

# SCADA PROJECT

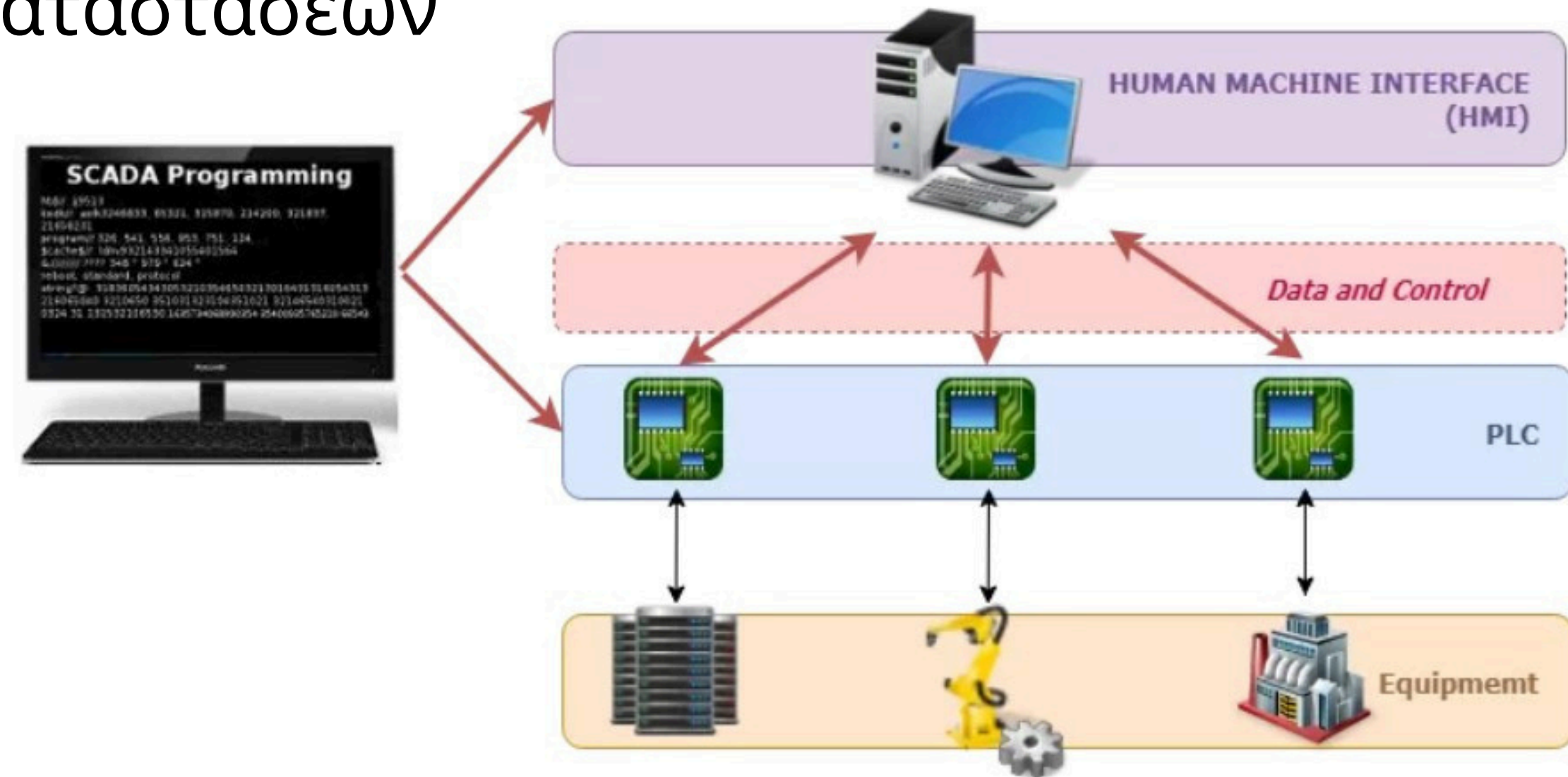


**ΜΕΛΗ:**

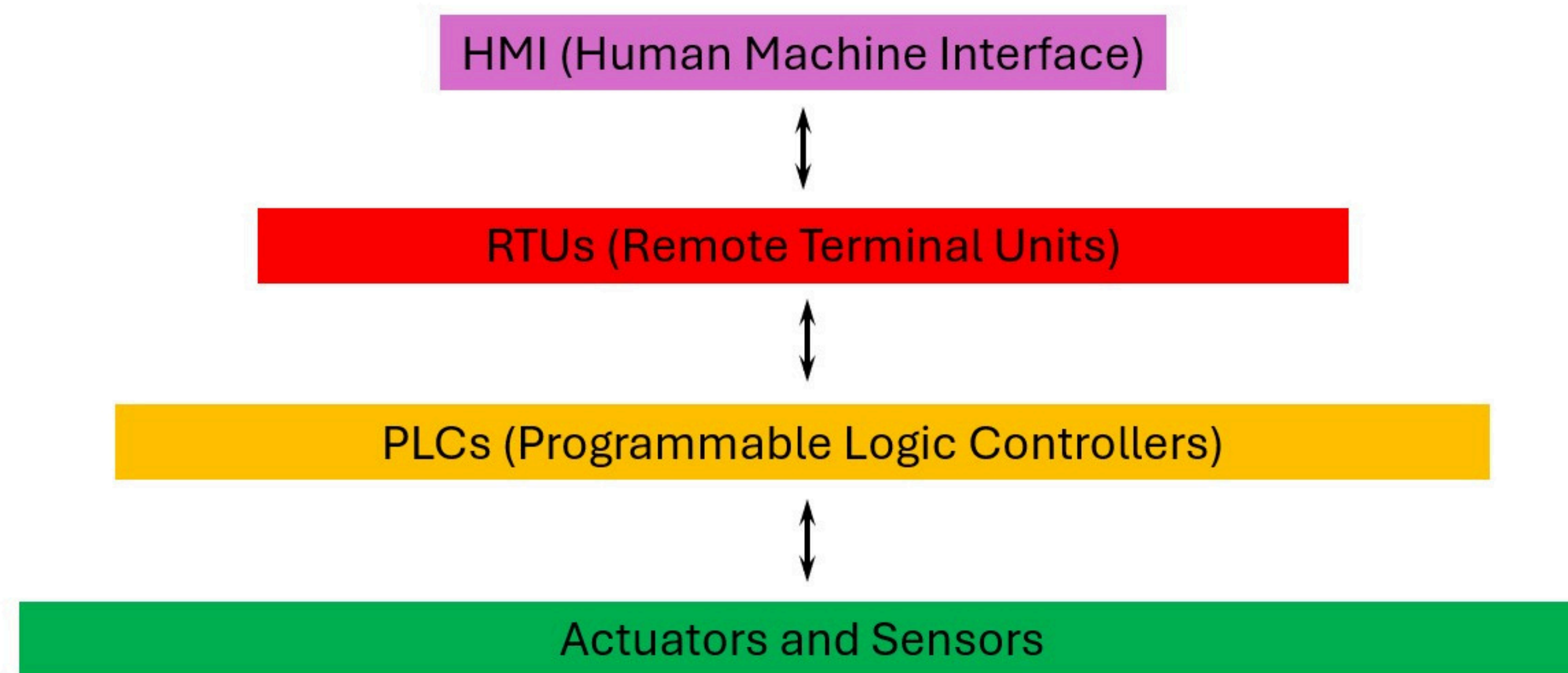
**Δημήτριος Πανταζής  
Δημήτριος Παπαδεράκης  
Εμμανουήλ Ρεΐζης  
Απόστολος Σκότης  
Νικόλαος Κόρδας  
Νικόλαος Μωραΐτης  
Νικόλαος Σκρέκας  
Σπυρίδων Αγάθος**

# Τι είναι το SCADA

Το ακρωνύμιο SCADA προέρχεται από το "Supervisory Control And Data Acquisition" και αποτελεί μία σύνθεση από software και hardware για την επίβλεψη και τον έλεγχο εργοστασιακών εγκαταστάσεων



# Ιεραρχία Συστήματος SCADA (Top-Down)



# HMI

---

## Human-Machine Interface

- Βρίσκεται στον κεντρικό υπολογιστή διαχείρισης του εργοστασίου
- Προσφέρει ένα γραφικό περιβάλλον διαχείρισης εργοστασίου
- Επικοινωνεί με PLCs και RTUs

Υλοποιήθηκε με χρήση της βιβλιοθήκης PyQt5

# RTU

---

Remote Terminal Unit

Λειτουργίες:

- Επικοινωνεί με τους αισθητήρες
- Λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες
- Τα οργανώνει
- Τα προωθεί στον κεντρικό υπολογιστή

Υλοποίηση:

Στο Project υλοποιήσαμε το RTU μέσω του AVR και της αναπτυξιακής πλακέτας NTUABOARD\_G1

# PLC

---

## Programmable Logic Controllers

### Λειτουργίες:

- Περιέχει αποθηκευμένο κώδικα
- Ελέγχει μηχανήματα
- Επικοινωνεί με RTUs
- Εκτελεί απλά καθήκοντα με αξιοπιστία
- Αντέχει σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες

### Υλοποίηση:

Τη λειτουργία του PLC την προσομοιώνουμε πάλι μέσω του AVR και της αναπτυξιακής πλακέτας NTUABOARD\_G1

# Πλεονεκτήματα SCADA

---

- Απομακρυνσμένος Έλεγχος Εργοστασίου
- Παραμετροποίηση των επιμέρους συστημάτων
- Καθολική απεικόνιση της παραγωγικής διεργασίας μέσω γραφικού περιβάλλοντος
- Άμεση Εποπτεία της κατάστασης των μηχανημάτων



# Πλεονεκτήματα SCADA

---

- Φιλικό περιβάλλον για χρήση από μη εξειδικευμένο προσωπικό
- Προστασία των χειριστών από επικύνδυνο εξοπλισμό
- Αποθήκευση κρίσιμων δεδομένων της παραγωγικής διεργασίας σε μορφή logs

# Υλοποίηση αισθητήρων

---

**Στην υλοποίηση του δικού μας συστήματος Scada, χρησιμοποιήσαμε τρεις αισθητήρες που παρέχονται από την πλακέτα NTUABOARD\_G1:**

- Τα δύο ποτενσιόμετρα POT1 και POT3 τα οποία, μέσω ADC μετατροπής, προσομοιάζουν την πίεση δύο μηχανών ενός εργοστασιακού συστήματος
- Το θερμόμετρο DSB1820 για την προσομοίωση της θερμοκρασίας ενός βιομηχανικού μηχανήματος. Η επικοινωνία του θερμομέτρου με τον μικροελεγκτή ATmega328PB γίνεται με χρήση 1-Wire Communication

# Υλοποίηση συστημάτων

---

**Τα συστήματα που προσομοιάζονται με χρήση της πλακέτας NTUABOARD\_G1 είναι τα ακόλουθα:**

- Η λειτουργία PWM που κατευθύνεται στο LED PB1 για την ρύθμιση της έντασής του αναπαριστά τον έλεγχο της κίνησης ενός ασύγχρονου κινητήρα
- Η οθόνη LCD για την ανακοίνωση μηνυμάτων που προέρχονται από το HMI προς υπαλλήλους του εργοστασίου
- Τα κουμπιά PD2 και PD3 που σε περίπτωση κινδύνου ή σοβαρής βλάβης χρησιμοποιούν την διακοπή INT0 για να απενεργοποιήσουν το σύστημα και την διακοπή INT1 για να το επαναφέρουν
- Τα LED PB4 και PB5 που ανάλογα με το αν είναι αναμμένα ή όχι περιγράφουν την κατάσταση μίας μηχανής

# Υλοποίηση RTU και PLC —————

**Ο μικροελεγκτής ATMEGA328PB υλοποιεί την λογική των RTU και PLC ως εξής:**

- Λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες και τα προωθεί στον κεντρικό υπολογιστή για επισκόπηση
- Λαμβάνει εντολές από τον κεντρικό υπολογιστή για τα διάφορα συστήματα και τις εκτελεί (PWM)
- Λαμβάνει δεδομένα από τον κεντρικό υπολογιστή και τα απεικονίζει στο LCD και στα LEDs PB4 - PB5
- Γενικά διαχειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ των περιφερειακών και του HMI

# Υλοποίηση του ΗΜΙ ---

**Το Human-Machine Interface υλοποιείται στους προσωπικούς μας υπολογιστές χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη PyQt5 της python**

Η βιβλιοθήκη αυτή μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα περιβάλλον στο οποίο

- Εμφανίζονται ως έγχρωμες μπάρες οι μετρήσεις των αισθητήρων
- Εμφανίζονται με λυχνίες οι καταστάσεις λειτουργίας

Επιπλέον παρέχει απομακρυνσμένο έλεγχο με:

- Κουμπιά ενεργοποίησης - απενεργοποίησης
- Ροδέλες αυξομείωσης τιμής

# Ο κώδικας του AVR

---

Ο κώδικας του μικροελεγκτή ATmega328PB είναι γραμμένος σε C και χρησιμοποιεί το λογισμικό MPLAB\_X για να μεταγλωττιστεί σε εκτελέσιμη μορφή

1. Το αρχείο **twi.h** περιλαμβάνει τις σχετικές με την TWI επικοινωνία **συναρτήσεις**. Αυτές χρησιμοποιούνται για την **επικοινωνία** του μικροελεγκτή με την οθόνη **LCD**
2. Το αρχείο **display\_ext.h** περιλαμβάνει τις **συναρτήσεις ελέγχου** της οθόνης **LCD**
3. Το αρχείο **uart.h** περιλαμβάνει συναρτήσεις σχετικές με την την **UART** επικοινωνία που γίνεται μεταξύ του **avr** και του **υπολογιστή** μας
4. Το αρχείο **TEMP.h** περιλαμβάνει τις συναρτήσεις του **1-Wire** communication και της επικοινωνίας με τον αισθητήρα θερμοκρασίας **DSB1820**

# Συνέχεια κώδικα AVR

---

Επιπλέον:

1. Το αρχείο **utils.h** περιλαμβάνει χρήσιμες συναρτήσεις που βοηθάνε στην **αρχικοποίηση** και την **επικοινωνία** του μικροελεγκτή με τα διάφορα περιφερειακά
2. Τέλος, το **status.h** καταγράφει την **κατάσταση** των διαφόρων **μετρήσεων** και ενημερώνει κατάλληλα τα συστήματα αν οι τιμές αυτών φτάνουν σε επικίνδυνα όρια

# Επικοινωνία μεταξύ του AVR και του UI

- Χρήση του πρωτοκόλλου UART
- Ενσύρματη σύνδεση USB
- Μετατροπή της UART σύνδεσης σε USB μέσω του ολοκληρωμένου **CH340N** της πλακέτας NTUABOARD\_G1
- Ο avr και το UI επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας δύο payloads με προσυμφωνημένη μορφή



# Επικοινωνία μεταξύ του AVR και του UI

Ο μικροελεγκτής **περιμένει** για δεδομένα από το UI. Αυτές περιλαμβάνουν το duty cycle που χρησιμοποιείται στο PWM, τα άναμμα ή σβήσιμο των LED PD6 και PD7 και το κείμενο προς απεικόνιση στην LCD

Έπειτα, **ανανεώνει** κατάλληλα τα LED, την LCD και το PWM σύμφωνα με τα παραπάνω

Τέλος, **λαμβάνει μετρήσεις** από τα ποτενσιόμετρα και το θερμόμετρο και τα **στέλνει με UART** στον υπολογιστή, οπότε επαναλαμβάνει τα παραπάνω από την αρχή

# Επικοινωνία μεταξύ του AVR και του UI

Το UI με την σειρά του, περιλαμβάνει έναν timer, που κάθε 100 ms ενεργοποιείται

Όταν γίνει αυτό, πρώτα **στέλνει** τα δεδομένα που αναφέρθηκαν προηγουμένως στον μικροελεγκτή

Στην συνέχεια, **λαμβάνει** τις μετρήσεις από τον AVR. Αυτές τις χρησιμοποιεί για να ανανεώσει κατάλληλα τις μπάρες και τα κουμπιά που εμφανίζονται στην εφαρμογή, ώστε να αντικατοπτρίζουν τα δεδομένα των αισθητήρων

# Έλεγχος των μετρήσεων

- Μία από τις υποχρεώσεις του RTU σε ένα σύστημα SCADA είναι η λήψη και ο έλεγχος των μετρήσεων των αισθητήρων πριν αυτά αποσταλούν στο HMI.
- Οι μετρήσεις αυτές συγκρίνονται με κάποια θεσμοθετημένα όρια και ο αντίστοιχος βιομηχανικός εξοπλισμός κατηγοριοποιείται ως εξής:
  - i. Ο εξοπλισμός δουλεύει υπό κανονικές συνθήκες
  - ii. Ο εξοπλισμός δουλεύει λίγο πάνω ή κάτω από τις κανονικές του συνθήκες και χρειάζεται επίβλεψη
  - iii. Ο εξοπλισμός δουλεύει σε ακραίες συνθήκες και χρειάζεται άμεση επίβλεψη και αντιμετώπιση
- Με βάση την κατηγοριοποίηση αυτή στο payload UART επικοινωνίας με το HMI ενσωματώνεται και το αντίστοιχο status code, ενημερώνοντας για την τρέχουσα κατάσταση.

# Έλεγχος των μετρήσεων

- Με βάση το status code, το HMI μπορεί να ερμηνεύσει τις μετρήσεις αυτές και να τις παρουσιάσει στον χειριστή με έναν κατανοητό τρόπο εμφανίζοντας την κάθε μέτρηση πράσινη, ποτροκαλί και κόκκινη αντίστοιχα με την κατάσταση του εξοπλισμού.
- Έτσι, ο χειριστής μπορεί να διακρίνει γρήγορα την κατάσταση του εξοπλισμού, ακόμα και αν δεν έχει την απαιτούμενη τεχνική γνώση σχετικά με την λειτουργία του ίδιου του εξοπλισμού, και να δράσει ανάλογα.

# Κουμπί Κινδύνου

- Καθώς οι μετρήσεις αρχίζουν να ξεφεύφουν τα όρια κανονικής λειτουργίας επιτάσσεται η προσοχή του χειριστή και η ειδοποίηση κάποιου τεχνικού για τον έλεγχο του αντίστοιχου εξοπλισμού και η συντήρηση / επισκευή του.
- Εάν όμως σκαρφαλώσουν σε επικύνδυνα όρια, τέτοια ώστε να υπάρχει πιθανότητα καταστροφής του ίδου του εξοπλισμού, υπάρχει ένα κουμπί κινδύνου (PD2 ή INT0) πάνω στο RTU/PLC. Πατώντας το δίνεται αμέσως σήμα απενεργοποίησης στον εξοπλισμό και η αλληλεπίδραση τερματίζεται προσωρινά.
- Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται ο κίνδυνος προσωρινά και δίνεται η δυνατότητα επισκευής του εξοπλισμού όσο αυτός είναι ανενεργός. Εφόσον επισκευασθεί η βλάβη, πατώντας το κουμπί επανεκκίνησης (PD3 ή INT1) το σύστημα επανεκκινείται και ο εξοπλισμός επαναλειτουργεί.



SCADA NETWORK



Potentiometer 1

Potentiometer 2

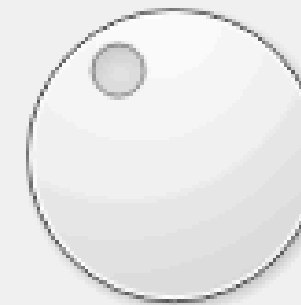
Message for LCD...

Send Message

PD6

PD7

Temperature: 18.3°C



Brightness: 39%

**SYSTEM - ONLINE**

PB4

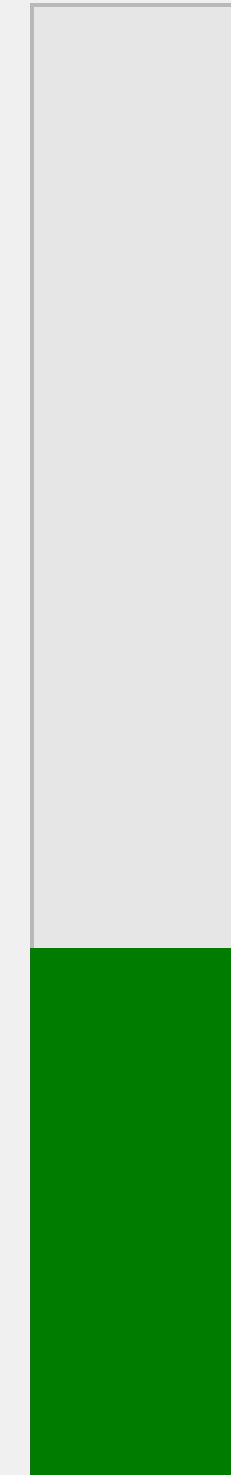
PB5

TEMP

POT1

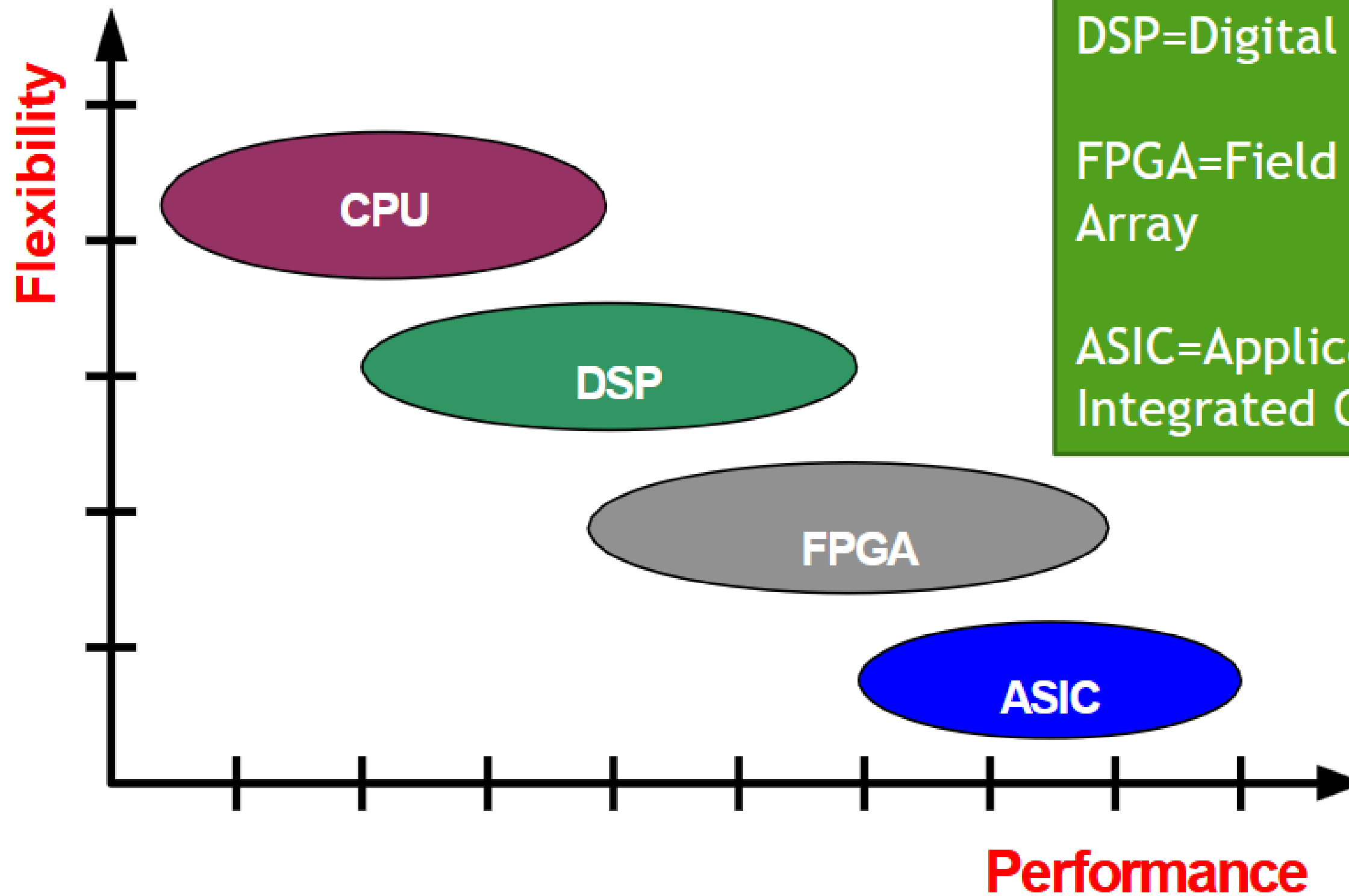
POT2

LOG



**Και ας μη ξεχνάμε ότι η υπαρξη του  
SCADA οφείλεται στο εξής...**

# Computing Platforms



CPU=Central Processing Unit,  
[processor,  $\mu$ processor]

DSP=Digital Signal Processor

FPGA=Field Programmable Gate  
Array

ASIC=Application Specific  
Integrated Circuit