



# IL NUOVO VOLTO DEGLI HMI NELLA SMART FACTORY

Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

161303



LE INTERFACCE UOMO-MACCHINA DIVENTANO SEMPRE PIÙ STRUMENTI SMART A DISPOSIZIONE DEGLI OPERATORI DI PRODUZIONE, FAVORENDO L'IMPLEMENTAZIONE DEI MODELLI DI BUSINESS PROPRI DELLA FABBRICA INTELLIGENTE ANCHE FRA LE PMI

MASSIMILIANO LUCE

**L**a rivoluzione digitale che anima il mondo consumer, con la proliferazione di dispositivi intelligenti come gli smartphone divenuti strumenti indispensabili nella vita quotidiana di noi tutti, sta ridisegnando anche i modelli di business e le modalità operative del mondo manifatturiero, dove realtà aumentata e virtuale, intelligenza artificiale e machine learning stanno sempre più prendendo largo.

In questa direzione, le interfacce uomo-macchina di nuova generazione giocano un ruolo molto importante e significativo, spesso ponendosi come alliere dei concetti della smart factory con tecnologie utilizzate anche nella vita quotidiana. Innovazione sì, insomma, ma sempre allineata alla semplicità d'uso: una condizione necessaria per implementare lo scenario dell'operatore aumentato, così come la possibilità di disporre dei dati di processo in modalità mobile. Due esempi fra tanti, questi appena riportati, strettamente connessi tra loro e resi possibili anche dalle soluzioni Hmi di nuova generazione. Due esempi che mostrano perfettamente come lo scenario della smart factory renderà più flessibile e agile il lavoro all'interno degli stabilimenti di produzione, rendendolo capace di allinearsi





pre più prontamente ai cambiamenti del mercato, fino a diventare a tutti gli effetti persino proattivo grazie al supporto tramite Hmi delle tecnologie di intelligenza artificiale e apprendimento automatico. Una evoluzione alla portata di tutte le imprese manifatturiere, comprese le pmi che pullulano su tutto il territorio nazionale, grazie al supporto delle competenze degli stessi vendor, non solo attenti a proporre soluzioni tecnologiche intuitive, ma anche pronti a supportare gli end-user con consulenze e formazione, come raccontano loro stessi nelle pagine successive, rispondendo alle nostre domande.

**1. Come stanno evolvendo le interfacce uomo-macchina alla luce delle nuove opportunità tecnologiche offerte da AR, AI e ML?**

**2. Come si sviluppa attualmente la vostra offerta Hmi? Quali sono le caratteristiche tecnologiche principali e i possibili scenari applicativi?**

**3. A proposito di scenari applicativi, qual è in realtà il più concreto nell'ottica di una fabbrica intelligente?**

#### IL VALORE DELLA PERSONALIZZAZIONE

**1.** «L'automazione industriale evolve verso l'introduzione di nuovi modelli di business», risponde **Fabrizio Bagnara**, Automation Product Specialist di Beckhoff Automation. «L'interfaccia Hmi si trasforma al servizio di questa evoluzione. Non più un semplice display installato sulla macchina, ma uno strumento smart alla pari di quelli che già portiamo in tasca tutti i giorni. Quindi uno strumento che supporta le stesse tecnologie web-based (Html5, CSS, JS), che si adatta facilmente ai vari formati di schermo dei dispositivi mobili, dotato di webcam per il riconoscimento di QR-Code o direttamente delle parti di macchina. È in grado di



**FABRIZIO BAGNARA**, Automation Product Specialist di Beckhoff Automation

rappresentare, come una dashboard, risultati di analisi sempre più evolute eseguite dal controllo della macchina o dall'Edge Computer magari tramite modelli di machine learning (ML). Le analisi, sui dati attuali e su quelli storicizzati, da un lato aiutano l'end-user ad ottimizzare le prestazioni della macchina e dall'altro permettono il fornitore della macchina di offrire un servizio aggiuntivo di manutenzione puntuale e predittiva che riduca al minimo il downtime. L'Hmi diventa un dispositivo multiprotocollo per connessioni con gli standard più diffusi (Opc UA ad esempio), ma aperto anche ad integrazioni di altri protocolli per connettersi contemporaneamente a più dispositivi».

**2.** «La soluzione TE2000 TwinCat Hmi proposta da Beckhoff è basata sulle tecnologie web-based più diffuse. Con essa è possibile sviluppare un'interfaccia indipendente dalla piattaforma con architettura di tipo client-server. Quest'ultimo può connettersi con protocolli diversi a più ple da una parte e a più client dall'altra. È una soluzione che mette a disposizione un'in-

tera collezione di controlli grafici pronti all'uso, da quelli classici a quelli specifici per la rappresentazione dei risultati di analisi complesse, oppure dedicati al power monitoring. È una soluzione aperta che permette anche l'integrazione di controlli personalizzati. Il server inoltre offre funzionalità per la connettività, la storizzazione dei dati, la gestione ricette e degli utenti. Funzionalità che possono essere estese tramite moduli sviluppati in .Net. Questa soluzione trova una perfetta sinergia con le funzionalità integrabili a livello del real time TwinCat. Parliamo, per esempio, di TF4500 TwinCat Speech, un pacchetto che permette lo scambio multilingue di messaggi audio tra l'operatore e la macchina (sia come Automatic Speech Recognition, sia come Text To Speech).

Voglio citare anche TF38x0 ML/NN Inference Engine che permette di eseguire il motore inferenziale basato sui modelli di ML direttamente nel real time con scopi di classificazione o regressione lineare. Inoltre, evidenzio tutti i prodotti del workflow TE3500 TwinCat Analytics che, oltre alla raccolta dei dati e alla configurazione delle analisi da eseguire, permette di generare automaticamente con un semplice click un Hmi-dashboard che li rappresenta».

**3.** «Nella fabbrica "intelligente" protagonista è la connettività, quindi, anche l'Hmi deve fare la sua parte. TE2000 TwinCat Hmi, oltre a un'architettura multicient e multitarget, permette anche una connessione server to server utile per il coordinamento tra le macchine. Una caratteristica fondamentale nella fabbrica intelligente è la dinamicità delle informazioni e delle funzionalità del Hmi.

Esso deve adattarsi al ruolo dell'utente connesso. L'operatore addetto alla produzione ha bisogno di consultare e impostare dati diversi dall'addetto alla manutenzione. Dall'altra parte il manutentore, oppure



l'addetto al commissioning, ha bisogno di accedere ad informazioni di diagnostica specifiche. Quindi è necessario che l'Hmi cambi in funzione dell'utilizzatore ma non solo. È l'utente stesso che decide e può personalizzare il proprio Hmi scegliendo tra contenuti e temi diversi. Quindi parliamo di un Hmi dinamico.

La soluzione pc-based di Beckhoff permette una perfetta integrazione tra Hmi e real-time. Si possono quindi sfruttare tutte le funzionalità di connettività verso i bus di campo più diffusi (citiamo per esempio EtherCat). Tale caratteristica è fondamentale per la raccolta dei dati dalla macchina per tutte le analisi necessarie e anche per la costituzione dei training set per il perfezionamento dei modelli di AI/ML.

Lo scenario si completa con la connessione ad una unità centrale nel Cloud attraverso il protocollo Mqtt implementabile direttamente dal real-time. Qui devo citare il nostro TF3500 Analytics Logger, che permette l'invio di pacchetti di dati in modo compresso. Tali dati possono essere ricostruiti da chi li riceve senza nessuna perdita di informazioni rispetto a come erano nel real time. Questo permette di ottenere dati diagnostici e statistici della macchina da qualsiasi parte del mondo ci si trovi».

## TUTTI I BENEFICI DELLE INTERFACCE INTUITIVE

**1.** «L'Industrial Internet of Things e le macchine sempre più connesse permettono di generare un'ingente mole di dati per elaborare strategie di gestione aziendale sempre più puntuali e trasversali, capaci cioè di governare ogni fase del processo industriale, dai primi passi in produzione, al management, alla logistica», spiega **Noemi Torcasio**, Marketing Manager di Copa-Data. «Intelligenza artificiale e machine learning, inoltre, rafforzano ulteriormente questa tendenza, dove elaborazione e

visualizzazione user-friendly sono essenziali, portando a centralizzare il monitoraggio, valutare le cause di downtime e costruire un processo di creazione di reportistica automatizzato.

La visualizzazione semplificata di dati e processi tecnici complessi, quindi, permette di facilitare gli operatori nelle decisioni e nella gestione di eventuali criticità, il tutto in un contesto di estrema flessibilità imposta dalla mole di informazioni elaborate in tempo reale».

**2.** «La visualizzazione dei processi dipende dalla capacità del software di automazione industriale di generare rappresentazioni grafiche relative a impianti, operazioni e condizioni di un sito produttivo. Rendendo i dati più facili da capire grazie a un'interfaccia intuitiva, le soluzioni Hmi di Copa-Data si focalizzano su chi crea le interfacce, ossia i progettisti, e sugli utenti, ossia su chi poi le utilizza in campo. Per quanto riguarda i progettisti, li mettiamo in grado di realizzare Hmi in tempi brevi, facili da mantenere nel tempo, forniamo template pronti all'uso, oggetti intelligenti riutilizzabili, nonché una serie di



**NOEMI TORCASIO**, Marketing Manager di Copa-Data

**CON UN APPROCCIO HMI USER-FRIENDLY, IL FOCUS DEGLI OPERATORI È SUL MONITORAGGIO E L'ANALISI DEI DOWNTIME**

funzioni che eliminano l'utilizzo di codice, rendendo la progettazione una questione di configurazione di parametri anziché scrittura di codice.

Abbiamo recentemente introdotto anche gli Hmi Application Set: in pratica sono dei pacchetti software pronti all'uso con all'interno tutto ciò che serve - oggetti, simboli, funzionalità, template - per creare applicazioni personalizzate in pochi e semplici passaggi.

Lato utenti finali, ciò che interessa davvero è che sia semplice e intuitiva da usare, che i tempi di formazione degli operatori siano pari quasi a zero, avere applicazioni che si rifacciano il più possibile al design moderno e intuitivo che si ritrova nei siti Internet o negli smartphone ai quali tutti sono abituati e, ovviamente, l'integrazione di gesture multi-touch.

L'obiettivo è riuscire a creare un'interfaccia uomo-macchina in grado di soddisfare le esigenze di diversi user group (operatori, manutentori, supervisori ecc.); creare una struttura che permetta di avere lo stato sull'andamento dell'impianto, ma anche una gestione allarmi all'avanguardia e personalizzabile in base all'utente; creare pop-up che possano, in base a dei parametri apparire oppure no, tastiere individuali e così via, evitando di creare complessi menù di navigazione.

In ultimo, ma non per importanza, gli altri aspetti tecnologici che mettiamo a disposizione dei nostri utilizzatori sono l'indipendenza dall'hardware, la connettività e l'apertura. Per questo motivo i nostri clienti



sono liberi di utilizzare e integrare le loro applicazioni con dispositivi per l'AR, utilizzare le nostre applicazioni di business intelligence o quelle di terze parti, nonché integrare algoritmi personalizzati per il machine learning, ad esempio».

**3.** «Per quanto ci riguarda l'elemento più importante da considerare e applicare a livello di fabbrica intelligente è creare interfacce Hmi semplici da usare e che non complichino la vita all'operatore. Queste sono le esigenze attuali. Noi possiamo portare l'esempio di SIG, nostro cliente ormai da molti anni, con un ruolo di primo piano nella fornitura di sistemi e soluzioni per il packaging asettico, il quale ha sviluppato un nuovo e moderno design per la sua Hmi, basata su zenon, la quale ha anche vinto un premio come migliore interfaccia industriale grazie alle sue straordinarie qualità funzionali di UX Design, layout, grafica e fruibilità, attribuito da IF Designe realizzata in collaborazione con Hmi Project GmbH.

Le macchine, e le linee, diventano sempre più complesse, nel senso buono del termine, ossia sono in grado di fare molte più cose che in passato: la macchina deve essere in grado di cambiare diversi tipi di formato di packaging, design, materiali, edizioni limitate, formati stagionali, il tutto in pochi semplici passaggi o attraverso banali clic auto esplicativi sul display.

La soluzione ha rafforzato la capacità di dialogo a tutti i livelli dell'organizzazione, accelerando i tempi di reazione e permettendo a un singolo operatore di gestire una o più linee, un'interfaccia in grado di visualizzare tutte le fasi più rilevanti dei processi, rendendo accessibili funzioni ed opzioni di gestione e controllo in base alle diverse esigenze dei gruppi di utenti, in modo da rendere la user experience facile e calata nella quotidianità operativa dei diversi team».

## IL PROSSIMO APPUNTAMENTO È NEL METAVERSO

**1.** «Lasciatemi iniziare spiegando brevemente le differenze tra questi argomenti», afferma **Bazile Peter**, Global Product Manager Hmi Solutions di Densitron, società fresca di partnership con LG Business Solutions per l'integrazione della sua piattaforma Intelligent Display System (Ids) con i display LG IP-connected. «L'apprendimento automatico (ML), e in una certa misura l'intelligenza artificiale (AI), sono già ampiamente utilizzati. Il nostro sistema centralizzato Ids Core, per esempio, fornisce un grande grado di elaborazione e gestione della logica attraverso i dati acquisiti e appresi. È il cuore della fornitura di flussi di lavoro e set-up automatizzati, imparando i requisiti e le preferenze di ogni utente e situazione.

La realtà aumentata (AR) è l'aggiunta di elementi virtuali, generati dal computer, alla visione reale. Come concetto è ben noto - i Google Glass sono stati introdotti per la prima volta nel 2013 - ma deve ancora avere un impatto reale. In parte questo è dovuto al fatto che la tecnologia



**BAZILE PETER**, Global Product Manager Hmi Solutions di Densitron

di base aveva bisogno di mettersi al passo. Ma anche perché le applicazioni industriali devono ancora essere definite. Come regola generale, le innovazioni come l'AR iniziano nel mondo dei consumatori, che è molto meno esigente. Se si fa qualcosa di sbagliato in un gioco si può semplicemente ricominciare: se qualcosa va storto in un processo medico o industriale, allora ci sono implicazioni molto significative per la salute, la sicurezza e i costi.

Il "metaverso" - che è essenzialmente l'applicazione di AR sofisticata - è previsto essere il prossimo grande obiettivo dei consumatori. Come i consumatori si abituano al concetto di realtà aumentata sostenuta da una sofisticata elaborazione dei dati AI, così la domanda per la sua applicazione nelle interfacce utente industriali crescerà».

**2.** «Nelle applicazioni industriali e mediche vediamo che il ritmo del cambiamento è misurato. La raccolta intelligente dei dati e i flussi di lavoro sono vitali, ma tendono ad essere nascosti all'utente: la chiave per una buona Hmi è astrarre l'elaborazione e presentare all'utente solo i controlli di cui ha bisogno in quel momento. Questo dipende dal controllo software: su touchscreen o in modalità wireless su telefoni o tablet. Gli utenti trovano che l'allontanamento dai controlli fisici distraiga, quindi è stato importante aggiungere un feedback tattile alla pressione dei tasti e ai movimenti di controllo. Una delle sfide per la realtà aumentata è quella di fornire l'aptica quando non c'è nemmeno un touchscreen coinvolto: l'utente sta interagendo con controlli virtuali sullo schermo di fronte a lui. Come esempio, immaginate di impostare le luci in uno studio o in un teatro. In un sistema ideale si dovrebbe guardare lo spazio, raggiungere ogni lampada per spostarla in posizione, poi far scorrere un fader virtuale per impostare il



livello di luce. Ciò richiede un grado molto sofisticato di feedback aptico per dare all'operatore un chiaro senso di ciò che sta facendo, oltre a fornire un controllo preciso e reattivo. In Densitron stiamo già implementando sistemi che supportano più oggetti virtuali tattili su controller touchscreen, e questo è un primo passo molto importante verso una piattaforma di controllo completamente abilitata all'AR».

**3.** «I sistemi di controllo industriale devono essere affidabili, precisi e accurati, prima di tutto. Gli utenti devono essere completamente familiari e comodi con il loro funzionamento, o si rischia l'inefficienza e potenziali problemi di sicurezza. Questo governa la velocità con cui tecniche avanzate come l'AR possono essere implementate. Se viene visto come un concetto non familiare, allora ci sarà esitazione nel suo utilizzo e sfide nella formazione, o semplicemente rifiutato come "troppo difficile". Il lancio dell'iPhone nel 2007 ha trasformato l'Hmi: i touchscreen e il controllo gestuale sono diventati intuitivi per una parte sempre maggiore del pubblico. Oggi nessuno metterebbe in discussione un'interfaccia touchscreen per un'applicazione industriale, e il sistema Densitron Ids lo dimostra chiaramente. Affinché la vera AR sia altrettanto accettata nel controllo industriale, deve prima diventare una realtà di consumo».

## IL VALORE DELL'EXPERTISE TRASVERSALE

**1.** «Gli ultimi anni sono stati caratterizzati da profondi cambiamenti dal punto di vista del processo di digitalizzazione, soprattutto alla luce dell'evoluzione di nuove opportunità offerte da AR, AI e ML, che abilitano nuove generazioni di lavoratori altamente digitalizzati», segnala **Massimo Bartolotta**, Segment Marketing Manager



**MASSIMO BARTOLOTTA**, Segment Marketing Manager Moem di Eaton Italia

Moem di Eaton Italia. «In questo contesto, si è assistito a un'importante evoluzione delle interfacce uomo-macchina. Esse sono infatti sempre più semplici e intuitive, in grado di offrire un'esperienza smart ed efficace, con tecnologie utilizzate anche nella vita quotidiana degli utenti. Si pensi, ad esempio, al touchscreen a bordo macchina, estremamente apprezzato, che integra la pulsantiera tradizionale con funzioni aggiuntive più complesse.

Inoltre, di pari passo si sta anche assistendo a un aumento della domanda di soluzioni software in grado di incrementare le funzionalità a disposizione degli utenti».

**2.** «Eaton, come uno dei principali player nella transizione verso l'Industria 4.0, si impegna per presentare ai propri clienti un'offerta Hmi in grado di adattarsi alle esigenze del singolo caso, garantendo massima sicurezza ed efficienza. A tal proposito, Eaton investe costantemente in ricerca e sviluppo per innovare sia le proprie soluzioni hardware, sia le tecnologie software. Guardando ai panel a bordo macchina, il prodotto di punta di Eaton è XV300,

che può funzionare sia da Hmi che da Plc. Nel dettaglio, si tratta di una soluzione progettata per migliorare l'interazione uomo-macchina semplificando la gestione dell'intero sistema. L'interfaccia utente all'avanguardia ed estremamente sensibile permette l'integrazione di elementi multimediali (come video, PDF e contenuti web), il controllo gestuale e l'integrazione multimediale, indirizzando le esigenze della nuova generazione di operatori "digital native". Infine, la tecnologia multi-touch capacitiva, integrando un controllore programmabile con il software CoDeSys, permette il suo utilizzo come Hmi o Hmi-Plc, garantendo massima flessibilità con tempi ridotti di avvio e manutenzione».

**3.** «Considerando nello specifico i casi applicativi, Eaton offre la propria expertise e supporto in diversi ambiti, dal food & beverage al material handling, passando per l'agricoltura. Tra gli esempi più emblematici in questo senso, Eaton ha supportato Gefion - azienda italiana specializzata nella realizzazione di impianti d'irrigazione per l'agricoltura - per automatizzare e digitalizzare i sistemi di gestione dell'irrigazione e della fertirrigazione, con l'obiettivo di ottimizzare la produzione agricola in termini di resa, qualità ed efficienza distributiva dell'acqua. Nel dettaglio, Eaton ha abilitato il controllo intelligente dell'impianto tramite l'implementazione di sistemi di I/O modulari della serie XN300, diversi inverter, inclusi il DE1 e



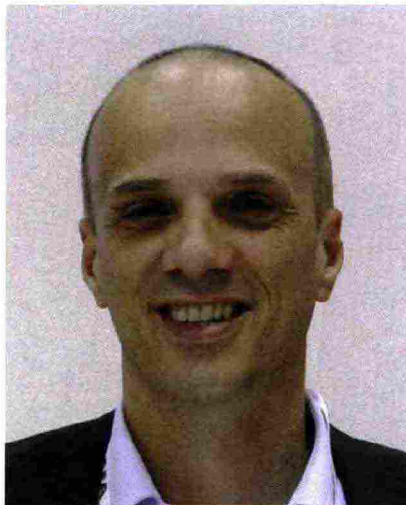


il DA1, e pulsanti in base alla complessità della macchina, in grado di permettere al sistema di correggere autonomamente eventuali errori. Inoltre, le soluzioni Eaton hanno consentito di controllare in modo intelligente la falda idrica. Infatti, grazie a un algoritmo incluso nel panel/plc, il sistema è in grado di comprendere quando un impianto di irrigazione sta recando stress idrico al pozzo e, in maniera automatica, dimensionare la richiesta d'acqua al sottosuolo e garantire un'irrigazione ottimale per la coltura.

Grazie alla soluzione offerta da Eaton, i sistemi di filtraggio creati da Gefion hanno registrato il 25-30% di risparmio di energia e di acqua all'anno, oltre a garantire il controllo da remoto dell'impianto e l'accurata analisi dei dati/allarmi che ha permesso di evitare fermi macchina indesiderati, con ricadute sulla produttività».

## FATE LARGO AL NUOVO LAVORATORE "AUMENTATO"

1. «Dopo le interfacce vocali, oramai entrate nel nostro uso quotidiano, la realtà aumentata, anche e soprattutto tramite l'ausilio dei dispositivi indossabili, sarà la tecnologia che nei prossimi anni contribuirà più di tutte a trasformare il mondo dell'interazione uomo-macchina», afferma **Fabio Merlo**, Coe di Efa Automazione. «Un lavoratore "aumentato", ovvero capace di trarre informazioni miste dal mondo fisico e digitale, sarà in grado di compiere operazioni - anche complesse - con maggiore precisione, certezza e, perché no, sicurezza. Le attuali applicazioni di AR, peraltro ancora non così diffuse, che però si iniziano a trovare presso alcuni impianti pilota di aziende proiettate verso il futuro, sono una riprova di quanto appena detto, in quanto dimostrano una notevole efficacia in numerosi settori. La manutenzione, ad esempio, è uno di questi casi: si pensi



**FABIO MERLO**, Coe di Efa Automazione

all'ergonomia di interazione con la macchina sulla quale un operatore sta intervenendo se questi è in grado di accedere, mediante l'ausilio di un wearable, come gli HoloLens o altri analoghi dispositivi, a manualistica, disegni tecnici, distinta dei pezzi di ricambio: il tutto in tempo reale e in modo interattivo. E non solo.

Si pensi anche ai benefici in termini di efficienza in produzione. Così come i display grafici e gli schermi tattili hanno significato, rispetto ai "vecchi" pannelli di comando elettromeccanici, un balzo di efficienza nell'interazione con il processo, anche le interfacce di prossima generazione equipaggiate con l'AR e/o l'AI permetteranno di compiere un netto miglioramento in tema di Hmi, anzi forse addirittura un vero e proprio "mindwarp", capace di offrire all'utente l'opportunità di vivere l'interazione con la macchina come una vera e propria esperienza e non più come un lavoro tipico da operaio guardiano della macchina.

Del resto la strada è tracciata: in un mondo sempre più digitale, dove addirittura sembra che le relazioni interpersonali si sposteranno nel metaverso nel giro di

pochi anni, il mondo industriale non può certo correre il rischio di rimanere fermo. Efa Automazione ne è una riprova. Le sinergie che si sono venute a creare con il Gruppo Relatech, nel quale l'azienda è entrata a far parte alla fine dello scorso anno, le stanno già consentendo di proporre al mercato una serie di soluzioni avanzate, ad esempio basate su algoritmi di AI per applicazioni di machine learning e deep learning, che hanno arricchito la sua proposta commerciale anche in questa direzione. Il tutto in ottica di una trasformazione digitale completa e compiuta, ovvero mediante soluzioni end-to-end che, a partire dallo strato più basso della connettività, fino ad arrivare a quello più alto della presentazione del software e delle interfacce uomo-macchina, possano trovare in Efa Automazione il partner ideale per le proprie esigenze».

2. «L'offerta proposta da Efa Automazione in termini di interfacce uomo-macchina è ampia e completa. Tra i brand che distribuiamo troviamo Hakko, marchio storico di Fuji Electric che offre una proposta completa di touchscreen a colori per l'interfacciamento uomo-macchina, e Beijer Electronics con i suoi Hmi robusti, performanti e personalizzabili. Tra l'ampia gamma di Hakko, spiccano i nuovi pannelli operatori Monitouch della serie X1. Oltre alle funzioni classiche Hmi per il monitoraggio delle macchine, questi pannelli operatore fungono da bridge di comunicazione tra i dispositivi di campo e i sistemi IT di livello superiore tramite Opc Ua e Mqtt. Grazie al collegamento con i sistemi Mes ed Erp, gli X1 permettono, oltre che di visualizzare i dati, di migliorare la produttività e ottimizzare la gestione degli impianti, standardizzandone l'interazione uomo-macchina.

Le soluzioni Beijer rappresentano il miglior compromesso in termini di costi e



## L'EVOLUZIONE NATURALE DEGLI HMI PREVEDE L'USO DI SISTEMI COGNITIVI CHE ASSISTANO L'OPERATORE

prestazioni. Equipaggiati con i più moderni processori dual core ARM9 e quad core Arm Cortex-A9, i panel pc Beijer si presentano in 23 modelli caratterizzati da un design pulito e moderno. Le prestazioni sono eccezionalmente scalabili per coprire qualsiasi tipo di esigenza. Inoltre, gli Hmi della serie X2 pro, X2 marine e X2 control hanno tutti la certificazione Russian Maritime Register of Shipping, che mostra una chiara e forte presenza dell'azienda nel settore nautico e in particolare nella supervisione dei processi di navigazione attraverso i propri monitor, pannelli operatore e personal computer adatti alle soluzioni più estreme».

**3.** «In ottica di fabbrica intelligente, i casi applicativi per gli Hmi sono variegati. Possiamo però citare l'ultimo progetto che ci ha visti coinvolti: parliamo dell'esperienza di Gasparini SpA, azienda specializzata nella progettazione e nella realizzazione di linee di produzione complete, con particolare riferimento alle lavorazioni di profilatura ottenute mediante deformazione a freddo. Recentemente, Gasparini ha progettato e realizzato un impianto particolarmente complesso per conto di un importante cliente estero produttore di porte sezionali.

La sfida per Gasparini è stata quella di riuscire a fornire al cliente un impianto unico e totalmente integrato capace di produrre in modo completamente automatizzato i kit per la posa in opera delle porte con cicli di produzione totalmente customiz-

zabili. Essendo la complessità di questo impianto davvero notevole, Gasparini si è affidata al nostro team per creare un sistema che facesse da direttore d'orchestra per tutta la linea. È stata quindi sviluppata un'applicazione di supervisione basata su un panel pc e relativo software iXruntime di Beijer Electronics. Quest'applicazione si avvale di 9 pannelli Beijer Hmi X2 Pro da 10" per il controllo della linea e di altre 16 unità analoghe da 7" dedicate al comando delle singole macchine che la compongono. iXruntime di Beijer è un software innovativo e ricco di funzionalità, che offre a Oem e system integrator uno strumento omnicomprensivo che, sfruttando appieno le potenzialità del full framework .Net, dei protocolli standard quali Opc UA e di altre tecnologie script, consente di realizzare applicazioni su pc ed Hmi Panels senza limiti di dimensioni e scalabilità».

### QUANDO SERVE SCALABILITÀ AI MASSIMI LIVELLI

**1.** «Già da qualche tempo, l'interesse nel mondo industriale per soluzioni di realtà aumentata è cresciuto, grazie alle soluzioni offerte dalle tecnologie moderne», afferma **Paolo Fiorani**, General Manager di Progea|Emerson Automation Solutions. «In questo senso, l'evoluzione naturale di un sistema di interazione tra l'uomo e le macchine prevede l'uso di sistemi cognitivi in grado di assistere l'operatore nella conduzione degli impianti.

Occorre ricordare che l'evoluzione tecnologica presuppone una offerta di tecnologie hardware e software, che nelle interfacce uomo macchina vedono l'utilizzo di sistemi con visori indossabili in grado di visualizzare, sia come head-up display sia come visori olografici, le informazioni "intelligenti" di impianto che devono essere relative al contesto in cui l'operatore si trova. Mediante questi dispositivi, il



**PAOLO FIORANI**, General Manager  
di Progea|Emerson Automation Solutions

software Hmi può integrarsi con sistemi di intelligenza artificiale e machine learning, per valutare il contesto e fornire in tempo reale le istruzioni o i comandi di impianto disponibili per l'operatore.

Movicon.NExT già da tempo integra queste soluzioni, sia come semplice Hmi "indossabile" che come sistema più complesso che, in base al machine learning (ad esempio, TensorFlow di Google) è in grado di analizzare il contesto, riconoscere i componenti di impianto e fornire il supporto adeguato, real-time, all'operatore per gestire, interagire e comandare l'impianto, riducendo enormemente i costi di gestione, i fermi macchina e, quindi, migliorando l'efficienza. Esistono già dei casi di successo nei quali l'operatore utilizza un sistema mobile per utilizzare il riconoscimento cognitivo e disporre di Movicon come Hmi a realtà aumentata».

**2.** «A livello software l'offerta di Emerson, grazie all'acquisizione di Progea, prevede Movicon nelle soluzioni scalabili che vanno dall'entry level WebHmi, anche per dispositivi Linux, agli Hmi e Supervisor Scada di livello superiore per pc e panel



pc. Il concetto di scalabilità, fondamentale nell'automazione moderna I4.0, permette di utilizzare un solo editor per realizzare progetti "cross-platform", che possono essere eseguiti quindi su diverse piattaforme e integrati o scalati verso sistemi più complessi senza modifiche. La soluzione per eseguire i progetti di Movicon.NEXt in tecnologia web, offre l'I/O Data server e il web server indipendenti dall'hardware e dal sistema operativo, per una visualizzazione Hmi scalabile e potente, con il supporto integrato ai sistemi di realtà aumentata, senza richiedere conoscenze specifiche. La piattaforma comune, AutomationPlatform.NEXt, è un framework basato su tecnologia .Net e .Net Core, grafica Wpf/Xaml, con il modello di informazioni Opc UA nativo, e una sicurezza intrinseca che vede la piattaforma certificata per le norme sulla cybersecurity IEC 62443-3-3. Numerose altre potenzialità, inclusi il grande numero di protocolli nativi integrati, il motore di scripting .Net e le tecnologie di accesso web, GeoScada e realtà aumentata, rendono questa piattaforma Scada/Hmi estremamente innovativa ed a prova di futuro, uno strumento indispensabile a tutti coloro che operano nel mondo dell'automazione, che sempre più spesso devono affrontare progetti complessi, ma distribuiti tra piccole applicazioni di raccolta dati e gateway IIoT, piccoli web Hmi, sistemi Hmi più complessi, applicazioni Scada e sistemi di supervisione di fabbrica, analisi e gestione della produzione, interfacciando ogni tipo di dispositivo di controllo e reti industriali. Questa tecnologia offre la possibilità di raggiungere livelli di scalabilità verso il basso finora impensabili, offrendo una soluzione indipendente dall'hardware e dal sistema operativo, in grado di soddisfare tutte le esigenze di raccolta dati e visualizzazione, fino ad aggiungere potenti sistemi di gestione d'impresa secondo il paradig-

ma di Industria 4.0, IIoT, GeoScada, sicurezza, ridondanza e sistemi di efficienza produttiva Oee e monitoraggio energetico».

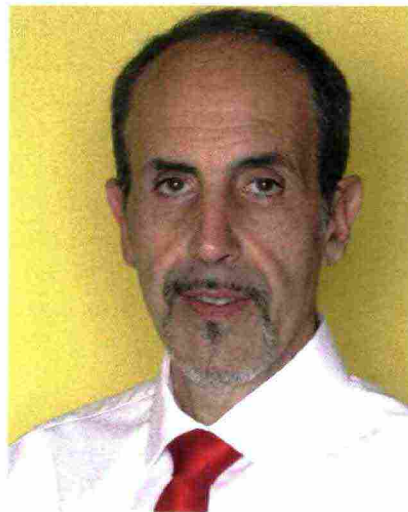
**3.** «Gli scenari applicativi nei quali Movicon è utilizzato concretamente in contesti di fabbrica intelligente sono numerosi. Realtà consolidate multinazionali hanno scelto di affidarsi a Movicon quale piattaforma di connettività tra i sistemi più diversi, interconnettere i dispositivi in campo tra loro, connetterli ai sistemi gestionali e al Cloud, gestire i dati per una supervisione efficace, gestire la storizzazione e la parte analitica, la connettività remota e l'ottimizzazione della produzione e dei consumi attraverso i Kpi di produzione ed energia, e l'Oee.

Un esempio su tutti è il cliente Greif, attore mondiale nella produzione di imballaggi e contenitori industriali. Ben 112 stabilimenti di produzione nel mondo, dove ogni sito produttivo è supervisionato da Movicon.NEXt, e localmente viene gestita la produzione e la manutenzione degli impianti, tutti connessi tra loro con il sistema cloud che, basato su Movicon e Tableau, offre alla casa madre la possibilità di gestire tutta la parte analitica globale di tutti gli stabilimenti. Oggi Greif, grazie alla soluzione, gestisce gli stabilimenti tramite le soluzioni Movicon, con un notevole incremento di produttività.

Cominciano anche ad entrare in produzione sistemi basati sulla realtà aumentata, dove ad esempio una importante azienda cinese, nel settore delle infrastrutture idrauliche, ha recentemente implementato la soluzione di realtà aumentata di Movicon per la conduzione degli impianti attraverso l'uso di uno o più tablet, in dotazione agli operatori distribuiti sul territorio, attraverso i quali il sistema di realtà aumentata riconosce le componenti di automazione e fornisce agli operatori le informazioni real-time contestuali».

## L'HMI AUMENTA L'EFFICACIA DELLA LINEA

**1.** «È ormai da qualche tempo che le interfacce Hmi a bordo macchina si sono evolute grazie alla tecnologia sempre più performante, sono ormai dei veri e propri computer in miniatura e questo permette agli Hmi di svolgere funzioni sempre più complesse», segnala **Rino Piermatteo**, Product Specialist Engineer Factory Automation Division di Mitsubishi Electric. «Nati per la supervisione e il controllo, oggi si spingono molto più in là: raccolgono enormi quantitativi di dati creando valore aggiunto, utilizzando i propri dati di produzione destinati ad analisi per il miglioramento del processo di produzione. Mitsubishi Electric da tempo mette a disposizione dei progetti completi installabili nei nostri Hmi della serie Got2000, completamente aperti alla configurazione dei propri clienti. Questi progetti spaziano dalla semplice visualizzazione dell'Oee ad analisi sulla frequenza degli allarmi o allo scostamento qualitativo della produzione tramite Xbar-R chart. Inoltre,



**RINO PIERMATTEO**, Product Specialist Engineer Factory Automation Division di Mitsubishi Electric



**LO SCOPO PRINCIPALE  
DI HMI EVOLUTI È  
SEMPLIFICARE IL  
LAVORO DI CHI LI USA  
QUOTIDIANAMENTE**

i dati permettono un'analisi approfondita tramite Pareto chart e comparazioni tra linee di produzione che amplia il concetto di miglioramento di produzione possibile tramite la visione della singola macchina.

Oltre alla produzione in campo, Mitsubishi Electric declina compiti ancora più complessi attraverso la piattaforma Iconics. Su questa piattaforma Scada modulare, è possibile inserire moduli software per la teleassistenza in AR e moduli per la predizione di guasti in campo ML.

Per quanto riguarda l'intelligenza artificiale, lo scorso maggio Mitsubishi Electric ha presentato un nuovo software in questo ambito dal nome MaiLab che, sfruttando i dati provenienti dal campo e un iniziale aiuto dello specialista del processo produttivo, sarà in grado di mantenere, dando feedback direttamente in campo, la qualità costante di produzione».

2. «Mitsubishi Electric è in grado di fornire tutta la catena di prodotti per la realizzazione di macchine molto complesse; nell'ambito della visualizzazione bordo macchina Mitsubishi Electric vanta un'intera gamma di prodotti dotati di interfacce Lan e driver per ogni tipo di controllore. La gamma di Hmi touchscreen a colori spazia dal più economico 3.8" al più grande da 15" nelle versioni 4:3 e 16:9.

La compatibilità tra un modello e l'altro è una caratteristica ben conosciuta di Mitsubishi Electric; molto spesso succede di dover cambiare modello di un progetto

già in produzione e il cliente, assistito dal tool di programmazione GT Designer3, è in grado di riutilizzare il proprio progetto anche su altri Hmi della nostra gamma ridimensionandolo in automatico per adattarsi al nuovo formato scelto. Se non bastasse, ha la possibilità di utilizzare il nostro client su piattaforma Microsoft denominato SoftGot2000. Per applicazioni di aggregazione dati, reportistica di fabbrica, analisi approfondita, Mitsubishi Electric introduce piattaforme software quali MaiLab e Genesis64».

3. «I siti di produzione sono alla continua ricerca di soluzioni in grado di predire i fermi macchina per non essere sorpresi e dover interrompere costosissime produzioni. A questo proposito Mitsubishi Electric ha nel proprio portfolio prodotti dei progetti Hmi per il controllo continuo di tutti i prodotti Mitsubishi Electric utilizzati nel macchinario, come robot, servo e inverter. Questi progetti gratuiti e configurabili dai nostri clienti, si occupano di recuperare i dati di invecchiamento di importanti componenti interni sfruttando l'intelligenza artificiale locale sui prodotti stessi, che diventano sempre più smart e semplici da utilizzare, generando valore per l'intero processo.

La preoccupazione non è solo "non fermare la linea di produzione", è anche come aumentare l'efficacia della linea, come aumentare la qualità, come diminuire gli scarti di produzione, quali sono le variabili su cui posso intervenire per migliorare o mantenere costante la mia produzione. A queste domande Mitsubishi Electric risponde appunto con la proposta del software MaiLab AI e della suite Genesis64, con i quali è possibile dare un feedback immediato per interagire con la produzione, al fine di far rientrare quelle variabili che stanno deviando la qualità della produzione».

**FOCUS SULLO SCENARIO  
DI UN ASSISTENTE REMOTO**

1. «Nel percorso di trasformazione digitale trainata da AR, ML e AI, le industrie oggi hanno necessità sempre più elevate di flessibilità e di gestione dei dati», argomenta **Chiara Caputi**, Offer Manager, Industrial Automation di Schneider Electric. «A questo si aggiunge l'esigenza di garantire una sicurezza informatica end-to-end, disponendo di strumenti capaci di migliorare significativamente l'operatività e l'efficienza nella manutenzione. Una delle principali sfide, nell'utilizzo quotidiano delle nuove tecnologie, riguarda la loro integrazione fluida, efficace e semplice nell'operatività in campo. Ciò permette un'ottimizzazione degli spazi, delle risorse e soprattutto della gestione dei dati. Come provider di soluzioni, a Schneider Electric viene richiesto di garantire strumenti che puntino a immediatezza, velocità e customizzazione».

2. «Il principale obiettivo che, in Schneider Electric, abbiamo voluto perseguire nella progettazione dei nostri pannelli operatore è stato quello di garantire robustezza,



**CHIARA CAPUTI**, Offer Manager, Industrial Automation di Schneider Electric



affidabilità, flessibilità, semplicità di manutenzione e rapidità di consegna. All'hardware sono associati software in grado di implementare le nuove tecnologie per portare del valore aggiunto e nuove opportunità di business ai nostri clienti. Sinteticamente, possiamo suddividere la nostra offerta in due aree: da un lato i pannelli Hmi con software grafico, che sono orientati alle classiche soluzioni uomo-macchina, ma nativamente abilitati a poter fornire valore aggiunto quale l'AR; dall'altro, ci sono soluzioni pc modulari e performanti che integrano un software per la gestione di funzionalità tipiche del processo richieste anche a livello macchina, fino ad arrivare alla possibilità di utilizzare algoritmi di predittività».

**3.** «Le tecnologie e le soluzioni di cui stiamo parlando permettono nuovi scenari applicativi. Tra questi quello che stiamo presentando in particolare ai nostri clienti è quello di un "assistente remoto": per migliorare l'operatività e l'efficienza della manutenzione, garantendo interventi puntuali e efficaci, oggi mettiamo a disposizione soluzioni user-friendly e integrate fra loro. A dispetto dello scenario classico di intervento reattivo rispetto a un guasto, le interfacce uomo-macchina moderne abilitano una manutenzione di tipo proattivo e/o predittivo. Il vantaggio è una riduzione dei costi e delle risorse: evita i fermi macchina, i blocchi produzione, i costi di trasporto, lo spreco di energia e materie prime, rendendo la nostra fabbrica intelligente, digitale e sostenibile».

## SIAMO NELL'ERA DI UN "OPERATORE-NOMADE"

**1.** «Penso che lo scopo principale di un'interfaccia uomo-macchina evoluta sia quello di semplificare il lavoro dell'operatore che la debba utilizzare quotidianamen-



**ENZO MARIA TIEGHI, Chairman  
di ServiTecnico**

te», spiega **Enzo Maria Tieghi**, Chairman di ServiTecnico. «Come dice la sigla stessa Hmi, ovvero Human-Machine Interface, lo schermo risulta l'interfaccia che connette l'uomo alla macchina: oggi abbiamo da un lato uomini più "potenti" e dall'altro macchine ancora "più potenti". L'uomo è più potente in quanto gli mettiamo sempre più informazioni e dati a disposizione per meglio capire cosa sta avvenendo sull'impianto, come può farlo funzionare al meglio, come può produrre meglio, come può limitare ed evitare fermi macchina ed errori di produzione.

La macchina, ovvero il o i computer, che sono addetti al controllo dell'impianto, hanno capacità elaborative immensamente superiori al passato e le applicazioni, con l'ausilio di algoritmi di AI e ML, ora possono "imparare" da quanto è avvenuto e proporre ottimizzazioni e variazioni di parametri che possono avere impatti molto positivi su qualità del prodotto e continuità operativa. Per quanto riguarda la Realtà Aumentata (AR) abbiamo oggi disponibili tecniche di presentazione che, mischiando e unendo dati "veri" rilevati dall'impianto, con la visualizzazione completata dalla vi-

sta "aumentata", permettono all'operatore di avere una visione ancora più "completa", permettendogli di prendere le decisioni più giuste per gestire al meglio l'impianto».

**2.** «Da sempre come ServiTecnico proponiamo soluzioni Hmi/Scada tra le più avanzate sul mercato. Negli ultimi anni, abbiamo portato all'attenzione dei nostri clienti la necessità di uno sviluppo di Hmi che contemplino i concetti UX, ovvero di user experience. Grazie alla flessibilità ed alle potenzialità dei prodotti iFix e Simplicity sviluppati da GE Digital e da noi distribuiti e supportati in Italia, chi disegna interfaccia operatore per applicazioni di supervisione e monitoraggio di macchinari ed impianti nell'industria come nelle utility, ha a disposizione tool che consentono di sviluppare videate di grande impatto per gli operatori, proprio secondo i dettami della UX, che hanno dimostrato una efficacia documentabile di gestione ed intervento sull'impianto migliore del 40% rispetto all'utilizzo di videate Hmi di tipo tradizionale. Un ulteriore aspetto da non sottovalutare è la possibilità di utilizzo di tali Hmi su dispositivi di ogni tipo, anche mobili (come tablet ecc.) e indossabili come smart watch, smart glass e così via».

**3.** «Proprio l'aspetto "mobile" può essere il più intrigante in ottica futura: ovvero non è più necessario andare alla postazione fissa per poter consultare se l'impianto sta funzionando in modo corretto e stiamo producendo quello che abbiamo programmato, sia a livello quantitativo che qualitativo. Oggi possiamo "vedere" l'impianto da qualunque luogo ove ci troviamo, facendo in modo di ricevere sui nostri Hmi proprio i dati e le informazioni relativi al contesto che vogliamo consultare. Abbiamo quindi "operatori-nomadi" che possono girare sull'impianto vedendo dal vivo esattamente cosa sta succedendo, avendo il polso del-



la situazione ed essendo pronti ad intervenire per correggere eventuali problemi ed anomalie, senza essere vincolati a stare seduti in control room, pur continuando ad avere sott'occhio tutte le informazioni necessarie a gestire al meglio la produzione sui loro dispositivi connessi all'impianto, con dati, allarmi ed informazioni che gli vengono recapitati direttamente dai sistemi di controllo e da IoT, pre-elaborati e trattati da sistemi evoluti con algoritmi di AI e ML che già valutano scenari e correttivi migliorativi».

## INTERFACCIE OPERATORE COME SMARTPHONE DI ULTIMA GENERAZIONE

**1.** «Le interfacce uomo-macchina si stanno allineando rapidamente a quanto, da qualche anno, vediamo in ambiente web/consumer», racconta **Marco Buffa**, Simatec Hmi & Simatec WinCC Unified Product Manager di Siemens.

«C'è una generale ricerca di soluzioni tecnologiche e applicative che consentano un'interazione naturale e immediata con le macchine, aumentando da un lato l'efficienza del lavoro e minimizzando dall'altro la frustrazione derivante da un'operatività difficoltosa. Anche i tempi di apprendimento si riducono drasticamente e ne beneficia l'inclusione di operatori con differenti capacità e background linguistici e culturali. Questo processo è reso possibile dall'applicazione in ambito OT di una serie di competenze prese direttamente dall'ambito consumer (studio UX/UI, design tecnologico, psicologia cognitiva) e, parallelamente, dall'evoluzione di software e dispositivi industriali per consentire un rapido ed efficace travaso tecnologico tra i due mondi. Grazie alla riprogettazione delle interfacce uomo-macchina su base HTML, ad esempio, oggi è possibile integrare nativamente applicazioni web



**MARCO BUFFA**, Simatec Hmi & Simatec WinCC Unified Product Manager di Siemens

all'interno di supervisioni e pannelli operatore, attingendo all'enorme mole di librerie open source disponibili in rete, che comprende applicazioni di realtà aumentata 3D, o basate su intelligenza artificiale per fare classificazione o, ancora, interazione vocale con apprendimento. Queste tecnologie, finalmente integrabili anche nell'ambito delle supervisioni, risultano essere una delle chiavi per la realizzazione di Hmi intuitivi, ergonomici e avanzati».

**2.** «Alle famiglie di dispositivi Hmi tradizionali (Comfort Panel e WinCC Advanced su Ipc), a partire da Tia Portal V16 si affianca l'intero ecosistema WinCCUnified, che comprende una linea specifica di pannelli multi-touch di ultima generazione e che permette, in virtù della tecnologia web nativa, di scalare verso l'alto senza soluzione di continuità su architetture server-client adatte a supervisionare stabilimenti e impianti. WinCCUnified è infatti progettato a partire dalle tre tecnologie che oggi costituiscono la base del web moderno: Html5, JavaScript e grafica vettoriale Svg. Questa scelta radicale ha permesso di creare un sistema moderno

e in grado di integrarsi in modo semplice e flessibile in tutti gli ambienti produttivi sia OT che IT e fungendo a volte da vero e proprio punto di contatto tra i due mondi, con tutti gli standard di sicurezza necessari a convivere in ambienti fortemente connessi. WinCCUnified e i nuovi pannelli Comfort Unified possono collaborare tra loro per realizzare dei veri e propri sistemi di supervisione distribuiti, incrementando potenza di calcolo e affidabilità complessive tramite la replicazione dei singoli partecipanti alla rete. In aggiunta, i pannelli Comfort Unified svelano una doppia anima: oltre all'applicazione principale Hmi, a bordo ospitano anche il runtime Simatec Industrial Edge, che permette l'esecuzione locale e protetta di applicazioni custom con tecnologia modulare e gestione centralizzata».

**3.** «Quello che fino a qualche anno fa era un semplice pannello operatore, oggi è un dispositivo ad alte prestazioni, con a bordo tecnologia web/Edge e capacità interattive del tutto simili a quelle di uno smartphone di ultima generazione. Oggi, sfruttando queste peculiarità e le competenze UX/UI maturate in ambito consumer, è possibile costruire Hmi bordo macchina, di linea o di stabilimento estremamente intuitivi e approcciabili in modo efficace anche dagli operatori meno formati. Ma è possibile spingersi anche oltre, sfruttando completamente gli strumenti che i pannelli Comfort Unified mettono a disposizione, costruendo postazioni in grado di rilevare l'operatore, interagire con esso in modo evoluto e adattativo, seguirlo nei propri dispositivi portatili, permettendogli di spostarsi liberamente lungo la macchina o la linea e scambiando informazioni in modo nativo con il resto dello stabilimento. Oggi possiamo finalmente costruire l'interfaccia uomo-macchina anche intorno all'uomo».





## DALLA PRODUZIONE AL CONTROLLO QUALITÀ

1. «Le aspettative degli utilizzatori, per quanto riguarda l'Hmi, si sono evolute negli ultimi anni, proponendo interfacce utente sempre più complete, sia per l'usabilità che per la grafica», afferma



**ANDREA EPIFANI**, specialista di prodotto in Weidmüller Italia

Andrea Epifani, specialista di prodotto in Weidmüller Italia. «Per analizzare l'integrazione di queste nuove tecnologie, ci sono due punti di vista da prendere in considerazione. Il primo riguarda lo sviluppo della soluzione: le tecnologie si stanno spostando verso interfacce a base web, facilmente compatibili con tecnologie IT, con maggiore portabilità e una più ampia selezione di dispositivi che la fruiscono; è da considerare anche il dispositivo su cui la visualizzazione viene implementata, che spazia dal plc al pc industriale fino al Cloud. Il secondo riguarda l'utilizzo della visualizzazione: l'aggregazione e l'elaborazione dei dati genera nuove tipologie di informazione, che permettono di dare accesso a conoscenze e concetti complessi ad una platea più ampia; questo implica, comunque, la necessità di gestire in modo più complesso e dinamico le pagine in funzione dell'interlocutore».

2. «Weidmüller ha a catalogo un software per la creazione di interfacce Hmi, Procon-Web, che si inserisce nello sce-

nario prima descritto. Il progetto genera un applicativo web-based, che può essere utilizzato in locale, in Edge o in Cloud. Il software mette a disposizione i driver di comunicazione per la raccolta dati dai dispositivi, permettendo sia un'elevata flessibilità della soluzione che l'indipendenza dai dispositivi. Per la visualizzazione delle pagine proponiamo la nostra serie di thin client u-view, con Linux Embedded e browser integrato. Il tutto integrabile con i modelli previsionali generabili, utilizzando la nostra piattaforma di sviluppo di modelli previsionali AutoML».

3. «Gli scenari applicativi sono multipli e includono tutte e tre le nuove opportunità tecnologiche: l'AR permette di supportare l'utente nello svolgimento delle sue mansioni, che siano relative alla produzione, assistenza, formazione; in merito ad AI e ML, lo sviluppo di modelli predittivi permette di migliorare le prestazioni del sistema, che siano relative alla manutenzione o al quality control. Entrambi gli scenari menzionati sono concretamente applicabili». ■