

# Architetture di comunicazione

## Lezione 11

21 aprile 2015

Ing. Chiara Foglietta

foglietta.chiara@gmail.com

Sistemi di Controllo per l'Automazione Industriale  
Ingegneria Gestionale  
A.A. 2014 - 2015

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale





# Agenda

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0



# Sistemi SCADA I

Lezione 11

Chiara Foglietta

## Sistemi SCADA

2

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

Il termine SCADA (sistema di controllo e acquisizione dati di controllo) si riferisce alla combinazione di telemetria e acquisizione dati. SCADA comprende la raccolta di informazioni tramite un RTU (Remote Terminal Unit), trasferendola al sito centrale, di effettuare qualsiasi analisi e controllo necessarie e quindi visualizzare le informazioni su un numero di schermi o display operatore. Le azioni di controllo necessarie vengono poi convogliati indietro al processo.



# Sistemi SCADA II

Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

3

I vantaggi dei sistemi PLC/DCS/SCADA sono:

- ▶ Il computer può registrare e memorizzare una grande quantità di dati
- ▶ I dati possono essere visualizzati in alcun modo l'utente richiede
- ▶ Migliaia di sensori su una vasta area possono essere collegati al sistema
- ▶ L'operatore può incorporare simulazioni dati reali nel sistema
- ▶ Molti tipi di dati possono essere raccolti dalla RTU
- ▶ I dati possono essere visualizzati da qualsiasi luogo, non solo sul posto

57



# Sistemi SCADA III

Lezione 11

Chiara Foglietta

## Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

4

Gli svantaggi sono:

- ▶ Il sistema è più complesso della tipologia di pannello
- ▶ Diverse competenze operative sono richieste, come ad esempio gli analisti di sistema e programmatore
- ▶ Con migliaia di sensori c'è ancora un sacco di filo per affrontare
- ▶ L'operatore può vedere solo fino al PLC



# Sistemi SCADA IV

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

5

Per quanto l'esigenza di sistemi più piccoli e più intelligenti è cresciuto, i sensori sono stati progettati con l'intelligenza del PLC e DCS. Questi dispositivi sono noti come IED (dispositivi elettronici intelligenti). Gli IED sono collegati su un bus di campo, come Profibus, DeviceNet o Foundation Fieldbus al PC. Essi comprendono abbastanza intelligenza per acquisire dati, comunicare ad altri dispositivi e tenere la loro parte del programma generale. Ognuno di questi sensori super intelligente può avere più di un sensore a bordo. Tipicamente un IED potrebbe combinare un sensore di ingresso analogico, uscita analogica, controllo PID, il sistema di comunicazione e di memoria di programma in un unico dispositivo.



# Sistemi SCADA V

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

6

I vantaggi del PC al sistema fieldbus IED sono:

- ▶ È necessario il cablaggio Minimal
- ▶ L'operatore può visualizzare fino al livello del sensore
- ▶ I dati ricevuti dal dispositivo possono includere informazioni quali seriale numeri, numeri di modello, quando è stato installato e da chi
- ▶ Tutti i dispositivi sono plug and play; quindi l'installazione e la sostituzione sono facili
- ▶ I dispositivi più piccoli significano meno spazio fisico per il sistema di acquisizione dati

Gli svantaggi di un PC al sistema IED sono:

- ▶ Il sistema più sofisticato richiede ai dipendenti più qualificati
- ▶ i prezzi sono più elevati del sensore (ma questo è compensato in qualche modo dalla mancanza di PLC)
- ▶ Gli IED si basano più sul sistema di comunicazione

57



# Hardware SCADA I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

7

Un sistema SCADA consiste di un numero di unità remote (terminali o RTU) che raccolgono i dati di campo e trasmettono tali dati alla stazione master tramite un sistema di comunicazione. La stazione master visualizza i dati acquisiti e permette anche all'operatore di eseguire attività di controllo remoto.

I dati accurati e tempestivi consentono l'ottimizzazione del funzionamento del processo dell'impianto. Un ulteriore vantaggio è operazioni più efficienti, affidabili e soprattutto, sicure. Tutto questo si traduce in un minor costo di funzionamento rispetto ai sistemi non automatizzati precedenti.

57



# Hardware SCADA II

Lezione 11

Chiara Foglietta

## Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

8

Su un sistema SCADA più complesso ci sono essenzialmente cinque livelli o gerarchie:

1. Dispositivi di livello Campo di strumentazione e controllo
2. terminali di smistamento e RTU
3. Sistema di comunicazione
4. La stazione master
5. La tecnologia di informazioni commerciali o l'elaborazione del sistema di computer reparto dati



# Hardware SCADA III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

9

La RTU fornisce un'interfaccia ai sensori digitali situati in ogni sito remoto analogico di campo.

Il sistema di comunicazione prevede il percorso per le comunicazioni tra la stazione master e siti remoti. Questo sistema di comunicazione può essere cavo, fibra ottica, radio, linea telefonica, microonde e forse anche satellitare. Specifici protocolli e le filosofie di rilevamento degli errori vengono utilizzati per il trasferimento efficiente e ottimale dei dati.

La stazione master (o sub-master) raccolgono dati da vari RTU e generalmente forniscono un'interfaccia operatore per la visualizzazione delle informazioni e del controllo dei siti remoti. Nelle grandi sistemi di telemetria, i siti sub-master raccolgono informazioni da siti remoti e agiscono come un relè di nuovo alla stazione master di controllo.

57



# Software SCADA I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

10

Il software SCADA può essere diviso in due tipi, proprietari o aperti. Le aziende sviluppano software proprietario per comunicare con il loro hardware. Questi sistemi sono venduti come soluzioni "chiavi in mano". Il problema principale con questi sistemi è la schiacciante dipendenza dal fornitore del sistema. Sistemi software aperti hanno guadagnato popolarità a causa della interoperabilità che portano al sistema. L'interoperabilità è la capacità di mescolare apparecchiature differenti produttori sullo stesso sistema. Citect e WonderWare sono solo due dei pacchetti software aperti disponibili sul mercato per i sistemi SCADA. Alcuni pacchetti sono ora compresi asset management integrata all'interno del sistema SCADA. I componenti tipici di un sistema SCADA sono indicati nello schema qui sotto.

Lezione 11

Chiara Foglietta

11

Sistemi SCADA

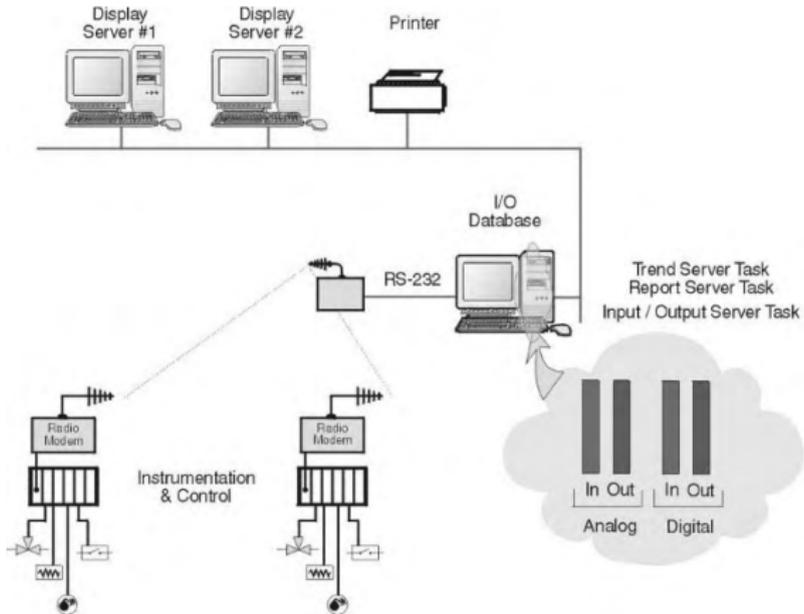
I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0





# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione I

Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

12

Un quadro di comunicazione che ha avuto un enorme impatto sulla progettazione dei sistemi di comunicazione è il modello di interconnessione dei sistemi aperti (OSI), sviluppato dalla International Standards Organization (ISO). L'obiettivo del modello è quello di fornire un quadro per il coordinamento dello sviluppo standard e permettere ad entrambe le e in evoluzione attività standard esistenti di lavorare in tale quadro comune.

57



# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione II

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

13

L'interconnessione di due o più dispositivi con la comunicazione digitale è il primo passo verso la creazione di una rete. Oltre ai requisiti hardware, i problemi di software di comunicazione devono essere superati. Qualora tutti i dispositivi di una rete sono dello stesso produttore, i problemi hardware e software sono di solito facilmente risolto perché il sistema di solito è progettato all'interno delle stesse linee guida e le specifiche. I sistemi aperti sono quelli che si conformano alle specifiche e linee guida, che sono 'aperti' a tutti. Questo permette di attrezzature di qualsiasi produttore, che è conforme a tale norma, per essere utilizzati in modo intercambiabile in rete. I vantaggi dei sistemi aperti sono diversi fornitori e quindi una più ampia disponibilità di attrezzature, prezzi più bassi e più facile integrazione con gli altri componenti.

57



# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

14

Nel 1978 la ISO, di fronte alla proliferazione di sistemi chiusi, ha definito un 'modello di riferimento per la comunicazione tra Open Systems' (ISO 7498), che è diventato noto come il modello di interconnessione dei sistemi aperti, o semplicemente come modello OSI. OSI è essenzialmente una struttura di gestione delle comunicazioni di dati, che rompe le comunicazioni di dati verso il basso in una gerarchia gestibile di sette strati. Ogni strato ha uno scopo definito e interfacce con gli strati sopra e sotto di essa. Con che stabilisce norme per ogni strato, una certa flessibilità è consentito in modo che i progettisti di sistemi possono sviluppare protocolli per ogni strato indipendenti l'uno dall'altro. Con conforme agli standard OSI, un sistema è in grado di comunicare con qualsiasi altro sistema compatibile, in tutto il mondo.

57



# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione IV

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

15

Dovrebbe essere realizzata in via preliminare, che il modello di riferimento OSI non è un protocollo o un insieme di regole per come un protocollo dovrebbe essere scritto, ma piuttosto un quadro globale in cui definire i protocolli. Il quadro modello OSI specificamente e chiaramente definisce le funzioni o servizi che devono essere forniti a ciascuno dei sette strati (o livelli). Lo schema seguente mostra i sette livelli del modello OSI.

57

# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione V

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

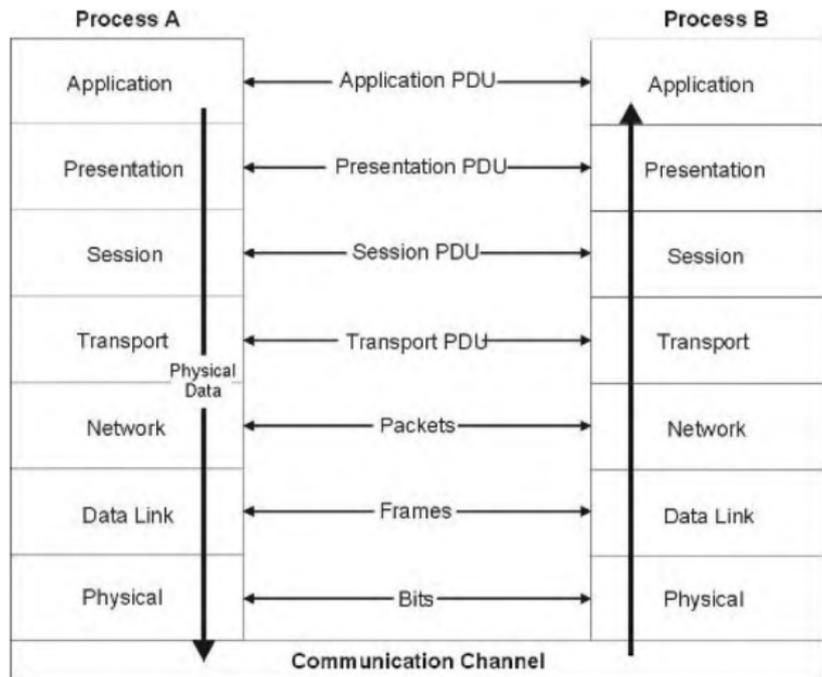
IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

16



57



# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione VI

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

17

Un breve riassunto dei sette strati è la seguente:

**Applicazione** La fornitura di servizi di rete per i programmi delle applicazioni dell'utente. Nota: i programmi effettivi dell'applicazione non risiedono qui

**Presentazione** Principalmente si occupa di rappresentazione dei dati (crittografia compresa)

**Sessione** Il controllo delle comunicazioni (sessioni) tra gli utenti

**Trasporto** La gestione delle comunicazioni tra i due sistemi terminali

**Rete** Capofila per il routing dei messaggi

**Collegamento dati** Responsabile per il montaggio e l'invio di un frame di dati da un sistema all'altro

**Fisico** Definisce i segnali elettrici e le connessioni meccaniche a livello fisico

57



# I sistemi aperti e gli standard di comunicazione VII

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

18

La figura seguente dà un'idea di come trasmissione di un messaggio viene effettuata da ciascuno strato essendo incapsulato all'interno dello strato sottostante, prima di essere inviato sull'autostrada dati fisici. Allo stesso modo una volta che il pacchetto (o più in senso stretto - il telaio) è ricevuto ogni strato viene poi tolse il pacchetto viene spinto verso l'alto in cui il messaggio viene quindi estratto.

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

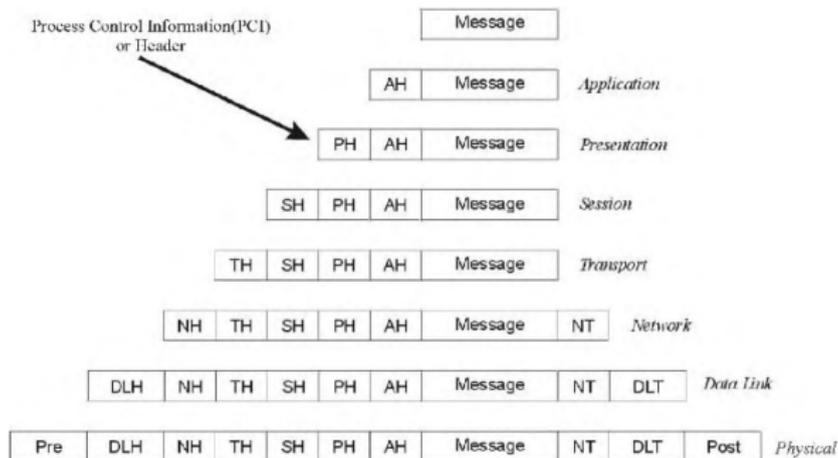
IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

19



57



# IEC 60870.5 e DNP3.0 I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

20

Nel 1988 la Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC) ha iniziato a pubblicare una serie intitolata 'IEC 870 apparecchiature di telecontrollo e sistemi', di cui una parte è stata 'Parte 5 Protocolli di trasmissione'. Questo è stato sviluppato in modo gerarchico e pubblicato in una serie di sotto-percorsi che prendono 1990-1995 per definire completamente un protocollo aperto per le comunicazioni SCADA. Il protocollo è stato definito in termini del modello interconnessione sistemi aperti (OSI) utilizzando un sotto-insieme minimo degli strati; gli strati fisico, collegamento dati, e delle applicazioni. Questa comprendeva definizione dettagliata della struttura del messaggio a livello di collegamento dati, e una serie di strutture di dati a livello di applicazione in modo che i produttori possano utilizzare il protocollo di creare sistemi che sarebbero in grado di interoperabilità.

57



# IEC 60870.5 e DNP3.0 II

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

21

Lo standard IEC è stato successivamente rinumerato con il prefisso 60 e quindi la norma IEC per i protocolli di trasmissione è ora IEC 60870.5.

Il protocollo IEC 60870.5 è stato definito in primo luogo per la telecomunicazione del sistema elettrico e di informazioni di controllo, e ha di conseguenza strutture dati che sono specificatamente legate a questa applicazione. Anche se include i tipi di dati generali che potrebbero essere utilizzati in qualsiasi applicazione SCADA, l'uso di IEC 60870 è stata largamente confinato al settore elettrico.

57



# IEC 60870.5 e DNP3.0 III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

22

Nello stesso periodo, il quale IEC 870 è stato progressivamente liberalizzato, il protocollo DNP3 è stato sviluppato e rilasciato in Nord America.

DNP3 è un protocollo aperto sviluppato da Harris Controls Division, Distributed Automation Products nei primi anni 1990 e rilasciato al settore sulla base DNP3 Users Group nel novembre 1993.

Anche se il protocollo è generalmente indicato come DNP3 o Distributed Network Protocol Version 3.0, che è lo standard di telecomunicazioni che definisce le comunicazioni tra le stazioni master, unità remote di telemetria (RTU) e altri dispositivi elettronici intelligenti (IED). È stato sviluppato per realizzare l'interoperabilità tra i sistemi del fornitore di energia elettrica, petrolio e gas, acqua / acqua reflue e industrie di sicurezza.



# IEC 60870.5 e DNP3.0 IV

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

23

Dalla sua creazione per il settore della distribuzione elettrica in America, DNP3 ha guadagnato notevole accettazione sia in termini geografici e di settore. DNP3 è supportato da un ampio numero di fornitori e utenti in elettrica, infrastrutture idriche, e di altre industrie in Nord America, Sud America, Sud Africa, Asia, Australia e Nuova Zelanda. In Europa DNP3 compete con IEC 60870-5, che è ampiamente usato in quella regione. Tuttavia, il protocollo IEC si limita al settore della distribuzione elettrica, mentre DNP3 ha trovato applicazioni industriali più ampie nei settori del petrolio e del gas, acqua/acqua reflue e industrie di sicurezza.

57



# IEC 60870.5 e DNP3.0 V

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

24

Una caratteristica fondamentale del protocollo DNP3 è che si tratta di un protocollo standard aperto ed è uno che è stato adottato da un numero significativo di produttori di apparecchiature.

DNP3 è stato riconosciuto un sistema di conformità particolarmente forte. Oltre ad avere una specifica completa di oggetti dati, DNP3 ha un sistema di certificazione di conformità dettagliata. Questo si basa su aver definito implementazione sottoinsiemi di quali dispositivi devono essere certificati. Questo fornisce un mezzo per i produttori di implementare sistemi di funzione ridotte che ancora forniscono livelli definiti di funzionalità.

57



# IEC 60870.5 e DNP3.0 VI

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

25

Sia DNP3 e IEC 60870-5 sono stati progettati specificamente per SCADA (controllo di supervisione e acquisizione dati) delle applicazioni. Queste comprendono acquisizione di informazioni e l'invio di comandi di controllo tra dispositivi informatici fisicamente separati. Essi sono progettati per trasmettere relativamente piccoli pacchetti di dati in modo affidabile con i messaggi coinvolte arrivano in una sequenza deterministica. A questo proposito sono diversi dagli altri protocolli di uso generale, come FTP che è parte del TCP/IP, che possono inviare file piuttosto grandi, ma in un modo che non è generalmente come adatto per il controllo SCADA.

57



# IEC 60870.5 e DNP3.0 VII

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

26

Le caratteristiche principali di questi protocolli:

- ▶ protocolli aperti, disponibili per l'uso da parte di qualsiasi produttore o utente
- ▶ Progettato per una comunicazione affidabile dei dati e il controllo
- ▶ Ampiamente sostenuta dai produttori di sistemi master SCADA e software, e di RTU e IED

57



# Ethernet e TCP/IP I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

27

Collegare computer e altri dispositivi insieme per condividere le informazioni non è una novità. La tecnologia per le reti locali (LAN) è stato sviluppato nel 1970 dai produttori di minicomputer per collegare terminali utente ampiamente separati ai computer. Ciò ha consentito la condivisione di periferiche costosi nonché i dati che precedentemente esisteva in una sola posizione fisica.

Stazioni master SCADA e RTU utilizzano sempre più i componenti delle reti locali (come Ethernet) e TCP / IP nelle comunicazioni dei dati in tempo reale.

57



# Ethernet e TCP/IP II

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

28

Anche se il modello OSI è generalmente preferito, un modello semplificato chiamato il modello di riferimento TCP/IP viene utilizzato e che consiste dei seguenti quattro strati:

**Livello 1 Livello di interfaccia di rete** Fornisce il collegamento fisico tra i dispositivi. Conosciuta anche come la rete locale o il livello di accesso alla rete

**Layer 2 Livello Internet** Isolare l'host da requisiti di rete specifici. Il protocollo Internet (IP) esiste qui, ma non garantisce la consegna

**Layer 3 Livello di servizio** Fornisce le esigenze di servizio di accoglienza. Il protocollo di controllo della trasmissione (TCP) risiede qui, fornire un servizio affidabile end-to-end

**Layer 4 Livello di applicazione** Fornisce l'elaborazione e le applicazioni user-to-host e host-to-user

57



# Ethernet e TCP/IP III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

29

LAN (livello 1) sono caratterizzate da trasmissione ad alta velocità su un'area geografica limitata. Spesso Ethernet (10Base5), per esempio, opera a 10 Mb/sec su una distanza massima di 500 m prima che i segnali devono essere potenziato.

Mentre le LAN operano dove le distanze sono relativamente piccoli, le reti geografiche (WAN) vengono utilizzate per collegare reti LAN separate da grandi distanze che vanno da poche decine di metri a migliaia di chilometri. WAN normalmente utilizzano il sistema di telecomunicazione per fornire collegamento economico tra LAN.

57



# Ethernet e TCP/IP IV

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

30

Il modo in cui i nodi sono collegati a formare una rete è noto come la topologia. Una topologia logica definisce come gli elementi della rete comunicano tra di loro, e come l'informazione viene trasmessa attraverso una rete. Una topologia fisica definisce il layout cablaggio per una rete. Questa specifica come gli elementi della rete sono collegati tra loro elettricamente.

Il concetto di internetworking permette di interconnettere molteplici reti fisiche e farle funzionare come unità coordinata. Ogni rete può avere una propria tecnologia hardware di base - ma questi sono nascosti dall'utente dalla tecnologia di Internet. Il protocollo TCP / IP viene utilizzato per comunicare tra due reti interconnesse.

57



# Ethernet e TCP/IP V

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

31

Il protocollo Internet (IP) è al centro della suite TCP / IP che risiede a livello di Internet. E 'il primo responsabile per il routing dei pacchetti verso la loro destinazione, da router a router. Questo instradamento è effettuato sulla base degli indirizzi IP, incorporati nell'intestazione collegato a ciascun pacchetto trasmesso dal IP.

Lo strato host-to-host comunicazioni (indicato anche come il livello di servizio, o come il livello di trasporto in termini di modello OSI) è il principale responsabile di garantire la consegna end-to-end dei pacchetti trasmessi dal protocollo Internet (IP) . Questo ulteriore affidabilità è necessario per compensare la mancanza di affidabilità in IP.

57



# Ethernet e TCP/IP VI

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

32

Ci sono solo due protocolli rilevanti risiedono nello strato host-to-host di comunicazione, vale a dire il protocollo TCP (Transmission Control Protocol) e UDP (User Datagram Protocol). In aggiunta a questo, il livello host-to-host include le API (Application Programming Interface) utilizzati dai programmatori per accedere a questi protocolli dal livello di processo / applicazione.

57



# Ethernet e TCP/IP VII

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

33

TCP è un protocollo orientato alla connessione (discusso in seguito) ed è quindi affidabile. TCP stabilisce una connessione tra due host prima che i dati vengano trasmessi. È quindi possibile verificare che tutti i pacchetti vengono ricevuti sull'altra estremità e di provvedere ritrasmissione nel caso di pacchetti persi. Poiché TCP fornisce tutte queste funzioni incorporate, coinvolge significativo overhead aggiuntivo in termini di tempo di elaborazione e le dimensioni dell'intestazione.

57



# Ethernet e TCP/IP VIII

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

34

UDP è un 'connectionless' o protocollo-non orientato alla connessione e non richiede una connessione da stabilire tra due macchine prima della trasmissione dei dati. Pertanto si dice che sia un protocollo 'inaffidabile' - la parola 'inaffidabile' è qui utilizzato in contrapposizione a 'affidabile' nel caso di TCP. Come nel caso di TCP, fa uso del protocollo IP sottostante per trasportare datagrammi suoi.

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

IEC 60870.5 e  
DNP3.0

Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

35

Ci sono una varietà di protocolli di applicazioni disponibili con il protocollo TCP / IP. Questi sono:

- TELNET** Ciò consente a un utente ad un terminale di comunicare in modo interattivo con un processo di applicazione su un altro terminale
- FTP** Questo consente all'utente di interagire con un sistema di file remoto
- SMTP** Una rete di servizio di trasferimento a livello di posta
- SNMP** Un utente può ottenere dati sulle prestazioni di rete e controllare un gateway / bridge

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

IEC 60870.5 e  
DNP3.0

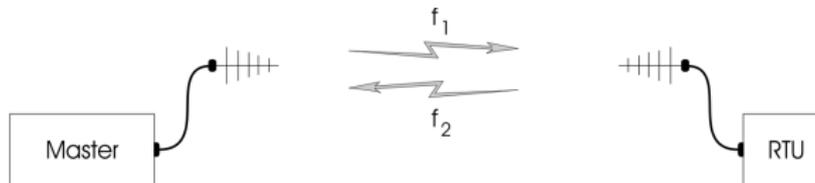
Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

36

Questa è la configurazione più semplice, dove i dati sono scambiati tra due stazioni solamente. Una stazione può essere inizializzata come master e una come slave. È possibile per entrambe le stazioni comunicare in entrambi i modi (trasmettendo e ricevendo su due frequenze separate) o su una sola frequenza in una sola direzione.



57



# Architetture molteplici punti I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

37

In questa configurazione è generalmente un master e più slave. Normalmente i dati vengono passati tra il master e ciascuno degli slave. Se due slave devono trasferire i dati tra l'altro avrebbero farlo attraverso il master che funge da arbitro o moderatore. In alternativa è possibile per tutte le stazioni di agire in rapporto peer-to-peer. Questa è una disposizione più complessa che richiede sofisticati protocolli per gestire collisioni tra due diverse stazioni che vogliono trasmettere contemporaneamente.

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

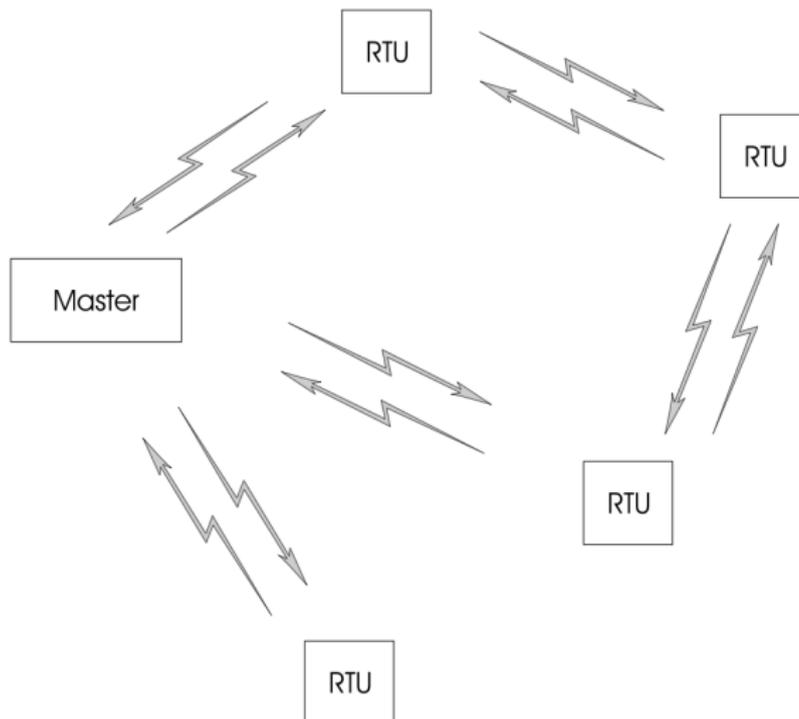
IEC 60870.5 e  
DNP3.0

Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

38



57



# Architetture con ripetitori I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

39

Ci sono due possibilità qui, cioè memorizza e spedisce (store and forward) o parlare-attraverso (talk through) ripetitori. I ripetitori store and forward possono essere un componente degli altri approcci sopra discussi. Questo avviene quando una stazione trasmette messaggi a un'altra stazione che è fuori della portata della stazione master. Questa stazione intermedia è spesso chiamato ripetitore store and forward. Non vi è alcuna trasmissione simultanea del messaggio dal ripetitore di store and forward. Esso primo riceve e memorizza il messaggio, poi ritrasmissione sulla stessa frequenza di quella su cui è stato ricevuto dalla stazione master. Questo approccio è più lento di un ripetitore talk through poiché ogni messaggio deve essere inviato due volte. I vantaggi sono notevoli risparmi in altezze del montante e dei costi.

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

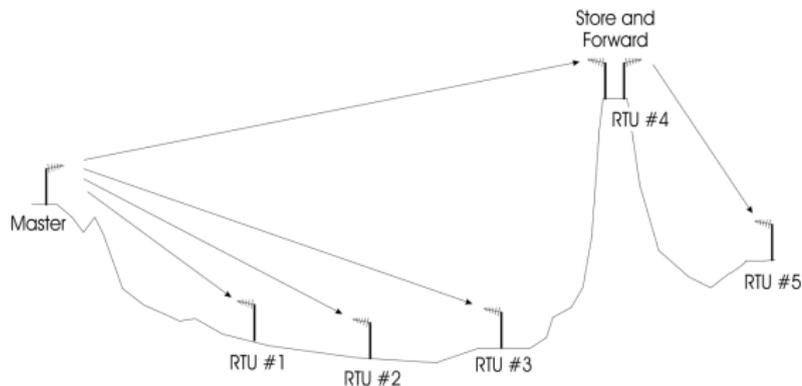
IEC 60870.5 e  
DNP3.0

Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

40



57



# Architetture con ripetitori III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

41

L'uso di ripetitori talk-through è il modo generalmente preferito di aumentare la portata del sistema radio. Il ripetitore, situato su un punto geografico alto, ritrasmette il segnale radio ricevuto contemporaneamente su una frequenza diversa. Questo implica che tutte le stazioni ripetendo il segnale devono ricevere e trasmettere su frequenze diverse.

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

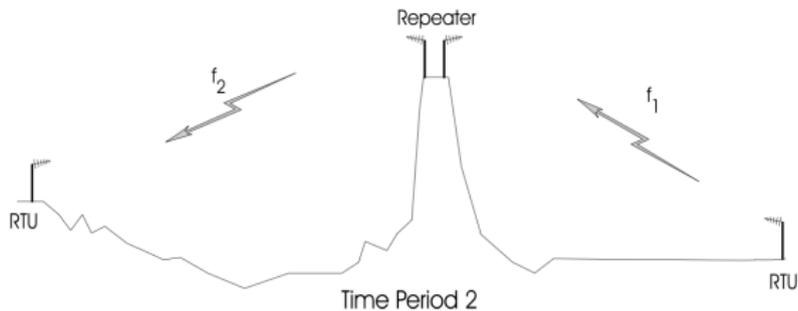
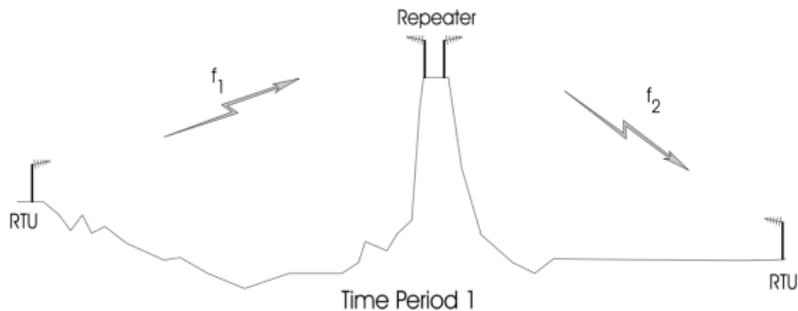
IEC 60870.5 e  
DNP3.0

Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

42



57



# Master Slave I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

43

Questo può essere utilizzato in una configurazione punto-punto o multi-punto ed è probabilmente la filosofia più semplice da utilizzare. Il master ha il controllo totale del sistema di comunicazione e rende regolari (ripetitivi) richieste di dati da trasferire da e verso ciascuno di un numero di slave. Gli slave non avviano le transazioni, ma si basano sul master. Si tratta essenzialmente di un approccio half-duplex in cui lo slave risponde solo su richiesta del master. Se uno slave non risponde in un tempo definito, il maestro poi ritenta (in genere fino a tre volte) e poi segna lo schiavo come inutilizzabili prima di provare il nodo slave successivo nella sequenza. È possibile riprovare slave inutilizzabile il successivo ciclo di polling.

57



# Master Slave II

Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

44

I vantaggi di questo metodo sono:

- ▶ Il software è semplice ed affidabile grazie alla semplicità della filosofia
- ▶ errore di collegamento tra il master e un nodo slave viene rilevato rapidamente
- ▶ Nessun collisioni possono verificarsi sulla rete; quindi il throughput dei dati è prevedibilità grado e costante

57

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

IEC 60870.5 e  
DNP3.0

Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

45

Per i sistemi fortemente caricati con ogni nodo con esigenze di trasferimento dati costante questo dà un sistema prevedibile ed efficiente. Gli svantaggi sono:

- ▶ Le variazioni dei requisiti di trasferimento dati di ogni slave non possono essere gestite
- ▶ tipo di allarme richieste da uno schiavo che richiedono un intervento urgente non può essere gestito (come il comandante può essere l'elaborazione di un altro slave)
- ▶ I sistemi che sono leggermente caricati con variazioni minime di dati da uno slave sono piuttosto inefficiente e inutilmente lento
- ▶ Slaves necessitano di comunicare tra loro devono farlo attraverso il matrimonio con complessità nella progettazione della stazione master

57



# Contesa I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

46

Procedimento di contesa come senso portante con rilevamento multiplo accesso / collisioni (arrier sense with multiple access/collision detection - CSMA / CD) può essere utilizzato per controllare le comunicazioni. Non c'è nessun padrone di controllo e le singole stazioni devono vedersela (concorrenza) per l'accesso al mezzo di trasmissione. In una tale disposizione, le collisioni sono inevitabili e le stazioni devono fare i conti tra di loro.

57



# Contesa II

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

47

## **Comunicazione RTU a RTU.**

In una situazione in cui una RTU vuole comunicare con un'altra RTU, una tecnica utilizzata è rispondere a un sondaggio dalla stazione master con un messaggio con un indirizzo di destinazione diversa da quella della stazione master. La stazione master quindi esamina il campo indirizzo di destinazione del messaggio ricevuto dal RTU e se non osserva proprio, ritrasmette nella stazione remota appropriata. Questo approccio può essere utilizzato in una rete master-slave o un gruppo di stazioni tutti con pari status.

57



# Contesa III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

48

Il solo tentativo realizzato per evitare le collisioni è ascoltare il mezzo prima di trasmettere. I sistemi si basano su metodi di recupero per gestire i problemi di collisione. Di solito questi sistemi sono molto efficaci a prezzi bassi di capacità; non appena il traffico aumenta ad oltre il 30% della capacità del canale c'è una valanga tipo collasso del sistema e delle comunicazioni diventa inaffidabile e irregolare.

Questa tecnica è utilizzata esclusivamente su reti in cui tutti i nodi hanno accesso allo stesso supporto (entro la portata radio o su un legame comune cavo).

57



# Contesa IV

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

49

## **Eccezione segnalazione (segnalazione dell'evento)**

Una tecnica per ridurre l'inutile trasferimento di dati è quello di utilizzare una qualche forma di gestione delle eccezioni.

Questo approccio è popolare con il CSMA / CD ma potrebbe anche offrire una soluzione per l'approccio polling dove c'è una notevole quantità di dati da trasferire su ogni slave.

La stazione remota monitora i propri input per un cambiamento di stato o di dati. Solo quando vi è un cambiamento di stato, la stazione remota scrive un blocco di dati alla stazione master.

Ogni punto analogico o digitale che deve essere riportato indietro alla stazione master centrale ha una serie di parametri di segnalazione eccezione ad esso associati, come limiti di allarme alto e basso dei singoli valori analogici.

57



# DNP3.0 I

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

50

DNP3 o Distributed Protocol Network versione 3.3 è uno standard di telecomunicazioni che definisce le comunicazioni tra le stazioni master, unità remote di telemetria (RTU) e altri dispositivi elettronici intelligenti (IED). È stato sviluppato per realizzare l'interoperabilità tra i sistemi del fornitore di energia elettrica, petrolio e gas, acqua / acqua reflue e industrie di sicurezza.

DNP3 è stato creato come un protocollo proprietario da Harris Controls Division inizialmente per uso nell'industria di utilità elettrica. Nel novembre 1993, il protocollo è stato reso disponibile per l'utilizzo da parte di terzi mediante un trasferimento della proprietà al gruppo DNP3 User. Attraverso il Gruppo DNP3 User, che possono essere uniti per una tassa nominale, la scheda tecnica completa del protocollo può essere ottenuta con qualsiasi persona o società.

57



# DNP3.0 II

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

51

DNP3 è stato progettato specificamente per SCADA (controllo di supervisione e acquisizione dati) delle applicazioni. Queste comprendono acquisizione di informazioni e l'invio di comandi di controllo tra dispositivi informatici fisicamente separati. È stato progettato per trasmettere relativamente piccoli pacchetti di dati in modo affidabile con i messaggi coinvolte arrivano in una sequenza deterministica. A questo proposito è diverso da protocolli più generali impieghi, come FTP che è parte del TCP / IP, che possono inviare file piuttosto grandi, ma in un modo che non è generalmente come adatto per il controllo SCADA.

57



# DNP3.0 III

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

52

Dalla sua creazione per il settore della distribuzione elettrica in America, DNP3 ha guadagnato notevole accettazione sia in termini geografici e di settore. DNP3 è supportato da un ampio numero di fornitori e utenti in elettrica, infrastrutture idriche, e di altre industrie in Nord America, Sud America, Sud Africa, Asia e Australia. In Europa DNP3 compete con il protocollo IEC 60870-5-101 che è ampiamente usato in quella regione, e che condivide una comune origine con DNP3. Tuttavia, il protocollo IEC si limita al settore della distribuzione elettrica, mentre DNP3 ha trovato applicazioni industriali più ampie nei settori del petrolio e del gas, acqua / acqua reflue e industrie di sicurezza.

57



# DNP3.0 IV

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

53

Una caratteristica fondamentale del protocollo DNP3 è che si tratta di un protocollo standard aperto ed è uno che è stato adottato da un numero significativo di produttori di apparecchiature. Come sarà discusso nella sezione seguente su sfondo e lo sviluppo, DNP3 è uno dei protocolli aperti per le comunicazioni SCADA che sono emerse dal periodo di protocolli proprietari.

57



# DNP3.0 V

## Lezione 11

Chiara Foglietta

### Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

54

Il vantaggio di uno standard aperto è quanto prevede l'interoperabilità tra apparecchiature di diversi produttori. Ciò significa, ad esempio, che un utente può acquistare attrezzature sistema come una stazione master da un produttore, ed essere in grado di aggiungere apparecchiature RTU provenienti da un altro produttore. La RTU a sua volta può avere un numero di relè di controllo collegati ad esso che sono dispositivi elettronici intelligenti e anche utilizzano il protocollo DNP3. Tutto questo apparecchio può essere acquistato da diversi produttori, sia in un'installazione iniziale, o progressivamente il sistema è stato sviluppato nel corso del tempo.

57



# DNP3.0 VI

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di  
comunicazione

IEC 60870.5 e  
DNP3.0

Architetture di  
comunicazione

Le filosofie di  
comunicazione

DNP3.0

55

Naturalmente i benefici che sono realizzabili dipendono da una serie di fattori. Alcuni di questi sono riportati di seguito. Guardando la lista degli esecutori e degli utenti di DNP3 dimostra che vi è un notevole livello di supporto per il protocollo in un numero considerevole di sistemi SCADA, RTU, e molti diversi dispositivi elettronici intelligenti, quali relè, strumenti, protocolli convertitori, e altri dispositivi. Un elenco di esecutori di DNP3 è disponibile sul sito internet del Gruppo DNP3 User (a <http://www.dnp.org/>). Un elenco di SCADA master e RTU esecutori è stato incluso in appendice.

57



# DNP3.0 VII

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

56

DNP3 è stato riconosciuto un sistema di conformità particolarmente forte. Oltre ad avere una specifica completa di oggetti dati, DNP3 ha un sistema di certificazione di conformità dettagliata. Questo si basa su aver definito implementazione sottoinsiemi di quali dispositivi devono essere certificati. Questo fornisce un mezzo per i produttori di implementare sistemi di funzione ridotte che ancora forniscono livelli definiti di funzionalità.

57



# DNP3.0 VIII

## Lezione 11

Chiara Foglietta

Sistemi SCADA

I sistemi di comunicazione

IEC 60870.5 e DNP3.0

Architetture di comunicazione

Le filosofie di comunicazione

DNP3.0

57

I benefici che DNP3.0 fornisce all'utente sono:

- ▶ Standard aperto
- ▶ Supportato da una DNP3 attiva User Group
- ▶ Un protocollo supportato da un grande e crescente numero di produttori di apparecchiature
- ▶ Architettura stratificata secondo IEC modello di architettura migliori prestazioni
- ▶ Ottimizzato per le comunicazioni SCADA affidabili ed efficienti
- ▶ Supportato da norme di prova completa attuazione
- ▶ Ha sottoinsiemi protocollo definito per applicazioni particolari
- ▶ La possibilità di scegliere tra più fornitori per la futura espansione del sistema e la modifica

57