

**WHITE PAPER ODU**  
**SULLE INTERFACCE MODULARI DI AGGANCIAMENTO NEI**  
**TESTI AUTOMATIZZATI DI FINE LINEA**



# SINTESI

Durante il percorso di un prodotto dallo sviluppo alla fabbricazione e produzione in senso lato, i produttori di materiale elettronico devono assumere molte decisioni, fra cui almeno l'ideazione di un rigoroso piano di controllo. Il collaudo di un assieme fabbricato, a valle della linea di montaggio, è un passaggio essenziale del processo produttivo. La fornitura di prodotti privi di difetti rappresenta infatti un aspetto decisivo per la soddisfazione delle attese del cliente. Pertanto è necessario separare i prodotti difettosi, o comunque non conformi al capitolato, dagli assiami elettronici funzionanti destinati alla consegna al cliente. Nello sviluppo di una nuova linea di montaggio, il piano di controllo dovrebbe inoltre considerare fattori importanti che influiscono sulla selezione dei componenti.

## FATTORI ELETTROMECCANICI

Una struttura elettromeccanica stabile è importante tanto quanto un'architettura hardware e software potente. Inoltre la flessibilità offerta dall'integrazione di una struttura modulare può contribuire a garantire la disponibilità futura di un'interfaccia di prova affidabile anche per prodotti e aggiornamenti successivi. In questo senso, il connettore o l'interfaccia è da ritenersi un componente essenziale, sia dal punto di vista elettrico sia come componente meccanico accessorio, che influisce direttamente sulle operazioni di controllo e misurazione.

Le imprese investono in sistemi di prova intelligenti e strumenti di prova automatici (Automated Test Equipment, ATE) scalabili in funzione delle esigenze. Riducono così i tempi di lancio sul mercato e fornitura, abbattano i loro costi e, al tempo stesso, sono in grado di spostare flessibilmente capacità di controllo da una linea di montaggio a un'altra. I sistemi di prova dovrebbero offrire la possibilità di verificare l'idoneità funzionale di parti elettriche, elettroniche e di altri componenti, anche nei reparti produttivi, talvolta caratterizzati da condizioni operative critiche. Per una produzione a zero difetti, sono indispensabili strumenti di prova automatizzati e affidabili per il collaudo di fine linea, che garantiscano risultati tempestivi con la massima sicurezza dei prodotti. Nella produzione di serie, assume inoltre un'importanza decisiva la velocità di controllo. Per questo motivo, i processi di prova vengono ottimizzati per ottenere tempi di ciclo brevi e una riduzione dei costi rispetto ai controlli manuali o semiautomatici.

## PERCHÉ AUTOMATIZZARE?

Di norma l'automatizzazione del collaudo è finalizzata a evitare azioni manuali ripetitive, a ottenere risultati più rapidamente, a ridurre il tempo necessario per l'esecuzione delle prove e ad assicurare che i nostri controlli siano conformi a requisiti e obiettivi. Inoltre l'automatizzazione può contribuire a evitare errori manuali in caso di ripetitività delle operazioni richieste per determinate prove. Tuttavia può anche accadere che controlli manuali o semiautomatici forniscano esiti ogni volta differenti. Il prodotto finale o provino è spesso denominato "Device Under Test" (DUT), "Equipment Under Test" (EUT) o "Unit Under Test" (UUT). Nelle misurazioni del prodotto ricavato da qualsiasi processo, la deviazione può avere una duplice origine: la deviazione di processo stesso e la deviazione nel sistema di misura. Se una di queste due variabili può essere ridotta al minimo o eliminata con determinati mezzi, quali ad esempio l'automatizzazione, il processo risulta sostanzialmente più stabile e ripetibile.

## SVILUPPO CONGIUNTO

L'ottimizzazione dei sistemi di automatizzazione si realizza attraverso la comunicazione aperta fra ingegneri elettronici e meccanici nella fase iniziale del processo di sviluppo. La collaborazione efficace fra le due aree consente uno sviluppo rapido ed efficiente della giusta soluzione integrata. Sempre più aziende puntano alla piena integrazione di soluzioni completamente automatizzate per il collaudo di fine linea. Questo porta, da un lato, a un minore impiego di personale ma, dall'altro, anche a una maggiore dipendenza tecnologica. La collaborazione fra ingegneri meccanici ed elettronici è importante per comprendere in che modo le rispettive applicazioni interagiscono. Ma è altrettanto importante che si affidino alle competenze dei loro fornitori di componenti.

## 8 FATTORI DI SUCCESSO

Una buona base di componenti e la loro selezione iniziale sono garanzia di un'unità di prova efficiente, ripetibile e precisa e assicurano il conseguimento degli obiettivi prefissati. Ai fini di un ricorso proficuo all'automatizzazione per l'esecuzione più rapida di misurazioni e per l'analisi dei risultati delle prove è opportuno tenere conto di alcuni fattori importanti. Certamente qualsiasi ingegnere con esperienza nello sviluppo di sistemi, nel corso della sua formazione, avrà già avuto modo di confrontarsi con fattori di successo critici. Ma come è possibile applicare tali requisiti alla selezione dei componenti? Un'interfaccia di prova decisiva, considerata da molti un collegamento essenziale, è il connettore elettrico, che interviene per l'intero ciclo e, con il trascorrere del tempo, non può subire un calo della qualità di trasmissione.

### 1. ESPANDIBILITÀ E FLESSIBILITÀ DEL PRODOTTO

L'unità di prova dovrebbe consentire variazioni, espansioni, modifiche ed essere trasferibile. In caso di aggiunta di nuove funzioni o esecuzione di ulteriori prove più estese sulle attrezzature, anche l'unità di prova dovrebbe poter essere potenziata di conseguenza mediante opportune modifiche. Oggi la disponibilità di una piattaforma di prova flessibile è particolarmente importante. Quando un sistema viene sviluppato ex novo, è indispensabile scegliere gli strumenti giusti. Tuttavia, ai fini del rispetto delle tempistiche di un progetto può essere determinante disporre di una soluzione in grado di rispondere alle esigenze future e offrire un margine d'azione sufficiente per adeguarsi a eventuali cambiamenti. Proviamo a esaminare alcuni esempi concreti. Un protocollo di comunicazione ad alta velocità può essere concepito come USB® 2.0<sup>1</sup>, con successiva migrazione e ulteriore aggiornamento allo standard USB® 3.2 Gen 1x2<sup>2</sup>.

- I miei connettori I/O sono flessibili come i connettori di aggancio?
- Il sistema è modulare e consente quindi espansioni future?
- L'attuale configurazione dell'interfaccia è in grado di soddisfare le mie esigenze attuali e quelle eventuali future?
- Il sistema può essere potenziato a posteriori a costi vantaggiosi?

Un sistema modulare è molto flessibile. È indicato per diversi moduli, tipi di dati e fluidi – per impianti pneumatici e idraulici –, nonché per la comunicazione ad alta velocità (come USB<sup>®1</sup> e HDMI<sup>®1</sup>), per conduttori in fibra ottica, cavi coassiali (segnali HF), per alta tensione e alta corrente. Di norma le interfacce ibride sono sviluppate tenendo conto di una determinata serie di criteri. Tuttavia spesso la scelta è limitata a poche tipologie. La serie ODU-MAC<sup>®</sup> Blue-Line consente di scegliere fra 31 moduli, mentre la gamma ODU-MAC<sup>®</sup> Silver-Line comprende addirittura ben 36 moduli, che possono essere configurati per 7 telai di fissaggio.

MODULI DISPONIBILI	ODU-MAC <sup>®</sup> Silver-Line	ODU DOCK Silver-Line	ODU-MAC <sup>®</sup> White-Line	ODU-MAC <sup>®</sup> Blue-Line	ODU-MAC <sup>®</sup> PUSH-LOCK Blue-Line
Segnale	fino a 27 A / 1,5 mm <sup>2</sup>	fino a 27 A / 1,5 mm <sup>2</sup>	fino a 27 A / 1,5 mm <sup>2</sup>	fino a 33 A / 2,5 mm <sup>2</sup>	fino a 33 A / 2,5 mm <sup>2</sup>
Alimentazione	fino a 119 A / 16 mm <sup>2</sup>	fino a 119 A / 16 mm <sup>2</sup>	fino a 119 A / 16 mm <sup>2</sup>	fino a 58 A / 6 mm <sup>2</sup>	fino a 37 A / 2,5 mm <sup>2</sup>
Alta corrente	fino a 225 A / 50 mm <sup>2</sup>	fino a 225 A / 50 mm <sup>2</sup>	fino a 225 A / 50 mm <sup>2</sup>	fino a 225 A / 50 mm <sup>2</sup>	fino a 37 A / 2,5 mm <sup>2</sup>
Alta tensione	fino a 6,3 kV / 1,5 mm <sup>2</sup>	fino a 2,5 kV / 1,5 mm <sup>2</sup>	fino a 6,3 kV / 1,5 mm <sup>2</sup>	fino a 2,5 kV / 6 mm <sup>2</sup>	fino a 2,5 kV / 2,5 mm <sup>2</sup>
Cavi coassiali	fino a 9,0 GHz	fino a 9,0 GHz	fino a 9,0 GHz	fino a 12 GHz	fino a 12 GHz
Impianti pneumatici	fino a 20 bar	fino a 20 bar	fino a 20 bar	fino a 12 bar	fino a 12 bar
Impianti idraulici	fino a 25 bar	fino a 25 bar	fino a 25 bar	fino a 10 bar	fino a 10 bar
Conduttori a fibra ottica POF / GOF	●	●	●	● (su richiesta)	● (su richiesta)
Velocità di trasmissione / alta velocità	CAT 6A / USB <sup>®1</sup> / HDMI <sup>®1</sup>	CAT 6A / USB <sup>®1</sup> / HDMI <sup>®1</sup>	CAT 6A / USB <sup>®1</sup> / HDMI <sup>®1</sup>	CAT 6A / USB <sup>®1</sup>	CAT 6A / USB <sup>®1</sup>
Protezione contatti opzionale	Libertà di posizionamento modulo		Libertà di posizionamento modulo	Integrato in modulo di segnalazione 20 poli	Integrato in modulo di segnalazione 20 poli
Tipo di collegamento	Crimpatura / saldatura / stampaggio	Crimpatura (saldatura su richiesta)	Crimpatura / saldatura / stampaggio	Crimpatura / saldatura / stampaggio	Crimpatura / saldatura / stampaggio

<sup>1</sup> Questi connettori speciali ODU supportano i comuni protocolli di trasmissione dati USB<sup>®</sup>, 3.2 Gen1x2, USB<sup>®</sup> 2.0 e HDMI<sup>®</sup>, tuttavia non sono connettori standardizzati HDMI<sup>®</sup> e USB<sup>®</sup>.

## 2. PRECISIONE E TEMPO DI CICLO

I controlli automatici sostituiscono sempre più i controlli soggettivi da parte del personale. Questo velocizza il ciclo di produzione e migliora la riproducibilità e confrontabilità dei risultati. tuttavia, d'altro canto una maggiore precisione allunga il tempo di ciclo. Il processo non può essere comunque così lento da impedire una produzione in serie quindi la velocità di controllo assume un'importanza decisiva. Per questo motivo gli

strumenti di prova automatici sviluppati dovrebbero essere ottimizzati per ottenere un tempo di ciclo più breve. La ripetibilità dei risultati di un'interfaccia, di un connettore o altro è spesso influenzata dalla tecnologia dei contatti impiegata a tal fine.

## 3. VITA UTILE

La vita utile è la caratteristica del prodotto che indica la durata o il periodo per il quale un prodotto, componente o sistema soddisfa le specifiche tecniche indicate. A prescindere dal fatto che la vita utile sia misurata in anni, minuti o periodo predefiniti, vale il concetto che maggiore è la vita utile del prodotto, più a lungo è in grado di svolgere la sua funzione prevista. Nella valutazione della vita utile occorre considerare l'operazione ripetuta con una frequenza realistica, richiesta sia in cicli produttivi continui, sia in casi d'uso consueti del prodotto, conformi a determinate routine. Per i connettori, tali misurazioni avvengono generalmente mediante cicli di innesto o in un ciclo

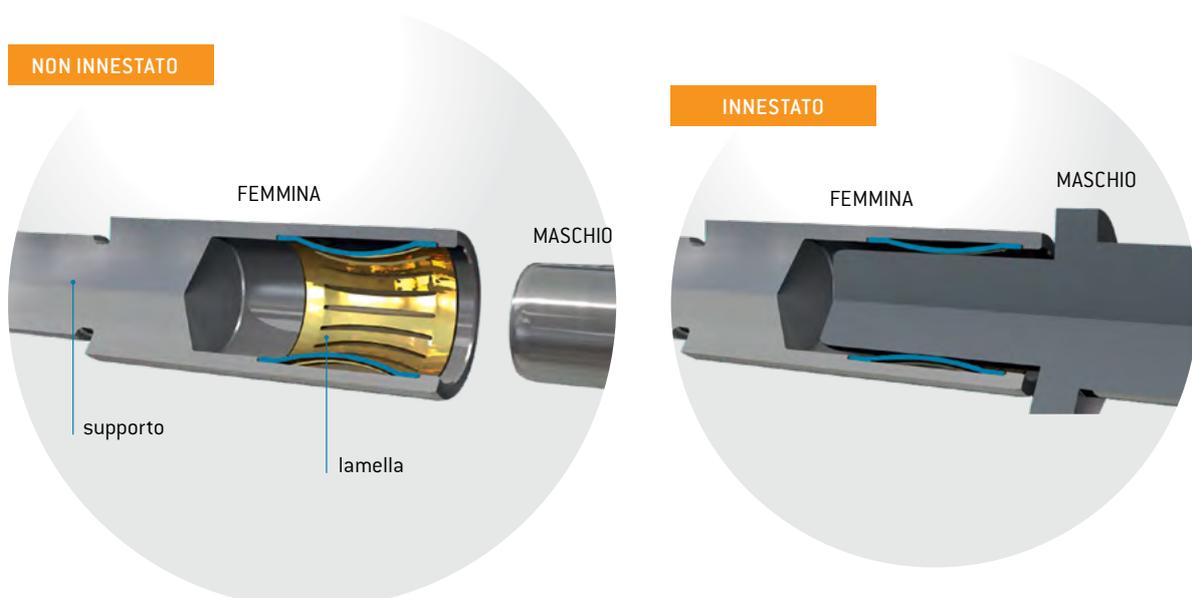
di innesto e scorrimento, in modo da giungere a una vita utile prolungata e continua, senza che col tempo si renda necessaria un'eccessiva manutenzione o si debbano prevedere ripercussioni a livello di efficienza. La serie ODU-MAC<sup>®</sup> Silver-Line è stata testata con oltre 100.000 cicli di innesto. Come già anticipato, la vita utile può essere generalmente definita sulla base dell'uso annuo stimato del prodotto in esame. In alcuni casi la serie ODU-MAC<sup>®</sup> Blue-Line può essere quindi impiegata per oltre 10.000 cicli di innesto.

	ODU-MAC® Silver-Line	ODU DOCK Silver-Line	ODU-MAC® White-Line	ODU-MAC® Blue-Line	ODU-MAC® PUSH-LOCK Blue-Line
Cicli di innesto	> 100.000	> 100.000	> 100.000	> 10.000	5.000
Principio di innesto	Aggancio automatico	Aggancio automatico	Innesto manuale	Innesto manuale, aggancio automatico	Innesto manuale
Aggancio automatico	7 tipi di telaio, testa a cambio rapido opzionale	3 formati, testa a cambio rapido opzionale		1 tipo di telaio, 4 formati	
Bloccaggio			Bloccaggio a vite / a leva a innesto rapido (zero)	Bloccaggio a vite / a leva	Bloccaggio push-pull
Custodia		3 tipi di custodia disponibili in plastica e metallo	In plastica e metallo	In plastica e metallo	Plastica / metallo
Scarico della tensione	•	•	•	•	•
Massima miniaturizzazione presente sul mercato	•	•	•	•	•
Versione non magnetica	•		•		

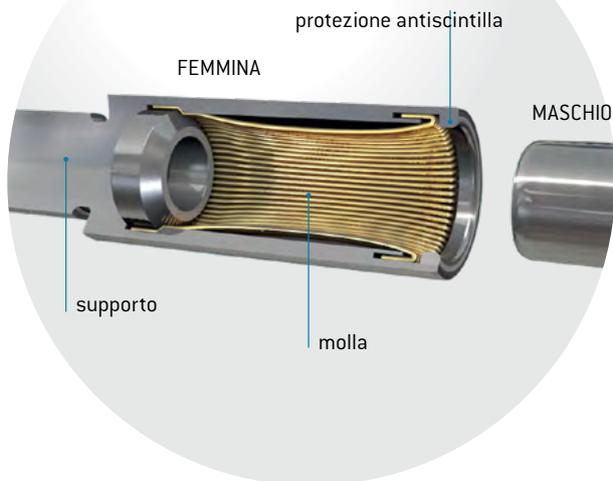
#### 4. ACCURATEZZA

L'accuratezza indica quanto la funzione di una macchina produttiva è conforme a una certa tolleranza entro un intervallo di misura stabilito. La precisione esprime la capacità dell'attrezzatura di fornire sempre prestazioni costanti. Per noi accuratezza e costanza vanno di pari passo. Nel caso di un connettore, la sua qualità generale si riflette anche sull'accuratezza. Determinante a tale proposito è soprattutto il numero dei punti di contatto durante il ciclo, che possono ridurre la resistività

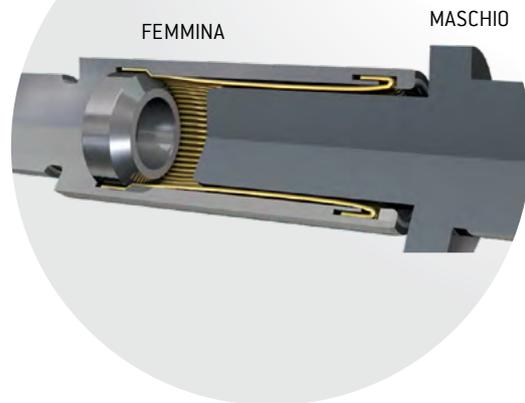
di volume e contribuire a prevenire effetti quali vibrazioni e disallineamenti. Fra le caratteristiche tecnologiche rientrano i contatti ODU SPRINGTAC® e ODU LAMTAC®, che offrono la libertà di collegamento a 360° gradi e numerosi punti di contatto per la massima affidabilità.



NON INNESTATO



INNESTATO

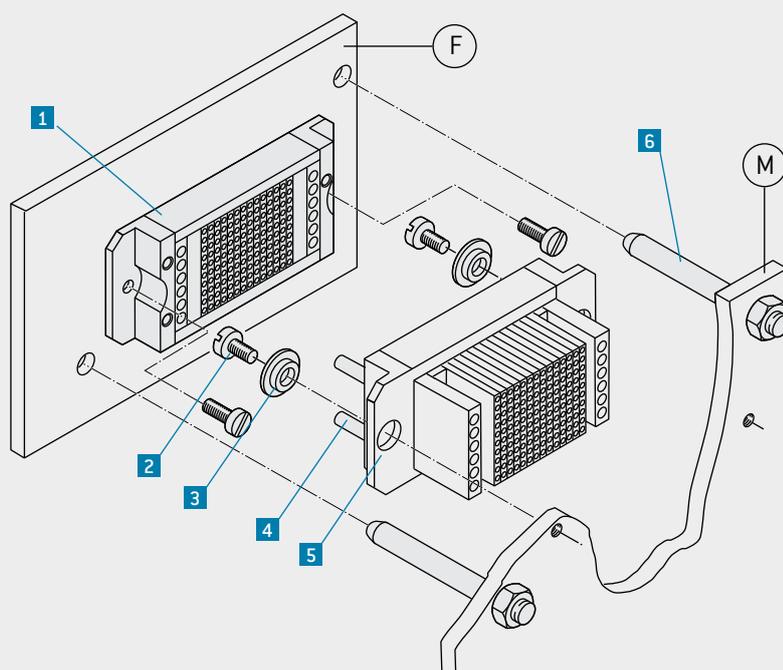


## 5. MONTAGGIO E RIPARAZIONE

Tali termini si riferiscono alla capacità di riportare a una condizione operativa accettabile attrezzature, apparecchi o sistemi danneggiati o guasti, entro un periodo di tempo stabilito (tempo di riparazione). Mentre molte applicazioni industriali utilizzano connettori a vite, spesso collegati a morsettiere, per una maggiore affidabilità e una vita utile più lunga, è consigliabile impiegare metodi alternativi come la saldatura o la crimpatura. La semplicità di montaggio e smontaggio (innesto rapido) dei contatti è legata alla struttura modulare.

- Il prodotto può essere montato e smontato in modo semplice e senza rischio di errori?
- Vengono utilizzati componenti applicati o dispositivi di fissaggio e guida facilmente accessibili?
- A proposito della riparabilità, è particolarmente importante verificare in che modo i cavi sono uniti, collegati e installati e quanto può essere semplice smontarli.
- I contatti possono essere rimossi, sostituiti e riparati singolarmente?
- Quanto è semplice la disposizione e l'eventuale sostituzione dei moduli all'interno del telaio di aggancio?

### ESEMPIO DI TELAIO S



A cura del cliente deve essere previsto un sistema di scarico della tensione dei cavi / fili.

- 1 ODU-MAC®, lato femmina (fisso) (avvitato alla parete F senza gioco)
- 2 Vite di fissaggio
- 3 Compensazione tolleranze nell'esempio di un telaio S:  
gioco assiale: 0,2 mm  
gioco radiale:  $\pm 0,6$  mm
- 4 Spine per l'autocentraggio di ODU-MAC®
- 5 ODU-MAC®, lato maschio (flottante) (con gioco sulla boccola di centraggio, avvitato alla parete M)
- 6 Spina di guida fra parete F e M (a cura del cliente)

I valori per il connettore collegato (maschio M in F) derivano dal gioco assiale delle boccole di centraggio.

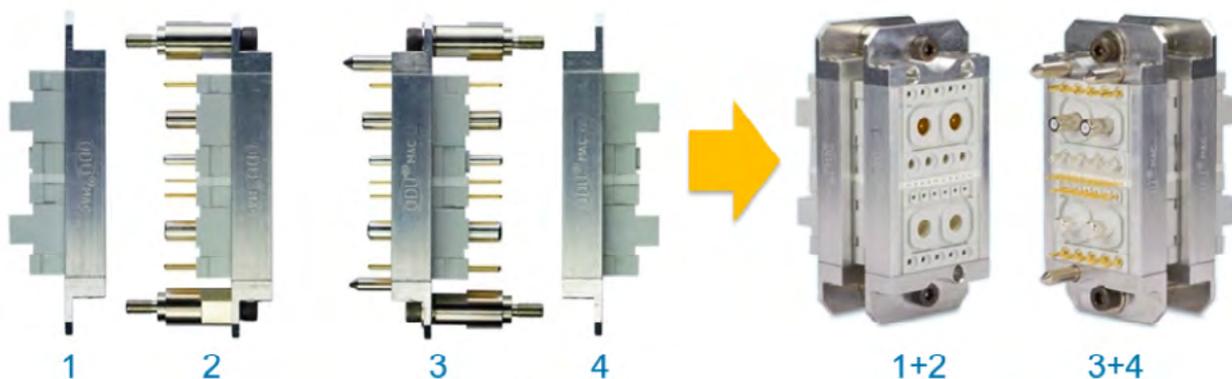
## NOTA: SISTEMI DI AGGANCIAMENTO AUTOMATICI

- Il lato maschio del connettore ODU-MAC® S deve essere fissato con le boccole di centraggio in dotazione in modo che sia garantito un fissaggio flottante.
- La luce massima consentita fra lato femmina e lato maschio è di norma pari a 0,5 mm. Una luce maggiore può essere ottenuta mediante contatti maschio lunghi.
- Per raggiungere cicli di innesto elevati, deve essere presente un sistema di invito mediante l'elemento di inserimento (ad es. binari di guida). Il disassamento massimo consentito (radiale), ad es. per ODU-MAC® con telaio S, è inferiore a  $\pm 0,6$  mm.
- A cura del cliente deve essere previsto un sistema di scarico della tensione dei cavi / fili.

## 6. PIANIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE E GESTIONE DELLE EMERGENZE

Fra le maggiori preoccupazioni in tutti gli ambienti produttivi rientra il guasto della linea di montaggio. Con la giusta pianificazione MRO (Maintenance, Repairs & Operations) per le attrezzature essenziali, è possibile ridurre drasticamente il rischio potenziale di guasto. Nel caso delle interfacce modulari, l'uso di teste a cambio rapido, dotate di una parte sostituibile, costituisce una soluzione semplice. Quando un componente

importante è danneggiato, è possibile utilizzare un'interfaccia intermedia per eseguire la modifica o riparazione nell'arco di pochi minuti o secondi. L'impiego di componenti sostituibili rappresenta una sicurezza per il futuro, grazie alla possibilità di manutenzione e riparazione rapide in qualsiasi momento.



## 7. SUPPORTO E CONFIGURAZIONE

Come per qualsiasi altro prodotto, l'assistenza offerta deve consentire di assumere decisioni e scelte più rapide, in modo da individuare il prodotto ideale per le varie applicazioni. Nella valutazione tecnica e selezione del prodotto, efficienza, conoscenza e assistenza possono avere lo stesso peso delle prestazioni del prodotto stesso. È previsto un servizio assistenza di zona in tempo reale o un supporto su scala mondiale?

- Sono disponibili in loco tecnici e partner a cui è possibile rivolgersi direttamente?
- Quanto è semplice l'uso dei tool online? Esistono tool di configurazione?
- Le informazioni sono fornite in modo rapido e semplice? E i disegni e dati tecnici?
- Su richiesta vengono offerti servizi di cablaggio o altri servizi aggiuntivi?
- Tempi di consegna brevi

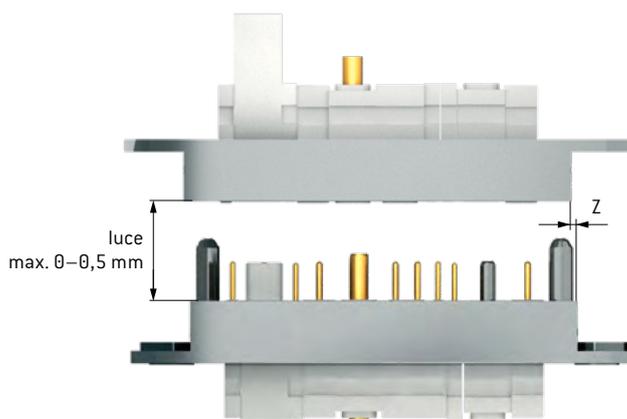
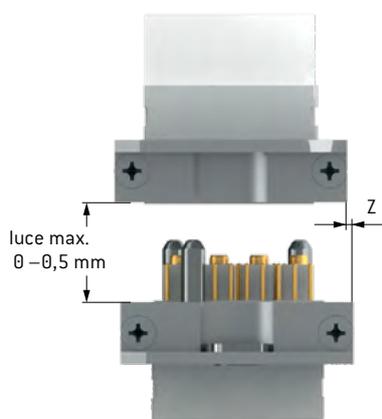
## 8. ALTRE CONSIDERAZIONI

Un aspetto strutturale semplice, che incide in misura significativa sull'affidabilità e quindi sulle prestazioni del prodotto nel lungo periodo, è la valutazione del sistema di guida.

- In che modo è guidato il sistema?
- In che modo il sistema di guida supporta i componenti elettrici e l'interfaccia di aggancio?
- È previsto lo scarico della tensione dei fili o cavi?
- L'interfaccia deve soddisfare requisiti di tenuta (grado IP)?

Spesso tali considerazioni non rientrano nel processo di sviluppo. Esistono diverse possibilità di invito, fra cui scanalature a V, profili, spine e barre di guida ecc. A prescindere da ciò che si muove, deve essere presente una forma di supporto. In altri termini, l'interfaccia modulare per funzioni di controllo e misurazione è prevalentemente elettrica. Il sistema di guida deve tenere conto delle tolleranze dei connettori, un aspetto provvidamente affrontato da ODU, che offre una molteplicità di telai di aggancio differenti per le diverse tolleranze previste. Ad esempio il telaio P4+ consente tolleranze radiali e assiali fino a 4,0 mm.

### SPOSTAMENTO MASSIMO CONSENTITO + LUCE STANDARD A CONNETTORE INSERITO (GIOCO RADIALE)

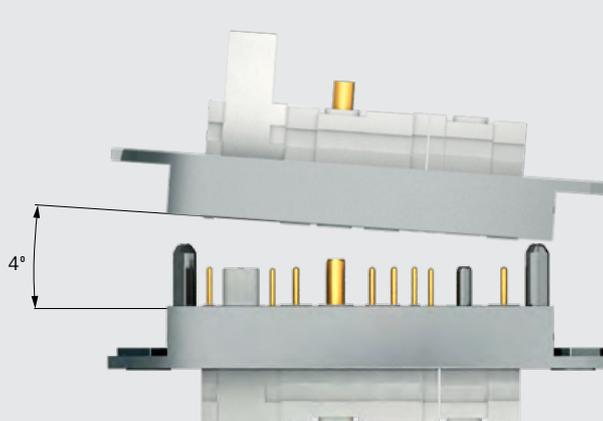
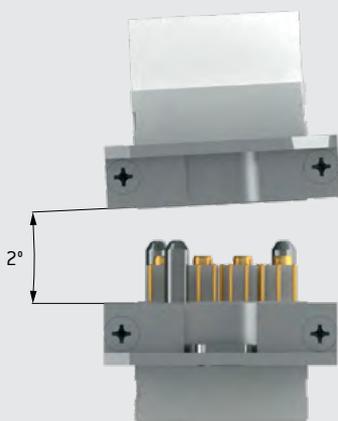


Telaio	Tolleranza Z
S	+/-0,6 mm
M+	+/-0,6 mm
T	Su richiesta

Telaio	Tolleranza Z
P+	+/-2,5 mm
SWK	+/-0,6 mm
P4+	+/- 4,0 mm

La luce massima consentita fra lato femmina e lato maschio è di norma pari a 0,5 mm. Una luce maggiore può essere ottenuta mediante contatti maschio lunghi.

### SCOSTAMENTO ANGOLARE MASSIMO CONSENTITO NEL PROCESSO DI INNESTO



## CONCLUSIONI

Una volta assunta la decisione circa lo sviluppo di un sistema di prova automatizzato, si tratta di concepire un processo e attrezzature che, attraverso procedure consolidate e strutturate di automatizzazione dei controlli, possano contribuire al conseguimento dei loro obiettivi primari. Nello sviluppo di sistemi industriali automatizzati occorre in primo luogo verificare la funzionalità dei componenti meccanici, senza tuttavia trascurare i requisiti di prova di natura elettrica. Come già accennato, una collaborazione può ridurre a monte il tempo di approntamento complessivo e contribuire alla realizzazione di un sistema di prova più stabile. È importante definire i requisiti iniziali, fra cui i connettori di aggancio ideali, per il giusto ciclo di vita della produzione. Altro fattore rilevante, su cui

è opportuno porre l'attenzione, è la flessibilità della piattaforma di prova. Attraverso l'integrazione di strutture modulari e del calcolo delle relative tolleranze all'interno di una soluzione di aggancio, è possibile limitare la variabilità delle singole connessioni di aggancio. Il collaudo di un assieme fabbricato, a valle di una linea di montaggio, è un passaggio importante del processo produttivo. I controlli automatici sostituiscono i controlli soggettivi da parte del personale. Questo velocizza il ciclo di produzione e migliora la riproducibilità. L'interfaccia multifunzionale può costituire la base per l'interazione fra strutture elettriche e meccaniche o per gli ultimi componenti selezionati.

## AUTORE



**Gary Reed**  
Resp. Product Management,  
ODU-USA

### INTERESSANTE?

Per richieste d'informazioni,  
scrivere a [whitepaper@odu.de](mailto:whitepaper@odu.de)

#### ODU GmbH & Co. KG

Pregelstraße 11, 84453 Mühldorf a. Inn, Germania  
tel.: +49 8631 6156-0, fax: +49 8631 6156-49, e-mail: [info@odu.de](mailto:info@odu.de)

Tutte le dimensioni sono espresse in mm. Alcune delle immagini sono illustrazioni. Non si escludono eventuali modifiche ed errori. ODU si riserva il diritto di modificare in qualsiasi momento i prodotti e le relative specifiche tecniche ove questo sia funzionale al miglioramento tecnico. La presente pubblicazione annulla e sostituisce tutte le versioni precedenti.

La presente pubblicazione può essere scaricata anche in formato PDF dal link [www.odu.de](http://www.odu.de).



Per scaricare la presente brochure  
leggere il QR code.