

Sistemi di Controllo Industriali

Lezione 09

14 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 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA



Sistemi di controllo industriali

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

2

Il termine SCADA è l'acronimo di Supervisor Control and Data Acquisition, ossia controllo di supervisione e acquisizione dei dati. Tali sistemi di controllo fanno parte dei sistemi di controllo industriali (industrial control systems - ICS), che includono, oltre ai sistemi SCADA, anche i sistemi di controllo distribuiti (distributed control systems - DCS), e anche sistemi molto più piccoli come i controllori a logica programmabile (Programmable Logic Controller -PLC) si trovano negli impianti industriali.

I sistemi di controllo industriali sono usate in industrie come trasmissione e distribuzione elettrica, idrica, del gas e del petrolio, trasporti, chimica, farmaceutica, cartiera, cibo e bevande e manifatturiera, come automobilistica, aerospaziale, e di beni.



Sistemi di controllo industriali

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

3

I sistemi SCADA sono generalmente usati per controllare risorse che sono disperse usando acquisizione di dati centralizzati e controllo di supervisione.

I sistemi DCS sono generalmente usati per il controllo dei sistemi di produzione all'interno di un'area locale come una fattoria usando controllo di supervisione e di regolazione.

I PLC sono generalmente usati per il controllo discreto per applicazioni specifiche e generalmente forniscono controllo di regolazione.



I sistemi SCADA

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

4

I sistemi SCADA sono sistemi fortemente distribuiti usati per controllare beni geograficamente dispersi, spesso distribuiti su migliaia di chilometri quadrati, dove l'acquisizione centralizzata di dati e il controllo sono critici per l'operatività dei sistemi. Sono usati nei sistemi di distribuzione, come la distribuzione idrica, e i sistemi di collezione delle acque reflue, i gasdotti e gli oleodotti, le reti elettriche, e i sistemi di trasporto ferroviari. Un centro di controllo SCADA esegue il monitoraggio e il controllo centralizzato dal campo su reti di telecomunicazione a lunga distanza, incluso il monitoraggio di allarmi e i dati di processo. Sulla base delle informazioni ricevute dalle stazioni remote, i comandi automatici o manuali (eseguiti dall'operatore) sono inviati agli apparecchi di controllo nelle stazioni remote, che sono spesso chiamati apparecchi di campo. Gli apparecchi di campo controllano le operazioni locali come l'apertura e la chiusura di valvole ed interruttori, la collezione di dati dai sensori e il monitoraggio dell'ambiente locale per gli allarmi.

54



I sistemi DCS

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

5

I DCS sono usati nei processi dei controllo industriali come la generazione elettrica, la raffinazione di petrolio e gas, il trattamento di acque chiare e nere, e la produzione automobilistica, alimentare e chimica. I DCS sono integrati come un'architettura di controllo che contiene un livello di controllo che supervisiona molteplici ed integrati sottosistemi che sono responsabili di controllare i dettagli di un processo localizzato. Il controllo dei processi e dei prodotti sono di solito ottenuti impiegando cicli di controllo in retroazione e in avanti dove le condizioni di processo e/o dei prodotti chiave sono automaticamente mantenuti intorno ad un desiderato set-point. I DCS sono usati intensamente nelle industrie basate sul processo.



I PLC

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

6

I PLC sono apparecchi basati su computer che controllano i dispositivi e i processi industriali. Mentre i PLC sono componenti dei sistemi di controllo usati nei sistemi SCADA e DCS, essi sono spesso i componenti primari in configurazioni di sistemi di controllo più piccole per fornire il controllo di regolazione di processi discreti come nelle linee di assemblaggio delle automobili e negli aeratori delle centrali elettriche. I PLC sono usati in tutti i processi industriali.



Processi industriali

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

7

Le industrie manifatturiere utilizzano due processi industriali:

- ▶ **Processi continui.** Questi processi girano continuamente, spesso con transizioni per eseguire diversi gradi di un prodotto. I processi manifatturieri continui sono tipicamente il flusso di vapore o del carburante in una centrale elettrica, di petrolio in una raffineria, e la distillazione in un impianto chimico.
- ▶ **Processi batch (a lotti).** Questi processi hanno distinti step di processamento, basati sulla quantità di materiale. Esiste uno step di inizio e di fine con la possibilità di operazioni a regime durante gli step intermedi. I processi a lotti sono di solito l'assemblaggio di parti meccaniche ed elettroniche.

Entrambi le industrie, quelle basate sul processo e quelle basate sui lotti, utilizzano il medesimo tipo di sistemi di controllo, sensori e reti. Alcune fabbriche sono ibride.

54



SCADA vs DCS/PLC I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

8

Mentre i sistemi di controllo usate nelle industrie manifatturiere e di distribuzione sono molto simili nel funzionamento, essi sono differenti in alcuni aspetti.

I DCS o i sistemi controllati da PLC sono di solito locati all'interno di un'industria o di un'area di impianto, comparati ai siti geograficamente distanti degli SCADA.

54



SCADA vs DCS/PLC II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

9

Le comunicazioni dei DCS e dei PLC sono basati su tecnologie LAN (Local Area Network) che sono tipicamente più affidabili e a maggiore velocità comparate con i sistemi di comunicazione a lunga distanza usati nei sistemi SCADA. I sistemi SCADA sono specificatamente progettati per gestire le sfide delle comunicazioni a lunga distanza come ritardi e perdita di pacchetti.

I DCS e i PLC utilizzano un numero maggiore di ciclo chiusi di controllo rispetto ai sistemi SCADA poichè il controllo dei processi industriali è tipicamente più complicato rispetto al controllo di supervisione dei processi distribuiti.

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

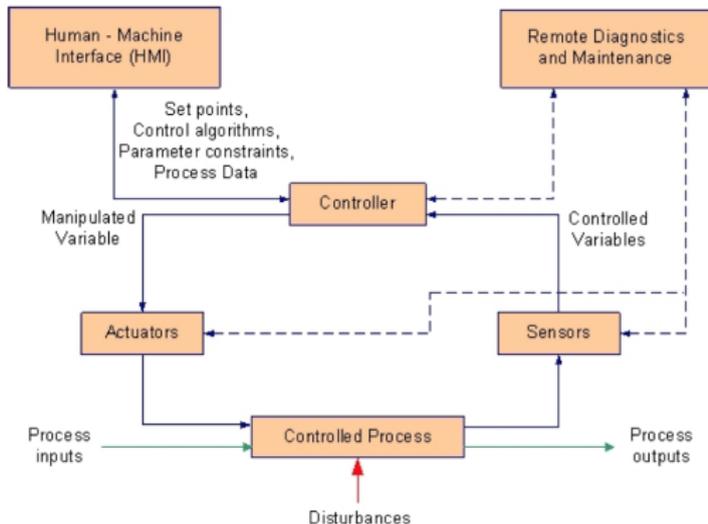
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

10



54



Funzionamento di un sistema di controllo industriale II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

11

I componenti chiave sono i seguenti:

- ▶ Ciclo di controllo: un ciclo di controllo consiste di sensori per la misura, di un controllore hardware come il PLC, di attuatori come valvole, interruttori, switches e motori, e di comunicazione di variabili.
- ▶ Interfaccia Uomo-Macchina (Human Machine Interface - HMI). Gli operatori e gli ingegneri usano HMI per configurare i set points, gli algoritmi di controllo, e per modificare e stabilire i parametri nel controllore. L'interfaccia mostra anche le informazioni sullo stato del processo e le informazioni storiche.
- ▶ Diagnostica remota e utilità di manutenzione. Le utilità di manutenzione e diagnostica sono usate per prevenire, identificare e ripristinare dai guasti.

54



Funzionamento di un sistema di controllo industriale III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

12

Un tipico sistema di controllo industriale contiene una proliferazione di cicli di controllo, HMI, e unità di diagnostica e manutenzione, usando i protocolli di rete su architetture di reti. Spesso questi cicli sono annidati uno dentro l'altro, e/o sono in cascata, dove il set point di un ciclo è basato sulla variabile di processo determinata da un altro ciclo. I cicli lavorano continuamente per l'intera durata del processo con tempi di ciclo che variano dal millisecondo al minuto.



Componenti di controllo I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

13

- ▶ *Server di controllo.* Il server di controllo ospita il software di controllo di supervisione del DCS o eventualmente del PLC che è progettato per comunicare con gli apparati di controllo a livello più basso. Il server di controllo accede ad eventuali ulteriori moduli di controllo tramite una rete di comunicazione
- ▶ *SCADA server o Master Terminal Unit (MTU).* Lo SCADA server è un dispositivo che agisce come master in un sistema SCADA. Le Remote Terminal Unit e i PLC sono locati remotamente nel campo e agiscono di solito come slaves.

54



Componenti di controllo II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

14

- ▶ *Remote Terminal Unit (RTU)*. Le RTU, chiamate anche remote telemetry unit, hanno come compito specifico quello di essere unità di controllo e di acquisizione dati, per il supporto delle stazioni remoto SCADA. Le RTU sono dispositivi da campo spesso equipaggiati con interfacce radio wireless per supportare la connessione remota dove le connessioni basate su cavo sono indisponibili. Spesso i PLC hanno la funzione di apparecchi da campo per funzionare come RTU; in questo caso, il PLC viene chiamato RTU.

54



Componenti di controllo III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

15

- ▶ *Controllore a logica programmabile (Programmable Logic Controller - PLC)*. Il PLC è un piccolo computer industriale originariamente pensato per eseguire le funzioni logiche eseguite da hardware elettrico, ossia relays, interruttore, e contatori o timer meccanici. I PLC si sono evoluti in controllori con la capacità di controllare processi complessi, e sono usati sostanzialmente in sistemi SCADA e DCS. Altri controllori usati a livello di campo sono i controllori di processo e le RTU; questi forniscono il medesimo controllo dei PLC ma sono progettati per specifiche applicazioni di controllo. Negli ambienti SCADA, i PLC sono spesso usati come dispositivi di campo perchè sono più economici, versatili, flessibili e configurabili rispetto alle RTU con scopi specifici.

54



Componenti di controllo IV

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

16

- ▶ *Dispositivi elettronici intelligenti (Intelligent Electronic Device - IED)*. Un IEC è un sensore/attuatore intelligente che contiene l'intelligenza richiesta per acquisire dati, comunicare con altri dispositivi, ed eseguire calcoli locali e controllo. Un IED può contenere un sensore di input analogico, un output analogici, capacità di controllo a basso livello, un sistema di comunicazione e una memoria di programma in un unico apparato. L'uso di un IED nei sistemi SCADA e DCS consente un controllo automatico a livello locale.

54



Componenti di controllo V

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

17

- ▶ *Interfaccia uomo macchina (HMI)*. L'interfaccia è un software e un hardware che consente all'operatore umano di monitorare lo stato di un processo sotto controllo, modificare le impostazioni di controllo per cambiare lo scopo del controllo e manualmente disabilitare il controllo automatico nel caso di emergenza. L'interfaccia permette ad un ingegnere o ad un operatore di configurare i set point, gli algoritmi di controllo e i parametri del controllore. L'interfaccia mostra le informazioni sullo stato del display, le informazioni storiche, i report, ma anche altre informazioni per gli operatori, gli amministratori, i manager, i partner industriali e altri utenti autorizzati. L'interfaccia potrebbe essere una piattaforma dedicata nel centro di controllo, un laptop su una rete wireless o un browser connesso ad internet.

54



Componenti di controllo VI

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

18

- ▶ *Storico dei dati.* Lo storico dei dati è un database centralizzato per immagazzinare tutte le informazioni di processo in un sistema di controllo industriale. Le informazioni ottenute possono essere analizzate in maniera diversa, dall'analisi stocastica alla pianificazione dell'azienda.
- ▶ *Server di Input/Output.* Il server di Input/Output è un componente di controllo responsabile per collezionare, accodare e fornire accesso alle informazioni del processo dai sotto-componenti di controllo, come PLC, RTU e IED. Un server Input/Output può trovarsi nel server di controllo o in un computer esterno. Tale server può essere anche usato per interfacciare componenti di controllo di terze-parti, come l'interfaccia uomo macchina e un server di controllo.

54



Componenti di telecomunicazione I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

19

Ci sono diverse caratteristiche di rete per ciascuno strato in una gerarchia sistema di controllo. Topologie di rete attraverso diverse implementazioni di sistemi di controllo industriale variano con i sistemi moderni usando strategie basate su Internet e di integrazione aziendale. Le reti di controllo si sono fuse con le reti aziendali per consentire ai tecnici di monitorare e controllare i sistemi al di fuori della rete del sistema di controllo. Il collegamento può anche consentire ai decisori a livello aziendale di ottenere l'accesso ai dati di processo. Di seguito è riportato un elenco delle principali componenti di una rete di controllo industriale, indipendentemente dalle topologie di rete in uso:

54



Componenti di telecomunicazione II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

20

- ▶ *Rete di campo.* Le reti di campo collegano i sensori e gli altri apparecchi ad un PLC o ad un altro controllore. L'uso delle tecnologie di campo elimina il bisogno per un collegamento punto-punto tra il controllore e ogni dispositivo. Il messaggio inviato tra i sensori e il controllore identifica unicamente ognuno dei sensori.
- ▶ *Rete di controllo.* La rete di controllo connette il livello di controllo di supervisione ai moduli di controllo a livello più basso.

54



Componenti di telecomunicazione III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

21

- ▶ **Router di comunicazione.** Un router è un dispositivo di comunicazione che trasferisce messaggi tra due reti. Gli usi più comuni per i router include la connessione da una LAN a una WAN, e la connessione tra MTU e RTU su una rete di telecomunicazione per il sistema SCADA.
- ▶ **Firewall.** Un firewall protegge i componenti su una rete monitorando e controllando i pacchetti di comunicazione usando politiche di filtraggio pre-definite. I firewall sono anche utili nella gestione delle strategie di compartimentazione dei sistemi di controllo industriali.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

22

- ▶ *Modem.* Un modem è un dispositivo usato per convertire un dato digitale in un segnale che si possa trasmettere su una linea telefonica per consentire ai dispositivi di comunicare. I modem sono spesso usati nei sistemi SCADA per consentire comunicazioni a lunga distanza tra MTU e i dispositivi nel campo. Sono anche usato nei sistemi SCADA, DCS e nei PLC per ottenere l'accesso remoto per funzioni di operabilità, come mandare comandi o modificare i parametri e per scopi diagnostici.
- ▶ *Punti di accesso remoto.* I punti di accesso remoto sono dispositivi, aree e luoghi distinti di una rete di controllo per configurare remotamente i sistemi di controllo e per accedere ai dati di processo.

54



I sistemi SCADA I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

23

I sistemi SCADA sono usati per controllare asset dispersi la cui acquisizione di dati centralizzata è importante quanto controllo. Questi sistemi sono utilizzati nei sistemi di distribuzione, come la distribuzione di acqua e i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli oleodotti e i gasdotti, la trasmissione e la distribuzione elettrica, il trasporto ferroviario e gli altri sistemi di trasporto pubblico.

54



I sistemi SCADA II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

24

I sistemi SCADA integrano i sistemi di acquisizione dati con i sistemi di trasmissione dati e i software HMI per fornire un sistema di monitoraggio e controllo centralizzato per processi con numerosi ingressi e uscite. I sistemi SCADA sono progettati per raccogliere informazioni sul campo, trasferirle in un computer centrale, e visualizzarle all'operatore in maniera grafica o testuale, consentendo all'operatore di monitorare o controllare un intero sistema da una sede centrale in tempo reale. Sulla base della sofisticazione e la configurazione del sistema individuale, il controllo di ogni singolo impianto, operazione o l'attività può essere automatico, oppure può essere eseguita da comandi dell'operatore.

54



I sistemi SCADA III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

25

I sistemi SCADA sono costituiti da hardware e software. L'hardware tipico include una MTU collocato in un centro di controllo, i dispositivi di comunicazione (ad esempio, radio, linea telefonica, via cavo o via satellite), e uno o più siti di campo geograficamente distribuiti rappresentati da una RTU o da un PLC, che controlla attuatori e/o monitora i sensori. MTU immagazzina ed elabora le informazioni dagli ingressi e le uscite dell'RTU, mentre l'RTU o il PLC controlla il processo locale. L'hardware di comunicazione consente il trasferimento di informazioni e dati avanti e indietro tra la MTU e la RTU o il PLC.

54



I sistemi SCADA IV

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

26

Il software è programmato per dire al sistema che cosa e quando monitorare, quale intervallo del parametro è accettabile, e quale risposta avviare quando i parametri vanno fuori dai valori accettabili. Un IED, come ad esempio un relè di protezione, può comunicare direttamente alla master station SCADA, o una RTU locale può interrogare gli IED per raccogliere i dati e passare allo SCADA master. IED forniscono un'interfaccia diretta per controllare e monitorare le apparecchiature e i sensori. IED possono essere interrogati direttamente e controllati dal master SCADA e nella maggior parte dei casi hanno la programmazione locale che consente a IED di agire senza istruzioni dirette dal centro di controllo SCADA. I sistemi SCADA sono generalmente progettati per essere sistemi fault-tolerant con ridondanza significativa integrata nell'architettura del sistema.

54

Un esempio di sistema SCADA I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

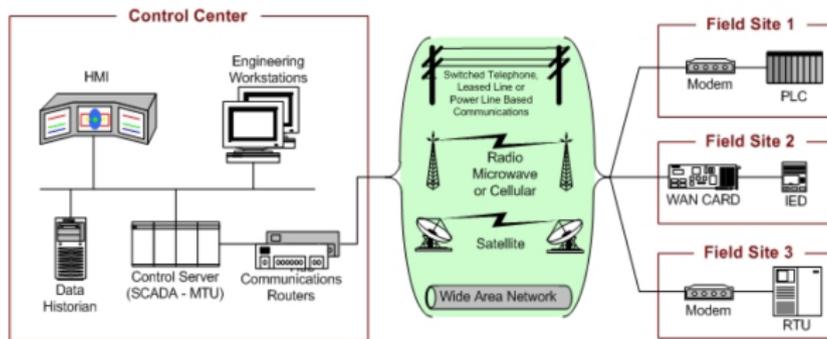
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

27



54



Un esempio di sistema SCADA II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

28

Il centro di controllo ospita un server di controllo (MTU) e un router di comunicazione. Altri componenti sono il centro di controllo HMI, una postazioni di lavoro, e lo storico dei dati, che sono tutti collegati da una rete LAN. Il centro di controllo raccoglie e registra le informazioni raccolte dai siti di campo, visualizza le informazioni per la HMI, e può generare azioni basate su eventi rilevati. Il centro di controllo è anche responsabile per l'allarme centralizzato, analisi delle tendenze, e i report. Il campo esegue il controllo locale di attuatori e sensori monitor.

54



Un esempio di sistema SCADA III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

29

I campi sono spesso dotati di una funzionalità di accesso remoto per consentire agli operatori sul campo per effettuare diagnosi a distanza e le riparazioni di solito tramite una connessione dial-up a parte o WAN. Protocolli di comunicazione standard e proprietari in esecuzione su comunicazioni seriali vengono utilizzati per il trasporto di informazioni tra il centro di controllo e siti di campo utilizzando tecniche di telemetria come telefono, cavo, fibra, e la frequenza della radio, come broadcast, forno a microonde e TV satellitare.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

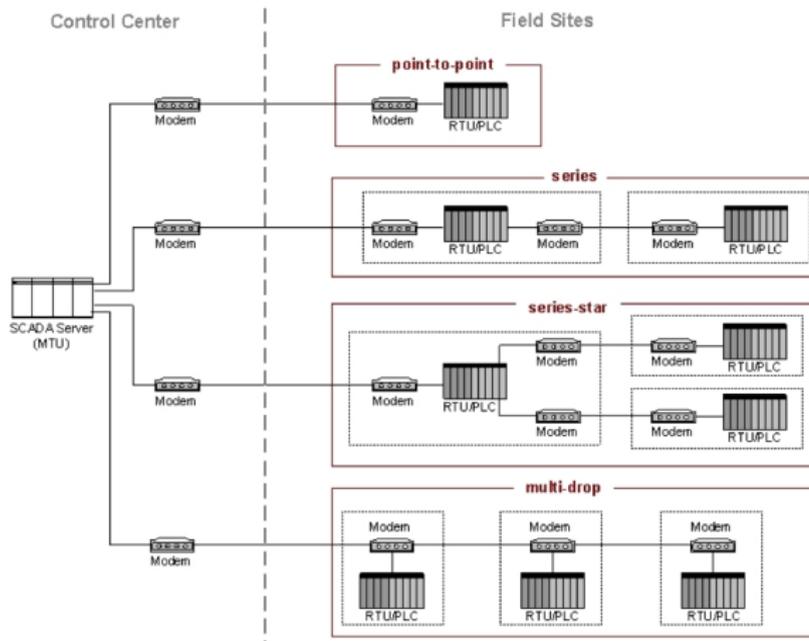
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

30



54



Topologie di comunicazione II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

31

Le architetture di comunicazione variano tra le diverse implementazioni.

Punto-punto è funzionalmente la più semplice, tuttavia è costosa poichè i canali individuali sono necessari per le singole connessioni.

In una configurazione in serie, il numero di canali è ridotto, ma la condivisione dei canali ha un impatto sull'efficienza e la complessità delle operazioni SCADA.

L'uso delle configurazione serie-star e multi drop generano una diminuzione dell'efficienza e un aumento della complessità del sistema.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

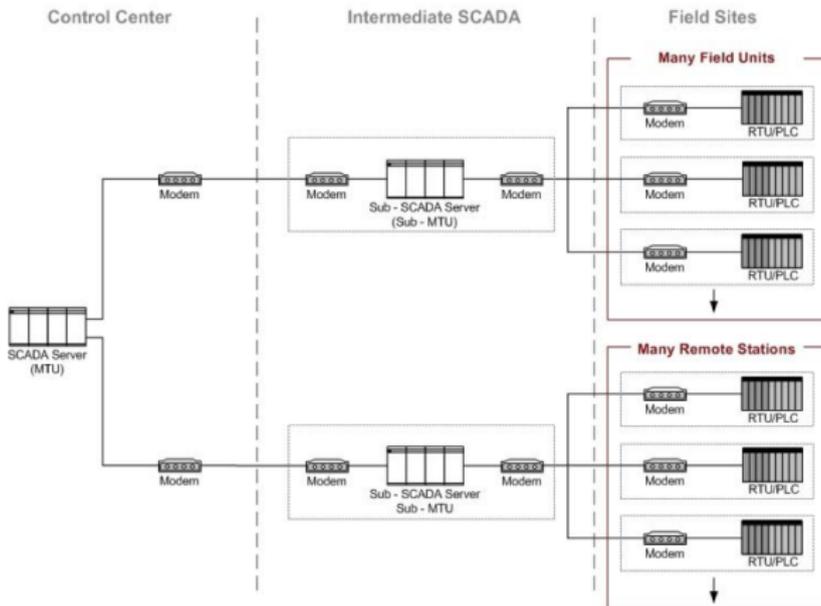
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

32



54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

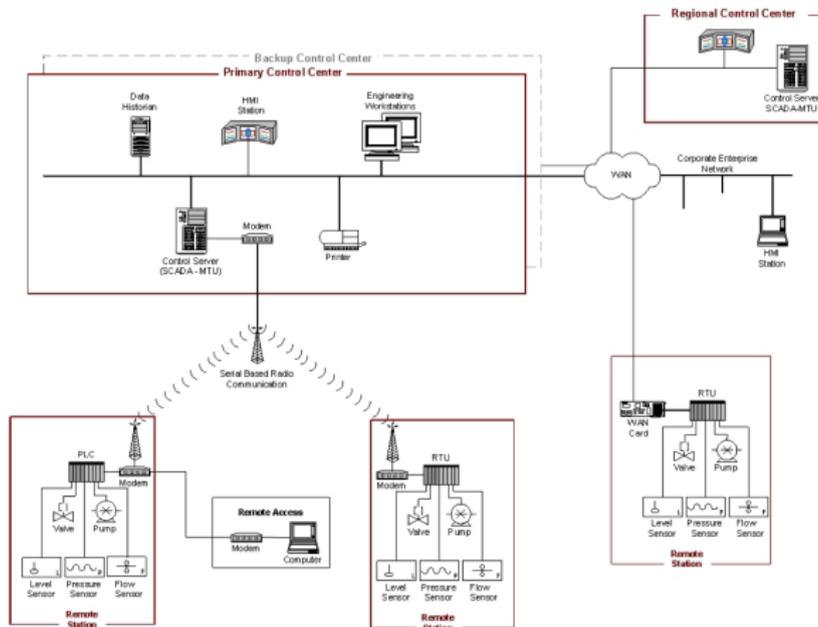
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

33





Topologie di comunicazione V

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

34

Mostra un esempio di implementazione del sistema SCADA. Questo particolare sistema SCADA consiste di un centro di controllo primario e tre siti di campo. Un secondo centro di controllo di backup fornisce ridondanza in caso di malfunzionamento del centro di controllo primario. Connessioni point-to-point sono utilizzati dal centro di controllo per le comunicazioni verso il campo, con due connessioni che utilizzano la radio telemetria. Il terzo sito campo è locale al centro di controllo e utilizza la rete geografica (WAN) per le comunicazioni.

54



Topologie di comunicazione VI

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

35

Un centro di controllo regionale si trova sopra il centro di controllo primario per un più elevato livello di controllo di supervisione. La rete aziendale ha accesso a tutti i centri di controllo attraverso la WAN, e al campo si può accedere da remoto per le operazioni di risoluzione dei problemi e di manutenzione. Il centro di controllo primario sonda i dispositivi di campo per i dati a intervalli definiti (ad esempio, 5 secondi, 60 secondi, ecc) e può inviare i nuovi set point per un dispositivo di campo, come richiesto. Oltre a richiedere e inviare i comandi ad alto livello, il server SCADA guarda anche per gli interrupt di priorità provenienti da sistemi di allarme del sito campo.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

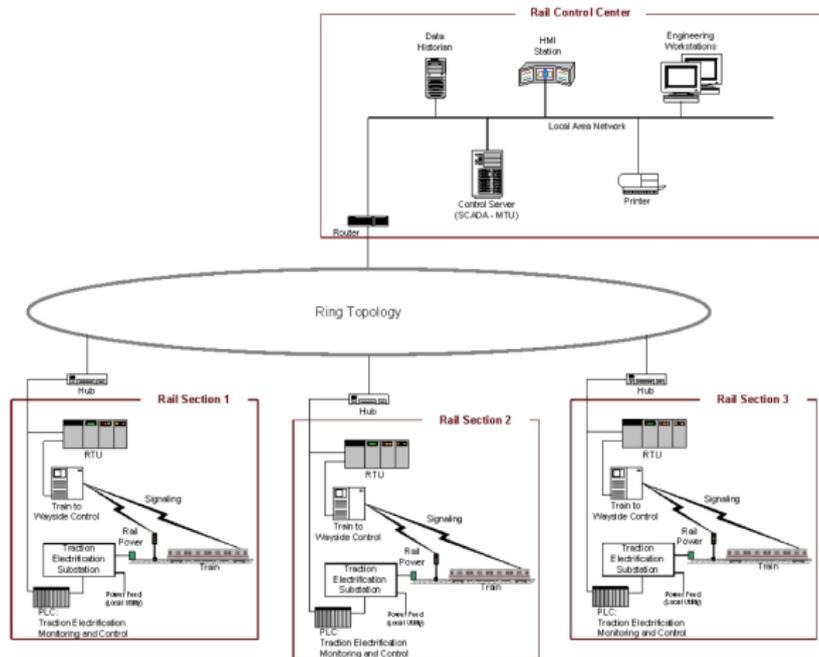
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

36





Topologie di comunicazione VIII

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

37

Questo esempio comprende un centro di controllo ferroviario che ospita il sistema SCADA e tre sezioni di un sistema ferroviario. Il sistema SCADA sonda le sezioni ferroviarie per informazioni, come lo stato dei treni, sistemi di segnali, sistemi di trazione di elettrificazione, e distributori automatici di biglietti. Queste informazioni sono anche mostrate alle console operatore all'interno del centro di controllo ferroviario. Il sistema SCADA controlla anche ingressi operatore presso il centro di controllo ferroviario e disperde comandi operatore di alto livello verso i componenti della sezione ferroviaria. Inoltre, il sistema SCADA monitora le condizioni nelle singole tratte ferroviarie e manda comandi basati su queste questioni condizioni (ad esempio, arrestare il treno per evitare che entri in una zona che è stato determinato ad essere allagata in base alle condizioni di monitoraggio).

54



Generazioni delle architetture SCADA

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

38

A partire dagli 1980, i sistemi SCADA sono stati impiegati e utilizzati. A partire da quel momento due grandi cambiamenti nella progettazione complessiva dei sistemi SCADA sono avvenuti, rappresentando un totale di tre diverse generazioni di architetture SCADA. Il primo cambiamento è avvenuto alla fine degli anni 80, mentre il secondo è avvenuto negli anni 2000.

54



Prima generazione: Monolitica I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

39

Quando i sistema SCADA sono stati sviluppati, il concetto della computazione era centrata sul sistema "mainframe", ossia un singolo sistema monolitico che esegue tutte le funzioni associate con un dato processo.

Le reti erano tutte generalmente non esistenti, e ogni sistema centralizzato è singolo. Come risultato, i sistemi SCADA erano sistemi stand alone con nessuna connettività verso altri sistemi.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

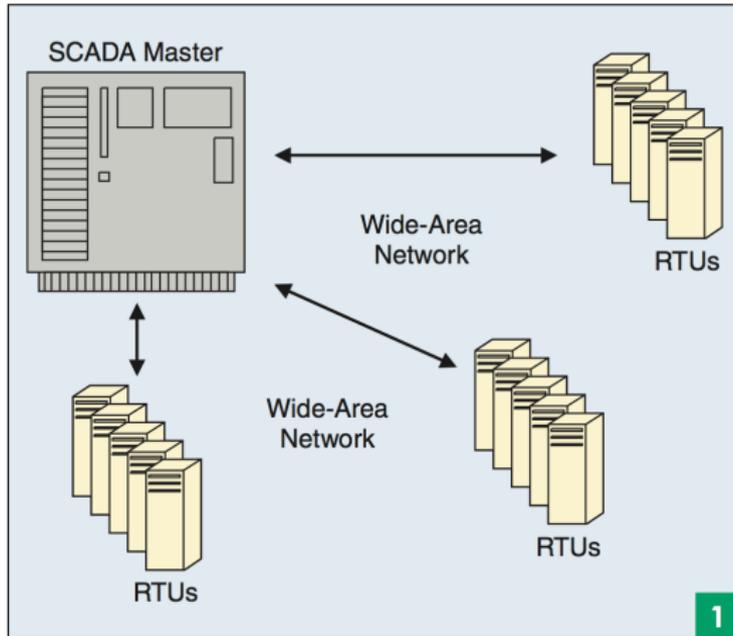
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

40





Prima generazione: Monolitica III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

41

Le reti WAN (Wide Area Networks) che sono state implementate per comunicare con le Remote Terminal Unit (RTU), sono state progettate con un solo scopo in mente: comunicare con le RTU nel campo e niente altro. Inoltre, i protocolli WAN che si usano oggi non erano conosciuti in quel momento.

I protocolli usati nelle reti SCADA sono stati sviluppati dai venditori di dispositivi RTU e sono stati spesso trattati come proprietari. Questo significa che, per alcuni protocolli delle RTU, a nessun altro venditore era consentito costruire apparecchi che comunicano tramite questi protocolli. Inoltre, questi protocolli erano generalmente molto "magri", poichè non supportavano virtualmente nessuna altra funzionalità oltre allo scan e al controllo all'interno del dispositivo remoto. Questo significava che era generalmente impossibile mischiare altri tipi di traffico di dati con le comunicazioni RTU sulla rete.

54



Prima generazione: Monolitica IV

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

42

La connettività alla stazione SCADA master era molto limitata; senza la connettività di rete, i collegamenti con il master erano stati in genere fatti a livello di bus tramite adattatori o controller, spesso proprietari, collegati alla backplane CPU. Ancora una volta, questo limita la connettività a quella fornita dal fornitore del sistema.

54



Prima generazione: Monolitica V

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

43

La ridondanza in questi sistemi di prima generazione è stato compiuta mediante l'uso di due sistemi mainframe identicamente attrezzati collegati a livello bus. Un sistema è configurato come sistema primario, mentre il secondo è stato configurato come sistema di standby. La funzione principale del sistema di stand-by è di controllare il primario e sostituire in caso di guasto rilevato. Questo tipo di funzionamento in standby significava che poca o nessuna elaborazione è stato fatto nel sistema standby.

La connettività limitata a sistemi esterni è disponibile attraverso connessioni seriali a bassa velocità utilizzando standard di comunicazione, come ad esempio RS-232.

In breve, la prima generazione di sistemi SCADA è stato generalmente limitato a hardware, software, e i dispositivi correlati periferici che sono stati forniti, o comunque scelti, dal venditore SCADA.

54



Seconda generazione: Distribuita I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

44

La successiva generazione di sistemi SCADA ha cominciato a prendere vantaggio indirizzato di sviluppi e miglioramenti nella miniaturizzazione del sistema e tecnologia di rete locale (LAN) per distribuire l'elaborazione su più sistemi. Stazioni multiple, ciascuno con una funzione specifica, sono stati collegati ad una LAN e reciprocamente informazioni in tempo reale condivisi. Queste stazioni sono tipicamente della classe minicomputer, piuttosto che mainframe, e erano più piccole e meno costosi rispetto ai loro predecessori prima generazione.

54



Seconda generazione: Distribuita II

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

45

Alcune di queste stazioni distribuite servivano come processori di comunicazione, comunicando soprattutto con apparecchiature da campo, come ad esempio RTU. Alcuni servivano come interfacce operatore, che fornisce l'interfaccia uomo-macchina (HMI) per gli operatori del sistema. Altri ancora servivano come processori di calcolo o database server. La distribuzione delle funzioni dei sistemi SCADA individuali su più sistemi fornisce più potenza per il sistema nel suo complesso rispetto a quella che sarebbe stata disponibile in un singolo processore.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

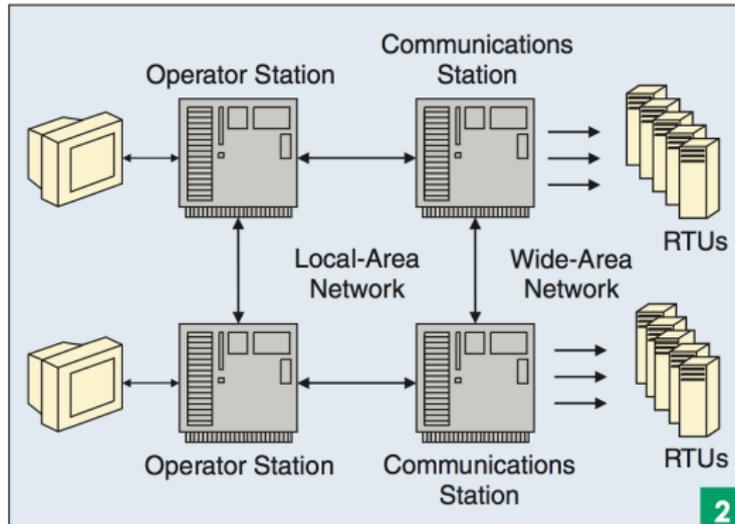
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

46





Seconda generazione: Distribuita IV

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

47

Le reti che collegavano questi singoli sistemi sono generalmente basati su protocolli LAN e non erano in grado di raggiungere oltre i limiti dell'ambiente locale. Alcuni dei protocolli LAN che sono stati utilizzati erano di natura proprietaria, quando il venditore ha creato un proprio protocollo di rete o la versione di esso, piuttosto che utilizzare uno esistente dallo scaffale. Questo ha permesso un fornitore di ottimizzare il suo protocollo LAN per il traffico in tempo reale, ma è limita (o effettivamente elimina) il collegamento di dispositivi di rete da altri fornitori per la SCADA LAN.

54



Seconda generazione: Distribuita V

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

48

La distribuzione della funzionalità del sistema di tutti i sistemi di rete collegati serviva non solo per aumentare la potenza di elaborazione, ma anche per migliorare la ridondanza e l'affidabilità del sistema nel suo complesso. Piuttosto che il semplice schema di failover primario/standby che è stato utilizzato in molti sistemi di prima generazione, l'architettura distribuita spesso mantiene tutte le stazioni della LAN in uno stato online per tutto il tempo. Ad esempio, se una stazione HMI dovesse fallire, un'altra stazione HMI potrebbe essere usato per azionare il sistema senza aspettare per il failover dal sistema primario al secondario.

54



Seconda generazione: Distribuita VI

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

49

La WAN in uso per comunicare con i dispositivi in campo erano in gran parte invariata dallo sviluppo della connettività LAN tra le stazioni locali sul master SCADA. Queste reti di comunicazione esterne erano ancora limitati a protocolli RTU e non erano disponibili per altri tipi di traffico di rete. Come nel caso con la prima generazione di sistemi, la seconda generazione di sistemi SCADA stato inoltre limitato a hardware, software, e periferiche che erano purchè, o almeno selezionato, dal venditore.

54



Terza generazione: Networked I

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

50

La terza generazione dei sistemi SCADA è strettamente legata a quella della seconda generazione, con la differenza principale di un'architettura a sistema aperto piuttosto che un ambiente proprietario controllato dal venditore. Ci sono ancora sistemi collegati in rete che condividono le funzioni di stazione master. Ci sono ancora RTU che utilizzano i protocolli che sono proprietari. Il principale miglioramento della terza generazione è quella di aprire l'architettura del sistema, che utilizza standard aperti e protocolli e che permettono di distribuire le funzionalità SCADA attraverso una rete WAN e non solo una LAN.

54

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

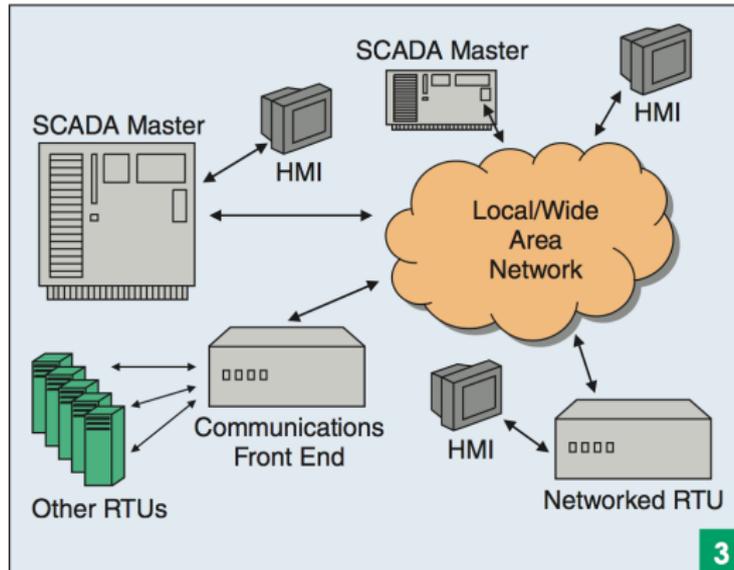
Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

51



3

54



Terza generazione: Networked III

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

52

Gli standard aperti eliminano un certo numero di limitazioni delle precedenti generazioni di sistemi SCADA. L'utilizzo di sistemi "pronti da utilizzare" rende più facile per l'utente collegare periferiche di terze parti (come i personal computer, stampanti, unità disco, unità nastro, ecc) per il sistema e / o la rete.

Come si sono trasferiti a sistemi "aperti" o a sistemi "pronti", i venditori SCADA si sono gradualmente tolti dal business dello sviluppo hardware. Questi venditori hanno guardato ai venditori di sistemi, quali Compaq, Hewlett-Packard e Sun Microsystems per la loro esperienza nello sviluppo di piattaforme informatiche di base e software del sistema operativo. Questo consente ai fornitori SCADA di concentrare il loro sviluppo in una zona dove si possono aggiungere valore specifico al sistema che di software stazione master SCADA.

54



Terza generazione: Networked IV

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

53

Tenete a mente che le reti aperte, standard stabiliti, e off-the-shelf sistemi non sono una panacea per tutti i limiti dei sistemi chiusi o proprietari. I sistemi aperti migliorano notevolmente la connettività a sistemi esterni, ma non ci possono essere ancora limitazioni di interconnessione, anche con sistemi o apparecchiature che devono rispettare gli stessi standard.

Il miglioramento importante nei sistemi SCADA di terza generazione deriva dall'uso di protocolli WAN, come TCP / IP, per la comunicazione tra la stazione master e apparecchiature di comunicazione. Questo permette alla porzione della stazione master che è responsabile per la comunicazione con dispositivi di campo, di essere separata dalla stazione master "propria" attraverso una WAN.

54



Terza generazione: Networked V

Lezione 09

Chiara Foglietta

Introduzione

Le operazioni sui sistemi di controllo industriali

I componenti dei sistemi di controllo industriali

I sistemi SCADA

Generazioni delle architetture SCADA

54

Alcuni produttori stanno anche producendo RTU che sono in grado di connettersi a reti Ethernet e la comunicazione con la stazione master tramite il protocollo IP. Un esempio sono quei fornitori che stanno ora vendendo RTU che utilizzano il Distributed Network Protocol (DNP) over IP. Un altro vantaggio determinata dalla distribuzione della funzionalità SCADA su una WAN è quella di disastro sopravvivenza. La distribuzione di elaborazione attraverso una LAN SCADA nella seconda generazione ha migliorato l'affidabilità, ma nel caso di perdita totale della società telefonica che ospita il master SCADA, l'intero sistema può essere perso pure. Distribuendo il trattamento di tutti assicurare fisicamente luoghi separati, diventa possibile costruire un sistema SCADA in grado di sopravvivere alla perdita totale di un qualsiasi locazione. Per alcune organizzazioni che vedono SCADA come funzione super-critico, questo può essere un vero vantaggio.

54