

# eXPert TCS (Turbine Control System)

Controllo Sicuro e Cyber-resiliente di turbomacchine

White Paper

eXPert TCS è il Prodotto SDI dedicato al controllo integrato di turbine a gas e a vapore, cuore operativo delle centrali di generazione energetica e degli impianti industriali che impiegano turbomacchine per produzione o cogenerazione.

eXPert TCS fa parte della linea di Prodotti eXPert ICSS (*Integrated Control & Safety Systems*), l'architettura modulare SDI per il controllo e la sicurezza integrata dei processi industriali, concepita per garantire prestazioni, affidabilità e protezione end-to-end, dal livello di campo fino alla supervisione.

Basato sul Controllore eXPert STAR DualBus, il sistema combina alte prestazioni di controllo, sicurezza funzionale e cyber-resilience by design, assicurando continuità operativa anche in scenari complessi o critici.

Grazie all'integrazione nativa nell'Ecosistema eXPert, il Prodotto estende il controllo dal campo alla supervisione, con diagnostica distribuita e strumenti avanzati di monitoraggio e analisi delle prestazioni.

Sviluppato secondo l'approccio SDI alla CyberSecurity industriale, eXPert TCS adotta policy di sicurezza basate su analisi del rischio e ispirate ai principali framework internazionali e regolamenti europei — tra cui NIS 2 e il Cyber Resilience Act.

Con la sua architettura modulare, ridondata e multipurpose, eXPert TCS rappresenta la nuova generazione di sistemi di controllo turbina, progettata per coniugare efficienza, affidabilità e sicurezza nella transizione energetica digitale.

## Controllo e protezione delle turbomacchine: la risposta di SDI alla sfida tecnologica

Nel contesto della **transizione energetica**, in cui **fonti rinnovabili e generazione convenzionale** devono operare in equilibrio, le **turbomacchine** svolgono un ruolo strategico nel **bilanciamento della rete elettrica**.

Le **turbine a gas e a vapore** devono potersi avviare rapidamente, mantenere elevata efficienza anche a **carico parziale** e garantire **stabilità di frequenza** in presenza di variazioni di potenza impreviste, con **processi termodinamici che evolvono su scale temporali dell'ordine dei millisecondi**.

Questo scenario richiede sistemi di controllo **reattivi, precisi e resilienti**, capaci di coniugare **velocità di regolazione, sicurezza funzionale e protezione cibernetica**.

Le turbomacchine sono tra i sistemi più complessi dell'automazione industriale: governano **energia meccanica, termodinamica ed elettrica** in un equilibrio dinamico che impone **regolazioni continue e protezioni istantanee** per garantire **prestazioni, sicurezza e affidabilità**.

Anche piccole variazioni di **carico, pressione o temperatura** incidono su rendimento e stabilità, rendendo indispensabile un controllo evoluto, integrato con la supervisione e resistente alle minacce informatiche.

Il **Prodotto eXPert TCS** rappresenta la risposta di **SDI** a questa sfida: una piattaforma che unisce **ingegneria di precisione, affidabilità industriale e sicurezza digitale**, integrando in un'unica architettura le funzioni di **regolazione servo-idraulica, protezione rapida e diagnostica avanzata**.

Basato sull'architettura **eXPert STAR DualBus**, **eXPert TCS** realizza un controllo **deterministico ad alta frequenza**, con **moduli I/O specializzati** per misure di velocità, posizione e parametri termodinamici.

Le logiche, sviluppate secondo lo standard **IEC 61131-3**, garantiscono l'esecuzione **stabile e deterministica** delle sequenze, mentre la progettazione **cyber-resiliente by design** protegge l'infrastruttura OT fin dal livello di campo.

Con **eXPert TCS**, **SDI** offre una soluzione **completa e industrialmente matura**, che coniuga **prestazioni, sicurezza e cyber-resilienza**, contribuendo alla **transizione energetica** con tecnologie **affidabili, modulari e sostenibili**.



### Dinamica dell'ordine dei millisecondi

Architettura deterministica basata su CPU LXP e moduli IPO/IOS/ITMS ad alta velocità



### Affidabilità e continuità operativa

Ridondanza DualBus, hot-swap e switchover senza bump



### Massima Sicurezza e protezione del processo

Logiche 2oo3, trip fail-safe e diagnostica integrata



### Logiche di controllo deterministiche e robuste

Progettazione, sviluppo, debug lungo il ciclo di vita con Editor IEC 61131-3, simulazione integrata e SOE al ms



### CyberSecurity by design

Progettazione basata su analisi del rischio e standard internazionali



### Integrazione con Supervisione e analisi dati

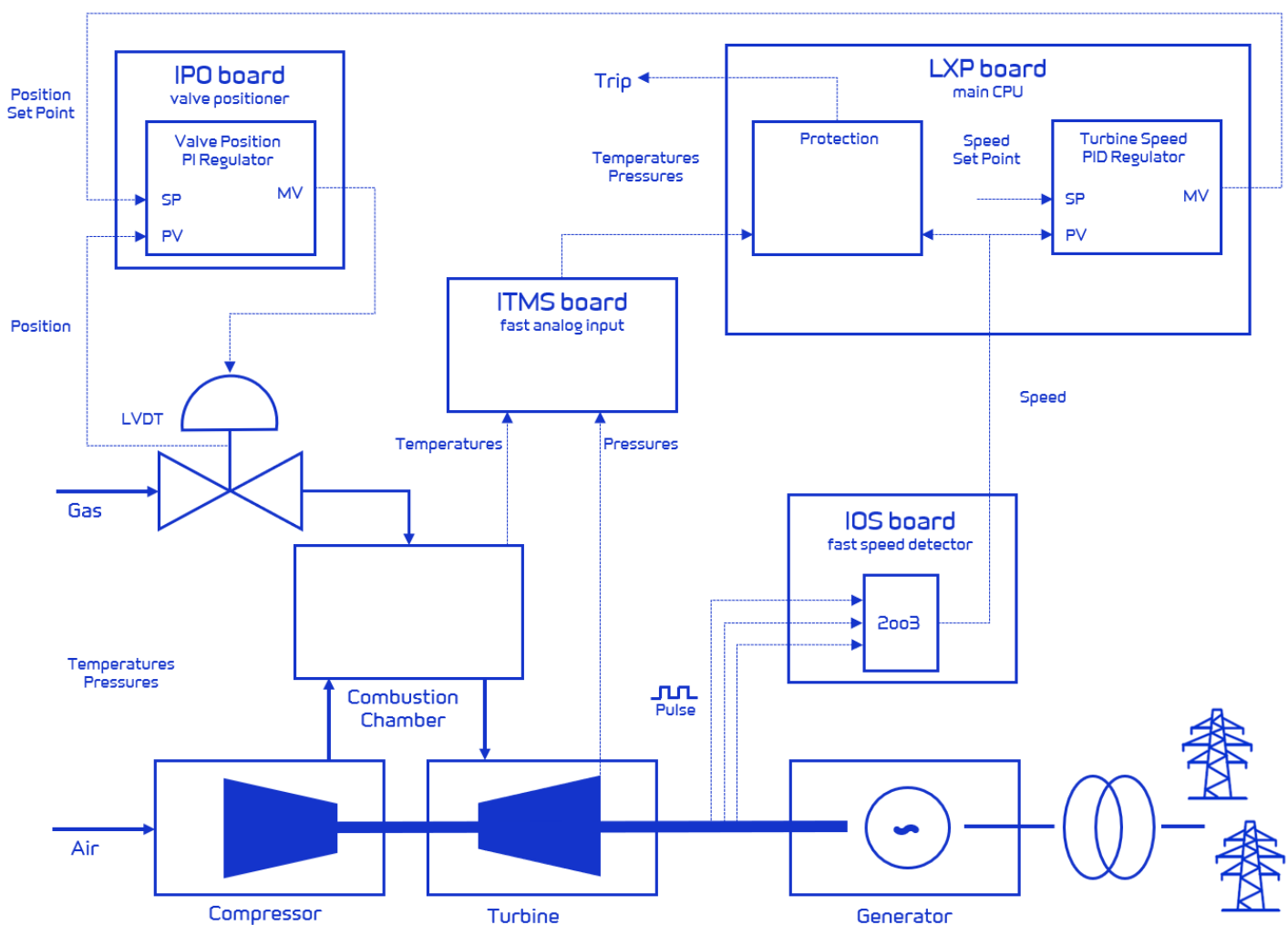
Parte integrante dell'Ecosistema eXPert, che include eXPert SCADA, eXPert HMI oE ed eXPert Portal di Business Analysis

## L'architettura eXPert TCS: controllo, protezione e flessibilità

L'architettura del **Prodotto eXPert TCS** è progettata per unire in un'unica piattaforma ridondata le funzioni di **controllo, protezione e diagnostica** delle turbomacchine, con **prestazioni a ciclo certo, alta disponibilità e scalabilità nel ciclo di vita**.

Basata sul controllore **eXPert STAR DualBus**, la struttura distribuisce le logiche di regolazione e sicurezza su **moduli I/O dedicati** (IPO, IOS, ITMS), sincronizzati tramite **rete DualBus ridondata** e supervisione centralizzata.

L'architettura integra CPU ridondate LXP, moduli I/O ad alta dinamica e comunicazioni DualBus per la sincronizzazione dei loop di controllo e protezione.



## Architettura modulare e multipurpose

Lo schema riportato rappresenta un'applicazione tipica di **eXPert TCS** a una **turbina a gas** impiegata nella generazione elettrica di una **centrale turbogas**.

In questa configurazione, la **turbina a gas** converte l'energia termica del combustibile in **energia meccanica di rotazione**, trasferita all'**alternatore sincrono** che la trasforma in **energia elettrica**.

Il sistema controlla in modo integrato i parametri di combustione, la velocità di rotazione e le sequenze di avviamento, garantendo la sicurezza operativa tramite funzioni di protezione e diagnostica distribuita.

Grazie alla sua **architettura modulare e multipurpose**, il sistema **eXPert TCS** coordina in modo sincrono e deterministico tutte le funzioni di controllo, regolazione e protezione.

Al centro della struttura si trova la **CPU LXP**, che esegue le logiche principali di processo e gestisce il flusso informativo verso i moduli di campo attraverso la **rete ridondata DualBus**.

Le **schede dedicate IPO, IOS e ITMS** implementano le funzioni a più alta dinamica del sistema, assicurando precisione nella regolazione servo-idraulica, nella misura della velocità e nell'acquisizione delle variabili di processo.

La CPU orchestra e sincronizza l'intero ciclo di controllo, calcolando i setpoint, aggiornando le variabili diagnostiche e registrando gli eventi con **risoluzione al millisecondo (SOE)**, così da garantire **stabilità, prontezza di risposta e sicurezza funzionale** in tutte le condizioni operative.

## Campi d'utilizzo



**Turbine a gas in ciclo semplice (CT, Simple Cycle Turbine)**, destinate alla **generazione di energia elettrica** e impiegate come **unità di peaking**, dove sono richiesti **tempi di avvio rapidi, stabilità di frequenza e regolazione precisa della potenza**.



**Turbine a gas e a vapore in ciclo combinato (CCGT, Combined Cycle Gas Turbine)**, in cui **eXPert TCS** controlla entrambe le macchine, coordinando la **conversione termica e meccanica** per massimizzare l'**efficienza complessiva dell'impianto**.



**Turbine a vapore** installate in impianti **industriali o cogenerativi**, dove il sistema gestisce in modo integrato **sequenze, limitatori e logiche di sicurezza**, assicurando **stabilità e rendimento costante**.



**Sistemi di retrofit** per turbine esistenti, nei quali **eXPert TCS** sostituisce o aggiorna i controlli legacy, migliorando **affidabilità, sicurezza e capacità diagnostica** senza modificare la parte meccanica.



Adottando **eXPert TCS** come **sistema di controllo nativo o di retrofit**, un OEM ottiene indipendenza tecnologica, maggiore integrazione tra logiche meccaniche e controllo, autonomia nella gestione del lifecycle del prodotto

## I moduli del sistema: funzioni dedicate e sincronizzate

L'architettura eXPert TCS si basa su una suddivisione funzionale che assegna a ciascun modulo un compito specifico, in modo da ottimizzare le prestazioni e garantire la disponibilità del sistema anche in caso di fault parziale.

Ogni modulo è indipendente nella gestione dei propri I/O ma completamente integrato nella piattaforma tramite il DualBus, che assicura scambio dati ridondato, temporizzazione sincronizzata e diagnostica continua.

Le logiche di supervisione e sicurezza, eseguite nella CPU LXP, orchestrano in modo sincrono i moduli, bilanciando carico computazionale e priorità di processo.

La **Supervisione** è garantita da **eXPert HMI oE**, caratterizzato da **Grafica High Performance HMI multilayer**, **sinottici turbine/BOP**, trend storici e diagnostica avanzata integrata.

## eXPert STAR DualBus – Il Controllore di SDI per automazione, regolazione, controllo

eXPert TCS è basato sul Controllore **eXPert STAR DualBus**, che ospita la **CPU LXP** in configurazione ridondante e le **schede dedicate IOS, IPO e ITMS**. I moduli sono installati in **cestelli modulari** e alloggiati in **armadi metallici** industriali, e sono fra di loro interfacciati attraverso il bus ridondato DualBus.

Il sistema costituisce un **modulo di controllo funzionale** che collega direttamente il **livello di campo** con il **livello di supervisione**, assicurando **prestazioni real-time**, **ridondanza** e **sicurezza operativa**.

Disponibile in configurazione **singola o duale con back-up caldo**, **eXPert STAR DualBus** rappresenta il cuore dell'architettura SDI per il **controllo distribuito** e la **gestione sincrona dei segnali di processo**.



**Gestione di I/O cablato** per l'acquisizione diretta dei segnali di campo e la generazione di comandi verso attuatori, valvole e servosistemi.



**Comunicazione** nei ruoli di **Client e Server** con un elevato numero di nodi e sistemi esterni, tramite protocolli industriali standard quali **Modbus**, **IEC 60870-5-104**, **IEC 61850**, **DNP3**.



**Esecuzione di logiche di controllo e regolazione**, incluse funzioni PID, sequenze automatiche, interlock e limitatori di processo.



**Gestione dei setpoint e dei comandi di campo**, con sincronizzazione dei cicli di calcolo e aggiornamento su bus DualBus ridondato.



Elaborazione di segnali veloci e **registrazione cronologica degli eventi (SOE)**, con **marca temporale al millisecondo**.



## CPU LXP – Logiche di controllo e orchestrazione

La **CPU LXP** costituisce il cuore logico e decisionale del sistema eXPert TCS.

In essa risiedono tutte le **logiche di controllo di processo**, i **regolatori PID di velocità e di carico**, le **sequenze automatiche di avviamento e arresto**, i **limitatori di pressione e temperatura**, e le **funzioni di coordinamento** dei loop servo-idraulici eseguiti dai moduli di campo.

La CPU opera in **configurazione ridondata**, con due unità sincronizzate in tempo reale secondo logiche **hot-backup**, garantendo la **continuità del controllo senza interruzioni o transitori (switchover bumpless)**.

Attraverso la **rete DualBus**, la CPU gestisce la comunicazione con i moduli I/O (IPO, IOS, ITMS), sincronizzando le operazioni di acquisizione, calcolo e aggiornamento comandi all'interno di un **dominio temporale comune**.

Tutti gli eventi, le transizioni logiche e i cambi di stato sono registrati nel sistema **SOE (Sequence of Events)** con **risoluzione al millisecondo**, permettendo l'analisi dettagliata delle condizioni operative e delle cause di evento.

Sviluppate secondo lo **standard IEC 61131-3**, le logiche operate dalla CPU sono progettate tramite un ambiente grafico che ne consente lo sviluppo, il **debug integrato** su editor e HMI, la **simulazione off-line** e la **verifica funzionale in real-time**.

Grazie a questa integrazione, la CPU LXP garantisce **prestazioni deterministiche, alta affidabilità** e una **gestione coerente e sicura del ciclo di vita** dell'intero sistema di controllo turbina



## Scheda IPO – Valve Positioner

La **scheda IPO** è un modulo di **posizionamento valvola (Valve Positioner)** dotato di **CPU integrata**, che gestisce fino a **quattro attuatori servo-idraulici**.

Mantiene il **setpoint di posizione valvola** mediante un **controllo PI in anello chiuso**, con feedback fornito dal **sensores LVDT** montato sullo stelo della valvola.

In modalità **Manuale Locale**, il setpoint può essere regolato direttamente dall'**interfaccia operatore**.

La scheda opera in **modalità ridondata**, con **hot-backup** e **switchover senza discontinuità (bumpless)**.

Dispone di **interfaccia di comunicazione ridondata** verso la CPU e può essere sostituita **a caldo (hot-swap)** senza interrompere il servizio.

Sul **pannello frontale** è presente un connettore **RJ11** per **diagnostica, aggiornamento firmware** e configurazione, sia in linea che fuori linea.

## Scheda IOS – Speed Detector

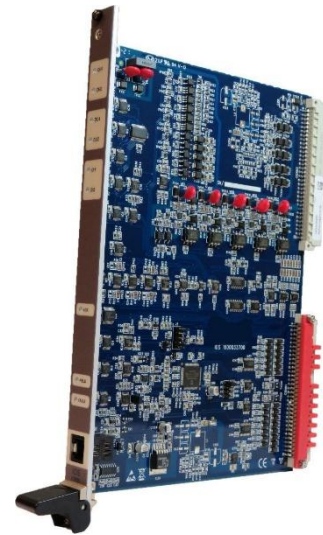
La **scheda IOS** è un modulo di **rilevamento della velocità** dotato di **CPU integrata**, che misura la **frequenza degli impulsi** provenienti dai sensori di velocità per determinare la **velocità di rotazione della turbina**.

Gestisce le **funzioni di overspeed** tramite **soglie configurabili indipendentemente** per ciascun canale e ne verifica il corretto funzionamento con **test diagnostici on-line** durante l'esercizio.

La configurazione tipica prevede **tre schede IOS** in architettura **2oo3** per la votazione dei segnali, ma sono possibili anche versioni a **scheda singola**.

La comunicazione con la CPU avviene tramite **interfaccia ridondata**, mentre la funzione di **hot-swap** consente la **sostituzione a caldo** senza interruzione del servizio.

L'interfaccia **FDT/DTM** e la porta **RJ11 frontale** permettono operazioni di **diagnostica, configurazione e aggiornamento firmware**.



## Scheda ITMS – Fast Analog Input

La **scheda ITMS** è un modulo di **acquisizione analogica veloce** progettato per misurare con elevata precisione **pressioni, temperature e segnali di processo** utilizzati nelle **logiche di limitazione e protezione** della turbina.

Opera con **tempi di campionamento di 10 millisecondi**, consentendo la gestione di **transitori rapidi** e l'alimentazione dei **limiter** e delle **sequenze automatiche** di avviamento e arresto.

Ogni canale è **isolato galvanicamente** e dotato di **funzioni di autodiagnosi e plausibility check**, che garantiscono l'affidabilità dei dati acquisiti.

I valori misurati sono sincronizzati con il dominio temporale della CPU **LXP** e registrati nel sistema **SOE (Sequence of Events)** con **marca temporale al millisecondo**, per consentire analisi dettagliate e diagnostica post-evento.

## eXPert HMI oE – L'interfaccia operatore di eXPert TCS

Controllo intuitivo, prestazioni elevate, visione completa del processo

L'interfaccia operatore di **eXPert TCS** è realizzata facendo uso di **eXPert HMI oE** (of Everything), il modulo **SDI** dedicato alla visualizzazione, gestione e analisi dei dati di processo.

Integrata nativamente nell'**Ecosistema eXPert**, consente di monitorare e controllare il TCS con un approccio ergonomico e High Performance, garantendo al personale di esercizio una visione completa e coerente dello stato della turbina, dei sottosistemi e dell'impianto nel suo complesso.



### Caratteristiche principali



Approccio High Performance: l'essenziale a colpo d'occhio, minimizzando il rumore di fondo.



Navigazione gerarchica dell'impianto con menu ad albero, accesso diretto a sinottici, allarmi, logbook e note operative private o condivise col team.



Funzionalità "web-like": preferiti, cronologia, ricerca, aggiornamento, navigazione avanti/indietro.



Inserimento di note dell'operatore su qualsiasi oggetto di sinottico, private o condivise con il team.



Visualizzazione e analisi storica dei dati con trend interattivi, tabelle, statistiche, plot e possibilità di esportazione in PDF, Excel o CSV.



Gestione centralizzata di allarmi e registri eventi, con filtri per priorità e severità e integrazione nativa con **eXPert Alarm Inspector**.



Versione Web HMI accessibile via browser, con lo stesso layout grafico e personalizzazione per mobile.

## Turbine a gas: la tecnologia che abilita le rinnovabili

Nel mix energetico moderno, le turbine a gas sono un elemento chiave per mantenere la stabilità della rete elettrica e garantire continuità di produzione quando solare ed eolico non sono disponibili o variano rapidamente.

Durante la giornata, gli impianti a ciclo combinato (CCGT, Combined Cycle Gas Turbine) operano in modalità base load o mid-merit, assicurando una produzione costante e modulabile.

Le turbogas a ciclo semplice (CT, Cycle Turbine) intervengono in modalità mid-merit o peaking, fornendo potenza flessibile in pochi minuti per coprire i picchi serali o compensare i cali delle rinnovabili.

Grazie a controlli rapidi e precisi, il Prodotto eXPert TCS consente a queste unità di adattarsi dinamicamente alla rete, trasformando il gas in una risorsa abilitante per la generazione rinnovabile: una base stabile che rende possibile una transizione energetica sicura e sostenibile.

## Success Story

### Applicazione su turbina a gas heavy-duty AE94.3A di Ansaldo Energia

Il Prodotto **eXPert TCS** è impiegato con successo nel controllo della **turbina a gas heavy-duty AE94.3A di Ansaldo Energia**, dove garantisce loop servo-idraulici a elevata precisione, protezioni rapide affidabili e integrazione completa con l'**Ecosistema eXPert** per supervisione, diagnostica e storicizzazione dei dati.

L'esperienza conferma la capacità del sistema di assicurare stabilità operativa, rapidità di risposta e continuità di servizio, rendendolo un riferimento concreto per applicazioni di retrofit e nuove installazioni su turbine a gas di classe industriale

## CyberSecurity by design

Per il controllo e la sicurezza di infrastrutture strategiche

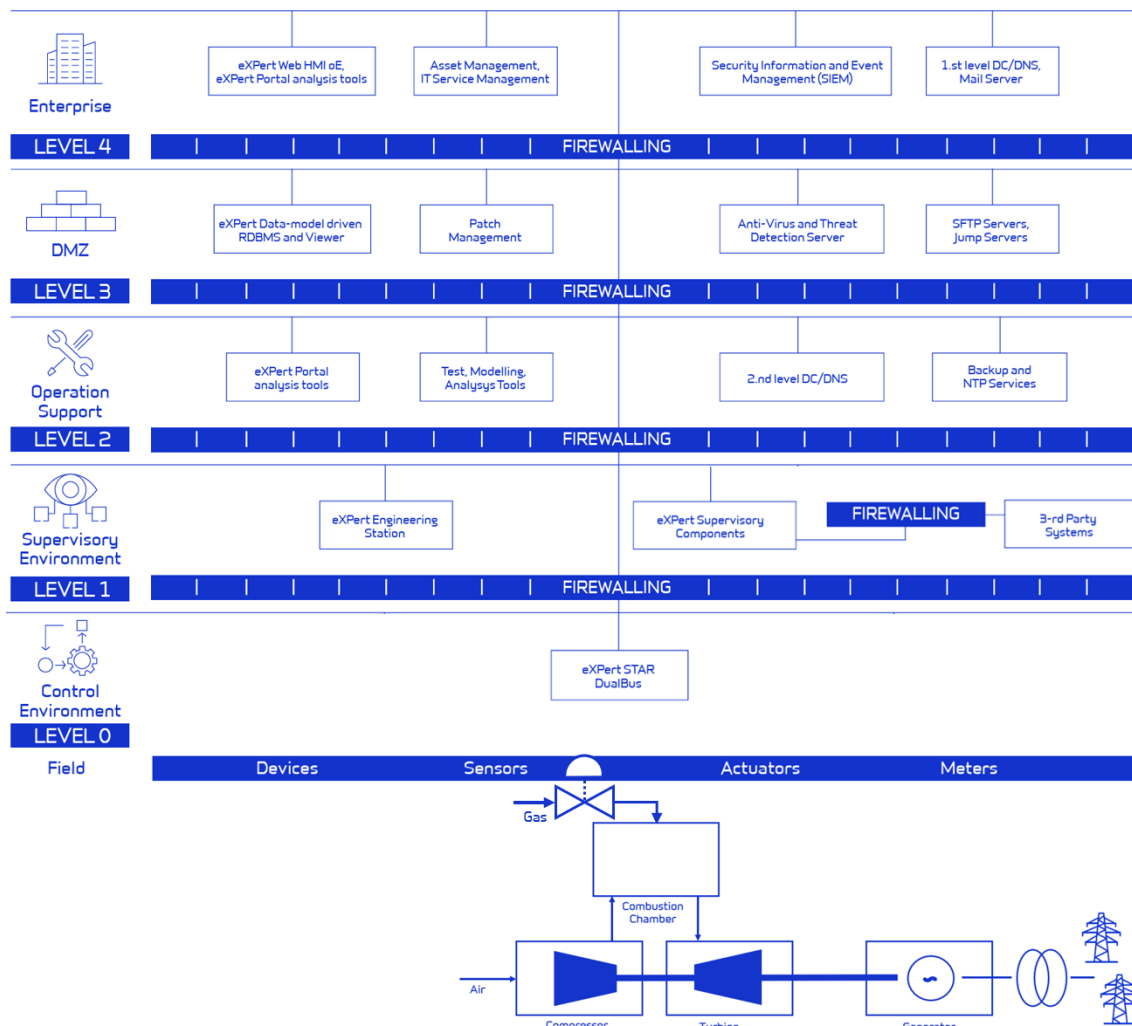
Le forniture dei prodotti SDI, incluso **eXPert TCS**, sono realizzate adottando, in accordo con il cliente, policy di CyberSecurity a livello applicativo e architetturale, basate su analisi del rischio e tenendo conto delle normative e dei framework di riferimento adottati nei Paesi in cui gli impianti operano.

Tra questi, ISO 27001 e il Cyber Resilience Act di recente adozione in Europa, NIST negli Stati Uniti e in diversi Paesi dell'America Latina, oltre ad altri standard e specifiche internazionali e locali.



Il sistema è sviluppato a tutti i livelli secondo i principi di secure-by-design e defence-in-depth, applicando segmentazione di rete, autenticazione utenti, cifratura delle comunicazioni DualBus e gestione controllata delle patch e degli accessi.

Attraverso il modello SDI Security Lifecycle, la sicurezza accompagna il sistema durante tutte le fasi operative, con attività di monitoraggio eventi, gestione delle vulnerabilità e strategie di recovery.



## Prodotti e moduli correlati dell'Ecosistema eXPert

### eXPert SCADA

La massima espressione della potenza di SDI per la supervisione e il telecontrollo

**eXPert SCADA** è il **Prodotto** di **SDI** per il monitoraggio e il telecontrollo remoto di reti e impianti in ambito energia, ambiente e infrastrutture.

Basato su architettura client-server, consente la raccolta, visualizzazione e gestione dei dati di processo in tempo reale – fino a **1 milione e mezzo di punti** - con strumenti avanzati di HMI, gestione allarmi, trend e reportistica.

Supporta i principali **protocolli industriali (IEC 60870-5-104, Modbus, OPC UA; MQTT)** e garantisce affidabilità, flessibilità e sicurezza.

Totalmente integrabile con gli altri moduli **dell'Ecosistema eXPert**, rappresenta la base tecnologica ideale per la supervisione in ambienti mission-critical.

### eXPert Portal

Il Framework di SDI per la Business Analysis e la valorizzazione delle performance

Integrato nell'**Ecosistema eXPert**, **eXPert Portal** è il framework web di **SDI** dedicato alla **Business Analysis** dei sistemi di controllo come **eXPert TCS**, che consente di trasformare i dati di impianto in **indicatori di prestazione (KPI)** e **informazioni strategiche** per la gestione operativa.

Collegato ai **database storici dei sistemi di controllo e supervisione**, **eXPert Portal** aggrega, elabora e presenta i dati tramite **dashboard interattive** e **widget personalizzabili**, offrendo una visione sintetica e immediata di efficienza, disponibilità e produttività.

La piattaforma supporta **analisi comparativa, reporting automatico e trend dinamici**, permettendo di confrontare le performance nel tempo e individuare aree di miglioramento tecnico o gestionale.



Scopri di più



Scopri di più



# eXPert TCS (Turbine Control System) Controllo Sicuro e Cyber-resiliente di Turbomacchine

## A proposito di SDI

Dal 1973, SDI è la principale azienda italiana nel campo dell'automazione, supervisione, controllo e controllo remoto di impianti industriali altamente critici.

SDI sviluppa, costruisce e fornisce sistemi DCS, SCADA e attrezzature per applicazioni speciali completi ai principali attori italiani come Eni, SNAM ed ENEL Green Power.

Più di 50 anni di esperienza garantiscono il know-how per la continua innovazione ed evoluzione dell'offerta di SDI.

Il nostro valore: avanti nel percorso dell'automazione

Flessibilità e integrazione al primo posto: possiamo fornire una soluzione completamente personalizzata che soddisfa ogni esigenza di controllo, monitoraggio e controllo remoto.

Affidabilità comprovata sul campo: centinaia di applicazioni nel settore dell'olio e del gas, della produzione e distribuzione di energia, delle pubbliche utilità, dell'acqua, delle energie rinnovabili, dei trasporti.

Il nostro impegno nello sviluppo: investiamo ogni giorno per migliorare le nostre soluzioni, creando così una forte relazione con il cliente.

Dati preziosi ovunque: possiamo fornire le informazioni necessarie su ogni dispositivo, in qualsiasi momento.

Da anni disponiamo di un Sistema di Gestione certificato, secondo le norme ISO 9001 (Qualità), ISO 14001 (Ambiente), ISO 45001 (Salute e Sicurezza sul Lavoro), ISO IEC 27001 (Sicurezza delle Informazioni), e di un Modello Organizzativo 231. Organismi esterni indipendenti ne verificano periodicamente l'efficacia: DNV - uno dei principali enti certificatori a livello mondiale - per il Sistema di Gestione, l'Organismo di Vigilanza per il Modello 231.



## Contatti

[mkt@sdiautomazione.it](mailto:mkt@sdiautomazione.it)

<https://sdiautomazione.com/contatti>

### Headquarters

Viale Edison, 10  
20090 Trezzano S/N (MI)  
Italy  
T +39 0248486.1  
F +39 0248486248

### Pisa Branch Office

Lungarno Guadalongo, 4  
56128 Pisa  
Italy  
T +39 050500004  
F +39 050500122

### Bari Branch Office

Via Gaetano Devitofrancesco, 4  
70124 Bari  
Italy  
T +39 02 48486.1  
F +39 0248486248