

Stato dell'arte a vent'anni dall'inizio dell'era digitale nelle stazioni elettriche Terna: soluzioni, risultati, l'esperienza e il futuro

*Massimo Petrini,
Emiliano Casale*



Evoluzione dell'automazione negli anni

Anni '60

- il crescente fabbisogno di energia elettrica comporta la necessità di realizzare un Sistema Elettrico Nazionale sicuro ed efficiente

Anni '70

- nascono i primi Progetti Unificati
- le stazioni elettriche di trasmissione vengono adeguate al telecontrollo e alla teleconduzione

La rete di trasmissione nazionale e il Sistema di Controllo oggi



Rete di Trasmissione

- **852** Stazioni di trasmissione
- **711** Trasformatori
- **6.156** Stalli
- **66.502** km linee di trasmissione

- 1 Centro di Controllo Nazionale
- 3 Centri di Controllo e Conduzione Territoriali
- 1 Sistema di automazione locale per ciascuna stazione

Il sistema di automazione di stazione (SAS)

E' l'insieme di apparati di stazione che svolgono le funzioni di protezione comando e controllo della stazione

Funzioni periferiche

- comando locale
- protezione dei componenti AT
- elaborazione logiche controllo e sicurezza
- monitoraggio rete, impianto, macchinario, apparecchiature e sistema

Funzioni centrali

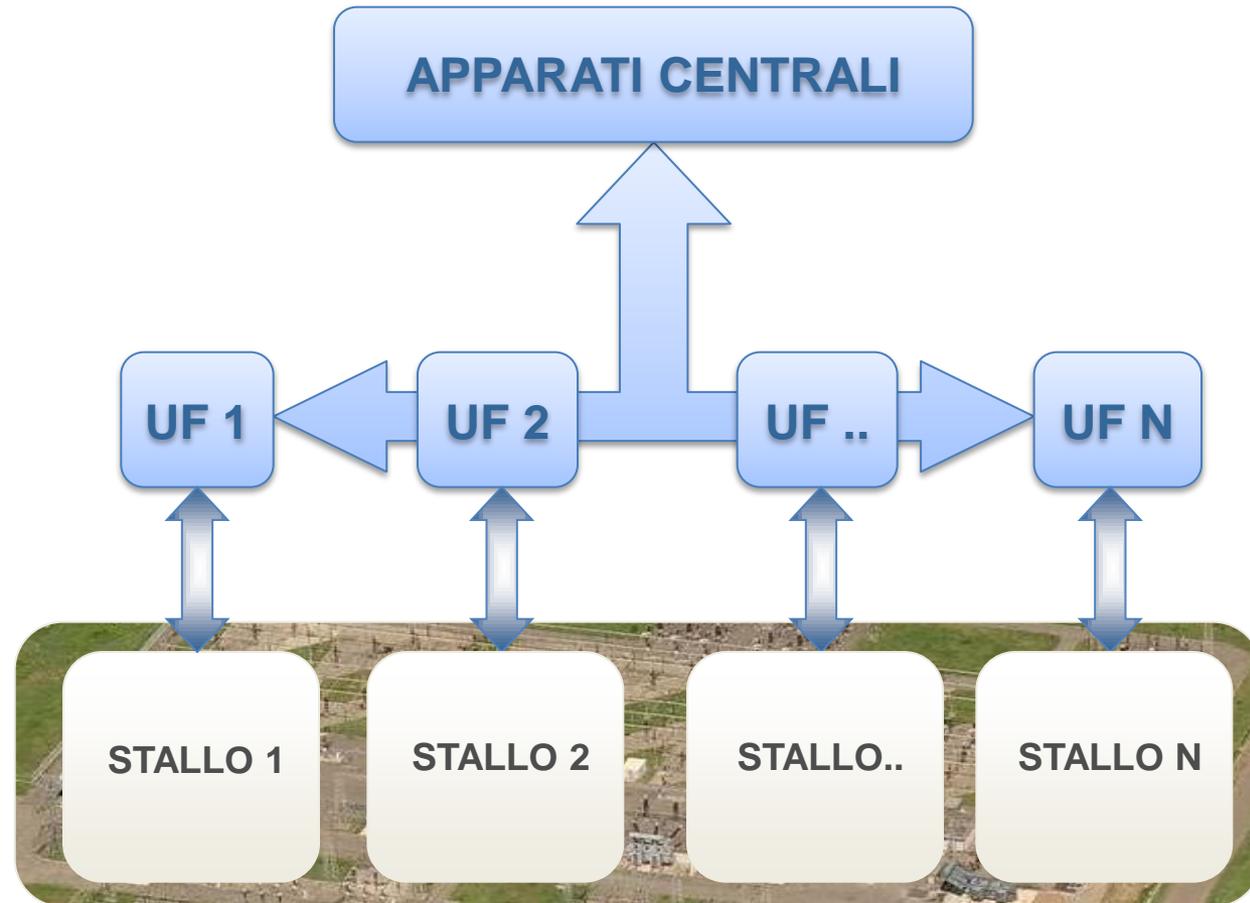
- raccolta e archiviazione delle informazioni sullo stato dell'impianto
- interfaccia uomo-macchina per il comando e controllo
- automazione delle manovre
- interfacciamento con i centri remoti

L'architettura del SAS

Livello di stazione

Livello di stallo

Livello di processo



I principi – baseTerna per lo sviluppo del SAS

Uniformità funzionale

- stesse funzioni in tutte le stazioni
- stessa architettura (livello di stallo, livello di stazione)

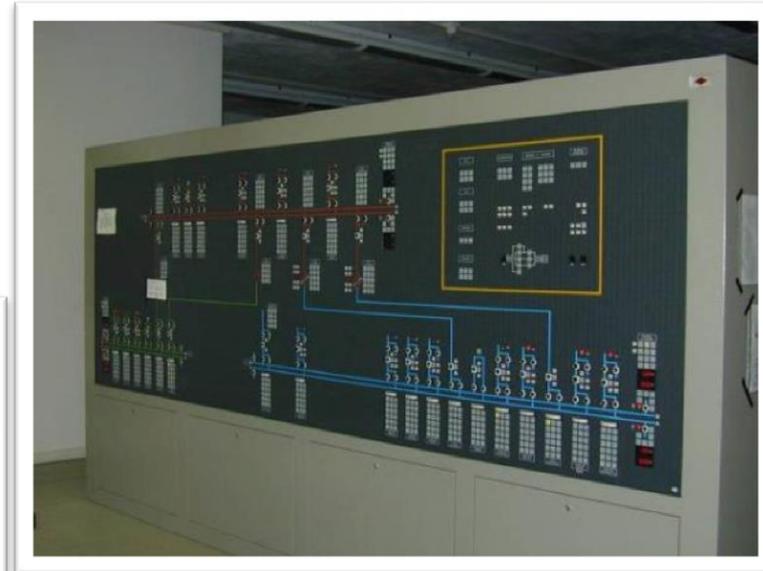
Uniformità di esercizio

- la tecnologia con cui è realizzato il SAS è trasparente al Centro di Controllo Remoto

Sicurezza e affidabilità

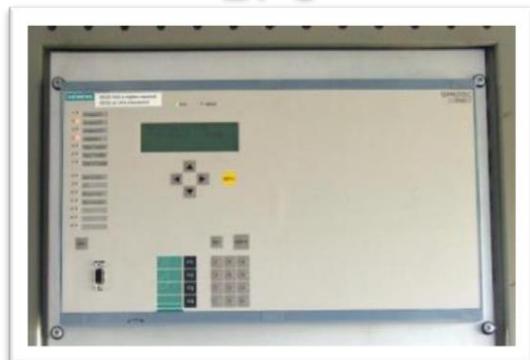
- tutti i componenti critici sono ridondati
- intercambiabilità degli apparati di protezione

I primi SAS elettromeccanici



I primi componenti digitali introdotti nei SAS elettromeccanici

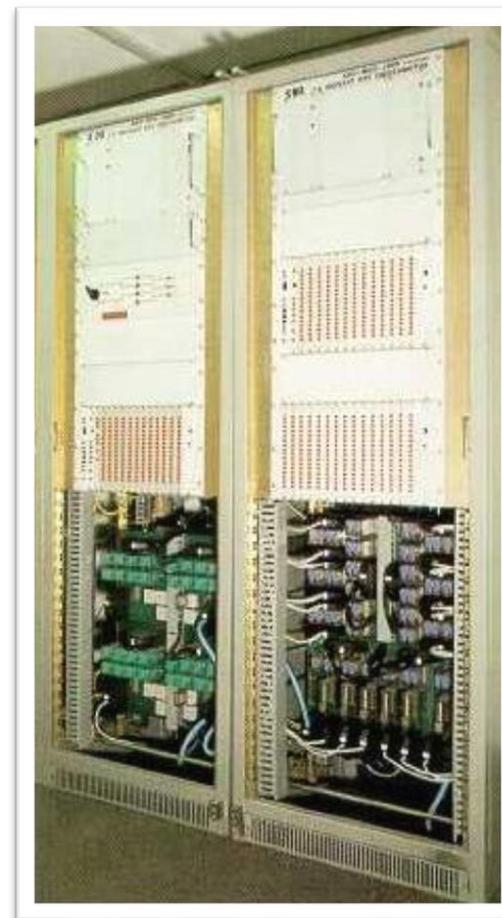
BPU



RTU



ASAT



La digitalizzazione dei SAS:

Motivazioni, metodo e prime esperienze

Principali esigenze per il passaggio alla tecnologia digitale

- allineamento al mercato
- riduzione degli ingombri, dei cablaggi e, più in generale, dei costi
- introduzione di nuove funzionalità

Il passaggio è avvenuto in maniera graduale

- reingegnerizzazione delle stesse funzioni implementate con i sistemi elettromeccanici
- la prima realizzazione risale al 2000 con tempi di attivazione in impianto molto più lunghi del previsto
- primi progetti sviluppati con architetture e protocolli proprietari

La digitalizzazione dei SAS:

Lo Standard IEC 61850

2003: L'introduzione in specifica del nuovo modello IEC 61850

Nuovi requisiti

- definizione dell'architettura SAS e della distribuzione funzionale
- interoperabilità fra componenti di diversi fornitori

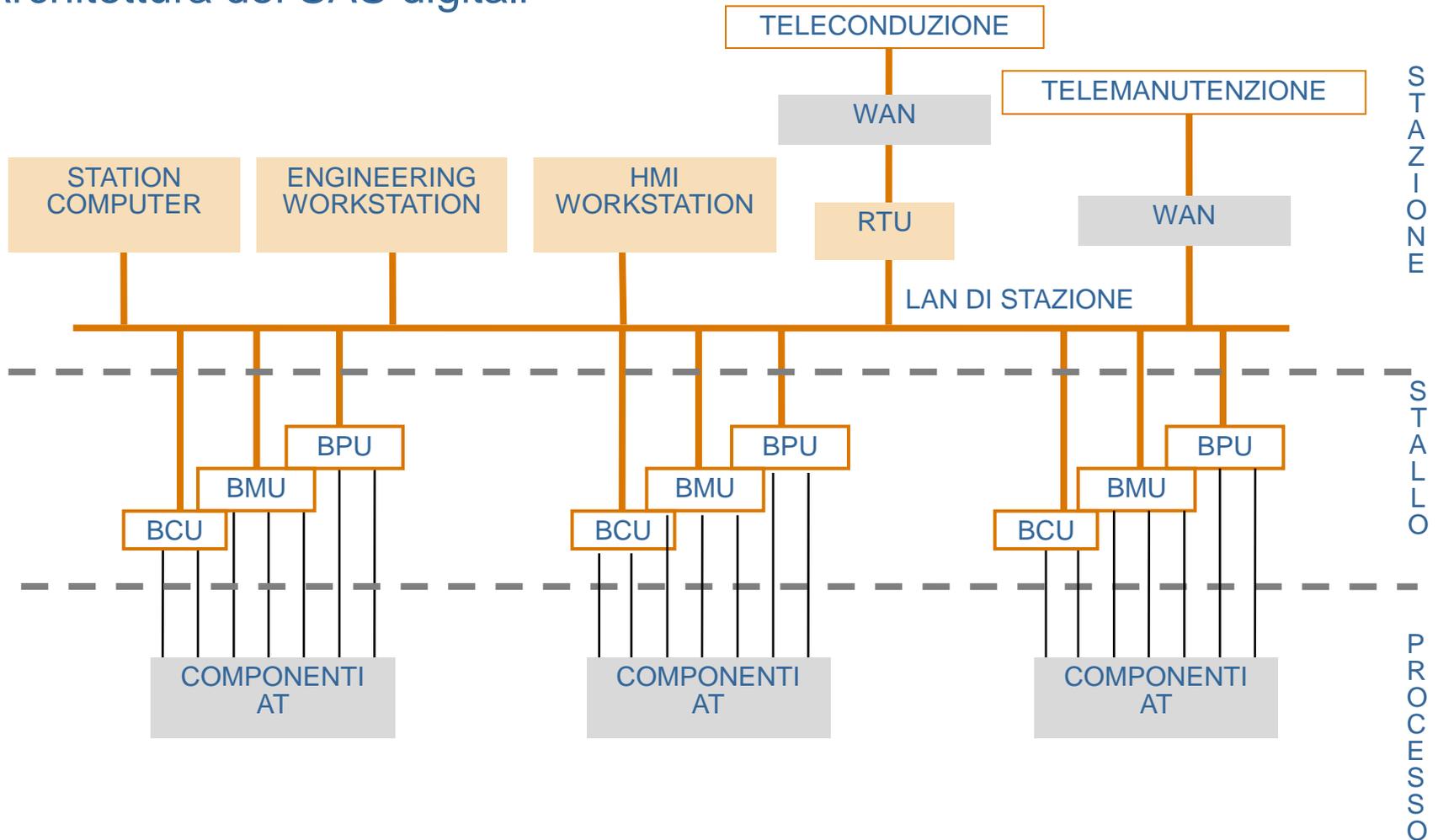
Nuovo metodo

- il progetto è validato sulla base di approfonditi test su un prototipo
- la fase prototipale consente di risolvere a monte in fabbrica molti problemi che altrimenti si sarebbero incontrati in esercizio

La digitalizzazione dei SAS

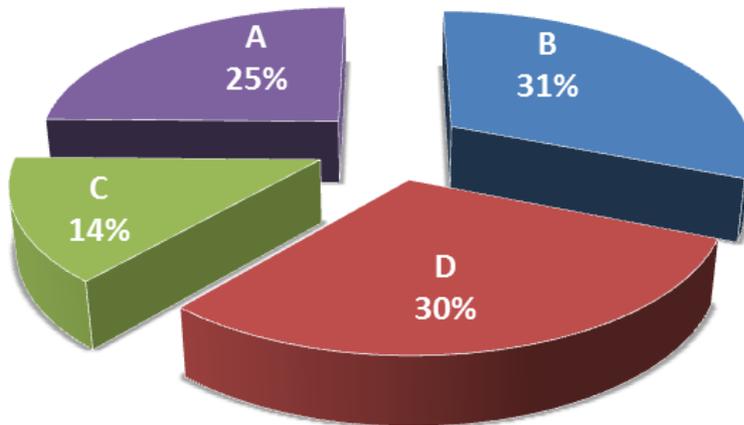
Architettura dei SAS digitali

TELECONTROLLO 2017
RETI DI PUBBLICA UTILITÀ

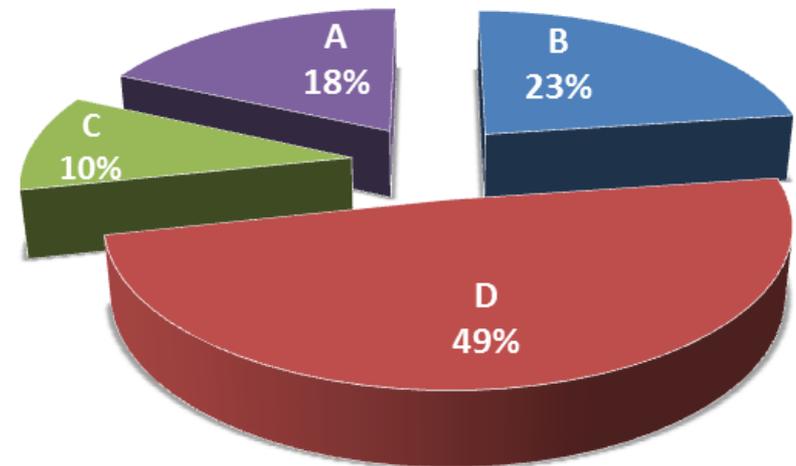


Distribuzione SAS per tecnologia

- A: SAS elettromeccanici non unificati;
- B: SAS elettromeccanici basati su progetti unificati;
- C: SAS digitali proprietari;
- D: SAS digitali standard, basati su IEC 61850.



2017



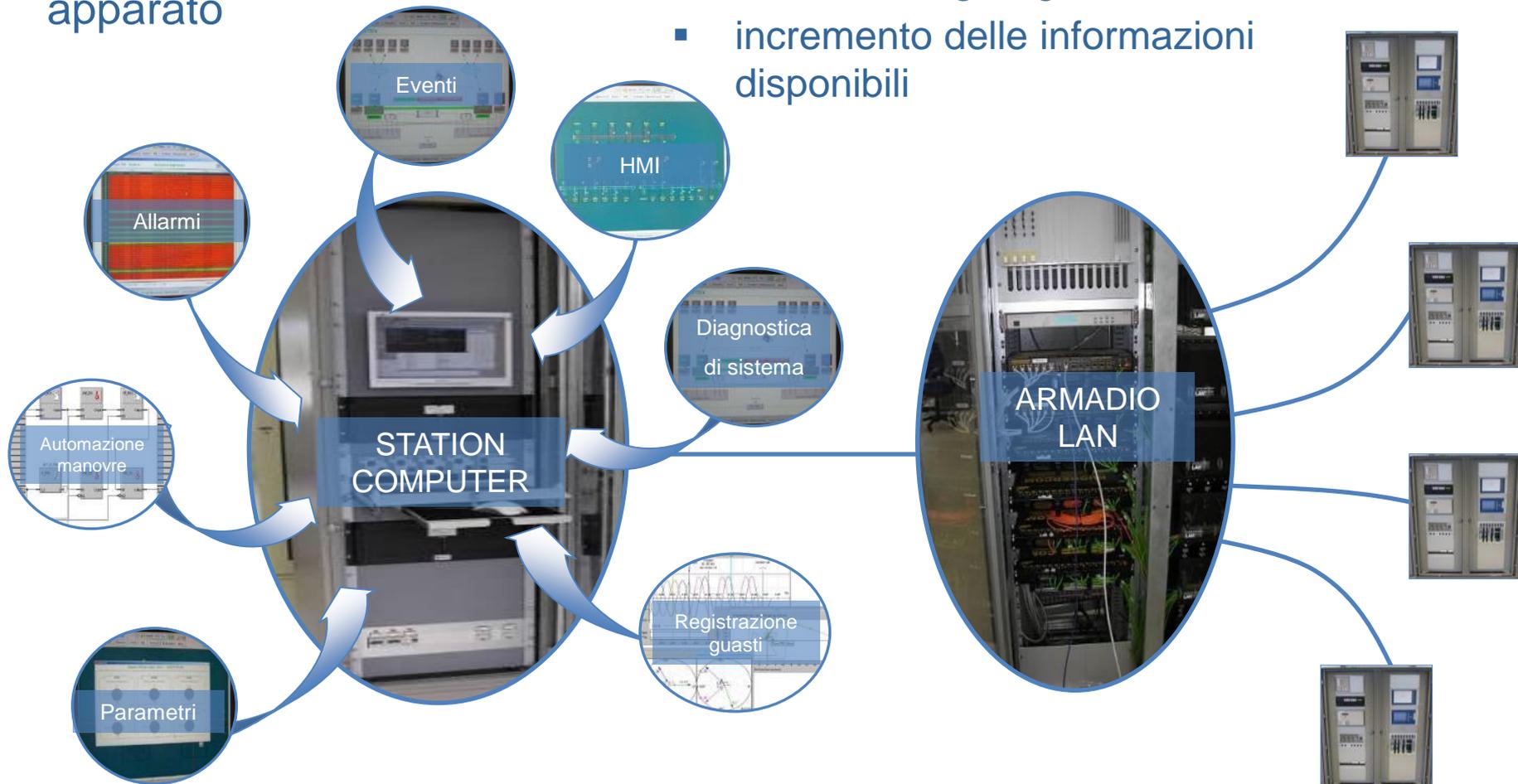
2020 (Previsione)

Vantaggi della tecnologia digitale

Integrazione di più funzioni in un solo apparato



- riduzione dei costi di approvvigionamento
- riduzione degli ingombri
- incremento delle informazioni disponibili



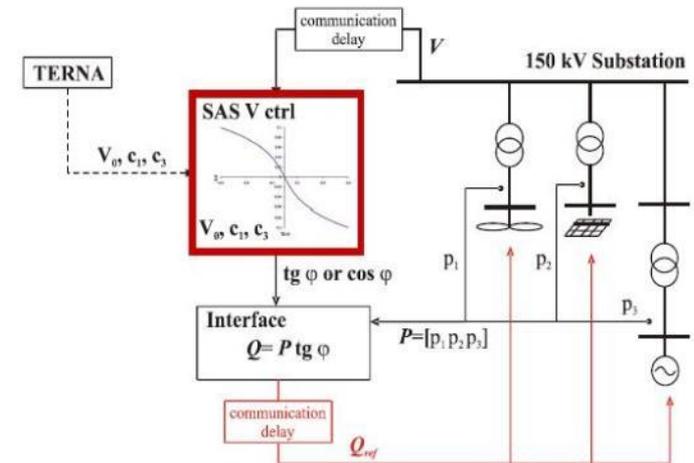
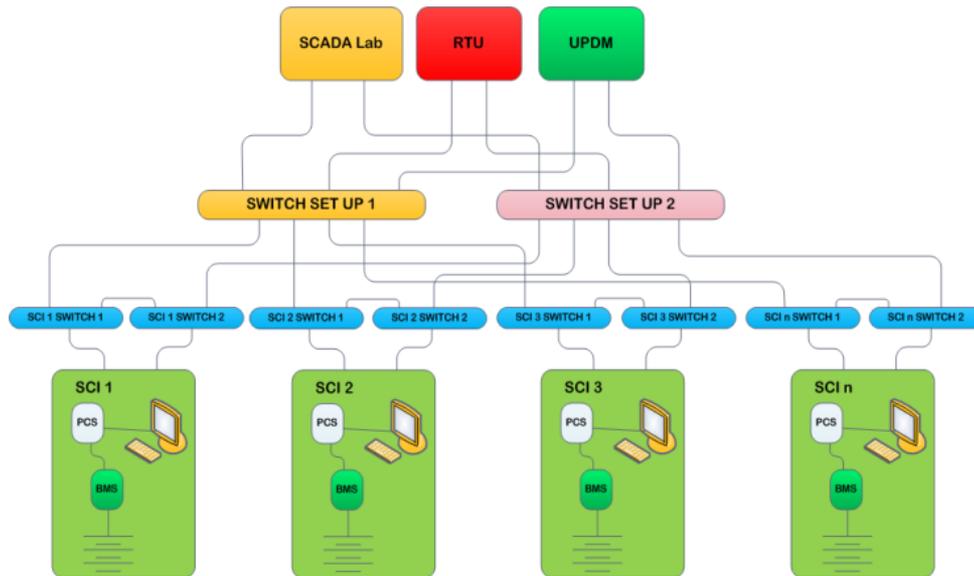
Vantaggi della tecnologia digitale

Flessibilità di configurazione delle logiche di automazione



introduzione di funzioni innovative (es. gestione impianti di accumulo, regolazione di impianti di produzione di piccola taglia)

TELECONTROLLO 2017
RETI DI PUBBLICA UTILITÀ



Nuove sfide

Crisi di know-how e dipendenza dal fornitore

- i nuovi componenti digitali richiedono competenze non comuni nelle utility
- gli interventi effettuati da personale interno su hw e sw sono comunque soggetti al rischio di interruzione di garanzia da parte del costruttore

Obsolescenza tecnologica

- il ciclo di vita dei componenti hw di apparati digitali dipende da fattori di mercato non controllabili da parte dell'utente finale
- Il sw datato non è mantenuto e il sw nuovo non sempre è compatibile con l'impianto vecchio
- la vita utile dei sistemi digitali si attesta sui 15 anni, contro i 40 o più per gli elettromeccanici

Nuove sfide

Limiti del primo approccio allo sviluppo

- i nuovi sistemi digitali sono stati realizzati reingegnerizzando funzioni precedentemente implementate con tecnologia elettromeccanica, a discapito di un pieno sfruttamento della nuova tecnologia

Applicazione parziale dello standard IEC61850

- è necessario fare ulteriori progressi verso l'interoperabilità, anche mediante la messa a disposizione di strumenti di configurazione che siano in grado di operare trasversalmente e indipendentemente dallo specifico fornitore

Cybersecurity

- problema tipico del digitale: gli attacchi possono anche essere involontari

Soluzioni in atto e strategie per il futuro



TELECONTROLLO 2017
RETI DI PUBBLICA UTILITÀ

Definizione e pianificazione degli interventi sulla vita utile degli impianti

- definizione di interventi mirati ad affrontare specifiche esigenze di ampliamento di impianti o upgrade di sistemi obsoleti
- si adottano criteri basati su valutazioni tecniche, economiche e strategiche legate alle caratteristiche e alla vita utile residua dell'impianto, oltre che degli elementi al contorno: cosa conservare, cosa rinnovare e come, cosa alienare

Soluzioni in atto e strategie per il futuro



TELECONTROLLO 2017
RETI DI PUBBLICA UTILITÀ

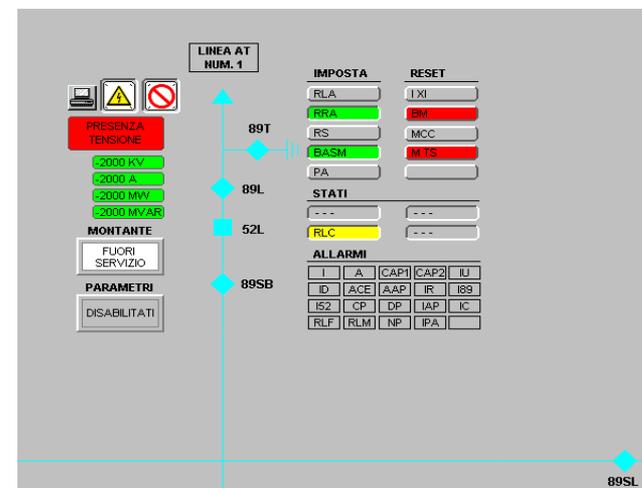
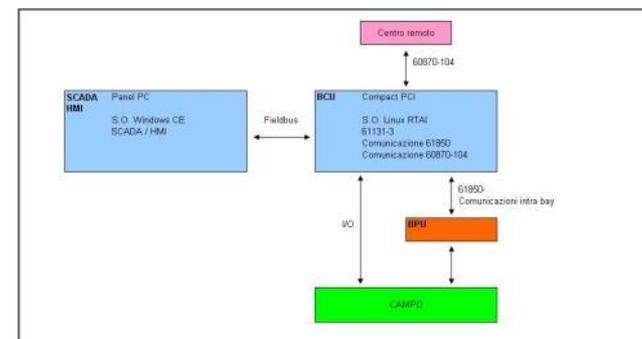
Centri di Eccellenza per i Sistemi Digitali (CESD)

- centri di competenza legati a specifiche famiglie di SAS
- sono costituiti da risorse aziendali coinvolte in tutte le fasi di vita dei SAS
- articolato percorso di formazione e aggiornamento erogato dal fornitore del SAS di riferimento
- piattaforma di prova per attività di formazione e messa a punto di interventi in impianto
- supporto a tutte le unità territoriali interessate
- gestione centralizzata dell'archivio delle configurazioni dei SAS in servizio

Soluzioni in atto e strategie per il futuro

Sviluppo di soluzioni In-House

- realizzazione di un progetto SAS interamente in azienda (progettazione, sviluppo e costruzione)
- sviluppato SAS per impianto con configurazione ad «H»
- il progetto si pone l'obiettivo di accrescere le competenze interne all'azienda per poter dialogare con i fornitori SAS con un maggiore dominio della materia



Soluzioni in atto e strategie per il futuro



TELECONTROLLO 2017
RETI DI PUBBLICA UTILITÀ

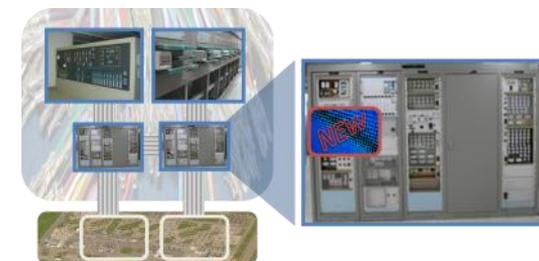
Cyber Security: Whitelisting

- l'approccio convenzionale, basato sulla segregazione fisica del SAS rispetto alle reti di comunicazione geografiche, si è rivelato inadeguato:
 - Non consente di sfruttare le potenzialità offerte dalla tecnologia digitale (disponibilità informazioni per gestione remota)
 - Non garantisce comunque la protezione da attacchi informatici derivanti da accessi locali al SAS (es. anche utilizzo di chiavi USB infette)
- attività di test su piattaforme di prova hanno consentito di verificare l'efficacia di soluzioni basate su tecnologia Whitelisting, che consentono l'esecuzione esclusiva di programmi e processi precedentemente censiti e approvati

Soluzioni in atto e strategie per il futuro

Sviluppo di progetti ad applicazione trasversale

- sviluppo di soluzioni indipendenti dal fornitore originario per ampliamento o sostituzione di componenti obsoleti
- applicazione di soluzioni digitali anche ai SAS elettromeccanici



Semplificazione delle soluzioni e degli strumenti

Completa applicazione del modello IEC 61850

- definizione di nuovi e più semplici standard che definiscano vincoli ben precisi per le varie fasi di ingegnerizzazione e sviluppo dei SAS: partecipazione delle utility ai lavori dei comitati normatori
- maggiore proattività delle utility, che hanno il maggior interesse alla piena realizzazione dell'interoperabilità: in Terna formazione teorica e pratica (sviluppo SAS In-House)

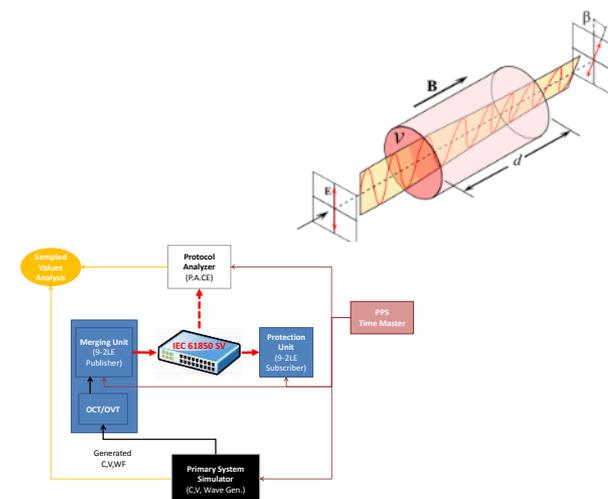
Soluzioni in atto e strategie per il futuro

Sperimentazione sensori di misura non convenzionali

- verifica dell'interoperabilità sull'intera catena di misura che va dal sensore ottico AT fino agli apparati di protezione integrati nei SAS

Formazione

- il livello di know-how del personale delle utility deve crescere e rimanere aggiornato
- corsi di formazione erogati da fornitori SAS, tenuti da colleghi esperti interni all'azienda o da consulenti esterni
- impiego di laboratori dedicati o piattaforme di prova presso sedi CESD



Conclusioni

L'introduzione del concetto di validazione del progetto SAS basata su prototipo ha consentito di ridurre costi di approvvigionamento e tempi di attivazione in impianto

L'introduzione dello standard IEC 61850 ha consentito lo sviluppo di sistemi «multivendor», ma occorre fare ulteriori progressi verso l'interoperabilità dei componenti

Il crescente numero di SAS digitali in servizio, le esigenze di modifica e l'invecchiamento degli stessi rendono necessaria la definizione di nuove strategie orientate alla fase di esercizio e manutenzione dei sistemi

Un maggior livello di know-how interno alle utility consentirà di semplificare le soluzioni e di ampliarne il raggio di applicazione

LO SGUARDO RIVOLTO AL FUTURO, FACENDO TESORO DELL'ESPERIENZA

Stato dell'arte a vent'anni dall'inizio dell'era digitale nelle stazioni elettriche Terna: soluzioni, risultati, l'esperienza e il futuro

*Massimo Petrini,
Emiliano Casale*



Forum Telecontrollo 2017

Reti di pubblica utilità

Verona 24-25 ottobre 2017

Società: Terna S.p.A.

Autori: Massimo Petrini, Emiliano Casale

E mail: massimo.petrini@terna.it

Telefono: +39 329 860 6426

Titolo:

Stato dell'arte a vent'anni dall'inizio dell'era digitale nelle stazioni elettriche Terna: soluzioni, risultati, l'esperienza e il futuro

Introduzione	3
I Sistemi di Automazione di Stazione: architettura e criteri generali.....	3
La digitalizzazione dei SAS	5
Vantaggi legati all'introduzione della tecnologia digitale nelle stazioni Terna	7
Nuove sfide.....	7
Crisi di know-how e dipendenza dai fornitori	7
Obsolescenza tecnologica	8
Limiti del primo approccio allo sviluppo.....	8
Applicazione parziale del modello IEC 61850.....	8
Cyber Security.....	9
Soluzioni già in atto e strategie per il futuro	9
Definizione e pianificazione degli interventi sulla vita utile degli impianti	9
Centri di Eccellenza per i Sistemi Digitali (CESD)	10
Sviluppo di progetti In-House	10
Cyber security: le soluzioni Whitelisting.....	11
Sviluppo di progetti ad applicazione trasversale.....	11
Semplificazione delle soluzioni.....	12
Utilizzo completo del modello IEC 61850.....	12
Trasduttori di misura non convenzionali.....	13
Formazione	13
Conclusioni	14

Introduzione

L'esperienza italiana nel telecontrollo delle reti di trasmissione di energia e, in particolare, nell'automazione delle stazioni elettriche in Alta Tensione (AT), inizia intorno agli anni 60, quando il crescente fabbisogno di energia elettrica comporta la necessità di realizzare nel Paese un sistema elettrico moderno, sicuro ed efficiente. Di quel decennio è la nazionalizzazione del sistema elettrico, che vede la nascita dell'Enel. Negli anni a seguire nascono i primi progetti unificati per le varie tipologie di impianto (linee, stazioni, centrali), finalizzati a standardizzare le infrastrutture, con ovvi vantaggi tecnici ed economici per lo sviluppo, la costruzione, l'esercizio e la manutenzione delle stesse.

I progetti unificati per le stazioni elettriche prevedono sin dagli anni 70 il funzionamento degli impianti senza la presenza dell'uomo, grazie ad un sistema di protezione comando e controllo locale, installato in ciascuna stazione, a sua volta collegato con uno o più centri di teleconduzione remoti, dai quali gli impianti vengono esercitati.

Nel corso degli anni le tecnologie evolvono, ma i principi generali rimangono gli stessi.

Oggi tutte le oltre 500 (a breve saranno 850) stazioni elettriche Terna sono dotate di un sistema di protezione comando automazione e controllo locale, denominato Sistema di Automazione di Stazione (SAS), realizzato in tecnologia elettromeccanica oppure, per i più recenti, digitale; i sistemi locali si interfacciano con il sistema di controllo centrale (SCCT) e l'insieme dei due consente agli operatori dei centri remoti di manovrare gli organi degli impianti e di avere tutte le informazioni per il controllo degli stessi.

I Sistemi di Automazione di Stazione: architettura e criteri generali

Prima di analizzare come Terna ha affrontato il processo di digitalizzazione dei SAS e i ritorni di quest'esperienza, descriviamo brevemente l'architettura e le funzioni di questi sistemi.

In generale, un SAS può essere definito come un insieme di apparati che hanno il compito di proteggere, comandare e controllare organi ed elementi di rete in AT.

L'architettura del SAS è organizzata su due livelli che, sulla base della collocazione fisica dei componenti, prendono il nome di livello di stazione e livello di stallo.

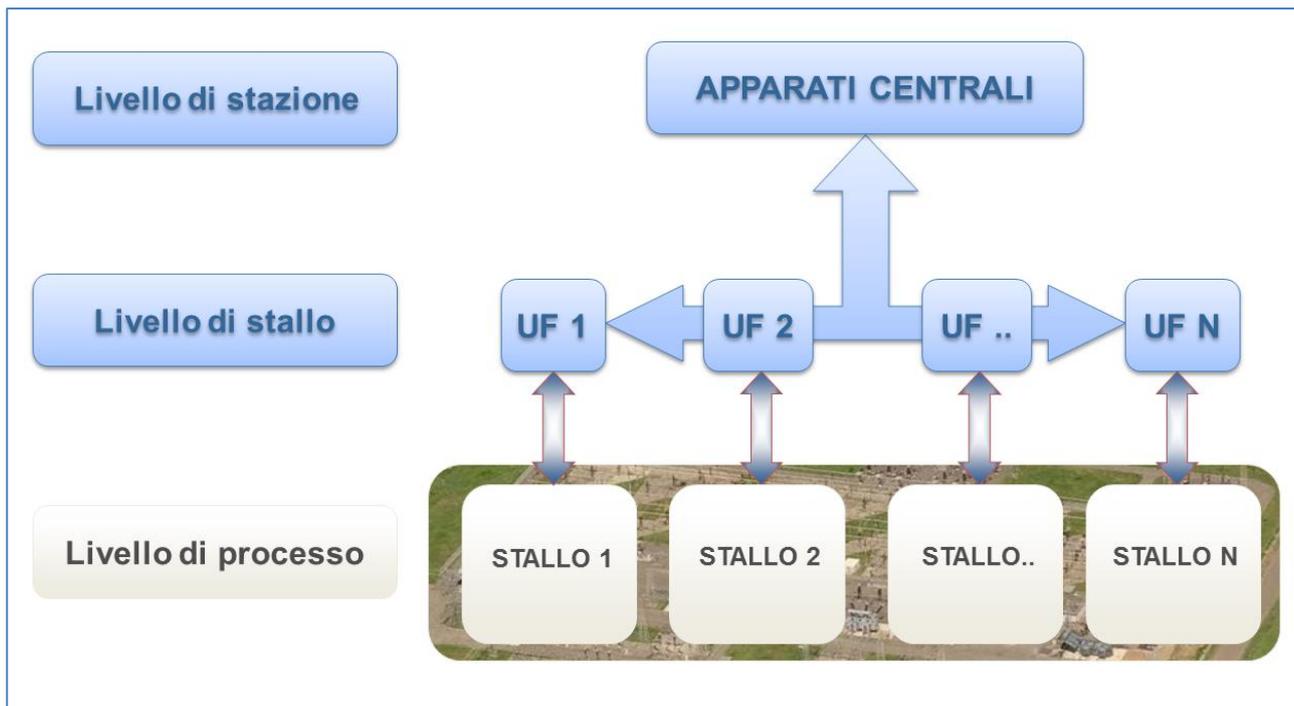


Figura 1 - Architettura dei Sistemi di Automazione di Stazione

Il livello di stazione comprende gli apparati che implementano funzioni centralizzate ed operanti sull'intero impianto, come, ad esempio:

- la visualizzazione in locale dello stato della stazione e la possibilità di manovrarne gli organi in condizioni di sicurezza elettrica e fisica tramite un'interfaccia uomo-macchina (HMI) locale;
- l'automazione delle manovre, intesa come capacità del SAS di articolare le richieste sintetiche di attuazione di un determinato assetto di impianto (stato finale), impartite da chi ne gestisce la conduzione, scomponendole in una sequenza coordinata di comandi inviati ai singoli organi AT;
- la raccolta delle informazioni sullo stato dell'impianto (condizioni di funzionamento, anomalie, guasti) e la relativa archiviazione ed organizzazione in database di stazione;
- l'interfacciamento con i centri remoti di comando e controllo per l'esecuzione delle funzioni di cui sopra dall'esterno della stazione.

Il livello di stallo è strettamente legato ai componenti AT (interruttori, sezionatori, trasformatori di potenza, trasformatori di misura) e ne ricalca l'organizzazione modulare; come l'impianto è composto da stalli (o moduli) linea, trasformatore, parallelo sbarre, etc., così il livello periferico del SAS è strutturato in corrispondenti Unità Funzionali: ad ogni stallo dell'impianto è connessa un'Unità Funzionale del SAS che ne gestisce la protezione, il comando, il controllo ed il monitoraggio.

Gli elementi che caratterizzano la composizione dell'Unità Funzionale sono, oltre alla tipologia di stallo a cui essa è connessa (es. stallo linea, stallo trasformatore), le esigenze funzionali legate al livello di tensione e al ruolo che l'impianto ricopre nell'ambito del sistema elettrico (es. stazione affacciata ad impianto di generazione o a cabina primaria di distribuzione).

La digitalizzazione dei SAS

L'origine del processo di digitalizzazione in Terna (allora Enel) risale agli anni 80, periodo in cui si consolidavano i primi progetti unificati di sistemi di automazione e controllo, realizzati in tecnologia elettromeccanica, ma con l'inserimento di alcuni componenti digitali (es. l'automatismo di stazione).

La diffusione massiva della nuova tecnologia, e quindi il vero inizio dell'era digitale, avviene alla fine degli anni 90, periodo in cui è stato avviato il primo progetto di sistema di automazione di stazione interamente digitale.

L'introduzione della tecnologia digitale nasce dalle seguenti principali esigenze:

- allineamento al mercato;
- riduzione degli ingombri, dei cablaggi e, più in generale, dei costi;
- introduzione di nuove funzionalità.

Il passaggio al digitale è avvenuto in maniera graduale, ovvero reingegnerizzando le funzioni dei sistemi elettromeccanici nella nuova tecnologia e partendo da progetti cosiddetti "proprietary", ovvero fondati su architetture e protocolli strettamente legati allo specifico fornitore.

L'implementazione del primo Sistema di Automazione di Stazione (SAS) realizzato interamente con componenti digitali (siamo nel periodo 1999 - 2000) si rivela impegnativa: i tempi di attivazione in impianto sono più lunghi del previsto ed è necessaria una delicata attività di messa a punto post installazione; la tecnologia è sì digitale, ma decisamente "proprietary": è una strada nuova per tutti, per noi e per i fornitori.

Superato l'attrito di primo distacco, la diffusione di apparati digitali nell'ambito dell'automazione di stazione dà nuova voce al principio della standardizzazione e dà un forte impulso allo sviluppo di una nuova norma tecnica internazionale dedicata alle "reti e sistemi di comunicazione nelle sottostazioni": il modello IEC 61850. In Terna lo sviluppo di questo standard, che definisce le modalità di scambio di informazioni tra

gli oggetti in stazione, viene seguito con grande interesse; sin dall'inizio l'IEC 61850, il cui fine ultimo è l'interoperabilità, ovvero la possibilità di realizzare sistemi integrando apparati costruiti da fornitori diversi, viene individuato come strumento per porre le basi di un SAS modulare, manutenibile ed espandibile. Le nuove specifiche tecniche seguono puntualmente l'impostazione di questo nuovo protocollo, descrivendo le funzioni e le rispettive implementazioni fisiche (quale apparato fa cosa e come); l'architettura del SAS è descritta con un elevato grado di dettaglio ed in specifica tecnica viene prescritto l'uso di linguaggi previsti dallo standard IEC 61131-3 per la programmazione e la documentazione di tutte le elaborazioni logiche di controllo e automazione. Nel 2003, ovvero un anno prima della pubblicazione dello standard stesso da parte dell'IEC, viene lanciata la nuova gara per lo sviluppo e la realizzazione di SAS basati sul modello IEC 61850: lo sviluppo del primo SAS di questo tipo, che da qui in avanti verrà denominato SAS Standard, vede una stretta collaborazione fra cliente e fornitore, con risultati molto soddisfacenti per entrambe le parti.

Oltre all'adozione dell'IEC 61850, l'altra significativa novità introdotta in questo progetto consiste nel fatto che la fornitura dei sistemi viene per la prima volta vincolata alla realizzazione e alla certificazione di un prototipo, installato nei laboratori del fornitore e costituito da un sistema di automazione per una stazione-tipo (380 – 132 kV), comprendente la maggior parte delle tipologie di Unità Funzionale, collegato ad un simulatore di campo.

Nel corso delle prove di validazione del prototipo è possibile:

- evidenziare e risolvere in fabbrica problematiche che diversamente sarebbero emerse solo all'attivazione del SAS in sito;
- definire nel dettaglio le configurazioni di tutti i componenti, attività che insieme agli schemi costituisce parte integrante della documentazione di progetto.

Il progetto è considerato approvato solo a valle del superamento dei test sul prototipo.

Al termine delle prove di validazione, il prototipo rimane allestito e funzionante presso il laboratorio del fornitore per un periodo sufficiente ad analizzare eventuali guasti o malfunzionamenti che potrebbero manifestarsi in particolare sulle prime forniture.

L'esperienza ha confermato che la validazione del prototipo rientra pienamente nel processo di sviluppo del progetto di un SAS e ne è elemento determinante.

Questo approccio si è consolidato negli anni e da allora viene applicato da Terna a tutti i progetti che prevedono lo sviluppo di una nuova famiglia di SAS.

A circa vent'anni dall'inizio della nuova era, oltre 200 delle 500 stazioni Terna sono dotate di sistemi di automazione digitali; di queste 200, 140 sono basate sul modello IEC 61850. Nell'arco dei prossimi tre anni alle 500 stazioni si aggiungeranno ulteriori 350 impianti, tutti costruiti su soluzioni progettate e sviluppate da Terna, sempre fondate sul modello IEC 61850.

Vantaggi legati all'introduzione della tecnologia digitale nelle stazioni Terna

Fra i principali benefici legati alla digitalizzazione dei SAS possiamo annoverare i seguenti:

- riduzione dei costi di approvvigionamento dei sistemi, grazie alla possibilità di integrare più funzioni in un solo apparato;
- riduzione dei tempi di attivazione in impianto, grazie sia alla riduzione delle connessioni fisiche da controllare sia all'introduzione della fase di validazione del progetto basata su un prototipo, che risolve a monte numerosi problemi: l'attivazione di una UF "Linea" che, per un SAS in tecnologia elettromeccanica richiedeva circa 2 settimane, ora richiede 2 giorni per un SAS digitale;
- introduzione di nuove funzioni: la flessibilità dei componenti digitali ha consentito di affinare funzionalità esistenti nei SAS e di introdurne di nuove; tra le più recenti citiamo quelle relative alla gestione degli impianti di accumulo e quelle per la regolazione degli impianti di produzione direttamente connessi alla rete AT (funzioni in corso di sperimentazione).
- incremento delle informazioni che i sistemi mettono a disposizione degli operatori e disponibilità di queste stesse informazioni in remoto, con significativi vantaggi per l'esercizio, il monitoraggio e la manutenzione degli impianti.

Nuove sfide

Oltre ai vantaggi appena citati, l'esperienza digitale ha evidenziato alcune criticità strettamente legate alla nuova tecnologia. Di seguito una descrizione delle principali.

Crisi di know-how e dipendenza dai fornitori

Il problema più rilevante consiste nella perdita del dominio tecnologico che i tecnici interni alla società avevano nel campo elettromeccanico, interamente progettato in azienda: il digitale è costituito da apparati e hardware di specifici fornitori, inoltre richiede nuove conoscenze in campo software, che spesso mancano tra i tecnici delle utility, infine gli interventi compiuti da personale interno su hardware e software dei

sistemi sono soggetti al rischio di interruzione delle garanzie da parte dei costruttori. Tutto questo si traduce in una dipendenza tecnologica dai fornitori per qualsiasi intervento di riparazione, upgrade, modifica o espansione dell'impianto: più precisamente la dipendenza è in ciascun caso dal fornitore che ha realizzato originariamente lo specifico sistema, fatto che rende anche estremamente difficile, se non impossibile, mettere in gara gli interventi sul sistema necessari nel corso della vita dell'impianto.

Va inoltre aggiunto che, paradossalmente, con il passare del tempo il relativamente esiguo incremento di conoscenze nel campo digitale da parte delle nuove generazioni di assunti in azienda si accompagna con una netta riduzione di competenze nel settore elettromeccanico da parte degli stessi.

Obsolescenza tecnologica

Un altro problema rilevante, tipico della tecnologia digitale, è costituito dall'obsolescenza tecnologica dei componenti. I sistemi elettromeccanici hanno un ciclo di vita che può superare i quarant'anni, mentre i digitali, pur non essendo il software soggetto a usura, si attestano sui quindici anni in quanto:

- l'hardware dei nuovi apparati, a differenza dei relè, ha un ciclo di vita dopo il quale viene dismesso, anche se mantenuto, per poi passare all'uscita completa dalla gestione industriale;
- il software, in caso di riparazioni, modifiche, aggiornamento o estensione dell'impianto, dopo un breve periodo, rischia di non essere più compatibile con le soluzioni di ultima generazione.

La minor durata della vita utile dei sistemi digitali rispetto agli elettromeccanici vanifica in parte i vantaggi economici relativi al minor costo di approvvigionamento della tecnologia digitale rispetto a quella convenzionale.

Limiti del primo approccio allo sviluppo

Un'altra criticità è costituita dall'approccio utilizzato per passare al digitale, consistente nel reverse engineering dei progetti elettromeccanici: tale soluzione ha consentito di dare continuità a chi era abituato alla vecchia tecnologia, ma di per sé costituisce un limite al pieno sfruttamento della nuova.

Applicazione parziale del modello IEC 61850

Una criticità che richiede ulteriori sforzi da parte dei costruttori, è l'applicazione vera del principio dell'interoperabilità nello sviluppo delle soluzioni.

Oltre a ciò si riscontra la pressoché totale assenza di strumenti di configurazione in grado di operare sui sistemi trasversalmente e indipendentemente dallo specifico fornitore.

Cyber Security

Ultimo, ma non meno importante, è il tema della Cybersecurity, inesistente per la tecnologia elettromeccanica, ma molto impattante per quella digitale, soprattutto se applicata ad asset strategici come quelli del settore energia.

Soluzioni già in atto e strategie per il futuro

Fino a qualche anno fa il problema principale è stato stabilizzare le soluzioni tecniche per i sistemi via via sviluppate.

Ora, essendo, oltre a quello degli elettromeccanici, il numero di sistemi digitali in servizio considerevole ed essendo gli stessi realizzati da diversi fornitori (ciascuno di questi ha varie generazioni di prodotto in servizio sulla nostra rete), si rende necessario concentrarsi sulle fasi di esercizio e manutenzione degli stessi, dove per manutenzione non si intendono solo i controlli periodici e gli interventi su guasto, ma anche tutte le attività di modifica, ampliamento, aggiornamento tecnologico e rinnovo parziale o totale tipiche della vita di un impianto.

I temi cardine alla base di ogni intervento o iniziativa sono:

- la gestione dell'obsolescenza ovvero l'ottimizzazione e l'allungamento della vita utile degli asset;
- il contenimento della dipendenza dai fornitori.

Per affrontare queste sfide un elemento di cambiamento rispetto al passato è il livello di coinvolgimento delle risorse delle utility nel processo, sempre più elevato, così come le relative competenze.

Nei paragrafi seguenti sono descritte le principali iniziative in atto in Terna volte al raggiungimento dei suddetti obiettivi.

Definizione e pianificazione degli interventi sulla vita utile degli impianti

L'obsolescenza tecnologica è un problema inevitabile, le cui possibili soluzioni (o meglio, mitigazioni) sono, in primis, una valutazione circa cosa sostituire o aggiornare in un impianto e cosa conservare; la valutazione è strettamente dipendente da aspetti tecnici, economici e strategici, quali l'età dell'impianto, le sue condizioni, le caratteristiche e l'età degli elementi al contorno, i piani per un'espansione o alienamento della stazione, la vita utile residua e il delta di incremento della stessa, le politiche da applicare ad una determinata famiglia tecnologica. Circa questi punti Terna ha già definito numerosi progetti finalizzati, ad

esempio, a gestire l'aggiunta di uno stallo o di una sezione a ciascuna delle diverse tipologie d'impianto o a sostituire apparati elettromeccanici con altri sviluppati in tecnologia digitale: spesso ci sono più soluzioni ad una stessa esigenza, in dipendenza dai fattori elencati sopra.

Centri di Eccellenza per i Sistemi Digitali (CESD)

Fra le iniziative poste in atto da Terna per mitigare la propria dipendenza dai fornitori di SAS digitali, citiamo l'istituzione dei Centri di Eccellenza per Sistemi Digitali (CESD), che sono una serie di centri di competenza distribuiti sul territorio nazionale, ciascuno dedicato ad una specifica famiglia di SAS (un fornitore). I CESD, pur essendo preposti agli interventi sui SAS in esercizio, sono costituiti da risorse interne coinvolte in tutte le varie fasi di vita di un SAS: dalla specificazione e sviluppo, all'attivazione in fabbrica e in impianto e all'esercizio e manutenzione. Tutti i membri componenti dei CESD sono coinvolti in un articolato percorso di formazione e aggiornamento erogato dal fornitore del SAS di riferimento. Inoltre ciascun CESD dispone di un'apposita piattaforma di prova derivante dal prototipo precedentemente sviluppato dallo stesso fornitore per la validazione del proprio progetto SAS. Una volta costituito, il CESD:

- assicura il supporto alle unità interessate su tutto il territorio nazionale per la gestione delle anomalie e delle manutenzioni necessarie al corretto funzionamento dei Sistemi di Automazione Digitali, compresa la gestione delle scorte ricambi;
- coordina gli interventi di rinnovo, aggiornamento, ampliamento e dismissione dei sistemi;
- installa, configura, utilizza e manutene le piattaforme di supporto alla manutenzione (sistemi di prova allestiti presso la sede del CESD) per le verifiche necessarie prima degli interventi in impianto;
- cura la gestione e l'archiviazione delle configurazioni delle Stazioni Terna relative al Fornitore di riferimento;
- predispone la documentazione (tutorial) per effettuare interventi in impianto.

Sviluppo di progetti In-House

Un altro progetto finalizzato a promuovere la creazione di know-how e competenze in azienda per gestire i SAS consiste nello sviluppo di soluzioni In-House, ovvero nella realizzazione (progettazione, sviluppo e costruzione) di un progetto di sistema di automazione di stazione ricorrendo esclusivamente a risorse interne all'azienda. Oggi Terna ha sviluppato un sistema di automazione per una classica configurazione ad "H" (due linee e due utenze), costruendo al proprio interno gli armadi, sviluppando il software e cablando, configurando e customizzando alcuni apparati approvvigionati dal mercato (unità di controllo, unità di protezione, HMI). Il sistema ora è sottoposto a prove di compatibilità elettromagnetica.

Lo scopo ultimo di quest'iniziativa non è ovviamente produrre sistemi in serie, cosa che richiederebbe un'apposita organizzazione aziendale, ma accrescere le competenze interne nel campo, sia teoriche che pratiche, ponendo quindi le risorse interne in condizione di dialogare con i nostri fornitori con una posizione molto più forte rispetto al passato e con un sensibilmente maggiore dominio della materia.

Cyber security: le soluzioni Whitelisting

Sul fronte della sicurezza informatica, l'approccio convenzionale applicato per molti anni da Terna si basa sulla segregazione fisica del SAS rispetto alle reti di comunicazione geografiche. Questo metodo, però, presenta diversi limiti in quanto:

- non consente di sfruttare pienamente le potenzialità in termini di disponibilità di informazioni offerte dalla tecnologia digitale;
- non consente di gestire (monitorare e mantenere) i SAS da remoto;
- non garantisce comunque la protezione da attacchi informatici di qualsiasi natura (compresi quelli causati involontariamente dagli stessi dipendenti dell'azienda, ad esempio utilizzando chiavi USB infette), che potrebbero derivare da accessi locali ai sistemi.

Con l'ausilio di alcune delle piattaforme di prova SAS disponibili negli ultimi anni sono state effettuate diverse attività di test finalizzate a:

- valutare e quantificare i rischi derivanti da intrusioni di carattere informatico indesiderate;
- definire soluzioni di mitigazione di tali rischi compatibili con i requisiti di disponibilità e di continuità del servizio propri dei SAS.

Come possibile soluzione di mitigazione applicabile ai SAS, queste attività hanno portato all'individuazione della tecnologia basata sul paradigma "Whitelisting" che consente l'esecuzione, sulle macchine protette, solo di programmi e processi precedentemente censiti ed approvati.

Questa è solo una delle iniziative in corso, alla quale si affianca l'implementazione di analizzatori di traffico che individuano informazioni anomale circolanti sia sulle LAN che collegano gli apparati di stazione sia sulle reti geografiche.

Sviluppo di progetti ad applicazione trasversale

La tecnologia digitale va considerata, sviluppata ed applicata in modo trasversale: ad esempio negli interventi sui sistemi in esercizio, più precisamente realizzando progetti che siano applicabili

uniformemente e indipendentemente dal fornitore originario del sistema per sostituire in versione digitale componenti obsoleti e di difficile e/o onerosa reperibilità. Molte sono le soluzioni già consolidate, altrettante sono in fase sperimentale. Elemento interessante è costituito dalla possibilità di applicare soluzioni digitali anche all'ampliamento di impianti dotati di SAS elettromeccanici.

Semplificazione delle soluzioni

Dopo anni di esperienza con i sistemi digitali, in Terna sono in corso studi volti a semplificare le soluzioni e conseguentemente a contenere i tempi ed i costi di sviluppo, realizzazione, installazione, esercizio e manutenzione.

Un tipico caso riguarda le situazioni in cui un intervento su una parte d'impianto rende necessaria la sostituzione di alcuni apparati con versioni più recenti, ma non compatibili con il resto dell'impianto. In tali situazioni sarebbe più semplice sostituire l'intero sistema, cosa però non facilmente praticabile, sia per motivi di costo, sia per la complessità di gestione dei fuori servizio. La soluzione più opportuna, attualmente allo studio, consiste nella realizzazione di un sistema di controllo più semplice e più integrato.

Utilizzo completo del modello IEC 61850

L'introduzione dello standard IEC 61850 ha consentito di integrare in uno stesso sistema componenti di più fornitori, ma il completo raggiungimento di questo obiettivo è ancora lontano sia perché il tema è complesso sia perché gli interessi e i punti di vista da comporre sono molteplici e distanti: in generale quelli delle utility e quelli dei fornitori, poi, più specificamente, ciascuna utility e ciascun fornitore hanno i "propri" standard operativi.

Con ogni probabilità la definizione di nuovi e più semplici standard che definiscano vincoli ben precisi per le varie fasi di ingegnerizzazione e sviluppo dei SAS potrebbe consentire di fare ulteriori progressi verso l'interoperabilità dei componenti e, quindi, di ridurre la dipendenza dal fornitore iniziale.

Il raggiungimento di questo scopo richiede il ricorso a competenze molto specializzate; le utility sono quelle che hanno il maggior interesse alla piena realizzazione dell'interoperabilità, pertanto devono incrementare la loro conoscenza.

In Terna da anni è in corso la formazione sul modello IEC 61850, ma il salto di qualità si è avuto con lo sviluppo In-House e la creazione dei CESD (vedansi i paragrafi precedenti). Il cammino è ancora lungo.

Trasduttori di misura non convenzionali

L'innovazione non si limita al Sistema di Automazione, ma coinvolge anche i suoi confini.

Un'altra attività sperimentale intrapresa da Terna, che potrebbe aprire la strada a nuove soluzioni SAS, riguarda i trasduttori di misura non convenzionali. Tali sensori sfruttano effetti fisici diversi dall'induzione magnetica su cui si basano i trasduttori di misura tradizionalmente utilizzati nelle stazioni AT. In questo ambito si sta consolidando lo sviluppo di sensori ottici basati sull'effetto Faraday con interfaccia di comunicazione basata sul protocollo IEC 61850.

La sperimentazione avviata da Terna si pone come obiettivo la verifica dell'interoperabilità sull'intera catena di misura, che va dal sensore ottico AT fino agli apparati di protezione integrati nei SAS. L'introduzione dei sensori ottici potrebbe comportare i seguenti benefici:

- riduzione degli ingombri delle apparecchiature AT e del SAS;
- riduzione dei costi d'installazione e di cablaggio fra le apparecchiature AT e il SAS;
- eliminazione delle limitazioni di gamma dinamica dei TA convenzionali.
- incremento della sicurezza fisica e riduzione dell'impatto ambientale (assenza di olio e SF6 necessari per l'isolamento dei TA convenzionali);

Formazione

Come già detto precedentemente, essendo i sistemi sempre più numerosi, sempre più complessi e convivendo in esercizio diverse tecnologie, diverse versioni di prodotto e forniture di diversi costruttori, il livello di know-how del personale delle utility deve crescere e rimanere aggiornato.

I tecnici delle diverse unità operative di Terna coinvolte in questo processo e, primi tra tutti, quelli dei Centri di Eccellenza CESD, sono inseriti in una serie di corsi di formazione, alcuni dei quali tenuti da altri colleghi esperti all'interno della struttura del Campus aziendale, altri tenuti direttamente dai costruttori SAS e orientati alla configurazione e alla manutenzione degli specifici prodotti, altri, infine, su temi molto specialistici (es. IEC 61850), tenuti di norma da consulenti esterni all'azienda.

Laddove alla formazione teorica si voglia affiancare quella pratica, i corsi vengono svolti presso nostri laboratori dedicati o presso le sedi CESD.

Conclusioni

L'esperienza acquisita da Terna con la digitalizzazione dei SAS ha portato alla definizione di apposite strategie focalizzate sulla fase di sviluppo e validazione dei progetti. Tali strategie, consistenti principalmente nel ricorso al principio della standardizzazione di architettura e di modello di comunicazione, oltre che nell'approccio alla validazione di progetto basata su prototipo, hanno consentito di ridurre drasticamente i costi di approvvigionamento dei sistemi ed i tempi di realizzazione ed attivazione in impianto.

Negli ultimi tempi, con l'aumentare del numero di sistemi in servizio, con l'esigenza di portare modifiche agli stessi nel corso del loro periodo di operatività e con il loro invecchiamento, si è reso necessario porre maggiore attenzione all'intero ciclo di vita dei sistemi e, in particolare, alla fase di esercizio e manutenzione, durante la quale emergono criticità legate essenzialmente all'obsolescenza tecnologica dei componenti digitali e alla forte dipendenza dai fornitori.

Altra criticità intrinsecamente legata alla tecnologia digitale consiste nei rischi derivanti da intrusioni informatiche indesiderate.

L'introduzione dello standard IEC 61850 e la sua rapida diffusione hanno consentito di integrare in uno stesso sistema componenti di più fornitori, ma il raggiungimento dell'obiettivo dell'interoperabilità richiede sforzi da parte di tutti gli attori e il ricorso a competenze molto specializzate, motivo per cui Terna pone particolare attenzione alla formazione delle risorse coinvolte. Ulteriori passi verso la completa applicazione del principio dell'interoperabilità possono essere fatti con lo sviluppo di nuovi standard con vincoli più precisi per le varie fasi di ingegnerizzazione e sviluppo dei SAS. Il principale interesse a raggiungere questo obiettivo, che consente di ridurre la dipendenza dai fornitori, è in capo alle utility, per cui sono queste ultime a doversi fare parte maggiormente attiva, sia presidiando i lavori dei comitati normatori, sia sviluppando in casa lo strato di interfaccia tra i prodotti di mercato, sia pur customizzati, e la realtà della specifica azienda utilizzatrice.

L'esperienza ci insegna infine a semplificare le soluzioni ed a rendere il loro raggio di applicazione agli impianti il più ampio possibile.

In sintesi: lo sguardo rivolto al futuro, facendo tesoro dell'esperienza.