



Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando

Nell'interfacciarsi con le macchine, i dispositivi di informazione e di comando rivestono un'importanza decisiva e uno studio ergonomico mirato può migliorare notevolmente le condizioni lavorative degli addetti alle macchine stesse

» Massimo Granchi, Roberto Granchi, Marco Redaelli - mtm consulting s.r.l.

Il campo di applicazione

Lo studio dell'*interfaccia uomo-macchina* (identificata in inglese, con gli acronimi MMI, *Man-Machine Interface*, o HMI, *Human-Machine Interface*) è fondamentale per consentire agli utenti delle macchine operatrici di poterle gestire in sicurezza. Tale interfaccia utente, nella pratica, comprende o può comprendere:

- schermi, monitor o display, che veicolano informazioni sotto forma di messaggi visivi;
- altoparlanti, sirene, ricetrasmittenti, che veicolano informazioni sotto forma di messaggi sonori;
- tastiere, pulsanti, interruttori, che permettono di comandare, di pilotare, di

controllare la macchina operatrice.

Uno studio ergonomico di questa interfaccia permette di andare a determinare, in primo luogo, i principi generali per l'interazione dell'uomo con i dispositivi di informazione e di comando. Si può così ridurre al minimo gli errori commessi dall'utente e assicurare un'interazione efficace tra operatore e macchinario. Una macchina di cui, infatti, si ha il controllo completo per mezzo di un'efficace realizzazione dell'interfaccia utente consente di lavorare in sicurezza e, solitamente, anche con una produttività maggiore. Come per le altre soluzioni che riguardano la sicurezza, è importante ricordare che l'implementazione di un'interfaccia ef-

ficace deve essere effettuata allo stadio di progettazione della macchina. La nuova Direttiva Macchine (*dir. 2006/42/CE*) entrata in vigore il 29 giugno 2006 rappresenta l'evoluzione necessaria dopo più di 15 anni di applicazione della Direttiva Macchine stessa, ma non modifica in maniera sostanziale i concetti base. Tra questi, il principio che la sicurezza deve essere integrata alla macchina e progettata a tavolino contemporaneamente alla progettazione fisica della macchina stessa. Inoltre, proprio la nuova Direttiva Macchine ha introdotto un Requisito Essenziale di Sicurezza (RES) specifico sull'ergonomia, il punto 1.1.6. dell'allegato I. Tale RES sancisce che *nelle condizioni d'uso previste devono essere ridotti al minimo possibile il disagio, la fatica e le tensioni psichiche e fisiche (stress) dell'operatore, tenuto conto dei principi seguenti dell'ergonomia:*

- tener conto della variabilità delle dimensioni fisiche, della forza e della resistenza dell'operatore;
- offrire lo spazio necessario per i movimenti delle parti del corpo dell'operatore;
- evitare un ritmo di lavoro condizionato dalla macchina;
- evitare un controllo che richiede una concentrazione prolungata,
- adattare l'interfaccia uomo/macchina alle caratteristiche prevedibili dell'operatore.

All'ultimo punto pertanto, si parla esplicitamente di interfaccia uomo-macchina e si sottolinea che questa deve essere adattata alle caratteristiche prevedibili dell'operatore. Quindi al centro della progettazione ergonomica non c'è il progettista o il fabbricante o un uomo qualunque, ma l'operatore che dovrà utilizzare la macchina stessa. Fra la situazione ideale e quella peggiore, in cui è l'uomo a doversi adattare alla macchina e al suo

ciclo di lavoro, sono presenti molti gradi. Spetta al fabbricante decidere dove posizionarsi in funzione di considerazioni tecnico-economiche che, con la nuova Direttiva Macchine, dovranno essere documentate nel Fascicolo Tecnico di Costruzione della Macchina.

I dispositivi di comando e di informazione

Le norme della serie UNI EN 894 - *Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando* - si occupano di tracciare lo stato dell'arte in merito agli studi ergonomici dell'interfaccia uomo-macchina. Per dispositivo di comando, si legge al punto 3.1. della norma armonizzata UNI EN 894-1 (*Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Principi generali per l'interazione dell'uomo con i dispositivi di informazione e di comando*), si intende quella parte del sistema di attivazione dei comandi azionata direttamente dall'operatore, per esempio applicando una pressione. Per dispositivo di informazione, si legge al punto 3.2., si intende un dispositivo per la presentazione di informazioni che possono cambiare trasmettendo segnali visivi, acustici o percepibili mediante il tatto.

I principi ergonomici per la progettazione dell'interfaccia uomo-macchina

In primo luogo, si deve considerare l'idoneità al compito dell'interfaccia uomo-macchina: essa, infatti, è adatta per il singolo compito se aiuta l'operatore a completare tale compito in modo sicuro, efficace ed efficiente. Per realizzare questo principio è necessario:

- assicurare che la macchina non abbia pretese eccessive nei confronti



dell'operatore in termini, per esempio, di velocità e di precisione della risposta o forze richieste per azionare i dispositivi di comando (*principio di assegnazione della funzione*);

- ridurre il più possibile la complessità dell'interfaccia uomo-macchina (*principio di complessità*). Questa operazione può essere effettuata solo a partire da una valutazione specifica e dettagliata del singolo compito e del tipo e volume di informazioni che devono essere elaborate dall'operatore. La valutazione, per esempio, della correttezza di un parametro di lavorazione per mezzo di un indicatore analogico può essere facilitata notevolmente segnalando graficamente gli intervalli di funzionamento (corretto,

soglia di allarme, critico, per esempio) con colorazioni opportune;

- sistemare i dispositivi di informazione e di comando in modo che sia facile usarli insieme raggruppando logicamente i singoli elementi (*principio di raggruppamento*): per esempio, se determinati dispositivi devono essere utilizzati in sequenza, anche il loro posizionamento deve seguire la stessa sequenza. È consigliabile, in merito, inoltre, che gli elementi più importanti e usati più di frequente siano raggruppati nelle posizioni più accessibili, che gli elementi usati in sottosequenze siano posizionati insieme e che gli elementi funzionalmente collegati siano posizionati in gruppi e abbiano una separazione visiva e spaziale dagli altri elementi;

- fare in modo che i dispositivi di informazione e di comando risultino prontamente identificabili (*principio di identificazione*): questo principio è quello più comunemente utilizzato, anche se è importante, per esempio, evitare situazioni in cui le etichette o i simboli siano posizionati in alcuni casi sopra, in altri sotto, senza un'organizzazione spaziale identificabile. Anche l'utilizzo del pulsante di emergenza a fungo rosso con sfondo giallo aiuta,

nella fattispecie, a identificare in maniera univoca un dispositivo di comando e la sua funzione specifica anche senza la necessità di etichette, segnali o simboli informativi;

- posizionare i dispositivi di comando vicino ai relativi dispositivi di informazione in modo che la loro relazione risulti immediata all'operatore (*principio di relazione operativa*): si ipotizza, infatti, un sistema chiuso, nel quale la macchina mostra informazioni all'operatore che utilizza i dispositivi di comando per intervenire sulla macchina che, a sua volta, restituisce ulteriori informazioni, consentendo di continuare il ciclo di gestione. In merito al principio di relazione operativa è necessario anche che la direzione dell'azionamento dei dispositivi di comando risulti coerente con la direzione delle risposte del sistema e/o dei movimenti dei dispositivi di informazione a essi collegati. Sarebbe, infatti, poco ergonomico ruotare una manopola di regolazione della velocità di un nastro trasportatore, per esempio, e vedere l'indicatore analogico della velocità stessa portare la lancetta verso sinistra (lo interpreteremmo, molto probabilmente, come segnale inequivocabile della presenza di un guasto).

Un'interfaccia su misura

L'interfaccia uomo-macchina dovrebbe essere progettata, inoltre, in modo da essere *immediata*, così che l'operatore possa riconoscere facilmente i dispositivi di informazione e di comando e di capire il processo a essi collegato. Per realizzare questo principio è necessario fornire prontamente, quando richieste dell'operatore, le informazioni riguardanti lo stato del sistema senza la necessità di interferire con altre attività. Non deve essere presente un intervallo di attesa maggiore di un secondo per non creare incertezze nella gestione del macchinario; in caso di un'attesa maggiore è necessario informarne l'operatore.

L'interfaccia uomo-macchina dovrebbe essere progettata in modo che l'operatore possa *dominare il sistema* e non viceversa. Per realizzare questo principio è necessario:

- presentare sia le informazioni necessarie, sia, se possibile, informazioni aggiuntive che consentano all'operatore di valutare la situazione ed, eventualmente, identificare discrepanze presenti (*principio di ridondanza*).

In alcuni casi sono i dispositivi stessi a dover essere semplicemente ripetuti in diverse postazioni di lavoro



per garantire la gestione della macchina in sicurezza;

- posizionare i dispositivi di informazione all'interno del campo visivo dell'operatore (*principio di accessibilità*). È fondamentale, in merito, che le informazioni importanti in termini di sicurezza e quelle consultate spesso risultino posizionate nelle aree centrali perché di norma più frequentemente esaminate dall'occhio;

- posizionare i dispositivi di comando in modo che non si verifichino disagi nel loro azionamento (*principio di spazio per i movimenti*). Nella corretta progettazione del layout di un pannello di comando, è necessario tenere in considerazione gli spazi fra i dispositivi di comando e le rispettive modalità di azionamento (per esempio, per una leva che deve essere azionata da un operatore che indossa guanti protettivi).

L'interfaccia uomo-macchina dovrebbe essere progettata in *conformità con le aspettative dell'operatore*. I comuni stereotipi e altre aspettative dell'utilizzatore riguardanti il funzionamento dell'interfaccia uomo-macchina possono esercitare una notevole influenza sul modo in cui un operatore utilizzerà un particolare dispositivo di

comando o di informazione. Potrebbe verificarsi, infatti, la situazione in cui, in condizioni di stress o di emergenza, gli operatori tornino agli stereotipi comuni anche se sono stati addestrati a reagire in modo opposto. Ancora una volta, una manopola che portasse a una diminuzione della velocità di un nastro trasportatore quando viene ruotata in senso orario porterebbe l'operatore alla conclusione di trovarsi di fronte a un dispositivo guasto. Questo principio, inoltre, invita anche a una standardizzazione che aiuti a familiarizzare velocemente l'operatore con una macchina nuova, ma con un'interfaccia modificata su quella di un modello precedente (l'ottimizzazione dell'interfaccia, pertanto, è sì un processo continuo, ma una volta intrapreso generalmente comporta solo variazioni minime, a patto di non modificare la macchina).

Per finire, è importante che l'interfaccia uomo-macchina consenta all'operatore di gestire eventuali errori che si potrebbero presentare, tollerando, eventualmente, anche errori da parte dell'operatore stesso. Per esempio, l'interfaccia potrebbe garantire un tempo sufficiente per rimediare a eventuali errori o, addirittura, guidare

l'operatore stesso nella risoluzione dei problemi che più probabilmente si potrebbero presentare.

Conclusioni

Lo studio ergonomico dell'interfaccia uomo-macchina permette, quindi, in primo luogo, di evitare errori grossolani che porterebbero a problematiche di sicurezza per gli operatori addetti ai macchinari. Se alcuni dei principi sono intuitivi e sono già oggi applicati, anche se magari in maniera involontaria, dai fabbricanti di macchinari, altri sono, invece, più specifici e richiedono, pertanto, specifiche conoscenze ergonomiche.

Con l'introduzione del Requisito Essenziale di Sicurezza specifico sull'ergonomia, i fabbricanti dovranno, tuttavia, conoscere i principi indicati nella norma armonizzata *UNI EN 894-1 - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Principi generali per l'interazione dell'uomo con i dispositivi di informazione e di comando* - o, comunque, ricevere supporto adeguato per poter documentare la rispondenza delle proprie macchine e, in particolare, delle relative interfacce uomo-macchina al requisito stesso. ■

