

Συστήματα SCADA

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

ΤΕΙ Δυτ. Μακεδονίας

Ακαδημαϊκό Έτος 2017-2018

Ν. Πουλάκης

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1 ^η εβδομάδα	Μέρος Ι - Εισαγωγή στα Συστήματα SCADA	
2 ^η εβδομάδα	Μέρος 2 - Εισαγωγή στο LabVIEW και τα Εικονικά Όργανα (παρουσίαση των δύο έτοιμων vi: “Conversion Celcius to Fahreneit.vi” και “Liquid Level Measurement.vi”)	Κατασκευή εικονικού οργάνου “Conversion Celcius to Fahreneit.vi”
3 ^η εβδομάδα	Μέρος 2 - Εισαγωγή στο LabVIEW και τα Εικονικά Όργανα: Δημιουργία vi: “Liquid Level Measurement.vi”)	Κατασκευή εικονικού οργάνου “Liquid Level Measurement.vi” για προσομοίωση μέτρησης στάθμης υγρού
4 ^η εβδομάδα	Μέρος 3 - Εισαγωγή στη Λήψη Δεδομένων: Εισαγωγή αναλογικής εισόδου στο “Liquid Level Measurement.vi”	Εισαγωγή αναλογικής εισόδου στο εικονικό όργανο “Liquid Level Measurement.vi” με χρήση κάρτας DAQ και ποτενσιόμετρου.

5 ^η εβδομάδα	Μέρος 3 (συνέχεια) –Μέτρηση θερμοκρασίας με χρήση του αισθητήρα LM35 και καταγραφή τιμών σε αρχείο (“Temp Acquisition&Graph-Write Data to File.vi”)	Κατασκευή εικονικού οργάνου “Temp Acquisition&Graph-Write Data to File.vi” με χρήση κάρτας DAQ και του αισθητηρίου θερμοκρασίας LM35.
6 ^η εβδομάδα	Μέρος 3 (συνέχεια) – Μεταδότες 4-20mA. Μέτρηση θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας (“Temperature & RH Measurement-KWL.vi”)	Κατασκευή εικονικού οργάνου “Temp&RH Acquisition&Graph.vi” για μέτρησης θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας με χρήση κάρτας DAQ και του μεταδότη θερμοκρασίας 4-20mA KWL.
7 ^η εβδομάδα	Μέρος 4 – Χρήση Οργάνων στη Λήψη Δεδομένων (πρωτόκολλα επικοινωνίας RS-232, GPIB, Ethernet)	Κατασκευή εικονικού οργάνου “RF Spectrum Acquisition.vi” για τη μέτρηση και καταγραφή σήματος κινητής τηλεφωνίας με χρήση Αναλυτή Φάσματος μεταξύ 800 MHz και 2GHz.

8 ^η εβδομάδα	Μέρος 5 - Παρακολούθηση και Έλεγχος εξ'αποστάσεως της εμπρόσθιας επιφάνειας ενός VI μέσω Web browser, με σύνδεση στον Web Server του LabVIEW.	Παρακολούθηση και Έλεγχος εξ'αποστάσεως της εμπρόσθιας επιφάνειας του εικονικού οργάνου “Temp&RH Acquisition&Graph.vi” με χρήση του Web Server του LabVIEW
9 ^η εβδομάδα	Λήψη και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ απομακρυσμένων μονάδων συνδεδεμένων μέσω ενός δικτύου TCP (όπως το Internet) με χρήση της τεχνολογίας DataSocket	Μεταφορά δεδομένων θερμοκρασίας και υγρασίας από απομακρυσμένο υπολογιστή μέτρησης μέσω δικτύου TCP με χρήση της τεχνολογίας DataSocket : Εφαρμογή στο εικονικό όργανο “Temp&RH Acquisition&Graph.vi”
10 ^η εβδομάδα	Μέρος 6 - Τα βασικά της αναλογικής δειγματοληψίας (Ρυθμός δειγματοληψίας, Θεώρημα Nyquist). Μετασχηματισμός Fourier (FFT).	Προσομοίωση ημιτονοειδούς κύματος και μετασχηματισμός Fourier . Κατασκευή του εικονικού οργάνου “Sine Wave Generation & FFT.vi”

11 ^η εβδομάδα	Φάσμα σήματος. Βελτίωση φάσματος με επιβολή συναρτήσεων παραθύρου (windowing). Φίλτρα σήματος	Καταγραφή και φασματική ανάλυση τάσης παραγόμενης από ΑΠΕ (PV, ανεμογεννήτρια). Κατασκευή του εικονικού οργάνου “RES Voltage Power Spectrum.vi”
12 ^η εβδομάδα	Μέρος 7 - Σύνδεση με βιομηχανικές συσκευές ελέγχου (PLC) και μεταφορά δεδομένων και πληροφορίας σε εφαρμογές χρηστών με χρήση OPC Server .	Σύνδεση PLC με εφαρμογή Lab VIEW σε απομακρυσμένο PC μέσω OPC server . Μεταφορά, επεξεργασία, παρουσίαση και αποθήκευση δεδομένων από το PLC. Το παράδειγμα κατασκευής του εικονικού οργάνου “Read Data-OPC server.vi”
13 ^η εβδομάδα	Επαναληπτικά Εργαστήρια	

Μέρος 1

Εισαγωγή στα συστήματα SCADA

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Εισαγωγή στα Συστήματα SCADA στηρίχτηκε βιβλιογραφικά σε τρεις κυρίως πηγές, αρκετά σημεία των οποίων έχουν μεταφραστεί σχεδόν αυτούσια:

1. Στο έγγραφο της ομάδας εκπαίδευσης μηχανικών COMPUSYSTEMS με τίτλο 'SCADA Primer'
http://ourinstrumentationgroup.com/SCADA_Primer.pdf
(COMPUSYSTEMS: Engineering training center services group of: NASC: National Automation & Systems Co, NTC: National Technical Company, Tec-Edge Electrical contracting Co).
2. Στο περιοδικό τεχνικό δελτίο TIB 04-1 με θέμα 'Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems' που συντάχθηκε με ευθύνη του οργανισμού 'NATIONAL COMMUNICATIONS SYSTEM', Arlington, VA, USA,
http://www.ncs.gov/library/tech_bulletins/2004/tib_04-1.pdf
3. Στο αντίστοιχο λήμμα της on-line εγκυκλοπαίδειας Wikipedia

Τι είναι SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) είναι συνδυασμός τηλεμετρίας και λήψης δεδομένων.

- Συλλογή πληροφορίας (δεδομένων),
- Μεταφορά της σε μια κεντρική θέση,
- Εκτέλεση της απαραίτητης ανάλυσης και ελέγχου,
- Παρουσίαση των δεδομένων σε ένα αριθμό χειριστών.

Που χρησιμοποιείται: για την παρακολούθηση και έλεγχο μιας εγκατάστασης ή μιας συσκευής ενός εργοστασίου.

Τι είναι Τηλεμετρία (Telemetry)

Τηλεμετρία = Μέτρηση από μακριά (απομακρυσμένο αισθητήρα) ή Πληροφορία + Μετάδοσή της

- **Πληροφορία ή data (δεδομένα):** οι τιμές μέτρησης διαφόρων μεγεθών (π.χ., τάση, ταχύτητα, ροή), όπως προκύπτουν από τους αντίστοιχους αισθητήρες (π.χ., αισθητήρας ροής), ή της κατάστασης On-Off (κατάσταση λειτουργίας) διαφόρων διακοπών ή μηχανημάτων.
- **Μετάδοση** της πληροφορίας (data), από το σημείο του αισθητήρα μέτρησης, γίνεται σε μια απομακρυσμένη θέση, όπου βρίσκεται ο 'χρήστης' (supervisor), με τη βοήθεια κάποιου μέσου (καλώδιο, τηλεφωνική γραμμή ή ραδιο-εκπομπή).

Τι είναι η Λήψη Δεδομένων

- **Λήψη Δεδομένων (data acquisition):** η μέθοδος με την οποία παίρνουμε σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή τα δεδομένα από τον εξοπλισμό μέτρησης (αισθητήρα ή όργανο μέτρησης).
- **Δεδομένα (data):** μετρήσεις σε αναλογική ή/και ψηφιακή μορφή από τους αισθητήρες (π.χ., μετρητές ροής, στροφόμετρα, φωτισμός, κ.λπ.) ή τα όργανα μέτρησης (π.χ., αμπερόμετρο)

ή

εντολές για έλεγχο συσκευών [ενεργοποιητές (actuators), ρελέ (relays), βαλβίδες (valves), κινητήρες (motors), κ.α.]

SCADA και DCS

DCS = Distributed Control Systems – Κατανεμημένα Συστήματα Ελέγχου

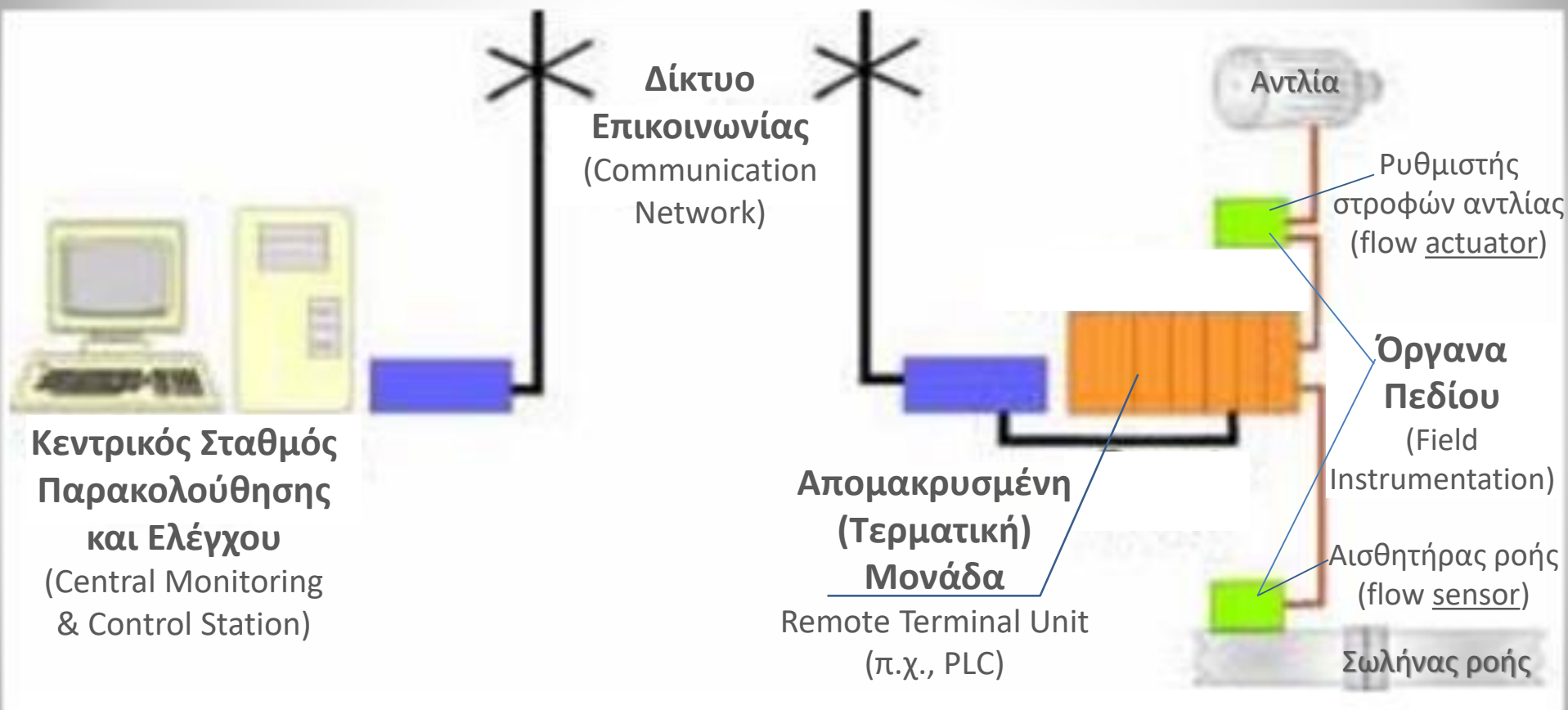
DCS

- Χρησιμοποιούνται συνήθως σε εργοστάσια (περιορισμένη περιοχή).
- Χρησιμοποιούν ένα μέσο επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας (π.χ., LAN).
- Περιλαμβάνουν μεγάλο πλήθος κλειστών βρόχων ελέγχου. Ο κάθε βρόχος 'διαβάζει' τις τιμές ενός ή μιας μικρής ομάδας αισθητήρων και, ανάλογα, δίνει τιμές για τη λειτουργία μιας μηχανής (π.χ., ενός κινητήρα)
- Η εκτέλεση των κλειστών βρόγχων ελέγχου είναι υψηλής προτεραιότητας.

SCADA

- Καλύπτουν ευρύτερες γεωγραφικά περιοχές (π.χ., ένα μεγάλο διυλιστήριο ή ένα μεταλλείο).
- Μπορούν να βασίζονται σε ένα συνδυασμό συστημάτων επικοινωνίας (π.χ., ασύρματα και τηλεφωνική).
- Οι κλειστοί βρόχοι ελέγχου δεν είναι υψηλής προτεραιότητας. Ο έλεγχος γίνεται στην κεντρική μονάδα του συστήματος SCADA.

Σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος SCADA: Οι συνιστώσες του συστήματος



http://ourinstrumentationgroup.com/SCADA_Primer.pdf

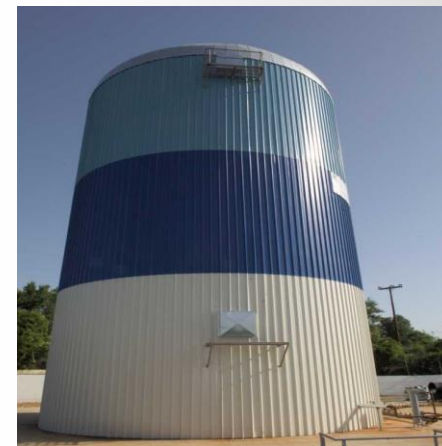
Ένα πραγματικό σύστημα SCADA: Το δίκτυο **ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ**



Οι αγωγοί μεταφοράς θερμού και επιστροφής ψυχρού νερού (ΑΗΣ Αγ. Δημητρίου – Σταθμός Τηλεθέρμανσης Κοζάνης)



Το αντλιοστάσιο στο Σταθμό Τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη



Δεξαμενή ζεστού νερού στο Σταθμό Τηλεθέρμανσης στην Κοζάνη



Οι μονάδες PLC στον Σταθμό **ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΟΖΑΝΗΣ**



Ο Κεντρικός Σταθμός Παρακολούθησης του δικτύου **ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ
ΚΟΖΑΝΗΣ**

Όργανα Πεδίου

(Field Instrumentation)

- **Αισθητήρες (sensors)**
 - i. Αναλογικοί
 - 0 - 5 V,
 - 0 - 10 V,
 - 4 - 20 mA,
 - 0 - 20 mA
 - ii. Ψηφιακοί
- **Ενεργοποιητές (actuators) - turn on-off**

Απομακρυσμένες (Τερματικές) Μονάδες

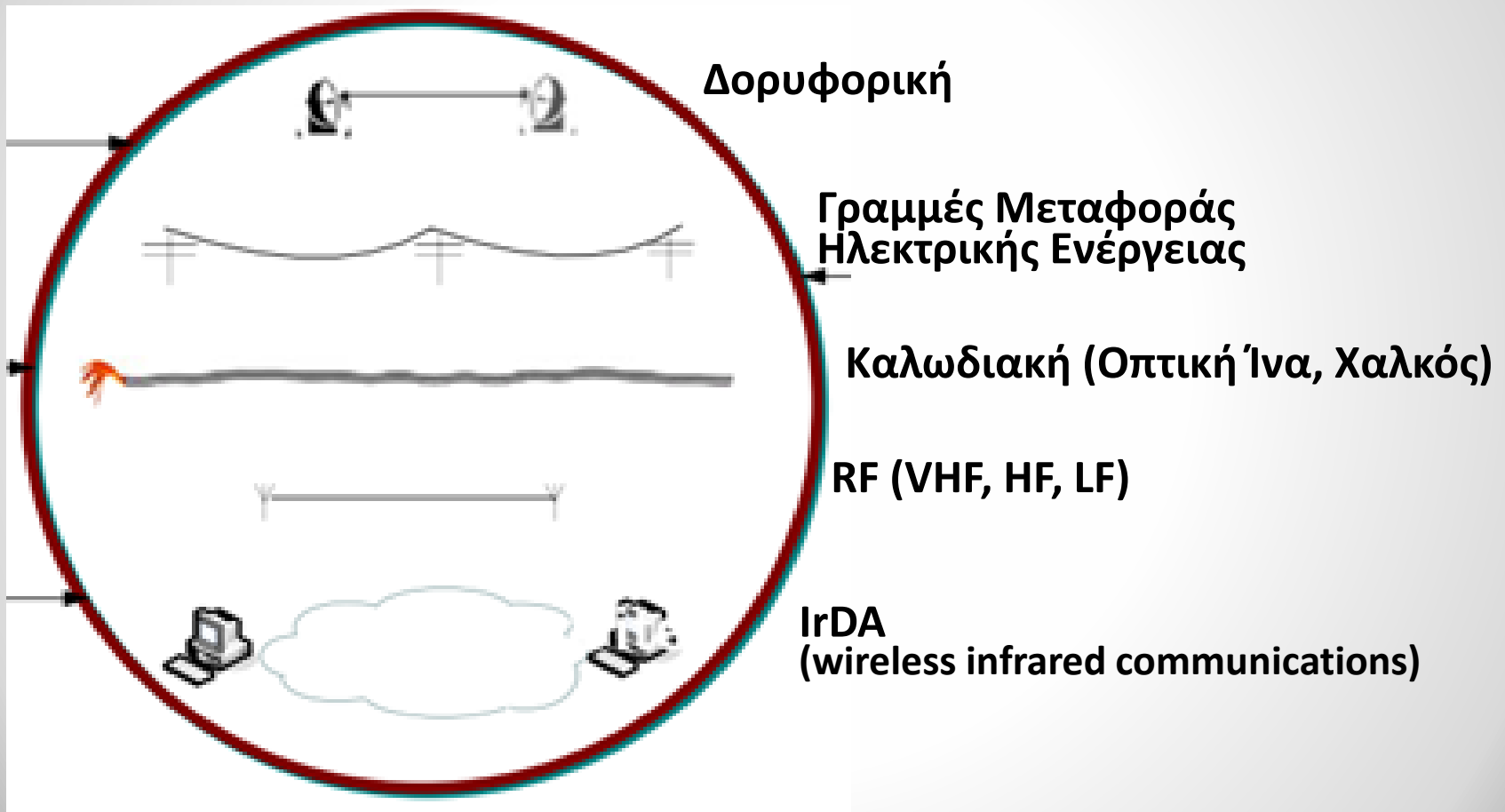
(Remote Terminal Units - RTU)

- Συνδέονται με τα όργανα πεδίου
- Χρησιμοποιείται για συλλογή των δεδομένων από τα όργανα πεδίου και τη μετάδοση τους στην κεντρική μονάδα.

Απομακρυσμένος σταθμός μπορεί να είναι:

- I. **Τερματική Μονάδα** (Remote Terminal Unit - RTU):
στιβαρός υπολογιστής βιομηχανικού τύπου
- II. **PLC** (Programmable Logic Controller).

Δίκτυο Επικοινωνίας



(Πηγή: NCS TIB 04-1, http://www.ncs.gov/library/tech_bulletins/2004/tib_04-1.pdf)

Κεντρικός Σταθμός Παρακολούθησης

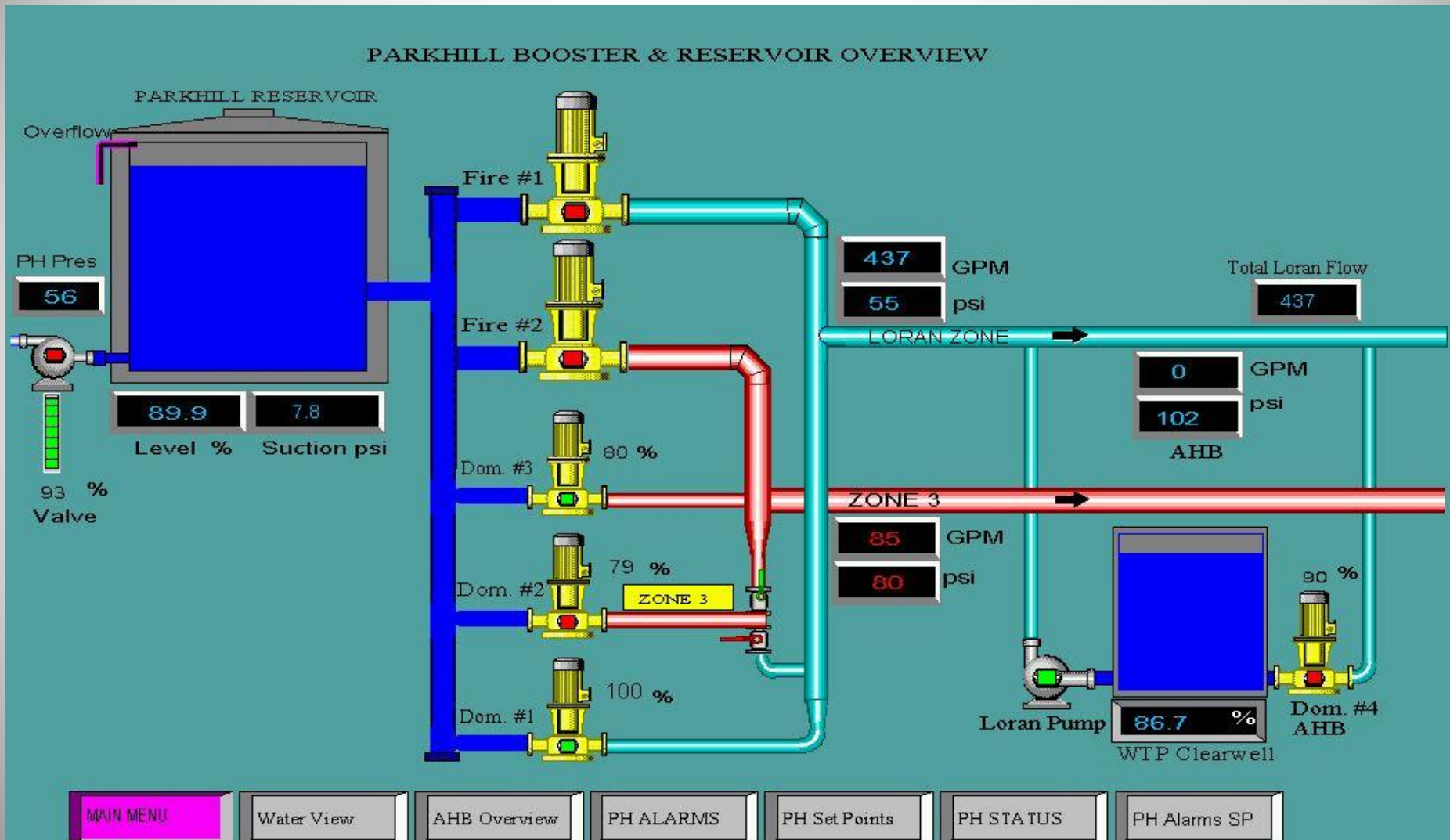
(Central Master Station)

Συγκεντρώνει την πληροφορία (δεδομένα) που στέλνουν οι Απομακρυσμένοι Σταθμοί και δημιουργεί την αναγκαία δράση σε κάθε συμβάν που ανιχνεύεται.

Ο CMS μπορεί να είναι ένας απλός Η/Υ ή μπορεί να είναι δίκτυο υπολογιστών με τους σταθμούς εργασίας των χειριστών (operators workstations) έτσι ώστε να διαμοιράζεται η πληροφορία στο σύστημα SCADA.

Πρόγραμμα Διασύνδεσης Ανθρώπου-Μηχανής

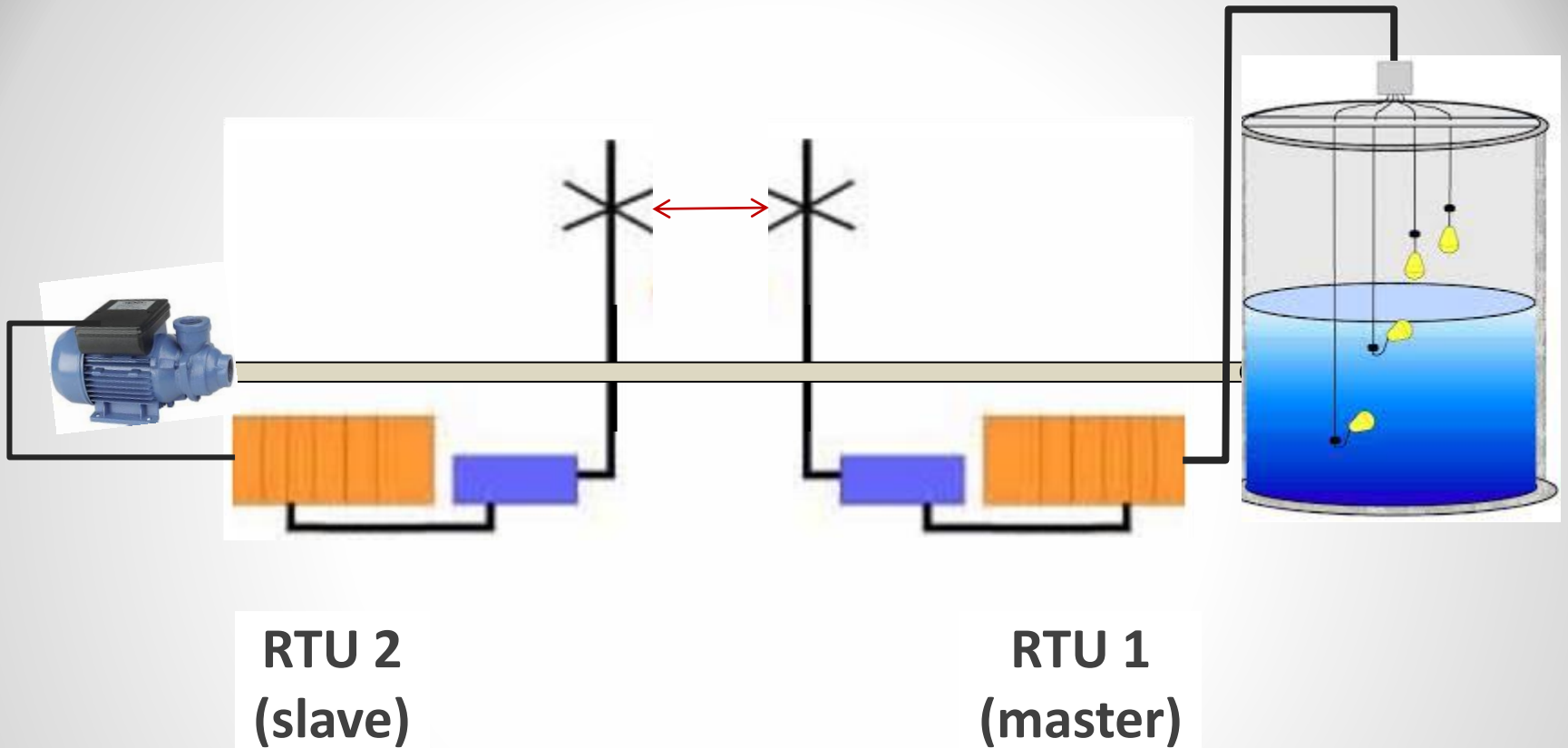
(Man-Machine Interface – MMI ή Human-Machine Interface - HMI)



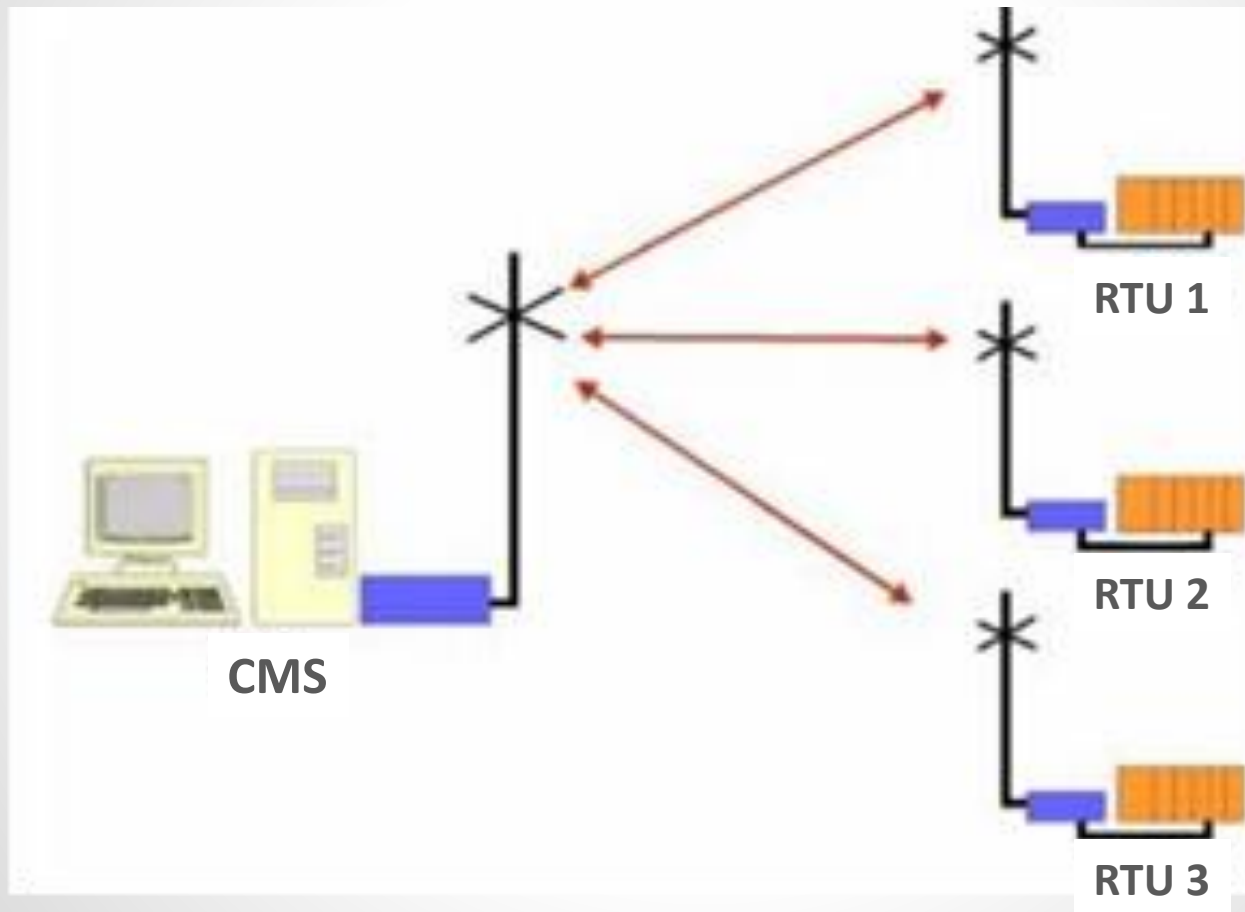
Συνηθισμένοι τρόποι διαμόρφωσης συστημάτων SCADA

- **Διαμόρφωση ‘Σημείο προς Σημείο’** (Point-to-Point configuration)
- **Διαμόρφωση ‘Σημείο προς Πολλαπλά Σημείο’** (Point-to-Multipoint configuration)

Διαμόρφωση 'Σημείο προς Σημείο'



Διαμόρφωση 'Σημείο προς Πολλαπλά Σημεία'



Συστήματα επικοινωνίας

- Σύστημα **δειγματοληψίας** (polled system)
- Σύστημα **διακοπών** (interrupt system).

Σύστημα Δειγματοληψίας

(Polled System ή Master/Slave system)

- Η κύρια μονάδα έχει τον **πλήρη έλεγχο** της επικοινωνίας.
- Η κύρια μονάδα κάνει σε **τακτά** διαστήματα αίτηση για ανταλλαγή δεδομένων με κάθε μια εξαρτημένη μονάδα (απομακρυσμένο σταθμό) διαδοχικά.
- Η εξαρτημένη μονάδα αποκρίνεται στην κύρια μονάδα μόνο όταν λάβει την αίτηση.
- Κάθε εξαρτημένη μονάδα έχει τη δική της **μοναδική διεύθυνση**
- Αν μια εξαρτημένη μονάδα δεν αποκριθεί για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα ("**timeout**"), η κύρια μονάδα ξαναπροσπαθεί να επικοινωνήσει μαζί της μερικές φορές ακόμη πριν προχωρήσει να ανταλλάξει δεδομένα με την επόμενη εξαρτημένη μονάδα.

Σύστημα Δειγματοληψίας

(Polled System ή Master/Slave system)

Πλεονεκτήματα:

- Η διαδικασία συγκέντρωσης των δεδομένων είναι αρκετά απλή
- Δεν μπορεί να συμβεί 'σύγκρουση' μεταφοράς δεδομένων στο δίκτυο επικοινωνίας
- Οι αστοχίες της σύνδεσης μπορούν εύκολα να εντοπιστούν

Μειονεκτήματα:

- Πιθανή αίτηση διακοπής από μια εξαρτημένη μονάδα, η οποία απαιτεί άμεση επικοινωνία, δεν μπορεί να γίνει άμεσα αποδεκτή από την κύρια μονάδα.
- Ο χρόνος αναμονής αυξάνει με τον αριθμό των εξαρτημένων μονάδων
- Όλη η επικοινωνία μεταξύ εξαρτημένων μονάδων πρέπει να περάσει μέσω της κύριας μονάδας πράγμα που αυξάνει την πολυπλοκότητα.

Σύστημα Διακοπών

(Interrupt System ή Report by Exception - RBE)

- Η κύρια μονάδα παρακολουθεί τις εισόδους της. Όταν ανιχνεύσει μια σημαντική μεταβολή ή όταν υπερβεί κάποιο όριο, ξεκινά επικοινωνία με την εξαρτημένη μονάδα και μεταφέρει δεδομένα.
- Το σύστημα είναι σχεδιασμένο να ανιχνεύει σφάλματα και να αντιμετωπίζει επιτυχώς τις συγκρούσεις στη μεταφορά δεδομένων.
- Πρίν μια μονάδα μεταφέρει δεδομένα στην κύρια μονάδα, πρέπει πρώτα να ελέγξει αν κάποια άλλη μονάδα μεταφέρει εκείνη τη στιγμή δεδομένα. Αν κάποια άλλη μονάδα μεταδίδει δεδομένα, απαιτείται κάποιας μορφής χρονοκαθυστέρηση πριν ξαναπροσπαθήσει.

Σύστημα Διακοπών

(Interrupt System ή Report by Exception - RBE)

Πλεονεκτήματα:

- Το σύστημα αποφεύγει περιττή μεταφορά δεδομένων όπως στο σύστημα δειγματοληψίας
- Γρήγορη ανίχνευση πληροφορίας επείγουσας κατάστασης
- Επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ εξαρτημένων μονάδων

Μειονεκτήματα:

- Η κύρια μονάδα μπορεί να ανιχνεύσει ένα σφάλμα επικοινωνίας μόνον μετά από μια χρονική περίοδο, όταν το σύστημα ερωτηθεί
- Απαιτείται ενέργεια του χειριστή για να πάρουμε τις πιο πρόσφατες μετρήσεις
- Μπορεί να συμβεί σύγκρουση μεταφοράς δεδομένων η οποία μπορεί να προκαλέσει καθυστέρηση στην επικοινωνία.