

Εξελιγμένα δίκτυα συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας
(6^η ενότητα – Α΄ μέρος)

SCADA Μικροδικτύου

Παναγής Βοβός - Επίκ. Καθηγητής
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Πατρών

- Τα σημερινά δίκτυα διανομής θέτουν όρια στο ποσοστό των ΔΠ που επιτρέπεται να συνδεθούν.
- Για να αυξηθεί αυτό το ποσοστό είναι απαραίτητη η μετατροπή τους σε ενεργά δίκτυα ή μικροδίκτυα.
- Στην επιτυχία τους συμβάλλει η εφαρμογή αποτελεσματικού και οικονομικά αποδοτικού συστήματος SCADA για την επικοινωνία και τον έλεγχο της λειτουργίας του δικτύου διαχείρισης.
- Συντονίζει την επικοινωνία και τον έλεγχο μεταξύ απομακρυσμένων υποσταθμών και του κέντρου ελέγχου.
- Στο κέντρο ελέγχου βρίσκονται τα συστήματα απομακρυσμένου ελέγχου των διακοπών και αποζευκτών του δικτύου.

Το σύστημα **SCADA** (**S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition), επομένως, χρησιμοποιείται από τον **DNO** (**D**istribution **N**etwork **O**perator, Χειριστής Δικτύου Διανομής).

Οι λειτουργίες τους χωρίζονται σε δύο μέρη στο δίκτυο που επιτηρούν.

1) Την ανταλλαγή πληροφοριών για την κατάσταση του:

- ανάκτηση/επεξεργασία δεδομένων λειτουργίας και σημάτων κινδύνου,
- ιστορικό δεδομένων,
- **HMI** (**H**uman–**M**achine **I**nterface, διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή),

2) Τον έλεγχο του:

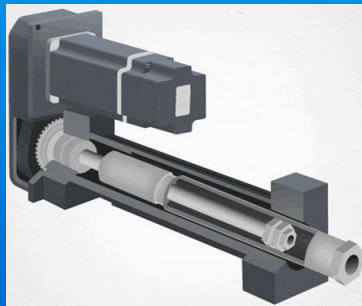
- απομακρυσμένο έλεγχο διακοπών/υποσταθμών,
- διακόπτες έκτακτης ανάγκης
- εφαρμογές διαχείρισης φορτίου κ.α.

- Το **SCADA κεντρικής δομής** έχει κεντρικό έλεγχο και συνολικές βάσεις δεδομένων, που σημαίνουν ...
 - i) ευκολίες συντήρησης υλικού και λογισμικού, ii) ολικό διάγραμμα δικτύου, κ.α. iii) που διευκολύνουν τις ευφυείς ακολουθιακές λειτουργίες.
- Έχουν όμως i) ακριβές υποδομές επικοινωνιών, ii) αργή απόκριση, iii) αυξημένη πιθανότητα τηλεπικοινωνιακής συμφόρησης και σφάλματος ενός σημείου.
- Τα **SCADA κατανεμημένης δομής** διαμοιράζονται σε διαφορετικούς υποσταθμούς, έχουν την οικονομική λογική των επαναλαμβανόμενων μονάδων με επικάλυψη των περιοχών ευθύνης, άρα ...
 - i) φτηνές υποδομές επικοινωνιών, ii) καλύτερο χρόνο απόκρισης σε διακοπτικές λειτουργίες τοπικού χαρακτήρα κ.α.
- Έχουν όμως i) ασυμβατότητα με SCADA κεντρικής δομής, ii) πρόσθετες ανάγκες συντήρησης, iii) έλλειψη φτηνών εφαρμογών διαχείρισης για πολλαπλές κατανεμημένες λειτουργίες και iv) περισσότερο/εξωτερικό προσωπικό.

- Ο εξοπλισμός τους αποτελείται από συσκευές σημάτων I/O, ελεγκτές, δίκτυα επικοινωνιών, βάσεις δεδομένων και λογισμικό.
- Θεωρείται ως η ραχοκοκαλιά ενός ολοκληρωμένου Κατανεμημένου Συστήματος Ελέγχου (Distributed Control System (**DCS**)), όπου δομικά στοιχεία διαφορετικών κατασκευαστών συνδέονται μέσω διαδικτύου.
- Οι αναγνώσεις των μετρητικών οργάνων και των καταστάσεων των συσκευών γίνονται από **RTUs** (Remote Terminal Units, Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες) ή **PLCs** (Programmable Logic Controllers, Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες) ,
- Εκεί επεξεργάζονται και στέλνονται στο κέντρο ελέγχου (κατανεμημένο ή μοναδικό).
Εκεί παρουσιάζονται στο χειριστή μέσω του HMI.
- Αν και το SCADA πάντα δίνει τη δυνατότητα στο χειριστή να τις παρακάμψει ...
- οι βασικές/επείγουσες λειτουργίες ελέγχου εκτελούνται αυτόματα από τα **RTUs** και τα **PLCs**.

- Η RTU είναι η διεπαφή μεταξύ των φυσικών συσκευών και του SCADA: μεταδίδει τις μετρήσεις από τις συσκευές στο σύστημα και ελέγχει τις συσκευές σύμφωνα με τα μηνύματα ελέγχου από το SCADA.
- Μια τυπική RTU αποτελείται από ένα σύστημα επικοινωνίας (σειριακό, Ethernet ή συνδυασμό τους), έναν επεξεργαστή, αισθητήρες, κάποιους διακόπτες παράκαμψης και ζυγό επικοινωνίας με τις υπόλοιπες συσκευές ή τον πίνακα διεπαφής του.
- Ο πίνακας διεπαφής χειρίζεται αναλογικά, ψηφιακά ή και των δύο τύπων σήματα I/O με διαφορετικό εύρος τιμών. Έχει προστασία από υπερτάσεις.
- Η RTU χρησιμοποιεί πίνακες ψηφιακών εξόδων για να εκτελέσει διακοπτικές λειτουργίες, σύμφωνα με τις εντολές των συστημάτων SCADA/DCS.
- Τέλος, εκτελεί απλά προγράμματα αυτόνομα, ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη εφεδρεία στην ασφάλεια (π.χ. όταν χάνεται η επικοινωνία με τον κεντρικό έλεγχο).

- Τα PLCs ξεκίνησαν από αυτοματισμούς βιομηχανιών.
- Αντικατέστησαν αυτόματα συστήματα που για να υλοποιήσουν απλές λογικές διαδικασίες χρησιμοποιούσαν δεκάδες ηλεκτρονόμους.
- Αποτελούνται από ψηφιακούς ηλεκτρονόμους, που λειτουργούν με προγράμματα αποθηκευμένα σε μη-μεταβλητές μνήμες (π.χ. EPROM, Flash).
- Λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στην έξοδό τους αποτελέσματα ανάλογα με την είσοδό τους, με ταχύτητα που εξαλείφει κάθε αποτυχία στη διαδικασία ελέγχου.
- Παρέχουν τεράστια ευελιξία, αφού σε περιπτώσεις αλλαγής της ελεγχόμενης διαδικασίας, απαιτείται μόνο μία απλή αλλαγή στον κώδικα του προγράμματος,
Χρησιμοποιούν ενεργοποιητές για να λειτουργούν/αποσυνδέούν συσκευές.



- Σε αντίθεση με το **CCS** (**C**entral **C**ontroller **S**ystem, Συστήμα Κεντρικού Ελεγκτή), το DCS είναι ένα σύστημα ελέγχου με μονάδες ελέγχου κατανεμημένες στο σύστημα, όπου κάθε υποσύστημα ελέγχεται από ένα ή περισσότερους ελεγκτές
- Χρησιμοποιείται σε βιομηχανίες και μικροδίκτυα.
- Πλέον τα SCADA ενσωματώνουν το DCS για επικοινωνία και έλεγχο.
- Το DCS χρειάζεται να δικτυωθεί με τηλεπικοινωνίες και συστήματα παρακολούθησης, ώστε να μπορεί να ελέγχει και να παρακολουθεί τον διεσπαρμένο εξοπλισμό.
- Το DCS χρησιμοποιεί ηλεκτρονικούς υπολογιστές με ειδικές δυνατότητες χρήσης, εξειδικευμένων διασυνδέσεων και ανοικτών πρωτόκολλων για επικοινωνίες με ειδικά σχεδιασμένους επεξεργαστές ως ελεγκτές:
 - A) Οι μονάδες I/O είναι εξοπλισμός του DCS και οι επεξεργαστές είναι μέρος των ελεγκτών.
 - B) Οι επεξεργαστές λαμβάνουν πληροφορίες από τις μονάδες εισόδου και στέλνουν σήματα ελέγχου στις μονάδες εξόδου.

- Ο έλεγχος του μικροδίκτυου γίνεται μέσω ενός πολύπλοκου δικτύου από τις πιο ευφυείς ηλεκτρονικές συσκευές.
- Αυτές διασυνδέονται με το SCADA με επικοινωνία μεγάλης ταχύτητας.
- Ο CC των μικροδίκτυων πρέπει να εκτελεί την ενεργειακή διαχείριση, τη διαχείριση των εφεδρικών υπηρεσιών, το συντονισμό προστασίας, μετρήσεων και διακοπτικών λειτουργιών.

Επειδή η λειτουργία του εξαρτάται από τις υψηλής ταχύτητας επικοινωνίες και τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των συσκευών, το SCADA έχει τεράστια σημασία στη σχεδίαση και ανάπτυξη των μικροδικτύων.