση Της EEPROM
- Δομές (Structures)
- Ορισμοί – Μακροεντολές (Definitions – Macros)
- Χρήση Διακοπών (Interrupts)
- Ενσωμάτωση Προγραμμάτων Συμβολικής Γλώσσας
- Προσπέλαση Καταχωρητών Εισόδου/Εξόδου
- Προσπέλαση Των Καταχωρητών Εισόδου/Εξόδου Σε Επίπεδο Bit
- Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης (Library Functions)
- Συναρτήσεις Καθυστέρησης (Delay Functions)
- Συναρτήσεις Τύπου Χαρακτήρων (Character Type Functions)
- Προκαθορισμένες Συναρτήσεις Εισόδου/Εξόδου (Standard C Input/Output Functions)

- Προκαθορισμένες Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης (Standard Library Functions)
- Μαθηματικές Συναρτήσεις (Mathematical Functions)
- Συναρτήσεις Γραμματοσειράς (String Functions)
- Συναρτήσεις Προσπέλασης Μνήμης (Memory Access Functions)
- Συναρτήσεις LCD Για Οθόνες Που Υποστηρίζουν Μέχρι 2x40 Χαρακτήρες
- Συναρτήσεις LCD Χαμηλού Επιπέδου
- Συναρτήσεις LCD Υψηλού Επιπέδου
- Σειριακή επικοινωνία
- Χρήση LCD
- Χρήση του ενσωματωμένου ADC
- Χρήση διακοπών (Interrupts)
- Χρήση χρονιστών – μετρητών
- Χρήση διαμόρφωσης παλμών (pulse wave modulation)

3. Αρχιτεκτονική Λογισμικού για Ενσωματωμένα Συστήματα

- Αρχιτεκτονική Απλού βρόγχου επανάληψης
- Αρχιτεκτονική με χρήση διακοπών (interrupts)
- Πολυδιεργασία - Πολυνηματοποίηση (multi-tasking ή multi-threading)

4. Σχεδιασμός Ενσωματωμένου Συστήματος

- Χαρακτηριστικά συσκευής
- Επιλογή Υλικού και Αρχιτεκτονικής Λογισμικού
- Υλοποίηση Συστήματος και Ολοκλήρωση συσκευής
- Μαζική παραγωγή συσκευής

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Εργαστηριακή εκπαίδευση των φοιτητών πραγματοποιώντας 13 εργαστηριακές ασκήσεις εστιασμένες στα βασικότερα αντικείμενα της θεωρητικής διδασκαλίας. Οι ασκήσεις θα είναι προσανατολισμένες πάνω στα ακόλουθα πεδία:

Άσκηση 1: Αναπτυξιακή διάταξη STK600

Άσκηση 2: Εξοικείωση στο περιβάλλον προγραμματισμού AVR CodeVision

Άσκηση 3: Περίγραμμα προγράμματος σε γλώσσα C για τους μικροελεγκτές AVR

Άσκηση 4-5: Αμφίδρομες Πόρτες Εισόδου/Εξόδου (I/O)

Άσκηση 6-7: Χρήση αλφαριθμητικής οθόνης LCD

Άσκηση 8: Σειριακή πόρτα USART

Άσκηση 9: Μετατροπές Αναλογικού σήματος σε ψηφιακό

Άσκηση 10: Χρονιστές/Μετρητές

Άσκηση 11: PWM με την χρήση χρονιστών

Άσκηση 12: Διανύσματα Διακοπών

Άσκηση 13: Μετατροπές Ψηφιακού σήματος σε αναλογικό

Διδακτικές και Μαθησιακές δραστηριότητες

Οι μέθοδοι διδασκαλίας περιλαμβάνουν:

- Παραδοσιακή διδασκαλία με διαλέξεις στις οποίες χρησιμοποιούνται τεχνολογίες πολυμέσων και το διαδίκτυο για αμεσότερη και παραστατικότερη συλλογή πληροφοριών
- Επίλυση ασκήσεων
- Εργαστηριακές επιδείξεις
- Επιβλεπόμενες εργαστηριακές ασκήσεις
- Εξομοιώσεις με χρήση Η/Υ μέσω εξειδικευμένου λογισμικού (AVR CodeVision).

Οι μαθησιακές δραστηριότητες περιλαμβάνουν

- Χρήση από τους σπουδαστές εργαστηριακών οργάνων και υλικών για την υλοποίηση και ανάλυση κυκλωμάτων μικροελεγκτών
- Επίλυση ασκήσεων
- Υλοποίηση ομαδικών εργασιών
- Χρήση λογισμικού για σχεδίαση και εξομοίωση κυκλωμάτων και διατάξεων αυτοματοποίησης
- Ατομική μελέτη
- Εξετάσεις (γραπτές ή και προφορικές)

Βιβλιογραφία

Ελληνική:

- Πεκμεστζη Κιαμαλ «Συστήματα Μικροϋπολογιστών 2, Μικροελεγκτές AVR και PIC» ISBN: 9602662697, Εκδόσεις Συμμετρία (45471)
- Σ. Αλατσαθιανός “Εισαγωγή στη ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ και στα ενσωματωμένα συστήματα” ISBN: 978-960-92596-2-0 (8297)
- Dix Alan J., Finlay Janet E., Abowd Gregory D., Beale Russell “Επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή”, ISBN: 960-512-503, Γκιούρδας Εκδοτική (12304)
- «Προγραμματίζοντας τον μικροελεγκτή AVR» Gadre Dhananjay, Εκδόσεις Τζιόλα, 2001
- «Έλεγχος κυκλωμάτων και μετρήσεων με Η/Υ» Πεταλάς Ιωάννης, Καλόμοιρος Ιωάννης, Μπουλταδάκης Στυλιανός, Εκδόσεις Τζιόλα, 2001

Ξενόγλωσση:

- “Programming Microcontrollers in C (Embedded Technology Series)” Ted VanSickle, Newnes, Second edition, 2000
- “The Microcontroller Application Cookbook (Microcontroller Application Cookbooks)” Matt Gilliland, Woodglan Press , 2000
- “Embedded Microcontrollers” Todd D. Morton, Prentice Hall, 1st edition, 2001
- “Exploring C for Microcontrollers: A Hands on Approach” Jivan S. Parab, Vinod G. Shelake, Rajanish K. Kamat, Gourish M. Naik, Springer, 1 edition , 2007
- “Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware Engineering” Fredrick M. Cady, Oxford University Press, USA , 1997
- “Microcontroller Based Applied Digital Control” Dogan Ibrahim, Wiley, 2006
- “C Programming for Microcontrollers Featuring ATMEL's AVR Butterfly and the free WinAVR Compiler” Joe Pardue, Smiley Micros, 2005
- “Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems)” Steven F. Barrett, Daniel Pack, Mitchell Thornton, Morgan & Claypool Publishers, 2007
- “Microcontrollers in Practice (Springer Series in Advanced Microelectronics)” Ioan Susnea, Marian Mitescu, Springer, 1 edition, 2005
- “Handbook of Microcontrollers” Michael Predko, McGraw-Hill/Tab Electronics, Pap/Com edition, 1998
- “AVR RISC Microcontroller Handbook” Claus Kuhnel , Newnes, 1998
- “Introduction to Microprocessors and Microcontrollers” John Crisp, Newnes, 2004
- “Automotive Microcontrollers (Progress in Technology)” Ronald K. Jurgen, SAE International, 1999

EE-6011 – MICROCONTROLLERS AND EMBEDDED SYSTEMS

BASIC INFORMATION	
Department	Electronics
Course Title	MICROCONTROLLERS AND EMBEDDED SYSTEMS
Course Code	EE-6011
Theory /Lab	Theory + Lab
Semester	6 th
ECTS Credit Units	6
Teaching Hours	3 Theory + 2 Lab
Working Load	170
Obligatory / By Choice	Obligatory
Unit Leader	Kaltsas Grigoris
Teacher	Kaltsas Grigoris
Assistants	Koulouras Grigoris
Teaching	Lectures, Lab, Exercises, Exams
Assessment	Final Exam, Exercises Final Exam 50%, Laboratory 50%
Prerequisites	
DESCRIPTION	
<p>Aim</p> <p>The main objective of this course is to familiarize students with the technology of microcontrollers and embedded systems. The utilization and the programming of the Atmel AVR microcontroller family will be discussed in detail during the course. The programming will be conducted at a higher level language, thus the AVR Codevision package will be used. Specifically will be analyzed and presented issues such as the basic programming structure, the use of serial communication and the LCD devices. In parallel the use of interrupts as well as the embed A/D devices will be studied. An additional objective is to introduce students to the concept of real-time programming. At the same time the basic structures of embedded systems and the corresponding methodology of development and implementation will be discussed.</p>	
<p>Learning Outcomes</p>	

Having successfully completed the module, the student will be able to:

- Design and implement automation devices via the microcontroller AVR.
- Program and use the key peripheral (A/D, UART, LCD, EEPROM).
- Interact with external sensors devices (digital and analog) and actuators.
- Effectively address problems that require real-time programming using interrupts.
- Design, develop and implement embedded systems according to special requirements.

Topics Covered

1. Introduction to embedded devices

- What the embedded systems are
- Key parts of embedded devices
- Current applications
- Microcontrollers Overview

2. Programming the microcontroller Atmel - AVR in C language using the software AVR CodeVision

- General Program Outline
- Comments
- Data Types
- Functions
- Variables
- Constants
- SRAM storage address definition for global variables
- Bit Variables
- Type conversions
- Pointers
- Accessing the EEPROM
- Structures
- Definitions - Macros
- Interrupts
- Integration of Assembly Language Programs
- Access Input / Output registers
- Access Input / Output registers in bit level
- Library Functions
- Delay Functions
- Character Type Functions
- Standard C Input / Output Functions
- Standard Library Functions
- Mathematical Functions
- String Functions
- Memory Access Functions
- Functions for LCD monitors supporting up to 2x40 characters

- Low-level LCD Functions
- LCD High-Level Functions
- Serial communication
- Use of LCD
- Use the built-in ADC
- Use of Interrupts
- Use of timers / counters
- Use of pulse wave modulation

3. Software Architecture for Embedded Systems

- Simple loop iteration architecture
- Architecture by using interrupts
- Multi-tasking, multi-threading)

4. Embedded System Design

- Device Characteristics
- Choice of Hardware and Software Architecture
- Implementation and System Integration
- Device mass production

Laboratory Exercises

Laboratory training of students carrying 13 laboratory exercises focused on key items of theoretical courses. Training, is oriented as follows:

Exercise 1: Development Board STK600

Exercise 2: Familiarity in programming environment AVR CodeVision

Exercise 3: Program outline in C language for AVR microcontrollers

Exercise 4-5: Bidirectional I/O ports (I/O)

Exercise 6-7: Alphanumeric LCD

Exercise 8: Serial Port USART

Exercise 9: Analog to Digital Converter

Exercise 10: Timers/Counters

Exercise 11: PWM by using Timers

Exercise 12: Interrupt Vectors

Exercise 13: Digital to Analog Converter

Teaching and learning activities

Teaching methods include:

- Traditional teaching that use multimedia technologies and the Internet for more direct and contemporary collection of information
- Solving exercises
- Lab demonstrations
- Supervised laboratory exercises
- PC simulations using specialized software (AVR CodeVision)

Student's activities include:

- Use of laboratory instruments and materials for the implementation and analysis of microcontroller circuits
- Solving exercises
- Implementation of group work
- Use software to design and simulate circuits and automation
- Self-study
- Examinations (written or oral).

Resources

Greek:

- Πεκμεστζη Κιαμαλ «Συστήματα Μικροϋπολογιστών 2, Μικροελεγκτές AVR και PIC» ISBN: 9602662697, Εκδόσεις Συμμετρία (45471)
- Σ. Αλατσαθιανός “Εισαγωγή στη ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ και στα ενσωματωμένα συστήματα” ISBN: 978-960-92596-2-0 (8297)
- Dix Alan J., Finlay Janet E., Abowd Gregory D., Beale Russell “Επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή”, ISBN: 960-512-503, Γκιούρδας Εκδοτική (12304)
- «Προγραμματίζοντας τον μικροελεγκτή AVR» Gadre Dhananjay, Εκδόσεις Τζιόλα, 2001
- «Έλεγχος κυκλωμάτων και μετρήσεων με Η/Υ» Πεταλάς Ιωάννης, Καλόμοιρος Ιωάννης, Μπουλταδάκης Στυλιανός, Εκδόσεις Τζιόλα, 2001

Foreign Language:

- “Programming Microcontrollers in C (Embedded Technology Series)” Ted VanSickle, Newnes, Second edition, 2000
- “The Microcontroller Application Cookbook (Microcontroller Application Cookbooks)” Matt Gilliland, Woodglan Press , 2000
- “Embedded Microcontrollers” Todd D. Morton, Prentice Hall, 1st edition, 2001
- “Exploring C for Microcontrollers: A Hands on Approach” Jivan S. Parab, Vinod G. Shelake, Rajanish K. Kamat, Gourish M. Naik, Springer, 1 edition , 2007
- “Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware Engineering” Fredrick M. Cady, Oxford University Press, USA , 1997
- “Microcontroller Based Applied Digital Control” Dogan Ibrahim, Wiley, 2006
- “C Programming for Microcontrollers Featuring ATMEL's AVR Butterfly and the free WinAVR Compiler” Joe Pardue, Smiley Micros, 2005
- “Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems)” Steven F. Barrett, Daniel Pack, Mitchell Thornton, Morgan & Claypool Publishers, 2007
- “Microcontrollers in Practice (Springer Series in Advanced Microelectronics)” Ioan Susnea, Marian Mitescu, Springer, 1 edition, 2005
- “Handbook of Microcontrollers” Michael Predko, McGraw-Hill/Tab Electronics, Pap/Com edition, 1998
- “AVR RISC Microcontroller Handbook” Claus Kuhnel , Newnes, 1998
- “Introduction to Microprocessors and Microcontrollers” John Crisp, Newnes, 2004
- “Automotive Microcontrollers (Progress in Technology)” Ronald K. Jurgen, SAE International, 1999